

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: HipoYKFL

PROJE ADI: Hipokloröz Matik

BAŞVURU ID: 436835



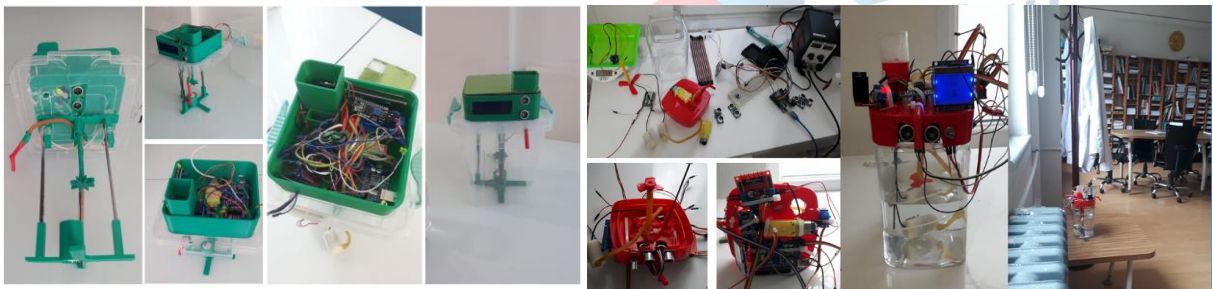
İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bilindiği gibi dezenfektanlar hayatımızın her yerinde bulunmaktalar. Günümüzde pandeminin etkisiyle ev, okul, iş yeri gibi birçok ortamda dezenfektan kullanımı çok yüksek düzeylere ulaşmış durumdadır. Elbette ki pandemiden korunmak için dezenfektanlar kullanılmalıdır. Fakat dezenfektanların uzun vadede oluşturulabileceği olumsuz yan etkilerin de ortaya konulması gerekmektedir. Uzun vadede bu kimyasalların astıma, alerjik reaksiyonlara göz ve solunum yolu irritasyonlarına, baş ağrısı, bulantı, kusma yanık, alerji, öksürük, solunum sıkıntısı ve baş dönmesi gibi birçok soruna da neden olabileceği bilinmektedir.

Bu çalışmada pandemi sonucu oluşan temel hijyen ihtiyaçlarının karşılanması için, yan etkileri olmayan, maliyeti az ve sürdürülebilir alternatif yöntemlerin bulunması amaçlanmaktadır. Yapılan araştırmalarda Hipokloröz Asidin tüm yönleri ile dezenfektan olarak kullanılan diğer kimyasallara göre çok daha üstün olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar Hipokloröz asidin vücudumuzda beyaz kan hücrelerimizde üretildiği ve yüzey temizleyici olarak çamaşır suyuna göre 30 kat daha fazla mikrop öldürücülüğüne sahip olduğu göstermiştir (Bilici ve Ark, 2015). Özellikle vücudumuzun çalışma yapısına olan uygunluğu nedeniyle birçok bilim insanı tarafından önerilen Hipokloröz Asit özellikle pandemi sırasında birçok ülkede de genel hijyen ekipmanı olarak kullanılmaya devam etmektedir. Hipokloröz Asit (HClO) doğrudan COVID-19 ile olan mevcut mücadelelerde kullanılmıştır. Güney Kore'de korona virüs test istasyonlarındaki işçiler vardiyaları bittikten sonra bu dezenfektan ile sterilize edildiği bildirilmiştir (hackster,2020). Hipokloröz asit (HClO), gıda katkı maddeleri olarak FDA ile Japonya Sağlık- Çalışma ve Refah Bakanlığı tarafından onaylanmıştır, bu nedenle güvenli ve etkili bir dezenfektandır. (leaus-bio,2021)

Bu çalışmada, okul gibi toplu alanlarda, hijyen amaçlı kullanılabilir olan Hipokloröz Asidin çok büyük miktarlarda üretilmesi için inovatif planlamalar yapılmıştır. Çalışmada, okul ortamında kullanılabilir olan maliyeti az, otonom çalışabilen, bakım gerektirmeyen ve sürdürülebilir bir Hipokloröz Asit üretim ve kullanım istasyonlarının üretimi planlanmış ve bir prototip cihaz tasarlanıp kullanılmaya başlanmıştır.



Cihaz temelde tuzlu suyun belirli miktarda elektrik enerjisi ile elektroliz edilmesi ile çalışmaktadır. Eylül 2021-Mayıs 2022 tarihleri arasında sadece okulumuzda 200 L yüzey temizleyici ile 200 L el dezenfektanı kullanılmış olup bu ekipmanlara 7.000 TL harcanmıştır. Çalışmamız ile 400 L aynı amaçlı kullanılabilir dezenfektanın 200TL ye üretilabileceği ve bu amaçla harcanan kaynakların %2,7'ye düşürüleceği görülmüştür. Bahsi geçen fark (6800 TL) okulumuzdaki fen laboratuvarları malzemelerinin temini için kullanılabilir.

2. Problem/Sorun:

Bilindiği gibi dezenfektanlar hayatımızın her yerinde bulunmaktadırlar. Günümüzde pandeminin etkisiyle ev, okul, iş yeri gibi birçok ortamda dezenfektan kullanımı çok yüksek düzeylere ulaşmış durumdadır.

Tablo 1 İhracat verileri (sözcü,2020)

	2019 İhracatı	2020 İhracatı	Artış Oranı
Dezenfektan İhracatı	28.3 Milyon \$	277 Milyon 348 Bin \$	%878
Tanı Kitleri İhracatı	43.7 Milyon \$	117 Milyon 787 Bin \$	%169
Sabun İhracatı	72.5 Milyon \$	85 Milyon 501 Bin \$	%18
Kolonya İhracatı	9.1 Milyon \$	28 Milyon 253 Bin \$	%208

Tablo 1’de görüldüğü gibi, 2019’da 28.3 milyon dolar olan dezenfektan ihracatı, yüzde 878 artışla 277 milyon doları, 9.1 milyon dolar olan kolonya ihracatı ise

yüzde 208 artışla 28 milyon doları aşmıştır. Bu ürünlerin üretim kapasiteleri de tarihin en yüksek seviyelerine yükselmiştir.

Pandemi de elbette ilk öncelik maliyet değildir ama bu iş için okulumuzda sadece 1 yıllık periyod içinde 7000 TL’den fazla kaynak harcanmıştır (Eylül 2021-Mayıs 2022 arası 400 L dezenfektan). Ebette ki pandemiden korunmak için dezenfektanlar kullanılmalıdır. Fakat dezenfektanların uzun vadede oluşturulabileceği olumsuz yan etkilerin de ortaya konulması gerekmektedir. Uzun vadede bu kimyasalların astıma, alerjik reaksiyonlara göz ve solunum yolu irritasyonlarına, baş ağrısı, bulantı, kusma yanık, alerji, öksürük, solunum sıkıntısı ve baş dönmesi gibi birçok soruna da neden olabileceği bilinmektedir. Tablo 2’de dezenfektanların özellikleri karşılaştırıldığında HClO dışındaki tüm bilinen dezenfektanların büyük sağlık sorunlarına neden olabileceği açıkça görülmektedir. HClO’nun özellikle ameliyathane temizliğinde kullanılıyor oluşu da etikliğini kanıtlamaktadır. Kısaca açıklamak gerekirse sorun kişisel ya da toplumsal olarak dezenfektan kullanımı nedeniyle risk taşıyor oluşumuzdur. Fayda zarar ilişkisi bakımından ibre dezenfektanlar yönünde olsa da uzun vadedeki etkileri yıkıcı olabilecek potansiyelindedir. Dezenfektanların atıldığı atık sularda oluşturabileceği red-tide, ötrofikasyon ve KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacını) değerini yükselttiği de bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Tüm bu açılardan dezenfektanların işlevinin daha çevreci ve bireysel olarak yan etkisiz şekilde sağlayacak yöntemlerin araştırılması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında HClO’nun mucizevi bir bileşik olduğu gerçeğinin toplumsal olarak bilinirliğinin sağlanamamış oluşu da başka bir sorun olarak görülmektedir. Neden kullanılmıyor sorusunun cevabı ise belki de bu işin bu kadar kolay olamayacağını düşünmemiz istendiğinden olabilir. Sonuçta milyarlarca \$’lık bir sektörün varlığını görmekteyiz ve her 10 reklamdanda 1’inin deterjan reklamı olduğu bir dönemi yaşamaktayız

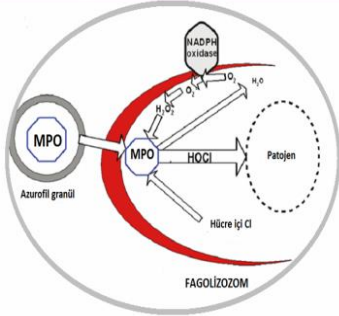
3. Çözüm

Hipokloröz Asidin kullanılan dezenfektanlara göre olan etkinliği yapılan çalışmalarda kanıtlanmıştır.

Etki Alanı	Hipokloröz asit-HClO	Alkol	Çamaşır Suyu NaClO	El Dezenfektanı
Yaygın bakteriler için dezenfekte oranı	+	+	+	+
Geniş spektrum	+	-	+-	-
Basil gibi diğer bakterileri öldürme	+	-	+-	-
Cildi tahriş etmez	+	-	-	+
Göz ve ağıza zarar vermez	+	-	-	-
Hava dezenfektasyonu için	+	-	-	-

kullanılabilir.				
Kalıntı bırakmaz	+	-	-	-
Kokuları gidermeye yardımcı olur	+		-	
Yanıcı Değildir	+	-	+	+

Fizyolojik şartlarda nötrofil içerisinde oluşumu



Şekil 1 Kan Hücrelerimizde üretimi (Sakarya S. 2017)

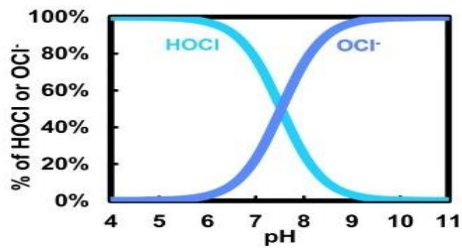


Şekil 2 HCIO'nun yara iyileştirme özelliği –(Sakarya S. 2017)

Tablo 2’de de görüldüğü gibi HCIO tüm dezenfektanlara göre daha niteliklidir. Özet bölümünde bahsedildiği gibi beyaz kan hücrelerimizde üretilebiliyor oluşu ve bakteri savunma mekanizmasını direk aşabilen yapısı HCIO’yu rakipsiz yapmaktadır. HCIO’nun ise keşfi yeni değildir. İlk defa 1823 yılında Sir Davy tarafından yapılan HCIO, ilk defa Faraday tarafından 1881 yılında üretilmiştir. İlk kullanımı ise 1914’de 1. Dünya savaşında olmuştur. HCIO, bakteri ve virüslere karşı savaşmak, vücudu korumak ve iyileştirmek için tüm memelilerde beyaz kan hücreleri tarafından doğal

olarak üretilmektedir. (Sakarya S,2017) HCIO’nun merak edilen başka bir özelliği de diğer dezenfektanlar gibi cilde zarar verip vermemesidir. Yapılan araştırmalar HCIO’nun yara iyileştirmelerinde de kullanıldığını göstermektedir.

Görüldüğü gibi HCIO günümüzde bilinen ve hatta kullanılan bir bileşiktir. Hastanelerde ve hatta ameliyathanelerde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Elbette bu bileşik bu tür ortamlarda daha rafine haldedirler. Ürünün direk yaygınlaşmaması gözlemlerimize göre üretim sırasındaki proseslerin zorluğu ve maksimum etkinlik için PH seviyelerinin ayarlanmasının gerekliliğidir.



Şekil 3 HCIO verimli çalışma değerleri (KÜLEKÇİ ,2005)

Tablo 2. Hipokloröz asitin çözünürlüğünün solüsyonun pH değişikliklerine göre değişmesi (2).

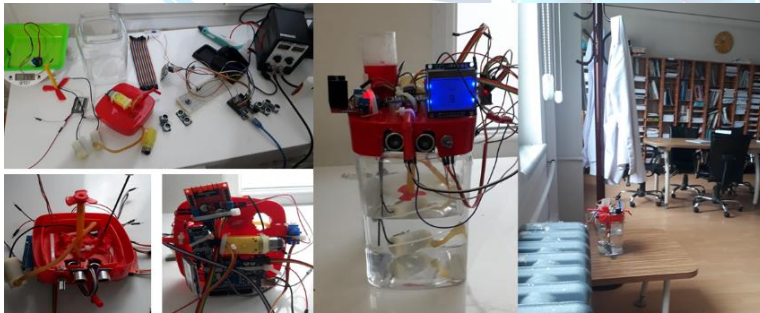
pH	%HOCl	pH	%HOCl
4	100	8	23.3
5	99.7	9	2.9
6	96.8	10	0.30
7	75.2	11	0.030

Çalışmamızda HCIO üretiminin en temel 3 yöntemi olduğu tespit edilmiştir. Bunlar (BKZ Resim4) Elektroliz, membran elektrolizi, tek hücreli elektroliz ve laboratuvar koşullarında üretimdir. Elektroliz, bizimde maliyet nedeniyle tercih ettiğimiz yöntemdir ancak bu yöntem oluşan yan ürünler nedeniyle maalesef yeterince etkili olamamaktadır. Bu nedenlerden dolayı faydalı olduğu bilinmesine rağmen mevcut dezenfektanlara karşı sosyal ortamlarda yaygınlaştırılamamıştır. Yaptığımız deneysel çalışmalarda elektroliz yöntemi ile tuzlu suda HCIO üretildiğini kanıtlanmıştır ancak tepkimede oluşan yan ürünlerden olan NaOH’nın çözeltiyi bazik yapması (PH ->8.2) nedeniyle HCIO’nun etkinliğinin yaklaşık %70-88 oranında yok ettiğini gözlemlenmiştir. Bu açıdan bakıldığında elektroliz işlemi tek başına verimsiz görülebilir. Çalışmamızı benzerlerinden farklı kılan ve basit bir elektroliz işleminden ayıran şey işlem



basamaklarının sürekli gözlemlenmesi ve nihai ürün olan HCIO'nun etkinliğinin çözelti içindeki derişiminin mükemmel sayılabilecek olan % 90-98 arasında korunmasının sağlanmasıdır.(Çözelti içine reaksiyonu ürünler yönüne kaydırmak ve PH seviyesini 6 seviyelerine indirmek için sitrik asit kullanılmaktadır.) **Yöntem bölümünde ayrıntılı olarak anlatılan bu işlemlerle basit bir elektroliz işlemiyle çamaşır suyundan 30 kat daha güçlü bir (sağlığa zararsız) dezenfektan üretimi gerçekleştirilebilecektir.**

Bilindiği üzere dünyanın birçok dezavantajlı bölgesi bulunmaktadır. Coğrafyamız için basit kabul edilebilecek enfeksiyonlar yüzünden Afrika'da binlerce çocuk ölümleri yaşanmaktadır. Temelinde hijyen ekipmanlarına sahip olamamanın yattığı bu sorunların, 9 Voltluk bir pil, tuz, su ve limon tuzu ile önüne geçilebileceğini bilmek inanılmaz bir duygudur. Çözüm önerimizdeki duygusal motivasyon kaynağımızda bahsettiğimiz bu etmenlerdir. Bu bölümde son söz olarak okul ortamında büyük miktarlarda verimli HCIO üretilebilir. Bunun yapılabilirliğini kanıtlamak için mikro düzeyde sayılabilecek iki cihaz geliştirilmiş, kullanılmış ve verimliliği test edilmiştir. Aynı devreler değiştirilmeden kullanılarak her seferde 100 L'lik HCIO'a üretebilecek ekipmana sahibiz.



Son cihazımızdan örnek vermek gerekirse 3lt kapasiteli bir haznemiz, bir arduino uno kartımız, iki dalgıç su pompamız , bir 4 kanallı role kartımız, bir Dc motorumuz ve bir motor sürücü kartımız, 9 Volt 1,5 Amper güç kaynağımız, 2 ultrasonik mesafe sensörümüz, bir, iki satırlı LCD ekranımız iki grafit çubuğumuz ve bir miktar 3D yazıcı da basılmış hazne üstü kutumuz (yeşil alan) bulunmaktadır. Cihaz mesafe sensöründen aldığı bilgiye göre haznenin doluluk oranını sürekli Arduino karta göndermektedir. Hazne boşaldıysa (12 cm) dış haznedan dalgıç pompa ile su

çekilerek hazne doldurulmaktadır. Bu aşamada cihaz üretim moduna girdiğinden dışarıdan kullanıma kapanmaktadır. Su doldurulduğunda pompa durdurulmakta ve bir seferde ortalama 106 gr tuz ve 10 gr limon tuzu dökerek şekilde ayarlanmış tuz ve limon tuzu karışımını tuz haznesinden suya dökmektedir. Bu işlem 3 L için bir kere tekrarlanacaktır. Tuz eklendikten sonra role kartına direk bağlı olan 2 Amper güç verebilen güç kaynağı suyu eletroliz etmeye başlamaktadır. Bu aşamada su DC motorla sürekli karıştırılmaktadır. İşlem yaklaşık 1 saat devam ettikten sonra cihaz hizmete açılmakta ve kullanıcıya otomatik olarak karışımı vermektedir.

Kontrol ekipmanındaki küçük değişikliklerle cihazın kapasitesi istenildiği kadar büyütülebilecektir.

4. Yöntem



Amper	Süre Dk
0,25-0,54	25
0,55-084	12
0,85-1,44	8
1,15-1,44	6
2	4, 5

SN	230 500 ml su ve ortalama 2 Amper elektrik akımı (Anot ve katot Grafit çubuk)					
	8 Gr		16 Gr		32 gr	
	Alt (PH)	Üst (PH)	Alt (PH)	Üst (PH)	Alt (PH)	Üst (PH)
0-30	7,5	7,5	7,2	7,5	6,6	7,4
30-60	7,5	7,5	7,6	8	6,8	7,8
60-90	7,5	7,5	7,6	7,8	7,0	7,9
90-120	7,0	7,5	7,6	8,3	7,3	7,8
120-150	7,4	7,7	7,2	8,1	7,3	8,0
150-180	7,3	7,8	7,6	8,2	7,3	8,2
180-210	7,2	7,8	7,2	8,1	7,3	8,3
210-240	7,3	7,8	7,8	8,7	7,4	8,2
240-270	7,7	8,0	7,2	8,6	7,5	8,3
270-300	7,8	8,0	7,5	8,4	7,7	8,3
300-360	7,8	8,2	8,2	8,4	7,8	8,5
360-420	7,8	8,2	8,0	8,4	7,9	8,6

- $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 (\text{gaz}) + \text{Cl}_2$
- $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{NaClO}$
- $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{HClO}$

Şekil 3Deney sonuçları ve tepkimenin şeması

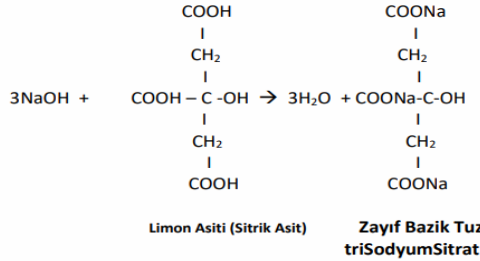
İlk tasarladığımız cihaz, 900 ml son ürün kapasitesine sahip, harici su kaynağına bağlanabilen üzerindeki entegre tuz ünitesi ile sürekli bir şekilde ürün üretebilen, sürdürülebilir bir makine haline gelmiştir. İkincisinin kapasitesi ise 3 L'dir. Üzerinde bulunan kontrol üniteleri otonom olarak Hipokloröz Asit üretimini gerçekleştirmektedir. Cihaz, üzerinde kullanılan kontrol üniteleri yazılımda yapılacak basit birkaç değişiklik ile onlarca litre ile ifade edilebilecek miktarlarda Hipokloröz Asit üretebilme kapasitesine sahiptir. İlk cihazı örneklem olarak kabul edersek elektroliz işlemi başladığında 900 ml su ve 32 gr su içeren konsantrasyonu bir dizi işlem sonucunda Hipokloröz asit (HClO) ve Sodyum Hidroksit (NaOH)'e dönüştürmektedir.

Üretim aşamasında taranan kaynaklarda HClO üretimi için 1 -2 gr tuz ile 1 saatlik işlemler önerilmekteydi. Bulunan bir kaynakta ise 300 ml için 11 gr tuzun 2 Amper güç ile 4,5 dk da istenilen oranda Hipokloröz oluşturabileceği söylenilmekteydi.(hackster,2020) Çalışma bu referans üzerine inşaa edildi. Çalışmada 500 ml suda ortalama 2 amper güç kullanarak 8, 16 ve 32 gr ile tuz her biri 7 dk süren toplam 3 ayrı test gerçekleştirildi. Her teste 30 sn elektrik akımı verdikten sonra gücü kesip PH testi yapıldı. Her ölçümümüzde elektrik akımını hemen kesilmesinden sonra anot (+) ucu etrafında yaklaşık 5 sn süren kısa süreli PH'da hızlı bir azalmanın ardından yaklaşık 5 sn içinde hızlı bir artışın varlığını gözlemlendi. Bu gözlem sırasında devrenin kapatılması sonrasında katot kısmında belirgin bir PH azalmasının olmadığı hatta kısa süreli PH'nın sabit kalıp sonradan hızlıca yükseldiğini görüldü. Bu durum, anotta açığa çıkan Cl (klor) gazının Hipokloröz asite dönüşmesi ile bölgesel ve kısa süreli de olsa çözeltinin PH'ını azalttığını göstermektedir. Ancak bu sürecin ardından çözeltide oluşan diğer yan ürün olan ve aynı zamanda kuvvetli baz olan NaOH'ın çözeltinin PH'ını hızlıca yükselttiğini ve gözlemlenen süre sonunda ortalama PH'nın 8,2 seviyelerinde dengeye geldiğini görülmüştür.

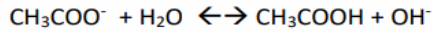
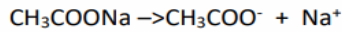
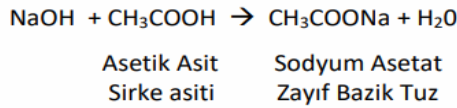
Şekil 3'de görüldüğü gibi PH seviyesinin artmasının üretilen hipokloröz asitin suda çözünmesini ve dolayısıyla etkisinin azalmasına neden olacağı bilinmektedir. İşte standart elektrolizin verimsizliğinin nedeni de budur. Elde edilen çözeltinin PH'ı 8,2 olarak dengelenmiştir. Yan ürünlerden olan ve güçlü bir baz olan sodyumhidroksit çözeltinin PH'ını yükseltmiştir. Şekil 3'de görüldüğü gibi Hipokloröz asitin en verimli PH seviyesinin 6 ile 6,2 PH'larda olacağı

görülmektedir. Çünkü bu seviyelerde hem % 96 ya kadar verimli çözünme oranı hem de zayıf asit olarak da cilde verebileceği zarar seviyesi oldukça düşük olacaktır. Mevcut durumda yani 8,2 PH seviyesinde olan çözeltilimizde ise çözeltilide var olan HClO miktarının sadece %20'nin kullanılabilmesi görülmektedir. O halde ortamdaki sodyum hidroksit uzaklaştırılması ile PH'nın azaltılmasının mümkün olup olmadığı araştırılmıştır. Strik Asit ve asetik asit kullanılarak bir dizi deneyler gerçekleştirilmiştir.

Limon Suyu (sitrik asit) NaOH tepkimesi: Limon asiti organik asittir.



Sirke (asetik asit) NaOH tepkimesi:



kuracağı da bilinmektedir. 10. ve 11. Sınıf Fen Lisesi Kimya müfredatında bu tepkilerin daha ayrıntılı açıklamaları öğretilmektedir.

Tablo 3 Sitrik Asit ve Asetik Asit Uygulamaları

Limon (Sirik Asit)	Sirke (Asetik Asit)
3 mol NaOH'ı etkisiz hale getirir	1 mol NaOH'ı etkisiz hale getirir.
Sodyum strat tuzu oluşturur.	Sodyum asetat tuzu oluşturur.

Limon suyu eklenme miktarı ve PH seviyesindeki düşüş:

	0ml	1ml	2ml	2,5 ml	3ml	4ml	5ml
PH	8,3	7,4	6,7	6,2	6,0	5,4	4,6

Sirke eklenme miktarı ve PH seviyesindeki düşüş:

	0ml	1ml	2ml	2,5 ml	3ml	4ml	5ml	9ml
PH	8,2	7,7	6,8	6,6	6,4	6,2	6	4,6

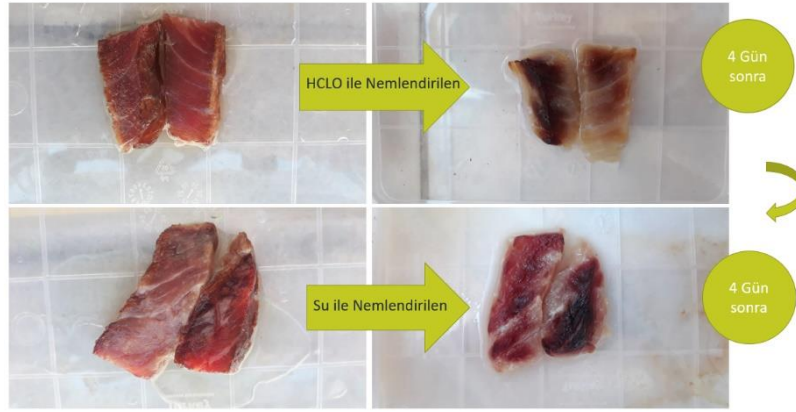
Tablo 3'te görüldüğü gibi Limon suyunun sirkeye göre daha az kullanılmasına rağmen daha etkili olmasının nedeni, limon suyunun 3 mol, sirke asitinin ise 1 mol NaOH ile tepkimeye girmesinden dolayıdır. Tepkime formüllerine göre sirkenin limona göre ortamdaki NaOH'ı uzaklaştırması için daha fazla kullanılması gerekmektedir. Sonuçta limon suyu daha fazla NaOH'ı ortamdan uzaklaştırınca asit baz dengesi kuralı gereğince giden bazın yerine asit geleceğinden (tepkime ürünler yönüne kayacağından HClO üretimi de artacak) PH düşürülecek ve çözeltili asitleşecektir. Ayrıca limon (sitrik asit) kullanımı sonrasında oluşacak olan Sodyum strat tuzu, sirke (asetik asit) kullanımı sonrasında oluşan Sodyum asetat tuzuna göre daha kullanışlı bir

Bu süreçte karşımıza sitrik asit (limon suyu) ve asetik asit (sirke) çıkmıştır. Her ikisi de asit olan ve çok kolay temin edilebilen bu malzemelerin ortamdaki sodyum hidroksiti yok edip edemeyeceğine bakılmıştır. Görüldüğü gibi sitrik asit limon suyu) çözeltilide 3 mol NaOH ile tepkimeye girerek zayıf bazik bir tuz olan trisodyum sitrat tuzunu oluşturmaktadır. Trisodyum sitrat tuzu suda iyonlaşıp, Na ve sitrat olarak suda denge kuracağı bilinmektedir. Sodyum Sitrat tuzu gıda maddelerinde de kullanılan oldukça bilinen bir tuzdur.

Görüldüğü gibi sirke yani asetik asit 1 mol NaOH ile tepkimeye girdiğinde sodyum Asetat tuzunu oluşturmaktadır. Sodyum asetat suda Na ve Asetat olarak iyonlaşmaktadır. Asetat su ile zayıf bir denge

üründür. Bu nedenle çalışmada limon tuzu kullanılmasına karar verilmiştir. Çalışmanın en özgün kısmı da kolay elde edilebilen bir yardımcı ürünle işlem basamaklarından kaynaklanan verimsizliğin mükemmel sayılabilecek bir seviyedeki verimliliğe dönüşmesinin sağlanmış olmasıdır.

Şekil 4 Et Çürütme Deneyi



Cihazın belirtilen koşullarda çalıştırılması ile elde edilen ürünün mikroorganizmalar üzerindeki etkisini gözlemleyebilmek için çürümüş et deneyi de gerçekleştirilmiştir. Pandemi döneminde hastanelerin mikrobiyoloji laboratuvarlarının kullanılmamasından dolayı bu deneyin yapılmasına karar verilmiştir. Çürüme zaten

biyolojik bir olay ve aynı zamanda mikroorganizmalarında etkin olduğu bir süreçtir. Hipokloröz asit yara dokusu üzerinde de onarıcı bir etkisi olduğuna göre et parçalarının çürütmesine nasıl bir etki yapacağını gözlemlenmesi gerekmiştir. Çalışmada yaklaşık 6 saatte bir ilk numuneye hipkloröz asitli çözelti, ikinci örneğe ise sadece su damlatılmıştır. Bu işlem 4 gün boyunca her 6 saat bir tekrarlanmıştır. 4. günün sonunda su eklenen numune tamamen çürüme konusu ve kurtlanma nedeniyle atılmak zorunda kalırken ilk numunede çürüme kokusu 7. Günden sonra başlamıştır. Buna göre hipkloröz asitimizin mikroorganizmalar üzerindeki etkinliğini de kanıtlamış olunmuştur. Cihaz ile ilgili çalışma prensipleri ve görüntüler çözüm alanında verildiğinden dolayı bu alanda tekrarlanmamıştır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Hipokloröz asit yüzyıllardır bilinen bir bileşiktir. Birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak bireysel kullanımı beklenildiği gibi yaygın değildir. Üretim işlemlerinin zor olması basit yöntemlerden olan elektrolizin ise verimsiz oluşu buna neden olmuş olabilir. Çalışmamızın özgün yönü ise en ulaşılabilir üretim metodlarından olan elektrolizin verimliliğini artırabiliyor oluşumuzdur. Mükemmel derişime sahip olan solüsyon pandemi sırasında bir süre öğretmen odamızda kullanılmıştır. Elebetteki yaygın dezenfektanların toplumda daha rağbet görmesi çalışmalarımızın deneysel olarak algılanması ilk başlarda normal karşılanabilir ancak günümüzde piyasada benzerlerinin satılıyor olması ve birçok marka ve modelin bulunması bu intibanın yakılmaya başladığını da göstermektedir. Bahsedildiği gibi piyasada “Elektrolize Su Sterilizasyon Cihazı” olarak satılan bu cihazların hepsi neredeyse tuz ve suyun elektroliz edilmesi yöntemine göre çalışmaktadır. Her biri kişisel kullanıma yönelik geliştirilmiş bu cihazların fiyatları 99 TL’den 1600TL’ye aralığında seyretmektedir. Bu açıdan bakıldığında maliyet açısından geliştirdiğimiz cihazın gereksiz olduğu düşünülebilir. Ama ilk olarak bunun tersini ifade etmek gerekirse cihazımız, okul ortamında her robotik dersi görmüş öğrenci tarafından yapılabilir. İkinci olarak cihazımız deneysel olarak kanıtlanmış verimliliği mükemmel kabul edilebilecek derişimde HClO üretmektedir. (Sitrik Asit eklentisi ile 6 PH ‘ın elde edilmesi üretilen her HClO’nun %96’sının suda çözünmesinin sağlanması). Üçüncü olarak piyasa yer alan cihazların internet sitelerinde verilen bilgiler incelediğinde cihazın hipkloröz asit yerine daha çok sodyum hipoklorit

(çamaşır suyu) ürettiğini ifade etmektedirler. Şekil 3’te de görülebileceği gibi ürünler hipkloröz asit, sodyum hipoklorit ve Sodyum Hidroksittir. Tepkime denge tepkimesi olduğu için sürekli tekrar edecektir. Bu durumda son üründe kesinlikle HClO, NaClO (çamaşır suyu) ve NaOH bulunmak zorundadır. PH 8 üzerinde olacağından HClO suda verimli çözünemeyecek ve çözeltide baskın ürün NaClO olacaktır. İşte piyasada bulunan cihazlardan farklı olarak ürünümüz gerçekten yüksek konsantrasyonlu HClO üretmektedir. Bu açıdan bakıldığında strik asit ekleme fikri piyasada yer alan tüm cihazlardan çalışmamızı keskin bir şekilde ayırmaktadır. Çalışmanın diğer bir yönü ise ekipmanlar üzerinde yapılacak basit değişikliklerle yüzlerce litrelik üretim yapabilmeye şansımızın oluşudur. Konuyu açmak gerekirse çalışmada kullanıldığımız role, arduino tarafından kontrol edilmektedir. Arduino, istediğimiz röleyi açıp kapatabilir. Role üzerinde yer alan güç kaynağının ne olduğunun devremiz için önemi bulunmamaktadır. Örneğin cihazımızdaki röleye bağlı ve elektrolizi yapan güç kaynağı 9 Volt 1,5 Amper iken bu röleye direk 220 Volt verilebilir. Bu da bizim daha fazla güç gerektirecek cihazlar tasarlayabilmemizi sağlamaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Çalışma özellikle okul gibi yüksek hijyen gereksinimiz olan mekanlarda kullanılabilir. Cihazın bir önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi benzer yöntemlerle çalışan rakipleri bulunmaktadır. Cihazımızın yaklaşık 480 TL ye mal edilmektedir. Bu cihazın 100 L kapasite de çalışan versiyonu da yaklaşık 1200 TL’ye mal olacaktır. Bu nedenle okullarımız için büyük kapasiteli cihazların üretimine yoğunlaşılacaktır. Okullarımızın bu konuya sıcak bakacağı düşünülmektedir. Çünkü ortalama 370 kişinin yer aldığı okumuzda ortalama 400 L tezenfektan kullanılmış ve bu dezenfektanlara 7000 TL harcanmıştır. Bu maliyetin %3’e düşürüleceği öngörüldüğünde bu amaçla harcanan kaynaktan ülke genelinde binlerce TL tasarruf edilebilecektir. Eylül 2021 itibariyle ülkemizdeki okulların 10 bin 552’si okul öncesi eğitim, 24 bin 576’sı ilkökul, 19 bin 25’i ortaokul ve 12 bin 972’si de ortaöğretim kurumları oluşturmaktadır. Bu okullarımızda 8 milyon 85 bin 943 öğrenci örgün eğitim almaktadır. (AA,2021) Sadece bizim okulumuzdan hareketle bir orantı kurulduğunda bu okullarımızda ortalama 20 milyon litre dezenfektan kullanılmış ve bu dezenfektana ortalama 350 milyon tl ödenmiş olacağı öngörülmektedir. Buna göre okullarımıza kurulacak olan bu üniteler sayesinde her yıl 339 milyon TL tasarruf edilebilir. Bu rakam donatıma laboratuvar malzemelerine, kütüphanelere harcanabilir. Bu rakamlar, karar vericilerinin ikna olmasını sağlayabilecek büyüklükte rakamlardır. Üstelik okul başına maliyet bir defaya mahsus en fazla 1200 TL olacaktır. Okul idaresinin de konuya sıcak bakacağı düşünülmektedir. (Okulumuzdaki idarecilerimizin bu konuda ciddi teşvikleri bulunmaktadır.) Sağlık Bakanlığı ve MEB’in yapacağı bir işbirliği protokolü ile bu proje çok kısa zamanda hayata geçebilir. Meslek liselerimiz çok kısa sürede bu donanımları üretebilir. Cihaz kolay temin edilen bileşenlerle hızlıca seri üretime geçebilecek potansiyelindedir. Bahsi geçen ek yöntemlerin, rakip cihazlara göre tercih edilebilirliği artıracığı öngörülmektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Cihazımızın hali hazırda kişisel kullanım versiyonu bulunmaktadır. Bu versiyonun daha işlevsel ve estetik olması için geliştirmeler devam etmektedir. Çalışmanın asıl ana hedefi olan toplu mekanlar için öngörülen versiyonunun tasarlanması için Teknofest sürecinin katalizör olacağı düşünülmektedir. Bu versiyonun tahmini bütçesi her okul başına yaklaşık 1200 TL olacak şekilde planlanmaktadır. Bu rakamın kendisini yaklaşık 3 aylık kullanım sonunda amorti edeceği hesaplanmaktadır. Kişisel amaçlı geliştirdiğimiz ikinci ürünümüzün (yeşil kapaklı) tahmini maliyeti 15.05.2022 itibariyle 480 TL’dir.

- 298N Voltaj Regülatörlü Çift Motor Sürücü Kartı 38 TL
- 2 Adet HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörü 44 TL
- 6 V 250 RPM motor 20 TL
- Arduino Uno 220 TL
- 2 x 16 LCD ekran 45 TL
- 2 Adet mini dalgıç pompası : 42 TL
- 4 Kanal 5 V Röle Kartı 43TL
- Diğer (Kablo, Su haznesi 3D filament v.b) 70

Yeni geliştirilecek olan cihazımız için gerekli ekstra malzemeler 100 L kapasiteli su bidonu (100TL). Dalgıç pompalar yerine her biri direk şehir şebekesine bağlı diğeri bidonun altında yer alacak olan 2 adet 12 V Selonoid su valfi (iki adet toplam 120 TL), anot ve katot da kullanılan grafit çubuk yerine en az %99.99 saflıkta çelik çubuk (2 adet toplam 300 TL. Saf olmaları çok önemli zira çelik içindeki demir elektroliz sonucu demir oksite dönüşmekte ve çözeltiyi yeşil renkli ve kötü kokulu bir çözeltiye dönüştürmektedir.) En az 30 Amper verebilen güç kaynağı (200-300 TL) Yeni prototipimiz için tahmini bütçemiz ortalama 1200TL'dir. Piyasada bu ebatlarda üretim yapan cihazlar kişisel kullanıma yönelik olmamakla birlikte endüstriyel miktarlarda üretim yapmaktadır. Saf HCIO üreten cihazlar 25.000\$ civarlarındadır. Elbette cihazımız bu saflıkta bir üretim gerçekleştirmeyecek ama hedef kitlesine yetecek kadar nitelik ürün üretebilecektir. El tipi rakiplerimizin ise fiyatları 100 -1600 Tl arasında değişmekte olup verimlik açısından ürünümüz daha avantajlı olacaktır. Üstelik cihazımız bir seferde 100 litre üretim yapabilecektir.

	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
Tasarım	x		Bileşenlerin montajı	Test sürecinde elde edilen verilerin raporlanması
Üretim		(Listede verilen Bileşenlerin Temini için Ortalama 1200 TL kaynak temin edilmesi)		
Test			PH, mikrobiyolojik ve dermatolojik testlerin yapılması	

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Çalışma tüm sosyal alanlara hitap etmekle birlikte öncelikli hedef kitlemiz okullarımızdır. Özellikle okullarımızın zemin temizliğinde kullanılan yüzey temizleyicilerine alternatif olarak kullanacak çevre dostu bir dezenfektanın kaynağında üretilip kullanılması amaçlanmaktadır.

9. Riskler

Çalışmada elde edilecek ürünün bakanlık tarafından incelenmesi ve onaylanması gerekecektir. Bu sürecin uzun olmasından endişe edilmektedir. Kişisel kullanımda bilinenliğin az olması nedeniyle bir dirençle karşılaşacağı düşünülmektedir. Bu durumla karşılaşırsa cihazın el tipi versiyonu endüstriyel olarak tasarlanıp piyasaya sunulacaktır. Çalışmanın bitiminde patentleme, seri üretim için sektördeki aktörle görüşmeler planlanacaktır. Malzemelerin döviz kuruna bağlı olarak artması söz konusu olursa gömülü devre elemanların yeniden düzenlenmesi, bileşenlerin sadeleştirilmesi düşünülebilir.

10. Kaynakça

- AA,2021, Örgün Eğitimdeki Öğrenci Sayıları [https://www.aa.com.tr/tr/egitim/meb-egitim-ogretim-istatistiklerini-acikladi/2361308#:~:text=Milli%20E%C4%9Fitim%20Bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20\(MEB\)%20taraf%C4%B1ndan,943%20%C3%B6%C4%9Frenci%20%C3%B6rg%C3%BCn%20e%C4%9Fitim%20al%C4%B1yor.](https://www.aa.com.tr/tr/egitim/meb-egitim-ogretim-istatistiklerini-acikladi/2361308#:~:text=Milli%20E%C4%9Fitim%20Bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20(MEB)%20taraf%C4%B1ndan,943%20%C3%B6%C4%9Frenci%20%C3%B6rg%C3%BCn%20e%C4%9Fitim%20al%C4%B1yor.)
- Dünya Sağlık Örgütü koronavirüsü pandemi ilan etti - BBC News Türkçe. (2020). 20 Şubat 2021 tarihinde <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-51614548> adresinden erişildi.
- KÜLEKÇİ Güven 2005 Klor Verici Dezenfektanların Kullanım İlkeleri Hangi Şartlarda, Hangi Amaçlarla Kullanılır? Türevleri Nelerdir?
- leaus-bio,2021 URL:http://leaus-bio.com/everything-you-need-to-know-about-hclo/?gclid=CjwKCAiAyc2BBhAaEiwA44-wWxKCXJR25sYcYbZq3TGrdz3YHLhk0ieLeK77GdQoSBCbe0LtJ9F7cxoCIJYQAvD_BwE Erişim:22.01.2021
- Sakarya S. 2018- İmmün sistemimizden gelen yeni nesil antimikrobiyal ve yara bakım ajanı: Hipoklorözaset, Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi
- Sozcu,2020, Tarihi Rekor , URL:<https://www.sozcu.com.tr/2021/ekonomi/dezenfektan-ve-kolonya-ihracatinda-tarihi-rekor-6230175/> Erişim:10.01.2021
- superox ,2021, *Hipokloröz Asit Nedir? Nasıl Yapılır? Teknolojisi Nasıldır?* URL:superox.com.tr

HCLO Üretim Yöntemleri

