



DOLKA

Verimli, Güvenilir, Sürdürülebilir

Teknik Kitap

CIP – Cleaning in Place

Gıda endüstrisinde hijyen, sadece kalite değil; aynı zamanda güven, sürdürülebilirlik ve verimlilik anlamına gelir. **Dolka** olarak, üretim süreçlerinin her aşamasında bu değerleri merkezimize alıyor, hijyenik tasarım ve temizlik teknolojileri konusunda müşterilerimize bütüncül çözümler sunuyoruz.

Bu teknik kitap, **CIP (Clean-in-Place)** sistemlerine dair bilgi birikimimizi, sahada edindiğimiz deneyimlerle harmanlayarak oluşturulmuştur. Amacımız; yalnızca teorik bilgiler sunmak değil, aynı zamanda uygulamaya yönelik net ve anlaşılır bir rehber oluşturmaktır. Temizlik döngüsünün her bir adımı, proses güvenliği, ekipman ömrü ve ürün kalitesi üzerindeki etkileriyle birlikte detaylı şekilde ele alınmıştır.

Dolka olarak, hijyenin sadece bir zorunluluk değil, aynı zamanda mühendisliğin ayrılmaz bir parçası olduğuna inanıyor; bu alandaki uzmanlığımızı sizlerle paylaşmaktan memnuniyet duyuyoruz.

Hazırlayan: **Ekin Can Dolgun**

Yayın Tarihi: **23.08.2025**

Doküman kodu: **D-E-CIP-HBK-25-01**

Versiyon: **1.0**

İçindekiler

1. CIP nedir?	5
2. Kir Tipleri ve Temizliğin Önemi.....	6
Organik Kirler (Biyolojik ve Kimyasal Kaynaklı)	6
İnorganik Kirler (Kimyasal Tuzlar ve Mineraller).....	7
Zor Temizlik Bölgeleri.....	7
3. CIP Performansını Belirleyen Temel Değişkenler	8
Sıcaklık.....	8
Kimyasal Konsantrasyonu	8
Mekanik Etki (Akış Hızı ve Basınç)	9
Temas Süresi (Zaman).....	9
4. CIP Sistemlerinde Kimyasal Kullanımı ve Durulama Suyu	10
Kir Tipine Göre Temizlik Kimyasalı Seçimi	13
Ürün Tipine Göre Temizlik Kimyasalı Seçimi	14
Durulama Suyu ve Su Kalitesi	15
Malzeme Uyumluluğu ve Korozyon Riskleri.....	16
5. Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Uygulamaları	18
Sterilizasyon.....	18
Dezenfeksiyon.....	18
Dezenfektan Seçiminde Dikkate Alınması Gerekenler	19
Yenilikçi Dezenfeksiyon Yöntemleri.....	19
6. Temizlik Stratejileri	20
Ürün boşaltma / ön boşluk temizleme	21
1. Ön durulama	21
2. Alkali Yıkama (Kostik yıkama)	21
3. Ara durulama	22
4. Asidik Yıkama (Asit yıkama)	22
5. Son durulama	23
6. Dezenfeksiyon / Sanitasyon.....	23
CIP işlem adımları	24
CIP Sıklığı ve Proses Bazlı Temizlik Frekansları.....	25
Proses Bazlı CIP Örnekleri.....	25

7. Soğuk CIP nedir?	27
Soğuk CIP'in Avantajları.....	27
Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	28
Genel Kısıtlamalar.....	29
Soğuk CIP Karar Ağacı.....	30
Soğuk CIP Karar Ağacı Sonuç Eylemleri	31
Hızlı Örnekler	32
Soğuk CIP vs. Sıcak CIP.....	33
Sıcak CIP sistemine sahibiz. Peki, Soğuk CIP yapabilir miyiz?	34
Mevcut Durum Değerlendirmesi.....	34
Soğuk CIP'i Denemeden Önce Mevcut Sıcak CIP Reçetesinin Optimize Edilmesi.....	34
1. Aşama: Mevcut Sıcak CIP Reçetesinin Optimize Edilmesi	35
2. Aşama: Soğuk CIP Reçete Denemesi	35
Deneme Protokolü (7 Günlük)	36
Özel notlar	36
8. CIP Validasyonu ve Doğrulama	37
Başlıca Doğrulama Yöntemleri	37
Validasyon ve İzleme Stratejisi.....	37
Tat ve Alerjen Geçişİ.....	38
Hijyen Validasyonu ve Kalıntı Kontrolü	38
Kimyasal Kalıntı ve Mikrobiyolojik Riskler	39
9. Pasivizasyon.....	40
Pasivizasyonun Amacı	40
Pasivizasyon Ne Zaman Yapılmalıdır	40
Pasivizasyonun Yapılışı	41
Yanlış veya Eksik Pasivizasyonun Sonuçları.....	42
Doğrulama Yöntemleri.....	42
Pickling vs. Pasivizasyon.....	42

10. CIP Ünitesi Tasarımı	43
Hat sayısı ve Eşzamanlılık.....	44
Kimyasal solüsyon ve Tank Konfigürasyonu	44
Hat ve Ekipman kapasiteleri	44
Geri kazanım ihtiyacı	45
Sanitasyon ve Dezenfeksiyon adımı	45
Kritik ekipman özellikleri	46
CIP reçetesi ve Proses adımları.....	46
11. CIP Sistemlerinde Yapılan Hatalar ve İyileştirme Önerileri.....	47
Tasarım Hataları	48
Montaj ve Uygulama Hataları.....	51
Örnek Problem ve Çözüm Analizleri	54
12. CIP Sistemi Çalışma Prensipleri	57
CIP Adım 1.0 – Make-Up	58
CIP Adım 2.0 – Ön Durulama	58
CIP Adım 3.0 – Alkali Yıkama.....	59
CIP Adım 4.0 – Ara Durulama	61
CIP Adım 5.0 – Asit Yıkama.....	63
CIP Adım 6.0 – Son Durulama.....	65
CIP Döngüsü	67

1. CIP nedir?

Clean in Place (CIP) sistemleri, modern üretim tesislerinin görünmeyen ama vazgeçilmez kahramanıdır; gıda, içecek ve ilaç endüstrilerinde hijyen, yalnızca kalite değil, aynı zamanda güvenlik ve yasal zorunluluktur.

Bu noktada CIP sistemleri, tesis ekipmanlarının parçaları sökülmeden yerinde otomatik temizlenmesini sağlayan kritik teknolojilerdir.

CIP sistemleri sayesinde:

- Bakteri oluşumu ve biofilm gelişimi önlenir,
- Ürünler arası kontaminasyon riski ortadan kaldırılır,
- Manuel temizlik süreçleri otomatik hale getirilerek zaman ve iş gücü tasarrufu sağlanır,
- Üretim hattının duraksaması minimuma indirilir,
- Dijital CIP kayıtları sayesinde hijyen validasyonu belgelenebilir hâle gelir.

Uluslararası birçok otorite bu sistemi sadece önermez, zorunlu kılar:

- *EU 853/2004,*
- *FDA 21 CFR 117,*
- *Codex Alimentarius*

gibi düzenlemeler hijyenik tasarım ve temizlik doğrulamasını açıkça şart koşar.

CIP sistemleri, üretim hattını temiz tutmakla kalmaz — markanızı, yasal uyumunuzu ve tüketici sağlığını korur.

2. Kir Tipleri ve Temizliğin Önemi

Her üretim hattı, işlediği ürüne özgü kirlenme özellikleri taşır. CIP sistemlerinin tasarımı, reçetelendirilmesi ve validasyonu açısından en temel adım, proses hattında oluşabilecek **kir tiplerinin doğru tanımlanmasıdır**. Kir yapısı, kullanılan hammaddeye, proses koşullarına, ekipman yüzeyine ve bekleme sürelerine bağlı olarak büyük değişkenlik gösterebilir. **Kirin tipi, temizlik kimyasallarının seçimi, uygulama sıcaklığı ve süre gibi parametreleri doğrudan etkiler.**



Organik Kirler (Biyolojik ve Kimyasal Kaynaklı)

Organik kirler, **canlı veya karbon temelli maddelerden oluşur** ve çoğunlukla **alkali temizleyicilerle uzaklaştırılır**.

- **Proteinler:** Isıl işlem gören yüzeylerde denatürasyona uğrayarak güçlü şekilde yapışan katmanlar oluşturur. Yiyecek, içecek, biyoteknoloji ve ilaç sektörlerinde yaygındır.
- **Yağlar ve Lipidler:** Hayvansal/bitkisel yağlar, balmumları, kremler veya kozmetik yağlar yüzeylere film tabakası hâlinde tutunur. Emülsifiye edici alkali veya enzimatik kimyasallar gerektirir.
Özellikle süt ve krema içeren ürünlerde, soğutma sırasında yüzeylerde yağ film tabakası oluşur.
- **Karbonhidratlar, Şekerler / Pektin:** Şekerler, nişasta, glikoz, pektin gibi yapışkan yapılar CIP sistemlerinde viskoz film oluşturur.
Bu yapı hem temizliği zorlaştırır hem de ürünler arası geçişte tat, renk ve kıvam kontaminasyonuna yol açar.
- **Enzim kalıntıları:** Farmasötik ve biyoteknoloji uygulamalarında kullanılan enzimlerin kalıntıları, özellikle düşük sıcaklıkta yapışkan ve çözünmez hâle gelebilir.
- **Lateks ve polimer kalıntıları:** Özellikle kozmetik ve kimya endüstrilerinde kullanılan polimer bazlı maddeler, viskoz veya kurumuş film hâlinde kalabilir.

İnorganik Kirler (Kimyasal Tuzlar ve Mineraller)

İnorganik kirler, **çoğunlukla sıcaklık ve su sertliği kaynaklı çökeltilerden oluşur ve asidik kimyasallarla temizlenir.**

- **Kalsiyum / Magnezyum tuzları:** “Süt taşı” olarak bilinen kalsiyum fosfat gibi mineraller, yüksek sıcaklıkta çökelir ve ısı eşanjörlerinde sert tabakalar oluşturur.
- **Metal oksitler:** Paslanmaz çelik yüzeylerdeki oksitlenmeler veya proses kaynaklı özellikle asitliğe bağlı korozyon kaynaklı metal iyonları nedeniyle oluşabilir. Meyve suyu sistemlerinde renk ve tatta sapma oluşturabilir.
- **Tuz kristalleri:** Yüksek tuz içeren ürünlerde (örneğin salamura, elektrolit çözeltiler) çökeltme sonucu kristal tabakalar oluşabilir.
- **Kuru buhar yoğunlaşma kalıntıları:** Buharla sterilizasyon yapılan sistemlerde, buharın yoğunlaştığı bölgelerde mineral çökeltileri kalabilir.
- **Meyve suyu kaynaklı kristaller (örneğin sitrik tuzlar):** Özellikle sitrik asit veya malik asit içeren içeceklerde, tank cidarlarında kristalleşerek sert bir yapı oluşturur.

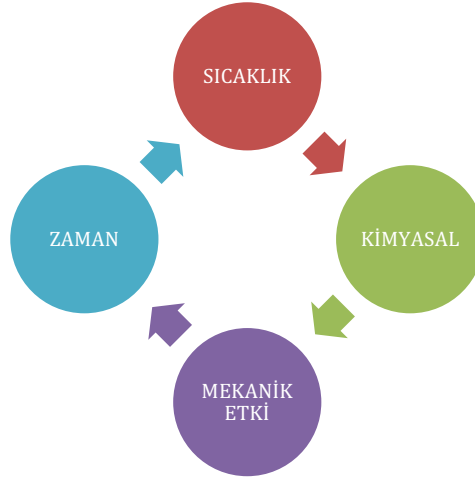
Zor Temizlik Bölgeleri

CIP sistemlerinde başarı, yalnızca doğru kimyasalla değil, akışın tüm ekipmana ulaşmasıyla mümkündür. Bu bağlamda bazı bölgeler “**zor temizlenen**” ya da “**ölü alan**” olarak tanımlanır.

- **Tanklar ve Karıştırıcılar:** Ürünün beklediği bölgeler olması nedeniyle kontaminasyon riski yüksektir. Alt bağlantılar, kör noktalar, karıştırıcı milleri ve parçaları, sensör yuvaları dikkatle temizlenmelidir.
- **Vana tarlaları:** Ürün ve CIP akışlarının kesiştiği bölgeler olduğu için, çapraz bulaşma riski yüksektir.
- **Sıcak geçiş noktaları ve döner bağlantılar:** Sıcaklık değişimlerinin yoğun olduğu bu bölgelerde kirlenme kadar conta ve bağlantı elemanlarında deformasyon da gözlemlenebilir.
- **Birleşim ve(ya) ayırım noktaları:** Proses hatlarında ürün akış yönü değiştirildiğinde veya farklı hatlar birleştirildiğinde oluşan T-bağlantılar, boru geçiş parçaları ve bypass hatları temizlik açısından riskli bölgelerdir. Buralarda ürünün “bekleme” yapabileceği kör cepler oluşabilir.
- **Düşey borularda hava cepleri ve yatay borularda dip tortu oluşumu:** CIP sırasında tam drenaj sağlanamayan düşük eğimli yatay borular veya üstte kalan dikey boru çıkışlarında temizlik solüsyonunun ulaşmadığı bölgeler oluşabilir.

Her proses sisteminin taşıdığı kir profili farklıdır ve buna bağlı olarak CIP sisteminin parametreleri de değişmelidir. Organik ve inorganik kirlerin yapısı, temizlenebilirlikleri, oluşturdukları riskler ve çözüm yolları doğru sınıflandırıldığında; etkin, güvenli ve sürdürülebilir bir temizlik süreci sağlanabilir.

3. CIP Performansını Belirleyen Temel Değişkenler



Bu dört temel parametre literatürde ‘**Sinner dairesi**’ olarak bilinir ve bir faktörde azalma olduğunda diğerleri arttırılarak telafi edilebilir

Sıcaklık

Sıcaklık, temizlik solüsyonlarının kimyasal reaksiyon hızını artırarak kirlerin çözünmesini kolaylaştırır. Genellikle CIP sistemlerinde sıcaklık 30°C’nin üzerine çıktığında, her 10°C’lik artış, temizlik etkinliğini yaklaşık **%50 oranında artırır**.

- **Yağların erimesi, şeker kristallerinin çözünmesi ve mineral tortuların gevşemesi**, yüksek sıcaklıkta daha kolay gerçekleşir.
- **Örneğin: 60°C’nin altında kalan NaOH çözeltisi, proteinleri tam çözemeyebilir.**

Ancak, aşırı sıcaklık malzeme deformasyonuna (conta şişmesi, hortum çatlaması) veya protein denatürasyonuna yol açabilir. Bu nedenle proses sıcaklığı ekipman ve ürün özelliklerine uygun seçilmelidir.

Kimyasal Konsantrasyonu

Temizlik kimyasalları genellikle su ile belirli oranlarda seyreltilerek CIP tanklarından sisteme beslenir. Doğru konsantrasyon seçimi;

- **Ürün tipi** (süt, meyve suyu, yağlı ürün vb.),
- **Kir yoğunluğu**,
- **Sıcaklık** ve
- **Sistem devridaim süresine** bağlı olarak belirlenir.

Yetersiz kimyasal dozajı **eksik temizlik**, aşırı doz ise **ekipman korozyonu** veya **kimyasal israfı** gibi riskler doğurur. Örneğin:

- %1,5 - 2,0 NaOH → organik kirler için yeterlidir.
- %0,5 - %1,0 HNO₃ → süt taşı gibi inorganik birikintiler için etkilidir.
- PAA 100-200 ppm → düşük sıcaklıkta etkili dezenfeksiyon sağlar.

Mekanik Etki (Akış Hızı ve Basınç)

CIP sıvısının oluşturduğu **mekanik etki**, sistem içinde oluşan akış modeline ve yüzeylere uygulanan kesme gerilimine bağlıdır.

Etkili bir temizlik için **türbülanslı akış** tercih edilir:

- **Reynolds sayısı > 20000** olmalı
- **Hat içi akış hızı $\geq 1,5-2,0$ m/s** olacak şekilde sistem tasarlanmalıdır.
- **Tank CIP topları için genellikle 1,5 - 2,5 bar** olacak şekilde tasarlanmalıdır.

Özellikle yatay hatlar, vana tarlaları, ayırım ve(ya) birleşim noktaları, U dönüşleri gibi kir tutucu bölgelerde yeterli hız ve türbülans sağlanmazsa “ölü bölgeler” oluşur ve temizlik eksik kalır.

Pompa seçimi, boru çapı, hat geometrisi bu mekanik etkinin belirleyicisidir.

1,5 m/s CIP akış hızında bazı boru çapları için pratik CIP debisi aşağıda paylaşılmıştır.

Boru	CIP debisi (m³/h)
DN25	2,9
DN32	4,4
DN40	6,2
DN50	10,6
DN65	18,5
DN80	27,9
DN100	42,5

Temas Süresi (Zaman)

CIP döngüsünün her bir adımında solüsyonun, kirlerle yeterince **temas süresi** olması gerekir.

Bu süre, aşağıdaki faktörlere göre değişkenlik gösterir:

- Ürün viskozitesi (şekerli / yağlı / pektinli ürünlerde daha uzun süre gerekebilir),
- Kimyasalın etki süresi (enzim katkılı solüsyonlar için daha uzun süre gerekir),
- Sistem karmaşıklığı (tank sayısı, vana sayısı, hat uzunluğu).

Temas süresi yetersizse, kimyasal reaksiyon tamamlanmadan sistem durulama aşamasına geçer ve kirler tam çözünemez.

4. CIP Sistemlerinde Kimyasal Kullanımı ve Durulama Suyu

CIP sistemlerinin etkinliği; yalnızca ekipman tasarımı ve otomasyon sistemlerine değil, kullanılan **kimyasal ajanların doğru seçimine** ve **uygun şekilde uygulanmasına** da bağlıdır. Kimyasallar, sistemdeki **kirleri fiziksel olarak çözerek, emülsifiye ederek veya oksitleyerek yüzeylerden uzaklaştırır**. Dolayısıyla kimyasal seçimi, temizlik başarısını, ekipman ömrünü ve ürün güvenliğini doğrudan etkiler.

Endüstriyel uygulamalarda kullanılan CIP kimyasalları en temel olarak; alkali, asidik, enzim katkılı, oksitleyici, ve düşük köpüklü formülasyonlar olarak sınıflandırılır. Her bir kimyasal tipi, hedeflenen kir yapısına göre belirli bir temizlik mekanizmasıyla çalışır.

Kimyasal Türü	Etki Mekanizması	Kullanım Alanı
Alkali (NaOH, KOH)	Yağları sabunlaştırır, proteinleri hidrolize eder	Yağ/protein ağırlıklı sistemler (süt, krema, yoğurt, dondurma)
Asidik (HNO₃, H₃PO₄)	Kalsiyum, magnezyum gibi inorganik tortuları çözer	Süt taşı, kireç, mineral birikimi olan alanlar
Enzim Katkılı	Spesifik polimerleri (protein, pektin, nişasta) hedefli olarak parçalar	Viskoz ürünler, yanmış proteinli alanlar
Köpüksüz/ Düşük Köpük	Köpürmeyi engeller, mekanik akışa engel olmaz	Otomatik CIP sistemleri, sensör yoğun hatlar
Oksitleyici Katkılı	Organik maddeyi oksitleyerek temizler ve aynı zamanda mikrobiyal kontrol sağlar	Biyofilm oluşumu olan hatlar, dezenfeksiyon öncesi temizlik

- **Alkali Kimyasallar (Bazik):** CIP sistemlerinde en yaygın kullanılan kimyasallardır. Sodyum hidroksit (kostik soda, NaOH) ve potasyum hidroksit gibi güçlü bazlar içerir. Özellikle yağ ve protein gibi organik kirleri çözmede etkilidir. Yağları sabunlaştırır, proteinleri hidrolize eder. Genellikle düşük köpüklü yüzey aktif maddelerle formüle edilir ve %1–2 oranında, 70–80 °C sıcaklıkta uygulanır.
- **Asidik Kimyasallar:** İnorganik (nitrik, fosforik, sülfamik asit) veya organik (sitrik, laktik, glukonik asit) asitler içerir. Kireç taşı, süt taşı veya tartar gibi mineral birikintilerin giderilmesinde kullanılır. Genellikle alkali temizlikten sonra uygulanarak temizlik döngüsünü tamamlar. Tipik konsantrasyonu %0,5–1 olup 50–65 °C aralığında kullanılır. 60 °C üzeri sıcaklıklarda bazı asitlerin gaz çıkışı ve korozyon riski artabilir (örneğin nitrik asit >60 °C’de NO₂ gazı oluşturabilir).
- **Enzim Katkılı Kimyasallar:** Zor çözünen organik kirler (denatüre protein, nişasta, pektin gibi) için özel formüle edilir. Proteaz, amilaz veya pektinaz gibi enzimler içerir. Süt tesislerinde yanmış proteinleri, meyve suyu hatlarında ise pektin kalıntılarını gidermek için tercih edilir. Genellikle 50–60 °C sıcaklıkta ve nötr/alkali pH’ta etkilidir. Enzimler yüksek sıcaklıklarda inaktive olabileceğinden bu kimyasallar daha nazik ve hedefli temizlik adımlarında kullanılır.
- **Köpüksüz/Düşük Köpüklü Kimyasallar:** CIP sistemlerine özel olarak düşük köpürme özelliğiyle tasarlanırlar. Yüksek türbülanslı devrelerde köpük, pompa performansını düşürebilir ve yüzeylerin yeterince ıslanmasını engelleyebilir. Bu nedenle non-iyonik yüzey aktifler ve köpük önleyici katkıları (antifoam) ile formüle edilirler. Hem alkali hem de asidik kimyasallar, düşük köpüklü versiyonlarıyla CIP sistemlerinde güvenle kullanılır.
- **Oksitleyici Katkılı Kimyasallar:** Klorlu alkali çözeltiler (NaOCl) veya hidrojen peroksit gibi oksidanlar içerir. Protein kalıntılarını oksitleyerek temizler ve aynı zamanda dezenfekte eder. Ancak, klor bazlı kimyasallar paslanmaz çelik yüzeylerde çukurlaşma (pitting) ve gerilim çatlağı gibi korozyon riskleri taşır. Bu nedenle dikkatli dozajlanmalı, düşük sıcaklıkta uygulanmalı ve ardından yüzeyler iyice durulanmalıdır.

CIP kimyasalları; saf kimyasallar (sadece alkali veya asit), formüle ürünler (yüzey aktif, sekestrant, oksidan katkı) veya yerinde karıştırılan çözeltiler şeklinde sınıflandırılabilir. Ticari formülasyonlar genellikle tek bir ana etken madde (baz veya asit) etrafında, temizlik etkinliğini artıran katkılarla zenginleştirilir.

Katkı Türü	İşlevi
Yüzey Aktif Maddeler	Yüzey gerilimini azaltarak temizlik çözeltisinin yüzeye yayılmasını sağlar; özellikle yağlı kirlerde temizlik etkinliğini artırır.
Şelatlayıcılar (EDTA*, NTA)	Su sertliğini düşürür, kalsiyum/magnezyum iyonlarını bağlar; inorganik tortu ve çökeltme riskini azaltır.
Kompleks Oluşturucular	Belirli metal iyonlarını seçici olarak bağlayarak çökelmeleri engeller.
Oksitleyici Ajanlar	Organik maddeyi parçalayarak temizlik etkisini destekler (NaOCl, H ₂ O ₂)

Not: EDTA biyolojik olarak zor parçalanır; bu nedenle çevre dostu yeni şelatlayıcılar (örn. glukonat veya sitrik asit) tercih edilmektedir.

Kir Tipine Göre Temizlik Kimyasalı Seçimi

Farklı kir tipleri, farklı kimyasal mekanizmalarla etkili şekilde temizlenebilir.

Kir Tipi	Kimyasal	Temizleme Mekanizması
Yağ Yağlı Kirler	Sıcak Alkali + Yüzey Aktifler	Alkali, yağları sabunlaştırarak (saponifikasyon) sabun ve gliserine dönüştürür. Sıcaklık, yağı eritip akışkan hale getirir; yüzey aktifler oluşan sabunu ve yağı emülsifiye ederek uzaklaştırır.
Protein	Güçlü Alkali + Oksidan Katkı (opsiyonel)	Alkali, proteinleri hidrolize edip çözünür hale getirir. Isı ile pişmiş/denatüre proteinler çok dirençliyse, klor bazlı alkali kimyasallar proteini oksitleyerek çıkarır. Uzun süreli protein birikimleri için enzimatik proteaz katkıları da kullanılabilir.
Şeker Nişasta Glikoz	Durulama + Ilık Alkali (gerekirse)	Basit şekerler (sakaroz, fruktoz) suyla kolayca çözünür. Bu nedenle CIP öncesi sıcak su durulama ile büyük oranda giderilirler. Nişasta veya karmelize olmuş şeker kalıntıları varsa alkali çözelti (ör. %1 NaOH) ılıkken bile bunları hidrolize edip temizler; ayrıca enzimatik amilaz çözeltileri de nişastayı parçalamak için kullanılabilir.
Pektin Lifli Kalıntılar Kolloidler	Sıcak Alkali + Enzim (Pektinaz) ops.	Meyve suyu/püre kaynaklı pektin, selüloz gibi kolloidler sıcak alkaliyle hidrolize olarak gevşer. Yüksek pektinli birikimlerde, alkaliye ek olarak pektinaz enzimli özel CIP kimyasalları pektin zincirlerini parçalayıp temizliği hızlandırabilir. Alkali aynı zamanda bu organik asit yapıdaki kirleri nötralize ederek çözer.
Mineral Kireç	Asit Kimyasallar	Süt taşı (kalsiyum fosfat), bira taşı (kalsiyum oksalat) veya su sertliğine bağlı kireç taşı gibi inorganik birikintiler asitte çözünür. Örneğin, nitrik asit kalsiyum ve magnezyum tuzlarını eriterek yüzeylerden söker. Organik asitli kimyasallar (örn. sitrik) da kompleks oluşturup mineralleri çözebilir. Alkali ortamda bu mineral tuzlar çözünmeyip tam tersine sert tortular oluşturabileceğinden, belirli aralıklarla asit CIP adımı şarttır.
Biyofilm Mikrobiyal Film	Oksitleyici Temizlik (hipoklorit, perasetik asit vb.)	Mikroorganizmaların oluşturduğu biyofilmler oldukça dayanıklı olup, alkali/aside ek olarak kuvvetli oksidanlar gerektirebilir. Klorlu alkali kimyasallar veya ayrı bir dezenfektan adım (ör. perasetik asit sirkülasyonu) biyofilm hücre duvarı yıkımı ve oksitleyerek uzaklaştırır. Ardından bol suyla durulama yapılır.

Ürün Tipine Göre Temizlik Kimyasalı Seçimi

Süt ve meyve suyu endüstrisinde sıklıkla karşılaşılan bazı ürünler için kimyasal seçim örnekleri aşağıda paylaşılmıştır.

Ürün Örnekleri	CIP Stratejisi	Kimyasalın Kir Üzerindeki Etkisi
Süt Krema Dondurma karışımı	Sıcak (%1–2) NaOH (~75 °C, 20–30 dk) + %0,5–1 asit yıkama (nitrat/fosfat)	Alkali kimyasallar yağları sabunlaştırır, proteinleri hidrolize eder. Asidik adım mineral birikimlerini çözer.
Peynir altı suyu Yoğurt Protein içecekleri	Sıcak (>%1) NaOH + güçlü yüzey aktif + gerekirse klorlu alkali veya enzim katkı	Alkali NaOH proteini parçalar; klor katkısı proteini okside ederek çözülmesini hızlandırır.
Meyve nektarı Şurup Konsantre meyve suyu	Sıcak su durulama + %0,5–1 alkali yıkama + opsiyonel asit + PAA ile dezenfeksiyon	Sıcak su şekerleri çözer; alkali karamelize olmuş şekeri ve posaları çözer.
Pulplu meyve suyu Domates salçası	Sıcak (>%1) NaOH + opsiyonel pektinaz enzimi + periyodik asit yıkama	Alkali pektin zincirlerini parçalar; enzim katkısı kolloid yapıların çözünmesini hızlandırır.
Bal Pekmez Yoğun meyve konsantreleri	Ürün geri kazanımı + sıcak su durulama + iki aşamalı alkali + enzim (gerekirse) + asit durulama	Alkali, yapışkan nişasta ve şekerleri çözerek akışkan hale getirir; enzim eklenirse nişasta zincirleri parçalanır.

Not: Alerjen içeren ürünlerden alerjensiz ürünlere geçişlerde mutlaka tam CIP uygulanmalı ve CIP sonrası alerjen varlığı kontrol edilmelidir.

Durulama Suyu ve Su Kalitesi

Durulama suyu, CIP döngülerinde hem kimyasal kalıntıların uzaklaştırılması hem de ürün güvenliğinin sağlanması açısından kritik rol oynar. Yanlış seçilmiş veya yetersiz arıtılmış su, temizlik etkinliğini düşürmekle kalmaz; aynı zamanda mikrobiyal risklerin, ekipman korozyonunun ve ürün kontaminasyonunun başlıca kaynaklarından biri olabilir. Bu nedenle CIP sistemlerinde kullanılan suyun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri detaylı şekilde kontrol edilmelidir.

Su sertliği, sudaki çözünmüş kalsiyum (Ca^{2+}) ve magnezyum (Mg^{2+}) iyonlarının toplam konsantrasyonunu ifade eder. Genellikle **$CaCO_3$ eşdeğeri mg/L (ppm)** veya **$^{\circ}dH$ (Alman sertlik derecesi)** birimleriyle ölçülür.
(1 $^{\circ}dH \approx 17,8$ mg/L $CaCO_3$)

Sertlik Sınıflandırması

Sınıf	$CaCO_3$ Eşdeğeri (mg/L)	Sertlik ($^{\circ}dH$)
Çok yumuşak	< 50	< 2,8
Yumuşak	50–100	2,8–5,6
Orta sert	100–200	5,6–11,2
Sert	200–300	11,2–16,8
Çok sert	> 300	> 16,8

Durulama suyunun mineral içeriği ekipman ömrünü doğrudan etkiler; suyun kimyasal içeriğinin malzeme uyumluluğu ve korozyon riskleri bir sonraki başlıkta açıklanmıştır.

Durulama suyunun mikrobiyal yükü **0 CFU/100 mL** seviyesine mümkün olduğunca yakın olmalıdır. Bunun için:

- **Reverse Osmosis (RO):** Minerallerle birlikte mikroorganizmaları da büyük oranda uzaklaştırır.
- **UV dezenfeksiyonu:** ≥ 40 mJ/cm² doz ile bakteri, maya ve küfleri etkisiz hale getirir.
- **Ozonlama:** Son durulama suyunda kalıntı bırakmadan mikrobiyal güvenlik sağlar.

CIP sistemlerinde kullanılan suyun kalitesi düzenli analizlerle doğrulanmalıdır:

- **Günlük:** Sertlik ve iletkenlik ölçümü
- **Haftalık / risk bazlı:** Mikrobiyolojik analiz
- **Periyodik:** Klorür, sülfat, demir, mangan analizleri

Ayrıca **son durulama validasyonu**, çevrim sonu su numunelerinden ATP testleri veya hızlı mikrobiyolojik yöntemlerle yapılabilir. Böylece hem temizlik sonrası hijyen güvenliği sağlanır hem de kayıt altına alınır.

CIP Sistemlerinde kullanılacak su için önerilen limitler aşağıda paylaşılmıştır.

Parametre	Limit Değeri	Açıklama
Toplam Sertlik	≤ 2 °dH (≈ 35 ppm CaCO_3)	Yumuşatma veya RO sonrası
Klorür (Cl^-)	< 50 ppm (tercihen < 5 ppm)	Çukur korozyon riski
Sülfat (SO_4^{2-})	< 150 ppm	Çatlak korozyonu önlenir
Demir (Fe)	$< 0,1$ ppm	Renklenme, mikrobiyal büyüme
Manganez (Mn)	$< 0,05$ ppm	Siyah tortu önlenir
Bakır (Cu)	$< 0,05$ ppm	Paslanmaz çelik korozyonu
Çinko (Zn)	$< 0,1$ ppm	Metalik tat ve korozyon
pH	6,5–8,5	Korozyon önlenir
İletkenlik	< 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (RO çıkışı)	Kimyasal kalıntı takibi
Mikrobiyoloji	< 100 CFU/mL; koliform negatif	Hijyen validasyonu

Malzeme Uyumluluğu ve Korozyon Riskleri

CIP sistemlerinde kullanılan kimyasallar güçlü alkali ve asit karakterli olduğu için, tesis ekipmanlarının bu maddelere karşı dayanıklı malzemelerden üretilmiş olması gerekir. Bununla beraber, durulama suyunun mineral içeriği ömrünü doğrudan etkiler.

Paslanmaz Çelik Uygunluğu:

Gıda tesislerinde en yaygın kullanılan malzeme 304 ve 316 kalite paslanmaz çeliktir. Bu çelikler, alkali ve asidik CIP kimyasallarına genel olarak dayanıklıdır. Özellikle **nitrik asit** ile yapılan temizlik, paslanmaz yüzeyin pasifleştirilmesini sağlayarak koruyucu oksit tabakasını yeniler. Ancak **klor iyonları**, paslanmaz çelik için en önemli risklerden biridir. Serbest klor (Cl_2) ve klorür iyonları (Cl^-), çukur korozyonu ve gerilim çatlağı gibi hasarlara neden olabilir. Bu nedenle:

- **Klorür iyonları (Cl^-)** >50 ppm olduğunda 304 kalite paslanmaz çelikte çukur korozyon başlar. 316 kalite daha dayanıklı olmakla birlikte 150–200 ppm seviyelerinde zarar görebilir.
- **Serbest Cl_2** seviyesi ise 0,2 mg/L'yi geçmemelidir.

Ayrıca klor bazlı kimyasallar (ör. sodyum hipoklorit), özellikle 25 °C üzerindeki sıcaklıklarda kullanıldığında korozyon riskini artırır. Alkali ile karıştığında klor gazı çıkışı riski doğabileceği için pH kontrolü kritik önemdedir ($\text{pH} < 4,5$).

Conta ve Elastomer Malzemeler:

CIP sırasında en çok etkilenen parçalar elastomer contalardır. Farklı conta malzemelerinin dayanımı şu şekildedir:

- **EPDM (Etilen Propilen Dien):** Hem alkali hem asitlere karşı iyi dirençlidir; buhar ve sıcak suya (~135 °C) dayanabilir. CIP sistemlerinde yaygın olarak tercih edilir.
- **NBR (Nitril):** Yağlara dayanıklı olsa da sıcak alkali ve asitlere karşı zayıftır; sertleşme ve şişme görülebilir. CIP için önerilmez.
- **FKM (Viton):** Kimyasal dayanımı yüksektir, ancak uzun süreli alkali/asit döngüsünde elastikiyet kaybı yaşanabilir.
- **Silikon:** Yüksek sıcaklığa dayanıklı olmasına rağmen alkali ile teması önerilmez (şişme ve mekanik zayıflama).
- **PTFE (Teflon):** Asit, baz ve sıcaklığa karşı üstün dayanım sağlar; FDA uyumludur. Ancak rijit yapısı nedeniyle genellikle statik contalarda ya da EPDM destekli kombinasyonlarda kullanılır.

Korozyonun Önlenmesi:

CIP sonrası, kimyasal kalıntıların ekipman yüzeyinde beklemesi durumunda lokal korozyon riski artar. Özellikle durgun noktalarda alkali çözeltiler veya asitler kalırsa, malzeme hasarı görülebilir. Bu nedenle her yıkama adımı sonrasında **yeterli ve etkili su durulaması** yapılmalıdır.

- **Sülfat (SO_4^{2-}):** ≥ 250 ppm'de çatlak korozyon riskini artırır.
- **Bakır (Cu), Çinko (Zn):** 0,05–0,1 ppm üzerinde paslanmaz çelikte korozyon ve metalik tat sorunları yaratır.
- **pH:** 6,5–8,5 aralığında olmalıdır. Aşırı asidik veya bazik değerler korozyonu hızlandırır.

5. Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Uygulamaları

CIP sistemleri yalnızca görünür kirlerin giderilmesiyle sınırlı kalmaz; mikrobiyolojik güvenliğin sağlanmasında da kritik rol oynar. Bu nedenle, temizlik sonrası uygulanan sterilizasyon veya dezenfeksiyon işlemleri, gıda üretiminde hijyenin nihai garantisidir.

Sterilizasyon

Sterilizasyon, tüm canlı mikroorganizmaların, sporların, virüslerin ve viroidlerin tamamen yok edilmesidir. Gıda endüstrisinde özellikle aseptik dolum hatlarında kullanılır. Genellikle **fiziksel (ısı bazlı)** veya **kimyasal** yöntemlerle gerçekleştirilir.

- **Uygulama Örneği:** Süt veya meyve suyu işleyen sistemlerde, 125 °C’de 30 dakika boyunca sirkülasyonlu buhar sterilizasyonu yaygındır.
- **Kullanım Alanı:** Aseptik üretim öncesi hat hazırlığı.
- **Avantaj:** Sporlar dahil tüm mikroorganizmalara karşı etkilidir.
- **Dezavantaj:** Yüksek enerji tüketimi ve ekipman üzerinde ısı yük oluşumu.

Dezenfeksiyon

Dezenfeksiyon, mikroorganizmaların insan sağlığına tehdit oluşturmayacak seviyelere indirilmesidir. **Sterilizasyon kadar kapsamlı değildir**, ancak çoğu üretim hattı için yeterlidir. Dezenfeksiyon hem kimyasal hem de fiziksel yöntemlerle yapılabilir.

Isıl dezenfeksiyon:

- 90–95 °C sıcak su ile 15–20 dakika
- Düşük basınçlı (<1 bar) buhar uygulaması

Kimyasal dezenfeksiyon:

- Oda sıcaklığında perasetik asit (PAA), sodyum hipoklorit, kuaterner amonyum bileşikler gibi dezenfektanlar
- Etkili durulama gerektirir

Özellik	Isıl Dezenfeksiyon	Kimyasal Dezenfeksiyon
Bakteri yok edici etki	Yüksek	Yüksek
Spor öldürücü	Düşük	Orta (şartlara bağlı)
Küf/maya giderici	Yüksek	Değişken
Kimyasal kalıntı riski	Yok	Var
Durulama gerekliliği	Hayır	Evet
Ekipman soğutma ihtiyacı	Var	Yok
Nüfuz etme kapasitesi	Yüksek	Düşük
Korozif etki	Yok	Değişken (ürüne bağlı)

Dezenfektan Seçiminde Dikkate Alınması Gerekenler

- Vegetatif bakterilere, küf/mayalara ve sporlara karşı etkinlik
- Gıda ile temasa uygunluk (tat/koku bırakmama, toksik olmama)
- Korozif etki ve ekipman uyumluluğu
- Organik madde varlığında performans
- Stabilite ve raf ömrü
- Atık suya ve çevreye olan etkisi
- Tesisin su kalitesi ile uyumluluk

Yenilikçi Dezenfeksiyon Yöntemleri

Enerji tasarrufu sağlamak, kimyasal kullanımını azaltmak ve çevresel etkiyi minimize etmek amacıyla geleneksel dezenfektanlara alternatif teknolojiler geliştirilmiştir. Bunlardan özellikle öne çıkan iki yöntem, **elektrolize su** ve **ozonlu su** uygulamalarıdır.

Elektrolize Su (Electrolyzed Water)

Sodyum klorür (NaCl) çözeltisinin elektroliziyle elde edilir. Elde edilen çözeltide, dezenfektan olarak görev yapan hipokloröz asit (HOCl) ve hipoklorit iyonları (ClO^-) bulunur. Geniş spektrumlu antimikrobiyal etkiye sahiptir; ancak sporlara karşı etkisi sınırlıdır. pH değeri 4.5'in altına düştüğünde klor gazı çıkışı riski oluşabileceğinden, kullanım sırasında pH ve serbest klor seviyesi dikkatle izlenmelidir. Ayrıca 25°C üzeri sıcaklıklarda paslanmaz çelik ekipmanlarda korozyon riski artar. Elektrolize su, özellikle iyi bir ön temizlik sonrası uygulanmalıdır; çünkü organik madde varlığı etkinliği belirgin şekilde azaltır.

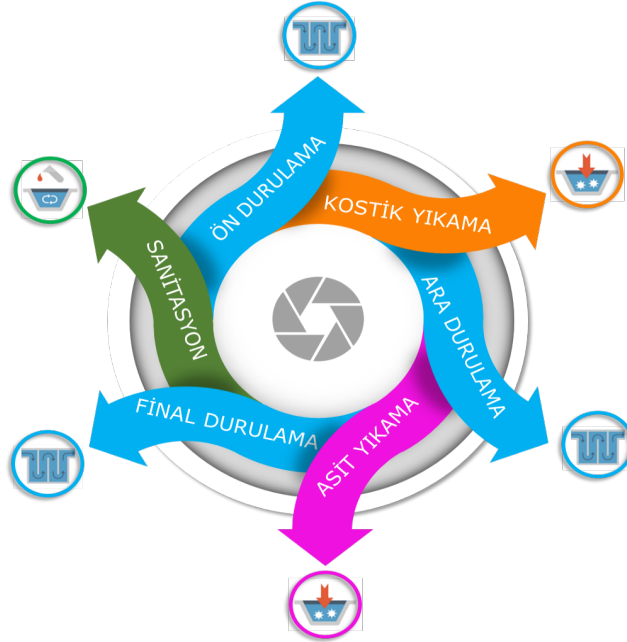
Ozonlu Su (Ozonated Water)

Yüksek oksidasyon potansiyeline sahip ozon (O_3), suya çözündürülerek güçlü bir dezenfektan oluşturur. Sporlar dâhil çok çeşitli mikroorganizmalar üzerinde etkilidir. Ancak ozonun suda çözünmüş formu kararsızdır ve yaklaşık 20 dakikalık kısa bir yarı ömrü vardır. Bu nedenle her uygulama öncesi taze olarak hazırlanmalı ve hemen kullanılmalıdır. Ozonun stabilitesi sıcaklıkla azalır; uygulama sıcaklığı genellikle 25°C 'nin altında tutulmalıdır. Ozonlu su, CIP sistemlerinde henüz ticari olarak yaygın kullanılsa da özellikle atık su arıtımı ve yardımcı temizlik sistemlerinde tercih edilmektedir.

Bu yenilikçi yöntemler, geleneksel kimyasallara göre **daha düşük kalıntı riski ve çevresel yük avantajı** sunsa da CIP uygulamalarında sınırlı kullanım alanına sahiptir ve sistem dizaynı ile proses parametreleri dikkatle kontrol edilmelidir.

6. Temizlik Stratejileri

CIP Döngü Adımları: CIP sistemleri, belirli bir sırayla yürütülen çok aşamalı temizleme *sekansları* halinde çalışır; temizlik kimyasının tipine, ürün kirine ve ekipman tipine göre özelleştirilebilir. Genel olarak bir CIP reçetesi şu adımlardan oluşur.



ÖN DURULAMA

Soğuk veya ılık su kullanılır (~5-10 dakika)
Basitçe çözünebilen şeker, tuz, su bazlı kalıntılar uzaklaştırılır
Ürün artıkları uzaklaştırılır
Yağ kalıntılarının yumuşatılır
Drenaja gönderilir

KOSTİK YIKAMA

Kostik soda, NaOH kullanılır (~10-30 dakika)
%0,5 - %2 konsantrasyonda 60°C - 90°C sıcaklıkta yapılır
Organik kirler (protein, yağ, karbonhidrat) uzaklaştırılır
Basitçe çözünebilen şeker, tuz, su bazlı kalıntılar uzaklaştırılır
Kapalı çevrim yapılır

ARA DURULAMA

Soğuk veya ılık su kullanılır (~2-5 dakika)
Kalan alkali uzaklaştırılır
Kalan çözünmüş kirler uzaklaştırılır
Çoğunlukla drenaja gönderilir
Geri kazanım varsa bir sonraki CIP için depolanabilir

ASİT YIKAMA

HNO₃ kullanılır (~10-20 dakika)
%0,5 konsantrasyonda 50°C - 70°C sıcaklıkta yapılır
İnorganik kirler (kireç, taş, mineral tuzlar) uzaklaştırılır
Mineral film çözülür, kalsiyum tuzları uzaklaştırılır;
Kapalı çevrim yapılır

FİNAL DURULAMA

Soğuk veya ılık su kullanılır (~5-10 dakika)
Kimyasal kalıntıları uzaklaştırılır
Çoğunlukla drenaja gönderilir
Geri kazanım varsa bir sonraki CIP için depolanabilir

SANİTASYON

Sıcak su (~80-90°C) veya PAA gibi kimyasallar kullanılır
Yaklaşık ~10-20 dakika yapılır
Hat içerisinde bırakma yapılabilir veya sirkülasyon yapılabilir
İşlem sonu çoğunlukla dreneja gönderilir
Geri kazanım varsa bir sonraki CIP için depolanabilir.

Ürün boşaltma / ön boşluk temizleme

Üretim tamamlandığında hat içinde kalan ürün varsa, CIP başlamadan önce hatlardan itilir. Bu adım, mümkünse ürün geri kazanımını da içerir; örneğin su, hava ve pigging sistemleri ile ürün hat sonuna doğru sürülerek tankta toplanabilir. Amaç, hat içinde kalan çoğu ürünü çıkarıp atık yükünü azaltmaktır.

1. Ön durulama

İlk durulama suyu, kolay çözünen ve büyük kirliliği gidermek içindir. Genellikle düşük sıcaklıkta su (soğuk veya ılık) ürün hattına basılır ve sirküle edilir. Bu adım, boru ve ekipman iç yüzeylerindeki basitçe çözünebilen şeker, tuz, su bazlı kalıntıların ve ürün artıklarının büyük kısmını akıtıp drenaja gönderir.

Bir önceki CIP'den depolanan geri kazanım suyu varsa burada kullanılır ve kirli olarak tahliye edilir. Süre tipik olarak ~3-5 dakikadır.

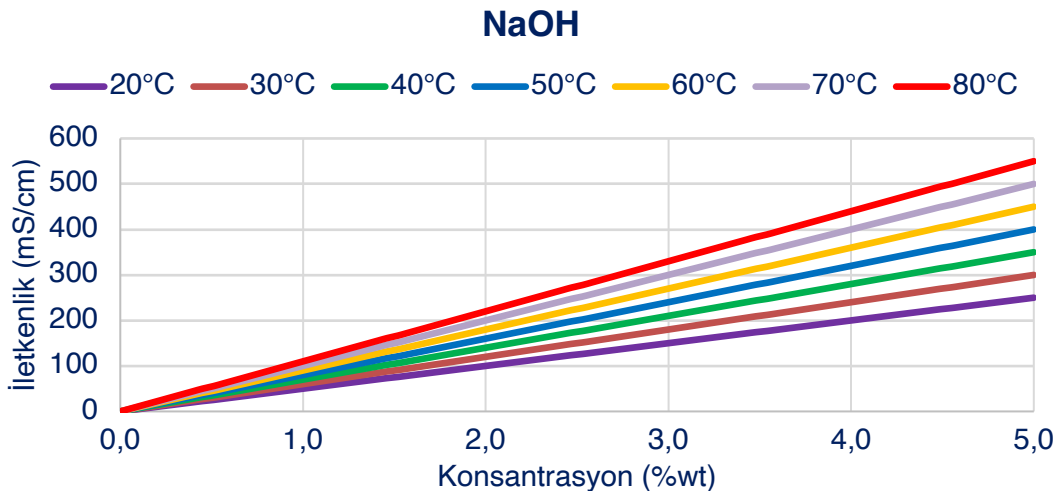
2. Alkali Yıkama (Kostik yıkama)

Asıl temizleme adımı budur. Sodyum hidroksit (kostik soda, NaOH) gibi güçlü **alkali** bir kimyasal, su ile genellikle %0,5–2 konsantrasyonda hazırlanır ve hatlara sıcak olarak (55–80°C arası) ~10–30 dakika sirküle edilir.

Alkali çözelti, **organik kirleri** (yağ, protein, karbonhidrat) çözmede etkilidir: Yağları sabunlaştırarak yumuşatır, proteinleri ve şekeri kimyasal olarak parçalar.

Alkali kimyasal genellikle **düşük köpüklü** formüle sahiptir, bu sayede pompalarda kavitasyona yol açmadan yüksek debi sağlanabilir. Ağır kirli hatlarda (örneğin yanmış süt proteini tabakası varsa) daha yüksek konsantrasyon (%2–4 NaOH) kullanılabilir.

Bazı durumlarda ilk alkali yıkama çok kirlirse geri kazanılmayıp direk drenaja gönderilir, ardından taze alkali ile ikinci bir yıkama yapılır ve bu ikinci yıkama geri kazanılır (iki kademeli alkali temizliği). Alkali yıkama sonrasında alkali çözelti CIP tankına geri döndürülerek tekrar kullanılmak üzere depolanabilir.



3. Ara durulama

Alkali yıkama ardından sistemde kalan alkali kimyayı ve çözünmüş kirleri uzaklaştırmak için su ile durulama yapılır. Bu durulama genellikle sıcak suyla kısa süre (~5 dakika) sirkülasyon şeklindedir. Dönüş hattındaki iletkenlik sensörü, alkali çözeltinin tamamen temizlenip suyun geldiğini tespit ettiğinde durulama yeterli sayılır.

Ara durulama suyu çoğunlukla atılır; ancak sonraki bir aşamada asit yıkama yapılacaksa, kimi sistemler bu suyu geri kazanım tankına alabilir (hafif alkali içerir, sonraki sefere ön durulamada değerlendirilebilir).

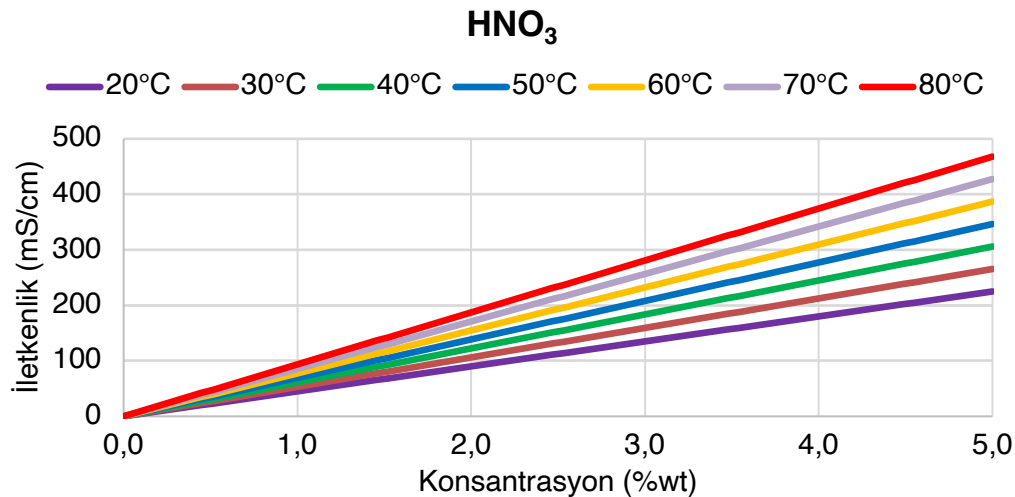
4. Asidik Yıkama (Asit yıkama)

Bu adım, *inorganik* kalıntıların (kireç, taş, mineral tuzlar) temizliği için gereklidir ve her CIP döngüsünde olmayabilir. Süt ve meyve suyu tesislerinde mineral tortular genellikle su sertliğinden veya süt taşından kaynaklanır.

Nitrik asit (HNO_3) en yaygın CIP asididir; tipik konsantrasyonu ~%0,5 olup, alkali kadar yüksek sıcaklık gerektirmeden (~50–60°C) etki gösterebilir. Fosforik asit de kullanılabilir de süt taşı çözmede nitrik asit daha etkilidir. Asit yıkama, alkali sonrasında sistemde kalan mineral filmleri çözer, paslanmaz yüzeyde biriken kalsiyum tuzlarını (*örn.* süt taşı) gidererek yüzeyi parlak hale getirir.

Dikkat edilmesi gereken, **asidin alkali yıkamadan sonra uygulanması gerektiğidir** – özellikle süt gibi proteinli kirlerde asidi önden vermek proteinleri pıhtılaştırıp temizliği zorlaştırabilir. Bu nedenle temizlik kimyası planlanırken önce alkali sonra asit sıralaması benimsenir.

Asit sirkülasyon süresi de genelde 10–15 dakika kadardır. Günlük CIP’lerde sadece alkali kullanılıp, **haftada bir** asit yıkama eklenerek biriken mineral taşlarının temizlenmesi sağlanır. Ancak kullanılan suyun sertlik derecesi yüksekse (kireçli su) veya ürün formülünde kalsiyum eklenmişse yine periyodik asit CIP gerekecektir. Asit yıkama solüsyonu da uygun ise geri kazanılarak bir sonraki sefer kullanılmak üzere asit tankına döndürülür.



5. Son durulama

Tüm kimyasal yıkama adımlarından sonra sistem bol su ile son kez durulanır. Amaç, hatlarda herhangi bir alkali veya asit kalıntısı bırakmamaktır.

Bu durulama genelde şebeke veya yumuşatılmış su ile yapılır ve suyun tamamı drenaja gönderilir. Süresi tipik olarak 5–10 dakikadır veya suyun çıkışında iletkenlik sensörü artık kimyasal kalmadığını onaylayana dek sürer.

Son durulama suyu nispeten temiz olduğundan bu suyu toplayıp geri kazanım tankına almak ve bir sonraki CIP'in ilk durulamasında kullanmak yaygın bir uygulamadır.

6. Dezenfeksiyon / Sanitasyon

CIP'nin son adımı olarak çoğu gıda hattında **mikrobiyal dezenfeksiyon** yapılır; zira önceki yıkamalarda organik ve inorganik kirler temizlense de mikroorganizmaların ölmesi garanti değildir. Sanitasyon iki yolla yapılabilir: **Termal sanitasyon (sıcak su/ buhar)** veya **kimyasal sanitasyon (dezenfektan)**. Termal yöntemde, sisteme ~80–90°C sıcak su verilip tüm ekipman bu sıcaklıkta belirli süre (ör. 10–15 dakika) tutulur. Bu, yüksek sıcaklığa dayanıklı hatlar için etkili bir mikrop öldürme yöntemidir. Kimyasal yöntemde ise **gıda dostu dezenfektan kimyasallar** kullanılır: Yaygın olarak tarihsel süreçte sodyum hipoklorit (klor bazlı) çözeltiler kullanılmıştır. Hipoklorit çözeltisi ucuz ve güçlü bir dezenfektandır, bakteri üremeye yatkın ürün kalıntılarında bile tüm mikropları öldürebilir. Ancak klor bazlı dezenfektanlar paslanmaz çelik üzerinde korozyon, pitting (çukurlaşma) ve paslanmaya yol açabileceği için dikkatli kullanılmalıdır.

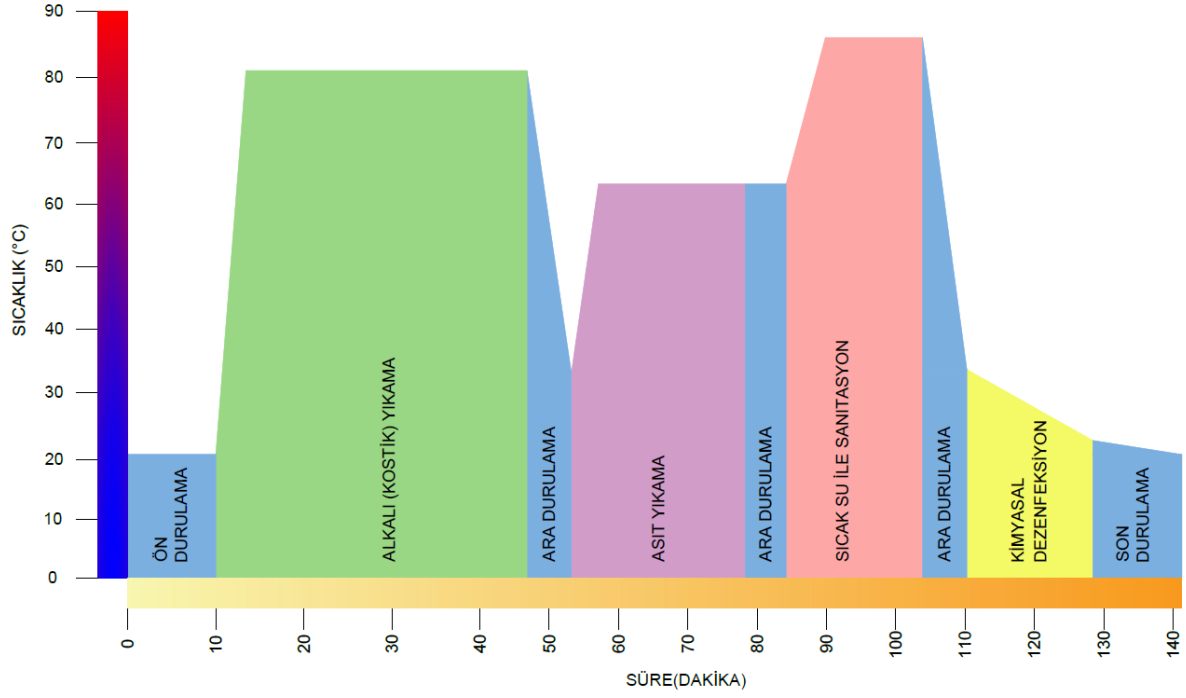
Ayrıca klor, atık suya karıştığında çevre için de zararlıdır. Günümüzde birçok işletme klor yerine **perasetik asit (PAA)** gibi daha modern dezenfektanlara geçmiştir. PAA, asetik asit ve hidrojen peroksit bazlı çok güçlü bir dezenfektandır; düşük sıcaklıklarda bile etkilidir, durulama sonrası geride klor kalıntısı bırakmaz ve paslanmaz çeliğe daha az zarar verir. Ayrıca maya, küf, bakteri sporları dahil tüm mikroorganizmaları etkisiz hale getirmede başarılıdır.

Dezenfeksiyon adımının ardından, eğer klorlu bir kimyasal kullanılmışsa sistem mutlaka temiz suyla tekrar durulanıp tüm klor uzaklaştırılır (aksi takdirde hem korozyon hem ürün kirliliği riski vardır).

Eğer PAA gibi durulama gerektirmeyen bir kimyasal kullanılmışsa, bazı üreticiler solüsyonu hat içinde bırakıp üretimden hemen önce boşaltmayı tercih edebilir (örneğin gece CIP sonrası hat PAA'lı suyla dolu bırakılıp, üretim başlamadan önce drenaj yapılır). Sanitasyon aşaması özellikle UHT ve aseptik hatlarda, CIP sonrasında ekipmanın yeniden sterile edilmesinin bir parçası olarak da düşünülebilir.

CIP işlem adımları

Temel bir CIP işlemi için zaman bağlı işlem adımları ve CIP solüsyon sıcaklığı aşağıda verilmiştir.



CIP Sıklığı ve Proses Bazlı Temizlik Frekansları

Temizlik adımlarının teknik içeriği kadar, **CIP'in hangi sıklıkla ve hangi durumlarda uygulanacağı** da en az temizlik kalitesi kadar önemlidir. CIP döngüsünün planlanması, prosesin tipi, ürünün mikrobiyal risk profili, ekipmanın kirlilik oluşturma eğilimi ve yasal kalite standartları gibi birçok faktöre bağlıdır.

Genel Yaklaşım

- **Gıda ve içecek sektöründe**, üretim sonlarında günlük CIP uygulanması yaygın ve genellikle zorunludur. Bazı sistemler, vardiya bazlı veya ürün değişimi sonrası da temizlik gerektirebilir.
- **Farmasötik ve kozmetik sektörlerinde**, daha yüksek hijyen gereklilikleri nedeniyle her üretim serisi sonrası tam CIP zorunludur. Validasyon süreçleriyle desteklenir.
- **Kimya ve boya endüstrisi gibi sektörlerde**, CIP ihtiyacı ürünün reaktivitesine ve hat geçişlerine bağlıdır. Yüksek viskoziteli veya yapışkan ürünler daha sık temizlik gerektirir.

Proses Bazlı CIP Örnekleri

CIP sıklığı, ürünün bileşimi, mikrobiyal risk düzeyi ve ekipman yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Aşağıda farklı sektör ve uygulamalara göre tipik CIP uygulamaları özetlenmiştir:

Süt İşleme Hatları

Süt, yüksek protein ve yağ içeriği nedeniyle CIP gereksinimi en sık olan ürün grubudur. Özellikle pastörizatör ve dolum hatları her üretim günü sonunda tam CIP alır. UHT sistemlerde 24–36 saatlik çalışma sonrasında tam CIP zorunludur. Aromalı süt gibi ilaveli ürünler tortu bırakma eğiliminde olduğu için ara CIP döngüsü (ör. 8 saatte bir) gerekebilir. CIP reçetesi genellikle: %1,5–2,0 NaOH, ardından %0,5 HNO₃ ve PAA ile dezenfeksiyon şeklindedir.

Meyve Suyu ve İçecek Hatları

Meyve suyu gibi asidik ve şekerli ürünlerde maya/küf riski yüksektir. Genellikle günlük CIP uygulanır. Aynı tip ve formülasyona sahip ürünler arasında geçişlerde (*örneğin aynı elma suyu formülünden başka bir elma suyu partisinin doldurulmasına geçişte*), mikrobiyal risk ve çapraz tat geçişi açısından düşük risk söz konusuysa yalnızca ara durulama yeterli olabiliyorken, tat, renk, alerjen ya da güçlü aroma geçişlerinde tam CIP önerilir. Şurup hazırlama hatları kristalleşmeye karşı daha sık temizlik istemekle beraber, Gazlı içecek sistemlerinde ise CO₂ nedeniyle mikrobiyal risk düşük olsa da şekerli bileşenler hala besin kaynağıdır; bu yüzden CIP gerektirir.

- **İlaç ve Biyoteknoloji**

GMP standartları gereği CIP sistemleri yüksek seviyede validasyon ister. Temizlik sonrası yüzeylerde TOC, endotoksin ve mikrobiyolojik kalıntı testleri yapılır. Kritik noktalar önceden belirlenir ve her temizlik sonrası detaylı kayıt tutulur. CIP sonrası hatlar genellikle WFI (Water for Injection) ile durulanır ve kurutulur.

- **Bira ve Fermente İçecekler**

Fermantör, CIP öncesi CO₂ ile yıkanır; ardından alkali ve asidik yıkamalar yapılır. Maya kalıntısı, protein tortusu ve düşük pH riski nedeniyle CIP sıklığı yüksektir.

- **Kozmetik ve Ev Bakım Ürünleri**

Renkli, kokulu ve viskoz içerikler hat yüzeylerinde film tabakası bırakır. CIP sistemi genellikle sıcak suyla ön yıkama, ardından alkali kimyasal ve asit ile devam eder. Tat/koku geçişi istenmediği için her ürün sonrası tam temizlik gerekir.

- **Şekerleme ve Reçel Üretimi**

Yüksek şeker içerikleri yapışkan kir oluşturur. Bu hatlarda flushing adımları ve sıcak yıkama ön plandadır. Kristal birikimi riskine karşı CIP her üretim sonrası uygulanır.

- **Enzim ve Fermantasyon Prosesleri**

Bu sistemlerde biofilm riski yüksektir. CIP genellikle oksijenli dezenfektan ve güçlü alkali içerir. Ürün geçişi sonrası validasyon zorunludur.

- **Evaporatörler**

Düşen film evaporatör gibi sistemlerde, özellikle süt veya meyve suyu konsantrasyonu sırasında organik tortu ve mineral taş oluşur. Her 8–12 saatte bir alkalik veya asidik “shot CIP” yapılması yaygındır. Uzun çalışmalarda bu süre kısalabilir. Aksi halde ısı transferi düşer, enerji tüketimi artar ve ürün kalitesi bozulur.

- **Membran Sistemleri (UF, NF, RO)**

Membranlar kirlenmeye ve mikrobiyal bulaşmaya karşı hassastır. Genellikle her üretim sonrası özel pH sınırlı kimyasallarla CIP gerekir. Alkali dayanımı düşük membranlar için nötr enzimli temizleyiciler kullanılır. Sirkülasyon süresi, sıcaklık ve basınç dikkatle kontrol edilmelidir.

7. Soğuk CIP nedir?

Soğuk CIP, klasik sıcak CIP uygulamalarının aksine, temizlik sıvılarının **30°C'nin altında** veya **oda sıcaklığında** kullanıldığı bir temizlik yöntemidir.

Peki neden sıcak değil?

Geleneksel CIP sistemleri çoğunlukla 60–85°C arası sıcak alkali/asit solüsyonlarıyla çalışır. Ancak:

- Enerji tüketimi yüksek olur (ısıtma maliyeti),
- Bazı ürün kalıntıları ısıtıldığında **karamelizasyon** veya **protein pişmesi** nedeniyle daha zor temizlenir,
- Ekipman malzemeleri (özellikle elastomer contalar) sıcaklığa karşı daha çabuk deformasyona uğrar,
- Sıcak su sistemleri altyapı gerektirir (ısı eşanjörleri, izolasyon, bekleme süresi vb.)

Bu yüzden bazı üretim hatlarında (özellikle **soğuk zincirle çalışan veya enerji optimizasyonu hedeflenen sistemlerde**) **soğuk CIP stratejileri** benimsenmeye başlanmıştır.

Soğuk CIP'in Avantajları

Avantaj	Açıklama
Enerji tasarrufu	Isıtma ihtiyacı ortadan kalktığı için enerji tüketimi ciddi şekilde azalır.
Isı hassas ürün kalıntılarına uygun	Özellikle protein veya şekerli kalıntılarda ısıtma ile pişme riski ortadan kalkar.
Ekipman ömrü uzar	Elastomer contalar, hortumlar ve plastik parçalar daha az yorulur.
Çevresel sürdürülebilirlik	Karbon ayak izi azalır, CIP'in çevresel etkisi düşer.

Dikkat Edilmesi Gerekenler

- **Kimyasal gücü artırılmış alkali/asit kimyasallar kullanılır**
Sıcak CIP'e kıyasla %10-30 daha yüksek konsantrasyon kullanılır.
- **Temas süresi uzatılır**
Çünkü düşük sıcaklıkta kimyasal reaksiyonlar daha yavaş olur (Arrhenius yasası).
- **Mekanik etki artırılır**
*Daha yüksek debi, **kesikli akış** (slug flow), **atımlı durulama** (pulse rinse) gibi teknikler kullanılır.*
- **Ön durulama kalitesi çok önemlidir**
Çünkü kalıntılar (özellikle yağ, protein, şeker kristalleri vb.) düşük sıcaklıkta daha zor çözünür.
- **Düşük sıcaklıkta etkili dezenfektan tercih edilmelidir**
- **Mikrobiyal validasyon yapılmalıdır**
Soğuk CIP sonrası temizlik etkinliği ATP testleri, yüzey swap testleri veya mikrobiyolojik analizlerle doğrulanmalıdır.
- **Periyodik sıcak CIP ile desteklenmelidir**
*Uzun süre yalnızca soğuk CIP kullanımı biyofilm veya mineral birikimi riskini artırabilir. **Haftalık veya aylık** periyotlarda sıcak CIP uygulanması tavsiye edilir.*
- **Enerji ve Su kullanımı dengelenmelidir**
Soğuk CIP enerji tasarrufu sağlar, ancak daha uzun süreler ve yüksek debiler nedeniyle kimyasal ve su tüketimi artabilir. Bu nedenle sistem tasarımı ve proses optimizasyonu önemlidir.

Genel Kısıtlamalar

1. Ürün Özellikleri

- **Asidik ürünler tercih edilir**
pH < 4,5 → Bakteri ve küf gelişimi düşük, mineral-protein birikimi az.
Örn: Meyve suyu, gazlı içecek, bazı asidik soslar.
- **Düşük protein ve yağ içeriği olmalı**
Yağ ve proteinler düşük sıcaklıkta zor çözünür; yüksek proteinli/yağlı ürünlerde (süt, krema, yoğurt karışımı) soğuk CIP etkinliği düşer.
- **Düşük viskozite avantajdır**
Viskoz ürünlerde (salça, püre, pekmez) kalıntılar düşük sıcaklıkta zor temizlenir; ön durulama çok iyi yapılmalıdır.

2. Kir Tipi ve Yoğunluğu

- **Protein-mineral kombinasyonu düşük olmalı**
Kalsiyum fosfat/protein tabakası veya karamelize şeker tabakaları düşük sıcaklıkta çözünmez.
- **Kısa üretim süreleri avantaj sağlar**
Hat içinde beklemiş, ısıl işlemle pişmiş kalıntılar soğuk CIP'te zor çözülür.
- **Biyofilm riski düşük olmalı**
Biyofilm oluşumuna yatkın ortamlar (ılık durma süreleri, yüksek besin kalıntısı) soğuk CIP için risklidir.

3. Proses ve Ekipman Koşulları

- **Isı transfer yüzeylerinde pişmiş tabaka olmamalı**
Pastörizatör, UHT, buhar ceketli tank gibi yüzeylerde pişme varsa sıcak CIP gerekir.
- **Hidrolik tasarım güçlü olmalı**
*Minimum 1,8–2,0 m/s hat içi hız
Türlüanslı akış (Re > 20.000)
Gerekirse slug-flow veya pulse rinse desteği*
- **Kimyasal dayanımı yüksek malzeme**
Düşük sıcaklıkta daha yüksek konsantrasyon gerektiği için contalar, hortumlar, ekipman yüzeyleri buna dayanıklı olmalı.

Kısacası Soğuk CIP, **asidik, düşük protein/yağlı, düşük viskoziteli ve biyofilm riskinin az olduğu hatlarda** güvenli ve etkin çalışır. Yüksek proteinli, yağlı, nişastalı, viskoz veya pişmiş kalıntı riski olan ürünlerde ise sınırlı uygulanabilir ve mutlaka sıcak CIP ile desteklenmelidir.

Soğuk CIP Karar Ağacı

- A: Soğuk CIP **UYGUN**
B: Soğuk CIP (güçlendirilmiş) + periyodik Sıcak CIP
C: Sıcak CIP **ZORUNLU**

1. Isıl yüzeyde pişmiş tabaka/aşırı kir var mı?

(örn. pastörizatör plakalarında ΔT artışı, basınç kaybı, görsel tortu)

Evet → C / Hayır → 2

2. Ürün pH'ı < 4,5 (asidik) mı?

Asidik ürünler genelde düşük biyofilm/taşlaşma riski

Evet → 3 / Hayır (nötr/alkali) → 4

3. Protein + yağ içeriği düşük mü? ($\approx < \%1$ toplam)

Düşük protein/yağ soğuk CIP için avantaj

Evet → 5 / Hayır → 6

4. Nötr/alkali üründe yüksek protein/yağ/nişasta var mı?

Yüksek organik yük soğukta zor çözünür

Evet → C / Hayır (düşük) → 6

5. Viskozite düşük mü? ($\approx < 500$ cP)

Düşük viskozite temizlikte avantaj

Evet → 7 / Hayır → 6

6. Kirlilik ağır mı veya karamelizasyon/taşlaşma eğilimi var mı?

(uzun çalışma, ısı temasta koyulaşma, şeker karamelizasyonu, kalsifiye-protein film)

Evet → C / Hayır → 7

7. Hidrolik koşullar yeterli mi?

(Hat içi hız $\geq 1,8-2,0$ m/s, türbülanslı akış; gerekirse slug/pulse uygulanabilir)

Evet → 8 / Hayır → B (soğuk yapılacaksa debi/hız artırma planı şart)

8. Düşük sıcaklıkta etkili dezenfektan mevcut mu?

(PAA veya uygun klor bazlı; malzeme uyumu kontrol edildi)

Evet → 9 / Hayır → B

9. Mikrobiyal validasyon yapabiliyor musun?

(ATP/swap testleriyle rutin doğrulama)

Evet → A / Hayır → B

Soğuk CIP Karar Ağacı Sonuç Eylemleri

A) Soğuk CIP UYGUN

- **Önerilen yaklaşım (tipik):**

- ✓ **NaOH:** %1,3–1,5 (oda sıcaklığı), **temas:** Sıcak CIP'e göre **%30–50 daha uzun**
- ✓ **HNO₃:** %0,6–0,7 (mineral iz/kire karşı)
- ✓ **PAA:** 100–200 ppm (ürün/standartınıza göre)
- ✓ **Hız:** $\geq 1,8$ –2,0 m/s; slug/pulse ile mekanik etkiyi artır

Periyot: Yine de **haftada/ayda 1** sıcak CIP planı yapılması önerilir (kümülatif birikimleri kırmak için).

B) Soğuk CIP (güçlendirilmiş) + periyodik Sıcak CIP

- Soğuk CIP uygulanabilir ancak **şu iyileştirmeler şarttır:**

- ✓ Debi/hız artır (nozul/pompa/hat bypass ayarı)
- ✓ Kimyasal **%10–30** göreceli artır, süreyi uzat
- ✓ **PAA** ile dezenfeksiyon; klor uygunsa korozyon kontrolü yap
- ✓ **Validasyon zorunlu** (ATP/swap)

Sıcak CIP periyodu: en az haftalık (hat yüküne göre sıklaştırılabilir).

C) Sıcak CIP ZORUNLU

- Aşağı durumlarda soğuk CIP **önerilmez:**

- ✓ Isıl yüzeyde **pişmiş protein/karamelize şeker** tabakası
- ✓ **Yüksek protein/yağ/nişasta** içeriği
- ✓ **Nötr/alkali** pH ve ağır birikim
- ✓ Yetersiz hidrolik (türbülans sağlanamıyor) + validasyon yok

Uygulama: Standart sıcak alkali + asit + durulama; ardından gerekirse **PAA**.

Hızlı Örnekler

Ürün/Hat grubu	Tipik kir/birikim	Soğuk CIP uygunluğu	Kritik koşullar / Notlar
Süt / UHT, ESL, Miks hattı	Protein/yağ filmi, denatüre protein + kalsiyum fosfat, laktoz karamelizasyonu (ısıl yüzeyde), sporik biyofilm	C (genel) / B (şartlı)	Soğuk CIP yapılacaksa: NaOH %1,5–2,0; HNO ₃ %0,6–0,8; PAA 150–200 ppm; ≥2,0 m/s; üretim bitince ≤30 dk içinde ön durulama; ısıl yüzey varsa C.
Sütlü ürün hatları (yoğurt, ayran, dondurma, sütlü tatlı)	Protein+yağ filmi, pişme, süt taşı	C (genel) / B (nadir)	Kısa üretim + düşük yağ/protein ise B düşünülebilir.
Berrak meyve suyu	Şeker, pektin izi, maya/küf	A	Asidik pH avantaj; ≥1,8–2,0 m/s; iyi ön durulama; PAA 100–200 ppm.
Bulanık / pulp'lu meyve suyu & smoothie	Pektin jel, posa, viskoz kalıntı	B / C	Yüksek viskozitede soğuk CIP zor; slug/pulse, uzun ön durulama; periyodik sıcak CIP.
Şuruplar (glikoz/fruktoz, aromalı)	Yüksek °Bx, kristalizasyon, yapışkan film	A / B	Mekanik etki kritik; Brix/iletkenlik setpoint'li ön durulama.
Pekmez / koyu şekerli ürünler	Karamelizasyon, yüksek viskoz film	B / C	Çoğu durumda sıcak alkali gerekir; uzun durulama + yüksek hız.
Bitkisel içecekler - Soya	Yüksek protein, ısıl film	C	Sıcak CIP önerilir.
Bitkisel içecekler - Yulaf	β-glukan viskozitesi, nişasta	B / C	Güçlü ön durulama + enzimatik/alkali; periyodik sıcak CIP.
Bitkisel içecekler - Badem	Yağ filmi (orta), düşük protein	B	Kimyasal doz yükselt; PAA, periyodik sıcak CIP
Fermente içecekler (süt içermeyen, kombucha vb.)	Biyofilm (selüloz), maya/küf	B	PAA 150–200 ppm, uzun temas; periyodik sıcak CIP ; swap/ATP zorunlu.
Gazlı içecek hatları	Şeker filmi; CO ₂ ile düşük mikrobiyal risk	A / B	Kristal riski ve kör noktalar için mekanik etki artır.
Salça / püre	Pektin/protein film, yoğun viskozite	C	Isıl temasla pişen tabaka → sıcak CIP zorunlu.

Soğuk CIP vs. Sıcak CIP

Özellik / Kriter	Soğuk CIP	Sıcak CIP
Çalışma Sıcaklığı	Genellikle < 30°C (oda sıcaklığı)	60–85°C arası (alkali genelde 56–75°C)
Enerji Tüketimi	Düşük (ısıtma gerekmez)	Yüksek (ısı eşanjörü veya tank ısıtması gerekir)
Kimyasal Etkinlik	Düşük sıcaklık telafi için yüksek konsantrasyon / özel formülasyon	Daha düşük konsantrasyonla dahi güçlü temizlik sağlar
Temas Süresi	Uzundur (reaksiyonlar yavaş)	Kısa tutulabilir
Durulama Etkisi	Ön + Ara + Son durulama çok kritik (soğukta çözünme yavaş)	Isı ile protein/yağ çözünmesi hızlıdır
Mekanik Gereksinim	Türbülans yüksek olmalı (≥1,8–2,0 m/s)	Standart türbülans çoğu zaman yeterlidir
Ekipman Yıpranması	Daha az (conta, hortum ömrü daha uzun)	Yüksek sıcaklık contaları yaşlandırabilir
Biyofilm / Spor Kontrolü	Daha yavaş; periyodik sıcak CIP ve ATP/swap validasyonu şart	Isıl destek ile daha etkili
Su & Kimyasal Tüketimi	Daha yüksek (uzun süre & daha yüksek konsantrasyon)	Nispeten daha düşük
Çevresel Etki	Daha az karbon salımı	Enerji kaynağına bağlı olarak çevresel etki daha fazladır
Uygulama Alanı	Asidik içecekler, şurup hatları, düşük viskozite, ısıya hassas ekipman/ürünler	Süt/UHT/ESL hatları, yüksek protein/yağ/nişasta, salça/püre, ısıl yüzeyde pişme
Sınırlamalar	Ağır kirlilik, pişmiş film, yüksek viskozite, yüksek sıcaklık	Enerji yükü ve malzemede ısıl stres
Reçete Planlama	Kimyasal + mekanik etki + zaman dengesi gerekir	Daha standart temizlik reçeteleriyle uygulanabilir

Soğuk CIP'e doğrudan geçmeden önce mevcut sıcak CIP parametrelerini optimize etmek yerinde bir yaklaşımdır; doğrudan geçiş yapmak riskli olabilir.

Sıcak CIP sistemine sahibiz. Peki, Soğuk CIP yapabilir miyiz?

Mevcut Durum Değerlendirmesi

Unsur	Durumun	Yorum
Hat malzemesi	316L Paslanmaz Çelik	✓ Mükemmel Klorsuz kostik dahil her kimyasala dayanıklı
CIP tank yapısı	Alkali + Asit + Geri Kazanım + Su	✓ Geri kazanımlı sistem, sıcaklık ve kimyasal kontrolü yüksek
PAA (perasetik asit)	Hat girişi mevcut	✓ Soğuk dezenfeksiyon için ideal, sıcaklığa ihtiyaç duymaz
Ürün tipi	Meyve suyu (asitli, şekerli)	✓ Soğuk CIP için uygun bir ürün profili
Sıcak CIP Reçeteleri	Mevcut ve kontrollü	✓ Parametre optimizasyonu için kıyaslama imkânı sunar

Soğuk CIP'i Denemeden Önce Mevcut Sıcak CIP Reçetesinin Optimize Edilmesi

1. Mevcut sıcak CIP reçetesinde:

- Süreyi kısalt
- Konsantrasyonu azalt
- Sıcaklığı adım adım düşür
- Hijyen validasyonunu takip et (ATP, mikrobiyoloji, iletkenlik...)

2. Bu denemeler sonucunda **performans sapması yaşanmıyorsa, zaten daha “soğuk” profile yakınsıyoruz demektir.**

3. En son aşamada **sıcaklığı <30°C’ye indirerek “**gerçek bir soğuk CIP reçetesi**” uygulanır ve aynı validasyonlar ile karşılaştır.**

Bu “basamaklı geçiş” hem **ürün güvenliği** riskini sıfıra indirir hem de **soğuk CIP reçetesini** **yapılandırırken** en iyi referansı verir.

1. Aşama: Mevcut Sıcak CIP Reçetesinin Optimize Edilmesi

Adım	Kimyasal	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (%)	Süre (dakika)	Not
Ön Durulama	Su	50–55	—	5–10	Geri kazanılabilir
Alkali Yıkama	NaOH (klorsuz)	75	1,5–2,0	10–15	Gerekirse enzim katkılı
Durulama	Su	55	—	5	Tam iletkenlik kontrolü
Asidik Yıkama	HNO ₃ (Nitrik Asit)	60	0,5–1,0	8	Haftada 1 zorunlu
Dezenfeksiyon	PAA (Perasetik Asit)	25–30	0,1–0,2	5–10	Soğuk uygulama mümkün

Amaç: Sistemde yüksek sıcaklık kullanımını azaltarak, alt sınırları test etmek ve minimum efektif parametreleri belirlemek.

2. Aşama: Soğuk CIP Reçete Denemesi

Adım	Kimyasal	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (%)	Süre (dakika)	Not
Ön Durulama	Ilık Su	30	—	10	Ürünün viskozitesine göre süre uzatılabilir
Alkali Yıkama	NaOH + Enzim (proteaz/pektinaz)	25–30	2,0–2,5	15–20	Düşük sıcaklıkta daha uzun süre
Durulama	Su	25	—	5	İletkenlik kontrolü gerekli
Asidik Yıkama	Nitrik veya fosforik asit	25–30	0,5–0,7	10	Her döngüde gerekmez (haftada 1 gibi)
Dezenfeksiyon	PAA	20–25	0,15–0,20	5–10	Soğuk dezenfeksiyonun temel bileşeni

Deneme Protokolü (7 Günlük)

Gün	CIP Tipi	Sıcaklık (ortalama)	Ölçüm Parametreleri	Temizlik Doğrulama Yöntemi
1	Sıcak	75–80	iletkenlik, sıcaklık, pH, kimyasal sarfiyatı	ATP swap, mikrobiyoloji
2	Sıcak (optimize edilmiş)	65–70	kimyasal sarfiyatı azaltılmış	ATP + tat bulaş testi
3	Ilık CIP	45–50	zaman/sıcaklık düşürülmüş	ATP + mikrobiyoloji
4	Soğuk CIP (Test #1)	25–30	süre uzatılmış, enzimli alkali	ATP + tat/aroma geçiş testi
5	Soğuk CIP (Test #2)	25–30	çift yönlü flush uygulanmış	Mikrobiyoloji + panel test
6	Soğuk CIP (Test #3)	25–30	PAA konsantrasyonu değiştirildi	ATP + mikrobiyoloji
7	Sıcak referans tekrar	75	Tüm ölçümler	Tüm validasyon

Özel notlar

- **ATP ölçümü** temizlik etkinliğini anında görmenizi sağlar (<100 RLU önerilir).
- **Mikrobiyolojik swap testi** özellikle tank dipleri, vana tarlaları gibi kritik alanlarda yapılmalı.
- **Tat/aroma geçiş testleri**, meyve bazlı ürünlerde özellikle önemlidir (örneğin mango'dan vişne'ye geçiş).
- Eğer PAA etkisi yetersiz kalıyorsa, alternatif soğuk dezenfektanlar (klor dioksit, asetik asit) de düşünülebilir.

Sonuç olarak, soğuk CIP, doğru kimyasal seçimi, optimize edilmiş proses parametreleri ve etkin hijyen validasyonu ile uygulandığında; geleneksel sıcak CIP sistemlerine kıyasla hem sürdürülebilirlik hem de ekipman ömrü açısından önemli avantajlar sunan, modern üretim tesisleri için uygulanabilir bir alternatiftir.

Düzenli soğuk CIP yapılan hatlarda periyodik sıcak CIP (örneğin haftada bir kez) ile derin temizlik yapılması önerilir.

8. CIP Validasyonu ve Doğrulama

CIP sistemlerinin etkinliği yalnızca reçeteye uygun çalışmasıyla varsayılmamalıdır.

Temizliğin “başarılı” sayılması; ekipman ve boru iç yüzeylerinde artık kir, biyofilm veya mikrobiyal kalıntı kalmadığının **objektif olarak kanıtlanmasına** bağlıdır.

Temizlik sonrası mikrobiyal, kimyasal veya fiziksel kalıntıların tamamen uzaklaştırıldığının kanıtlanması için validasyon ve doğrulama adımları zorunludur. Bu kontroller hem ürün güvenliği hem de regülasyonlara (EU 853/2004, FDA 21 CFR, Codex Alimentarius) uyum açısından kritik öneme sahiptir.

Başlıca Doğrulama Yöntemleri

- **ATP (Adenozin Trifosfat) Testi:** Ekipman yüzeylerinden alınan swap örnekleri luminometre (luciferaz reaksiyonu) ile ölçülerek organik kalıntı varlığı hızlı şekilde değerlendirilir.
- **Mikrobiyolojik Testler:** Kritik bölgelerden (ör. dolum noktaları) veya durulama suyundan alınan örnekler besiyere ekilir; 24–48 saat inkübe edilerek koloni formasyonu gözlenir.
- **Redoks (KMnO₄/Persülfid) Testi:** Durulama sonrası temiz hat, spesifik pH ve sıcaklıkta Persülfid/KMnO₄ çözeltisi ile doldurulur; KMnO₄ indirgenme-oksidasyon döngüsündeki hız, organik madde varlığını açıklar.
- **İletkenlik Ölçümü:** Durulama suyu çıkışında ölçüm yapılır; kimyasal kalıntının uzaklaştırıldığı, iletkenlik eşik değeri ile kontrol edilir.
- **Görsel İnceleme:** Tank içi aydınlatma, kamera veya ayna ile temizlik sonrası tortu veya film kalıntısı kontrol edilir.
- **Riboflavin Kaplama Testi:** Tankların iç yüzeyine riboflavin sürülerek UV ışık altında CIP sonrası yüzeylerin tamamen temizlendiği ve ölü alan kalmadığı doğrulanır. Özellikle sprey topu kapsama testlerinde önerilir.

Validasyon ve İzleme Stratejisi

- **Validasyon,** yeni bir CIP sistemi kurulumu veya değişikliği sonrası yapılmalıdır.
- **Doğrulama,** üretim sonrası düzenli aralıklarla gerçekleştirilir.
- Kritik kontrol noktaları (CCP) belirlenerek bu alanlara özel testler planlanmalıdır; maliyet/zaman dengesi gözetilerek; ATP öncelikle, genel hatların ise iletkenlik odaklı test metotları önerilir.

Tat ve Alerjen Geçişi

Hijyenik olarak temiz görünen hatlarda bile önceki üründen kaynaklı tat, koku ya da alerjen kalıntıları olabilir. Özellikle aroma, süt ya da yağ içeren ürünler arasında geçiş yapılırken bu risk artar.

Örnek Durumlar

- Vişne suyu → Portakal suyu: Renk geçişi oluşabilir.
- Fındık bazlı → Meyve bazlı: Alerjen geçişi riski vardır.
- Yoğurt → Kefir gibi fermente süt ürünleri: Tat sapmaları olabilir.

Alınacak Önlemler

- Temizlik sonrası ilk ürün panel testine tabi tutulur.
- Kritik noktalar swap ile kontrol edilir.
- Durulama sonrası düşük iletkenlik ve nötr pH doğrulanır.

Alerjen geçişi riski varsa, negatif test sonucu alınmadan üretime geçilmemelidir.

Hijyen Validasyonu ve Kalıntı Kontrolü

CIP işlemi tamamlandıktan sonra yüzeyde kimyasal veya organik kalıntı kalmaması için hijyen validasyonu yapılmalıdır. Yetersiz temizlik, kontaminasyon riskini artırır ve raf ömrünü düşürür.

Validasyon Adımları

- **Yüzey Testleri:** Görsel kontrol + hızlı swab testleri (fenolftalein, ATP, protein kalıntısı testleri).
- **Mikrobiyolojik Analiz:** Ekipman yüzeyi veya durulama suyundan numune alınarak analiz yapılır.
- **Sensör Kalibrasyonu ve Kayıt:** Sıcaklık, süre, konsantrasyon, akış gibi tüm parametreler kayıt altına alınmalı ve izlenebilir olmalıdır.
- **Hijyen Prosedürü:** Kir yükleme – temizlik – kontrol döngüsüyle temizlik etkinliği ölçülür. Sonuçlar istenen düzeye ulaşana kadar reçete optimize edilir.

Rutin İzleme ve Yeniden Validasyon

- Validasyon periyodik olarak (yılda en az bir kez) tekrarlanmalıdır.
- Yeni ürün/alerjen/devreye alma durumlarında yeniden yapılmalıdır.
- CIP sonrası kalıntı riski taşıyan ilk ürünler kalite kontrolce değerlendirilir veya boşa alınır.

Kimyasal Kalıntı ve Mikrobiyolojik Riskler

Durulama yetersizse, üründe kalan kimyasallar; tat, pH, toksisite gibi kalite problemlerine neden olabilir. Örneğin:

- Alkali kalıntısı: Yüksek pH ve acı tat,
- Asit kalıntısı: Metalik tat ve düşük pH,
- Klor kalıntısı: Korozyon ve toksisite riski.

Durulama sonunda

- İletkenlik $<100 \mu\text{S/cm}$,
- pH 6.3–7.5 olmalıdır.

Mikrobiyolojik risk açısından, biofilm kalıntısı CIP sonrası sterilizasyonla giderilmelidir (buhar veya perasetik asit ile). Özellikle aseptik hatlarda üretim öncesi sterilite testi yapılması şarttır.

CIP validasyonu, yalnızca doğru temizlik parametrelerini değil, aynı zamanda o sistemin temizlik amacına ulaştığını da kanıtlar ve belgelendirir.

Doğrulama ile günlük performans izlenirken, validasyon sistemi genel anlamda onaylar. Her iki süreç de gıda güvenliği zincirinin vazgeçilmez adımıdır. Modern CIP sistemleri bu süreçleri otomasyonla desteklese de nihai kontrol yine kullanıcı sorumluluğundadır.

9. Pasivizasyon

Paslanmaz çeliğin temelini demir oluşturur; ancak tek başına demir, su ve oksijenle buluştuğunda hızla paslanır. Onu “paslanmaz” yapan, yüzeyinde kendiliğinden oluşan ince oksit tabakasıdır.

304 ve 316 kalite paslanmaz çeliklerin korozyona dirençli olduğunu hepimiz biliriz. Bunun nedeni, yüzeyde **kendiliğinden oluşan koruyucu oksit tabakasıdır**. Ancak çoğu kişinin fark etmediği bir gerçek var: bu **tabaka sadece 1–4 nanometre kalınlığında. Yani birkaç atom katmanı...**

İnsan gözüyle algılanamayacak kadar ince, ama doğru koşullarda tüm çeliği yıllarca korumaya yetecek kadar güçlü. İşte pasivizasyonun önemi de burada başlar. Yeni kurulan paslanmaz çelik hatların işletmeye alınmadan önce kimyasal olarak hazırlanması, uzun vadeli hijyen ve korozyon direnci için kritik öneme sahiptir.

Paslanmaz çeliğin doğal yapısında, yüzeyde krom oksitten (Cr_2O_3) oluşan ince bir **pasif tabaka** bulunur. Bu tabaka, metalin $\geq 10,5$ krom içeriği sayesinde atmosferik oksijenle kendiliğinden oluşur. Ancak montaj, kaynak, taşlama veya yüzey işleme sırasında ortaya çıkan **serbest demir partikülleri** ve yüzey kontaminasyonları bu doğal film tabakasını zayıflatır. Bu nedenle, **kimyasal pasivizasyon** ile yüzeyin kontrollü şekilde hazırlanması gerekir.

Pasivizasyonun Amacı

- **Serbest demir kalıntılarının çözündürülmesi** ve yüzeyden uzaklaştırılması,
- Çelik yüzeyinde **stabil, yoğun ve homojen bir Cr_2O_3 tabakası** oluşumunun sağlanması,
- **Korozyon direncinin artırılması** ve çukur korozyon riskinin azaltılması,
- **Biofilm gelişiminin önlenmesi** ve hijyenik yüzey koşullarının korunması,
- Yeni hatların devreye alınmadan önce **gıda güvenliği açısından validasyonu**.

Pasivizasyon Ne Zaman Yapılmalıdır

- Yeni Ekipman ve Hat Kurulumunda,
- Kaynak, Taşlama ve(ya) Onarım sonrası,
- Uzun süre kullanılmama ve atmosfere maruziyet sonrası,
- Yüksek agresif asit ve(ya) klor bazlı dezenfektanların kullanımı sonrası,
- Belirli periyotlarda (3 – 5 yıl)

Pasivizasyonun Yapılışı

1. Ön Temizlik

- Yüzey yağ, gres ve partiküllerden alkali deterjanlarla arındırılır.
- Yetersiz ön temizlik, asit çözeltisinin yüzeye tam temas etmesini engeller.

2. Asit Uygulaması

- **Nitrik Asit:** En yaygın yöntem.
- **Sitrik Asit:** Daha çevre dostu, gıda ve ilaç endüstrisinde tercih edilir.

Kimyasal	Konsantrasyon	Sıcaklık	Süre	Avantaj	Dezavantaj
Nitrik Asit (HNO₃)	%20–40	25–60°C	30–60 dk	Etkin, hızlı film oluşumu	Çevre/iş güvenliği riski, NOx gazı açığa çıkar
Sitrik Asit (C₆H₈O₇)	%10–20	25–50°C	30–120 dk	Çevre dostu, gıda ile uyumlu	Daha uzun süre gerekebilir, ağır kirlerde yetersiz
Nitrik + Florür Karışımı	%8–25 HNO ₃ + %0,5–1,5 HF	25–50°C	15–45 dk	Pickling + pasivizasyon birlikte	HF çok tehlikeli, gıda sektöründe sınırlı kullanım

Uygulama yöntemleri

1. Daldırma

- Küçük parçalar, fittingler, vana gövdeleri için uygundur.
- Parçalar tamamen asit çözeltisine daldırılır.

2. Sirkülasyon

- Boru hatları, tanklar ve ısı eşanjörlerinde tercih edilir.
- Asit çözeltisi CIP mantığıyla hat içinde sirküle edilir.
- En yaygın kullanılan yöntemdir; gıda ve ilaç endüstrisinde standarttır.

3. Sprey / Fırçalama

- Büyük tankların veya lokal bölgelerin pasivizasyonunda kullanılır.
- Spesifik kaynak bölgeleri, onarım yapılan alanlar için uygundur.
- Dezavantajı: homojen film oluşumu garanti değil, insan hatasına açıktır.

3. Durulama

- RO veya deiyonize su ile uzun süreli durulama yapılır.
- Normal şebeke suyu kullanılırsa, sertlik iyonları yeniden çökelerek yüzeyi bozabilir.

4. Oksijen Teması

- Durulama sonrası yüzey oksijenle temas ettirilir.
- Pasif tabaka birkaç saat içinde yeniden oluşur.

Yanlış veya Eksik Pasivizasyonun Sonuçları

- **Noktasal korozyon (pitting):** Kaynak kenarlarında veya yüzey kusurlarında hızla başlar.
- **Çatlak korozyonu:** Conta altları, flanş birleşimlerinde görülür.
- **Demir iyonu geçişi:** Süt ve meyve suyunda tat değişimine, kahverengimsi renklenmeye neden olur.
- **Biofilm tutunması:** Mikroorganizma kolonileri pasif tabaka zayıf yüzeylerde kolayca yerleşir.
- **CIP etkinliğinin düşmesi:** Yüzeyde film eksik olduğunda kimyasallarla etkileşim artar, temizlik yerine yüzey aşınması olur.

*Örnek: Pickling yapılmış ama pasivizasyon uygulanmamış bir süt hattında, 6 ay içinde kaynak bölgelerinde **siyah noktasal korozyon** gözlenmiştir.*

Doğrulama Yöntemleri

Pasivizasyonun başarıyla yapıldığını doğrulamak için:

- **Ferroxil testi:** Serbest demir varlığını mavi renk ile gösterir.
- **Su damlası testi:** Yüzeye damlatılan su hızlı yayılıyorsa (hidrofilik), yüzey temiz ve pasif kabul edilir.
- **ASTM A967 testleri:** Kimyasal analiz yöntemleriyle film tabakası bütünlüğü kontrol edilir.

Pickling vs. Pasivizasyon

Paslanmaz çelik yüzey hazırlığında sıkça karıştırılan iki işlem vardır: **pickling (asidik temizleme)** ve **pasivizasyon**. Her ikisi de kimyasal yöntemlerle yapılır, ancak amaçları ve etkileri farklıdır.

Pickling, kaynak sonrası oluşan oksit tabakaları, renklenmeler ve yüzeydeki serbest demir partiküllerini çözündürerek çeliği temizler; ancak tek başına kalıcı bir koruyucu film oluşturmaz.

Pasivizasyon ise bu temizlenmiş yüzey üzerinde krom oksitten (Cr_2O_3) oluşan yoğun ve homojen bir tabakanın gelişmesini sağlar. Yani pickling yüzeyi hazırlar, pasivizasyon ise onu uzun vadeli korozyon direncine kavuşturur. Bu nedenle, hijyen ve dayanıklılığın kritik olduğu gıda ve ilaç endüstrisinde çoğu zaman iki işlem ardışık uygulanır.

10. CIP Ünitesi Tasarımı

CIP sistemleri, temizlik solüsyonlarının hazırlanması, ısıtılması, basınçlandırılması ve yeniden kazanılması gibi tüm adımları gerçekleştirecek donanıma sahip ünitelerdir.

Etkin bir CIP tasarımı için aşağıdaki sorulara yanıt aranmalıdır:

- Aynı anda kaç ayrı proses alanı temizlenecek?
- Aynı kimyasal kimyası kaç noktada eş zamanlı kullanılacak?
- Temizlenecek ekipmanların debi, süre, sıcaklık ve kimyasal ihtiyacı nedir?
- Durulama suları geri kazanılacak mı?
- Dezenfeksiyon/Sanitasyon adımı var mı? Var ise hangi yöntem (kimyasal/sıcak su) kullanılacak?
- En kritik hat ya da tankın boyutları ve özellikler nedir?
- Kullanılacak CIP reçetesi nedir?

Bu soruların cevapları ile CIP sisteminin kaç tanktan oluşacağı, tank ve hat kapasiteleri gibi temel tasarım kriteri belirlenir.



Hat sayısı ve Eşzamanlılık

Bir CIP hattı aynı anda yalnızca tek bir objeyi (hat, tank, ekipman) temizleyebilir. Birden fazla ekipmanın eş zamanlı temizliği için çok hatlı bir CIP sistemi gereklidir.

Kimyasal solüsyon ve Tank Konfigürasyonu

Farklı kimyasal konsantrasyonlara ihtiyaç duyulması veya aynı solüsyonun çoklu kullanım noktalarında eşzamanlı kullanılacak olması, standart alkali ve asit tanklarına ilave tankların eklenmesini gerektirebilir. Örneğin, yüksek kirlilik içeren hatlar için ikinci bir alkali tank tasarlanabilir.

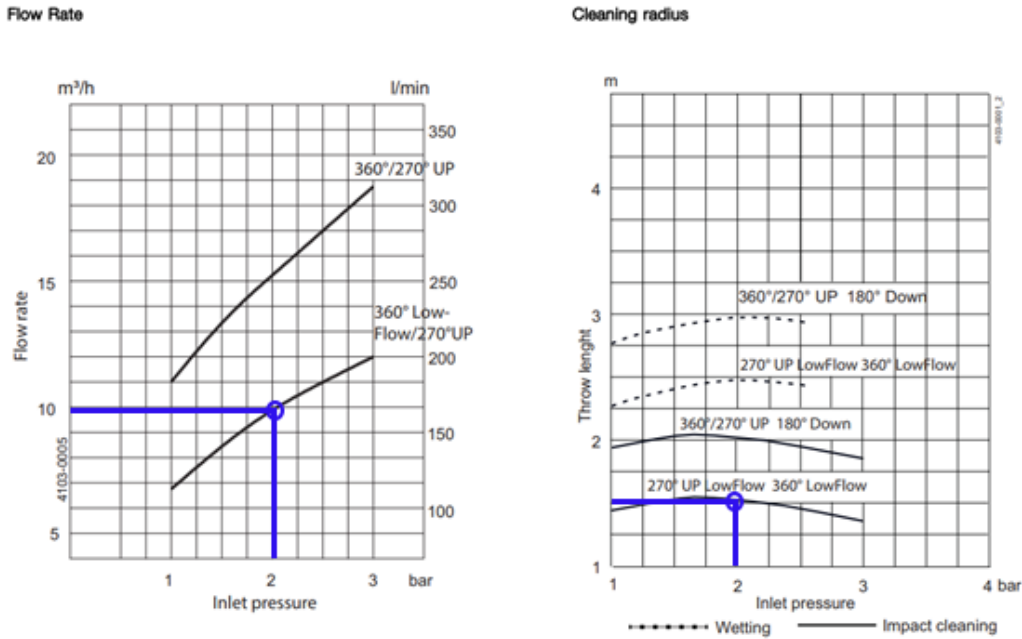
Hat ve Ekipman kapasiteleri

Temizlenecek hattın çapı, uzunluğu ve ekipmanın hacmi; CIP pompa kapasitesi, hat basıncı ve debi gereksinimlerini doğrudan etkiler.

Örnek hesap

CIP sistemimiz 10 m³ (yaklaşık 2 metre çap, 2,5 metre yükseklik) bir tankı ve DN50 ürün hatlarını temizleyecektir. Tankın CIP ünitesine olan mesafesi 50 metredir. Tankta merkezde 1 adet CIP topu yer alacaktır.

Sorgu 1: Tank CIP topu ihtiyacının belirlenmesi



For Clip-on models, the flow rate is increased by approx. 1.5 m³/h

✓ **Seçim: 10.000 L/h ve 2 bar**

Sorgu 2: Ürün hatlarının ihtiyacının belirlenmesi

DN50 ürün hatları için gerekli minimum CIP debisi 10.600 L/h saat olarak hesaplanmıştır.

Boru	CIP debisi (m ³ /h)	Basınç kaybı (bar/m)
DN25	2,9	0,010
DN32	4,4	0,008
DN40	6,2	0,007
DN50	10,6	0,005
DN65	18,5	0,004
DN80	27,9	0,003
DN100	42,5	0,002

**Boru içerisinde 1,5 m/s hız referans alınmıştır. 1 metrede oluşan basınç kaybı pratik olarak verilmiştir. Dirsekler için de bir metre boru gibi düşünülebilir.*

Sorgu 2 ihtiyaç debisi Sorgu 1 debisinden yüksek olduğu için Sorgu 2’de hesaplanan debi, 10.600 L/h, referans olarak seçilmiştir.

50 metre mesafedeki ilgili tank için yukarıda paylaşılan tablodan hem gidiş hem de geliş hatları düşünülerek ve de her hatta 10’ar dirsek olduğu varsayımı ile **toplamda 0,6 bar hat boyunca basınç kaybı** hesaplanmıştır. CIP topu olan ihtiyaç basınç eklendiği takdir de toplam **pompa çıkış basıncımızın minimum 2,6 bar** olduğunu hesaplıyoruz.

✓ Sonuç

10.600 L/h ve 2,6 bar. Emniyet katsayısı olan 1.1 ile çarpımı ile;

12.000 L/h ve 2,8 bar değerlerine sahip bir pompa seçimi yeterli olacaktır.

İlgili pompa ile CIP görevi VFD kullanımında %80 mertebelerinde çalışacak olup, anlık ihtiyaçlarda yüksek debi ve basınç sağlayabilecektir.

Geri kazanım ihtiyacı

CIP sistemlerinde durulama suyunun geri kazanılarak bir sonraki temizlikte ön/ara durulama olarak kullanılması mümkündür. Bu, hem su tüketimini hem de atık miktarını azaltır. Geri kazanım uygulanacaksa, durulama suyu için özel bir tank tasarımı gereklidir.

Sanitasyon ve Dezenfeksiyon adımı

Eğer proses gereği hatların CIP sonrası sanitasyonu gerekiyorsa, CIP ünitesine sıcak su hazırlayacak bir sanitasyon tankı entegre edilmelidir. Kimyasal dezenfeksiyon uygulanacaksa, dezenfektan dozaj pompaları ve ilgili borulama sistemi sisteme dahil edilmelidir.

Kritik ekipman özellikleri

Sistemdeki en uzun boru hattı ve en büyük tank, tasarımda baz alınmalıdır. Özellikle hidrolik çap ve hat uzunluğu, geri dönüş süresi ve tank hacmi hesaplarını etkiler.

Sirkülasyon yapan tanklarda, tankın kapasitesi öyle bir şekilde seçilmelidir ki, en kritik hatlarda dahi, tanktan CIP solüsyonu gönderilmeye başlandıktan, geri dönene kadar **tank alt seviyesine ulaşmamalıdır**. Bu CIP ekipmanı belirlendikten sonra, ilgilin tank hacmi aşağıdaki prensibe göre hesaplanabilir:

CIP tankı hacmi = [Tüm boru hattının toplam hacmi (en uzak CIP besleme ve CIP dönüş hattı) + CIP topu ile temizlenen ekipmanın yüzeyine 1,5 mm kalınlığında CIP solüsyonu tabakası oluşturmak için gereken hacim] + yaklaşık 60 saniye tahliye] x 1,5 (emniyet/yedek payı için);

$$Tank\ hacim = \left((2 * V_{boru}) + (1,5 * S_{ekipman}) + \frac{\dot{Q}}{60} \right) * 1,5$$

$\dot{Q}$ = Pompa kapasitesi (litre/saat)

V_{boru} = en uzak CIP hattı hacmi (litre)

$$V_{boru} = \sum \pi * \frac{D^2}{4} * L * 1000$$

L = en uzak CIP hattı mesafesi (metre)

D = en uzak CIP hattı çapı (metre)

$S_{ekipman}$ = CIP topunun yıkadığı tankın iç yüzeyi (litre)

$$S_{ekipman} = \sum \left(\pi * D_s * L_s + \pi * \frac{D_s^2}{2} \right)$$

D_s = Tankın çapı (metre)

L_s = Tankın boyu (metre)

CIP reçetesi ve Proses adımları

Kullanılacak CIP reçetesinin adımları, sıralaması, kimyasal tipleri, konsantrasyonları ve süreleri tasarımı doğrudan etkiler. Reçeteye uygun olarak tank sayısı ve otomasyon seviyesi planlanmalı; örneğin alkali-asit-durulama-sanitasyon sırasına göre borulama ve valf yerleşimi yapılmalıdır.

11. CIP Sistemlerinde Yapılan Hatalar ve İyileştirme Önerileri

CIP sistemleri, gıda, içecek, ilaç ve kimya endüstrilerinde hijyenin sürekliliği ve proses güvenliğinin sağlanmasında kritik rol oynar. Ancak sistemin etkinliği, yalnızca doğru kimyasal seçimine ya da otomasyon yazılımına değil, aynı zamanda **doğru mühendislik tasarımına, uygun mekanik kurulumu ve uygulamanın hassasiyetine** de doğrudan bağlıdır.

Ne yazık ki saha uygulamalarında sıkça rastlanan bazı hatalar, CIP sistemlerinin istenen temizlik performansına ulaşmasını engellemekte; hatta kimi zaman kontaminasyon riskini artırmakta veya sistemin işletme maliyetlerini yükseltmektedir.

Bu bağlamda, CIP sistemlerinin kurulum aşamasında yapılan hataları iki ana başlık altında değerlendirmek mümkündür:

- **Tasarım Hataları**

Mühendislik hesaplamaları, ekipman seçimi, hidrolik tasarım ve CIP reçetesi oluşturulması sırasında yapılan hatalar.

- **Montaj ve Uygulama Hataları**

Saha montajında meydana gelen hatalı uygulamalar ve kurulum kaynaklı sorunlar.

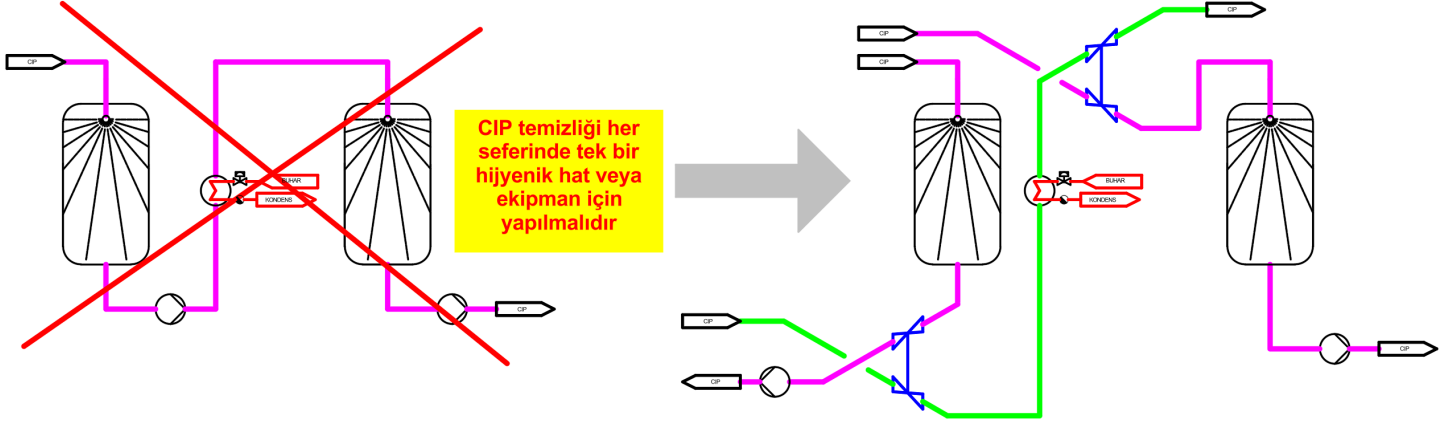
Ayrıca bölüm sonunda, sıkça karşılaşılan ve detaylı olarak analiz edilmiş gerçek saha problemleri ve çözümleri paylaşılmıştır. Bu örnekler sayesinde olası hataların proaktif şekilde önüne geçilmesi ve CIP sistemlerinin ideal çalışma performansına ulaşması amaçlanmaktadır.

Tasarım Hataları

CIP temizliği her seferinde tek bir hat, tank veya ekipman için yapılmalıdır.

CIP sırasında bir hattı temizlerken başka bir hattı arada yıkamak, temizlik güvenilirliğini zedeler; çünkü kirin nereye taşındığı, kimyasalın nerede ne kadar etkili olduğu ve hangi yüzeyin gerçekten temizlendiği belirsiz hale gelir.

Projelendirme aşamasında, her ekipmanın temizlik sürecinin izole ve kontrollü olması için CIP hatlarının her obje için ayrı ayrı yıkamayı garanti edecek şekilde tasarlanması kritik bir gerekliliktir.



CIP Dönüş pompası her daim besleme kapasitene göre daha yüksek seçilmelidir.

CIP beslemesinin dönüş kapasitesini aşması, tankta seviye yükselmesine ve özellikle alt koni gibi kritik bölgelerde temizlik yetersizliğine yol açar; bu yüzden dönüş hattı, beslemeyi rahatça karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır.



CIP Dönüş pompası uygun konumlandırılmış en alt seviye sensörüne göre çalıştırılmalıdır.

CIP dönüş pompasının seviye sensörüne göre çalıştırılması durumunda;

- **Kalibrasyon kaymaları**

Zamanla kalibrasyon bozulur; tank içerisinde seviye yapar.

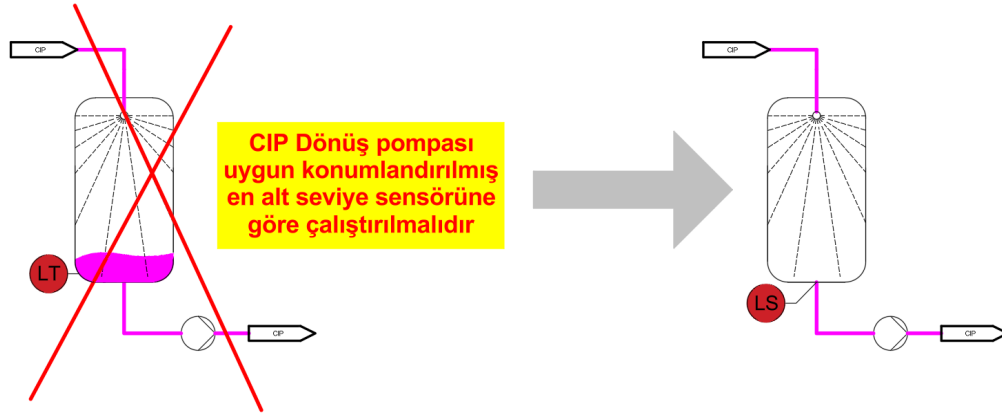
pH, sıcaklık ve viskozite gibi değişkenler transmitter hassasiyetini değiştirir.

- **Köpük ve akış bozulmaları**

CIP çözeltileri köpürmeye yatkındır, özellikle CIP topundan çıkışında.

Köpük oluşması durumunda hatalı okumalar olabilir.

- **Transmitterler “sürekli ölçüm” için uygundur; “kesin emniyet sınırı” değildir!**



Her tank bağımsız ve hijyenik şekilde izole edilmelidir.

Tank CIP girişlerinden önce en az üç yönlü (örn. Alfa Laval SSV210) bir vananın kullanılması ile;

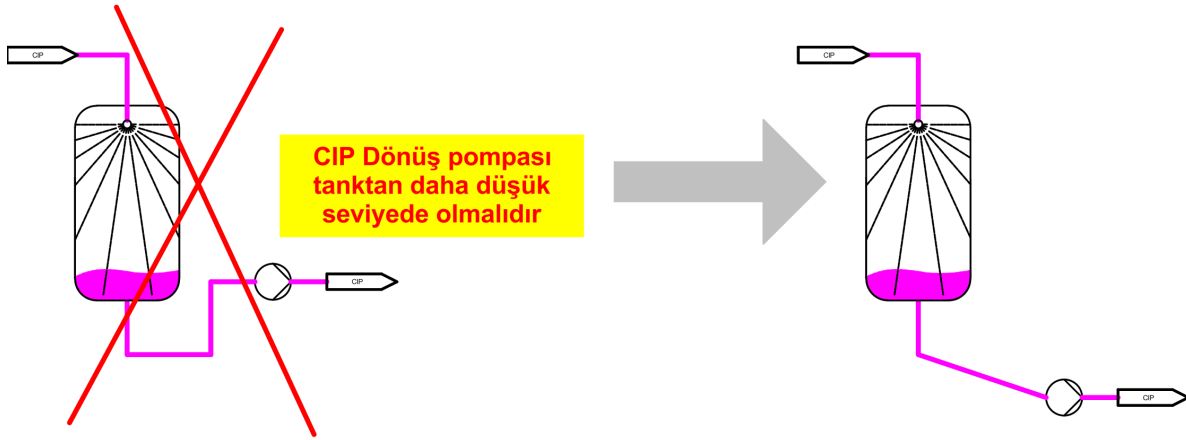
- Vana contalarında veya oturma yüzeylerinde oluşabilecek sızıntılarda,
 - Yüksek CIP basıncı sebebi ile vana pozisyonunun değişmesi durumunda,
 - Yetersiz hava basıncı sebebi ile vana pozisyonunun askıda kalması durumda,
- vb. durumlarda CIP sıvısının tank içerisine girmesini engelleyerek atmosfere tahliyesini sağlar.



CIP Dönüş pompası tanktan daha düşük seviyede olmalıdır.

CIP dönüş pompasının, temizlik yapılan tankın alt seviyesinden daha düşük bir kotta ve tercihen eğimli bir hatta konumlandırılması, sistemin sağlıklı ve tam boşaltımlı çalışması açısından kritik öneme sahiptir.

Özellikle alt konik dipli tanklarda, sıvının serbestçe akarak pompa emişine ulaşabilmesi için CIP dönüş hattının yeterli eğimde (tercihen %1–2) ve kısa mesafeli olması gerekir. Aksi halde pompa hava çekebilir, geri dönüşte kesintiler yaşanır ve özellikle alt koni bölgelerinde kirli sıvı birikerek hijyenik temizlik tamamlanamaz.

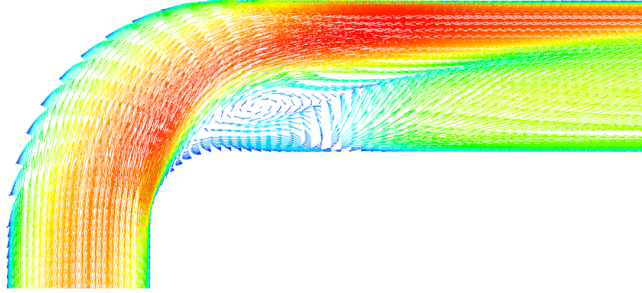


Montaj ve Uygulama Hataları

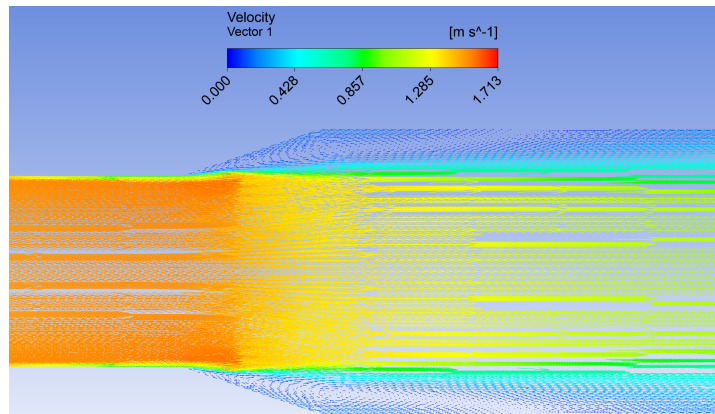
CIP sistemlerinde kimyasalın etkili olabilmesi için, tesisin hijyenik tasarımı en temel gerekliliktir. Temizlik parametreleri mükemmel ayarlanmış, CIP döngüsü ideal şekilde uygulanmış olsa bile; eğer ekipmanlarda kör noktalar gibi tasarım hataları varsa, temizlik tam anlamıyla gerçekleşmez.

Saha uygulamalarında karşılaşılan en tipik montaj ve uygulamalar hataları aşağıda sıralanmıştır.

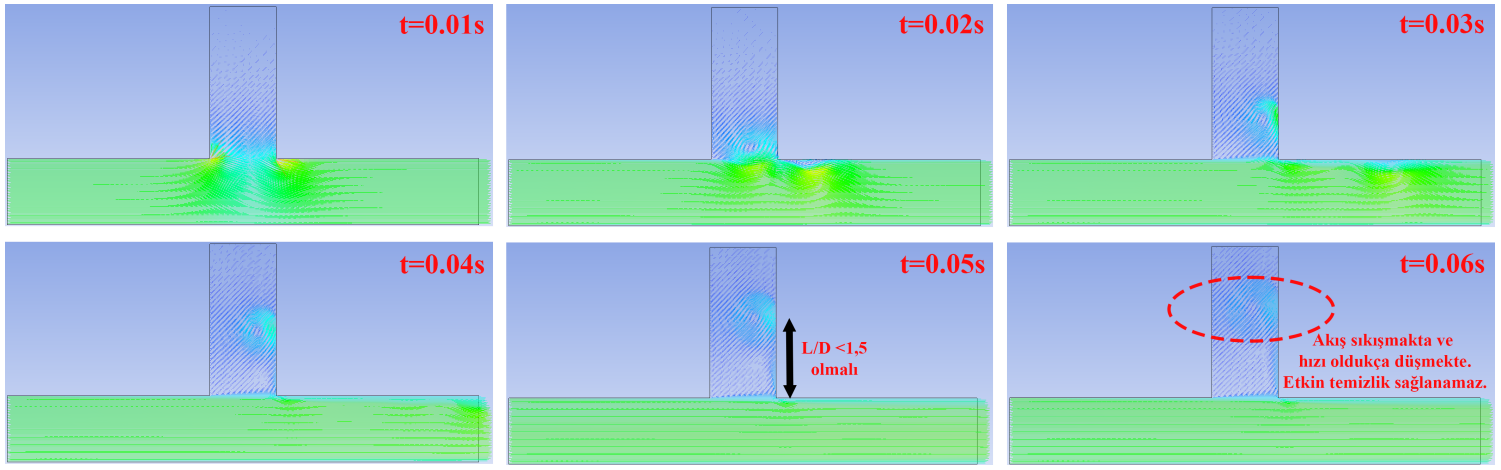
Sistemde sadece ortalama akış hızı değil, bu hızın hatta nasıl dağıldığı da büyük önem taşır. Özellikle boru dirsekleri gibi geometri değişimlerinin olduğu bölgelerde, akış düzgün ilerlemeyebilir; sıvı duvarlardan ayrılabilir veya **yığılmalar** oluşabilir. Bu tür bölgelerde **hız düşer, türbülans azalır** ve temizlik sıvısı yüzeye yeterince temas edemez. Sonuç olarak, görünürde temizlenen bir hat aslında bazı noktalarında kir tutmaya devam eder.



Redüksiyon bağlantılarında ya da ani çap değişimlerinde akış hattında girdap bölgeleri (vorteksler) oluşabilir. Bu bölgelerde **akış yavaşlar**, hatta yer yer **tamamen durur**. Sonuç olarak temizlik sıvısı bu alanlara yeterince ulaşamaz ve **tortu birikimi, mikrobiyal gelişim** gibi hijyenik riskler ortaya çıkar.

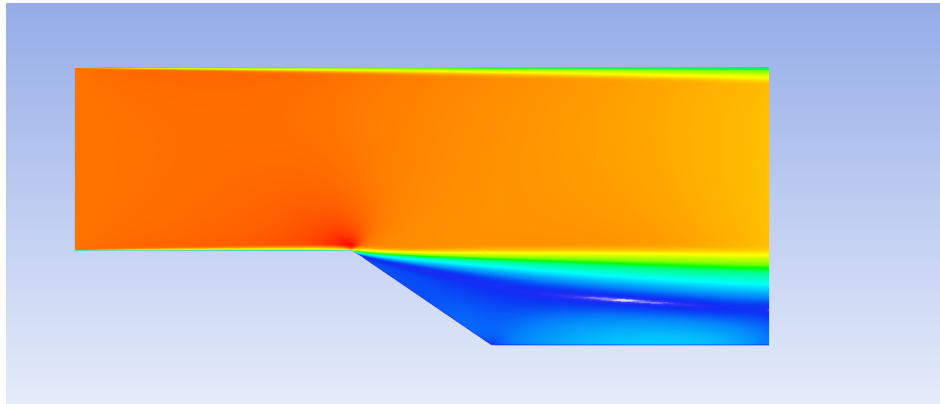


CIP sistemlerinde kullanılan T bağlantılarında, özellikle kör kola giden hattın uzunluğu boru çapına oranla 1,5 L/D değerini aştığında ciddi hijyenik problemler ortaya çıkabilir. Bu tür yapılarda, **kör kolun ucuna doğru akış hızı ciddi şekilde azalır**; hatta çoğu durumda **sıvı buraya hiç ulaşmaz**. Bu alanlarda **hava cebi oluşabilir**, temizlik sıvısı oraya uğramadan geçer ve içeride tortu birikimi, ürün kalıntısı ve mikrobiyal kirlenme gelişebilir.



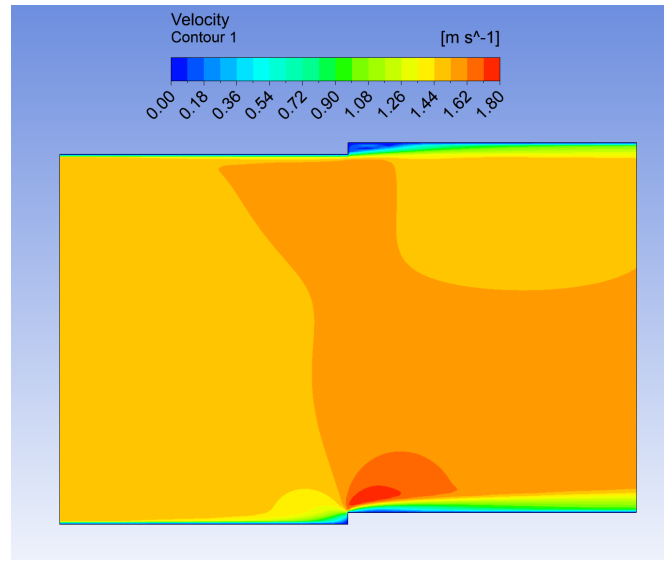
Eksantrik redüksiyonlarda düz tarafın yukarıya gelecek şekilde monte edilmesi, özellikle CIP sistemlerinde ciddi hijyenik sorunlara yol açabilir. Bu durumda alt tarafta bir cep oluşur ve akış bu bölgeyi tam olarak süpüremez. Sonuç olarak, **kirli sıvı birikmesi**, **yetersiz temizlik** ve **mikrobiyal risk** gibi problemler ortaya çıkar.

Bu nedenle, düz taraf daima aşağıya gelecek şekilde monte edilmeli, böylece sıvı akışı tüm yüzeyi etkili şekilde süpürebilmelidir.

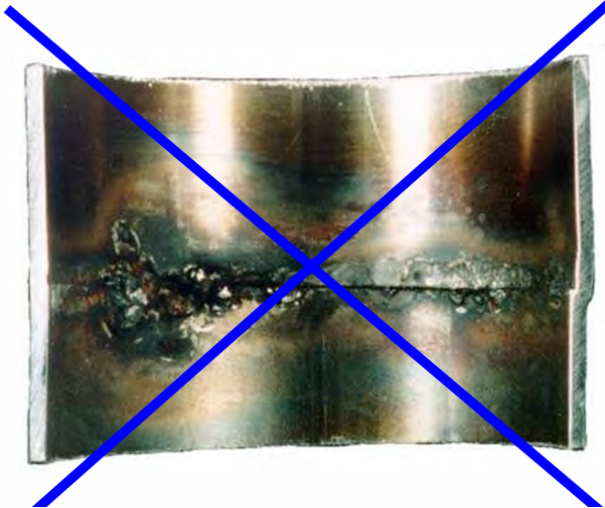


Birbirine tam öpüşmeyen, yani eksen kaçıklığı olan boru bağlantılarında oluşan çıkıntı ve girintiler, CIP sistemlerinde **akış sürekliliğini bozar** ve ciddi hijyenik sorunlara neden olabilir. Bu tür yüzey bozuklukları:

- **Akışta türbülans ve girdap bölgeleri** oluşturur,
- **Temizlik sıvısının geçemediği ölü hacimler** meydana gelir,
- Bu bölgelerde **tortu birikimi** ve **mikrobiyal kontaminasyon riski** artar,
- Zamanla bu noktalar **biofilm gelişimi** için elverişli hale gelir.



Görünürde “birleştirilmiş” gibi duran ama iç yüzeyi pürüzlü, çapaklı ya da hizasız kaynaklar; sadece mekanik bir hata değil, doğrudan **mikrobiyal kontaminasyon riski** anlamına gelir.



Örnek Problem ve Çözüm Analizleri

CIP sistemlerinde yaygın olarak karşılaşılan ve pratikte büyük öneme sahip bazı özel problemler, detaylı sebepleri ve çözümleri ile aşağıda ele alınmıştır.

Problem 1: Süt İşleme Hattında Protein Tortusu ve Yanık Protein Kalıntısı

Durum Tespiti

Süt işleme tesisinde, pastörizatör ve borulu ısı eşanjörünün iç yüzeylerinde kahverengi, yanık görünümlü protein tortuları gözlemleniyor. Isı transferinde düşüş ve CIP döngüsü sonrası kalıntılar bulunmakta.

Sebepler ve İlişkiler

- Yetersiz alkali kimyasal konsantrasyonu (%1,5'ten düşük), temizlik sıcaklığı (65°C altında) veya CIP süresi (<15 dakika) uygulandığında, proteinler yüzeylerde birikir.
- Pastörizasyon ($\geq 80^{\circ}\text{C}$) sırasında yüksek sıcaklığa maruz kalan süt proteini (özellikle β -laktoglobulin), denatüre olup yüzeye kalıcı olarak bağlanır. Bu durum, standart kimyasallarla temizliği güçleştirir.
- Mekanik etkinin zayıflığı ve düşük türbülanslı akış ($Re < 20.000$) protein kalıntılarının yüzeyden mekanik olarak sökülmesini zorlaştırır.

Sonuçları

- Isı transferinde düşüş, enerji maliyetlerinde artış, ürün kalitesi ve proses güvenliğinde gerileme oluşur.
- CIP temizlik süreleri uzar, kimyasal tüketimi yükselir ve işletme maliyetleri artar.

Çözüm Önerisi

- Alkali (NaOH) konsantrasyonu %2–3'e çıkarılır ve sıcaklık minimum 75–80°C arasında olacak şekilde artırılır.
- Protein yanıklarına karşı enzimatik (proteaz içerikli) CIP kimyasalları kullanılarak haftada en az bir kez 30-45 dakika süreyle özel CIP temizlik adımları uygulanır.
- Mekanik etki artırılır; minimum CIP akış hızı 2,0 m/s olarak optimize edilir. Ek olarak titreşimli veya atımlı (slug-flow) akış tercih edilir.
- Eşanjör yüzeylerinin CIP sonrası ATP veya swab testleri ile validasyonu yapılmalıdır.

Problem 2: Meyve Suyu Hattında Pektin ve Şeker Kaynaklı Yapışkan Kalıntılar

Durum Tespiti

Meyve suyu üretim tesisindeki evaporatör ve hatlarda şeffaf, yapışkan ve viskoz pektin tabakaları oluşuyor. CIP döngüsü sonrası bu yapışkan tabaka tam temizlenemiyor.

Sebepler ve İlişkiler

- Meyve suları, yüksek miktarda pektin ve şeker içerir. Bu maddeler ısı işlem sonrası ve (ya) kısa alkali yıkama sürelerinde yapışkan ve viskoz hâle gelip ekipman yüzeylerinde film tabakası oluşturur.
- Mekanik etkinin düşük olması veya sıcaklığın yetersizliği, pektin gibi polisakkaritlerin çözünmesini engeller.
- Enzimatik destek (pektinaz) olmadan yapılan CIP, pektinin tamamen temizlenmesini engellemiş olabilir.

Sonuçları

- Ürün geçişlerinde çapraz kontaminasyon ve mikroorganizma büyümesi için uygun ortam oluşumu görülür.
- Ürün kalitesinde tat ve renk kontaminasyonu gözlenir.
- CIP süreleri uzar, enerji tüketimi artar, proses verimi düşer.

Çözüm Önerisi

- CIP başlangıcında sıcak suyla ön durulama süresi artırılır (en az 10 dakika).
- Alkali CIP çözeltisi (%2 NaOH) sıcaklığı en az 75°C'ye yükseltip, CIP süresi minimum 30 dakikaya uzatılmalıdır.
- Haftalık veya düzenli aralıklarla pektinaz enzimi içeren özel kimyasallar ile en az 30 dakika CIP uygulanmalıdır.
- Mekanik etki, titreşimli veya slug-flow akışı gibi özel yöntemlerle artırılmalıdır.

Problem 3: Yoğurt Üretim Hatlarında Kireçlenme (Süt Taşı) ve Mineral Birikintiler

Durum Tespiti

Yoğurt üretim tesisinde boru hatları, eşanjör ve vana tarlasında sert ve beyaz mineral çökeltileri (özellikle süt taşı) tespit ediliyor. CIP sonrasında da bu kireçlenme tam olarak giderilemiyor.

Sebepler ve İlişkiler

- Ürün içeriğindeki kalsiyum, magnezyum ve fosfat iyonları, yüksek sıcaklıkta ve alkali ortamda yüzeylerde çöker.
- Yetersiz ya da düzensiz uygulanan asidik CIP adımları nedeniyle mineral çökeltileri oluşur.
- Kullanılan suyun yüksek sertlik derecesi mineral birikimini hızlandırır.

Sonuçları

- Ekipman yüzeylerinde mineral çökeltiler, ısı transferini azaltır ve temizlik etkinliğini düşürür.
- Mikroorganizmalar için koruyucu alanlar oluşturur ve kalite problemlerine yol açar.
- CIP kimyasalı ve enerji tüketimi artarak maliyetleri yükseltir.

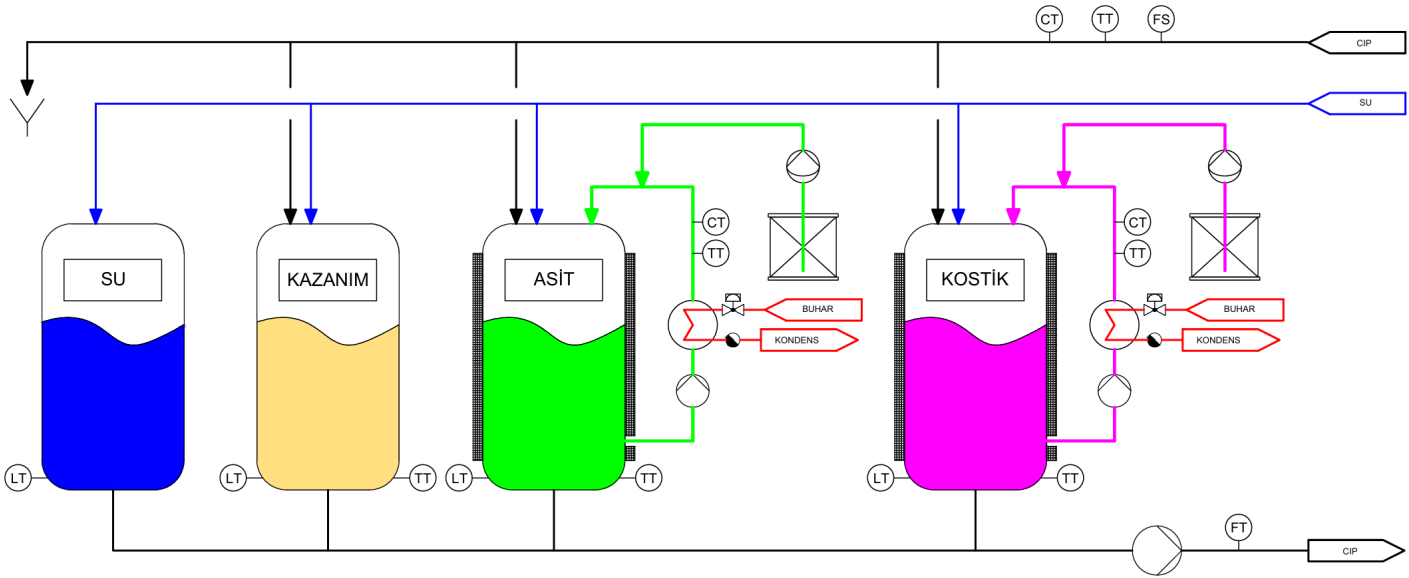
Çözüm Önerisi

- Haftalık CIP reçetesine düzenli asit yıkama (özellikle %0,5–1,0 nitrik asit, HNO_3) eklenir ve en az 10–20 dakika 55–65°C’de uygulanır. Çok kalın süt taşı oluşumu varsa asit yıkama daha uzun tutulmalı (20-30 dk), ardından alkali adım uygulanmalıdır.
- Asit yıkaması öncesinde sıcak su ile 5 dakika ön durulama yapılmalıdır.
- Sert su varsa CIP suyunun yumuşatılması veya RO suyu kullanımı önerilir.

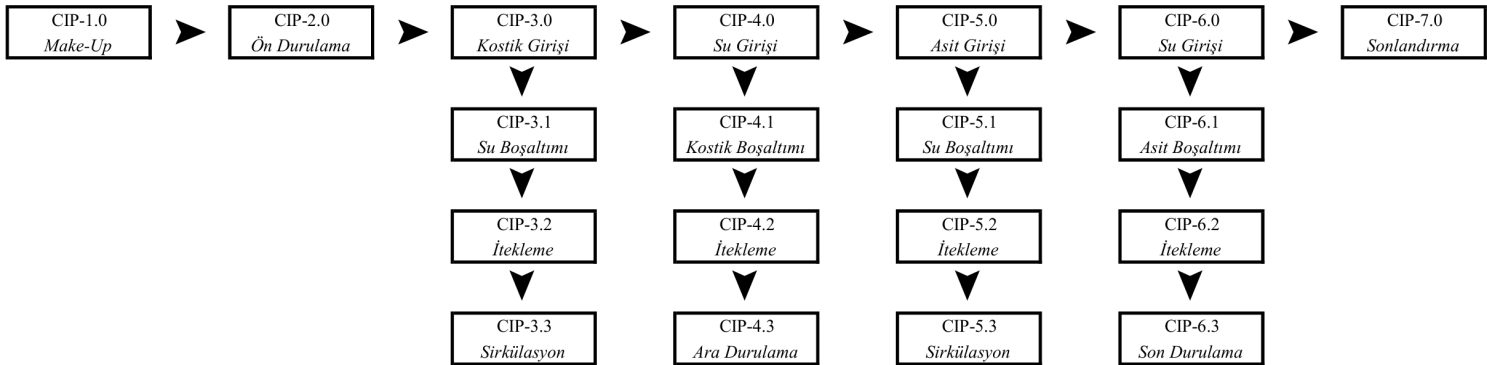
12. CIP Sistemi Çalışma Prensibi

CIP sisteminin etkinliği, **doğru sırayla ve kontrollü şekilde ilerleyen temizlik adımlarına** bağlıdır.

Bu bölümde, bir temizlik döngüsünün başlangıcından sonuna kadar gerçekleşen tüm süreçler, sıvı geçişleri, kontrol parametreleri ve sistem davranışlarıyla birlikte adım adım ele alınacaktır. Amaç; temizlik işleminin nasıl organize edildiğini, hangi değişkenlerin yönetildiğini ve sistemin hangi mantıkla çalıştığını detaylı biçimde ortaya koymaktır.



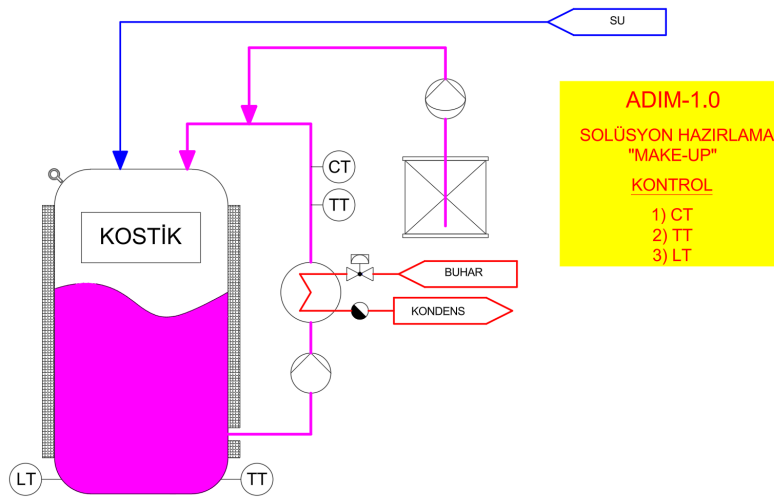
Temel bir CIP sistemi işe işlem adımları aşağıda paylaşılmıştır.



CIP Adım 1.0 – Make-Up

CIP işleminin ilk adımı olan **“Make-Up”** aşaması, temizlik solüsyonunun belirlenen konsantrasyonda ve sıcaklıkta hazırlanmasıyla başlar.

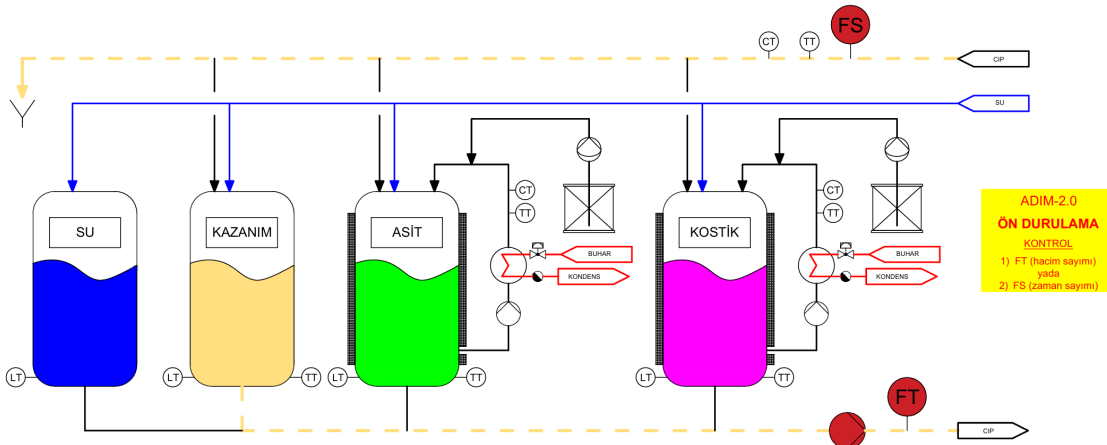
Bu adım, tüm sürecin temelini oluşturur; çünkü kullanılacak kimyasalın etkinliği ve sistemin genel temizlik başarısı, burada yapılan doğru hazırlığa bağlıdır.



CIP Adım 2.0 – Ön Durulama

Temizlik döngüsünde kimyasal uygulamadan önce gelen **Ön Durulama** aşaması, hatta ve ekipman yüzeylerinde kalan ürün kalıntıları uzaklaştırmak için kritik bir adımdır.

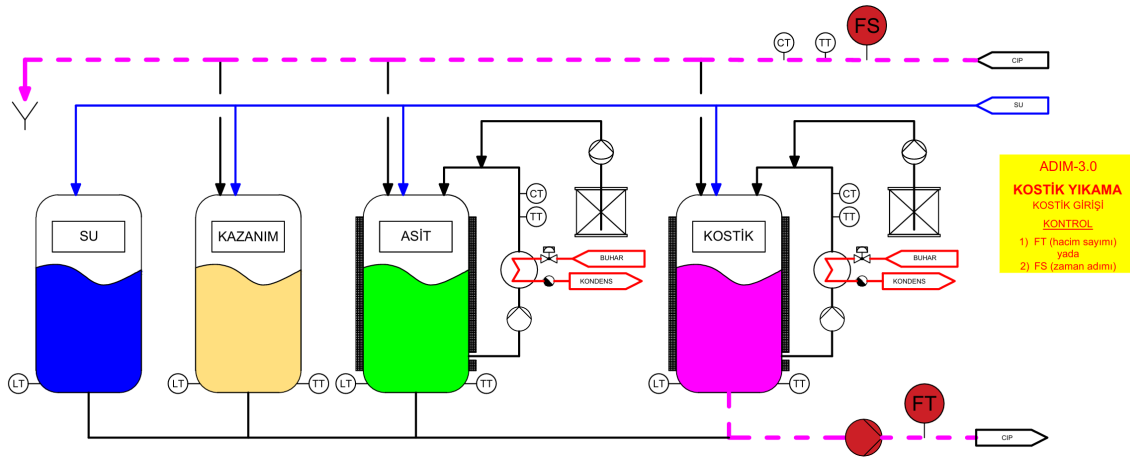
Bu adımda kullanılan su, sistemin hem fiziksel yükünü azaltır hem de sonraki kimyasal yıkamanın etkinliğini artırarak kimyasal tüketimini optimize eder.



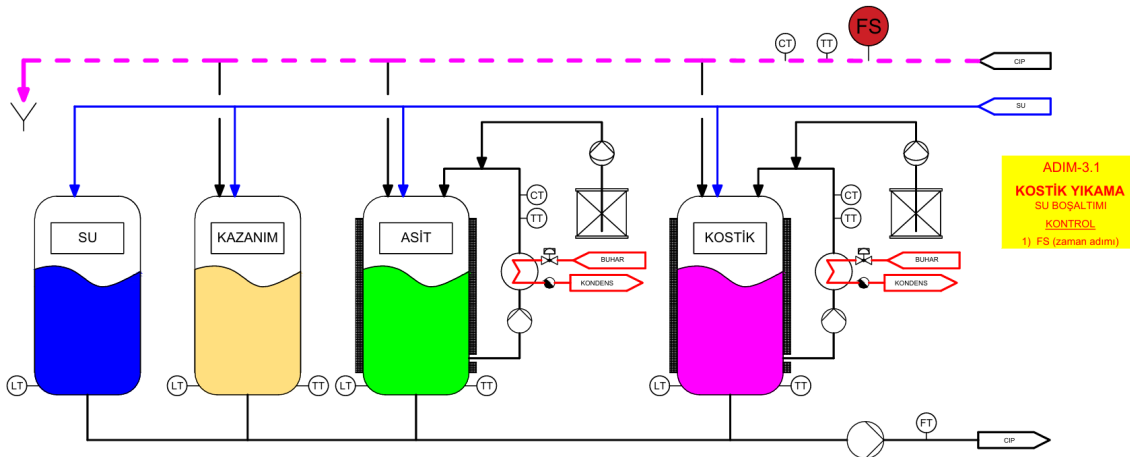
CIP Adım 3.0 – Alkali Yıkama

Ön durulama ile sistemdeki kaba kirlilik uzaklaştırıldıktan sonra, temizlik döngüsünün en güçlü adımlarından biri olan **Alkali Yıkama** aşamasına geçilir.

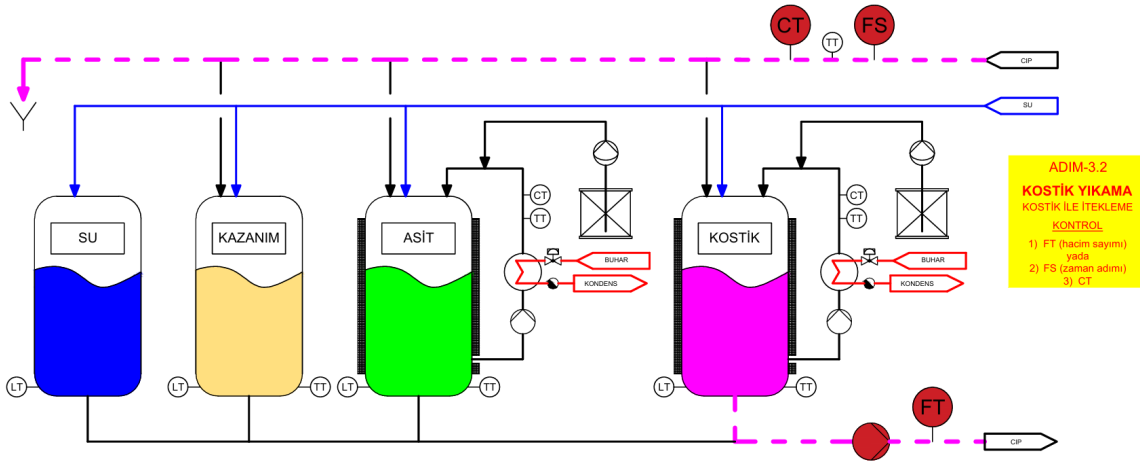
Bu adımda kullanılan alkali çözelti, özellikle yağ, protein ve organik kirlerin çözünmesini ve sistemden uzaklaştırılmasını sağlar. Temizlik etkinliğinin yüksek olması için sıcaklık, konsantrasyon ve temas süresi gibi parametrelerin dikkatle kontrol edilmesi büyük önem taşır.



Alkali Yıkama başlamadan önce, hatta kalan ön durulama suyunun sistemden uzaklaştırılması gerekir.

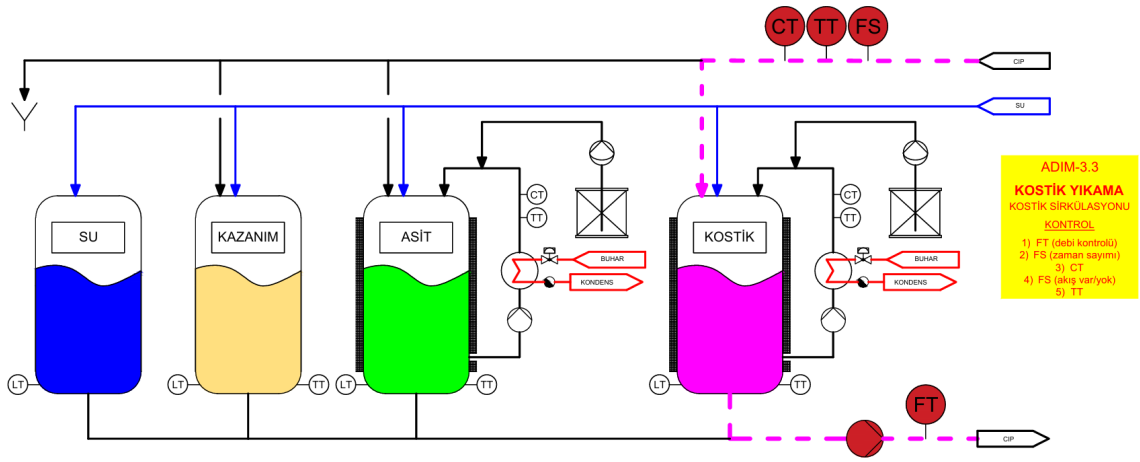


Bu işlem, alkali çözeltisinin hatta gönderilmesiyle gerçekleştirilir. Alkali, hattın girişinden itibaren ilerleyerek içerideki suyu adım adım iter ve bu sıvı ya geri kazanım tankına yönlendirilir ya da sistemin kontrol stratejisine göre deşarj edilir.



Böylece hat tamamen alkali solüsyonla dolar ve temizlik için ideal koşullar sağlanmış olur. Bu geçiş sırasında iletkenlik, sıcaklık veya hacim takibi gibi parametrelerle geçiş netliği izlenir.

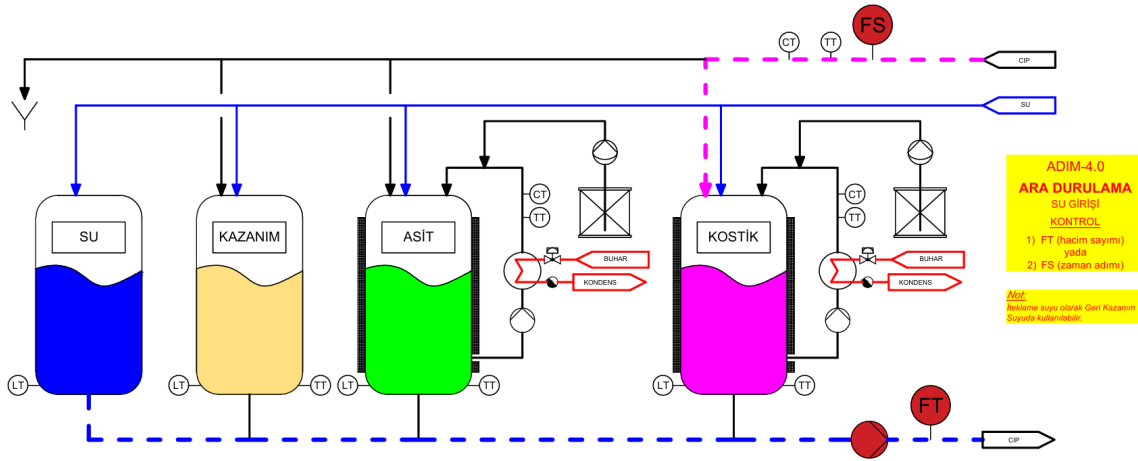
Hat alkali çözeltisi ile dolduktan sonra, alkali solüsyon belirli bir debi ve sıcaklıkta sisteme sirküle edilir. Bu sirkülasyon sayesinde temizlik kimyasalı tüm yüzeylerle temas eder, organik kirleri çözer ve sistemden uzaklaştırır. Temizlik etkinliği; süre, sıcaklık ve kimyasal konsantrasyonla doğrudan ilişkilidir.



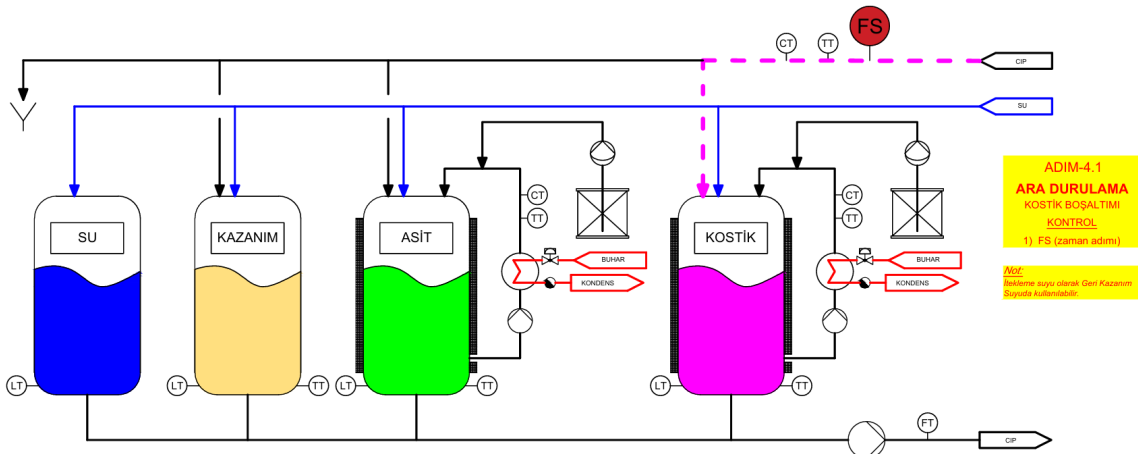
CIP Adım 4.0 – Ara Durulama

Alkali yıkamanın ardından gelen **Ara Durulama** adımı, sistemde kalan alkali kimyasalın temizlenmesi ve bir sonraki temizlik aşaması için uygun bir ortam oluşturulması açısından hayati öneme sahiptir.

Bu adım, hem kimyasalların birbirine karışmasını önler hem de sonraki aşamaların etkinliğini artırır. Doğru yapılmayan bir ara durulama, hem temizlik performansını düşürür hem de sistemde kimyasal reaksiyon risklerini artırabilir. Bu nedenle geçiş netliği, iletkenlik gibi parametrelerle hassas şekilde izlenmelidir.

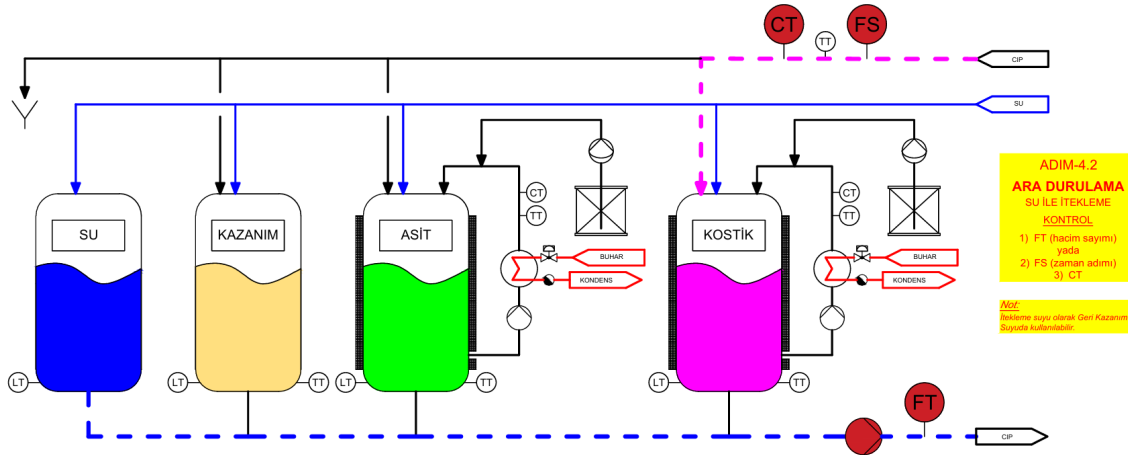


Alkali yıkama tamamlandıktan sonra, hatta kalan alkali solüsyonun bir sonraki durulama suyuyla karışmaması için sistemin içine taze su verilir. Bu su, hattaki alkali sıvıyı iterek geri kazanım tankına veya kontrollü bir şekilde deşarja yönlendirir. Bu adımda iletkenlik takibiyle geçiş net olarak izlenir.

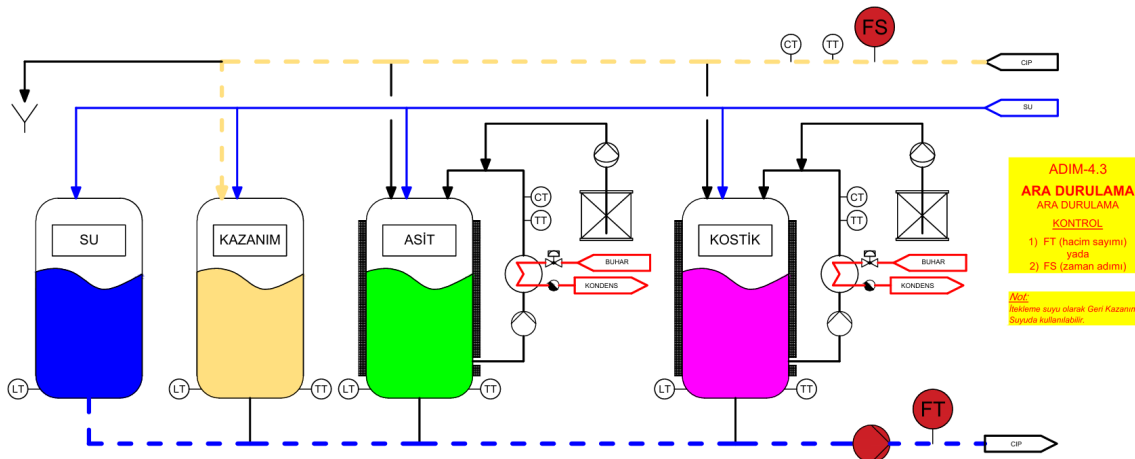


İtekleme tamamlandıktan sonra hat içerisine belirli bir süre boyunca sadece taze su gönderilerek durulama yapılır.

Bu adım, sistemde kalan kimyasal kalıntıları seyrelterek uzaklaştırır ve asit yıkamaya geçiş için nötr bir ortam hazırlar. Suyun iletkenliği istenilen seviyeye ulaşana kadar işlem devam eder.



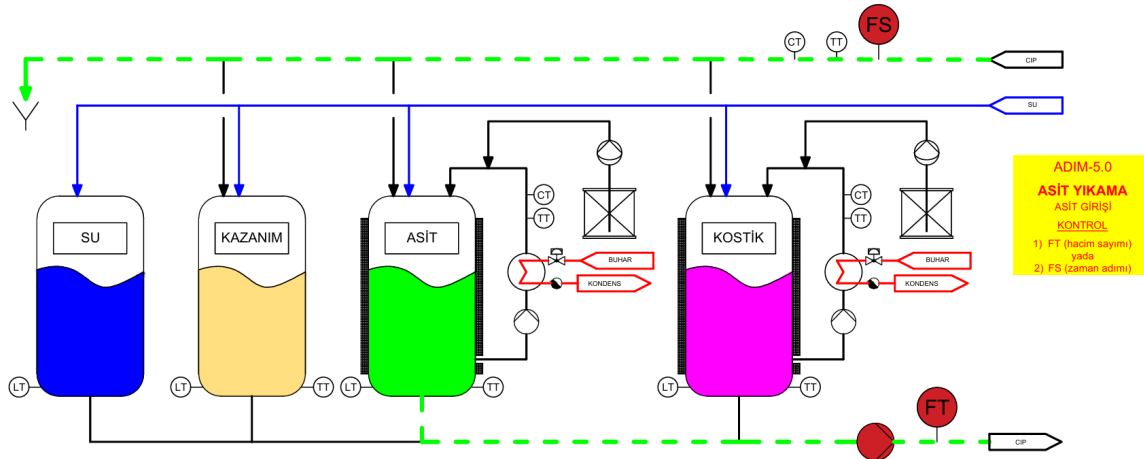
Durulama sonunda çıkan suyun karakteristiğine göre, bu sıvı geri kazanım tankına alınarak sonraki temizlik döngülerinde yeniden kullanılabilir. Böylece su ve kimyasal tüketimi optimize edilir, sistem sürdürülebilir bir temizlik stratejisiyle çalışır.



CIP Adım 5.0 – Asit Yıkama

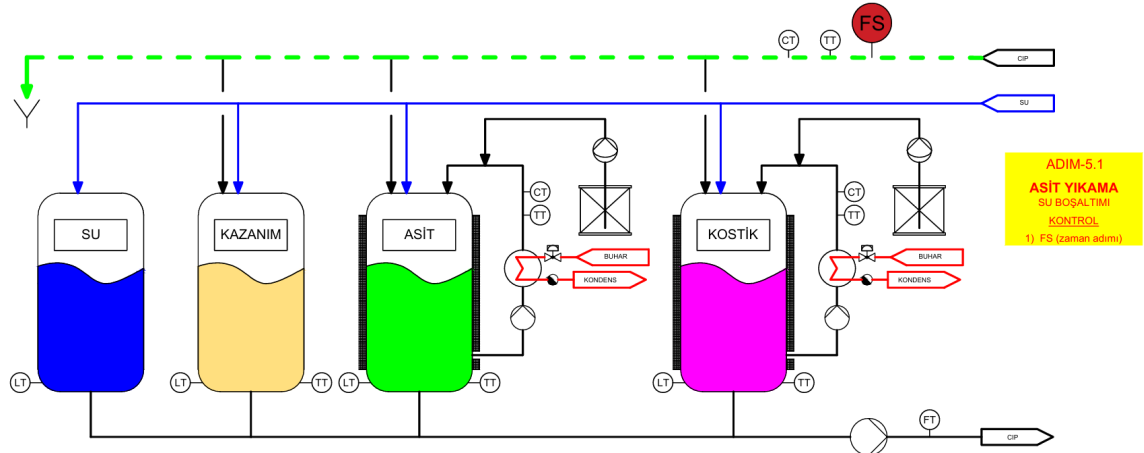
Alkali yıkama sonrası Ara Durulamayla sistem nötr hale getirildikten sonra, CIP döngüsünün bir diğer temel adımı olan **Asit Yıkamaya** geçilir.

Bu aşama, özellikle inorganik kalıntıların (kireç, taşlaşmış tuzlar, metal oksitler vb.) çözündürülmesi ve sistemin kimyasal pH dengesinin sağlanması amacıyla uygulanır. Asidik temizlik, hattın yapısına ve kir tipine göre seçilen uygun asit solüsyonu ile gerçekleştirilir. İşlemin etkinliği, asidin temas süresi, sıcaklığı ve konsantrasyonuyla doğrudan ilişkilidir. Bu adımda da sıvı geçişleri ve kalıntı yönetimi dikkatle kontrol edilir.



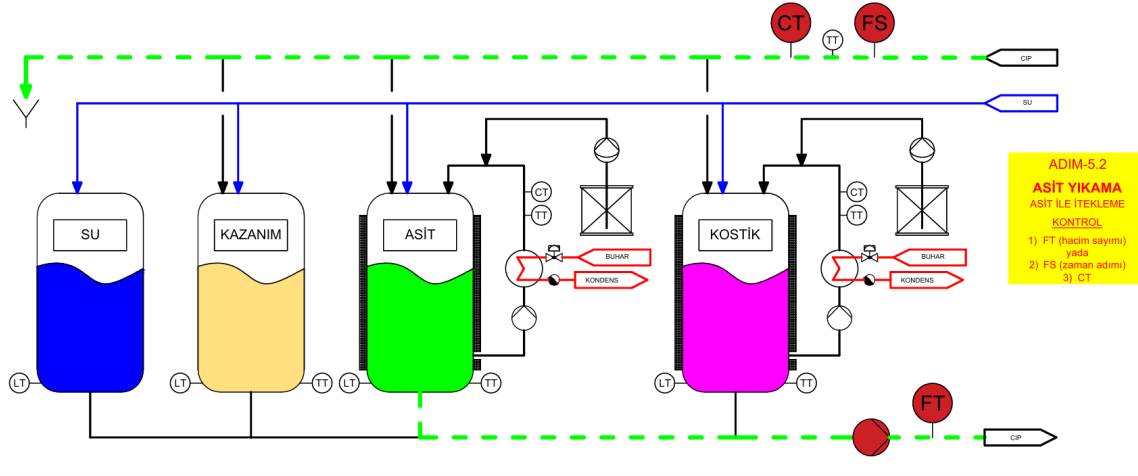
Ara durulama tamamlandıktan sonra, sistem girişinden asidik solüsyon verilmeye başlanır. Bu sırada hattın tamamen suyla dolu olduğu varsayılır ve asidin girişine paralel olarak suyun sistemden itilmesi sağlanır.

Asit girişiyle birlikte hattaki durulama suyu çıkıştan alınarak ya doğrudan deşarj edilir ya da kalitesine göre geri kazanım tankına yönlendirilir. Bu işlem, asidin seyrelmesini önlemek ve geçişin netliğini sağlamak için önemlidir.



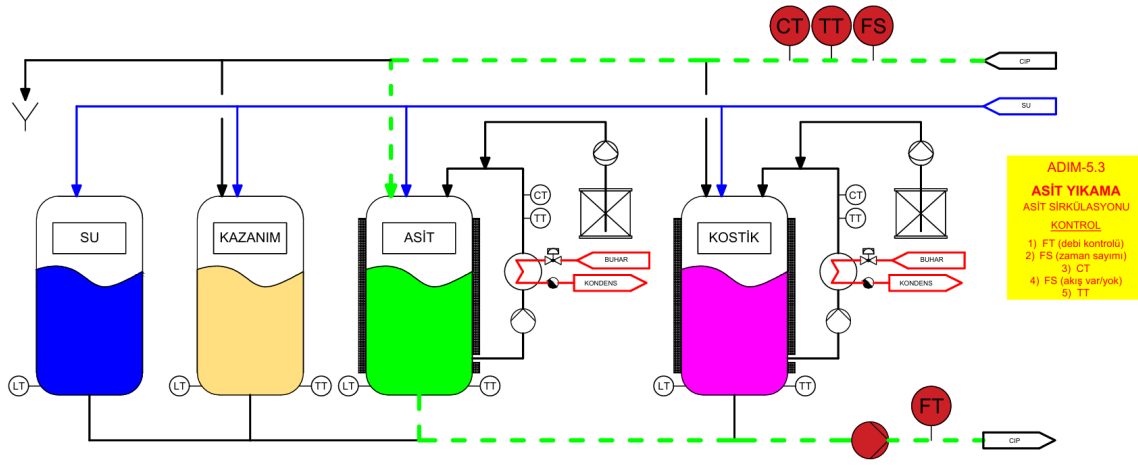
Hattaki suyun tamamen boşaltılması her zaman mümkün olmayabilir. Bu nedenle sistemde kalan durulama suyunun, giren asit solüsyonu ile iteklenerek sistem dışına taşınması sağlanır.

Bu geçiş süreci, iletkenlik ve pH gibi parametrelerle izlenerek asidin hatta hâkim olduğu nokta belirlenir.



Hat tamamen asitle dolduktan sonra, belirlenen süre boyunca asidik solüsyon sistemde sirküle edilir.

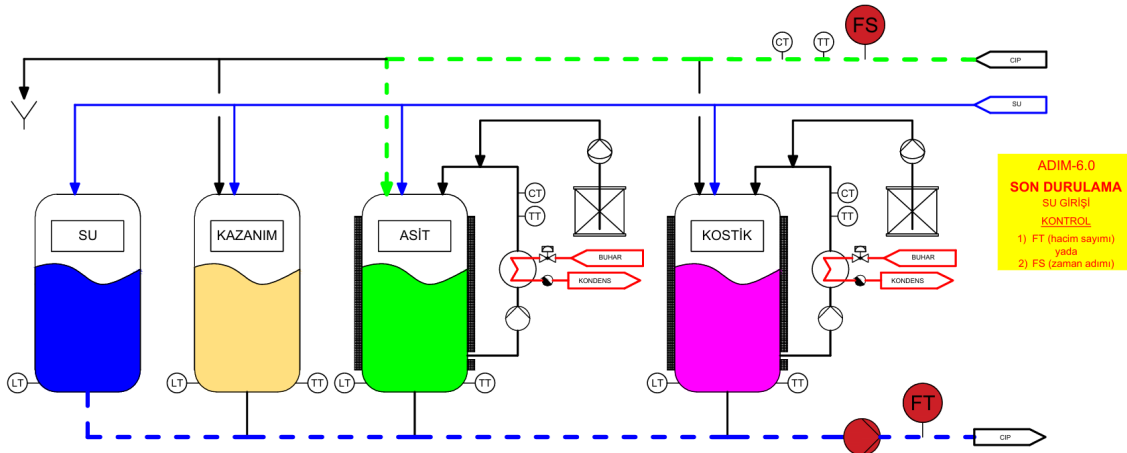
Bu işlem, boru hatları, vanalar, ısı eşanjörleri gibi ekipman yüzeylerinde birikmiş inorganik tortuların çözülmesini sağlar. Etkin temizlik için sıcaklık, debi ve süre parametreleri dikkatle izlenir.



CIP Adım 6.0 – Son Durulama

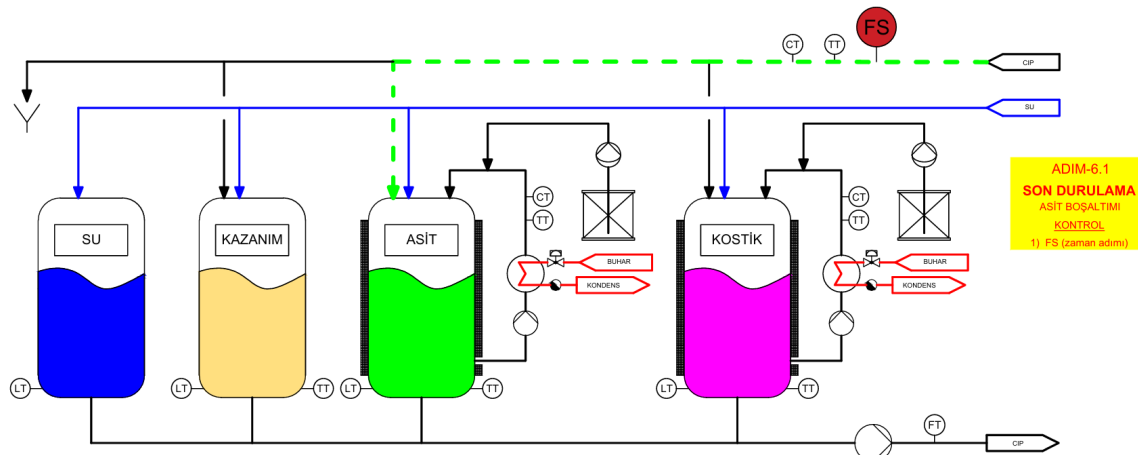
CIP döngüsünün son aşaması olan **Son Durulama**, sistemde kalan asidik solüsyonun tamamen uzaklaştırılması ve hattın yeniden ürün geçişine hazır hale getirilmesi amacıyla uygulanır.

Bu adım, temizlik sonrası kimyasal kalıntı riskini ortadan kaldırarak hem ürün güvenliğini hem de hijyenik standardı garanti altına alır. Aynı zamanda sonraki üretim partisiyle temas edecek ilk sıvı olması nedeniyle kullanılan suyun kalitesi büyük önem taşır. Sürecin sonunda, sistemin tamamen suyla dolu, nötr ve temiz olduğundan emin olunur.

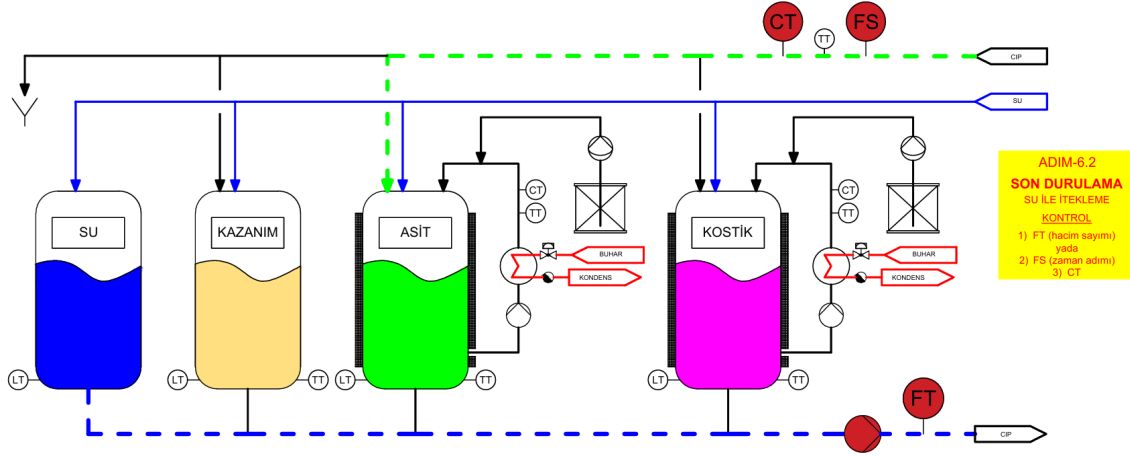


Son durulama suyu verilmeye başlandığında ilk hedef, hatta kalan asit solüsyonunun uzaklaştırılmasıdır.

Bu süreçte çıkış hattından alınan numunelerde iletkenlik ölçülerek asidin sistemden çıkışı izlenir. İletkenlik değeri düşmeye başladığında, suyun asit üzerinde baskın hale geldiği anlaşılır.

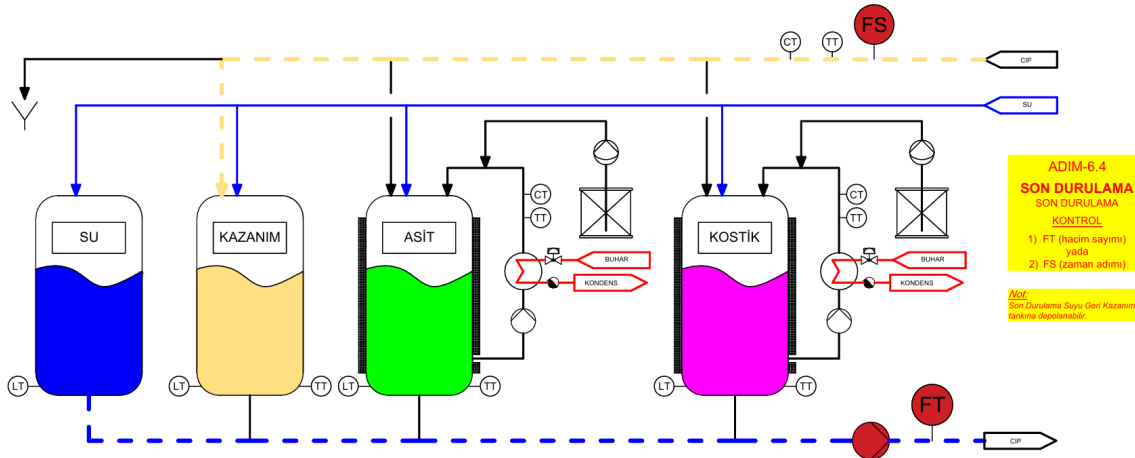


İlk durulama suyunun iletkenliği hâlâ yüksek olduğu için bu su genellikle geri kazanım tankına yönlendirilmez. Bu noktada çıkan sıvı, sistem tasarımına göre ya atık hattına verilir ya da sınırlı bir hacimde toplanarak ayrı değerlendirilir.



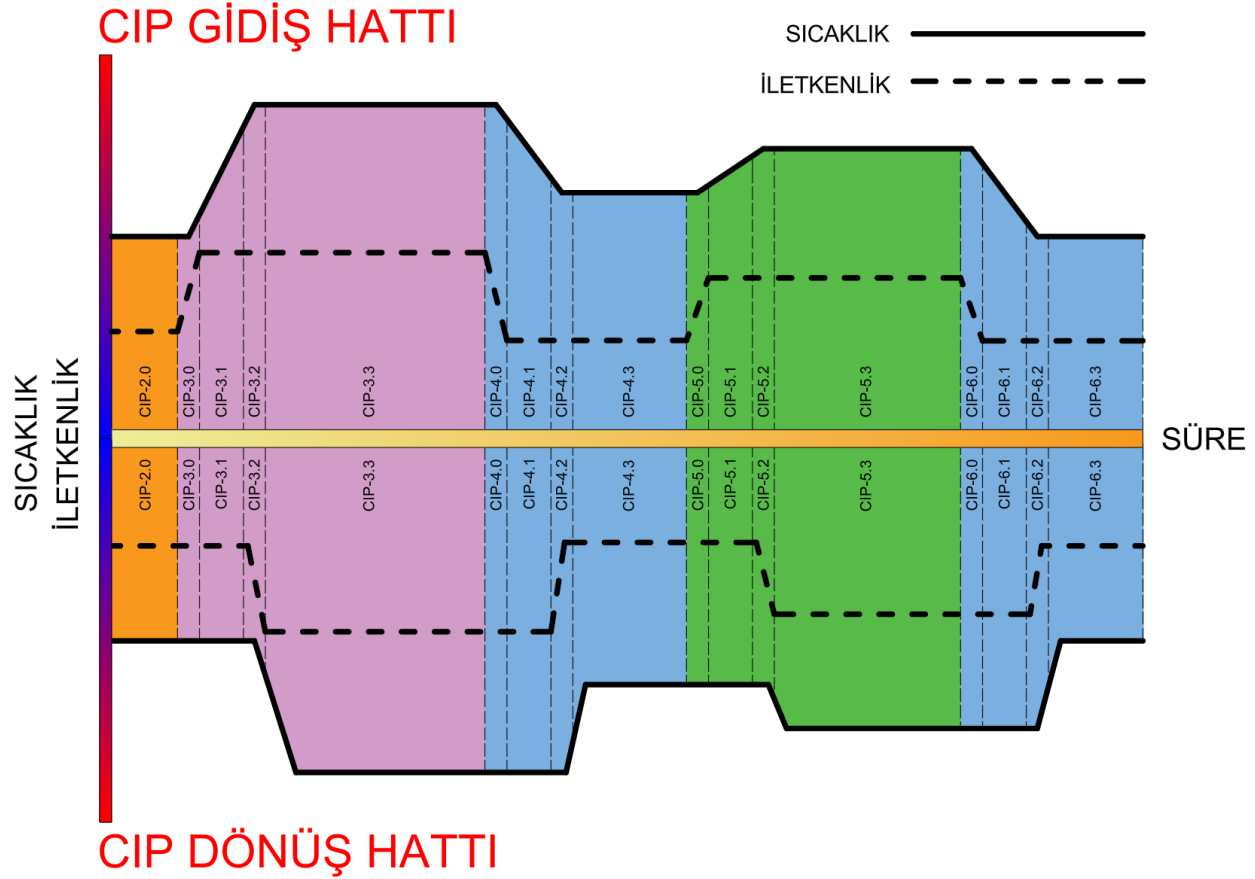
İletkenlik değeri stabil düşük seviyeye ulaştığında, artık sistemde sadece temiz su sirküle edilmektedir. Bu aşamada hattın tamamen asitten arındığından emin olmak için belirli bir süre daha durulama devam ettirilir. Kullanılan su genellikle içilebilir nitelikte, mikrobiyolojik açıdan güvenli ve nötr pH'ta olur.

Durulamanın sonuna yaklaşıldığında, çıkıştaki suyun iletkenliği ürünle temas edebilecek düzeydeyse, bu su geri kazanım tankına alınabilir. Ancak durulama döngüsü tamamlandığında kalan su, sistemin bir sonraki üretime hazırlanması için kontrollü bir şekilde boşaltılır. Böylece CIP süreci hijyenik, kimyasal kalıntısız ve güvenli biçimde sona erdirilmiş olur.



CIP Döngüsü

Bir CIP döngüsü boyunca işlem adımlarına bağlı olarak CIP solüsyonun sıcaklık ve iletkenlik grafiği aşağıda paylaşılmıştır.



Bir CIP döngüsü boyunca işlem adımlarına bağlı olarak CIP pompalarının ve vanalarının açık ve kapalı durumları aşağıda paylaşılmıştır.

	Ön Durulama	Kostik Yıkama				Ara Durulama				Asit Yıkama				Son Durulama			
CIP Adımı	CIP-2.0	CIP-3.0	CIP-3.1	CIP-3.2	CIP-3.3	CIP-4.0	CIP-4.1	CIP-4.2	CIP-4.3	CIP-5.0	CIP-5.1	CIP-5.2	CIP-5.3	CIP-6.0	CIP-6.1	CIP-6.2	CIP-6.3
Süre (saniye)	300	30	60	30	1800	30	60	30	300	30	60	30	900	30	60	30	600
CIP Basma Pompası																	
CIP Dönüş Pompası																	
Su Besleme Vanası																	
Kostik Dozaj Vanası																	
Asit Dozaj Vanası																	
Drain Vanası																	

Her proses bir hikâyedir. Her temiz hat, o hikâyenin görünmeyen satır arasındır.

Bu teknik kitapla, yalnızca CIP sistemlerinin teknik detaylarını değil, aynı zamanda mühendislik yaklaşımımızı da sizlerle paylaşmayı hedefledik. Çünkü temizlik, bizim için yalnızca bir görev değil; güvenin, sürekliliğin ve geleceğin bir taahhüdüdür.

Dolka olarak, üretim hatlarının kalbinde yer alan temizlik sistemlerini; verimlilik, hijyen ve sürdürülebilirlik prensipleriyle şekillendiriyoruz. Sadece bugünün değil, yarının ihtiyaçlarını da öngörerek, esnek ve yenilikçi çözümler sunuyoruz.

"Sizler için tasarlıyor, sizinle birlikte geliyoruz."

Mühendislik tecrübesiyle, gıda endüstrisinin farklı alanlarında binlerce metrelik boru hattına, onlarca prosese ve yüzlerce detaya dokunduk. Ve her birinde aynı ilkeyle ilerledik: **Fikirlerin şekillendiği yer** olmak.

Bu kitabı okuyan her mühendise, her operatöre, her karar vericiye **teşekkür ederiz**.

Hijyenik tasarım ve CIP sistemleri konusunda daha fazla bilgi ya da destek için her zaman bizimle iletişime geçebilirsiniz.