

Meslek Yüksekokulları ve Mühendislik Fakültelerinin Biyomedikal Bölümleri için Eğitim Amaçlı UV Sterilizasyon Ünitesi Tasarımı

Ali Özhan AKYÜZ¹, Onur İNAN¹, Kazım KUMAŞ², Durmuş TEMİZ², Fatih YOLDAŞ²

¹Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez TBMYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Burdur

²Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez TBMYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, Burdur

(Alınış / Received: 06.06.2018, Kabul / Accepted: 23.07.2018)

Anahtar Kelimeler

Sterilizasyon,
Ultraviyole,
Mesleki Eğitim

Özet: Sterilizasyon bir malzeme veya ortamdaki virüs, bakteri gibi tüm mikroorganizmaların yok edilmesidir. Sterilizasyon genellikle fiziksel veya kimyasal yöntemlerle yapılabilmektedir. Ultraviyole ışınları elektromanyetik spektrumun 100-400 nm arasındaki bölgede yer almaktadır. Ultraviyole ışınlar genel olarak canlılar için zararlıdır ve bu ışınların bir kısmı atmosferde tutulur. Ultraviyole ışınları ile de yapılabilen sterilizasyon sağlık sektöründe sıcaklığa ve neme dayanaksız malzemelerin, tıbbi operasyon yapılan ortamların ve suyun sterilizasyonunda uzun süredir kullanılmaktadır. Bu çalışmada üniversitelerin biyomedikal ile ilgili bölümlerinde uygulamalı eğitimde kullanılmak üzere bir ultraviyole sterilizasyon kabini tasarlanmıştır. Tasarımda mikro denetleyiciler ile kontrol sağlanmakta ve sensörlerle sterilizasyon ortamının anlık sıcaklık, nem, ışık şiddeti ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Geliştirilen ünite ile ilgili bölümlerin sterilizasyon cihazları derslerinde ultraviyole ışın etkileri, mikro denetleyiciler ve sensör uygulamalarının etkin olarak öğretilmesi planlanmaktadır.

Designing an Educational UV Sterilization Unit for Biomedical Departments of Vocational Colleges and Engineering Faculties

Keywords

Sterilization,
Ultraviolet,
Vocational Education

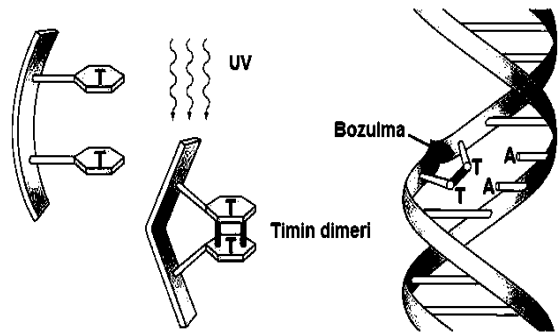
Abstract: Sterilization is the removal of all microorganisms, such as viruses and bacteria, in a material or environment. Sterilization is usually done by physical or chemical methods. Ultraviolet light is located in the region between 100-400 nm of the electromagnetic spectrum. Ultraviolet light is generally harmful to living things, and some of this light trapped in the atmosphere. Sterilization, which can be done with ultraviolet light, is also used in the health sector for a long time for hot and humid resistant materials, medical operation environments and water sterilization. In this study, an ultraviolet sterilization cabinet was designed for use in practical training in the biomedical departments of universities. The design is controlled by micro-controllers and the instantaneous temperature, humidity, light intensity measurements of the sterilization environment are performed with the sensors. It is planned to teach ultraviolet radiation effects, micro controllers and sensor applications effectively in the sterilization equipment classes of the departments related to the unit that is developed.

1. Giriş

Sterilizasyon, tüm mikroorganizmaları ve diğer biyolojik ajanları (mantarlar, bakteriler, virüsler, spor formları vb.) yok eden veya deaktif eden işlemler dizisidir. Bu tür biyolojik ajanlar katı bir yüzeyde,

havada, bir sıvıda, ilaç ya da biyolojik kültür ortamında bulunabilirler. Sterilizasyon ısı, çeşitli kimyasallar, ışınlama, yüksek basınç ve filtreleme gibi çeşitli yollarla yapılabilir. Sterilizasyon, dezenfeksiyon, sanitasyon ve pastörizasyondan ayrıdır. Sterilizasyonda mevcut olan tüm yaşam formları ve

diğer biyolojik ajanları deaktif eder veya öldürür. Sağlık kuruluşlarında kullanılan çoğu tıbbi ve cerrahi ekipman, yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemelerden yapılır. Bununla birlikte, 1950'den beri, tıbbi cihazlarda ve düşük sıcaklıkta sterilizasyon gerektiren malzemelerden yapılmış aletlerde bir artış olmuştur. Etilen oksit gazı, ısı ve nem duyarlı tıbbi cihazlar için 1950'lerden beri kullanılmaktadır. Son yıllarda çeşitli düşük sıcaklıklı sterilizasyon sistemleri geliştirilmiş ve tıbbi cihazları sterilize etmek için kullanılmaktadır [1-4]. Ultraviyole (UV) ışık görünür ışıktan daha kısa, X ışınlarından daha uzun dalga boyuna sahiptir. Elektromanyetik dalga spektrumunun 10 nm ile 400 nm aralığında yer almaktadır. Güneş ışınlarının yaklaşık % 10'u UV ışınlarından oluşmaktadır. UV ışınları ayrıca elektriksel deşarj, civa buharlı lamba gibi özel ışık kaynakları ile de elde edilebilmekte ve genel olarak dalga boyuna göre üç tipte isimlendirilmektedir. UVA 315 ile 400 nm arasındaki uzun dalga boyu olan ve atmosferin ozon tabakası tarafından absorbe edilmeyen kısımdır. UVB 280 ile 314 nm arasında orta dalga boylu ve çoğu ozon tabakası tarafından absorbe edilen bölgedir. UVC 100 ile 280 nm arasında kısa dalga boylu ve tamamı ozon tabakası tarafından absorbe edilen UV ışınlarıdır. Her ne kadar UV ışık, iyonlaştırıcı bir radyasyon olarak düşünülmesede, kimyasal reaksiyonlara neden olabilir ve birçok maddenin parlamasına veya flüoresans olayına neden olabilir. UV'nin kimyasal ve biyolojik etkileri, basit ısıtma etkilerinden daha güçlüdür ve birçok pratik uygulaması, organik moleküller ile etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır. UVC ışık mikroorganizmaları öldürmek veya etkisiz hale getirmek için 20. yüzyılın ortalarından beri kullanılmaktadır ve ultraviyole germisidal ışınlama olarak isimlendirilmektedir. Maksimum yok edici etki 240-280 nm arasındaki bölge de gerçekleşmektedir [5,6]. UVC ışınları mikroorganizmaların DNA dizilimlerini bozarak onların yok edilmesini sağlarlar. Şekil 1'de bu mekanizma verilmiştir. DNA içindeki moleküler bağlar kopmakta bakteri veya virüsü öldüren timin dimerleri üretilmektedir [7-10]. UV ışınları ısıya dayanaksız tıbbi ekipmanların sterilizasyonunda sıkça karşımıza çıkmaktadır. Medikal el aletleri, diş hekimisi aletleri, implantların sterilizasyonunda genel olarak kabin tipi UV sterilizatörlerden yararlanılmaktadır. Ayrıca



ameliyathane, yoğun bakım ünitelerinde de bu ışınlarla ortam sterilizasyonu yapılmaktadır. Kullanım

suyunun sterilizasyonu ve çeşitli materyallerin yüzey modifikasyonu için de UV'den yararlanılır [11-16].

Şekil 1. UV ışının DNA'yı etkilemesi [8]

Sterilizasyonla ilgili dersler sağlık elemanı yetiştiren fakülte ve yüksekokulların müfredatında yer almaktadır. Meslek yüksekokullarının biyomedikal cihaz teknolojisi programlarında "sterilizasyon cihazları" dersi zorunlu ya da seçmeli ders olarak genelde 4 AKTS haftalık 2 ile 4 saat arasında okutulmaktadır. Bu derste başlangıçta sterilizasyon tekniklerine genel bir giriş yapılmaktadır. Daha sonra sırasıyla etüv cihazları, otoklav cihazları ayrıntılı olarak incelenmektedir. UV sterilizasyonu ise ayrıntılı olarak incelenmez. Bu çalışmada biyomedikal cihaz teknoloji programlarının sterilizasyon cihazları dersinin uygulama kısmında kullanılmak üzere kabin tipi UV sterilizasyon ünitesi geliştirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Tasarlanan kabin içinde sıcaklık, nem, ışık şiddeti ölçülmekte ve UV ışınlama zamanı ayarlanabilmektedir. Kabinin kapağı açıldığında UV ışık kaynağı devreden çıkmakta iç aydınlatma devreye girmektedir. Kabin olarak arızalı bir mikrodalga fırın kullanılmıştır. Magnetron kısmı dikkatlice cihazdan sökülmüştür ve modifiye edilmiştir. Kabin içerisinde Sterilizasyon uygulaması için UV ampul kullanılmıştır. Sıcaklık, nem ve ışık şiddeti ölçümleri sensörleri Arduino uygulaması ile yapılmış, ampul kontrolü PIC ile sağlanmıştır.

3. Bulgular

Sterilizasyon amaçlı UV ışığı çeşitli şekillerde elde edilebilmektedir. Uygulamalarda genelde 253 nm dalga boyunda ışık veren civa bazlı lambalar kullanılır. UV ledler 255 - 280 nm arasında seçilebilir dalga boylarında ışık verirler. Xenon lambalar 230 nm yakın bir maksimum emisyonu ile tüm UV spektrumunda ışık verirler. Bu çalışmada UV ışık için Osrom HNS 8 Watt UVC ampul kullanılmıştır. Ampul 6000 saat ömürlüdür ve UV-C çıkışı 2.5 W, akımı ise 0.17 A'dir. Bu ampul 8 W'lık elektronik balast ile kabinin içinde üst bölgeye yerleştirilmiştir.

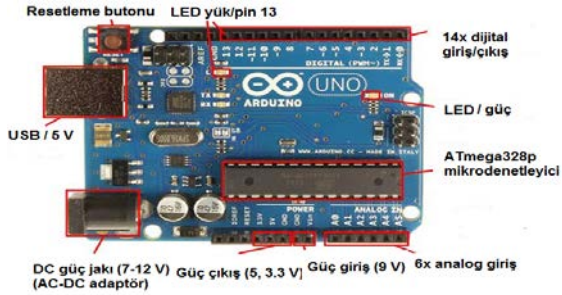
Biyomedikal cihaz teknolojisi programı öğrencilerinin kolay programlanabilir ve uygulanabilir olmasından dolayı elektronik dünyasında popüler hale gelen Arduino ile tanışması ve uygulama yapabilmesi için sıcaklık, nem ve ışık şiddetinin anlık ölçümleri Arduino Uno R3 aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Arduino internet üzerinde geniş bir destek topluluğuna sahiptir, bu da gömülü elektronik cihazlarla çalışmaya başlamanın kolay bir yoludur. Arduino, programlanabilir devre kartından (mikrodenetleyici) ve bilgisayar üzerinde çalışan ve bilgisayar kartını fiziksel panele yazıp yüklemek için kullanılan bir yazılım veya IDE (Entegre Geliştirme

Ortamı) parçasından oluşur. Arduino Uno R3, çıkarılabilir ATmega328 AVR mikro denetleyiciye dayanan bir mikro denetleyici karttır. 20 adet dijital giriş - çıkış pinine sahiptir ve bunların 6 tanesi analog giriş, 6 tanesi PWM çıkışı, olarak kullanılabilir (Şekil 2).

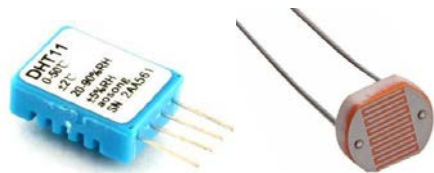
Sterilizasyon uygulamalarında sıcaklık ve nem önemli parametrelerdir. Bundan dolayı kabin içerisindeki sıcaklık ve nem ölçümleri DHT 11 sıcaklık ve nem sensörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. DHT 11 kalibre edilmiş dijital sinyal çıkışı vermektedir. Sensörün bulunduğu kart sekiz bit mikrodenetleyici içermektedir. 0 ile 50°C arasında 2°C hata payı, 20-90% RH (bağıl nem) arasında 5% RH hata payı ile ölçüm gerçekleştirmektedir.

Sterilizasyon uygulamalarında UV etkinliğini ölçmek için UV dozu hesabının yapılması gerekmektedir. UV dozu (Ws/cm²), UV şiddeti (W/cm²) ile uygulama süresinin (s) çarpımı olarak verilebilir. Öğrencilerin bunun önemini kavrayabilmesi için çalışmamızda kabin içerisindeki UV ışık şiddeti foto direnç (LDR) kullanılarak ölçülmüştür.

LDR'ler ışık şiddetini ölçmek için kullanılan ışığa duyarlı dirençlerdir. Karanlıkta, direnç değeri 1MΩ'ye kadar çok yüksektir, ancak LDR sensörü ışık altında, ışık şiddetine bağlı olarak direnç değeri birkaç kΩ'a düşer. LDR'ler uygulanan ışığın dalga boyuna göre değişen ve doğrusal olmayan cihazlara sahip bir hassasiyettedir. Şekil 3'de kullanılan DHT 11 ve LDR görülmektedir.



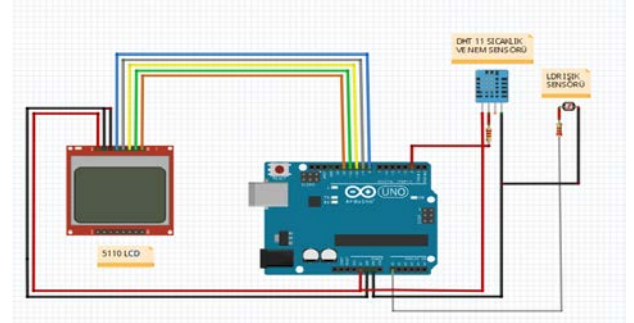
Şekil 2. Arduino Uno R3



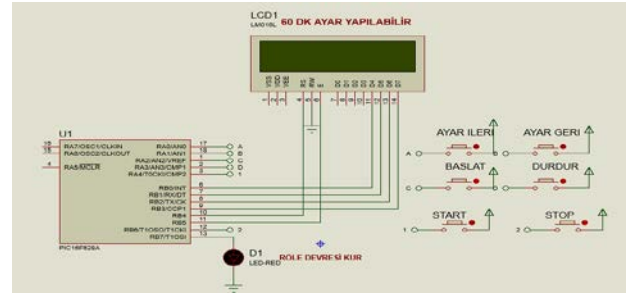
Şekil 3. Sıcaklık-Nem ve Işık şiddeti ölçümleri için kullanılan elemanlar

Sıcaklık, nem, ışık şiddeti ölçümlerini göstermek için 84 x 48 nokta matrisli LCD (4 satırlık karakterleri gösterir) Nokia 5110 LCD kullanılmıştır. Bu ekran Arduino geliştiricileri arasında çok popülerdir. Kullanıcıya bir çeşit ara birim veya ekran verisi gerektiren çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır.

Şekil 4'de Arduino Uno R3 ile sıcaklık ve ışık şiddeti ölçüm devresi görülmektedir. UV ampulün kontrolü PIC16f628A (çevresel üniteleri denetleyici arabirim) mikro denetleyici ile sağlanmıştır. PIC16f628A CMOS flash tabanlı 8 bit 18 pinli bir mikro denetleyicidir. 3 ile 5.5 volt çalışma aralığı ve 37 kHz-4 MHz'lik dahili osilatöre sahiptir. Her bir pinden çekilebilecek maksimum akım 25 mA olup 2048 K flash program belleği mevcuttur. Mikro denetleyiciye yazılan programlar tekrar silinebilmektedir. PIC16f628A çıkışından 12 V'luk röleyi açıp kapatarak UV ampulün kontrolü sağlanmaktadır. Kabinin ön kısmına yerleştirilen butonlarla zaman ayarlaması yapılabilmekte ya da serbest mod devreye sokulabilmektedir. UV ampulün 16x2 LCD ekranda zaman ayarlaması yapıp seçilen zaman aralığı ve geçen süre görüntülenebilmektedir. Şekil 5'de UV sterilizasyon PIC16f628A zaman ayarı devresi verilmiştir.



Şekil 4. Arduino Uno ile sıcaklık ve ışık şiddeti ölçüm devresi



Şekil 5. UV sterilizasyon PIC16f628A zaman ayarı devresi

Kullanılan kabinin boyutları 50x38x30 cm şeklindedir. UV lamba ile zemin arasındaki uzaklık ise 23 cm olarak ayarlanmıştır. Kabinin kapağı açıldığında UV lamba devreden çıkmakta ve iç aydınlatma olarak şerit LED devreye girmektedir. Şekil 6'da UV kabininin genel dış ve iç görüntüsü verilmiştir.



Şekil 6. UV sterilizasyon kabini dış, iç ve çalışma görüntüleri

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada biyomedikal eğitimi alan öğrenciler için kabin tipi UV sterilizasyon ünitesi geliştirilmiştir. Öğrencilerin sensörler ile ilgili derslerin bir uygulaması olarak sıcaklık, nem, ışık şiddeti sensörlerinin kurulum ve programlanmasını, mikro işlemciler ve mikro denetleyiciler dersleri uygulaması olarak Arduino ve PIC kurulumu-uygulama ve kullanımını, sterilizasyon cihazları dersleri için ise UV sterilizasyonun önemini pekiştirilmeye çalışılmıştır.

Ülkemizde 2018 yılı itibariyle meslek yüksekokullarımızda 82 adet biyomedikal cihaz teknolojisi programı ve fakültelerimizde de 51 adet biyomedikal mühendisliği programı bulunmaktadır. Bu programlardan mezun olan tekniker ve mühendislerin uygulamalı eğitim alarak mezun olmalarının daha hızlı ve iyi iş bulmalarına olanak sağlayacağı kesindir. Biyomedikal cihazlar insan sağlığıyla doğrudan ilgili olduğu için bu cihazların üretiminde, tamir ve bakımında hata yapma lüksü yoktur. Uygulamalı eğitim hata yapma risklerini azaltır, öğrenciler mezun olduklarında kendine güvenen ve teori ile uygulamayı aynı anda becerebilen tekniker ya da mühendis olacaklardır.

Kaynakça

[1] Abacıoğlu, Y. H., Sönmez, C. 2014. Ulusal Mikrobiyoloji Standartları Laboratuvar Güvenliği Rehberi, T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Başkanlığı, Ankara, 345s.

[2] Moore, T.K. 2009. Today's Sterilizer Is Not Your Father's Water Heater, AORN Journal, 90(2009),81-8

[3] McGain, F., Moore, G., Black, J.J. 2016. Hospital Steam Sterilizer Usage: Could We Switch Off To Save Electricity and Water?, Health Services Research 21(2016),166-171.

[4] McNally, O., Thompson, I.M., McIvenny, G., Smyth, E.T.M., MacAuley D. 2001. Sterilization and Disinfection in General Practice within University Health Services, Journal of Hospital Infection, 49(2001), 210-214.

[5] Haigh, J.D. 2007. The Sun and the Earth's Climate: Absorption of solar spectral radiation by the atmosphere. Living Reviews in Solar Physics. 4(2007),1-59.

[6] Boiteux, S., Jinks-Robertson, S. 2013. DNA Repair Mechanisms and the Bypass of DNA Damage in *Saccharomyces Cerevisiae*. Genetics, 193(2013), 1025-1064.

[7] Tell, G., Demple, B. 2015. Base Excision DNA Repair and Cancer, Oncotarget, 6(2015), 584-585.
<https://sites.google.com/site/uvdnadamage/repair/home>, (Erişim Tarihi 27. 05. 2018)

[8] Hall, K.K., Giannetta, E.T., Getchell-White, S.I., Durbin L.J., Farr, B.M. 2003. Ultraviolet Light Disinfection of Hospital Water for Preventing Nosocomial Legionella Infection, Infection Control & Hospital Epidemiology, 24(2003), 580-583.

[9] Singh, S., Schaaf, N.G. 1989. Dynamic Sterilization of Titanium Implants with Ultraviolet Light, The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 4(1989),139-146.

[10] Dolman, P.J., Dobrogowski, M.J. 1989. Contact Lens Disinfection by Ultraviolet Light, American Journal of Ophthalmology, 108(1989), 665-669

[11] Iwaguch, S., Matsumura, K., Tokuoka, Y., Wakui, S. and Kawashima, N. 2002. Sterilization System Using Microwave and UV Light, Colloids and Surfaces B, 25(2002),299-304.

[12] Pashkuleva, I., Marques, A. P., Vaz, F. and Reis, R. L. 2010. Surface Modification of Starch Based Biomaterials by Oxygen Plasma or UV Irradiation, Journal of Material Science, 21(2010), 21-32.

[13] Moraes, M. A., Weska, R. F., Beppu, M. M. 2014. Effects of Sterilization Methods on The Physical, Chemical, and Biological Properties of Silk Fibroin Membranes, Journal of Biomedical Materials Research Part B Applied Biomaterials, 102(2014), 869-876.

[14] Li, L., Mak, K. Y., Shi, J., Leung, C. H., Wong, C. M., Leung, C. W., Mak, C. S. K., Chan, K. Y., Chan, N. M. M., Wu, E. X., Pong, P.W. T. 2013. Sterilization on Dextran-Coated Iron Oxide Nanoparticles: Effects of Autoclaving, Filtration, UV Irradiation, and Ethanol Treatment, Microelectronic Engineering, 111(2013),310-313

[15] Artemenko, A., Kylian, O., Choukourov, A., Gordeev, I., Prtr, M., Vandrovcova, M., Polonskyi, O., Bacakova, L., Slavinska, D., Biedeman, H. 2012. Effect of Sterilization Procedures on Properties of Plasma Polymers Relevant to Biomedical Applications, Thin Solid Films, 520(2012),7115-7124.