

# Çamaşır Suyunun (Sodyum Hipoklorit) Hastanelerde Kullanımı

Yaşar NAKİPOĞLU

İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

## ÖZET

Hastanelerde çamaşır suyu (sodyum hipoklorit) yüzey ve ekipman dezenfektanı olarak kullanılır, antiseptik olarak kullanılması daha seyrek. Ticari olarak satılan çamaşır sularındaki sodyum hipoklorit konsantrasyonu %5 (50,000 ppm) 'dir. Çeşitli kaynaklar gözden geçirildiğinde çamaşır suyunun konsantrasyon ve temas süresi çok değişmekle birlikte, vejetatif bakteriler için 100 ppm (1/500 sulandırım) -10 dakika, M.tuberculosis ve sporlu bakteriler için 1000 ppm (1/50 sulandırım)- 10 dakika temas süreleri gerekmektedir. Balgam, kan gibi organik maddelerin varlığında bu bakteriler için önerilen çamaşır suyu konsantrasyonu 10 kat daha fazla yoğun hazırlanmalıdır. Virüsler (HIV, Hepatit B ) kan, serum gibi organik maddeler ile zengin bir ortamda buldukları için önerilen konsantrasyon 5000 ppm (1/10 sulandırım) - 10 dakika, mantarlar cinslerine göre çok farklılık göstermektedirler, Aspergillus niger için 100 ppm – 60 dakika diğerleri için ise 100 ppm –5 dakika. Protozoonlar için ise 100 ppm – 90 dakika temas süresi yeterli olduğu bildirilmiştir.

## SUMMARY

### Using of Bleach (Sodium Hypochloride) in Hospitals

The bleach (Sodium hypochlorite) is commonly uses in the hospitals for disinfection of the surfaces and equipments, and rarely uses as antiseptics. The concentration of sodium hypochlorite in the commercial bleach usually about 5% (50,000 ppm). Although review of the different references indicates differences in the concentrations and in the exposure times of bleach, it is commonly effective against vegetative bacteria in 100 ppm (1/500 dilution) for ten minutes, M.tuberculosis and spore-forming bacteria in 1000 ppm (1/50 dilution) for ten minutes. In the presence of organic substances such as sputum, blood, the bleach should be prepared ten fold concentrate than the advised concentration. In case of presence of the viruses (HIV, Hepatit B) in the rich media such as blood and serum, the advised bleach concentration is 5000 ppm (1/10 dilution), the exposure time ten minutes. The concentration of bleach for fungi varies depending on the genus of the fungi , for Aspergillus niger is 100 ppm for 60 minutes and for the rest of fungi is 100 ppm for five minutes. It is reported that 100 ppm for 90 minutes exposure time is sufficient for protozoa.

## GİRİŞ

Klor, doğada yaygın olarak bulunan bir maddedir. Bu yaygınlığına rağmen serbest olarak değil ancak sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi minerallerle bileşik oluşturarak bulunmaktadır. Elementer klor ise yeşil-sarı renkte bulunan bir klor gazıdır. Klor sözcüğü de bu renginden dolayı verilmiştir. Çamaşır suyu (sodyum hipoklorit) tekstilde kumaşları renksizleştirme özelliği ve geniş antimikro-

biyal etkiye sahip olduğu için sağlık alanında anti-sepsi, yüzey ve aletlerin dezenfeksiyonu işlevlerinde kullanılmaktadır. Çamaşır suyunun konsantrasyonu, temas süresi, pH'ı ve uygulanan ortamda organik maddelerin varlığı ve saklanması bu maddenin aktivitesini etkileyen faktörlerdir ve üzerinde durulması gereken etkenlerdir (1). Yeni dezenfektan maddelerin çıkmasına rağmen çamaşır suyu halen yerini korumaktadır .

## TARİHÇE

Klor 1774 yılında İsveçli kimyager Scheele tarafından bulunmuştur; klor gazının sudaki solusyonunun renk giderici özelliğinden dolayı tekstilde yaygın olarak kullanılmaktadır (1).1843 yılında Oliver Wendell Holmes Boston’da ve 1847 yılında Ignaz Semmelweis Viyana’da puerperal ateş’in nedenini birbirlerinden bağımsız olarak araştırırken, bu hastalığın doktor ve hemşirelerin el ve giyecekleri ile hastalara bulaştığını düşünmüşlerdir. Holmes vizit sırasında bir hastadan diğer hastaya geçmeden önce ellerini kalsiyum hipoklorit solüsyonu ile yıkayan doktorların hastalarında bu hastalığın görülmediğini gözlemlemiştir. Semmelweis ise otopsi odasından çıkan doktorların doğum muayenesine girmeden önce ellerini hipoklorit kireci ile yıkamaları üzerinde ısrarla durmuş, bu basit gibi görünen önlem puerperal ateşin düşüşünde önemli rol oynamıştır. Dakin 1.Dünya savaşında açık yaraların antiseptisinde sodyum hipokloridin %0.5’lik solusyonunu yaygın olarak kullanmıştır (1, 2, 3).

Klor lağım ve içme sularının dezenfeksiyonunda kullanılmasıyla da halk sağlığı açısından önem kazanmıştır. 1854 yılında Londra’da lağım sularının dezenfeksiyonunda hipoklorit kullanılmıştır. Klor ile suların dezenfeksiyonu ise ilk kez 1902 yılında Belçika’nın küçük bir kenti olan Middekerk’de yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda kullanımı, başta A.B.D olmak üzere, dünyanın çeşitli yerlerine yayılmıştır (1).

Klor’un kimyasal özelliği ve klor için kullanılan bazı önemli tanımlamalar

Sodyum hipoklorit’in (NaOCl) toz, granül ve sıvı olmak üzere üç şekli bulunmaktadır. Sıvı sodyum hipoklorit belli miktarlarda alınarak bilinen çamaşır suyu elde edilir. Sodyum hipokloritin en önemli maddesi klordur. Klor suda eridiğinde küçük bir kısmı suyun kirliliği ile tükenir (tükenen klor = chlorine demand), geri kalan kısmına serbest klor (mevcut total artık klor = total residual available chlorine) adı verilir. Mevcut artık klorun elementer klor ( $Cl_2$ ), hipoklorik asit (HOCl) ve hipoklor iyonları (OCl) olmak üzere üç şekli bulunur. Her üç şeklin de suda oluşması için suda amonyak veya diğer nitrojenli bileşiklerin olmaması gerekir. Amonyak veya diğer

nitrojenli bileşiklerin bulunması durumunda klor bunlarla bileşerek kloramin veya N-klor bileşikleri oluşturur. Klorun oluşturduğu bu son bileşiklere kombine mevcut klor (combined available chlorine) adı verilir ( 3 ).

Klor elektronlara karşı afinitesinden dolayı çok güçlü bir okside edici ajandır, suda bulunan demir iyonları ( $Fe^{++}$ ), mangenez iyonları ( $Mn^{++}$ ), nitritler ( $NO_2^-$ ) ve hidrojen sulfid ( $H_2S$ ) gibi inorganik maddeler ve ayrıca organik maddelerle birleştiğinde redükte olur ve kloride dönüşerek dezenfektan özelliğini kaybeder ( 3 ).

Etki mekanizması:

Çamaşır suyunun etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir, ancak yapılan deneyler sonucu elde edilen bilgiler ışığında bazı görüşler ileri sürülmüştür:

1. Klor hücre membranındaki proteinler ile birleşerek N-klor bileşikleri oluşturur ve bu son ürün hücre metabolizmasını bozarak hücrenin ölümüne neden olur.
- 2.Klor hücre membranına etki ederek hücre içindeki maddelerin dışarıya sızmasına ve hücrenin ölümüne neden olur.
3. Klor hücre içinde anahtar rolü oynayan enzimleri etkileyerek hücrenin ölümüne neden olur. Bu son görüş diğerlerine göre daha geçerlilik kazanmış, bunun nedeni olarak klorun hızlı antimikrobiyal etkisi gösterilmiştir (1, 3).

Çamaşır Suyunun Aktivitesini Etkileyen Faktörler

Çamaşır suyunun aktivitesini etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır, bu faktörler:

### 1.Konsantrasyon

Çamaşır suyundaki klor oranı yüzde olarak veya milyonda bir kısım ‘ppm’ (parts per million) şeklinde ifade edilir, örneğin ev çamaşır suyundaki klor oranı %5 veya 50.000 ppm olarak bildirilebilir (4). Çamaşır suyunda klor oranı ne kadar yüksek ise çamaşır suyunun antibakterisidal aktivitesi o kadar artar veya etki süresi o kadar kısalmır. Mallman ve ark.(5) 1935 yılında yaptıkları bir çalışmada Staphylococcus aureus suşlarının tamamını öldürmek için klor konsantrasyonu 2 ppm de 5 dakika ve 1.2 ppm de 10 da-

kika. Rudolph ve ark.(6) 1941 yılında yaptıkları çalışmada *Bacillus metiens* sporlarının %99.9'unu öldürmek için klor konsantrasyonu 25 ppm de 121 dakika, 100 ppm de 63.5 dakika ve 500 ppm için 31 dakika bir süre gerektiğini bildirmişlerdir. Sykes (7) yaptığı bir çalışmada *Bacillus subtilis* endosporlarında  $\geq 4$  log bir azalma sağlamak için klor oranı 100 ppm olduğunda 5 dakika ancak konsantrasyon 10 kat artırıldığında (1,000 ppm) aynı azalmayı elde etmek için ancak 30 saniye gibi kısa bir süre gerektiğini bildirmiştir.

## 2. pH

Çamaşır suyunun biyosidal aktivitesini etkileyen önemli faktörlerden biri de pH'dır. pH yükseldiği zaman biyosidal etki azalır. Mercer ve Somers (8) 1957 yılında yaptıkları çalışmada *Bacillus marcerans* sporlarının %99'unu öldürmek için (klor konsantrasyonu 15 ppm) pH 6.0 da 8.5 dakikanın pH 8'e yükseltilmesinde ise aynı azalmayı sağlamak için 42 dakikanın gerektiğini bildirmişlerdir.

Rudolph ve ark (6) *Bacillus metiens* sporlarının %99'unu öldürmek için (25 ppm serbest klor) pH ile temas süresi arasındaki bağlantıyı araştırırken elde ettikleri sonuçlara göre; pH 6.0 da 2.5 dakika, pH 7.0 de 3.6 dakika, pH 8.0 de 5 dakika ve pH 9.0 da 131 dakikalık süreleri saptamışlardır.

Virüsler bakterilere göre pH'dan daha az etkilenmektedirler, Watkins ve ark.(9) *Streptococcus cremoris* fajları ile yaptıkları çalışmada bu virüslerin tamamını tahrip etmek için serbest klor oranı 12.5 ppm, pH 9.0 da gereken süre 30 saniye ve pH 4.4 de olduğunda bu sürenin çok daha kısa olduğunu bildirmişlerdir. Çamaşır suyu pH  $\geq 10.0$  da, konsantrasyonu 500 ppm olduğunda *B.subtilis* sporlarına karşı ya az etkili veya etkisiz olduğu bildirilmiştir (2).

Sodyum hipokloritin genel olarak en iyi antimikrobiyal aktivite gösterdiği pH, 6.0 olarak bildirilmiştir (1). Hipoklorit iyonları stabil değildir ve solüsyonun stabilitesi pH yükseldikçe yükselir. Bu yüzden çamaşır suyunu uzun süre saklamak için (7-8 hafta veya daha fazla) pH 9.00 olması önemlidir, çünkü bu pH değeri, solüsyonun en stabil olduğu pH'dır (2).

## 3.Sıcaklık

Sıcaklık ne kadar yüksek ise çamaşır suyunun etkisi

o kadar artar ve etki süresi o kadar kısaldır. Costigan (10) *Mycobacterium tuberculosis* ile yaptığı çalışmada, serbest klor 50 ppm olduğunda ( pH 8.35) bu bakterilerin tamamının öldürülmesi için 60 °C de 30 saniye, 55 °C de 60 saniye ve 50°C de 2.5 dakika gerektiğini saptamıştır. Aynı koşullar altında ancak 200 ppm kullanıldığı zaman ve pH 9.0 da 50°C de 1 dakikada ve 55°C de 30 saniyede bakterilerin tamamen öldüğünü bildirmiştir . Rudolph ve ark (6) pH'ı 10 olarak sabit tutulup ve 25 ppm'lik çamaşır suyu kullandıklarında, 20°C de 121 dakika, 30°C de 65 dakika, 35° C de 38.7 dakika ve 50°C de 9.3 dakika bir süre gerektiğini ve 10 derecelik bir sıcaklık artışının öldürme süresinde %60-65 arasında bir azalma sağlayabileceğini bildirmişlerdir.

## 4. Organik maddelerin varlığı

Organik maddeler genellikle serbest kloru tüketerek çamaşır suyunun aktivitesini azaltır. Guiteras ve ark.(11) levuloz, lipid ve alkol gibi maddelerin çamaşır suyunun aktivitesini azalttığını bildirmişlerdir. Ortamda protein bulunduğunda klor ile birleşerek kloramin oluşturur ve bu son maddenin antibakteriyal etkisi olmasına rağmen, klor aktivitesini protein varlığında azaltmaktadır (3).

Şeker ve nişasta genellikle çamaşır suyunun antibakteriyal etkisini etkilemez, diğer organik maddelerden tirozin, triptofan, sistein, yumurta albumini, pepton, vücut sıvıları ve doku gibi maddeler klorun etkisini azaltır (3).

Organik madde olmadığında serbest klor oranı 5- 10 ppm iken vejetatif bakterilerin %99.99'unun öldürdüğünü, aynı etkiyi elde etmek için % 1 maya varlığında 250 ppm ve %10 serum varlığında ise 500 ppm serbest klor olması gerektiğini bildiren çalışmalar vardır (2).

Bloomfield (12) yaptığı çalışmada klor oranı 250 ppm olduğunda bakteri sayısında 6 log'tan fazla bir azalma sağlayan çamaşır suyuna %0.5 albumin ilave edildiğinde etki 0.3- 1.9 log'a, bu oran %1'e yükseltilmesinde 0.5- 1.4 log'a düştüğü belirtilmiştir. Aynı 6 log'luk bir azalmayı elde etmek için klor konsantrasyonunun 250 ppm yerine 2500 ppm olmasını bildirmiştir .

## 5. Diğer faktörler

Sert suda  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$  iyonlarının varlığı hipoklorit solüsyonun antibakteriyal aktivitesinin üzerine olumsuz etki yapmamaktadırlar. Ancak demir ve mangan katyonları, nitrat ve sulfid anyonlarının varlığında hipoklorit asit inaktif kloro dönüştürür. Çamaşır suyunun (serbest klor 200 ppm) sporisidal aktivitesini artırmak için solüsyona % 1.5-4 oranında NaOH, az miktarda amonyak, iyot ve bromin ilave edilir (2,3).

Suda amonyak veya amin bileşikleri varlığında, klor amonyak ile reaksiyona girerek mono-ve di kloramin oluşturur. Klor/amonyak oranı 5:1 ise bu reaksiyon amonyağın tamamı tükenene kadar devam eder; serbest klor konsantrasyonu azaldığı için çamaşır suyunun antimikrobiyal etkisi azalır (3).

Çamaşır suyunun dezenfeksiyondaki yeri

Çamaşır suyu içerdiği klor konsantrasyonuna göre yüksek (cerrahi aletler ) ve düşük (yüzey, su) düzeyde dezenfeksiyonda kullanılır, antiseptik olarak kullanılması çok seyrek (1).

Dezenfeksiyonda çamaşır suyu kullanımının avantajları:

1. Geniş spektrumlu antimikrobiyal madde olması
2. Hızlı bakterisidal özelliği sahip olması
3. Kalıcı etki özelliğinin olması
4. Kullanımının kolay olması
5. Suda erime özelliğinin olması
6. Konsantre ve seyreltilmiş formlarında stabil olması
7. Kullanım konsantrasyonunda toksik olmaması
8. Organik ve inorganik bileşikler oksitleyerek ortaya çıkan klorun zehirleyici özelliğinin olmaması
9. Koku giderici, renksiz, yanıcı ve boyama özelliğinin olmaması ve ucuz olması

Dezavantajları:

1. Mukoz membrana irritasyon etkisinin olması
2. Bazı kimyasal maddelerle reaksiyonlara girerek toksik klor gazının oluşması
3. Konsantre olarak kullanıldığı zaman kokulu olması
4. Organik maddeler varlığında etkisinin azalması
5. Bazı metallere karşı olumsuz etki yapması

Antimikrobiyal etkisi

Çamaşır suyu geniş spektrumlu antimikrobiyal etkisi olan bir maddedir. Bakteri endosporu, M.tuberculosis, vejetatif bakteriler, mantar, protozoa ve virüsleri tahrip edebilir. Ancak bu etkiyi gösterebilmesi için klor konsantrasyonu, sıcaklık, pH ve temas süresi gibi faktörlere dikkat edilmesi gerekir.

Çamaşır suyunda en yaygın kullanılan konsantrasyon %0.1-%0.5 ve temas süresi 10-30 dakikadır (13). Tablo 1 de çamaşır suyunun antimikrobiyal etkisi gösterilmiştir.

Mikroorganizmalar, çamaşır suyuna karşı farklı direnç göstermektedirler (seçici direnç). Örneğin sporlu bakteriler vejetatif bakterilere göre (10-1000 kez) daha dirençlidir. Vejetatif bakterilerden E.coli diğerlerine göre daha dirençlidir (1).

Caldwell (14) 1990 yılında yaptığı bir çalışmada 0.5 ppm – 5 ppm klorun biyofilm üzerine durdurucu etki yaptığını ve klor uzaklaştırıldıktan sonra ise üremenin devam ettiğini , ancak konsantrasyon 50 ppm olduğunda bakterilerin öldüğünü bildirmiştir.

Bolton ve ark.(15) 1988 yılında yaptıkları bir çalışmada tavukçulukta kullanılan ekipmanlardan izole edilen S.aureus suşlarının deri florasından izole edilen suşlara göre klora karşı sekiz kez daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir.

Maillard ve ark.(16) sodyum hipoklorite karşı virüs direncini araştırmak için yaptıkları bir çalışmada, %0.075 sodyum hipokloritin Pseudomonas aeruginosa faj F116 titresinde 5 log'luk bir azalma sağladığını ancak bu deneyde canlı kalan fajların ise daha yüksek sodyum hipoklorite (%0.0175) dirençli olduğu bildirmişlerdir.

Girardo ve ark.(17) hastaneden izole ettikleri 580 Gram negatif çamaşır suyunun çamaşır suyuna karşı direncini araştırmışlar ve hiç bir suşta direnç saptanmadığını bildirmişlerdir.

Hastanelerde çamaşır suyunun kullanımı

Hastanelerde çamaşır suyu çok çeşitli yerlerde kullanılmaktadır:

1. Legionella ile kolonize olmuş su tesisatlarının hiperklorlanması : Legionella cinsi bakteriler biyofilm oluşturarak su boru tesisatlarının iç çeperine yapışarak normal klora ile tahrip olmazlar. Dolay-

Tablo 1. Çamaşır suyunun antimikrobiyal etkisi

Organizma	pH	Isı (°C)	Temas süresi	Serbest klor miktarı (ppm)	Antimikrobiyal etki sonucu azal-ma	Kaynaklar
Bakteriler						
Bacillus anthracis sporları	7.2	22	120 dak	2.3-2.4	%100	Brazis ve ark. 1958 (18)
Bacillus globigii sporları	7.2	22	120 dak	2.5-2.6	% 99.99	Brazis ve ark. 1958 (18)
Bacillus subtilis sporları	7.0	25	5 dak	100	4 log azalma	Sykes 1970 (7)
Bacillus subtilis sporları	7.0	25	30 san	1000	5 log azalma	Sykes 1970 (7)
Mycobacterium tuberculosis	8.4	50-60	30 san	50	%100	Costigan, 1936 (10)
Mycobacterium tuberculosis	----	20	10 dak	1000	%100	Rutala ve ark. 1991(19)
Pseudomonas aeruginosa	8.2-9.2	20	10 dak	100	%100	Rutala ve ark. 1997 (1)
Pseudomonas fluorescens	6.0	21	15 san	50	%100	Hays ve ark. 1963 (20)
Legionella pneumophila	----	25	0 dak	3.3	%100	Shakliy ve ark. 1980 (21)
Escherichia coli	7.0	20-25	1 dak	0.055	%100	Butterfield ve ark. 1943 (22)
Shigella dysenteriae	7.0	20-25	3 dak	0.046-0.055	%100	Butterfield ve ark. 1943 (22)
Yersinia enterocolytica	9.0	20	5 dak	100	%99.99	Orth ve ark. 1989 (23)
SStaphylococcus aureus	7.2	25	30 san	0.8	%100	Bolton ve ark 1988 (15)
Staphylococcus aureus	8.2-9.2	20	10 dak	100	%100	Rutala ve ark. 1997 (1)
Enterococcus faecalis	7.5	20-25	2 dak	0.5	%100	Stuart ve ark. 1964 (24)
Enterococcus faecium	---	---	5 dak	250	> 6.0 log azalma	Bloomfield ve ark. 1991 (12)
Listeria monocytogenes	9.5	20	30 san	100	%99.999	Lopes,1986 (25), El-Kest ve ark.1988 (26)
Bakteriyofaj (S.cremoris faj 144F)	6.9-8.2	25	15 san	25	%100	Hays ve ark. 1959 (27)

Tablo 1. devam

Organizma	pH	Isı (°C)	Temas süresi	Serbest klor miktarı (ppm)	Antimikrobiyal etki sonucu	Kaynaklar
Virüsler						
HIV (%50 plazmalı ortam)	---	23- 27	1 dak	5000	≥ 7 log azalma	Resnick ve ark.,1986 (28)
Hepatit A virüsü	7.0	5	3.6 dak	0.5	4 log azalma	Sobsey ve ark. 1988 (29)
Hepatit B virüsü (kurutulmuş plazmalı ortam)	9.2	20	10 dak	500	%100	Bond ve ark. 1983 (30)
HSV-1	7.2	25	10 dak	2000	> 5.0 log azalma	Croughan ve ark. 1988 (31)
HSV-2	7.2	25	10 dak	2000	> 4.75 log azalma	Croughan ve ark. 1988 (31)
Poliovirus 1	---	25	3 dak	0.5-1.0	%100	Ma ve ark. 1994 (32)
Saflaştırılmış Poliovirus (Mahoney)	7.0	25-28	3 dak	0.21-0.31	%99.90	Clarke ve ark. 1959 (33)
Saflaştırılmış Poliovirus (Lensen)	7.4-7.9	19-25	10 dak	0.5-1.0	%100	Clarke ve ark. 1959 (33)
Saflaştırılmış Poliovirus III (Sankett)	7.0	25-28	2 dak	0.11-0.2	%99.90	Clarke ve ark. 1959 (33)
Rotavirus	7.4	25	30 dak	3.75	%100	Keswick ve ark. 1985 (34)
Simian rotavirus	6.0	5	15 san	0.5	%99.99	Berman ve ark., 1984 (35)
Saflaştırılmış adenovirus 3	8.8-9.0	25	40-50 san	0.2	%99.80	Clarke ve ark. 1956 (36)
Saflaştırılmış Coxsackie A2	6.9-7.1	27-29	3 dak	0.92-1.0	%99.60	Clarke ve ark. 1959 (33)
Saflaştırılmış Coxsackie B1	7.0	25	2 dak	0.31-0.41	%99.90	Kelly ve ark. 1958 (37)
Saflaştırılmış Coxsackie B5	7.0	25-28	1 dak	0.21-0.30	%99.90	Clarke ve ark. 1959 (33)
Norwalk ajanı	7.4	25	30 dak	10	%100	Keswick ve ark. 1985 (34)
Mantarlar						
Aspergillus niger	10-11	20	30-60 dak	100	%100	Dychdala,1961 (3)
Rhodotorula flava	10-11	20	5 dak	100	%100	Dychdala,1961 (3)
Streptomyces sporları	6.95-7.05	10	1.5 dak	0.79	%100	Whitmore ve Denny 1992 (38)
Streptomyces mycelia	6.95-7.05	10	2.5 dak	0.96	%100	Whitmore ve Denny 1992 (38)

Tablo 1. devam

Organizma	pH	Isı (°C)	Temas süresi	Serbest klor miktarı (ppm)	Antimikrobiyal etki sonucu	Kaynaklar
Protozoonlar						
Entamoeba kistleri	7.0	25	150 dak	0.08-0.12	%99-100	Clarke ve ark, 1956 (36)
Acanthamoeba castellanii	7.0	25	30 dak	1.02	%100	Cursons ve ark. 1980 (39)
Cryptosporidium parvum	7.0	25	90 dak	80	≥2.0 log azalma	Korich ve ark. 1990 (40)
Giardia lamblia	6.0-8.0	25	10 dak	1.5	%100	Jarroll ve ark. 1981 (41)
Naegleria fowleri	7.0	25	30 dak	0.74	%100	Cursons ve ark. 1980 (39)
Nematodlar						
C.quadrilabiatu	6.6-7.2	25	30 dak	95-100	%93	Chang ve ark., 1960 (42)
D.nudicapitatus	6.6-7.2	25	30 dak	95-100	%97	Chang ve ark., 1960 (42)

sıyla suların hiperklorlanması önerilmektedir. Hiperklorlama sözcüğü, klorlanmış suların tekrar klorlanması veya yüksek klorlama seviyesini ifade etmektedir. Hiperklorlamada klor konsantrasyonu 2– 6 ppm olacak şekilde beş saat temas süresi uygulanması ile yapılır. Legionella ile kolonize olmuş musluk ve duşbaşıklarının ise beş dakika hiperklorlanması yeterli sayılmaktadır (1).

2- Suların dezenfeksiyonu: Suların dezenfeksiyonunda ilk düşünülen dezenfektan madde klordur. Normal klorlamada, klor oranı bir litre su için 0.5 mg yeterlidir. Ancak yoğun olarak kontamine olan sular için bu oran 20 mg (200 ppm) olacak şekilde yapılmalıdır. Bir litre içme suyundaki serbest klor oranının 0.2-0.4 mg ( 2- 4 ppm) ve yüzme sularında ise 1-3 mg (10- 30 ppm)'in

yeterli olduğu bildirilmiştir (2).

3-Hemodiyaliz cihazları: Diyaliz makinelerinin 500-750 ppm konsantrasyondaki klorla 30 – 40 dakika klorlanması önerilmektedir (1).

4-Yüzeylerin dezenfeksiyonu: Hastane yüzeyleri çeşitli mikroorganizmalar ile kontamine olur ve bu yüzeylerin dezenfeksiyonunda çamaşır suyu kullanılır, Tablo 1 ve 2'de çamaşır suyunun antimikrobiyal etkisi görülmektedir (1).

5- Çamaşırhane: Yatakörtüsü, havlu ve elbise gibi eşyalar uzun süre kullanıldıklarında zaman özellikle Gram negatif çomak şeklindeki bakterilerin sayısı  $cm^2$  'de  $10^6 - 10^8$  cfu olabilir, veya havada Pseudomonas, enterik Gram negatif çomaklar ve S.aureus gibi bakterilerin sayısının artması da bu

Tablo 2. Çamaşır suyunun çeşitli yüzeylerde sık bulunabilen mikroorganizmalara karşı etkisi.

Sodyum Hipoklorit Konsantrasyonu	Temas Süresi	Mikroorganizma	Ölüm Oranı	Kaynak
1000 ppm	1 dak	İnsan Coronavirus insan Parainfluenza virus	% > 99.9	43
5000 ppm	1 dak	Coxsackie B virus, Adenovirus tip 5 , Hepatit A	% > 99.9	43
500 – 800 ppm	10 dak	Rota virus	%98	44
500 ppm		Clostridium difficile	%79	45
1600 ppm		Clostridium difficile	%98	45

gibi eşyaların kontaminasyonuna neden olabilir. Çamaşırhaneye gelen eşyaların dekontaminasyonu için  $> 71.1^{\circ}\text{C}$  sıcak suyla 25 dakika yıkanması veya çamaşır suyu ile yıkanması önerilmektedir (1).

6- Kan, kanlı vücut sıvıları, BOS, periton sıvısı: İğne batması, kesici aletlerle kaza gibi durumlarda ortama (yüzeyle) bulaşabilen patojenlerin (Hepatit B, Hepatit C, HIV) dekontaminasyonu için CDC'nin önerisi: Önce aletlerin temizliği sonra dezenfeksiyonu önerilmektedir; kesici aletlerin temizliği yapılırken azami dikkat edilmelidir. Dezenfeksiyon için çamaşır suyunun organik maddelerin bulunduğu miktara göre 500 ppm–5000 ppm oranında sulandırılarak kullanılması önerilmektedir. Bu dezenfeksiyonun başka bir uygulaması da yeni geliştirilen klorun toz formu, toz ortamdaki suyu absorbe ederek jel şekline dönüşür (46). Bazen tüplerin dışı kan ile kontamine olur bunun içinde CDC'nin önerdiği dezenfeksiyon %5.25 çamaşır suyunun 1:10 (5000 ppm) sulandırılarak kullanılmasıdır. (46).

7- Medikal ekipmanlar : Mukoz membran ile temas eden ekipmanlar (diş protezleri, hidroterapi tankları) az sayıda endospor hariç hiçbir mikroorganizma (vejetatif bakteriler, Mikobakteriler, virüsler..) barındırılmamalıdır. Bu ekipmanların dezenfeksiyonunda yüksek düzeyde dezenfektan maddelerin kullanılması gerekmektedir. Diş protezlerinde sodyum hipoklorit konsantrasyonunun %0.525 (1/10 sulandırım) ve 4 –10 dakika temas süresinin yeterli olduğu ile ilgili yayınlar bildirilmiştir (1).

8-Tıbbi atıklar: Kan ve kan ürünleri, mikrobiyolojik atıklar (kültür...), patolojik atıklar (doku, organ...), gibi enfeksiyonlu atıkların imha edilmenden önce çamaşır suyu ile muamele edilmeleri gerekir.

Çamaşır suyunun diğer kullanım alanları

Antisepsi

Mantarlar ile infekte ayaklar (atlet ayağı mantarı) için % 0.1 –1.25 konsantrasyonda çamaşır suyu banyosu önerilir. Yanık, yara, mesane yıkama solüsyonu olarak da kullanılır.

Çamaşır sularının antiseptik olarak çok önceden beri kullanılmasına rağmen irritasyon özelliği ve yüksek konsantrasyonda kullanıldığı takdirde toksisiteye neden olmasından dolayı, alkol, klorheksidin ve iyot gibi preparatlar tercih edilmelidir (1).

Diş tedavisi

Diş dolgusu yapılmadan önce diş kanalının sodyum hipoklorit kullanılarak antiseptisi yapılabilir.

Diş çekiminden sonra meydana gelen kanamalarda %0.2 konsantrasyonda hipokloritin bir dakika kullanılması ile kanama durdurulabilir (1).

Çamaşır suyunun hazırlanması, ve saklanması:

Çamaşır suyu bilindiği gibi %5.25 (50,000 ppm) sodyum hipoklorit içermektedir. Bu konsantrasyondan daha az konsantrasyon istendiğinde sulandırılması gerekir. Sulandırılan çamaşır suyunun antimikrobiyal aktivitesinin devam edip etmediği ile ilgili değişik görüşler vardır . CDC'nin önerisine göre çamaşır suyu kullanılacağı an sulandırılıp hemen tüketilmelidir. Çoğu araştırmacılara göre çamaşır suyu bir ay içinde tüketiliyor ise, istenen konsantrasyonun iki katı konsantrasyon hazırlanmalıdır. Örneğin 500 ppm klor isteniyor ise onun yerine 1000 ppm konsantrasyon hazırlanmalıdır. Saklanması istenen solüsyon kobalt veya nikel gibi ağır metal katyonları ile kontamine olmamalı, pH'ı 11.5'ün üstünde, ağzı kapalı karanlık bir yerde, veya opak bir şişede  $24^{\circ}\text{C}$  (oda sıcaklığı) altında saklanmalıdır (1).

GÜVENLİK

Çamaşır suyu çok yaygın kullanılan bir temizlik maddesi olduğu için her evde bulunan bir maddedir. Bu yüzden evde çocukların erişemeyeceği bir yere konulmalıdır. Çamaşır suyunun yaptığı hasar konsantrasyon ve temas süresine göre hafif irritasyon ile çok hasarlı nekroz arasında değişebilir. Konjunktiva, solunum ve sindirim yolu irritasyonlarına yol açabilir. Evde kullanılan çamaşır suları cilde döküldüğü zaman o bölge su ve sabun ile yıkanır. Geçmediği takdirde bir hekime müracaat etmek gerekir. Göze geldiğinde bol steril ılık su ile 15 dak yıkanmalıdır. İritasyon, şişme, lakrimasyon, fotofobi devam ederse göz doktoruna müracaat edilmelidir. Sindirim yolu ile alındığında genellikle az hasarlı olur ancak çok

fazla miktarlarda alınmış ise veya klinik belirtiler (boğulma, ağrı ve disfaji ) ortaya çıktığında doktora müracaat etmek gerekir. Çamaşır suyu konsantre olarak veya başka temizlik maddeleri ile birlikte kullanılmamalıdır. Örneğin temizlik maddesi ile yerler temizlenip daha sonra çamaşır suyu kullanılmamalıdır. Çamaşır suyu ile birlikte asit veya amonyak bulunduğunda bu maddelerle reaksiyon sonucu sırasıyla klor gazı ve kloramin meydana gelir. Her iki gazın yaptığı klinik belirtiler ise solunum yolu ve mukoz membran irritasyonu, öksürük , boğulma ve dispnea, bazen kimyasal pnömonit veya pulmoner ödem olabilir.

#### KAYNAKLAR

1. Rutala WA, Weber D: Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *J Clin Microbiol Rev* 10: 597 (1997).
2. Bloomfield SF: Chlorine and Iodine Formulations. "JM Ascenzi (ed): Handbook of Disinfectants and Antiseptics", p133, NewYork (1996).
3. Dychdala GR: Chlorine and chlorine compounds."SS Block (ed): Disinfection, sterilization, and presevation", p131, Lea & Febiger, Philadelphia (1991).
4. Russell AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ (eds): Principles and practice of disinfection, preservation, and sterilization.p47, 3rd ed, Oxford: Blackwell scientific Publications (1998).
5. Mallmann WL, Schalm O: The influence of the hydroxyl ion on the germicidal action of chlorine in dilute solution. *Eng Exp Sta* 44:3 (1932).
6. Rudolph AS, Levine M: Factors affecting the germicidal efficiency of hypochlorite solutions. *Eng Exp Sta. Bull.*150 (1941).
7. Sykes G: The sporicidal properties of chemical disinfectants. *J Appl Bacteriol* 33:147 (1970)
8. Mercer WA, Somers II (eds): Chlorine in food plant sanitation. *Advances in Food Research.* p129, Academic press, NewYork (1957).
9. Watkins SH, Hays II, Elliker PR:Virucidal activity of hypochlorite, quaternary ammonium compounds, and iodophors against bacteriophage of *Streptococcus cremoris*. *J Milk Food Technol* 20: 84 (1957).
10. Costigan SM: Effectiveness of hot hypochlorite of low alkalinity in destroying *Mycobacterium tuberculosis*. *J Bacteriol* 32: 57 (1936).
11. Guiteras AF, Schmelkes FC: The comparative action of sodium hypochlorite, chloramine-T, and azochloramid on organic substrate. *J Biol Chem* 107: 235 (1934).
12. Bloomfield SF, Arthur M, Looney E, Begun K, Patel H: Comparative testing of disinfectant and antiseptic products using proposed European suspension testing methods. *Lett Appl Microbiol* 13: 233 (1991).
13. Vossler JL: *Mycobacterium tuberculosis* and other nontuberculosis Mycobacteria. "CR Mahon, G Manusela (eds). Textbook of Diagnostic Microbiology", p667, Saunders Company, USA (2000).
14. Caldwell DR: Analysis of biofilms formation: confocal laser microscopy and computer image analysis. Abstract of papers to be presented at the 77th Annual Meeting of the Internal Association of Milk. Food and Environmental Sanitarians, 11 (1990).
15. Bolton KJ, Dadd CER, Mead GC, Woodward RL: Chlorine resistance of strains of *Staphylococcus aureus* isolated from poultry processing plants. *Appl Microbiol* 6:31 (1988).
16. Maillard JY, Hann AC, Perrin R: Resistance of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 phage F116 to sodium hypochlorite. *J Appl Microbiol* 85:799 (1998).
17. Girardo P, Reverdy MF, Martra A, Fleurette J: Determination of bactericidal minimum concentrations of 3 antiseptics and 1 disinfectant on 580 hospital gram negative bacilli. *Pathol Biol* 37: 605 (1989).
18. Brazis AR, Leslie JE, Kabler PW, Woodward RL: The inactivation of *Bacillus globigii* and *Bacillus anthracis* by free available chlorine. *Appl Microbiol* 6:338 (1988).
19. Rutala WA, Cole EC, Wannamaker NS, Weber DJ: Inactivation of *Mycobacterium tuberculosis* and *Mycobacterium bovis* by 14 hospital disinfectants. *Am J Med* 91 (Suppl.3B): 267S-271S (1991).
20. Hays H, Elliker PR, Sandine WE: Effect of acidification on stability and bactericidal activity of added chlorine in water supplies. *J Milk Food Technol* 26: 147 (1963).
21. Shakliy P, Thompson TA, Gorman GW, Morris GK, McEachern HV, Mackel DC: Laboratory studies of disinfectants against *Legionella pneumophila*. *Appl Environ Microbiol* 40: 697 (1980).
22. Butterfield CT, Wattie E, Mergregian S, Chambers CW: Influence of pH and temperature on the survival of coli-forms and enteric pathogens when exposed to free chlorine. *Public Health Rep* 58: 1837 (1943).

23. Orth R, Mrozek H: Is the control of *Listeria*, *Campylobacter* and *Yersinia* a disinfection problem? *Fleischwirtschaft* 69: 1575 (1989).
24. Stuart LS, Ortenzio IF: Swimming pool Chlorine stabilizers: *Soap Chem Spec* 10: 79,112 (1964).
25. Lopes JA: Evaluation of dairy and food plant sanitizers against *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. *J Dairy Sci* 69: 2791 (1986).
26. El-Kest SE, Marth EH: Inactivation of *Listeria monocytogenes* by Chlorine. *J Food Protect* 51: 520 (1988).
27. Hays H, Elliker PR: Virucidal activity of a new phosphoric acid wetting agent sanitizer against bacteriophage of *Streptococcus cremoris*. *J Food Milk Technol* 22: 109 (1959).
28. Resnick L, Venen K, Salahuddin SZ, Tondreau S, Markham PD: Stability and inactivation of HTLV-II/LAV under clinical and laboratory environments. *JAMA* 255: 1887 (1986).
29. Sobsey MD, Fuji T, Shields PA: Inactivation of hepatitis A virus and model viruses in water by free chlorine and monochloramine. *Water Sci Technol* 20: 385 (1988).
30. Bond WW, Favero MS, Petersen NJ, Ebert JW: Inactivation of hepatitis B virus by intermediate-to- high-level disinfectant chemicals. *J Clin Microbiol* 18:535 (1983).
31. Croughan WS, Behbehani AM: Comparative study of inactivation of herpes simplex virus types 1 and 2 by commonly used antiseptic agents. *J Clin Microbiol* 26: 213 (1988).
32. Ma JF, Straub TM, Pepper IL, Gerba CP: Cell culture and PCR determination of poliovirus inactivation by disinfectants. *Appl Environ Microbiol* 60: 4203 (1994).
33. Clarke NA, Chung SI: Enteric viruses in water. *J Am Water Works Assoc* 51:1299 (1959).
34. Keswick BH, Satterwhite TK, Johnson PC: Inactivation of Norwalk virus in drinking water by chlorine. *Appl Environ Microbiol* 50: 261 (1985).
35. Berman D, Hoff JC: Inactivation of simian rotavirus SA 11 by chlorine, chlorine dioxide and monochloramine. *Appl Environ Microbiol* 48: 317 (1984).
36. Clarke NA, Stevenson RE, Kabler PW: The inactivity of purified type 3 Adenovirus in water by chlorine. *Am J Hyg* 64: 314 (1956).
37. Kelly S, Sanderson W: The effect of chlorine in water on enteric viruses. *Am J Public Health* 48: 1323 (1958).
38. Whitmore TN, Denny S: The effect of disinfectants on a geosmin-producing of *Streptomyces griseus*. *J Appl bacteriol* 72: 160 (1992).
39. Cursons RT, Brown TJ, Keys EA: Effect of disinfectants on pathogenic free-living amoebae: in axenic conditions. *Appl Environ Microbiol* 40: 62 (1980).
40. Korich DG, Mead JR, Madore MS, Sinclair NA, Sterling CR: Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochloramine on *Cryptosporidium parvum* oocyst viability. *Appl Environ Microbiol* 56: 1423 (1990).
41. Jarroll EL, Bingham AK, Meyer EA: Effect of chlorine on *Giardia lamblia* cyst viability. *Appl Environ Microbiol* 41: 483 (1981).
42. Chang SL, Berg C, Clarke NA, Kabler PW: Survival and protection against chlorination of human enteric pathogens in free-living nematodes isolated from water supplies. *Am J Trop Med Hyg* 9: 136 (1960).
43. Sattar SA, Springthorpe VA, Karim Y, Loro P: Chemical disinfection of non-porous inanimate surfaces experimentally contaminated with four human pathogenic viruses. *Epidemiol Infect* 102: 493 (1989).
44. Sattar SA, Jacobsen H, Rahman H, Cusack TM, Rubino JR: Interruption of rotavirus spread through chemical disinfection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 15:751 (1994).
45. Kaatz GW, Gitlin SD, Schaberg DR, et. al: Acquisition of *Clostridium difficile* from the hospital environment. *Am J Epidemiol* 127: 1289 (1988).
46. Centers for Disease Control and Prevention (CDC): Recommendation for prevention of HIV transmission. health care settings. *MMWR* 36 (Suppl): S3-S18 (1987).