
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

İLERİ DÜZEY STERİLİZASYON CİHAZ TASARIMI

Murat TATLILIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMMUZ 2019

Murat TATLILIOĞLU tarafından hazırlanan "İLERİ DÜZEY STERİLİZASYON CİHAZ TASARIMI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Hasan Hüseyin SAYAN

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ...……

Başkan: Doç. Dr. Mehmet Fatih IŞIK

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Hitit Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ……...

Üye: Doç. Dr. Ercan Nurcan YILMAZ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ……...

Tez Savunma Tarihi: 09/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

……..…….

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Murat TATLILIOĞLU
09/07/2019

İLERİ DÜZEY STERİLİZASYON CİHAZ TASARIMI

(Yüksek Lisans Tezi)

Murat TATLILIOĞLU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2019

ÖZET

Tek kullanımlık olmayan cerrahi aletler ve laboratuvar malzemeleri kontamine olduğunda sterilizasyon yöntemleri ile yeniden kullanıma hazır hale getirilmelidir. Sterilizasyon işlemleri, tıbbi aletlerdeki enfeksiyonları önlemenin güncel yoludur. Bu amaçla günümüzde asit temelli kimyasal yöntemler ile ısınım temelli yöntemlerle sterilizasyon işlemleri yaygın olarak gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlerin avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Bu yöntemler malzeme cinsine, ortam şartlarına ve ihtiyaca yönelik olarak kullanılmaktadır. Kimyasal yöntemlerde temel olarak ısınım temelli yöntemlere göre daha uzun süre sterilizasyon süreci olmakta fakat daha fazla materyal bu yöntemle sterilize edilebilmektedir. Isınım temelli yöntemlerde işlem süresi daha kısa, sterilizasyon odalarına ihtiyaç duyulmamakta, sarf malzeme gideri daha az olmaktadır. Aynı zamanda kimyasal yöntemlere göre uygulaması daha kolay fakat plastik aksamlı materyallerin sterilizasyonunu sağlayamamaktadır. Sterilizasyon için tek başına yetersiz olan ve genel olarak ortam dezenfeksiyonunda kullanılan ultraviyole ışınım yöntemi, ultrasonik bir ortam içerisinde yoğunlaştırılmış ışınım şiddetiyle kombine edildiğinde çok daha efektif bir sterilizasyon etkisi sunmaktadır. Bu çalışmada bu iki teknolojinin entegre edildiği, klinik laboratuvarlar ve diş klinikleri için ultrasonik ve ultraviyole ışınım kombinasyonlu bir cihaz tasarlanması amaçlanmıştır. Tasarlanacak prototipte plastik aksamlı materyallerin de ısınım yöntemine göre daha kısa sürede etkin bir sterilizasyonu amaçlanmaktadır. Proje 3 boyutlu olarak tasarlanıp üretilerek, malzemenin ihtiyaç duyduğu zamanın ve yöntemin belirlenmesine olanak tanıyan yazılımıyla ortaya bir prototip konulmuştur.

Bilim Kodu	:	90507
Anahtar Kelimeler	:	Ultrasonik, Ultraviyole Işınım, Matematiksel Model
Sayfa Adedi	:	51
Danışman	:	Doç. Dr. Hasan Hüseyin SAYAN

ADVANCED STERILIZATION DEVICE DESIGN

(M. Sc. Thesis)

Murat TATLILIOĞLU

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2019

ABSTRACT

When non-disposable surgical instruments and laboratory materials are contaminated, they should be made ready for reuse with sterilization methods. Sterilization procedures are the current way of preventing infections in medical instruments. For this purpose, nowadays, acid-based chemical methods and heating-based methods are widely used.These methods have advantages and disadvantages. These methods are used in terms of material type, environment conditions and need. The determination of these methods is selected according to the type of material, ambient conditions and needs. In chemical methods, the process of sterilization is longer than the heat-based methods but more material can be sterilized by this method. In heat-based methods, the processing time is shorter, the sterilization chambers are not needed and the consumable cost is less. At the same time, it is easier to apply than chemical methods, but does not provide sterilization of plastic parts. Inadequate when used alone for sterilization, and generally in ambient disinfection, the ultraviolet radiation method offers a much more effective sterilization effect when combined with the intensity of the irradiated radiation in an ultrasonic environment. In this study, it is aimed to design an ultrasonic and ultraviolet radiation combination device for clinical laboratories and dental clinics. The aim of the prototype is to provide an effective sterilization of plastic materials in a shorter time than the heating method. The project designed and produced in 3 dimensions and a prototype will be introduced with the software that allows the determination of the time and method required by the material.

Science Code	:	90507
Key Words	:	Ultrasonic, Ultraviolet Radiation, Mathematical Modelling
Page Number	:	51
Supervisor	:	Assoc. Prof. Dr. Hasan Hüseyin SAYAN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca destek olan, zamanını ayıran, bilgi ve deneyimlerini paylaşan danışman hocam Doç. Dr. Hasan Hüseyin SAYAN' a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca her zaman her konuda bana destek olan aileme çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ x

RESİMLERİN LİSTESİ xii

SİMGELER VE KISALTMALAR xiii

1. GİRİŞ 1

2. ULTRASONİK TEMİZLEME TEORİSİ 5

2.1. Ses Dalgalarının Tanımı 5

2.2. Ses Dalgasının Yayılımı 6

2.3. Ses Dalgasının Doğası 8

2.4. Ultrasonik Temizlemenin Temel Prensibi 9

2.5. Ultrasonik Temizleme Sisteminin Bileşenleri 12

2.5.1. Ultrasonik sinyal jeneratörü 14

2.5.2. Ultrasonik dönüştürücüler 15

3. ULTRAVİYOLE IŞINIM TEORİSİ 21

3.1. UV Işınım Kaynakları 22

3.2. Ultraviyole ve Ultrason Kombinasyonunun Sterilizasyon Tepkisi 22

4. METERYAL METOD 27

4.1. Donanım 27

4.1.1. Mikrodenetleyicili denetim kartı 29

Sayfa

4.1.2. Sterilizasyon tankı 29

4.1.3. Ultrasonik dönüştürücüler 30

4.1.4. Frekans konvertörü 31

4.1.5. UV lamba 33

4.1.6. UV lamba sürücüleri 34

4.1.7. UV sensör 36

4.2. Yazılım 37

4.3. Tasarım ve Entegrasyon 42

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 47

KAYNAKLAR 49

ÖZGEÇMİŞ 51

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Sesin değişik ortamlardaki yayılma hızı 7

Çizelge 3.1. Bazı sıvıların 1 cm mesafedeki su iletkenliği oranları..... 25

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Ses dalgaları çizelgesi 5

Şekil 2.2. Bir cisme çarpan dalganın yansıması ve absorbe edilmesi 6

Şekil 2.3. Ses dalgasının farklı ortamlarda yayılımı 8

Şekil 2.4. Boyuna oluşan dalgaların şekli 9

Şekil 2.5. Enine oluşan dalgaların şekli 9

Şekil 2.6. Ultrasonik dalga gösterimi 10

Şekil 2.7. Ultrasonik temizleme sistemi düzeneği 10

Şekil 2.8. Kabarcıkların oluşumu ve kavitasyon olayı 11

Şekil 2.9. Denge basıncına göre pozitif ve negatif basınç bölgeleri 11

Şekil 2.10. Kavitasyon kabarcığının patlaması 12

Şekil 2.11. Piezzo ultrasonik transdüser dönüştürücünün iç yapısı 13

Şekil 2.12. Örnek bir sinyal çevrimi gösterimi 14

Şekil 2.13. Darbe kontrollü ultrasonik temizleyici 14

Şekil 2.14. Elektromanyetik dönüştürücü yapısı 16

Şekil 2.15. Daldırmalı tip dönüştürücülerin kullanım metodları 17

Şekil 2.16. Sıvı içinde duran dalgalar 19

Şekil 2.17. Ultrasonik dalga formları 19

Şekil 2.18. Ultrasonik etkide hacim güç ilişkisi 20

Şekil 3.1. Elektromanyetik dalga spektrumu 21

Şekil 3.2. UV kombinasyonlu ultrasonik test sonuçları 23

Şekil 3.3. UV radyasyonla germisidal etkisi 23

Şekil 3.4. UV radyasyonun su içerisindeki ilerleme oranı 24

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.1. Tasarımı yapılan sistemin blok şeması 27

Şekil 4.2. Atmega 328p ayak bağlantı uçları 29

Şekil 4.3. Ultrasonik dönüştürücü eşlenik devresi 31

Şekil 4.4. Frekans konvertörü şeması 32

Şekil 4.5. AC dimmer fonksiyonu 35

Şekil 4.6. PWM fonksiyonu 35

Şekil 4.7. Sensör algılama aralığı 37

Şekil 4.8. Menü uygulaması 38

Şekil 4.9. Aksiyon 1 akış diyagramı 39

Şekil 4.10. Aksiyon 2 akış diyagramı 40

Şekil 4.11. Aksiyon 3 akış diyagramı 41

Şekil 4.12. Cura yazılımı ayarları 43

Şekil 4.13. Cura yazılımı gelişmiş ayarlar sekmesi 43

Şekil 4.14. Tank sabitleme tasarımı 44

Şekil 4.15. Cihaz 3B tasarımı 45

Şekil 4.16. UV lamba enerji besleme tasarımı 45

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 2.1. Ses dalgasının yayılımı 6

Resim 2.2. Örnek bir ultrasonik sinyal jeneratörü 12

Resim 2.3. Daldırmalı tip dönüştürücü yapıları 13

Resim 2.4. Çeşitli ultrasonik dönüştürücü resimleri 17

Resim 4.1. Sistemin genel fotoğrafı 28

Resim 4.2. Sisteme ait ekran çıktısı 28

Resim 4.3. Sterilizasyon tankı fotoğrafı 30

Resim 4.4. UV-C kuvarz lamba 33

Resim 4.5. UVC led lamba 34

Resim 4.6. Guva s12sd sensörü 36

Resim 4.7. Tasarım prototipinin oluşturulması 44

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
Ω	Ohm
J	Joule
nm	Nanometre
mm	Milimetre
cm	Santim
Hz	Hertz
db	Desibel
°C	Derece
cm²	Santimetrekare
µ	Mikro
W	Watt
V	Volt
A	Amper
m	Mili
k	Kilo
M	Mega
F	Farad

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
AA	Alternatif Akım
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene
ADC	Analog to Digital Converter
DA	Doğru Akım
DNA	Deoksiribo Nükleic Acit
FPGA	Field Programmable Gate Array

Kısaltmalar	Açıklamalar
LCD	Liquid Crystal Display
MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor
PID	Proportional Integral Derivative
PLA	Polylactic Acid
PLC	Programmable Logic Controller
PWM	Pulse Width Modulation
RNA	Ribonucleic Acid
IGBT	Insulated Gate, Bipolar Transistor
UV	Ultraviyole
UVC	Ultraviyole C Type
UVGI	Ultraviolet Germicidal Irradiation
US	Ultrasonik
3B	3 Boyut

1. GİRİŞ

Sağlık ve üretim endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan sterilizasyon teknolojileri insanlık tarihinin başından beri kendini geliştiren bir yaklaşımla ilerlemektedir. Teşhis ve tedavi amaçlı kullanılan alet ve malzemelerde sterilizasyon en önemli konulardan biridir. Yapılan araştırmalar neticesinde ülkemizde sağlık alanında klinik laboratuvarlarda, diş kliniklerinde ısınım temelli yöntemler tercih edilmektedir. Çünkü ısınım temelli yöntemler, kimyasal yöntemlere göre temel olarak sarf malzeme gideri daha düşük, daha hızlı ve uygulaması daha güvenli bir teknolojidir. Otoklav, ısınım yöntemli teknolojilerin içerisinde en yaygın kullanılan cihazlardan biridir. Buharla doymuş bir ortamda 100 °C' den daha yüksek ısı ile yapılan sterilizasyon teknolojisidir; 121 °C' de 1,5 atmosfer basınçta 15 dakikada etkin değerini gösterir. Bununla birlikte kuru hava sterilizasyonu yapan bir diğer yaygın yöntem olan pastör cihazları, 175 °C' de 1 saat, 140 °C' de 3 saat işlem sürelerine sahiptir. Gelişen malzeme endüstrisinde küçük kliniklerde kullanılmak üzere üretilmiş kauçuk gibi plastik aksamlı malzemeler ısınım yöntemli sterilizasyon teknolojilerinde kullanılamamaktadır [1]. Yüksek ısıya dayanıklı olan karbon çelik gibi malzemelerinde kullanım ömürleri kısalmaktadır.

Yapılan literatür araştırmalarında görülmüştür ki; UV (Ultraviole) ışınım ile US (Ultrasonik) ortamların kombinasyonu sonucu etkin sterilizasyon ortamı oluşmaktadır. Bu tezde bu etki mekanizmasından yararlanılarak ortaya bir prototip konulmuştur. Literatür incelendiğinde ortaya koyulan çalışmalar UV ışınım şiddetinin artılarından ve eksilerinden bahsetmektedir. Bununla beraber UV sistemin US sistem ile kombinasyonunun verimliliğinden bahsedilmiştir. Bunlardan bazılarını ele alacak olursak:

Patojenli örnek US ve UV kombinasyonlu ultrasonik (0.15 µW.s/ cm²) ortamlarında örneklere 5 saniyelik etkimeleri incelendiğinde, UV kombinasyonlu örnek % 30 daha etkili olmuştur [1].

Karbaril (1- naftil- N- metil karbamat), karbamat ailesinde, esas olarak böcek ilacı olarak kullanılan bir kimyasaldır. Bir kolinesteraz inhibitörüdür, insanlar için toksiktir ve muhtemel bir kanserojen olarak sınıflandırılır. Bu çalışmada, sonariz ve fotoliz işlemlerinin etkisiyle, karbar pestisitinin bozulması, musluk suyunun laboratuvardaki sentetik

örneklerinde incelenmiştir. Yapılan testlere göre karbarilin sudaki bozulması, US ve UV kombinasyonu, yalnızca UV ışınımından çok daha etkili bir sonuç vermiştir [2].

UV ışını 253,7 nm' de mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkiler gösterir. Çünkü UV ışını DNA (Deoksiribo Nükleik Asit) ve RNA (Ribonucleic Acid) tarafından absorbe edildiği için doğal helikal yapısını bozar. Belli koşullarda bazı organizmalar bu hasarı onarabilir ve üremenin tekrar mümkün olabileceği aktif bir duruma dönebilir. Işın şiddetinin çok yoğun olduğu durumlarda hasar çok yoğun olur ve bu durumda onarım olanaksızdır [3].

Hücresel DNA' larca absorbe edilen UV radyasyon enerjisi, bitişik timin bazları arasında kimyasal kovalent bağlar oluşturarak yeni timin dimerleri meydana getirir. Ortaya çıkan bu timin dimerleri hücresel UV hasarının en önemli mekanizmasını oluşturur. UV ışınım nedeniyle oluşan timin dimerleri DNA iplikçiklerinde katlanmalara sebep olur, DNA' nın doğal helikal yapısı bozulur [4].

Ultraviole ışınlar iyonlaştırıcı olmayan ışıma türüdür. İyonlaştırıcı radyasyon türleri olan x ve gama ışınlarının elde edilmeleri oldukça pahalıdır. Protez, sentetik kalp kapakçıkları ve cerrahi malzemeler gibi özel malzemelerin sterilizasyonunda kullanılabilir [5].

Otoklavlar karbon, çelik gibi bazı metallerde korozyon meydana getirirler. Bununla birlikte ısıya dayanıklı olmayan polietilen, plastik, kauçuk malzemeleri içeren aletler asit temelli yöntemlerle sterilize edilmelidir [6].

Patojen birçok mikroorganizma için 10 000 – 25 000 mW*s/ cm² (100-250 mJ/ m2) UV dozu yeterli oluyorsa da; virüslere, sporlara, parazitlere ve "fotoreaktivasyon" ihtimaline karşı UV cihazlarının seçiminde en az 400 J/ m2 UV dozu esas alınmalıdır [7].

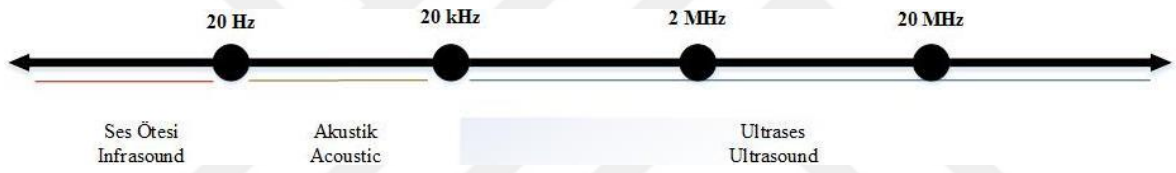
Literatür incelendiğinde UV sistem kapalı bir ortamda ışınım şiddeti yoğunluğuna ve zamana bağlı olarak etkinliği değişmektedir. Bununla beraber UV sistemin US sistem ile kombinasyonunun verimliliğinden bahsedilmektedir. Bu tezde kullanılacak yöntem bu iki sistemi baz almaktadır. Ayrıca sterilize olacak malzeme üzerindeki mikro ölçekli tortu, kir, tabakasından arındırılmaz ise parça üzerinde kalıcı bir etki meydana gelmeyecektir. Bu yüzden US sistem bu prototipte sadece UV sistemdeki patojen öldürücü etkiyi artırıcı bir faktör değil, parça üzerindeki tortu tabakasının kaldırılması için de önemlidir. Prototip

oluşturulurken sterilizasyon işleminin sağlanması için kapalı döngü bir algoritma meydana getirilmiştir. Bu algoritma ürün üzerindeki tortular, cihaz ürünü sterilize edemeyecek kadar fazlaysa sistem önce US sistemde tortularından arındırılması gerektiği uyarısı verecek ve bu tortuların miktarı ise UV sensörün ortamın bulanıklığına bağlı olarak absorbasyon miktarına göre seçilecektir. Ayrıca kullanıcılar için düşünülmüş bir diğer özellik de ürünün steril bir saklama kabı olarak kullanılabilmesidir. Bu işlem menü üzerinden seçilebilmektedir. Tasarlanacak olan bu ürün ileri düzey bir temizlik cihazı olacaktır. Metal, seramik, polimerik, kompozit gibi materyaller için kullanılabilecektir.

2. ULTRASONİK TEMİZLEME TEORİSİ

2.1. Ses Dalgalarının Tanımı

İnsan kulağının duyabileceği sınırın üzerindeki (20 kHz ve üzeri) mekanik ses dalgalarına ultrasonik ses denir [8]. Ultrasonik, insan kulağının hissedebileceği frekans sınırının üzerindeki mekanik ses dalgalarının bilimidir. Herhangi bir elektromanyetik dalga yayılımında olduğu gibi, ultrasonik bir dalgada herhangi bir cisme teması olduğu zaman bir kısmı cisim tarafından absorbe edilir, bir kısmı da cisim üzerinden yansır. Eğer ses dalgası yansıtıcı cisme doğru yaklaştırılırsa yansıyarak geri döner ve alınan dalgaların frekanslarında değişme olur (Doppler etkisi). Şekil 2.1' deki gibi düşük frekanslarda bas ya da düşük tonları, yüksek frekanslarda da tiz ya da yüksek tonlar üretir.



Şekil 2.1. Ses dalgaları çizelgesi

Herhangi bir elektromanyetik dalga bir cisme çarptığı zaman bir kısmı cisim tarafından içine alınır, bir kısmı yansır, bir kısmı da bu engeli aşar. Şekil 2.1' de gösterildiği gibi 20 Hz altı ses ötesi dalgalar, 20 Hz ile 20 kHz arası akustik dalgalar, 20 kHz ve sonrası Ultrases dalgaları olarak tanımlanır.

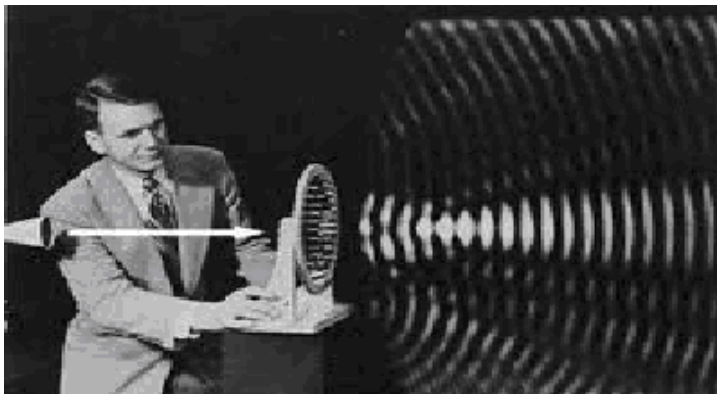


Şekil 2.2. Bir cisme çarpan dalganın yansıması ve absorbe edilmesi

20 kHz' in üzerindeki ses dalgaları genellikle ultrasonik olarak dikkate alınırlar. Temizleme alanında frekans değeri arttıkça temizleme anında daha küçük bölgelere ulaşabilme imkânı ortaya çıkmaktadır fakat frekans değeri arttıkça temizleme gücü düşmektedir. Bu durumu aşmak için yüksek frekanslı sistemler yüksek güçlü tasarlanmalıdır.

2.2. Ses Dalgasının Yayılımı

Sesin yayılması enerjinin bir yerden bir başka yere akustik olarak taşınması şeklindedir. Ses katı, sıvı, gaz ortamında mekanik bir dalga olarak iletilir. Ses sadece madde ortamında iletilebilir. Ayrıca ses dalgalarının yayılma hızı bulunduğu ortamın yoğunluğuna bağlı olarak gerçekleşir.



Resim 2.1. Ses dalgasının yayılımı

Ses dalgaları frekanslarına göre üçe ayrılır. Bunlar:

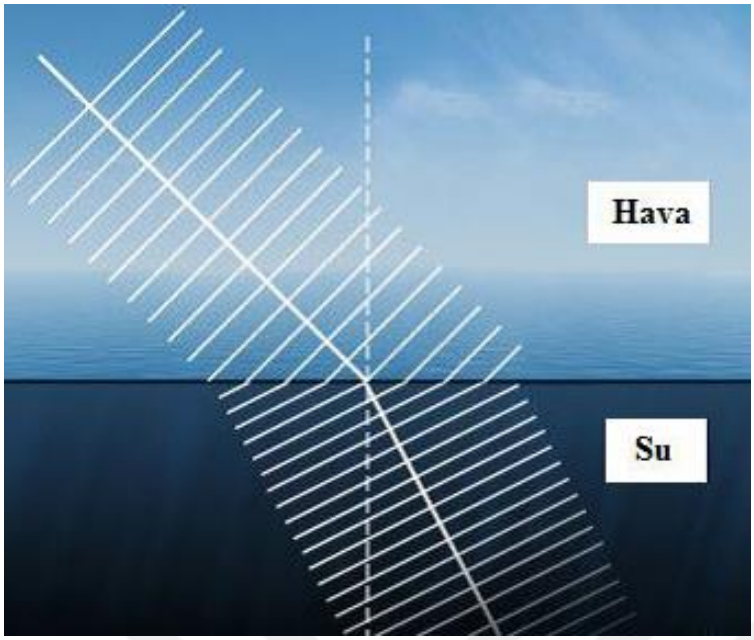
- Ses altı dalgalar, duyulabilen frekans altındaki ses dalgalarıdır. Deprem dalgaları bir örneğidir.
- Duyulabilen dalgalar, insan kulağının duyabileceği sınırlar içindeki ses dalgalarıdır ve 20 Hz ile 20 kHz arasındadır.
- Ses üstü (ultrasonik) dalgalar, duyulabilir frekansın üzerindeki ses dalgalarıdır. Yani 20 kHz ve üstü ses dalgalarıdır.

Çizelge 2.1. Sesin değişik ortamlardaki yayılma hızı

Ses Dalgasının Değişik Ortamlardaki Yayılma Hızı	
Sıfır Derecedeki Havada	331 m/s
20 Derecedeki Havada	343 m/s
Sıfır Derecedeki Helyum Gazı	972 m/s
25 Derecedeki Suda	1493 m/s
Deniz Suyunda	1533 m/s
Aliminyumda	5100 m/s
Bakırda	3560 m/s
Kauçukta	54 m/s

Sesin farklı ortamlardaki yayılma hızı Çizelge 2.1' de gösterilmiştir. Ses kaynakları titreşim hareketi yapar ve sahip olduğu enerjiyi bulunduğu ortamdaki taneciklere aktararak taneciklerin kinetik enerji kazanmasını sağlar. Kinetik enerji kazanan tanecikler etrafında bulunan diğer taneciklere çarparak onları etkiler ve iletim sağlar.

Çizelge 2.1' de hava ve sudaki ses dalgasının yayılımı görülmektedir. Ses dalgaları, su dalgalarına benzeri dalgalar oluşturur fakat su dalgaları gibi dairesel dalgalar şeklinde değil küresel dalgalar şeklinde yayılırlar.



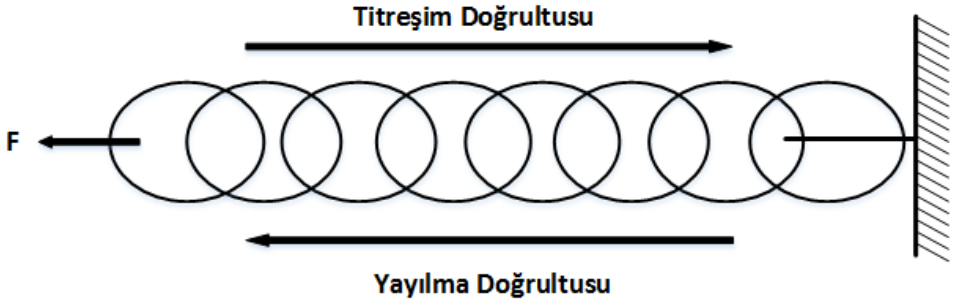
Şekil 2.3. Ses dalgasının farklı ortamlarda yayılımı

Ultrasonik frekanslarda aynı ortam içerisinde ses hızı sabit olduğu için Eşitlik 2.1' de görüldüğü gibi frekans arttıkça sesin dalga boyu da kısalmaktadır. Ses şiddeti W/ cm² birimi ile ölçülür [9].

Hız=Frekans×Dalga Boyu (2.1)

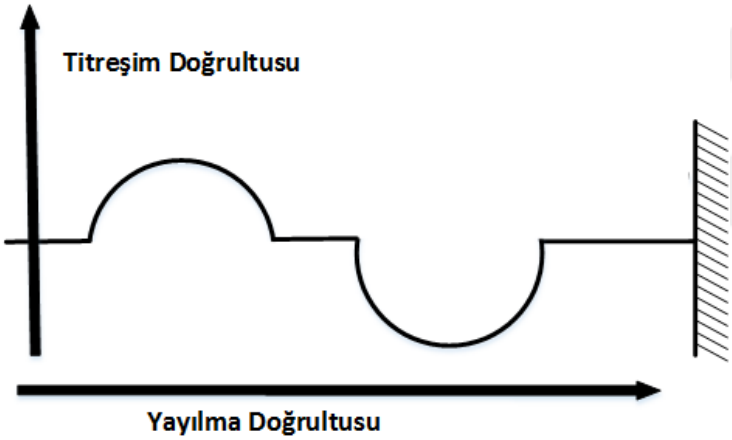
2.3. Ses Dalgalarının Doğası

Ses, ortamda küresel dalgalar halinde yayılır. Ortamı oluşturan moleküller, üzerlerine etkiyen basıncı moleküllere aktarmak üzere salınım hareketi yaparlar. Ses dalgalarının yayılması dalga hareketinin doğası gereği iki biçimde gerçekleşir. Boyuna dalgalarda ortamı oluşturan moleküllerin salınım hareketi dalganın ilerleme yönü ile aynı doğrultuda meydana gelir. Şekil 2.4' te boyuna dalgalanma örneği gösterilmektedir. Titreşim doğrultusu yayılma doğrultusuna paralel olan dalgalardır.



Şekil 2.4. Boyuna oluşan dalgaların şekli

Enine dalgalarda ortamı oluşturan moleküllerin salınım hareketi Şekil 2.5‘ te görüldüğü gibi dalganın ilerleme yönüne dik oluşur.

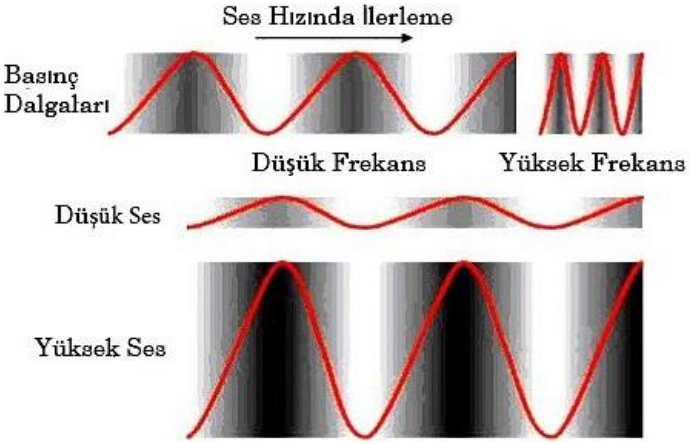


Şekil 2.5. Enine oluşan dalgaların şekli

Dalgalar bir baştan diğer başa gittikten sonra başlangıç durumuna dönerler. Bu işlem sırasında her bir yay aynı pozisyonunda kalır.

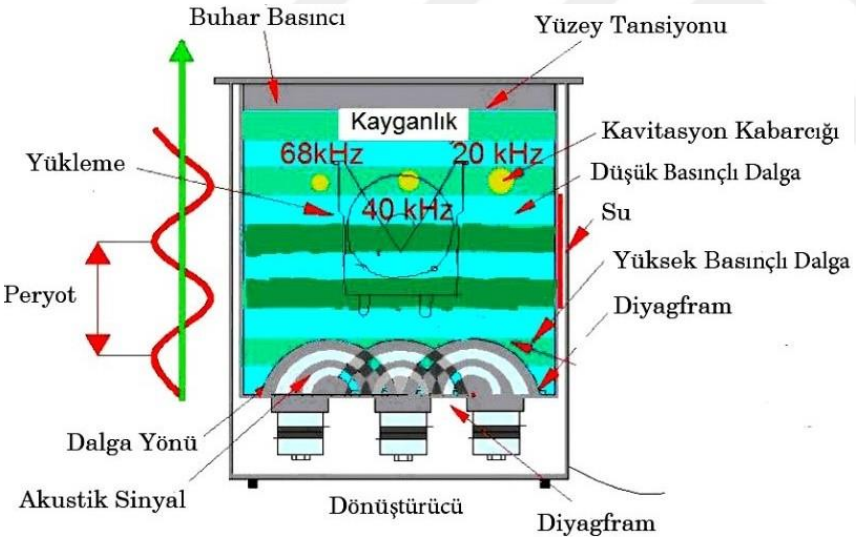
2.4. Ultrasonik Temizlemenin Temel Prensibi

Bir temizleme tankında bulunan ultrasonik transdüserler, üzerlerine uygulanan sinyallerle temizleme tankı içindeki sıvıda ultrasonik dalgalar meydana getirir. Şekil 2.6’ da uygulanan farklı sinyal şekilleri görülmektedir.



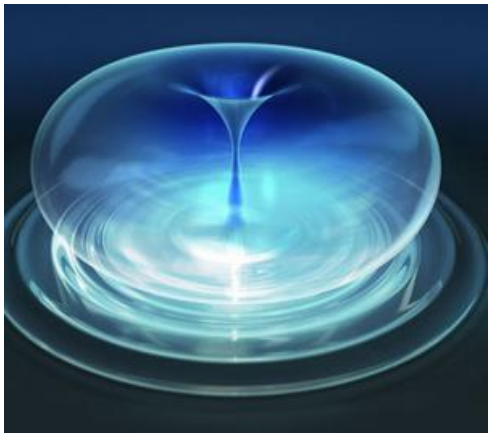
Şekil 2.6. Ultrasonik dalga gösterimi

Ultrasonik sistem Şekil 2.7' de görüldüğü gibi paslanmaz çelikten yapılmış bir kazan, bu kazanın altına epoksi reçine ile yapıştırılmış bir veya birden fazla ultrasonik dönüştürücü, ultrasonik üreteç ve temizleme sıvısından oluşur.



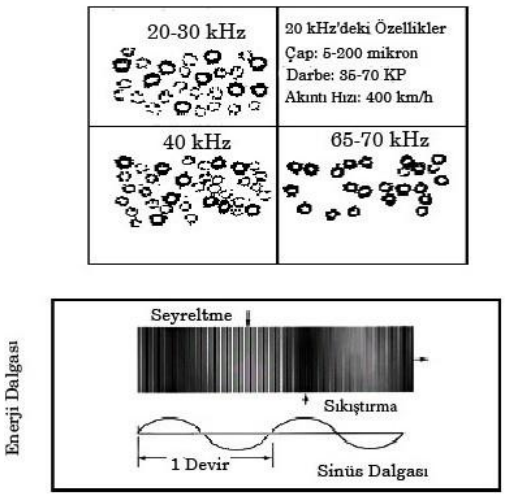
Şekil 2.7. Ultrasonik temizleme sistemi düzeneği

Ultrasonik transdüserler titreşim enerjisiyle sıvı içerisindeki milyonlarca mikron mertebesinde kabarcık meydana getirir. Bu kabarcıkların kirli yüzeylere çarparak patlaması sonucunda tortu, kireç, pas ve benzeri kirlerin yüzeyden hızlıca uzaklaşması sağlanır [10].



Şekil 2.8. Kabarcıkların oluşumu ve kavitasyon olayı

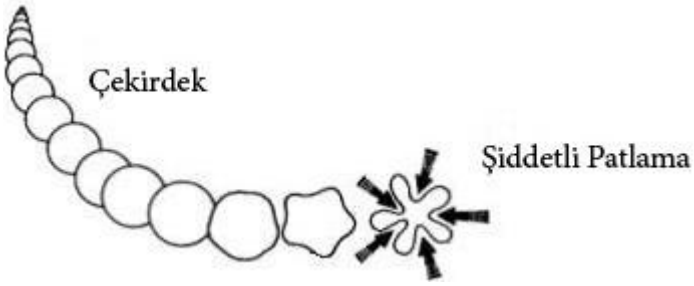
Şekil 2.8’ de görüldüğü gibi sıvı içerisinde meydana gelen mikron mertebesindeki hava kabarcıkları düşük basınç altında genişleyerek büyürken, yüksek basınç altında şiddetli bir biçimde sönme işine maruz kalarak içsel bir patlama ile yok olurlar [11]. Düşük basınç dalgasından yüksek basınç dalgasına doğru oluşan bu dalgalanmaya ultrasonik etki denir. Bu olay anında anlık 5000-6000 °C civarında bir sıcaklık artışı meydana gelir. Baloncukların sönme durumuna maruz kalarak yok olması sırasında boşalan bu hacime temizleme sıvısı molekülleri hızla hareket eder ve bu olay ultrasonik kavitasyon olarak adlandırılır [12]. Bu kabarcıklar Şekil 2.9’ daki gibi negatif basınç esnasında büyür ve pozitif basınç esnasında küçülerek patlama gerçekleşir [13].



Şekil 2.9. Denge basıncına göre pozitif ve negatif basınç bölgeleri

Şekil 2.10’ da tek bir kabarcığın patlaması görülmektedir. Bu kabarcıklar gözle görünmeyen mikron mertebesindeki kabarcıklardır. Tankın içinde transdüser gücüne ve miktarına bağlı

olarak bu kabarcıklardan her saniyede milyonlarca meydana gelir ve patlar. Böylece ultrasonik temizlik için gerekli etki sağlanmış olur.



Şekil 2.10. Kavitasyon kabarcığının patlaması

2.5. Ultrasonik Temizleme Sisteminin Bileşenleri

Temel olarak ultrasonik temizleme cihazı aşağıdaki bileşenlerden oluşur;

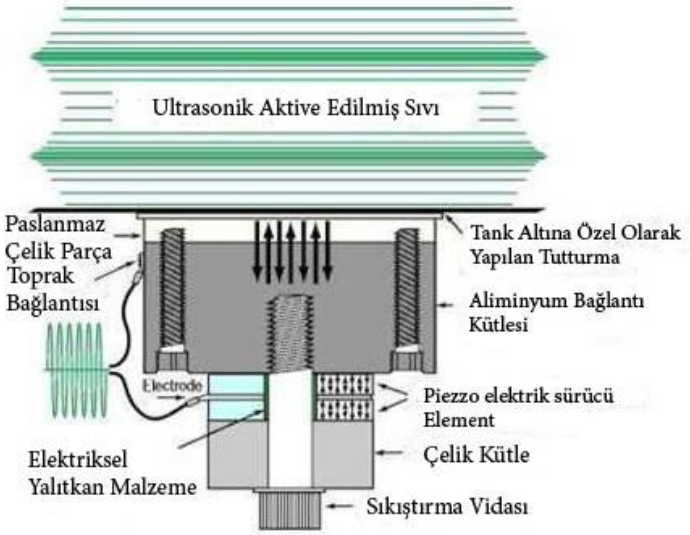
- Ultrasonik sinyal jeneratörü (Resim 2.2)
- Ultrasonik transdüserler (Şekil 2.11)
- Temizleme tankı (Resim 2.3)

Ultrasonik sinyal jeneratörü ihtiyaca bağlı güçlerde imal edilebilirler. Bu ünite transdüserlerin sürülmesinden sorumludur.



Resim 2.2. Örnek bir ultrasonik sinyal jeneratörü

Resim 2.2' de örnek bir sinyal jeneratörü gösterilmiştir [14]. Transdüserler jeneratörden gelen sinyali mekanik enerjiye dönüştüren ünitedir. Şebekeden gelen enerjiyi transdüserlerin yapısına bağlı olarak sistemin çalışma şartlarına uyarlar.



Şekil 2.11. Piezzo ultrasonik transdüser dönüştürücünün iç yapısı

Resim 2.3' te görüldüğü gibi daldırmalı tip dönüştürücülerin tankla fiziksel bir bağlantısı yoktur. Bu dönüştürücüler içi dışına getirilmiş bir kazan gibi düşünülebilir.
Bu transdüser yapılarının sürülebilmesi için nominal güç değerinin en az % 50' si bir güç verilmelidir.

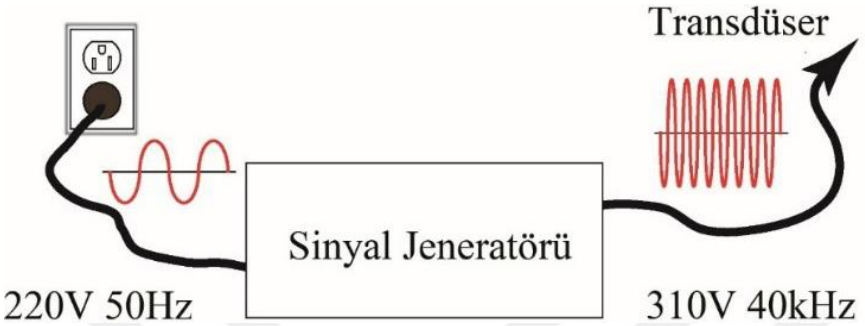


Resim 2.3. Daldırmalı tip dönüştürücü yapıları

Temizleme tankı, temizleme işleminin gerçekleştirildiği sıvının koyulduğu ünitedir. Temizlenecek malzemenin büyüklüğüne göre boyutu seçilmektedir. Temizlenecek parçaların boyutuna bağlı olarak farklı ebatlarda tanklar imal edilmektedir.

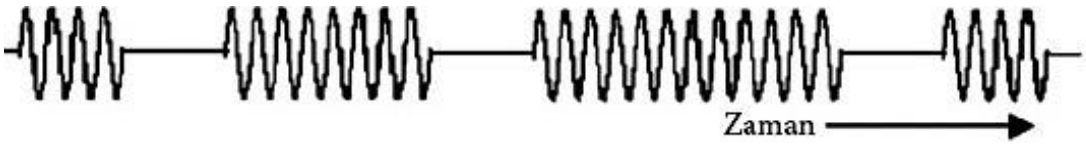
2.5.1. Ultrasonik sinyal jeneratörü

Ultrasonik jeneratörler düşük frekanslı akımı, yüksek frekanslı elektrik enerjisine çeviren elektronik bir devredir.



Şekil 2.12. Örnek bir sinyal çevrimi gösterimi

Ultrasonik jeneratörlere aynı zamanda frekans konvertörleri de denilebilir. Ultrasonik jeneratörler üreticilerin yaygın kullanımına bağlı olarak darbe kontrollü, tam dalga ve yarım dalga şeklinde üçe ayrılabilir. Darbe kontrollü ultrasonik jeneratör çıkışı Şekil 2.13' te gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi sinyal aralıklı bir şekilde transdüsere uygulanır.



Şekil 2.13. Darbe kontrollü ultrasonik temizleyici

Bu sinyal üretim süreci PLC (Programmable Logic Controller), mikrodenetleyici veya FPGA (Field Programmable Gate Array) kullanılarak yapılabilir. Verimli temizleme işlemi yapılabilmesi için bekleme süresini en iyi şekilde belirlemek gerekir. Çünkü sıvının cinsine, temizlik süresine göre bekleme değerleri değişken olabilir.

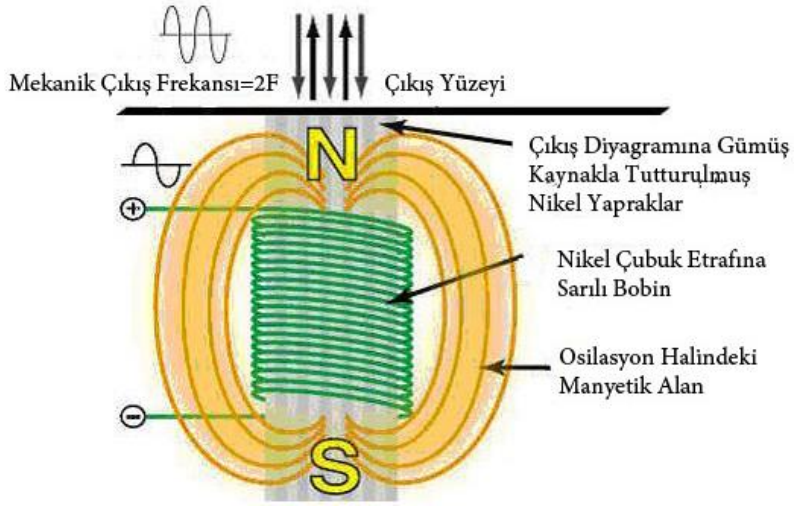
Tam dalga, yarım dalga ultrasonik jeneratörde ise; elektromanyetik dönüştürücüler, belirli metallerin değişken bir manyetik ortama konulduğunda sıkışması ve gevşemesi prensibini kullanarak elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürürler [14].

Piezoelektrik dönüştürücülere gönderilen sinyallerin kontrolüne darbe denetimi denmektedir. Kesikli ya da sürekli darbe denetimleri yapmak mümkündür. Yarım dalga darbe kontrolünde dönüştürücüye giden dalgaları jeneratör anahtarlama ile keserek yarım dalga halinde gönderir. Yarım dalga kontrolü darbe gazın çözelti içinden hızlı çıkmasına izin veren bir yöntemdir. Bu anahtarlama mekanizmaları genelde transistör ya da IGBT (Insulated Gate, Bipolar Transistor) mosfetler sayesinde yapılır. Anahtarlama yapmak için malzeme seçiminde önemli olan transdüserin sürüleceği gerilim ve çıkış frekansına uyum sağlayabilmesidir.

2.5.2. Ultrasonik dönüştürücüler

Ultrasonik temizleme sisteminde fiziksel etkiyi yapan ünite bu dalga üreteçleridir. Sinyal jeneratöründen gelen ultrasonik sinyalleri, temizleme sıvısı içinde ultrasonik dalgalara dönüştürürler.

Ultrasonik dönüştürücüler üreticilerin kullanım yaygınlığına göre piezoelektrik ve elektromanyetik tipi dönüştürücüler olarak ikiye ayrılabilirler. Elektromanyetik dönüştürücü yapısı Şekil 2.14’ te gösterilmiştir. Elektromanyetik dönüştürücüler, belirli metallerin değişken bir manyetik ortama konulduğunda sıkışması ve gevşemesi prensibini kullanarak elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürürler [15]. Aralıksız manyetik esaslı dönüştürücüler, nikel bir kütle üzerine yerleştirilen bir elektrik bobini ile birlikte sıkıca sarılmış ince nikel levhalardan oluşmuştur. Akım bobinlerden geçtiğinde manyetik alan oluşur. Meydana gelen bu manyetik alan nasıl kristale gerilim uygulandığında yıpranma oluşuyorsa manyetik esaslı bir bobine de alternatif akım gönderildiğinde nikel kütle de akım frekansında titreşir [16]. Nikel ve diğer manyetik malzemeler ultrasonik frekanslarda titreşme sağlayarak mekanik enerjiye dönüştürmede kullanılır [13- 16].



Şekil 2.14. Elektromanyetik dönüştürücü yapısı

Elektromanyetik dönüştürücülerde çıkış frekansı, verilen ultrasonik sinyal frekansının iki katıdır. Manyetik alanın her iki polaritesinede aynı tepkiyi verirler. Bu tür dönüştürücüler piezzo trandüserlere göre pahalıdır ancak yüksek güç gerektiren ultrasonik temizleme uygulamalarında kullanılırlar. Elektromanyetik dönüştürücüler çift enerji dönüşümü gerektirirler. İlk olarak elektrik manyetiğe dönüşür sonrada manyetikten mekaniğe dönüşürler.

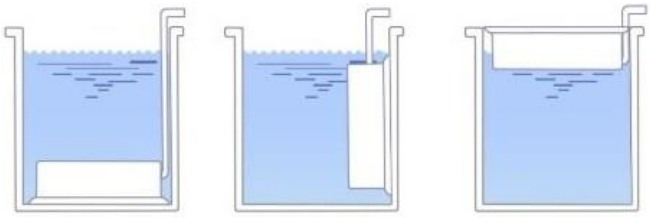
Piezoelektrik dönüştürücülerde kurşun, zirkonyum, titonat veya diğer seramiklerden yapılmış % 70 ile % 90 arası verime sahip, gerilimi değişen bir ortamda olduğunda fiziksel boyutunda değişimler gösteren yani titreşim üreten dönüştürücülerdir [17]. Dönüştürücüye fiziksel bir kuvvet uygulandığında dönüştürücü bu fiziksel kuvvetin büyüklüğü ile orantılı gerilim üretir. Bu sistemin dezavantajı uzun çalışma sürelerinde performansları zayıflar. Bu performans düşmesi çeşitli sebeplere bağlı olabilir. Kristal uzun süre çalışması sonucu kendi kutuplarını yok edebilir ve bu da kristalin yer değiştirme özelliğinin azalmasına sebep olur. Diyafram kristal kadar genleşme yapmaz ve dolayısıyla fazla yer değiştirmez [18]. Dönüştürücünün çalışma frekansında kayma meydana geldiğinde verimlilik ve güç kısa sürede düşer. Dönüştürücü jeneratör tarafından doğal frekansında beslenirse, dönüştürücü jeneratörle uyum içinde titreşir. Dönüştürücü daha fazla ivmeleniyorsa daha fazla kuvvet üretecektir. Ultrasonik sistemler tankın büyüklüğüne bağlı olarak genellikle 1- 15 dakika arası işlem sürelerine sahiptir. Bir ölçütü olmamasına rağmen sistemin yaklaşık çalışma süresi kadar dinlendirilmeden tekrar çalıştırılması tavsiye edilmez.



Resim 2.4. Çeşitli ultrasonik dönüştürücü resimleri

Dönüştürücünün titreşimi en iyi biçimde tanka iletebilmesi için dönüştürücü diyaframı tankın tabanına yerleştirilmeli ve yuvarlak olmalıdır. Piezoelektrik dönüştürücünün enerji tasarrufu önemlidir. Enerji tank içindeki sıvı ve malzemeler tarafından emilir. Bu tezde kullanılan tasarımda tankın sadece üst uçları kasa tarafından tutulacak şekilde dizayn edilerek enerji tasarrufu sağlanması amaçlanmıştır.

Daldırmalı tip dönüştürücülerin yapısında da piezzo malzeme kullanılmaktadır sadece fiziksel olarak farklı yapıdadır. Şekil 2.15' de gösterildiği gibi yerleştirilerek büyük hacimli tanklarda verimin artırılması amaçlanır [19]. Daldırmalı tip jeneratörler içi dışına çevrilmiş temizleme yapısı gibi anlaşılabilir. Genelde 2 kW gibi diğer ultrasonik sistemlere göre çok daha yüksek güçlerde üretilirler. Bunu sağlamak için plakaların içinde birden fazla transdüser sabitlenmiştir.



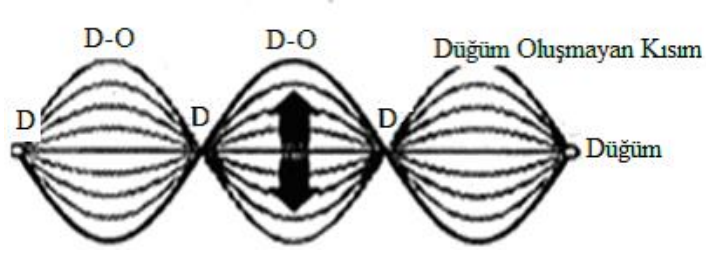
Şekil 2.15. Daldırmalı tip dönüştürücülerin kullanım metodları

Tank içerisindeki malzemeler ve tankın yapısından kaynaklı enerjinin emilmesi, ultrasonik titreşim sebebiyle sıvının ısıtması, üretilen enerjinin tankın dibine doğru hareket etmesi ve tüm hareketler sonucu meydana gelen sürtünmeyle ortaya çıkan ısınma, enerji kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca temizleme sıvısının yoğunluğu, sıcaklık güç kaybına neden olan faktörlerdir.

Frekans çeviriciden gelen ultrasonik sinyal, dönüştürücü sayesinde mekanik enerjiye dönüşür. Dönüştürücü de bunu diyaframa ileterek diyaframın titreşmesini sağlar. Titreşim sonucu tank içindeki sıvıda oluşan dalgalar sensör tarafından ölçülerek rezonans frekansına uyumluluğu saptanabilir. Tüm bu enerji kayıpları göz önüne alındığında ultrasonik sistemlerin litre başına ortalama güç değeri 30- 50 W arasında tercih edilebilir. Bu oran ortalama bir orandır ve sistemin uygulama alanına göre ayarlanabilir.

Ortalama Güç=(Boy(cm)xEn(cm)-Yükseklik(cm))x0,127 (2.2)

Gerekli gücü hesaplamak için, Eşitlik 2.2 kullanılabilir [17- 19]. Ultrasonik temizleme kullanan şirketler ultrasonik enerji gücünü tepe ve ortalama değer olmak üzere iki yolla hesaplarlar. Tepe gücü başlangıç için gerekli enerjiyi sağlar. Ortalama güç ise süreci devam ettiren güçtür. Çoğu şirketin kullandığı güç yoğunluğu kontrolü, ultrasonik gücü azaltarak güç eğrisi üzerinde istenen bir düzeyde sabit tutmaya çalışır. Bu formül yaklaşık hesaplara dayalı olduğu için çıkan sonucun bir üst kademesi tercih edilmiştir. Bu tezde de 0,5 litrelik bir tank kullanılmış ve transdüser gücü tankın boyutlarına bağlı olarak 30 W seçilmiştir.
Kavitasyon kabarcıkları 20 kHz' de daha yavaş oluşurlar ancak daha güçlü patlayarak daha fazla enerji verirler. Bu aynı yapıda olan birimler için uygun bir temizlik değildir. Ultrasonik sistemin düşük frekanslarının uzun dalga boyları sıvı ortamı boyunca çok değişik noktalarda duran dalga örüntüleri oluştururlar [18-19]. Şekil 2.16' da sıvı içinde duran dalgalar gözlenmektedir. Duran dalgalar dönüştürücü yüzeyinde dağılmış ultrasonik dalgalar ile sıvı yüzeyinden geri yansıyan dalgaların girişimi sonucunda oluşur. Zıt yönde ilerleyen iki dalganın toplamı duran dalgadır [19].

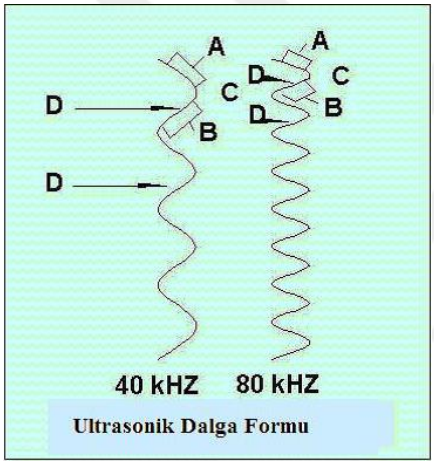


Şekil 2.16. Sıvı içinde duran dalgalar

Duran dalgada minimum genliklerin oluştuğu yerlere düğüm , maksimum genliklerin bulunduğu yerlere de karşıt düğüm denir. Duran dalgaların düğüm noktaları ile düğüm

olmayan bölgedeki maksimum genlik kısmı arasındaki uzaklık duran dalganın iki katıdır. Kavitasyon ilk olarak düğüm olmayan bölgede meydana gelir. Kavitasyonun olmadığı ya da çok az olduğu bölgeye ölü bölge denir. Kabarcıkların hacmi frekansla ters orantılıdır. Ayrıca frekans azaldıkça kabarcık miktarı da azalır fakat oluşan kabarcıklar daha güçlü ve büyük oluşur.

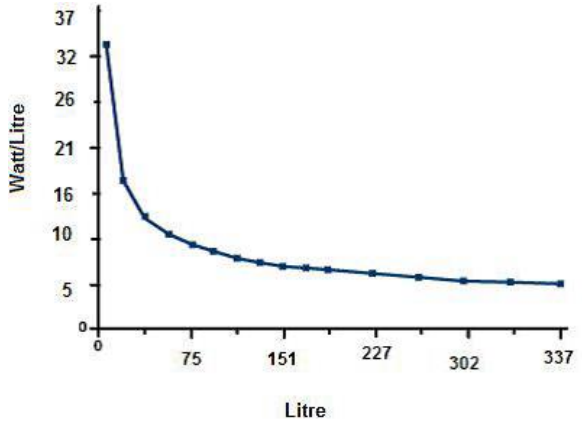
Bu tezde kullanılan transdüser 20 kHz ile 100 kHz arasında konumlandırılabilir. Eşitlik 2.2' de transdüser gücü bulunmuştu. Frekans miktarı da ultrasonik üretici firmaların genel olarak bu tank boyutlarında 35- 40 kHz aralığında kullanıldığı görüldü. Bu aralıkta hassas bir etki de sağlaması açısından 40 kHz bir transdüser tercih edilmiştir.



Şekil 2.17. Ultrasonik dalga formları

Şekil 2.17' de farklı frekanslardaki ultrasonik dalga formları görülmektedir. Patlamalar arasındaki süre "D" noktasıdır. Düşük frekansta bu süre daha uzundur. "A" noktası sıkışma "B" noktası gevşeme fazını gösterir. Düşük frekansta "A" ve "B" süreleri daha fazladır. Bu süre baloncukların boyunu belirler. "C" noktası da sıkışmanın maksimum olduğu zamanı gösterir.

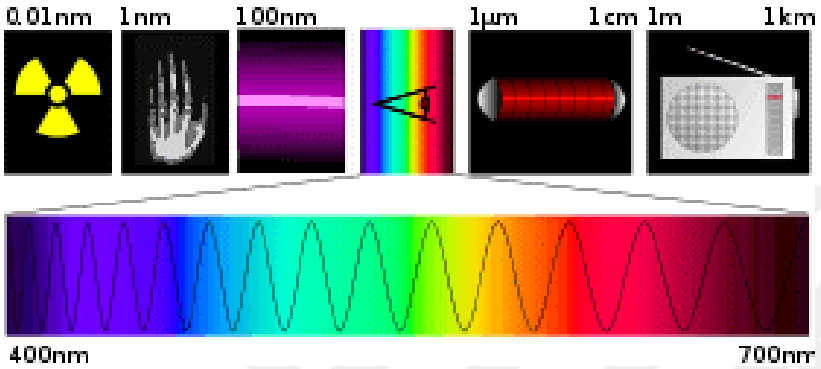
Ultrasonik temizlemede tanka verilen ultrasonik güç kavitasyon için yeterli olmalıdır. Litre başına ultrasonik güç, bir temizleme tankında olması gereken en düşük güç seviyesini belirlemede tercih edilebilirler. Şekil 2.18' de litre değeri arttıkça litre başına düşen gerekli minimum gücün azaldığı gösterilmiştir [20].



Şekil 2.18. Ultrasonik etkide hacim güç ilişkisi

3. ULTRAVİOLE IŞINIM TEORİSİ

Başlıca kaynağı güneş olan elektromanyetik radyasyon, dünyayı sürekli etkilemektedir. Gama ışınları, x ışınları, UV ışınlar, infrared ışınlar, görünür ışık, radyo dalgaları ve mikrodalgalar elektromanyetik radyasyonun alt dallarıdır. Şekil 3.1' de gösterildiği gibi radyasyon enerjisi elektromanyetik dalga boyu azaldıkça artar [21].



Şekil 3.1. Elektromanyetik dalga spektrumu

Ultraviyole radyasyon görünür ışından kısa, x ışınından uzun dalga boyuna sahip (10- 400 nm) bir elektromanyetik radyasyon çeşididir. UV radyasyon kısa dalga boyu ve yüksek enerjisi nedeniyle ortam uygunluğuna göre her çeşit mikroorganizmada etki gösterebilir. UV ışınının en büyük antimikrobik etkinliği 250- 260 nm dalga boyu bölgesindedir. En etkin değeri ise 253,7 nm' dir. UV radyasyon, bitişik timin bazları arasında kimyasal kovalent bağlar oluşturarak yeni timin dimerleri oluşturarak mutasyona sebep olur. Ortaya çıkan bu timin dimerleri hücresel UV hasarının mekanizmasını oluşturur. Bu durum hücre bölünmesi öncesi kromozom replikasyonunu zorlaştırır, genlerin transkripsiyonu ve ekspresyonu yapılamaz. Kromozom replikasyonunun yapılabildiği durum olsa bile üreyeme yeteneğini kaybetmiş mutant hücreler ortaya çıkacaktır. Belli koşullarda bazı organizmalar DNA hasarını onarabilir ve üremenin tekrar mümkün olabileceği bir duruma dönebilir. UV dozun yoğunluğuna bağlı olarak yükseksek dozda hasar çok yaygın olur ve bu durumda onarım olanaksızdır. Ayrıca UV radyasyonun bir diğer etkisi de nükleotid bazlarına hidroksil gruplarını etkileyerek antimikrobik etki gösterir [22- 23].

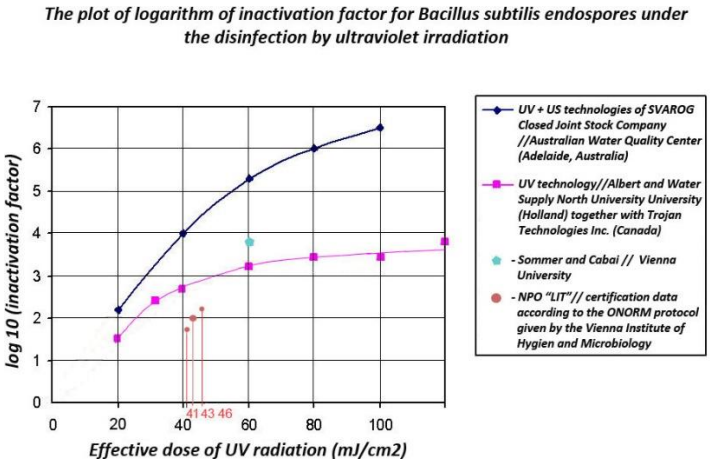
UV radyasyonun germisidal etkisi doza bağlıdır. Işıma süresi arttıkça veya ışıma şiddeti arttıkça sistemin etkinliği de artar. UV kaynağından belirli bir alana verilen ışığın enerjisi mikrowatt (µW) olarak ölçülür.

3.1. UV Işınım Kaynakları

Niels Ryberg Firsen infeksiyöz deri hastalıklarının tedavisinde güneşin UV bakterisidal etkisini göstererek 1903 yılında tıp dalında Nobel ödülü almıştır. 1930 yılında Westinghouse UV lambalarını geliştirmiş ve germisidal etkilerinin kanıtlanması için çok sayıda çalışma yapılmıştır [23]. Ultraviyole germisidal radyasyon UVGI (Ultraviolet Germicidal Irradiation) denildiğinde genellikle 253,7 nm dalga boyunda UV ışınımın C tipi kastedilir. Günümüzde germisidal amaçla UV ışık kaynağı olarak genellikle kullanılan lambalarda, cam bir tüp içindeki düşük basınçlı cıva buharı içinden akan elektrik akımı sayesinde UV ışık üretilir. UV lambalar aydınlatmada kullanılan floresan lambalarla benzer şekilde çalışır. Flöresan lambada fosfor kaplaması UV ışınımı görünür ışığa çevirir. UV lamba kaplı değildir. Buna ek olarak günümüzde çalışma prensibi led lablarla aynı olan UVC (Ulraviyole C Type) led lambalar üretilmeye başlanmıştır.

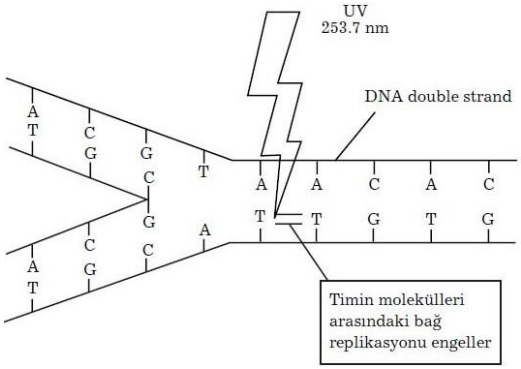
3.2. Ultraviyole ve Ultrason Kombinasyonun Sterilizasyon Tepkisi

Ultraviyole sistemlerde sterilizasyon etkisi ortama gönderilecek ışık şiddeti ile orantılıdır. Bununla birlikte ultraviyole ışınım ile ultrason teknolojisi birleştirildiğinde sterilizasyon etkisinin artırıldığı gözlemlenmiştir. Deney sonucunda UV ışığının, bakteriyel sporların inaktivasyonunu hedefleyen mevcut ısı sterilizasyonu tedavilerine gerçek bir alternatif olduğu sonucuna varmışlardır [23].



Şekil 3.2. UV kombinasyonlu ultrasonik test sonuçları

Şekil 3.2' de yer alan test sonuçlarına göre UV kombinasyonlu US' nin çok daha aktif olduğu gözükmektedir [24- 25]. Ayrıca yapılan klinik çalışmalar sonucunda ultrason kombinasyonlu ultrasonik sistemde en yüksek ultrasonik dayanıklılığa sahip olan (440,000 µW.s/ cm^2) Tobacco Mosaic (2, 4, 5, 6, 7)' tir. Bu tez çalışmasına bu limitin üstüne çıkarak sterilize edilecek malzemeler en az 450,000 µW.s/ cm^2 UV dozuyla etkin bir işlem sağlaması amaçlanmaktadır. Eşitlik 3.1' de UV doz miktarı eşitliği verilmiştir [25]. Işınım süresini uzatarak veya UV ışınım şiddetini artırarak bu doz sağlanabilir. Tez çalışmasında US sisteme bağlı olarak lamba şiddeti seçilmiş, üretici verilerinden bu süre 3 dakika seçilmiştir. Şekil 3.3' te UV ışınımın timin moleküleri arası etkileşimini göstermektedir [26].



Şekil 3.3. UV radyasyonla germisidal etkisi

UV Dozu (1cm)= E(μj)/ cm^2= 7818,8 (3.1)

7818,8 dozu 1cm derinliğinde kayıpsız teorik dozdur. Kullanılan tankın derinliği 5 cm' dir sıvı koyma aralığı 3 cm' dir. Şekil 3.4' te belirtilen değerde etkin doz % 73 seviyesine

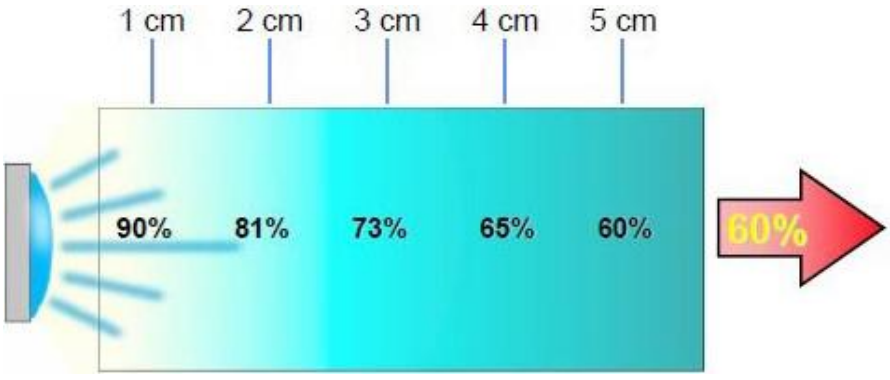
gelmektedir. Çizelge 3.1' te belirtilen tabloda bu tank içerisinde demineralize sıvı kullanılırsa verimlilik % 99- % 96 seviyelerinde olmaktadır [25- 26]. Eşitlik 3.1' den çıkan sonuç Eşitlik 3.2' de derinliğe bağlı ve Eşitlik 3.3' te sıvı türü kayıplarıyla birleştirilince literatürde belirtilen UV dozun çok üzerinde bir sonuç verildiği görülmektedir.

UV Derinlik Kayıplı Etkin Dozu= UV Dozu (1cm)×0,73= 5707,7 (3.2)

UV Sıvı Kayıplı Dozu= UV Derinlik Kayıplı Etkin Dozu×0,96= 5479,4 (3.3)

Bu eşitlikler teorik olarak doğruluk taşımaktadır. Fakat fiziksel ortamda ışığın bazı noktalarda yoğun bazı noktalarda daha düşük yoğunluğu olacağı aşikârdır. Tank içerisinde yansıma, kirlilik, sıvı içerisindeki tortu miktarı, sensör hataları gibi sayısız durumlarla karşılaşılmaktadır. Literatür tarandığında sisteme fazla UV dozajı verilmesinin bir zararı yoktur. Fazla dozajda uygulanan UV ışınımın malzeme üzerinde hiçbir kalıntısı olmamaktadır, fotoreaktivasyon etkisine karşı koruyucu bir önlemdir [25- 27].

Bu durumda ultrasonik temizlemeye bağlı etkinlik süresi boyunca UV ışınım süresinin devam etmesinin sisteme kazancı olacaktır. Algoritma oluşturulurken UV sensör verisinin doğruluğu işlem süresi boyunca her saniye test edileceği için sensör hatalarının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.4. UV radyasyonun su içerisindeki ilerleme oranı

Çizelge 3.1' de görüldüğü gibi UV ışınımın demineralize sudan geçme oranı verilmiştir [26-28]. Prototip yapılırken tankın sıvı yüksekliği 3 cm' i geçmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Daha yüksek seçilmesi durumunda cihazdaki UV lambanın değiştirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 3.1. Bazı sıvıların 1 cm mesafedeki su iletkenliği oranları

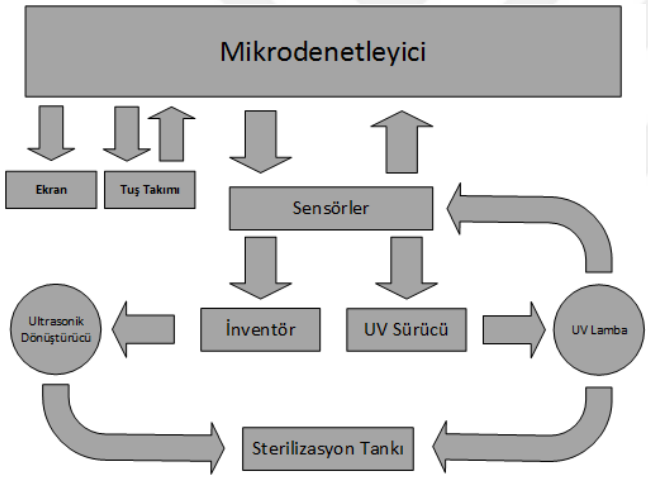
UV-$T_{(1cm)}$ değeri	**UV kullanımına uygunluk**	**Örnek su kalitesi**
%99 - %96	Mükemmel	Demineralize su (iletkenlik <100 µS/cm)
%96 - %92	Çok uygun	Doğal kaynak suyu, içme suyu
%92 - %86	Uygun (*cihaz seçiminde dikkat edilmeli*)	Yeraltı suları, deniz suyu
%86 - %75	Uygun (*cihaz seçiminde dikkat edilmeli, özel dizayn UV cihazları kullanılmalı*)	Kirlenmiş yüzeysel sular, yüksek organik madde ve/veya iletkenliğe sahip (>2000 µS/cm) yeraltı suları
%75 - %50	Kısmen uygun (*mutlaka özel dizayn UV cihazları kullanılmalı*)	Arıtılmış ve filtrelenmiş atıksular
< %50	Uygun değil (*çok spesifik UV cihazları ile dezenfeksiyon mümkün olabilir*)	Atıksular, meyve suları

Bu tezde kullanılan metod ile arıtılmış sularda da etki sağlanması mümkündür. Bunun sebebi cihazda ortam koşullarının testi için kullanılan UV sensörün aynı zamanda fiziksel bir indikatör görevini de sağlayacak olmasıdır. Eğer ortam koşulları sıvı değişikliği, uygunsuzluğu, kapağının zorla açılması, UV lamba yüzeyinin kirlenmesi gibi sebeplerle sağlanmaz ise bu devre uyarı verip çalışmayacaktır. Burada önemli olan nokta da UV sensörün ışınım kaynağından doğrudan etkilenmeyecek yere yerleştirilmesidir.

4. MATERYAL METOD

Sterilizasyon cihazı tasarımında üç ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar donanım, yazılım ve tasarım olarak gruplanmaktadır. Donanım kısmında sistemin denetimini sağlayan mikrodenetleyiciden, mekanik enerji dönüşümünü yapan ultrasonik dönüştürücüden, ultrasonik dönüştürücüyü süren frekans konvertörü devresinden, UV ışınım kaynağı ve sürücüsünde, sterilizaston temizleme tankından ve sensörlerden bahsedilmektedir. Yazılım bölümünde ise çalışan akıllı sistem genel algoritmasından söz edilmektedir. Tasarım kısmında ise son 3B (3 Boyutlu) son ürün kabuğu ve entegrasyon çalışmalarını oluşturulmaktadır.

4.1. Donanım

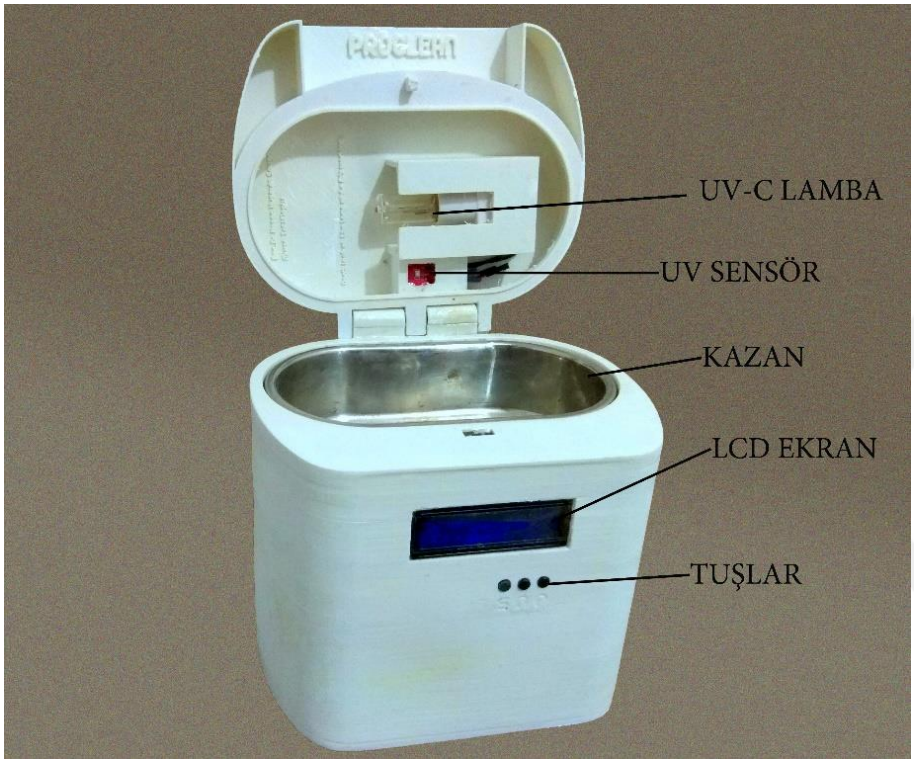


Şekil 4.1. Tasarımı yapılan sistemin blok şeması

Şekil 4.1’ de gerçekleştirilen sistemin blok şeması verilmiştir. Sistemi meydana getiren bütün parçalar uyum içersinde çalışmaktadır. Sistemi oluşturan parçalar; mikrodenetleyici, sensör, ekran, UV lamba, UV sürücü, ultrasonik dönüştürücü ve frekans konventörüdür. Resim 4.1’ de prototipe ait dış görünüm gösterilmiştir.

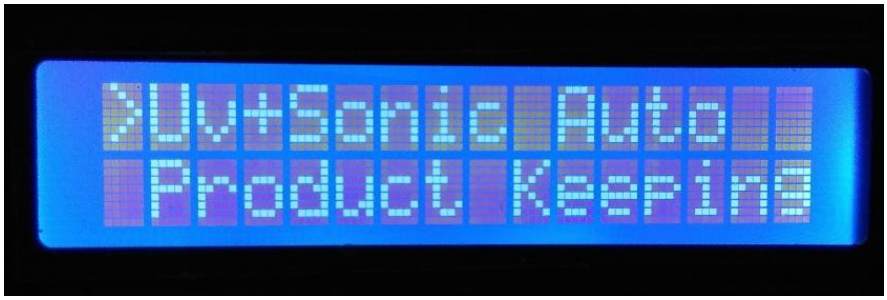
Mikrodenetleyici sistemin kontrol yazılımını barındıran devredir. Sistem aktif edildiğinde ekran üzerinde çıkan menüden tuş takımı vasıtasıyla seçim yapılır. Sterilizasyon tankı, içerisine temizleme sıvısı konulup alt kısmına ultrasonik dönüştürücülerin monte edilip temizliğinin gerçekleştiği çelik alaşımlı bir kazandır. Ultrasonik dönüştürücüler, temizleme

tankının alt kısmına monte edilen titreşimi sağlayan kristallerdir. Tankın büyüklüğüyle orantılı sayıda tanka monte edilirler. Sensörler sistem içindeki sıvının bulanıklığına göre UV ışınım şiddeti ayarı yapar. Buna ek olarak sıvı bulandıkça sterilizasyon süresini otomatik olarak uzar.



Resim 4.1. Sistemin genel fotoğrafı

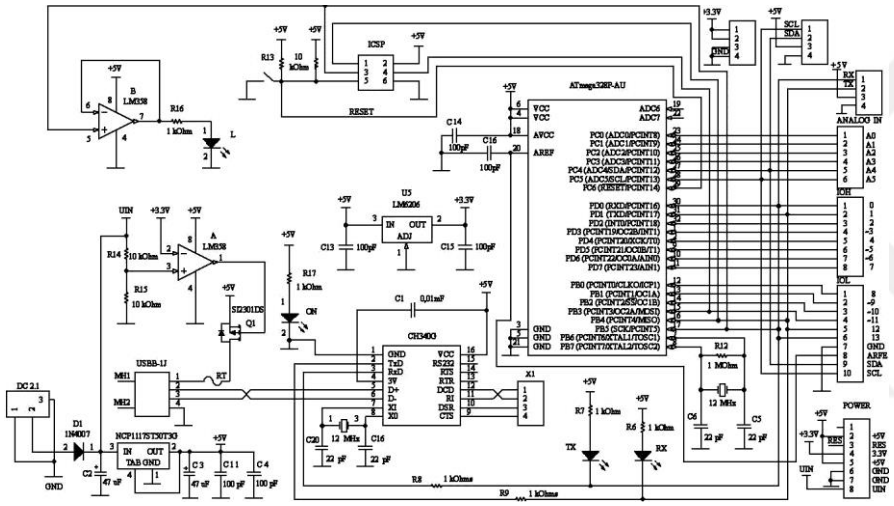
Frekans konvertörü şebekeden elde edilen AA (Alternatif Akım) ultrasonik trasdüserlerin çalışacağı 40 kHz frekans çevirici işlemi yapmaktadır.



Resim 4.2. Sisteme ait ekran çıktısı

4.1.1. Mikrodenetleyicili denetim kartı

Mikrodenetleyici bloğu, çalışması için gerekli olan sinyali üreten sistemi denetlemektedir. Bu projede Atmega 328p türü bir mikrodenenetleyici kullanılmıştır. Bu mikrodenetleyicide 14 adet dijital çıkış pini bulunmaktadır ve 14 farklı dijital sensörün ve uyarıcının kontrol edilebileceği anlamına gelmektedir. Bu dijital çıkışlardan 5 tanesi PWM (Pulse Width Modulation) çıkışıdır. Bu prode UV ışınım şiddeti ayarı yapılırken PWM çıkışlarından yararlanılmaktadır. Sensörlerden alınacak analog girişler için de 6 tane analog ucu bulunmaktadır.



Şekil 4.2. Atmega 328p ayak bağlantı uçları

Bu tezde kullanılan kodlarla sadece giriş çıkış pinlerinin isimleri değiştirilerek stm32 mikrodenetleyici entegresinde bu sistem çalıştırılabilir.

4.1.2. Sterilizasyon tankı

Bu çalışmada çelik tanka epoksi reçine ile sabitlenmiş ultrasonik dönüştürücü kullanılmaktadır. Resim 4.3' te kullanılan kazan gösterilmiştir. Sterilize edilecek malzemenin temizlik sıvısı içine tamamıyla daldırılması gerekmektedir. Bu sebeple kullanılacak tankın boyutları temizlenecek malzeme türüne göre boyutlandırılmalıdır. Bu çalışmada diş hekimlerine, küçük sağlık kliniklerine yönelik bir cihaz amaçlandığı için 0,5 litrelik bir tank kullanılmıştır. Sterilizasyon tankının çelik malzemeden olması tankın

esnekliğini arttırmakta, yüzeyinin pürüzsüz olması da oluşacak olan kavitasyon miktarını arttırmaktadır.



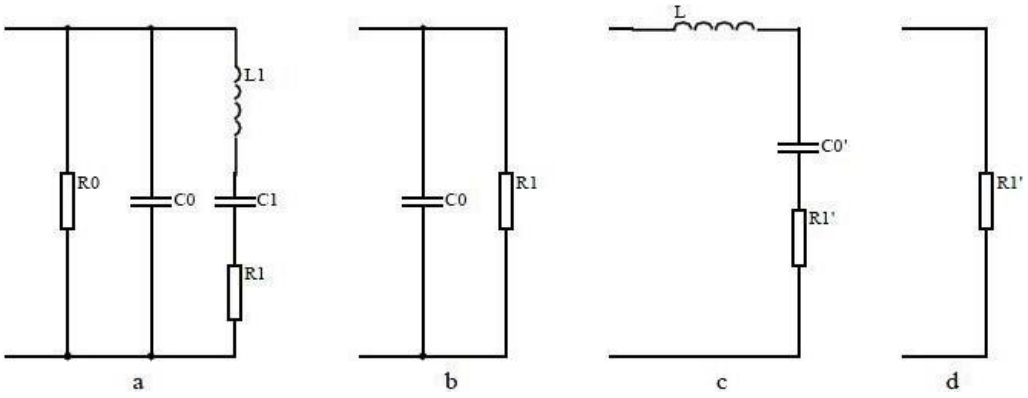
Resim 4.3. Sterilizasyon tankı fotoğrafı

4.1.3. Ultrasonik dönüştürücüler

Ultrasonik temizleme cihazlarında tankın büyüklüğüne bağlı olarak transdüserler tankın altına veya yanına sabitlenir. Tankın yüksekliği artarsa tankın altına sabitlenen transdüserlere ek olarak kavitasyon etkisini artırmak için yanlarına da transdüserler eklenir. Şekil 4.3' te piezoelektrik dönüştürücünün eşlenik devresi görülmektedir. R0, C0, R1, C1 ve L1 sırasıyla dielektrik kaybı direnci, statik kapasitesi, dinamik direnci, dinamik kapasitesi ve dinamik indüktansıdır. Ultrasonik dönüştürücünün seri devre rezonans frekansı Eşitlik 4.1' deki gibi hesaplanmaktadır.

$$F_r=1/(2\pi\sqrt{LC}) \quad (4.1)$$

Seri devre rezonansı sürücü devre frekans rezonansına eşit olmakla birlikte R0 dielektrik kayıp direnci paralel koldaki R1 direncinden çok yüksek olduğundan ihmal edilir (Şekil 4.3b). Ultrasonik dönüştürücünün seri paralel işlemleri yapıldıktan sonra C0' ve R1' Şekil 4.3c' de seri olarak kabul edilmektedir.

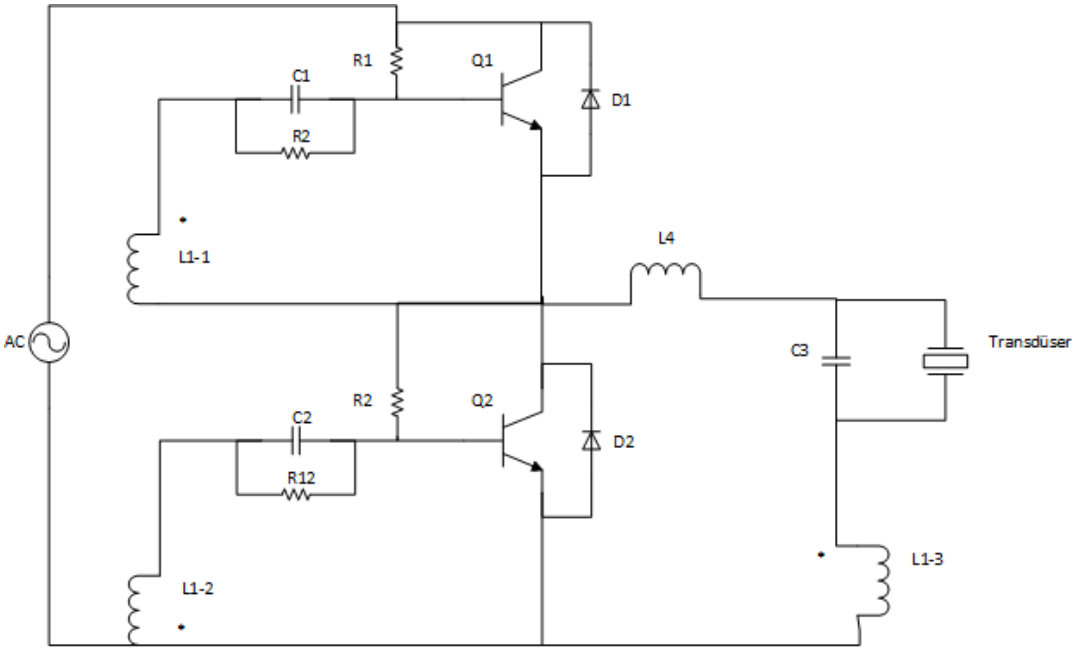


Şekil 4.3. Ultrasonik dönüştürücü eşlenik devresi

Buradaki L değeri bağlantıda kullanılan yüksek frekans transformatörünün çıkış indüktansıdır. Sistemi rezonansa getirmek için Eşitlik (4.1) kullanılarak sistem için gerekli değerler elde edilir (Şekil 4.3d). Dönüştürücünün kapasite değeri katalogda verildiği gibi alınarak uygun L değeri hesaplanarak bulunur. Başka bir deyişle yükseltme transformatörünüzün indüktans değerine göre dönüştürücülere ek bağlanan kapasite değerleri ile mevcut transformatör kullanılabilir hale getirilebilmektedir.

4.1.4. Frekans konvertörü

Ultrasonik dönüştürücünün çalışma frekansını ve genliğini oluşturmak için frekans konventörü kurulmalıdır. Bu devreler sayesinde istenilen anahtarlama frekansına çıkmak mümkün olmaktadır.



Şekil 4.4. Frekans konvertörü şeması

Şekil 4.4' teki devrede L1- 1, L1-2 ve L1-3 ortak nüve üzerine sarılmış bir transformatörün sargılarıdır. L1-3 primer görevi görür. Üç sargıdan oluşan bu yapı bir akım transformatörüdür. Başlangıçta tamamen boş olan kapasitörlerden dolayı R1 ve R2 üzerinden polarlanan Q1 transistörü iletime geçerek L1-3 sargısından akım oluşturmaya başlar. L1-3 sargısının yıldız noktası pozitif potansiyelde olduğundan L1-1 ve L1-2 sargılarının da yıldız noktalarında pozitif gerilimler indüklenir. Bu şartlar altında Q1 transistörünün beyz emitör voltajı daha da artarken, Q2 transistörünün beyz emitör voltajı eksi olur. Bu durumda Q1 aşırı doyuma, Q2 ise kesime gider. L4, C3 ve ultrasonik dönüştürücünün paralel kapasitesi, seri rezonans devresini oluşturur. Tank devresinden akan akım aynı zamanda L1-3 sargısından da akmaktadır. Tank devresinden akan akım artarken L1-3 sargısından akan akım da artmaktadır. L1 sargılarının sarıldığı nüve L1-3 amper sarım değerinde oluşan manyetik akıyı akıtamaz duruma gelir ve doyar. Bunun sonucunda L1-1 ve L1-2 sargılarında indüklenen voltaj azalır. C1 bir miktar şarj olmuş ve polaritesi de Q1' i kesime sokacak yöndedir. Bu esnada her iki transistor de yalıtıma geçer. Fakat L4 bobininden akmakta olan akım C3 ve paralelindeki transdüser üzerinden L1-3 ve D2 üzerinden devresini tamamlamaktadır. Artık akım maksimum değerinden inişe geçmiştir. Bu esnada C3 uçlarındaki gerilim pozitif yönde artmaya devam eder. Akım inişe geçtiğinde Eşitlik 4.2 gereği L1 sargılarının yıldızlı uçları diğer uca nazaran negatif potansiyele sahip olur.

$$V = L_x \, d(i)/ d(t) \qquad (4.2)$$

Bu durumda L1-1 sargısında indüklenen gerilim Q1 transistörünü iyice kesime gitmeye zorlarken L1-2 sargısında indüklenen gerilim de Q2 transistörünü iletime geçmeye zorlar. Yalıtıma zorlanan Q1 transistörü L1-3 sargısından geçen akımın daha da düşmesine neden olurken bunun sonucunda L1-1 sargısında indüklenen sıfırlanır. Akım maksimum negatif değerden sıfıra doğru inerken, L1 sargıların yıldız uçlarında pozitif gerilimler indüklenir. Böylece anlatıma başlanan ilk duruma geri gelmiş olur. Tek fark artık kapasitörler negatif yönde şarjlı durumdadır. Bu olaylar bir çana çekiç ile vurmaya benzer. Vuruş şiddetini L1-3 sargısının sarım sayısı belirler. Çok fazla sarım tank devresine verilen voltaj darbesinin süresinin kısalmasına, tersine az sarım sayısı da voltaj darbesinin süresinin uzamasına neden olur. Çanın çınlama frekansı bu süreden bağımsız olup çanın fiziksel yapısına benzer şekilde tank devresindeki L4-C3 ve transdüsere bağlıdır.

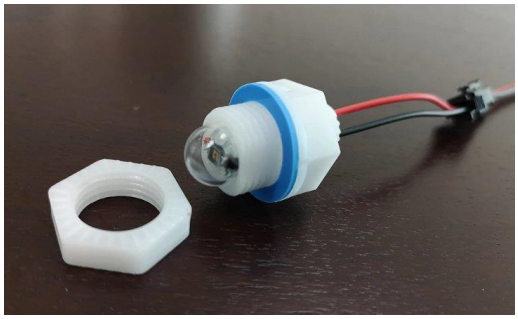
4.1.5. UV lamba

Kullanılacak UV lamba UVC (kısa UV, shortwave UV, germisidal UV; 200- 280 nm) türünden seçilmelidir. Bu projede iki alternatif üzerinde duruldu. Bunlardan ilki; Resim 4.4' te gösterilen Amayadx markasının UV-C türünden ürettiği GTL3 modeli E17 duylu kuvarz lambası 450 µW/ cm² gücüne sahiptir. Yaklaşık 9000 saat yaşam ömrüne sahip olan bu lamba oldukça kullanışlı olmasının yanı sıra maliyet açısından da çok uygundur. Dezavantajı ise boyutlarının led lambalara oranla yaklaşık 2 kat daha fazla hacim kaplamalarıdır.



Resim 4.4. UV-C kuvarz lamba

Bu lambaya alternatif olarak Resim 4.5’ te gösterilen Lumiwell markasının ürettiği 12V UVC led lambası, 3 mW gücünde bu proje için bir diğer alternatiftir.



Resim 4.5. UVC led lamba

Bu iki lambaya da yer verilmesinin sebebi oluşturulacak prototip esnek bir tasarıma sahip olması hedeflenmiş, bu iki lamba da aynı prototipe ayrı ayrı eklenebilecektir. Projenin sonraki aşamalarına göre bu seçim yapılabilir.

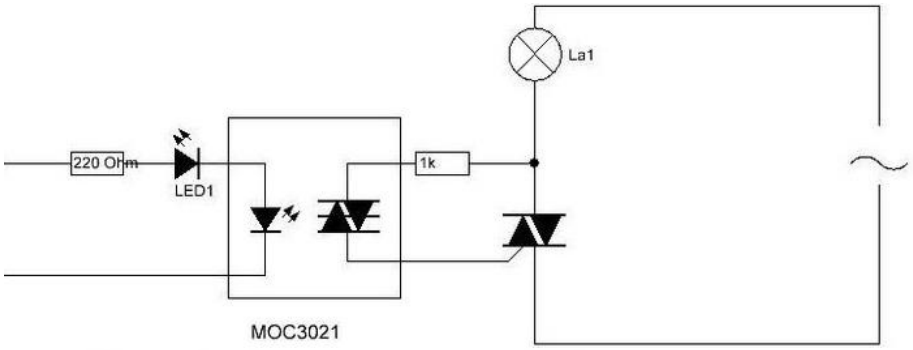
4.1.6. UV lamba sürücüleri

Kuvars lambalar; 3W gücünde 220 V şebeke gerilimi altında 4,7 µF değerinde axial polyester kutupsuz kondansatörün seri bağlanması ile sürülebilmektedir. Ayrıca 12 V, 3 W bir balast ile de sürülebilmektedir. Dimmer metodları olarak birçok lamba için AA akımda triyak-diac devreleri, DC akımda sürülecek ise led lambalarda olduğu gibi PWM sürme tekniği ile sağlanabilir.

AA dimmer metodunda Türkiye koşullarında AA monofaze akım 220- 230 V 50 Hz’ dir. Frekans ise 1000 ms / 50 = 20 ms (milisaniye) değerini alır. Bir dalgada 2 sinüzoidal yarım dalgaya sahiptir. Bir yarım dalgaya ait frekans da 10 milisaniyedir. Lamba sıfır noktasının başında anahtarlanırsa, lamba yarım devir (180°) yani 10 ms yanık kalır. Triyak anahtarlama zamanında başlangıç değerlerinin takibi çok önemlidir. Bu algılamaya sahip bir entegre ile bu tespit edilebilir. 328p mikrodenetleyicisi her yükselen kenar kesmesinde dimmer fonksiyonuna geçiş yaparak verimli bir çalışma gösterebilir.

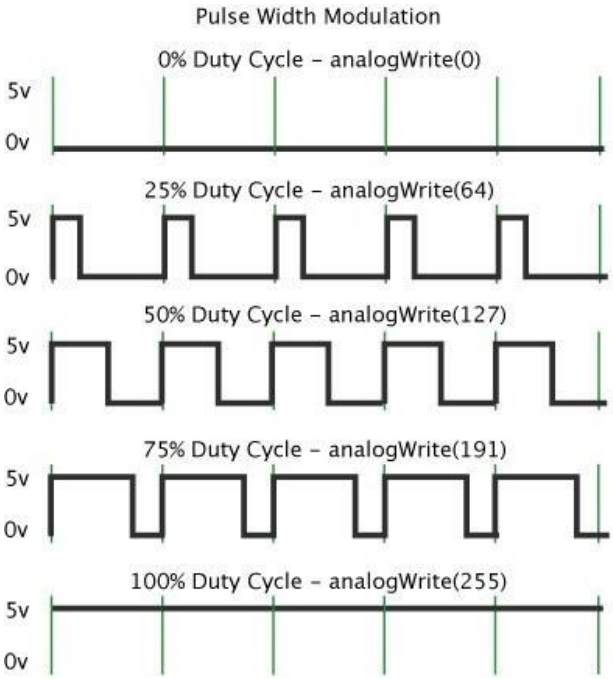
328p mikrodenetleyicisi anahtarlama zamanı 10 µs olduğu bilindiğine göre; 100000 µs (10 ms) değerinden 10 µs çıkarılır ve bu bir işleme çözünürlüğüne bölünürse bu değer 180 (bu

teze ait seçim, farklı bir değer de girilebilir) yaklaşık olarak 55,5 sabiti bulunur. Bu sabit her faz başına düşen çarpan değeridir. Dimmer fonksiyonu içinde bu sabit ayarlanacak aydınlık şiddetine göre çarpılarak sağlanır.



Şekil 4.5. AC dimmer fonksiyonu

PWM metodunun temeli kare dalga üretmekte yatar. Bu kare dalga da genellikle referans olarak aldığı dalganın ortalaması kadar büyüklüğe sahip oluyor. Bunun yanı sıra sistemdeki dalganın büyüklüğü ise görev döngüsünün büyüklüğü ile doğru orantılıdır [27]. Şekil 4.6' da olduğu gibi 328p, PWM 0- 255 aralığındadır. Sıfır değerinde sistem kapalıyken, 255 değerinde tamamen açık anahtarlama konumundadır.



Şekil 4.6. PWM fonksiyonu

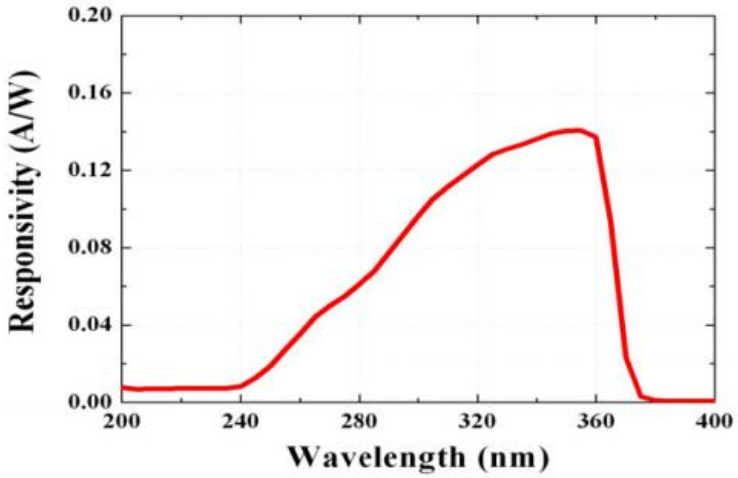
4.1.7. UV sensör

Literatür taramalarındaki verilerde bahsedildiği gibi UV yoğunluğuna bağlı olarak sterilizasyon aralığı genişlemektedir. Bu verilerden en yoğun olanı 450 µW/ cm² UV şiddeti US bir ortamda etkinliği en üst derecedeki ortamdır. Algoritma meydana getirilirken UV ışınım kaynağı doğrudan 240-370 nm aralığındaki tüm dalga boylarını tespit edebilen bir sensör vasıtasıyla ölçülmüştür. UV ışınım şiddetini ölçen bir sensör bu ortamda ışınım kaynağından doğrudan etkilenmeyecek bir yere sabitlenmiştir.

Sistem çalışırken sürekli kullanılacak olan Resim 4.6' da gösterilen Guva s12sd UV sensörü, 240- 370 nm aralığındaki tüm UV radyasyonları tespit edebiliyor. 3 adet pine sahip bu modülün 2 pini 5 V besleme pinleri iken diğer pini UV ışınım şiddetine göre 0- 5 V analog sinyal üretiyor. 1 mW/ cm² yoğunluğa kadar bu tespiti yapabiliyor. Bu projede 450 µW/ cm² şiddetini eşik değerinin çok altında algılayarak kapalı sistem döngüsünü sağlayacaktır.



Resim 4.6. Guva s12sd sensörü

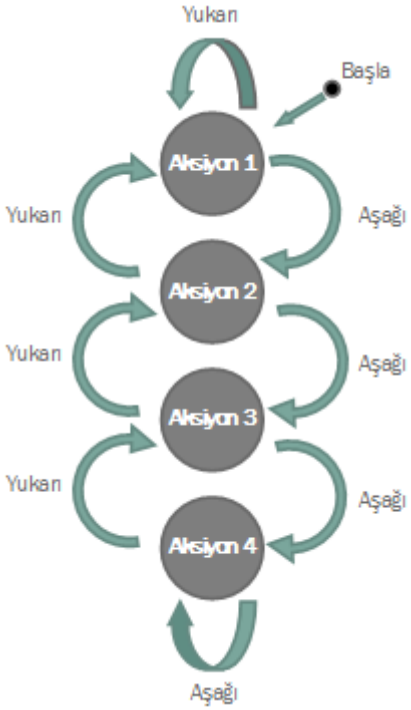


Şekil 4.7. Sensör algılama aralığı

Şekil 4.7' de UV sensöre ait datasheetinden alınmış bir grafik bulunmaktadır. Sistemde kullanılan UV lambalar 253,7 nm dalgaboyunda olacaktır. Bu sensörün de sisteme uygun olduğunu göstermektedir.

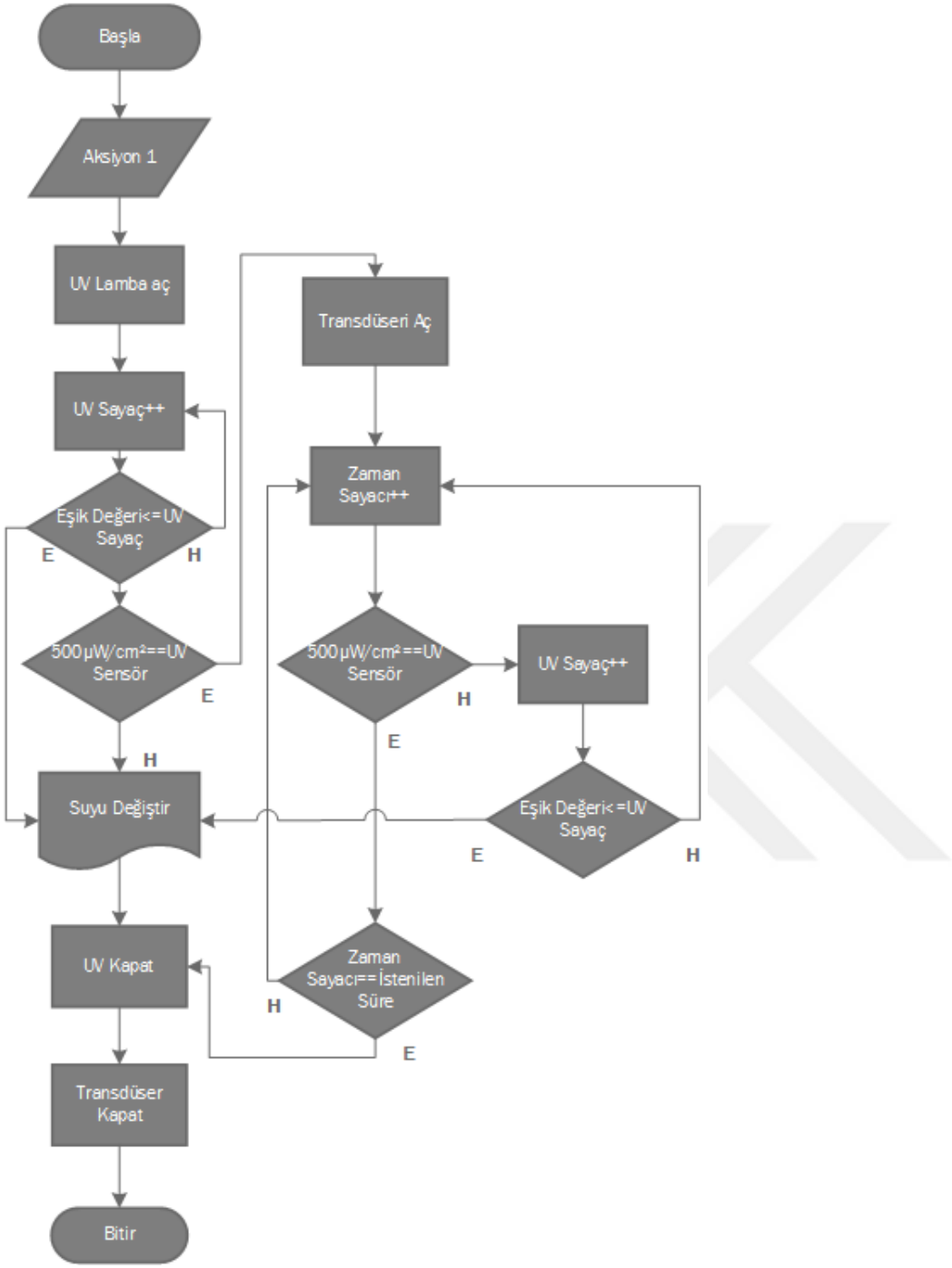
4.2. Yazılım

Mikrodenetleyici yardımıyla ultrasonik temizlik sisteminin bütün gereksinimlerini denetlemek mümkün olmaktadır. Cihaz ilk açıldığında yaklaşık 5 saniye süren intro ekranı gelecektir. Sonrasında bir anamenü kullanıcıyı karşılayacaktır. 3 adet buton bulunmaktadır. Bu butonlar seçim, aşağı ve yukarı butonlarıdır. Başlangıçta 0 değeri verilen bir sayaç aşağı butonuna basıldığında artacak, butondan çekilmesi beklenecek sonra yukarı basılırsa sayaç değeri azalacaktır. Seçim butonuna basılırsa o andaki sayaç değeri ne ise o aksiyona gidilecektir. Aşağı butonu sayaç değerinin son durumuna geldiğinde tekrar basılsa bile sayaç değeri artmayacaktır, aynı şekilde yukarı butonu da sayaç 0 pozisyonundaysa aynı değerde kalacaktır. LCD ekrana yazdırılırken bir işaret simgesi sayaç pozisyonu hangisindeyse belirlenen aksiyonu gösterir şekilde olacaktır. Menüden bir uygulamaya girildikten sonra seçim butonuna basılması durumunda o uygulamadan çıkılmakta, yaklaşık 2 sn kadar yukarı butonuna basılırsa da sistem yine uygulamadan çıkmakta uyku moduna geçmektedir. Her uygulama bitiminde enerji tasarrufu için cihaz uyku moduna girmektedir. Uyku modundan uyandırmak için seçim butonuna basılması yeterlidir.



Şekil 4.8. Menü uygulaması

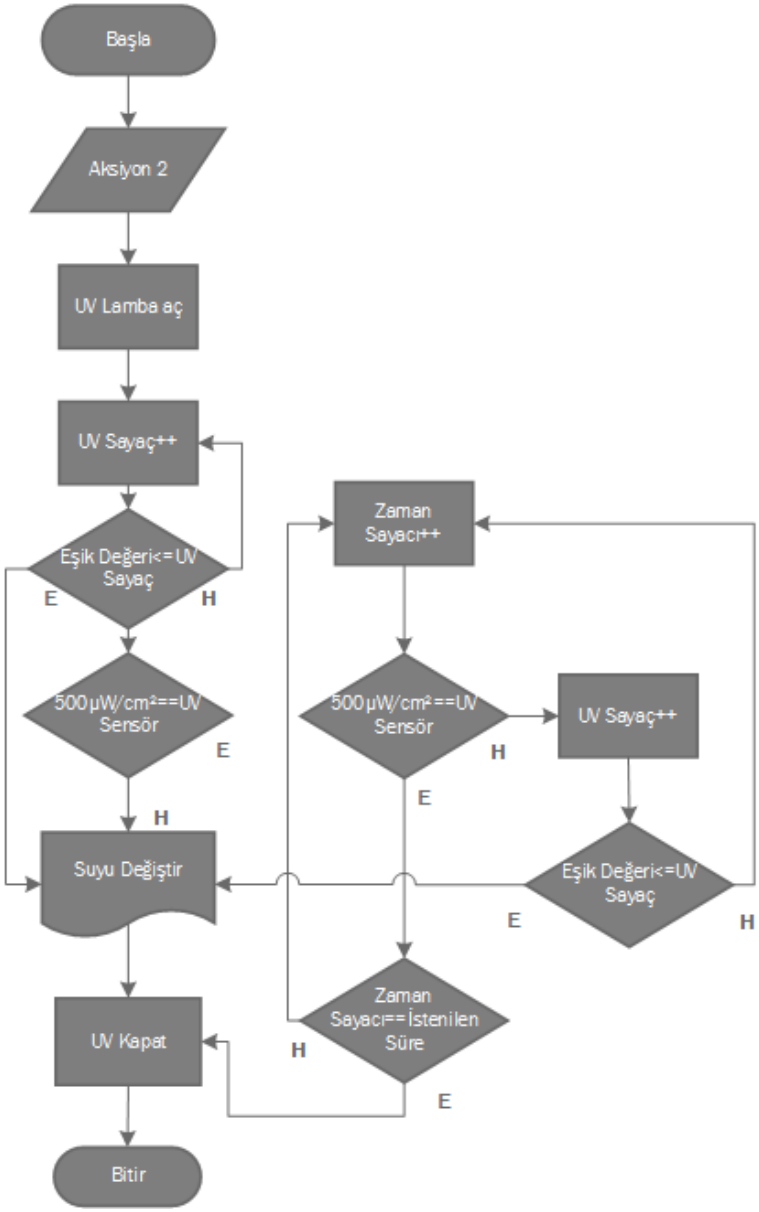
Menü içerisinde Türkçe- İngilizce dil seçimi bulunmakta seçilen tercih mikrodenetleyicinin kalıcı hafızasına kaydedilmektedir. Ayrıca sürüm bilgisi, reset ve uyku modu da menü içerisinde yer alacak, kullanıcı bu işlemleri seçebilecektir.



Şekil 4.9. Aksiyon 1 akış diyagramı

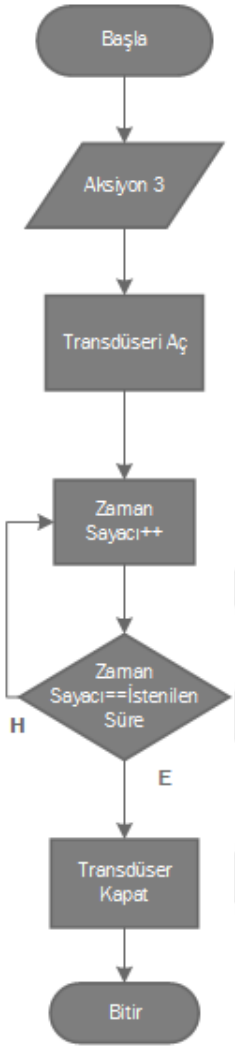
Aksiyon 1 durumunda UV ve US beraber 3 dakikalık otomatik durumda çalışacaktır. İlk olarak UV ışık şiddeti ayarlanacak eğer ayarlanırsa US sistem çalışacak ve sonra zaman sayacı geri sayacaktır. LCD ekranda zaman sayacı aktif olarak gösterilecektir. Bu döngü devam ederken her bir saniye aralıklarıyla UV sensör verisi taranacak, bu veri eğer eşik değerin altında bir çıktı verirse UV sistem kendisini tekrar ayarlamaya çalışacak. UV lamba tam güçte de bu eşiğin altında kalırsa sistem kendisini kapatacaktır. Bu şekilde kararlı bir

sterilizasyon ortamı oluşturulması hedeflenecektir. Bu durum kazanın içinde yalnızca sıvı varken çalıştırılmalıdır. Eğer sıvı yok ise US sistem zarar görecektir.



Şekil 4.10. Aksiyon 2 akış diyagramı

Aksiyon 2 durumunda sadece UV lamba çalışır şekilde dizayn edilmiştir. Bu durum ile sterilize edilmiş bir parçacığın saklanması amaçlanmıştır. Eşik değerine gelene kadar UV lamba ayarlanacak, eğer eşik değerini geçerse sistem zaman sayacını aktif edecektir. Aksiyon 1' de olduğu gibi sistem her saniye UV ışık şiddetini denetleyecek, eğer altındaysa bunu artırarak düzenlemeye çalışacak başarısız olursa sistemi kapatacaktır. Bu durum kazanın içi boş iken çalıştırılması hedeflenmiştir.



Şekil 4.11. Aksiyon 3 akış diyagramı

Aksiyon 3 durumunda sadece US sistem çalışacaktır. Bu aksiyonun amacı eğer malzemede ön temizlik yapılmak isteniyorsa bu sistem aktif edilecektir. Ön temizlik gerektiren parça UV kombinasyonlu US sisteminde yazılımsal olarak çalışması engellenmiştir. UV eşik şiddetinin altına kalacak kadar oluşacak tortular meydana gelirse, aksiyon 1 durumunda sistem kendisini kapatacaktır. Bu sayede parçanın hangi aksiyonda çalışacağı da sağlanmış olacaktır.

US sistem zaman sayacına bağlı olarak geri sayımı başlatacak, süre bittiğinde de kendisini kapatacaktır. US transdüser kataloğundan alınan verilerle bu zaman atanmıştır. Bu sistem içinde sıvı olmadan çalıştırılmayacaktır, çalıştırılırsa transdüser zarar görür.

4.3. Tasarım ve Entegrasyon

Bu tezde 3B tasarım programı olarak Skethup kullanılmıştır. Sketchup; mühendisler, mimarlar, oyun geliştiricileri ve 3 boyutlu modelleme gerektiren hemen her alandaki kullanıcılar için tasarlanmış bir 3B modelleme yazılımıdır.

3B protipleme cihazı olarak Wanhao Dublicator Plus yazıcısı kullanılmıştır. Bu yazıcının prototipleme alanı 20 cm x 20 cm x 18 cm' dir. Kullanılan kasa malzemesi olarak ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) filamenti tercih edilmiştir. Mukavemeti PLA (Polylactic Acid) malzemelere göre yüksek ve petrol bazlı bir termoplastiktir [26- 28].

Bu tezde gerçekleştirilen prototipin son kullanıcıya hitap etmesi amaçladı. Bu sebeple tasarımında sadelik ve yumuşak köşeler meydana getirildi. Dış ortamla bağlantılı olan ekran, buton, AA kablo giriş bölümleri özellikle kumpas vasıtasıyla hassas bir şekilde ölçülendirilerek, plastiğin de çekme oranları dikkate alınarak meydana getirildi.

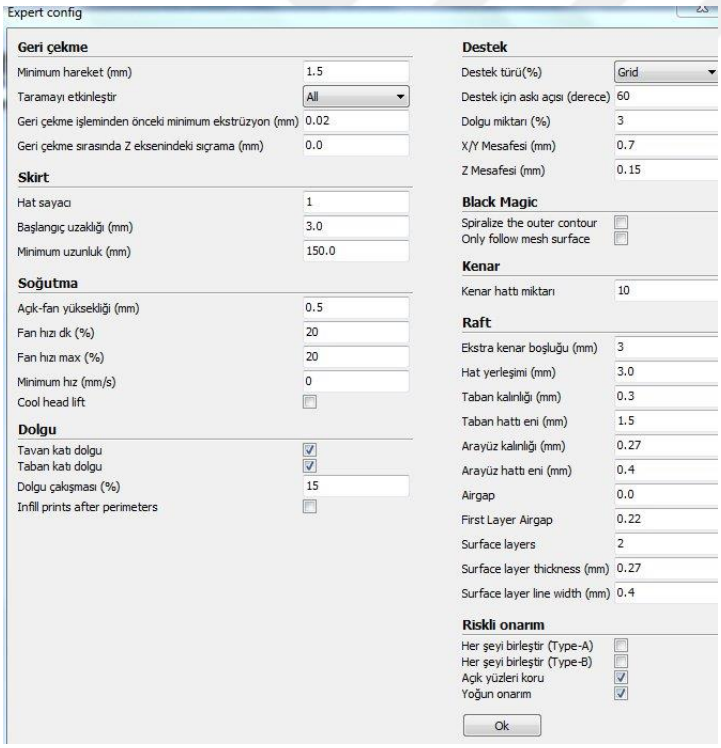
Ürün tasarımı yapılırken çelik tankın ölçüleri belirlendi. Maksimum boy uzaklığı 178 mm, maksimum en uzaklığı 97 mm ve yüksekliği 50 mm olan tanka ait çerçeve tasarımı gerçekleştirildi. Şekil 4.13' te tankı tutacak yapı gösterilmiştir. Tasarım 3B prototipleme yapılırken ABS baskı alınacağı için soğutma fanı kapatıldı, bunun sebebi bu plastik soğurken % 0,05 ile % 0,07 arası hacim küçülmesi meydana gelecek printer tablasıyla temas halinde olan yüzeyi daha baskı tamamlanmadan çıkacaktı. Baskı ucu 240 °C, tabla yüzeyi 106 °C ayarlanarak basıldı.

3B prototipleme yapılırken eğim açısı 60 °C ve yukarısında katman gelirse prototip üzerinde plastik sarkması meydana gelecek, belirlenen ölçüler sağlanamayacaktı. Özellikle tankı tutan bölümde bu durum çok önemli olduğu için prototip duvarlarından destekler oluşturuldu. Baskı hızı ABS plastiğin akış hızı dikkate alınarak 40 mm/ s denenerek seçilmiştir.

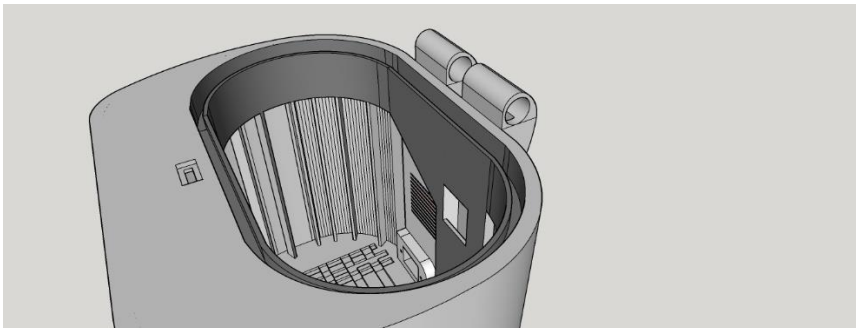


Şekil 4.12. Cura yazılımı ayarları

Baskı süresi yaklaşık 120 saat süreceği için, protipleme alanının sıcaklığı 25- 30 °C arası olmalıydı. Bu projede kapalı bir odada sıcaklık muhafaza edilerek işlem sağlandı. Buna ek olarak yazıcı için kapalı bir ortam tasarlanabilir.

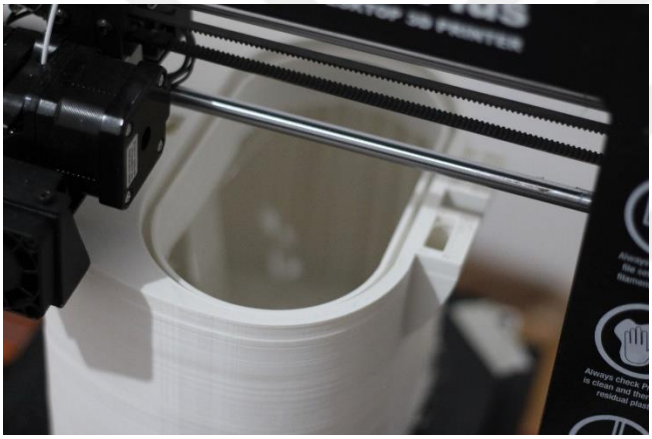


Şekil 4.13. Cura yazılımı gelişmiş ayarlar sekmesi



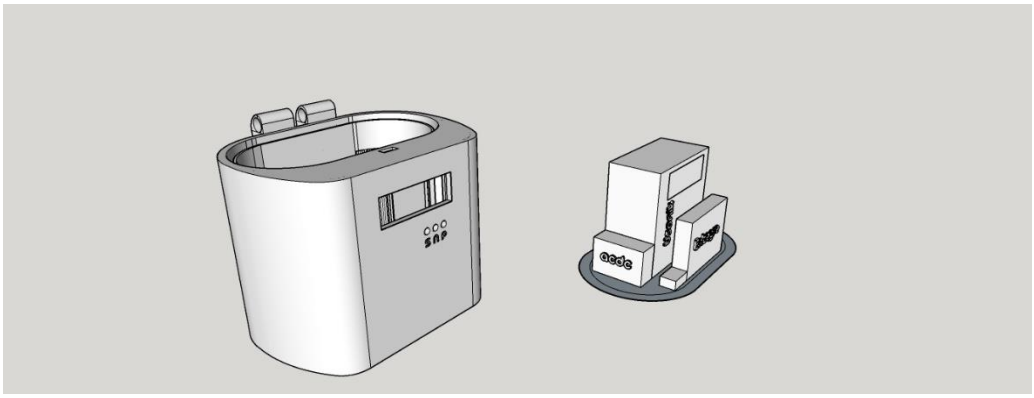
Şekil 4.14. Tank sabitleme tasarımı

Resim 4.7’ de 3B baskı alınırken gelişmiş ayarlar sekmesinde gösterildiği gibi tepe noktasına gelen yerlerde tavan dolgusunu gerçekleştirmektedir.



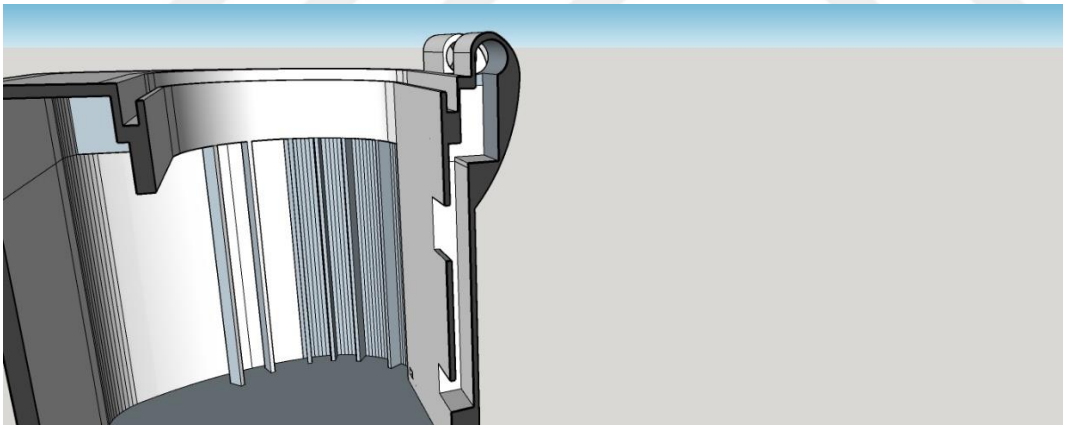
Resim 4.7. Tasarım prototipinin oluşturulması

Cihaz dış tasarımı oluşturulurken Şekil 4.15’ te olduğu gibi içerisine koyulacak malzemelerin ayrı ayrı ölçümleri yapılarak, çizim ortamında gözlemlenmiştir. Oraya çıkan tasarıma göre maksimum boy uzaklığı 192 mm, maksimum en uzaklığı 144 mm ve yüksekliği 152 mm olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.15. Cihaz 3B tasarımı

UV lamba kapak üzerinde olacağından kablo aktarımı Şekil 4.16’ daki kesitte görüldüğü gibi menteşe üzerinden sağlanmıştır. Tabandaki devreden gelecek kablo için menteşe alanına kadar bir kablo yolu meydana getirildi. Menteşe üzerinden kapak kısmında da bu yol devam ettirildi. Kablonun gizlenmesi gerekirken bir taraftan da aşınmaması önemli bir faktördü. Bu sebeple kablo yolu kablo hacminin yaklaşık olarak 5-6 katı daha geniş tasarlandı ve üretimi gerçekleştirildi.



Şekil 4.16. UV lamba enerji besleme tasarımı

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, US sistem dizaynı ve UV sistem dizaynı yapılıp bu iki sistemin entegrasyonu amaçlanmıştır. US dizaynının tank hacmi, etkin frekans değerleri bakımından hesaplamaları yapılarak elektronik devresi ve kodlaması yapılmıştır. UV sistemin ışınım değerleri bir kapalı döngü sistem içerisinde elektronik devresi ve kodlaması yapılarak ürünün stabilitesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte ürünün emniyet güvenliği yazılımsal olarak test edilmiştir. Bu sistemdeki UV sensörün bir işlevi de tank içerisinde bulunan sıvının bulanıklığını analiz etmesi olmuştur. Proje kapsamında geliştirilen ultrasonik yıkama makinesi prototipinin teknik özellikleri aşağıdaki gibidir:

- 253.7 nm dalga boyunda, 3 W güç seviyesinde otonom ayarlanabilir UV sistem US sistemle beraber çalışacaktır.
- Sadece US sistem ile dezenfeksiyon sağlanabilir.
- Sterilize eden parçalar için saklama modülü olarak kullanılabilir.
- Portatif bir sterilizasyon cihazı.
- Elektronik sarf tüketim malzemeleri hariç yerli bir teknoloji kullanılarak gerçekleştirilebilir olması.
- Kullanıcı bazında saf su dışında bir sarf giderinin olmaması
- Kapağın zorlama ile açılma durumunda emniyet sistemin devreye girip sistemi kapatması.
- Türkçe ve İngilizce dil seçeneği sunulur.
- Yaklaşık bir ay steril malzeme saklayabilme ortamı sunması.
- Her işlem sonunda enerji tasarrufu amacıyla ekranını kapatıp uyku moduna geçer.

3B tasarımla 500 ml hacminde bir prototipin, masaüstü bir modelinin üretilebilir olduğu görülmektedir. Bu tarz bir cihazda kazanın derinliği fazla olursa UV lambalar sıvının içerisine yerleştirilebilir fakat ultrasonik kavitasyon yüzünden UV lamba yüzeyi bir süre sonra yıpranacaktır. Dolayısıyla elverişli bir yöntem olmayacaktır. UV lambalar ile ultrasonik sıvı içerisinde ışığın özelliğini bozmayacak ek bir şeffaf koruma gereklidir. Cihaza sıvı seviye sensörü eklenerek cihaz üzerinde daha fazla kontrol sağlanır. Sıvı miktarı gereken miktardan az veya fazla olursa kullanıcıya uyarı verebilir. Devrilme gibi durumlara karşı zemine yerleştirilecek bir sınır anahtarı ile koruma sağlanabilir.

Cihazın elektronik aksamı ile tank aksamı birbirinden kolayca ayrılabilir bir tasarım geliştirilebilirse sıvı değişimi daha kolay olur. Bununla birlikte raspberry pi geliştirme kartı kullanırsa klavye, ekran gibi aparatlar eklenebilir.

KAYNAKLAR

1. İnternet: TDB. Diş Hekimliği Pratiğinde Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Yöntemleri. URL: http://www.tdb.org.tr, Son Erişim Tarihi: 09.06.2019.

2. Akşit, F., Akgün, Y., Kiraz, N. (2006). *Genel Mikrobiyoloji ve Ümmünoloji* (Sekizinci Baskı). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayıncılık, 148-149.

3. Özkütük, N. (2007). Ultraviole *Lambalarının Kullanımı*. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, Manisa, 490-496.

4. İnternet: Air Decontamination. Whole Building Desing Guide, URL: http://www.wbdg.org/desing/air_decon.php, Son Erişim Tarihi: 09.06.2019.

5. Khoobde, M., Shayeghi, M., Golsorkhi, S., Abtahi, M., Vatandoost, H., Zeraati, H., and Bazrafkan, S. (2010). Effectiveness of Ultrasound and Ultraviolet Irradiation on Degradation of Carbaryl from Aqueous Solutions. *Journal of Arthropod Borne Diseases*, 4(1), 47–53.

6. İnternet: Duraline Biosystmes. What is an Ultrasonic Cleaner?, URL: www.duralinesystems.com/what-is-an-ultrasonic-cleaner-s/587, Son Erişim Tarihi: 09.06.2019.

7. Ensminger, D. and Larson, J. B. (2011). *Ultrasonics: fundamentals, technology, applications* (Third edition). California: Sunnyvale, 276-295.

8. İnternet: Ankara Üniversitesi, Ses ve Dalgalar, URL: www.acikders.ankara.edu.tr. mod/resource/view.php?id=57661, Son Erişim Tarihi: 09.06.2019.

9. İnternet: Ultrasonic Power, Ultrasonic Cleaning Technical Information, URL: https://www.upcorp.com/technical-information.html, Son Erişim Tarihi: 09.06.2019.

10. Brown, S., Ebel and J., Enns, J. *Method and apparatus of sterilization using monochromatic UV radiation source,* (2011) U. S. Patent No: US13208452.

11. İnternet: Secience Direct, Ultrasonic Cleaning and Washing of Surfaces, URL: https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/ultrasonic-cleaning, Son Erişim Tarihi: 09.06.2019.

12. Queirós, R. , Girão P., Serra, A. C. (2005). *Single-Mode Piezoelectric Ultrasonic Transducer Equivalent Circuit Parameter Calculations and Optimization Using Experimental Data.* IMEKO TC4 Symposium Poland, *32-34.*

13. Khmelev, V. N., Barsukov, R. V., Tsyganok, S. N. (2013). *The device of ultrasonic cleaning of automobile injectors.* 4th Siberian Russian Workshop and Tutorials EDM, Novosibirsk, 46-60.

14. İnternet: Elmasonic, Tank Cleaning Ultrasonic Generator, URL: http://ritmindustry.com/catalog/ultrasonic-cleaning-generators-transducers/tank-cleaning-ultrasonic-generator-5/, Son Erişim Tarihi: 11.06.2019.

15. Papadakis, E. P. (1999). In Ultrasonic instruments and devices. *Harcourt Science and Technology*. Academic Press. San Diego: CA, 193–274.

16. Ay, İ. ve Anaç, N. (2002, 11-13 Eylül). *Ultrasonik yöntemle parça temizleme*. IV. Mühendislik Mimarlık Sempozyumunda sunuldu, Balıkesir.

17. Teke, M. (2012). *Akıllı Ultrasonik Temizleme Cihazı Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 6-18.

18. İnternet: Ultrasonik Transdüserler, URL: https://polen.itu.edu.tr/, Son Erişim Tarihi: 11.06.2019.

19. İnternet: Geneng Ultrasonic, Optional Three Installation Modes, URL: https://huzzle.com.ng/product/industrial-g-1048z, Son Erişim Tarihi: 11.06.2019.

20. İnternet: Elektromanyetik Tayf, URL: https://www.gorgoda.com/elektromanyetik-tayf.html, Son Erişim Tarihi: 11.06.2019.

21. İnternet: Ultrasonik temizleyici, URL: http://www.utest.com.tr/tr/20802/Ultrasonik-Temizleyici, Son Erişim Tarihi: 11.06.2019.

22. İnternet: Ultraviyole lambalar, URL: http://gundogduelektrik.net/, Son Erişim Tarihi: 11.06.2019.

23. Özyılmaz, Ü. (2015). Fitopatoloji Laboratuvarında Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Yöntemleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Aydın, 12(1), 129-138.

24. Tatlılıoğlu, M. ve Sayan, H. H. (2018). *Mathematical Model For Advanced Sterilization Device Design*. 3rd International Conference on Computational Mathematics and Engineering Sciences Abstracts, (CMES-2018). Girne, 184.

25. Kanat, A. (2009). *Ultraviole Işınları İle Suların Dezenfeksiyonu*, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi , İzmir, 989-1004.

26. İnternet: PWM (Sinyal Genişlik Modülasyonu) Tekniği Nedir ?, URL: www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/pwm-(sinyal-genislik-modulasyonu)-teknigi-nedir/11717#ad-image-0, Son Erişim Tarihi: 13.06.2019.

27. İnternet: 3D Yazıcı Filament Özellikleri, URL: www.artiboyut.com/index.php/tr/bilgi-bankasi/39-3d-yazici-filament-ozellikleri, Son Erişim Tarihi: 13.06.2019.

28. Kanesberg, B. ve Kanesberg, E. (2006). Parameters in ultrasonic cleaning for implants and other critical devices. *Journal of ASTM Internaitional (JAI)*, 3(4), 1-4.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TATLILIOĞLU, Murat
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 02.02.1991, Sungurlu
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (554) 913 64 93
e-mail : murattatlilioglu@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi / Elektrik-Elektronik Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Melikşah Üniversitesi / Elektrik-Elektronik Mühendisliği	2015
Lise	Murathan Anadolu Lisesi	2011

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-Halen	Ankapark İşletmeleri A.Ş.	Elektrik Mühendisi
2017-2018	4 Net İletişim LTD. ŞTİ.	Birim Yöneticisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Tatlılıoğlu, M. (2018). *Mathematical Model For Advanced Sterilization Device Design*. 3rd International Conference on Computational Mathematics and Engineering Sciences Abstract, (CMES-2018). Girne, 184

Hobiler

3B çizim, Kodlama, Fotoğrafçılık



GAZİ GELECEKTİR..