



**Bu bir MMO  
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **HİJYENİK TASARIM İLE GIDA ÜRETİM TESİSLERİNDEKİ CIP UYGULAMALARINDA POTANSİYEL TASARRUF İMKÂN LARI**

**KNUTH LORENZEN**  
EHEDG



# HİJYENİK TASARIM İLE GIDA ÜRETİM TESİSLERİNDEKİ CIP UYGULAMALARINDA POTANSİYEL TASARRUF İMKÂN LARI

Knuth LORENZEN

## ÖZET

Bu çalışmada EHEDG kriterleri ve Andreas Dorner'in (TU Munich) tezi temel alınarak, hijyenik tasarım ile gıda üretim tesislerindeki CIP uygulamalarındaki tasarruf potansiyellerinin analizi yapılmıştır. Bu kapsamda en güncel hijyenik tasarım cihazlar ile hijyenik olarak güvenli olmayan bileşenler içeren T bağlantı benzeri uygulamaların ekonomik karşılaştırılması yapılmıştır.

Gıda üretimi yapan firmalara seçim aşamasında yol gösterebilmek için, kolay temizlenebilirlik ve etkinlik açısından uygun bileşenlerin, tanımlı CIP programları kapsamında farklı vana ve sensör bağlantılarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu araştırmanın gerçekleştirilmesi sırasında kirlilik ve CIP için parametreler sabit tutulmuş, temizlenebilirlik açısından tasarımın etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. İstenmeyen mikrobiyal gelişimin azaltılabilmesi için etkin bir CIP işleminin yürütülmesi gerekir. Bunun sağlanabilmesi için CIP işlemi sonrasında mikroorganizmaların tamamen temizlendiği hijyenik olarak tasarlanmış tesisat bileşenlerine ihtiyaç bulunur. Yapılan araştırmalar sonucunda İyi Üretim Uygulamaları (GMP, "Good Manufacturing Practice") tazminatlarının %20'sinin hijyenik olmayan tasarımlardan kaynaklandığı saptanmıştır.

Gıda güvenliği açısından temizlik işlemi elzemdir. Diğer taraftan tüm üretim işlemi içinde toplam su tüketiminin ve su şartlandırma maliyetinin %70'ini oluşturduğu için ayrı bir öneme de sahiptir. Bundan dolayı maliyetlerin düşürülebilmesi açısından hijyenik tasarım bir çok fırsat sunar. Buna rağmen ilk yatırım masrafının yüksekliği nedeni ile gıda işletmecileri hijyenik tasarım yatırımı yapmaktan kaçınmaktadırlar. Ancak tüm ömür boyunca maliyet dikkate alındığında hijyenik tasarım yatırımları doğru bir tercih olmaktadır.

Hijyenik tasarım ile potansiyel tasarruflar 1) Daha kısa temizlik süresi, 2) Üretime ayrılan zamanın artması, 3) Temizlik sırasında kullanılan kimyasal kullanımın azalması, 4) Güç, buhar ve yakıt tüketiminin azalması, 5) Su tüketimi ve şartlandırma maliyetinin azalması olarak sıralanabilir. CIP sıvılarının ısı ve kütle transferinin etkinliğinin artırılması sonucu hijyenik tasarım çözümler temizlik ve sterilizasyon işlemlerini eş zamanlı olarak iyileştirir.

Optimum CIP işlemi için tesisatın mümkün olan en kısa zamanda temiz ve uygun hijyenik koşula getirilmesi gerekir. 2003 yılında Technical University Munich bünyesinde yapılan çalışmada altı farklı süt işleme tesisinin temizlik malzemesi ve kimyasalları, güç tüketimi, atık su ve buhar maliyetleri karşılaştırması yapılmıştır. Hijyenik tasarım olan ve olmayan tasarımdaki cihazların CIP maliyeti analiz edilmiştir. Bu çalışmada hijyenik tasarım yatırımının, daha hızlı işleme, tesis kapasitesinin artması ve tesis ömrünün uzaması sonucu proses bileşenine bağlı olarak 1-7 gün içinde kendisini geri ödediği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hijyenik tasarım, Maliyet tasarrufu, Temizlenebilirlik, Temizlik işlemi, CIP, Üretim işlemi, Kısa temizlik süresi, Hijyenik tasarım tesisat, Hijyenik olmayan tasarım.

## ABSTRACT

This presentation is an analysis of potential savings in CIP of food production plants through HD for the food industry based on a thesis of Andreas Dorner (TU Munich) and EHEDG Criteria by comparing the latest state-of-the-art HD versus T-piece designs that use hygienically unsafe components.

Different valves and sensor connections are compared by defined CIP programs to guide the food processor in selecting suitable components in view of efficiency and easy cleanability. In this investigation, the parameter for soiling and CIP was kept on a constant level to reveal information about the effect of a design in respect to its cleanability. Efficient CIP is essential for reducing the risk of undesired microbial growth and can be only achieved by hygienically designed components which are free of germs after CIP. It was found that non-hygienic designs are responsible for up to 20% of GMP claims.

The cleaning process is essential for food safety and is often a critical issue for the whole production process by accounting to up to 70 % of the total water consumption and water treatment cost. Thus, HD offers considerable opportunities for cost savings. Some food processors still avoid investing into HD due to higher primary costs, while disregarding the total life cycle costs.

Possible savings in operating costs through HD are 1) a shorter cleaning time 2) by simultaneously increasing the production time, 3) a reduced quantity of chemicals and additives, 4) reduced consumption of power, steam and fuel 5) as well as reduced water and water treatment costs. HD improves cleaning and sterilization processes by improvements in the mass and heat transfer from the CIP-liquids.

For an optimum CIP process it is important that the installation is clean and in good hygienic condition in the shortest possible time. A comparison of 6 dairies (through TU Munich, in the year 2003), gave evidence of the CIP costs like cleaning materials, chemicals, power consumption, waste water and steam. Total CIP costs in relation to HD based and non-HD based equipment were analyzed. The thesis demonstrated that the payback of the investment for HD was achieved in one to seven days only depending on the process component plus the additional advantages of faster processing, increased plant capacity and an extended plant lifetime.

**Key Words:** Hygienic design, Cost savings, Cleanability, Cleaning process, CIP, Production process, Shorter cleaning time, HD installation, Non-hygienic design.

## 1. GİRİŞ

Dünya'da gıda sanayiinde az işlenmiş gıdalara doğru bir yönelim vardır. Ancak bu gereksinim gıdaların raf ömürlerinin süresini azaltmaktadır. Gıda güvenlik açısından tehlikeye atılmakta, tüketici sağlığı riskli duruma sokulabilmektedir. Söz konusu istemlerin mümkün olduğunca sağlanması; mikrobiyal, kimyasal ve fiziksel tehlikeler olmaksızın gıdanın üretilmesi amacı için günümüzde iyi bir hijyenik tasarım ve mühendislik kriterlerine her zamankinden daha fazla önem vermeye başlanmıştır. İyi bir hijyenik tasarım ile işlenen ürünün hat/cihaz içinde birikmesinin, biriken ürünün zaman içinde bozulmasının ve bulaşmasının önüne geçilir. Temizlik süresinin kısaltılıp, bu sürenin üretim süresine eklenmesi sağlanır. Bundan dolayı tasarımı iyi yapılmamış bir cihaz ilk yatırım aşamasında daha ucuz iken, hijyenik tasarım kriterlerine uyan pahalı olanı tüm ömrü boyunca çok daha ekonomik hale gelebilir [1, 2].

Bu çalışmada Technical University Munich bünyesinde gerçekleştirilen bir çalışma ve EHEDG kriterleri temel alınarak altı süt işleme tesisinin temizlik malzemesi ve kimyasalları, güç tüketimi, atık su ve buhar maliyetleri karşılaştırması yapılmıştır. Hijyenik tasarım olan ve olmayan tasarımdaki cihazların CIP maliyeti analiz edilmiştir. Farklı bakış açısı ile konunun değerlendirilmesi ekonomik kazanımları beraberinde getirmektedir [3, 4].



## 2. TEMİZLİK VE SANİTASYON

Temizlik ve dezenfeksiyon işlemi bir arada yapıldığında sanitasyon olarak adlandırılır. Tüm yüzeylerden gıda kalıntısı, mikroorganizma, alerjenler, yabancı maddeler, temizlik maddeleri gibi tüm istenmeyen maddelerin uzaklaştırılması işlemidir. Bu işlemin ürünün kalite ve güvenliğinde minimum risk oluşturacak seviyeye kadar ekonomik bir şekilde yapılması gerekir. Sanitasyon programının ana adımları aşağıda sıralanmıştır [1, 5, 6, 7]:

- a) Hazırlık: Gereksiz alet, teçhizat ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Makinalar kapatılmalıdır. Makinalar, elektrik bağlantıları ve diğer hassas ekipmanlara su, kimyasal madde girmemesi için tedbir alınmalıdır.
- b) Kaba temizlik: Kolaylıkla yüzeylerden alınabilen, ayrılabilen parçacıklar bir şekilde yüzeylerden uzaklaştırılmalıdır.
- c) Islatma: Bir önceki adımda alınamayan, yüzeylerde gevşek olarak tutunan parçacıkları uzaklaştırmak ve kabarması gereken parçacıklar için yüzey düşük basınçlı soğuk su ile ıslatılmalıdır. Yağlı birikintiler için sıcak su (yaklaşık 60°C sıcaklığında) kullanılabilir. Ancak çok yüksek sıcaklık proteinleri topaklaştırabilir.
- d) Temizleme: Temizleme işlemi dört işlemin kombinasyonudur: mekanik ya da kinetik enerji (fiziksel ya da akışkan sürtünmesi ile), kimyasal enerji (temizleme kimyasalları), sıcaklık veya ısı enerjisi ile temizlik süresi. Tümünü için tanımlı gereksinimler sınırları içinde uygulanmalıdır.
- e) Ara durulama: Temizlik işlemi ile yüzeyden ayrılan parçacıklar ve kimyasal kalıntıların temizlenmesi düşük basınçtaki soğuk su ile yapılır.
- f) Dezenfeksiyon: Ortamda bulunan mikroorganizmaların kayda değer bir risk oluşturmayacak seviyeye kadar indirilmeleri gerekir. Bazı durumlarda az kirlenme söz konusu ise temizlik ve dezenfeksiyon işlemini bir arada yerine getiren kimyasallar da kullanılabilir. Sıcaklık yükseltilmesi yüzeye etkisi, korozif olmaması, mikrobiyal seçiciliği olmaması, süre-sıcaklık ile ölçülebilmesi, kalıntı bırakmaması nedeni ile en uygun dezenfektandır. Ancak açık yüzeylerde, kapalı yüzeyler kadar etkili değildir. Bu amaçla ticari olarak mevcut, tanımlanmış kimyasallar kullanılmalıdır.
- g) Son durulama: Dezenfeksiyon kalıntıları düşük basınçlı soğuk su ile uzaklaştırılır.

Üretim vardiyaları arasında yer alan zaman boşluklarda ortamın temizliği korunmalıdır. Ortamda çalışan bulunmuyorsa, ek tedbir olarak ozon, hidrojen peroksit ve ultraviyole ışık kullanılabilir. Günlük temizliğe ek olarak haftada bir periyodik derin temizlik yapılabilir. Tüm bunlara ek olarak temizlik cihazının temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi gerekir.

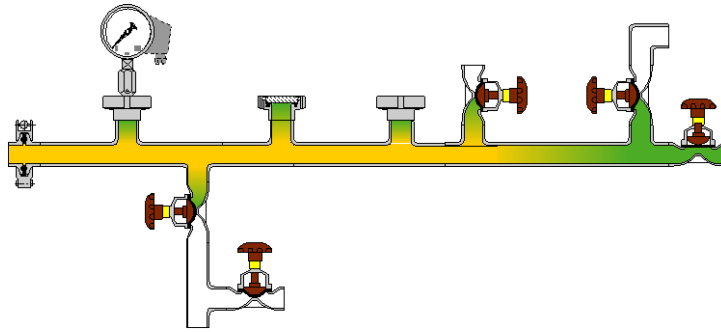
## 3. CIP

CIP "Cleaning-In-Place" İngilizce kelimelerinin baş harfleri ile oluşturulan yerinde temizlik anlamında kullanılan bir kelimedir. İşletmede bulunan üretim ile ilgili cihazların, boru tesisatı ve ilişkili teçhizatın sökülmeden, personel ihtiyacının olmadığı ya da çok az olduğu bir şekilde temizlenmesi yapılır. Burada ana felsefe CIP temizliğinin yapılacağı proses ve CIP teçhizatının hijyenik olarak tasarlanmasıdır. Bu söz konusu değilse temizlik işlemi geçerli olarak kabul edilmez. Bunun için hammadde, ısı işlem görmüş ürün, CIP sıvısı ve su için ayrı ayrı tesisatlar yapılmalıdır. Temizlik ile ilgili genel kavramlar açık sistemler ile hemen hemen aynıdır. Ancak dört temizlik faktörünün bağlı girdileri farklılaşabilir. Mekanik ya da kinetik enerji genelde kısıtlı olup, borularda temizlik çözeltilerinin türbülent akışı; kapalı hacimlerde ya düşen film ya da spray şeklinde püskürtme ile sağlanır. Temizlenecek sistem kapalı olduğu için, temizlik çözeltilerinin konsantrasyonu ve dolaşım sıcaklıkları açık temizliğe göre daha yüksek tercih edilir. Kostik deterjanlar (sodyumhidroksit vb.) kullanıldığında kullanım konsantrasyonu %0.3-2.0 ve sirkülasyon 70°C'nin üzerindedir. Asidik deterjanlar (fosforikasit ya da nitrikasit vb.) kullanıldığında konsantrasyon %0.2-1.0, sıcaklık 50-60°C olarak tercih edilir. Sıcak su ile ısı dezenfeksiyon 70-80°C'de 15 dakikada yapılır [1, 7].

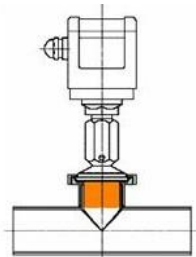
CIP içinde temizlik mekanizması iki başlık altında inceleyebilir: boru hattının (veya temizlik çözeltileri ile tam bir temasta olan diğer cihazlar) ve kapalı hacimlerin temizlenmesi. Boru hattının temizlenmesi sırasında tüm hat boyunca temizlik akışkanlarının hızı 1.5 m/s civarında tutulur. Kapalı hacimlerin temizlenmesi sırasında düşen film ya da sprey şeklinde temizlik akışkanlarının tüm yüzeylerden geçmesi sağlanır. Kapalı hacmin çevresi boyunca 1.5-3 bar basıncında, dakikada 30-50 l/m sürekli bir sıvı filminin oluşturulması ile tank cidarları temizlenir. Yerçekimi etkisi ek bir mekanik destek sağlar. Su tüketimini düşürmek için düşük basınçlı dönen sprey kafaları kullanılabilir. Yüksek basınçlı dönen püskürtme kullanılarak tank cidarlarının iki eksende hareketli bir şekilde cidarların daha hızlı bir şekilde temizlenmesi sağlanabilir [1].

#### 4. HİJYENİK OLMAYAN VE HİJYENİK TASARIMLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Kapalı çevrimde sıvı dolaşımının yapıldığı bir gıda işleme tesisinde CIP işleminin etkinliği son ürün kalitesini, işletme maliyetini doğrudan etkiler. CIP süresinin uzaması tesisin üretim kapasitesini düşürür. Örnek olarak Şekil 1'de verilen sistemde cihaz ve sensörler için kullanılan T bağlantıları proses akışı sırasında ölü noktalarda ürün birikimine; CIP işlemi sırasında ise biriken ürünlerin daha zor uzaklaştırılmasına; buna bağlı olarak su, kimyasal, buhar, yakıt tüketiminin artmasına neden olurlar. Şekil 2'de verilen T bağlantı noktası uzunluğu boru çapının 2.6 katıdır. CIP işlemi sırasında kullanılan 85°C'deki akışkan 16 dakika işlem süresi sonrasında ölü hacmin sıcaklığını ancak 65°C'ye getirebilmektedir. Bunun sonucunda etkin bir CIP işleminden söz edilemez. Diğer taraftan Şekil 3'de sunulan güncel hijyenik tasarım çözümünde sözü edilen sıkıntılar en aza indirilir.

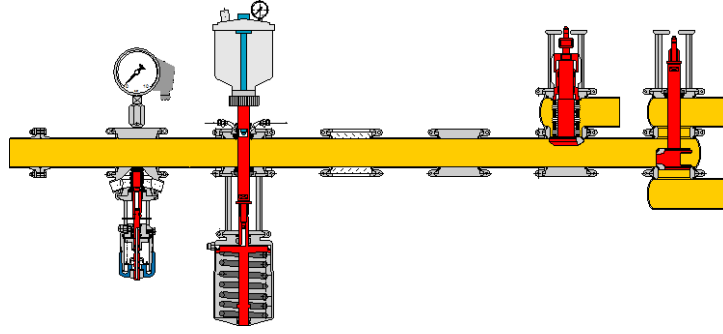


Şekil 1. Hijyenik olmayan standart çözüm [3, 4].



Şekil 2. T bağlantıda ölü hacim [3, 4].

Tüm boru birleşmelerinde, borunun iç birleşme yüzeyi tehlike yaratır. Temizlenmesi daha zordur. Ana gövdeye göre korozyona direnç mertebesi azalır. Bu nedenle boru dönüşlerinde dirsek kullanımı uygulamasına önem verilmesi gerekir. Birleşim noktalarında her iki boru merkezlenir. Sızdırmazlık elemanına gerekli olan basıncın uygulanması ve ısıl genleşme için yer ayrılması gerekir. Plastik olmayan sızdırmazlık elemanı oluşan tüm aralık ve boşlukları doldurmalıdır. Şekil 4'de uygun şekilde merkezlenmiş ve sıkıştırılmış bir uygulama gösterilmiştir.



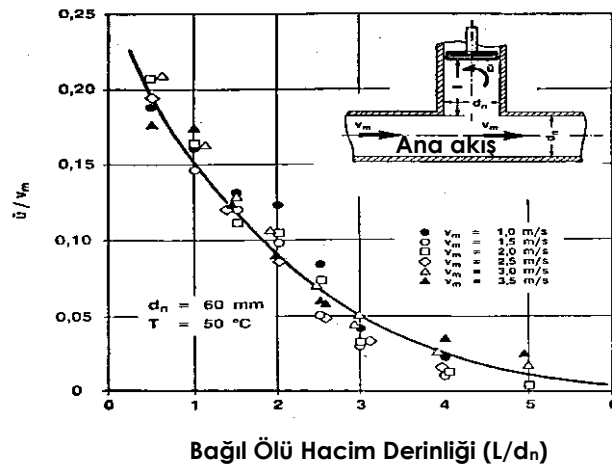
Şekil 3. En güncel hijyenik tasarım çözümü [3, 4].



Şekil 4. Merkezlenmiş boru birleşimi [3, 4].

## 5. ÖLÜ HACİMDE AKIŞKAN HAREKETİ

Boru hattı üzerinde sensör ya da cihaz bağlantısı nedeni ile kullanılan T bağlantı noktaları tehlike yaratırlar. Bununla ilgili yapılan bir çalışma Şekil 5'de verilmiştir. Dikey eksende ölü hacim içindeki hız ile ortalama boru akış hızının oranı gösterilmiştir. Yatay eksende ise ölü hacim uzunluğu ile boru çapının oranı verilmiştir. Akış hızı 1.0 m/s ile 3.5 m/s arasında değiştirilmiş ve ölü hacimdeki akışkan hızı ölçülmüştür. Bu sırada akışkan sıcaklığı 50°C ve boru çapı 60 mm olarak sabit tutulmuştur.



Şekil 5. Ölü hacimde hıza bağlı akış [3, 4].

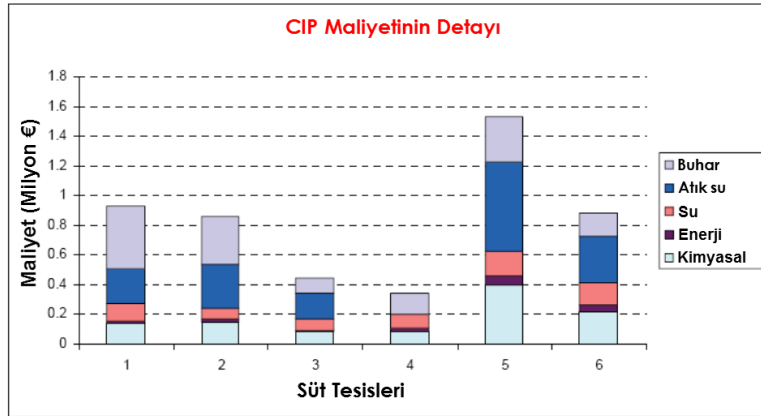
Şekil 5’de verilen deneyler sonucunda hesaplanan regresyon eğrisi ve 1.5 m/s deneyi ile elde edilen ölü hacim hız oranları Tablo 1’de sunulmuştur. Derinlik arttıkça ölü hacim içindeki hız değeri radikal olarak düşmektedir.

**Tablo 1.** Ölü hacimde derinliğe bağlı hız değişimi [3, 4].

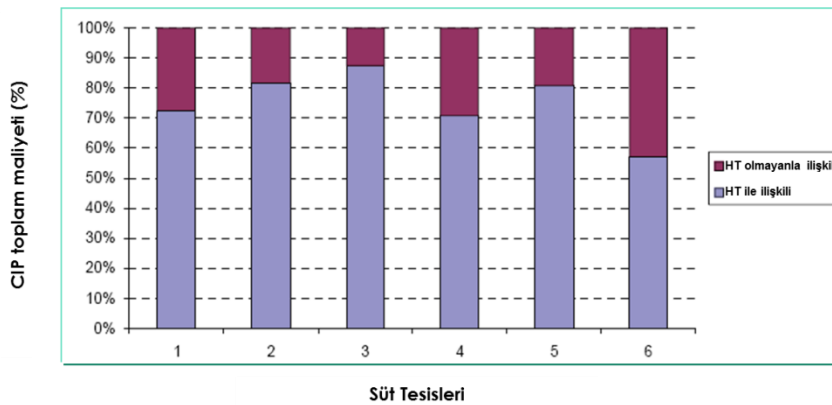
Ölü hacim derinliği	$u/v_m$ (regresyon eğrisi)	$u/v_m$ ( $v_m=1.5$ m/s)
1·d	%15	%14.8
2·d	%8	%9.8
4·d	%2	%0.8

## 6. SÜT TESİSİ MALİYET ANALİZİ

Yıllık ciroları 140 M€ ile 270 M€ arasında değişen farklı süt tesislerindeki CIP maliyeti Şekil 6’da verilmiştir. En önemli gider kalemlerini sırası ile buhar, atık su, kimyasal, su ve güç oluşturmaktadır. CIP içinde hijyenik tasarım konusu içinde değerlendirilmesi gerekenlerin oranı Şekil 7’de sunulmuştur. Tesise gelen ham süt için CIP maliyeti kg başına € cent olarak Şekil 8’de gösterilmiştir. Maliyet 0.1 ile 0.7 arasında değişmektedir. Tesislere bağlı güç, su ve buhar fiyatları değişimleri Şekil 9’da verilmiştir. Güç değeri kWh başına 6-15 € cent, su m<sup>3</sup> başına 90-240 € cent ve buhar 175-590 € cent değerleri arasında değişmektedir.

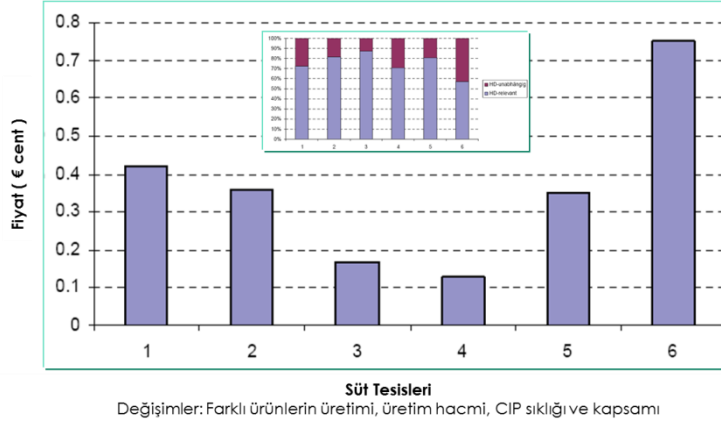


**Şekil 6.** Süt tesisi CIP maliyeti [3, 4].



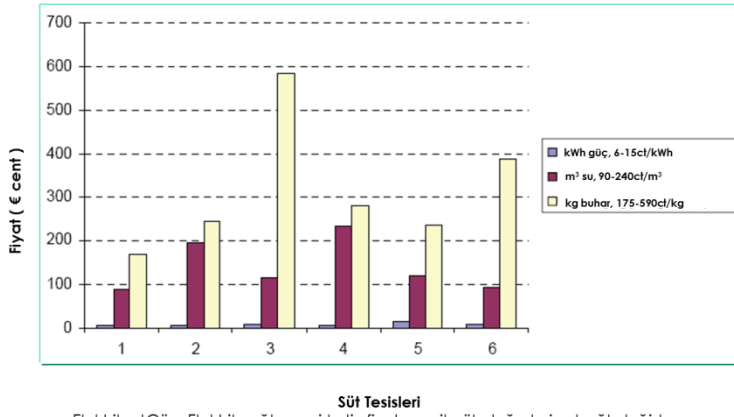
**Şekil 7.** Hijyenik tasarım ile ilişkili olan ve olmayan maliyetlerin karşılaştırılması [3, 4].





Değişimler: Farklı ürünlerin üretimi, üretim hacmi, CIP sıklığı ve kapsamı

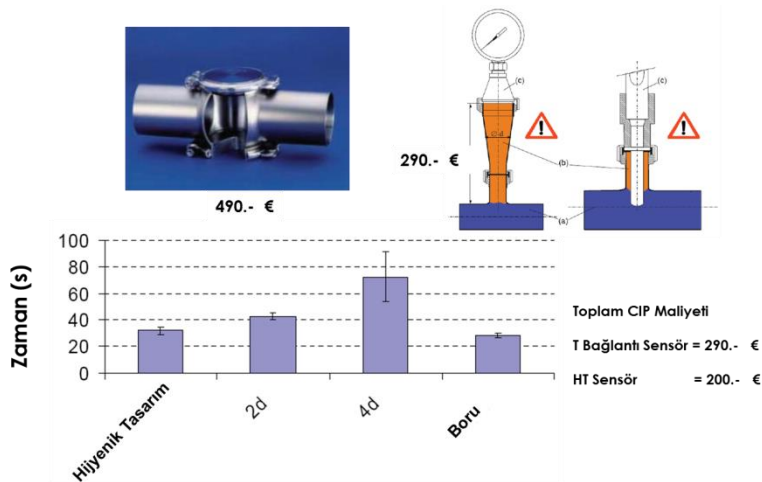
Şekil 8. Hijyenik tasarım ile ilişkili olan ve olmayan maliyetlerin karşılaştırılması [3, 4].



Elektriksel Güç: Elektrik sağlayıcı şirketin fiyatı ve pik yük değerlerine bağlı değişken  
Su: Su sağlayan şirketin koşullarına bağlı değişken.  
Buhar: Buhar üretim teknolojisine bağlı değişken

Şekil 9. Güç, su ve buhar fiyatları [3, 4].

Boru hattı boyunca bağlanması gereken sensörler uygulama derinliği ve hijyenik tasarım olup/olmamasına bağlı olarak CIP temizliği maliyetini etkilemektedirler. Bunun en önemli nedeni CIP süresi olmaktadır. Değişim Şekil 10'da verilmiştir. Güncel hijyenik tasarım bağlantı elemanı standart T bağlantıya göre %69 daha pahalı iken, CIP maliyeti hijyenik tasarım çözümüne göre %31 daha ucuzdur.



Şekil 10. Hijyenik tasarım çözümünde CIP süresi azalması [3, 4].



İki farklı tasarım koşulu için süt tesislerinde CIP sürelerinin karşılaştırılması aşağıda yapılmıştır.

### 6.1. Hijyenik Tasarım Çözümü

Örnek tesiste 4500 hijyenik vana ve 5000 m DN80 boru hattı bulunmaktadır. Devre başına CIP süresi şu şekilde tamamlanmaktadır:

- Öndurulama (5 dakika),
- Kostik (20 dakika),
- Asit (10 dakika)
- Son durulama (5 dakika),
- Dezenfeksiyon (20 dakika).

Böylelikle 60 dakikada 5000 m boru hattının tamamı temizlenmekte ve dezenfekte edilmektedir. CIP yapılan devre sayısı günde 500 adettir.

### 6.2. Standart Tasarım Çözümü

Örnek tesiste 4500 adet  $\Gamma$  ve T bağlantı vana bulunmaktadır. 4500 soket, 360 m boru uzunluğuna karşılık gelmektedir. 5000 m DN80 boru ile birlikte toplam boru uzunluğu 5360 m DN80 olmaktadır.  $\Gamma$  ve T bağlantı vanaların temizlenme verimliliği hijyenik vanalara göre %15'dir (Şekil 5).

5360 m vana için ayrılan toplam CIP süresi 60 dakikadır. Uzunluk bakımından boru ve soket toplama oranları %93 (5000 m) ve %7 (360 m) bulunmaktadır. Bu durumda boru hattının 60 dakika x 0.93 = 55.8 dakikada temizlenmesi gerekir. Soketlerin temizlenmesi için 4.2 dakika kalmaktadır. Ancak Şekil 5'den elde edilen %15 verimlilik değeri nedeni ile efektif süre (4.2 dakika/0.15=) 28 dakika olmaktadır. Böylelikle topla CIP süresi (55.8+28=) 83.8 dakikaya yükselmektedir.

Sonuç olarak  $\Gamma$  ve T bağlantı vanalarda %7 fazla boru uzunluğu söz konusu olduğu ve bu bölümün temizlenmesi için fazladan 23.8 dakikaya ihtiyaç bulunduğu için (83.8 dakika/60 dakika=1.396) %40 daha fazla CIP süresi gerekir. Bu da üretimden çalınan bir süredir.

### 6.3. Hijyenik Tasarım İle T Bağlantı Vanaların Geri Ödeme Sürelerinin Karşılaştırılması

İncelemeye alınan altı farklı süt tesisi kapasitesi kullanılarak hijyenik tasarım ile 4d-T bağlantı sensörlerin geri ödeme sürelerinin karşılaştırılması aşağıda yapılmıştır.

Hijyenik tasarım vana ile T bağlantı vananın fiyatları arasındaki fark 200€ olarak Şekil 10'da bulunmuştur. Toplam CIP maliyetleri içinde hijyenik tasarım CIP kısmının değeri şu şekilde hesaplanabilir:

- Şekil 8'den 6 nolu süt tesisinin 1 kg ham süt için toplam CIP temizlik masrafı yaklaşık 0.755 € cent olarak bulunur.
- Şekil 7'den aynı tesiste hijyenik tasarım ile ilgili maliyetlerin oranı %56.5 olarak okunur.
- Böylelikle hijyenik tasarımlı çözümün CIP içindeki maliyeti 0.426 € cent/kg olarak hesaplanır.

Yatırım fiyat farkı olan 200€ ile 0.426 € cent/kg değeri oranlandığında 46948 kg ya da 46.9 ton ham süt elde edilir. Benzer çalışmalar diğer tesisler için yapıldığında Tablo 2 elde edilir.

**Tablo 2.** Örnek tesislerde ham süt karşılığı yatırım maliyeti (hijyenik tasarım-T bağlantı) [3, 4]

Süt Tesisi					
1	2	3	4	5	6
65.6	68.3	134.6	216.8	70.9	46.9
ton ham süt					

Günlük süt alımı 380 ton olan bir süt tesisi aynı yatırımı yaptığında 4 nolu tesis (en yüksek) koşulu için geri ödeme süresi (216.8 t/380 t=) 0.57 gün; 6 nolu tesis (en düşük) koşulunda süre (46.9 t/380 t=) 0.12 gün olarak hesaplanır.

#### 6.4. Hijyenik Tasarım Divert Vana İle BB Kelebek Vananın Geri Ödeme Sürelerinin Karşılaştırılması

İki farklı tip vananın yatırım masrafları arasındaki fark 1450 €'dur. Şekil 8'den 6 nolu tesis için hijyenik tasarım etkili CIP maliyeti olan 0.426 € cent/kg değeri oranlandığında 339.6 t ham süt değeri elde edilir. Benzer çalışmalar diğer süt tesisleri için yapıldığında Tablo 3 elde edilir.

**Tablo 3.** Örnek tesislerde ham süt karşılığı yatırım maliyeti (hijyenik tasarım-kelebek vana) [3, 4]

Süt Tesisi					
1	2	3	4	5	6
475.8	493.3	975.9	1571.8	513.7	339.6
ton ham süt					

Bir önceki başlık altında yapılan çalışmalar bu değerler için de tekrarlanabilir. Günlük süt alımı 380 ton olan bir süt tesisi aynı yatırımı yaptığında 4 nolu tesis (en yüksek) koşulu için geri ödeme süresi (1571.8 t/380 t=) 4.1 gün; 6 nolu tesis (en düşük) koşulunda süre (339.6 t/380 t=) 0.89 gün olarak hesaplanır.

#### 6.5. Hijyenik Tasarım Modül İle Standart Çözümün Geri Ödeme Sürelerinin Karşılaştırılması

İki farklı çözümün yatırım masrafları arasındaki fark 2440 €'dur. Şekil 8'den 6 nolu tesis için hijyenik tasarım etkili CIP maliyeti olan 0.426 € cent/kg değeri oranlandığında 571.4 t ham süt değeri elde edilir. Benzer çalışmalar diğer süt tesisleri için yapıldığında Tablo 4 elde edilir.

**Tablo 4.** Örnek tesislerde ham süt karşılığı yatırım maliyeti (hijyenik tasarım-standart çözüm) [3, 4]

Süt Tesisi					
1	2	3	4	5	6
800.7	830.1	1642.2	2644.9	864.4	571.4
ton ham süt					

Bir önceki başlık altında yapılan çalışmalar bu değerler için de tekrarlanabilir. Günlük süt alımı 380 ton olan bir süt tesisi aynı yatırımı yaptığında 4 nolu tesis (en yüksek) koşulu için geri ödeme süresi (1571.8 t/380 t=) 6.9 gün; 6 nolu tesis (en düşük) koşulunda süre (339.6 t/380 t=) 1.5 gün olarak hesaplanır.

### SONUÇ

Gıda güvenliği açısından temizlik işleminin etkinliği çok önemlidir. Diğer taraftan tüm üretim işlemi içinde toplam su tüketiminin ve su şartlandırma maliyetinin %70'ini oluşturur. Sonuç olarak finansal ve çevresel önem taşır. Bu açıdan hijyenik tasarım gıda üretim tesislerinin işletme maliyetlerinin düşürülebilmesine yönelik bir çok fırsat sunar. Buna rağmen ilk yatırım masraflarının yüksekliği nedeni ile gıda işletmecileri hijyenik tasarım yatırımı yapmaktan kaçınılmaktadırlar. Ancak tüm ömür boyunca maliyet dikkate alındığında hijyenik tasarım yatırımları doğru bir tercih olmaktadır.

Hijyenik tasarım ile potansiyel tasarruflar 1) Daha kısa temizlik süresi, 2) Üretime ayrılan zamanın artması, 3) Temizlik sırasında kullanılan kimyasal kullanımının azalması, 4) Güç, buhar ve yakıt tüketiminin azalması, 5) Su tüketimi ve şartlandırma maliyetinin azalması olarak sıralanabilir. Bu açıdan hijyenik tasarım uygulamalarına daha geniş çerçeveden bakılarak karar verilmelidir.



## KAYNAKLAR

- [1] HOLAH, J., “Hygiene in Food Processing and Manufacturing”, Chapter 24, 623-659, in Food Safety Management-A Practical Guide for the Food Industry, Eds. Y. Motarjemi and H. Lelieveld, Academic Press-Elsevier, 1192p, 2013.
- [2] EHEDG, “Hygienic Equipment Design Criteria”, EHEDG Guidelines No: 8, 2004.
- [3] DORNER, A., “Einsparpotentiale bei der CIP-Reinigung von Produktionsanlagen durch Konsequentes Hygienic Design”, Diplomarbeit, Technische Universität München, 2008.
- [4] LORENZEN, K., “Potential Savings In CIP of Production Plants Through Hygienic Design”, EHEDG World Congress on Hygienic Engineering and Design 2014 – Parma, Italy, 30-31 October, 2014.
- [5] MOERMAN, F. and KASTELEIN, J., “Hygienic Design and Maintenance of Equipment”, Chapter 26, 673-739, in Food Safety Management-A Practical Guide for the Food Industry, Eds. Y. Motarjemi and H. Lelieveld, Academic Press-Elsevier, 1192p, 2013.
- [6] EHEDG, “Hygienic Design of Closed Equipment for the Processing of Liquid Food”, EHEDG Guidelines No: 10, 2007.
- [7] RYTHER, R., “Development of a Comprehensive Cleaning and Sanitizing Program for Food Production Facilities”, Chapter 27, 741-767, in Food Safety Management-A Practical Guide for the Food Industry, Eds. Y. Motarjemi and H. Lelieveld, Academic Press-Elsevier, 1192p, 2013.

## ÖZGEÇMİŞ

### Knuth LORENZEN

Knuth Lorenzen Hamburg, Almanya’da doğmuş ve eğitim görmüştür. Üniversiteden 1971 yılında Hamburg’da mezun olmuştur. Uçucu tozların pnömatik taşınması sektörü ilk iş tecrübesi olmuştur. İhracat Müdürü olarak 1985 yılında GEA-Tuchenhagen firmasına katılmış ve hijyenik tasarım ilkesini hedefleri içine koymuştur. GEA-Tuchenhagen, ABD firmasının Başkan’ı olarak 1995 yılında atanmıştır. 1997 yılında Almanya’ya geri dönmüş ve GEA TDS bünyesinde Anahtar Müşteri Grubu’nun yönetimini üstlenmiştir. 1992’den beri Avrupa Hijyenik Mühendislik ve Tasarım Grubu (EHEDG)’nun üyesi olup, 2007’den itibaren başkanlığını yürütmektedir. 3-A Danışma Komitesi üyesidir. Halen hijyenik tasarım konularında ([www.hygienicdesign.com](http://www.hygienicdesign.com)) uzman olarak çözüm ortaklığı yapmaktadır.