İZMİR BAKIRÇAY ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İş Sağlığı ve Güvenliği A.B.D

ETİLEN OKSİT STERİLİZASYONU VE OPTİMUM STERİLİZASYON PARAMETRELERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Damla Nur AKÇA

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK

Temmuz 2022

ETİLEN OKSİT STERİLİZASYONU VE OPTİMUM STERİLİZASYON PARAMETRELERİ
Yüksek Lisans Tezi

Damla Nur AKÇA İzmir 2022

ETİLEN OKSİT STERİLİZASYONU VE OPTİMUM STERİLİZASYON PARAMETRELERİ

Damla Nur AKÇA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. A. Birkan SELÇUK
(İkinci Danışman: Doç. Dr. Kadir GÖK)

İzmir
İzmir Bakırçay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Temmuz 2022

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

İzmir Bakırçay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim dalında öğrenim görmekte olan Damla Nur AKÇA'nın "Etilen Oksit Sterilizasyon Parametreleri ve Optimum Sterilizasyon Koşulları" başlıklı tezi …/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "İzmir Bakırçay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca, Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**Ünvanı Adı Soyadı**	**İmza**
Üye (Tez Danışmanı)	Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK	
Üye (2. Tez Danışmanı)	Doç. Dr. Kadir GÖK	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Gökçe KAYNAK BAYRAK	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Pınar AKOKAY	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Esra KASAPGİL	

Prof. Dr. Serkan ÇINARLI
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Müdür V.

FINAL APPROVAL FOR THESIS

This thesis titled “Etilen Oksit Sterilizasyonu ve Optimum Sterilizasyon Parametreleri” has been prepared and submitted by Damla Nur AKÇA in partial fulfilment of the requirements in “İzmir Bakırçay University Directive on Graduate Education and Examination” for the Degree of Master of Science (MSc) in Occupational Health and Safety Department has been examined and approved on ../08/2022

Committee Members	**Title, Name and Surname**	**Signature**
Member (Supervisor)	Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK	
Member (Co-Supervisor)	Doç. Dr. Kadir GÖK	
Member	Dr. Öğretim Üyesi Gökçe KAYNAK BAYRAK	
Member	Dr. Öğretim Üyesi Pınar AKOKAY	
Member	Dr. Öğretim Üyesi Esra KASAPGİL	

Prof. Dr. Serkan ÇINARLI

S. Director of Graduate Education Institute

ÖZET

ETİLEN OKSİT STERİLİZASYON PARAMETRELERİ VE OPTİMUM STERİLİZASYON KOŞULLARI

Damla Nur AKÇA

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ağustos 2022

Danışman: Prof. Dr. A. Birkan SELÇUK

(İkinci Danışman: Doç. Dr. Kadir GÖK)

Sterilizasyon, bir üründe bulunan tüm mikroorganizmaların öldürülmesi işlemdir. Kimyasal ya da fiziksel işlemlerle sterilizasyon gerçekleştirilebilir. Farklı yöntemlerle sterilizasyon işlemini gerçekleştirmek mümkündür. Etilen oksit zararlı bir gazdır bu nedenle etilen oksit ile çalışılırken belirlenen koruyucu kurallara uyulmalıdır. Sterilizasyon işlemi öncesinde ve sonrasında, sterilizasyon işlemi gerçekleştirilirken hijyen kurallarına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde iş sağlığı ve güvenliği açısından üretici firmadan son kullanıcıya kadar istenmeyen durumlar yaşanabilir. Sterilizasyon işleminin başarılı olarak sonuçlanabilmesi doğru parametrelerin kullanılmasına bağlıdır. Etilen oksit sterilizasyon işlemi gerçekleştirilirken etilen oksit kartuş miktarı, sterilizasyon süresi ve nem parametreleri önemli rol oynamaktadır. Sterilizasyon işlemi gerçekleşirken kullanılan dozimetre, kimyasal indikatör ve biyolojik indikatör ile sterilizasyon işleminin başarılı olup olmadığı anlaşılabilmektedir. Çalışmada cerrahi önlükler üzerinde etilen oksit kartuş gramajı, sterilizasyon süresi ve nem parametreleri değiştirilerek 9 ayrı sterilizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Değiştirilen parametrelerin sterilizasyon işlemine etki durumları incelenmiş, sterilizasyon işleminin başarılı olup olmadığı gözlenmiş ve gerçekleştirilen deneyler arasında optimum olanlar bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sterilizasyon; Etilen Oksit, Sıcaklık; Süre, Nem.

ABSTRACT

ETHYLENE OXIDE STERILIZATION PARAMETERS AND OPTIMUM STERILIZATION CONDITIONS

Damla Nur AKÇA

Department of Occupational Health and Safety

İzmir Bakırçay University, Graduate Education Institute, August 2022

Supervisor: Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK

(Co-Supervisor: Doç. Dr. Kadir GÖK)

Sterilization is a physical or chemical process applied for the purpose of cleaning any object or substance, all microorganisms, from all living forms. It is possible to perform the sterilization process with different methods. Ethylene oxide is a colorless, odorless, flammable, explosive and toxic gas. As working with ethylene oxide, the protective rules should be followed. Hygiene rules should be observing before sterilization process, after sterilization process and during the sterilization processes. Otherwise, undesirable situations may occur from the manufacturer to the end user in terms of occupational health and safety. In order to success sterilization process to be successful, the correct parameters must be used. ethylene oxide cartridge, sterilization time and humidity parameters have an important role during the sterilization processes. With the dosimeter, chemical indicator and biological indicator used during the sterilization process, it can be understood whether the sterilization process is successful or not. In this study, 9 different sterilization processes were carried out by changing the ethylene oxide cartridge weight, sterilization time and humidity parameters on the surgical gowns. The effects of the changed parameters on the sterilization process were examined. The results of the sterilization process were observed. Optimum parameters were found from the experiments.

Keywords: Sterilization; Ethylene Oxide; Temperature; Time; Humidity.

ÖNSÖZ

Bu çalışmamda, bana her zaman yol gösteren ve yardımcı olan tez danışmanım Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK‘a desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca bana yol gösteren ve destek olan ikinci tez danışmanım Doç. Dr. Kadir GÖK’e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, bu süreçte bana her zaman destek olan başta annem Güleser AKÇA, babam Veysel AKÇA, kardeşim Tamer AKÇA ve arkadaşım Buse BEŞEVLİ’ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

22/07/2022

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın İzmir Bakırçay Üniversitesi tarafından kullanılan "ithenticate" bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde "intihal içermediğini" beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Damla Nur AKÇA

İÇİNDEKİLER **Sayfa**

BAŞLIK SAYFASI ..... **i**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ..... **ii**

FINAL APPROVAL FOR THESIS ..... **iii**

ÖZET ..... **iii**

ABSTRACT ..... **iv**

ÖNSÖZ ..... **v**

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **ix**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **x**

GÖRSELLER DİZİNİ ..... **xi**

KISALTMALAR DİZİNİ ..... **xii**

1. GİRİŞ **1**

2. İŞ GÜVELİĞİNDE TEMEL KAVRAMLAR **3**

2.1. Hijyen **3**

2.2. İş Hijyeni **3**

2.3. Meslekten Kaynaklanan Tehlikeler **4**

2.4. İş Hijyenisti ve Görevleri **4**

2.5. İş Hijyeni ile İlgili Yasal Mevzuatlar **5**

3. STERİLİZASYON **7**

3.1 Sterilizasyon Yöntemleri **7**

3.1.1. Fiziksel sterilizasyon yöntemleri **7**

3.1.1.2. Isı ile sterilizasyon **7**

Kuru ısı sterilizasyonu **8**

Çok yüksek ısı yöntemi **8**

Nemli ısı ile sterilizasyon **9**

3.1.1.3. Su buharı ile sterilizasyon **9**

Basınçsız su buharı ile sterilizasyon **9**

Basınçlı su buharı ile sterilizasyon **9**
3.1.1.4. Filtrasyon ile sterilizasyon **9**
3.1.1.5. Işınlama ile sterilizasyon **10**
3.1.2. Kimyasal Sterilizasyon Yöntemleri **10**
3.1.2.1. Formaldehit sterilizasyonu **10**
3.1.2.2 Perasetik asit ile sterilizasyon **10**
Etilen oksit ile güvenli çalışma kuralları **12**
4. MATERYAL VE YÖNTEM **15**
4.1. Sterilizasyon Sürecinin Uygulanması **15**
4.2 Sterilizasyonda Kullanılan Malzemeler **15**
4.3. Sterilizasyon Parametrelerinin Belirlenmesi **26**
4.4. Deney ve Ölçüm Aşamaları **28**
4.5. Sterilizasyon İşleminin Değerlendirilmesi **30**
4.5.1. Dozimetre kontrolü **31**
4.5.2. Kimyasal indikatör kontrolü **31**
4.5.3. Biyolojik indikatör kontrolü **32**
5. BULGULAR **40**
6. SONUÇLAR **42**
KAYNAKÇA **45**
ÖZGEÇMİŞ **48**

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1 İş hijyeni ölçüm, test ve analizi yapan laboratuvarlar hakkında yönetmeliğinde yer alan ölçüm parametreleri ……..……..……..…**6**

Tablo 4.1 Etilen oksit kartuşu üzerinde bulunan semboller…….……....**17**

Tablo 4.2 Sterilizasyon zarfı sembolleri…….…….....**23**

Tablo 4.3 Sterilizasyon alanı sembolleri……..…….....**25**

Tablo 4.4 Sterilizasyon değerleri…….……**27**

Tablo4.5 Sterilizasyon parametreleri…….…..…….**27**

Tablo 4.6 Deney numaraları ve parametre değerleri……...…….…...….**27**

Tablo 4.7 Sterilizasyon işlemi sonucu kabul kriterleri ve kontrol parametreleri…...…..**34**

Tablo 4.8 Deney sonuçları……..….**34**

Tablo 4.9 Dozimetre sonuçları…….....**34**

Tablo 4.10 Kimyasal indikatör sonuçları …….....**35**

Tablo 4.11 Biyolojik indikatör sonuçları…….……..……..**37**

Tablo 6.1 Etilen oksit deney sonuçları……...…..…….**43**

Tablo 6.2 Başarılı etilen oksit sterilizasyon sonuçları…….……**43**

Tablo 6.3 Başarısız etilen oksit sterilizasyon sonuçları…….…….……..**44**

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Çalışma ortamı ve iş hijyeni arasındaki bağ……...…….**3**
Şekil 3.1 Sterilizasyon yöntemleri……..…**8**
Şekil 4.1 Cerrahi önlük……**16**
Şekil 4.2 Etilen oksit kartuşu……**17**
Şekil 4.3 Nem çipinin şematik gösterimi……..**18**
Şekil 4.4 Dozimetrenin şematik gösterimi……...**19**
Şekil 4.5 Sterilizasyon torbası şematik gösterimi…….**19**
Şekil 4.6 Sterilizasyon İşlemi gerçekleşirken uygulanması gereken adımlar……..**29**

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 3.1. Kartuş koruma kabı……..**13**
Görsel 3.2. Etilen oksit gaz detektörü……...……..….**13**
Görsel 3.3. Göz duşu……...**14**
Görsel 4.6 Klips……..**20**
Görsel 4.7 Biyolojik indikatör……....**20**
Görsel 4.8 Kimyasal indikatör……**21**
Görsel 4.9 İnkübasyon cihazı……..**21**
Görsel 4.10 Sterilizasyon zarfı……....**22**
Görsel 4.11 Kapatma cihazı……....**22**
Görsel 4.12 Sterilizasyon cihazı……**24**
Görsel 4.13 Gaz Maskesi……**24**
Görsel 4.14 İnkübasyon cihazındaki biyolojik indikatörler……....**30**
Görsel 4.15 Referans dozimetre……..……...**31**
Görsel 4.16 Başarılı sterilizasyon işlemi sonucu dozimetre……..**31**
Görsel 4.17 Başarısız sterilizasyon işlemi sonucu dozimetre……....**31**
Görsel 4.18 Referans kimyasal indikatör……....**32**
Görsel 4.19 Başarılı sterilizasyon işlemi sonucu kimyasal indikatör……....**32**
Görsel 4.20 Başarısız sterilizasyon işlemi sonucu kimyasal indikatör.....**32**
Görsel 4.21 Referans biyolojik indikatör……**33**
Görsel 4.22 Üreme olmamış biyolojik indikatör……**33**
Görsel 4.23 Üreme olmuş biyolojik indikatör……**33**

KISALTMALAR DİZİNİ

İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği

OSHA : İş Güvenliği Ve Sağlığı İdaresi

UHT : Çok Yüksek Isı

MSDS : Güvenlik Bilgi Formu

1. GİRİŞ

Sterilizasyon, bir maddenin üzerinde bulunan tüm mikroorganizmaların yok edilme sürecine verilen isimdir. Birçok farklı sterilizasyon işlemi bulunmaktadır. Kimyasal gazların kullanılması sterilizasyon işlemlerinden biridir (Arıkan, 1997; Zenciroğlu, 2005). Bunun yanında fiziksel ve kimyasal sterilizasyon yöntemlerinde ısı, kuru hava, ışınlar ve buhar gibi birçok faktör kullanılır. Kimyasal bir madde olan etilen oksit maddesi iki karbon, dört hidrojen ve bir oksijen atomunun birleşmesiyle meydana gelir ve C_2H_4O olarak formülize edilir. Etilen oksidin güvenlik bilgi formuna (MSDS) göre bu madde renksiz, zehirli ve aynı zamanda yanıcı bir gazdır. Etilen oksit ile birçok malzeme steril edilebilmektedir. Bu malzemelerin çoğu da medikal sektörde yer almaktadır.

Çevreye de zarar veren ve zehirli bir gaz olan etilen oksite maruz kalmanın kişiye vereceği zarar süreye, doza ve yapılan işe göre değişiklik göstermektedir. Etilen okside maruz kalan çalışanlarda baş ağrısı, mide bulantısı, kusma, solunum güçlüğü, uyuşukluk, halsizlik, bitkinlik, göz ve cilt yanıkları, donma ve üreme sistemlerine zarar verme gibi birçok etki görülebildiği güvenlik bilgi formunda (MSDS) toksikoloji bilgileri başlığı altında yer almaktadır. Bu nedenle etilen oksit ile çalışırken insan sağlığının korunması çalışma ortamında belirli katı kurallara uyulması ve iş hijyenine dikkat edilmesi büyük önem taşımaktadır.

İş sağlığı ve güvenliğinde (İSG) iş hijyeni ana konulardan biri olup önemli bir yer kaplar. Çalışandan son kullanıcıya (müşteri veya hasta) kadar ulaşan hizmet veya ürünün sterilizasyon işlemlerinin başarılı gerçekleşmesi gereklidir. Örneğin, steril olmayan bir ürün ile hasta temas etmesi durumunda istenmeyen sonuçlar meydana gelebilir. Sterilizasyon işleminin başlangıcından son kullanıcıya (hizmet alana) ulaşana kadar kimsenin zarar görmemesi gerekir. Bundan dolayı ürünlerin de çalışma ortamlarında olduğu gibi steril olmaları gereklidir. Bunun için gerek sterilizasyon cihazı üreticileri gerek bu cihazları kullanarak sterilizasyon yapan işletmeler gerekse hastaneler gibi sterilizasyon hizmeti veren kurumlarda sıkı bir kontrol süreçleri uygulanmaktadır. Sterilizasyon işlemleri gerçekleştirilirken hem görevli ve çalışanlar hem de bu hizmetten etkilenebilecek tüm kesimler (müşteri, hasta vb.) hijyen kurallarına ve gerekli güvenlik kurallarına mutlaka uymak zorundadırlar. Aksi takdirde iş kazalarına ve meslek hastalıklarına maruz kalmaları kaçınılmaz olacaktır.

İSG açısından literatürde yapılan çalışmalarda etilen oksit sterilizasyon parametrelerinin belirlenmesi konusunda yeterli çalışmalara rastlanamamıştır ancak üreticilerin cihazlarda verdikleri parametrelere uyulduğu görülmüştür.

Bu tez çalışmasında kimyasal sterilizasyonun bir türü olan etilen oksit ile sterilizasyon üzerinde durulmuş ve optimum sterilizasyon parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için sterilizasyon süresi, nem ve etilen oksit miktarı değiştirilerek optimum sterilizasyon parametreleri belirlenmiştir.

2. İŞ GÜVELİĞİNDE TEMEL KAVRAMLAR

2.1. Hijyen

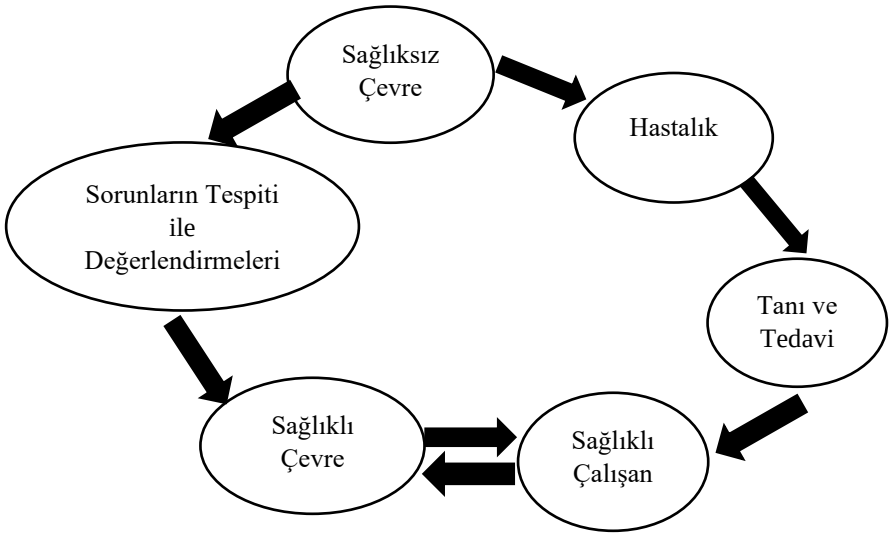
Hijyeni temizlik ve sağlık arasındaki ilişki olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle sağlığa zarar verebilecek her türlü ortamdan korunmak için yapılacak çalışmalar ve alınacak önlemlerin tümü olduğu söylenebilir.

2.2. İş Hijyeni

İş hijyeni, özellikle işyerinde hastalıklara neden olan ve çalışanların sağlığını olumsuz etkileyen tüm faktörlerin tespit edilmesi ve değerlendirilmesidir.

İş hijyeni, mesleksel tehlikelerin belirlenmesi, belirlenen tehlikelerin değerlendirilmesi ve değerlendirme sonucu bu tehlikelerin kontrol altına alınması olarak üç farklı temel adımdan oluşmaktadır (Bkz. Şekil 2.1) (Taşyürek, 2008).

Şekil 2.1'de belirtildiği gibi sağlıksız çevre, kaza ve hastalıklara neden olmaktadır. Tanı konulmasından sonra tedavi, iyileştirme ve rehabilitasyon sonucu kişi sağlığına kavuşmaktadır. Sağlıksız çevrede bulunan sorunun belirlenmesi ve değerlendirilmesinden sonra problemin giderilmesi ve kontrol altına alınması sağlıklı çevre oluşumunu sağlar dolayısı ile iş hijyeni sağlanmış olur. Sağlıklı bir çevrede çalışan kişinin de sağlıklı olması beklenir. Sonuç olarak çalışma ortamı ve sağlıklı kişi arasında doğrudan bir ilişki mevcuttur (Taşyürek, 2008; Yaman, 2020).



Şekil 2.1. Çalışma ortamı ile iş hijyeni arasındaki bağ

2.3. Meslekten Kaynaklanan Tehlikeler

Mesleksel tehlikeler kendi arasında kimyasal, ergonomik, biyolojik, fiziksel ve psikolojik tehlikeler olmak üzere beş ana başlık altında toplanır. Kimyasal mesleki tehlikeler, genel olarak çalışma ortamına (gıda, hava vb.) temas edebilen ve sağlıklı yaşamayı değiştirebilen etkenlerdir. Fiziksel mesleki tehlikeler, çalışma ortamında bulunan sıcaklık, nem ve basınç gibi etkenler olarak tanımlanmaktadır. Ergonomik mesleki tehlikeler, çalışma ortamı içerisinde işçilere uygun olmayarak tasarlanmış aletler, vücuda göre yapılan işin uygun olmaması, işçiler üzerindeki iş baskısı ve yorgunluk gibi etkenlerin oluşturduğu tehlikeler olarak nitelendirilir. Biyolojik tehlikeler, bakteri, mantar, böcek ve virüs gibi çalışma ortamlarında bulunan ve insan sağlığını olumsuz etkileyen tehlikelerdir. Psikolojik tehlikeler ise çalışma ortamında yaşanan stres veya çalışanı duygusal olarak yıpratan durumlardır (Taşyürek, 2008; Yaman, 2020).

2.4. İş Hijyenisti ve Görevleri

İş hijyenisti, çalışanların sağlıklı olarak işyerlerinde çalışabilmesi için oldukça önemlidir. İş hijyeni gereklerini yerine getirebilmek ve çalışana sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak hijyenisti sorumluluğundadır. İşçi sağlığı ile iş güvenliği hizmetleri, hekim, hemşire, psikolog, fizyoterapist, iş hijyenisti, mühendis, mimar, tasarımcı gibi çalışanlardan teşkil edilen oldukça geniş bir ekip hizmetlerinden oluşmaktadır. Çalışanlar sağlıklı bir şekilde çalışabilmek için sağlıklı bir ortama ihtiyaç duyarlar bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği yönünden iş hijyenistleri önemli bir yere sahiptir (Özkan ve Emiroğlu, 2006).

Uluslararası Standart Meslekler Sınıflandırmasın'da yapılan görev tanımına göre iş hijyenistinin görevleri şunlardır (Alagüney ve ark. 2020):

- Çevre ve iş sağlığı ile çevre güvenliği konularında programlar geliştirmek, bu programları uygulamak ve uygulanan programları gözden geçirmek
- Bulaşıcı hastalıklar ile her türlü hastalıkları oluşturabilen atık su, atık su arıtma sistemleri, şebeke suyu kalitesi ve her türlü zararlı maddeler koruma konularında programlar ve stratejiler geliştirmek, uygulamak ve yürütmek

- Tehlikeleri proaktif yaklaşımla belirlemek, önerilerde bulunmak ve raporlamak, iş yeri ortamında risk değerlendirmesi ve risklerin kontrolünü sağlamak ve ilgili yasal düzenlemelere uygun danışmanlık hizmeti vermek
- Her türlü çevresel tehlikelerin ve iş yeri kirliliğinin en aza indirilmesi için çözümler geliştirmek, uygulamak ve bunları izlemek
- Çevre ve toplumdan başlamak üzere çalışanların, hizmet alan müşterilerin radyolojik ve diğer tehlikelere mümkünse maruz kalımını tümüyle önleyecek, ortadan kaldıracak, kontrol edecek veya mümkün değilse azaltacak yöntemleri geliştirmek
- İş hijyeni ile ilgili tüm konularda eğitim vermek

Özet olarak iş hijyenistleri, iş yerlerinde çalışan sağlığını olumsuz etkileyebilecek durumları tespit etmek ve önlem alarak çalışanı korumak, gerektiğinde işçiler ve işvereneler için eğitimler düzenlemek ve iş hijyeni bilinci oluşturmak yer alır.

2.5. İş Hijyeni ile İlgili Yasal Mevzuatlar

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 28741 sayılı resmî gazetede "İş hijyeni ölçüm, test ve analizi yapan laboratuvarlar hakkında yönetmelik" 20 Ağustos 2013 tarihinde yayınlamıştır. 39 maddeden (m.) oluşan bu yönetmeliğin amacı aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

"İş sağlığı ve güvenliği mevzuatı kapsamında çalışma ortamındaki kişisel maruziyetlere veya çalışma ortamına yönelik fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlerle ilgili iş hijyeni ölçüm, test ve analizleri gerçekleştirecek özel veya kamuya ait kurum ve kuruluş laboratuvarlarının yetkilendirilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir."

Bu yönetmeliğe göre iş hijyeni konularında ölçüm, test ve analiz yapan veya yapacak tüm kuruluşların (kamu veya özel) Tablo 1.1'de belirtilen parametrelere göre akreditasyon belgelerine sahip olma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu sayede, iş hijyeni ile ilgili ölçümler laboratuvarlar tarafından yapılarak güvence altına alınması sağlanmıştır.

Tablo 1.1. İş hijyeni ölçüm, test ve analizi yapan laboratuvarlar hakkında yönetmeliğinde yer alan ölçüm parametreleri (İş hijyeni ölçüm, test ve analizi yapan laboratuvarlar hakkında yönetmelik, Ek-1)

Parametre
Kişisel Solunabilir Tozların Konsantrasyonu
İşyeri Ortamı Solunabilir Tozların Konsantrasyonu
Kişisel Gürültü Maruziyeti
İşyeri Ortamı Gürültü Ölçümleri
Kişisel Titreşim Maruziyeti
Havadaki Kurşun Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Havadaki Sülfürik Asit Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Havadaki Amonyak Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Havadaki Formaldehit Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Havadaki Benzen Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Havadaki Toluen Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Havadaki Ksilen Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Havadaki Hekzan Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Havadaki Arsenik Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Havadaki Civa Konsantrasyonu (kişisel ve işyeri ortamı)
Toz içerisindeki serbest silis analizi (kişisel ve işyeri ortamı)
Renk Karşılaştırma Metodu ile Gaz ve Buhar Konsantrasyonu
Aydınlatma
Termal Konfor
Manyetik Alan Ölçümleri
Radyasyon Ölçümleri
Asbest Ölçüm ve Numune Alma İşlemleri

Sonuç olarak, yürürlükte olan İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik ile Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik gibi mevzuatımız dikkate alındığında iş hijyeni yasal bir yükümlülük olup çevre, hasta ve çalışan sağlığının korunması için işyerlerinde uygulanması zorunludur (http-1 ve http-2).

3. STERİLİZASYON

Sterilizasyon, herhangi bir işlem veya süreç yoluyla tüm mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesi (öldürülmesi) olarak tanımlanabilir.

Sterilizasyon süreçleri sonunda mikropsuzluk kesin olarak sağlanmalı ve tek bir mikroorganizmanın canlı kalma olasılığı 10^{-6} değerine eşit veya küçük olmalıdır, Transfüze edilen sıvılar için bu olasılığın en fazla 10^{-7} olması istenir. Bu seviyeye Sterilite Güvence Düzeyi denir (Dolapçı, 2016; Silindir ve Özer, 2009).

Sterilizatör malzemelerin sterilizasyonunu gerçekleştiren makinedir. Sterilizasyon endüstrinin birçok farklı alanında kullanılmakta olup özellikle medikal alanlarda oldukça yaygın kullanılmaktadır.

1980 yılları sonrasında tıp alanında yaşanan gelişimlerle birlikte farklı sterilizasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Etilen oksit, formaldehit, gaz plazma perasetik asit, gama radyasyon ve elektron ışını gibi alternatif yöntemler geliştirilmiştir (Silindir ve Özer, 2009).

3.1 Sterilizasyon Yöntemleri

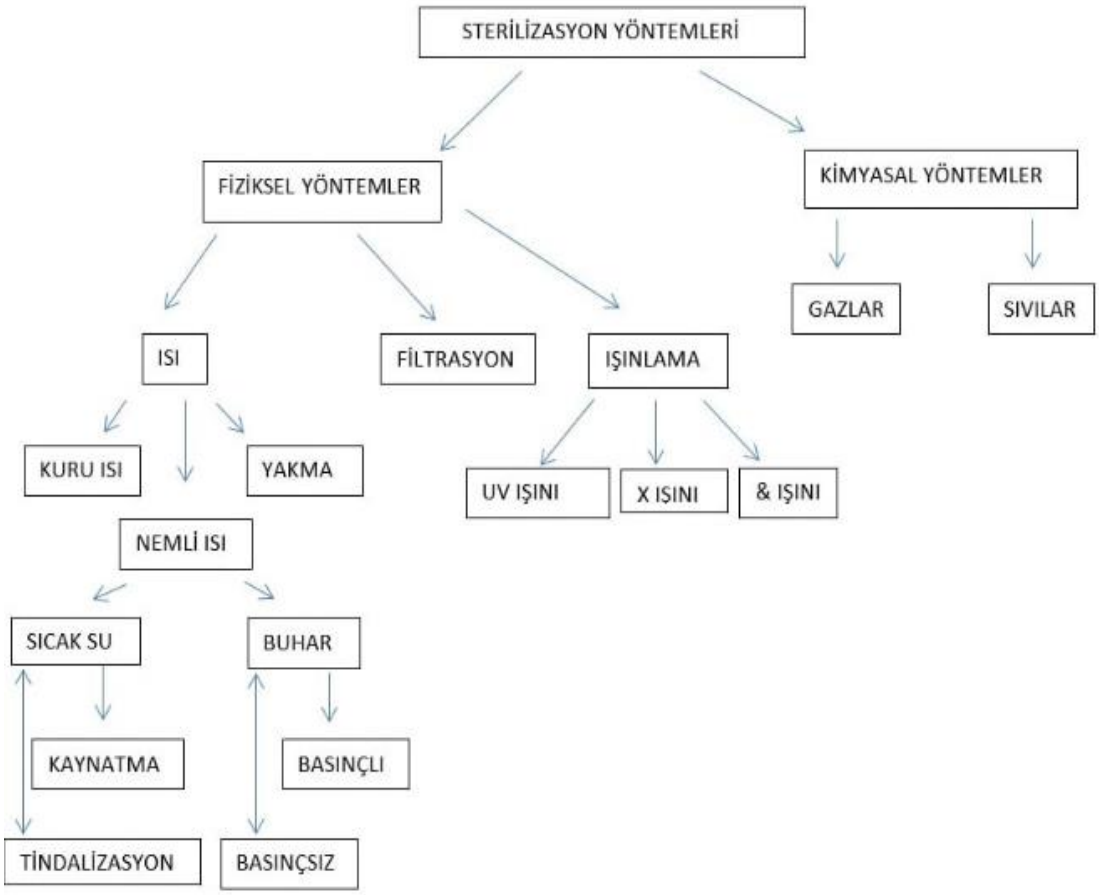
Sterilizasyon, fiziksel ve kimyasal sterilizasyon olmak üzere ikiye ayrılır (Bkz. Şekil 3.1).

3.1.1. Fiziksel sterilizasyon yöntemleri

Fiziksel sterilizasyon yöntemleri kendi arasında ısı, filtrasyon ve ışınlama olarak üçe ayrılmaktadır. Isı ile sterilizasyon ve ışınlanma ile sterilizasyon kendi arasında farklı yöntemler içermektedir (Dolapçı, 2016).

3.1.1.2. Isı ile sterilizasyon

Fiziksel sterilizasyon yöntemlerinden biri olan ısı ile sterilizasyon yakma, nemli ve kuru ısı olarak alt başlıklara ayrılmaktadır. Ortamdaki nem artıkça ısının da etkisi artmaktadır. Bu nedenle protein koagülesi için gerekli olan ve etkisiz hale getirilmesi istenen hücre içinde %10'dan az su bulunmaması gereklidir (Dolapçı, 2016).



Şekil 3.1. Sterilizasyon **y**öntemleri (http-3)

Kuru ısı sterilizasyonu

Bu yöntem, sıcak ve kuru hava ile yapılmaktadır. Ortamda nem bulunmadığı için sterilizasyon süresi uzamaktadır (Karabulut, 2021).

Çok yüksek ısı yöntemi

Çok yüksek ısı yönteminde kısa sürede sterilizasyon sağlanır. Bu özelliğinden dolayı bu yöntem gıda ürünlerinde oldukça sık kullanılmaktadır. Bu yöntemle sterilize işlemini gerçekleştirmek için sıvı (örneğin süt), 145°C sıcaklığa kadar hızlıca ısıtılarak bir miktar bu ısıda tutulduktan sonra 22°C'ye kadar soğutulur (Dolapçı, 2016).

Nemli ısı ile sterilizasyon

Fiziksel sterilizasyon yöntemlerinden biri olan nemli ısı uygulaması, sıcak su ve buhar olarak ikiye ayrılmaktadır. Sıcak su ile gerçekleştirilen sterilizasyon yöntemi tindalizasyon ve kaynatma olarak kendi içinde farklı kategorilere ayrılır. Tindalizasyon yönteminde, fraksiyonel ısı uygulama esastır. Yüksek ısılara dayanamayan maddelerde örneğin sıvı besiyerleri, serumlar, aşılar gibi ürünlerin sterilizasyonunda kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde sterilize edilecek sıvılar cam balonlara konularak Ben Mari'ye yerleştirilir. Kaynatma yönteminde cam ve metal aletler sterilize edilebilir (Dolapçı, 2016).

3.1.1.3. Su buharı ile sterilizasyon

Basınçsız su buharı ile sterilizasyon

Bu yöntemde Koch kazanı kullanılarak sterilizasyon gerçekleştirilir. Su buharı akım haline getirilerek uygulanır. Sağlıkla ilgili kritik durumdaki malzemelerin sterilizasyonunda kullanılmaması önerilir (Dolapçı, 2016).

Basınçlı su buharı ile sterilizasyon

Otoklav ismi verilen cihazlarda uygulanan yöntemdir. Bu cihazlarda düdüklü tencerelerde olduğu gibi ortamda basınç yükseldikçe suyun kaynama derecesi de yükselir. Böylece basınç altında su buharının ısısı 100°C'den çok daha yüksektir. Bilinen güvenilir yöntemlerden biridir (Dolapçı, 2016).

3.1.1.4. Filtrasyon ile sterilizasyon

Bir sıvı içerisinde ya da havada bulunan mikroorganizmaların gözenekli çeperlerden ayrılmasında kullanılan bir yöntemdir. Bunun için HEPA filtrelerden faydalanılmaktadır (Karabulut, 2021).

3.1.1.5. Işınlama ile sterilizasyon

Bu yöntemde iyonize ışınlar ve ultraviyole ışınlar kullanılmakta olup üç temel bölümde uygulanmaktadır. Bu bölümler; tıbbi aletler, gıda ve polimer çapraz bağ oluşumudur. Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsünde, bu yöntem için Co-60 radyoizotopu kullanılmaktadır. Işınlama yapılacak malzemeler 45x45x90 cm ebatlarındaki ışınlama kutularına yüklenirler ve bu yükler en fazla 50 kg olmak zorundadır. Malzemeler kutuları il birlikte ışınlama odasına alınır ve bu kutular, uygun doza göre ışınlama kaynağı etrafında dolaştırılırlar (http-4).

3.1.2. Kimyasal Sterilizasyon Yöntemleri

Kimyasal Sterilizasyon yöntemleri gazlar ve sıvılar ile yapılabilmektedir bu nedenle iki farklı başlık altında incelenir. Kimyasal sterilizasyon yöntemlerinde etilen oksit, formaldehit, hidrojen peroksit, perasetik ve gluteraldehit ile sterilizasyon uygulamaları yapılır (Karabulut, 2021).

3.1.2.1. Formaldehit sterilizasyonu

Formaldehit, zehirli, kanserojen, yanıcı ve renksiz bir gaz olup 19°C'de kaynamaktadır. Düşük sıcaklıkta (50-60°C) buhar ile birlikte (%60-80 nem) birlikte uygulanmaktadır. Zehirli bir kimyasal olduğu için ABD, Fransa, Avustralya ve Kanada'da sterilizasyon amacı ile kullanımı yasaktır. Avantajları açısından etilen oksit sterilizasyonuna göre uygulama süresi daha kısadır ve özel paketleme malzemelerine ihtiyaç bulunmamaktadır. Organik materyal varlığında etkin bir yöntem olmaması dezavantajlarından birisidir (Karabulut, 2021).

3.1.2.2 Perasetik asit ile sterilizasyon

Isıya dayanıklı cerrahi aletlerde kullanılan ve düşük konsantrasyonlarda daha çok tercih edilen bu yöntemde paketleme yapılmadan sterilizasyon işlemi gerçekleştirilir (Karabulut, 2021).

3.1.2.3 Gluteraldehit ile sterilizasyon

Tıbbi aletlerin sterilizasyonunda da kullanılan bu yöntemde, protein gibi yapılar etkilenmektedir (Karabulut, 2021; Saniç, 2006).

3.1.2.4 Etilen oksit sterilizasyonu

Etilen oksit ilk olarak 1859 yılında keşfedilmiştir. II. Dünya Savaşı sırasında da bakteriyosidal özelliğinin farkına varılmıştır.1960'lı yıllardan beri özellikle ısıya ve neme duyarlı hassas cihazlar etilen oksit ile steril edilmektedir. Etilen oksit sterilizasyonu düşük ısıda (37-55°C) belirli sürelerde, basınç, nem ve etilen oksit gazı ile sterilizasyon işleminin gerçekleştirilmesidir. Etilen oksit, mikroorganizmalarla tepkimeye girer ve onlarda alkalileşmeye neden olur. Medikal ürünler ve malzemelerin çoğu ısı ve neme duyarlı olduğundan medikal sektörde oldukça sık kullanılır ve bu etilen oksidin diğer sterilizasyon yöntemlerine göre avantajlarından biridir. Formaldehit sterilizasyonu ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda ürünleri steril etmek mümkün olmaktadır. Bu yöntemin verimli uygulanabilesi için nem ve sıcaklığın uygun olması gerekir. Buna karşın sıvılar ve basınçlı ekipmanlar etilen oksit ile steril edilemezler (Zenciroğlu,2005).

Aletlerin dokularına zarar vermeden etilen oksit ile steril edilmeleri avantajlarından biridir (Soylu, 2005).

Sterilizasyon ve havalandırma süreleri uzun olması, sıvıların sterilizasyonu yapılmaması, paketlemede kumaş kullanılamaması, alev bastırıcı ile karıştırılmazsa gaz yanıcı ve patlayıcı etki yaratması, toksik artık veya artıklar bırakması, kullanıcı hatalarına açık olması, reaktif olması, zehirli olması ve kanserojen özelliği olması etilen oksitin dezavantajlarındandır. (Rebsdat ve Mayer, 2012; Zenciroğlu, 2005)

Sonuç olarak etilen oksit gazının birçok avantajı olsa dahi gerekli iş hijyeni sağlanmadığında çevre ve çalışanlar için olumsuz durumlar oluşturabilmektedir.

Yüksek reaktif bir madde olan etilen oksit özellikle medikal cihazlarda oldukça sık kullanılmaktadır. Bu özelliği ile ekzotermik tepkime vermesi ve yüksek yayılma hızı olarak da ifade edilebilir. Isıya ve neme hassas olan malzemelerde kullanımı etilen oksit sterilizasyonunun avantajlarından biridir. Ayrıca bu malzemelerin sıcaklık ve nem hassasiyeti baz alınarak etilen oksit döngüsünün parametreleri ayarlanabilmektedir. (Mendes, Branda ve Silva, 2007, s.1-3).

Etilen oksit ile güvenli çalışma kuralları

Etilen oksit ile sterilizasyon işlemi gerçekleştirilirken ilgili prosedür ve talimatlara mutlaka uyulmalı, özenli ve dikkatli bir şekilde sterilizasyon işlemi gerçekleştirilmelidir.

OSHA'nın 1984 Etilen Oksit Standardına göre, etilen oksit gazına maruz kalan çalışanlar yılda azami olarak bir kez konu ile ilgili eğitim almalıdır. Eğitim içeriği, acil durum eylem planları gibi etilen oksit gazından korunma yöntemleri, fiziki olarak sağlık tehlikelerini tespit etme yolları olmalıdır. Bu açıklamalardan anlaşılabileceği üzere etilen okside maruz kalan herkesin bilgi sahibi olması oldukça önemlidir (Lamontagne ve ark. 1992, s.651).

Mutajen bir gaz olduğu laboratuvar hayvanları üzerinde kanıtlanmış olan etilen oksidin ayrıca lösemi ve mide kanseri üzerinde etkisi olduğuna dair çalışmalar mevcuttur bu nedenle İSG açısından etilen oksitle çalışılırken çalışma kurallarına uyulması büyük bir önem taşımaktadır (Gardener ve ark. 1986, s.860).

Etilen oksit ile sterilizasyon işlemi sona erdikten sonra sterilizatörde bulunan özel havalandırma sistemi ile dışarı atılır. Etilen oksit kartuşları depolama esnasında dışarıdan herhangi bir etki almayacak ve zarar görmeyecek şekilde korunur. Kartuşların korunması için özel kaplar ve saklama dolapları bulunmaktadır. Kartuş koruma kapları etilen oksit kartuşlarının dışarıdan darbe almasını engeller bu sayede olası bir iş kazası engellenmiş olur. (Bkz. Görsel 3.1). Bütün bunlara rağmen etilen oksit ile çalışma yapacak çalışanların mutlaka eğitim almaları gereklidir. Çalışan kişi etilen oksit gazı zararları hakkında bilgi sahibi yetkin bir personel olmalıdır. Etilen oksit kartuşlarının depolandığı bölgede ve sterilizasyonun gerçekleştiği alanlarda etilen oksit detektörü bulunmalıdır. Bu detektörler etilen oksit gazı istenmeyen düzeylere geldiği zaman sesli alarm vermekte olup gerekli önlemlerin alınması için personeli uyarmaktadır. (Bkz. Görsel 3.2). Etilen oksit maruziyet limiti çalışma alanlarında 8 saatlik çalışma süresi için 1 ppm'dir. OSHA standardına göre 15 dakikadan az süreler için maruziyet limiti 5 ppm olarak belirlenmiştir.

Bu yüzden, etilen oksit ile çalışan personel özel koruyucu kıyafet ve maske kullanmak zorundadır. Çalışma ortamına girerken ve çalışma ortamında tehlike ve uyarı işaretleri asılı olmalıdır. Etilen okside ait MSDS formu görülebilir bir alana asılmalıdır. Depolama alanı veya sterilizasyon odasında anormal bir durum tespit edilmesi durumunda oda derhal havalandırılmalıdır. Etilen oksit atıkları tıbbi atık olarak değerlendirilmelidir. Kişinin etilen okside maruz kalması durumunda açık alana

çıkarılarak havalandırılması gerekmektedir. Etilen oksidin göz ile teması durumunda ılık su ile göz duşu alınmalıdır. (Bkz. Görsel 3.3). Beklenmeyen bir etki görüldüğünde derhal hekime müracaat edilmelidir. Etilen oksit miktarı, sterilizasyon süresi ve nem değerleri steril edilebilecek malzemelere göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle etilen oksit ile sterilizasyonu mümkün olan malzemelerde öncelikle ISO 11135'e göre validasyon işlemleri yapılarak süreçte doğrulama yapılmalıdır.



Görsel 3.1. Kartuş koruma kabı (http-5)



Görsel 3.2. Etilen oksit gaz detektörü (http-6)



Görsel 3.3. Göz duşu (http-7)

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında materyal ve yöntem kısmı sterilizasyon sürecinin uygulanması, sterilizasyonda kullanılan malzemeler, sterilizasyon parametrelerinin belirlenmesi, deney ve ölçüm aşamaları ve sterilizasyon işleminin değerlendirilmesi bölümlerinden oluşmaktadır.

4.1. Sterilizasyon Sürecinin Uygulanması

Etilen oksit sterilizasyon işleminde kullanılacak malzemeler etilen oksit kartuşu, nem çipi, dozimetre, sterilizasyon zarfı, sterilizasyon torbası, kimyasal indikatör, biyolojik indikatör ve steril edilecek malzeme olarak seçilen cerrahi önlüktür. Etilen oksit kartuşu içinde etilen oksit gazını bulunduran cam ampullerden meydana gelir. Nem çipi, sterilizasyon torbası içinde gerekli nem oranını sağlayan ıslak mendile benzeyen ekipmandır. Dozimetre, kimyasal indikatör ve biyolojik indikatörler sterilizasyon işleminin başarılı olup olmadığını anlamak için kullanılır.

Steril edilecek malzemeler uygun boyuttaki sterilizasyon zarflarına yerleştirilir ve sterilizasyon zarfları ısı ile zarfın ağzını kapatmaya yarayan kapatma makinesi ile kapatılır. Sterilizasyon zarflarına konulmuş olan malzemeler etilen oksit kartuşu, dozimetre, nem çipi, kimyasal indikatör ve biyolojik indikatörler birlikte sterilizasyon torbasına yerleştirilir ve sterilizasyon işlemi başlatılır. Sterilizasyon deneyleri özel bir işletmenin sterilizasyon tesisinde gerçekleştirilmiştir.

4.2 Sterilizasyonda Kullanılan Malzemeler

4.2.2. Cerrahi Önlük

Cerrahi önlük, sterilizasyon torbasını tam dolduran (torba içine tam yerleşen), gaz geçişinin zor olacağı ve etilen oksit ile sterilizasyonu uygun olması nedeniyle steril edilecek malzeme olarak seçilmiştir. Ürün polipropilen malzemeden yapılmış SSMMS (Spunbond- Spunbond- Meltblown- Meltblown- Spunbond) dokunmamış kumaştan üretilmiştir. Tek kullanımlık olup zehirli değildir, alerjik etki ve tahriş etkisi yapmaz. Cerrahi önlük çizimi Şekil 4.1'de belirtilmiştir.



Şekil 4.1. Cerrahi önlük (http-8)

4.2.3. Etilen Oksit Kartuşu

Sterilizasyon işleminde %100 etilen oksit gazından oluşan yapısında farklı dozajlarda etilen oksit gazı bulunduran kartuşlardır. Yapılan deneylerde 15, 24 ve 30 g'lık etilen oksit kartuşları kullanılmıştır ve kartuşlar Şekil 4.2' de gösterilmektedir.

Etilen oksit alevlenebilir bir malzemedir ve İSG açısından yetkisiz personel tarafından kullanılmamalıdır. Güneş ışığından uzak tutularak belirlenen depo koşullarında saklamalıdır ve tekrar kullanılmaz. Üretim tarihi ve son kullanma tarihi kartuşlar üzerinde yer almaktadır. Son kullanma tarihi geçen kartuşlar kullanılmaz ve tıbbi atık olarak imha edilmektedir. Hasar görmüş ambalajlar kullanılmaz. Kartuş üzerinde yer alan lot ve ref numaralarından ürünün izlenebilirliği sağlanmaktadır. Kullanılmadan önce kullanma kılavuzu mutlaka okunmalıdır. ISO 15223-1'e göre etilen oksit kartuş üzerinde yer alan sembol ve açıklamalar Tablo 4.1' de gösterilmektedir (http-9).



Şekil 4.2. Etilen oksit kartuşu (http-10)

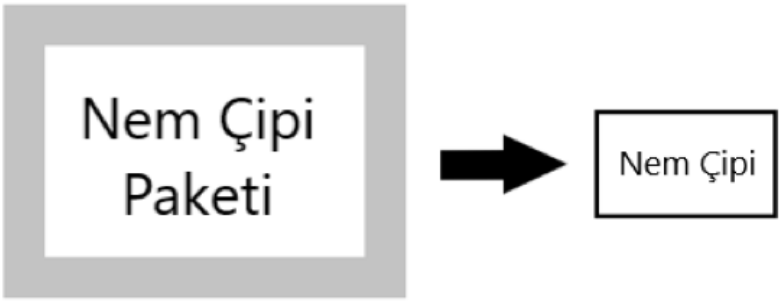
Tablo 4.1. Etilen oksit kartuşu üzerinde bulunan semboller

Sembol	Açıklama
	Alevlenir malzeme
	Tehlike
	Güneş ışığından uzak tutunuz
	Tekrar kullanılmaz
	Sıcaklık sınırlaması
	Kuru tutunuz

Sembol	Açıklama
	Kullanım kılavuzuna bakınız
	Paket hasar görmüşse kullanmayınız
	Seri Kodu
	Referans Numarası
	Üretim Tarihi
	Son Kullanma Tarihi

4.2.3. Nem Çipi

Sterilizasyon torbasında sterilizasyon için gerekli olan bağıl nemi sağlar. Yapısında 9 gram su bulunmaktadır. Ayrıca koruma amaçlı %3 sodyum benzoat içerir ve kuruma ihtimaline karşı alüminyum paketlerde saklanır, bu paketler ıslak mendil paketlerine benzetilebilir. Paket açıldığında tek kullanımlık nem çipi çıkmaktadır. Deneylerde kullanılan nem çipinin şematik gösterimi Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Nem çipinin şematik gösterimi

4.2.4 Dozimetre

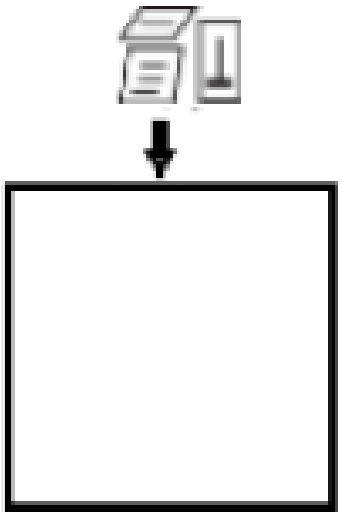
Sterilizasyonun nem ve etilen oksit gazı konsantrasyon yeterliliğini kontrol ederek biyolojik referansa göre sonuç veren özel ürünlerdir. Sterilizasyon işleminin başarılı gerçekleşmesi sonucunda referans rengine döner. Deneylerde kullanılan dozimetrenin şematik gösterimi Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Dozimetrenin şematik gösterimi

4.2.4 Sterilizasyon Torbası

94x135 cm boyutlarında düşük yoğunluklu polietilen üründen yapılmış 20 mikron kalınlığında özel gaz ve hava geçirgen materyalden üretilmiş membran torbadır. Steril edilecek malzemeler, etilen oksit kartuşu, nem çipi, dozimetre, kimyasal indikatör ve biyolojik indikatörler sterilizasyon torbası içine yerleştirilir. Sterilizasyon torbası içine en fazla 80 adet cerrahi önlük yerleştirilebilmektedir. Deneylerde kullanılan sterilizasyon torbasının şematik gösterimi Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Sterilizasyon torbası şematik gösterimi

4.2.5 Klips

Klipsler sterilizasyon torbasının ağzını kapatmak için kullanılmakta olup, Görsel 4.6'da fotoğrafları verilmiştir.



Görsel 4.6. Klips (http-11)

4.2.6 Biyolojik İndikatör

Etilen oksit sterilizasyonu kontrol etmek için geliştirilmiş içinde canlı mikroorganizmaların bulunduğu Bacillus atrophaeus (ATCC 9372) sporu içeren deney malzemesidir. TS EN ISO 11138 standartlarına göre üretilirler ve spor popülasyonları 3,3x106'dır. Bu çalışamda özel olarak formüle edilmiş kültür besiyeri kapalı cam bir ampul içerisinde bulunmaktadır. Sporlar inkübe olduğunda tüp içerisindeki sıvı renk değiştirir. Biyolojik indikatörler sterilizasyon işlemi sonunda 48 saat boyunca inkübasyona bırakılır. Biyolojik indikatörlerin fotoğrafları Görsel 4.7'de verilmiştir.



Görsel 4.7. Biyolojik İndikatör (http-12)

4.2.7 Kimyasal İndikatör

"Tip 5" kimyasal indikatörler olup sterilizasyon sırasında paket içi olarak kullanılırlar. Sterilizasyonun başarısı ile ilgili kullanıcıya bilgi veren kağıt (strip) su bazlı göstergelerdir. EN- ISO 11140'e göre üretilmektedirler ve toksik materyal içermezler. Kimyasal indikatörlerin fotoğrafları Görsel 4.8'de verilmiştir.



Görsel 4.8. Kimyasal İndikatör (http-13)

4.2.8 İnkübasyon Cihazı

Biyolojik indikatörlerin inkübasyonu için kullanılan ve 37 ± 2 ºC ya da 60 ± 2 ºC aralığında çalışan cihazdır. Etilen Oksit sterilizasyonunda kullanılan inkübasyon sıcaklığı 37 ± 2 ºC olup 48 saat sonunda sonuç alınmaktadır. İnkübasyon cihazının fotoğrafı Görsel 4.9'da verilmiştir.



Görsel 4.9. İnkübasyon Cihazı (http-14)

4.2.9 Sterilizasyon Zarfı

Steril edilecek malzemelerin içine konulduğu tıbbi kraft kâğıdı ve şeffaf ko-polimer filmden yapılmış EN 868-5'e göre üretimi yapılan özel zarflardır. Bu çalışmada üretimlerinde 60 gsm- 70 gsm medikal kraft kâğıdı kullanılan 4A marka sterilizasyon zarfı kullanılmıştır. (Bkz. Görsel 4.10). Boyutları içine konulacak malzemeye göre değişkenlik göstermektedir. Her bir zarfa bir adet olacak şekilde cerrahi önlük yerleştirilir ve zarfın açık kalan kısmı Görsel 4.11'de görüldüğü gibi kapatma makinası yardımı ile kapatılır.



Görsel 4.10. Sterilizasyon Zarfı (http-15)



Görsel 4.11. Kapatma Cihazı (http-16)

Sterilizasyon zarflarının 2 kere kullanılması kesinlikle yasaktır ve bunun için her zarfın üzerinde tekrar kullanılmaz işareti bulunmaktadır. Sterilizasyon zarfları üzerindeki semboller Tablo 4.2'de belirtilmiştir. Sterilizasyon zarfları uygun depo koşullarında stoklanmalıdır (http-17).

Tablo 4.2. Sterilizasyon zarfı sembolleri (http-17)

Sembol	Açıklama
	Güneş ışığından uzak tutunuz
	Tekrar kullanılmaz
	Sıcaklık sınırlaması
	Kuru tutunuz

4.2.10 Sterilizasyon Cihazı

Sterilizasyon işleminin gerçekleştirildiği cihazdır. (Bkz. Görsel 4.12). Cihaz 4 kapılı olup kullanılan tüm mekanik bölümlerde paslanmaz çelik kullanılmıştır. Sterilizasyon işlemi gerçekleştirilen etilen oksit kartuşlarıyla kullanımı uygundur. Cihaz sterilizasyon işlemi boyunca 37 °C ile 54 °C sıcaklığı aralığında çalıştırılmıştır. Çalışma prensibi olarak negatif basınç yöntemi kullanılır ve sterilizasyon sonrası havalandırma aynı kabin içerisinde yapılır. Cihaz içinde bulunan vakumlama sistemi sayesinde etilen

oksit kalıntılarının giderilmesi sağlanmaktadır. Cihaz içinde yapılan sterilizasyon işlemi sonrasında vakum sistemi otomatik olarak devreye girmektedir.



Görsel 4.12 Sterilizasyon Cihazı (http-18)

Sterilizasyon cihazlarını sadece eğitimli ve yetkin personel tarafından kullanılabilir. Cihaz kullanılırken gazdan etkilenmemek için özel gaz maskeleri (Bkz. Görsel 4.13) takılıp koruyucu eldiven ve giysiler giyilmelidir. Olası bir iş kazasını engellemek için sterilizasyon alanı dışına Tablo 4.3'te belirtildiği gibi yetkili personel harici girmek yasaktır tabelası asılmalıdır. Sterilizasyon odasında asılması gereken semboller Tablo 4.3'te belirtilmiştir (Zenciroğlu, 2005).



Görsel 4.13 Gaz maskesi (http-19)

Tablo 4.3 Sterilizasyon Alanı Sembolleri

	Yetkili Personel harici girmek yasaktır
	Koruyucu elbise giyilmelidir
	Koruyucu özlük takılmalıdır
	Koruyucu eldiven giyilmelidir
	Koruyucu ayakkabı giyilmelidir

4.3. Sterilizasyon Parametrelerinin Belirlenmesi

Sterilizasyon işleminde etkili olan farklı parametreler bulunmaktadır. Parametreler değiştiğinde sterilizasyon sonuçları ve eşik değerleri değişmektedir. Bu nedenle sterilizasyon süresi, nem ve etilen oksit kartuş miktarı olarak üç farklı parametre belirlenmiştir. Etilen oksit ile sterilizasyon işleminin gerçekleşmesi için etilen oksit gazı gereklidir ve bu gaz farklı gramajlarda etilen oksit kartuşlarına doldurulmaktadır. Nem miktarı da oldukça önemli bir yere sahiptir. Sıcaklığın etkisi nem arttıkça artmaktadır. Diğer bir deyişle nem değeri arttıkça sterilizasyon süresinin azalmaktadır. Sterilizasyon süresi steril edilecek malzeme sayısı, etilen oksit miktarı ve neme göre değişiklik göstermektedir. Sterilizasyon süresinin yeterli olmaması durumunda sterilizasyon işlemi başarısız olarak sonuçlanmaktadır. Parametre değerleri Tablo 4.5'te (Sterilizasyon Parametreleri) gösterilmiştir;

Karna ve Sahai'ye göre (2016, s.12) Taguchi metodu, üründeki en iyi kaliteyi ve süreci elde etmek için sistem, parametre ve tasarım prosedürlerin içerir ve optimum çalışan süreçlerin tasarımı için verimli bir yöntemdir.

Taguchi metodu özellikle sınırlı verileri olan kullanıcılar tarafından kolayca uygulanabilmektedir. Bu özelliğinden dolayı Taguchi metodunun mühendislikte tanılılırlığı artmıştır.

Taguchi, öne sürdüğü yönteminde kalite özelliği olarak Sinyal-Gürültü (*S/N*) oranını kullanmıştır. Standart sapma yerine *S/N* oranını ölçtüğü değer olarak kullanır. Çünkü ortalama azaldıkça standart sapma da azalmaktadır. Ayrıca bunun tersi de geçerlidir (Karna ve Sahai, 2016).

Kumsal'a göre (1994, s.6) bu metot şirketlere, kalitenin anlamı, finansal kontrol sistemi, hedef mühendislik değerleri, üretim sürecindeki gelişmeler ve endüstriyel standartlar konuları hakkında pek çok yenilik getirmiştir.

Sterilizasyon parametrelerinde değerlerin hangi deneylerde kullanılacağını belirlemek için Minitab paket yazılımı ile Taguchi metoduna göre deneysel tasarım yapılmıştır. Minitab programı üzerinde sterilizasyon üzerinde etkili olan etilen oksit kartuş miktarı (g), nem (%) ve sterilizasyon süresi (saat) verileri girilmiş olup ekran görünüşü Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Deneysel tasarımda kullanılan parametre ve değerleri Tablo 4.5 ve Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Sterilizasyon değerleri

Deney No	Süre (saat)	Nem (%)	Miktar (g)	Eşik Değeri
1	2	30	15	1
2	2	60	24	2
3	2	90	30	2
4	4	30	24	3
5	4	60	30	3
6	4	90	15	2
7	8	30	30	3
8	8	60	15	2
9	8	90	24	3

Tablo 4.5. Sterilizasyon parametreleri

STERİLİZASYON SÜRESİ	NEM	ETİLEN OKSİT MİKTARI
2 saat	%30	15 g
4 saat	%60	24 g
6 saat	%90	30 g

Tablo 4.6. Deney numaraları ve parametre değerleri

DENEY NO	SÜRE (saat)	NEM (%)	MİKTAR (g)
1	2	30	15
2	2	60	24
3	2	90	30
4	4	30	24
5	4	60	30
6	4	90	15
7	8	30	30
8	8	60	15
9	8	90	24

4.4. Deney ve Ölçüm Aşamaları

Sterilizasyon işlemlerinde steril edilecek malzeme olarak cerrahi önlük seçilmiştir. Sterilizasyon süresi (saat), nem (%) ve etilen oksit miktarı (g) verileri değiştirilerek 9 farklı deney gerçekleştirilmiştir. Her bir deneyde sterilizasyon torbasının içine ayrı ayrı sterilizasyon zarflarına konulmuş olan 80 adet cerrahi önlük, birer adet etilen oksit kartuşu, nem çipi, dozimetre, kimyasal indikatör ve biyolojik indikatör yerleştirilip sterilizasyon işlemi uygulanmıştır.

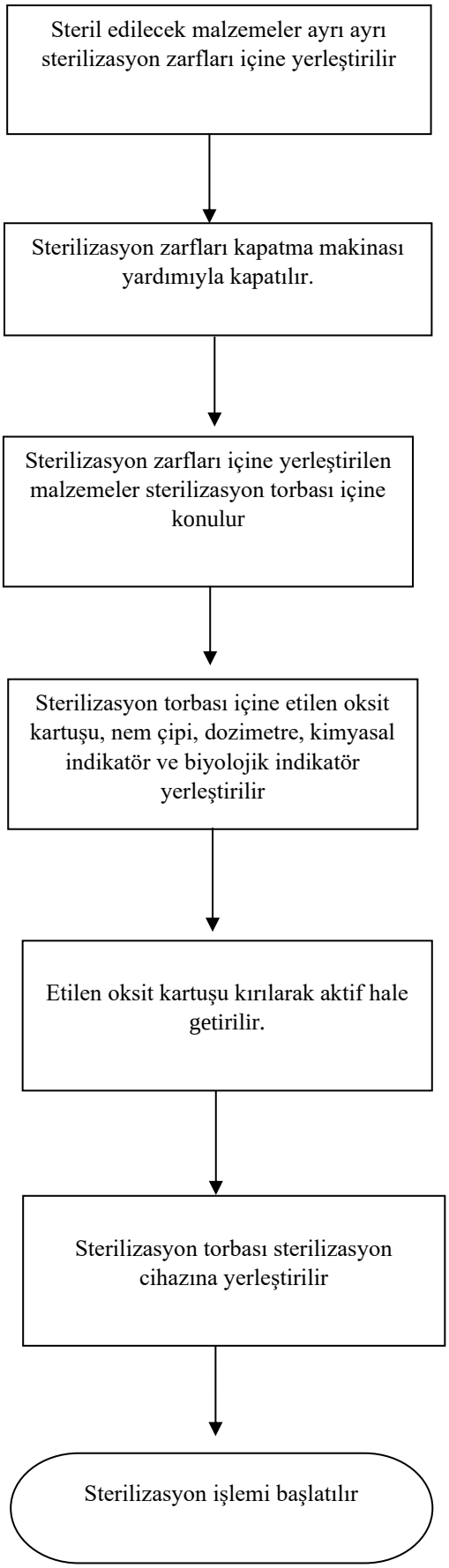
Deneyler boyunca sterilizasyon cihazı sıcaklığı 37 ºC ve 54 ºC arasında gerçekleştirilmiştir.

Taguchi metodu, süreçteki değişken parametrelere karşı, kontrol edilebilen parametre düzeylerinde en uygun değerleri birbiri ile eşleştirerek süreçteki değişkenliği minimuma indirmeye çalışır. Bu çalışmada L_9 ortogonal tasarımı kullanılmış ve 9 farklı deney gerçekleştirilmiştir.

Deneyde kullanılan etilen oksit kartuşları farklı gramajlarda üretilmektedir ve hangi gramajın optimum olabileceğini belirlemek için en az (15 g), en çok (30 g) ve her iki parametrenin orta değeri (24 g) olacak şekilde etilen oksit gazı barındıran kartuşlar seçilmiştir. Nem (%30, %60, %90) ve sterilizasyon süresi (2 saat, 4 saat, 8 saat) belirlenirken de aynı mantık doğrultusunda hareket edilmiştir. Deneylerde kullanılan parametre değerleri Tablo.4.5' de belirtilmiştir.

Etilen oksit sterilizasyonu sonrasında sterilizasyon torbası içinden çıkarılan kontrol ajanları (dozimetre, kimyasal indikatör, biyolojik indikatör) torba içinden çıkarılır ve renk değişimleri kayıt altına alınır.

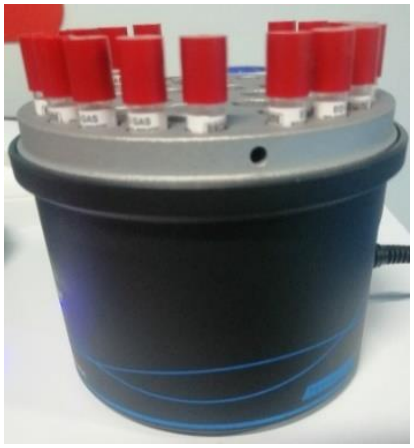
Sterilizasyon torbası ve içinde bulunan steril edilecek malzemeler, sterilizasyon sonrası dinlenme odasına alınır ve 24 saat boyunca bekletilir böylece etilen oksit gazının malzemeler üzerinden uzaklaştırılması sağlanır. Sterilizasyon işlemi gerçekleştirilirken uygulanması gereken adımlar Şekil 4.6'te açıklanmıştır.



Şekil 4.6. Sterilizasyon işlemi gerçekleştirilirken uygulanması gereken adımlar

4.5. Sterilizasyon İşleminin Değerlendirilmesi

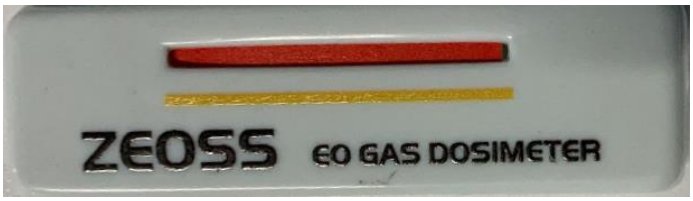
Sterilizasyon işleminin başarılı olarak sonuçlanması için doğru parametrelerinin kullanılması gerekmektedir. Sterilizasyon işlemi gerçekleştirilirken etilen oksit kartuşu, sıcaklık, sterilizasyon süresi ve nem parametreleri önemli rol olmaktadır. Sterilizasyon işlemi yapılırken kullanılan dozimetre, kimyasal ve biyolojik indikatörler ile sterilizasyon işleminin başarılı olup olmadığı anlaşılabilmektedir. Sterilizasyon işlemi sonrasında sterilizasyon rulosunda delik ya da yırtık tespit edilmesi durumunda ürün steril edilmemiş olarak değerlendirilecektir. Sterilizasyon işlemi bittikten sonra sterilizasyon torbası içinden dozimetre, kimyasal indikatör ve biyolojik indikatör çıkarılır. Dozimetre ve kimyasal indikatördeki renk değişimlerine bakılarak etilen oksit gazına maruz kalıp kalmadığı anlaşılabilmektedir. Sterilizasyon torbasından çıkarılan biyolojik indikatörlerde ise sonuç hemen gözlemlenememektedir. Bu nedenle biyolojik indikatörler 48 saat boyunca inkübasyon cihazında bekletilir ve 48 saat sonunda üreme olup olmadığı kontrol edilir. Tüm sonuçlar sterilizasyon işlemi sonunda kontrol tablolarına kaydedilir. İnkübasyon cihazında bekleyen indikatör örneği Görsel 4.14'te gösterilmiştir. Sterilizasyon işlemi sonucunun başarılı olması için 3 farklı kontrol ajanında beklenen renk değişimlerinin olması gerekmektedir bu nedenle eşik değeri 3 olarak belirlenmiştir. Eşik değeri 1 ve 2 olan sterilizasyon deneyleri başarısız olarak değerlendirilirken, eşik değeri 3 olan deneyler başarılı olarak kabul edilir.



Görsel 4.14. İnkübasyon cihazındaki biyolojik indikatörler

4.5.1. Dozimetre kontrolü

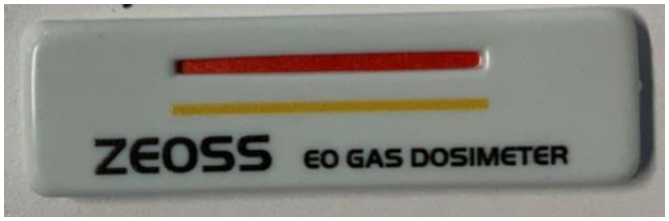
Başarılı sterilizasyon işlemi sonucu dozimetrenin kırmızı renkten referans rengi olan sarı renge dönmüş olması gerekir. Renk değişimi olmamış dozimetrelerde sterilizasyon işlemi başarısız olarak değerlendirilir. Dozimetre renk değişimi Görsel 4.16 ve Görsel 4.17' de gösterilmekte olup işlem görmemiş referans dozimetre görsel 4.15'te bulunmaktadır.



Görsel 4.15. Referans dozimetre



Görsel 4.16. Başarılı sterilizasyon işlemi sonucu dozimetre



Görsel 4.17. Başarısız sterilizasyon işlemi sonucu dozimetre

4.5.2. Kimyasal indikatör kontrolü

Başarılı sterilizasyon işlemi sonucu kimyasal indikatörün kırmızı renkten referans rengi olan sarı renge dönmüş olması gerekir. Renk değişimi olmamış kimyasal indikatörlerde sterilizasyon işlemi başarısız olarak değerlendirilir. Kimyasal indikatör renk değişimi Görsel 4.19 ve Görsel 4.20' de gösterilmekte olup işlem görmemiş referans kimyasal indikatör Görsel 4.18'de bulunmaktadır.



Görsel 4.18. Referans kimyasal indikatör



Görsel 4.19. Başarılı sterilizasyon işlemi sonucu kimyasal indikatör



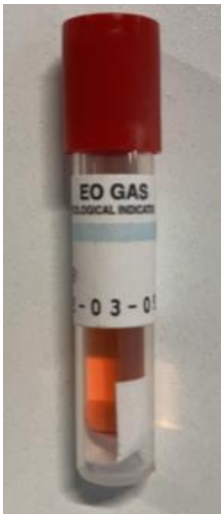
Görsel 4.20. Başarısız sterilizasyon işlemi sonucu kimyasal indikatör

4.5.3. Biyolojik indikatör kontrolü

Biyolojik indikatörler 48 saat boyunca inkübasyon cihazında bekletildikten sonra cihaz içinden çıkarılır. Başarılı bir sterilizasyon işleminde biyolojik indikatörde renk değişimi olmaması beklenir. Üreme olmuş indikatörde kırmızı renkten sarı renge değişim gözlemlenmektedir. Biyolojik indikatör rengi değişimi olmuş biyolojik indikatör içinde üreme gerçekleşmiştir ve sterilizasyon işlemi başarısız olarak kabul edilir. Biyolojik indikatörde renk değişimi Görsel 4.22 ve Görsel 4.23' de gösterilmekte olup işlem görmemiş referans indikatör Görsel 4.21'de bulunmaktadır.



Görsel 4.21. Referans biyolojik indikatör



Görsel 4.22. Üreme olmamış biyolojik indikatör



Görsel 4.23. Üreme olmuş biyolojik indikatör

Sterilizasyon işlemi sonucu kabul kriterleri ve kontrol parametreleri Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Sterilizasyon işlemi sonucu kabul kriterleri ve kontrol parametreleri

Kabul Kriterleri /Kontrol Parametreleri	Dozimetre Renk Değişimi	Kimyasal İndikatör Renk Değişimi	Biyolojik İndikatör Renk Değişimi
Başarılı Sterilizasyon	Var	Var	Yok
Başarısız Sterilizasyon	Yok	Yok	Var

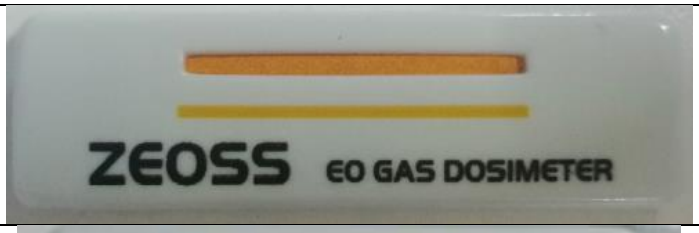
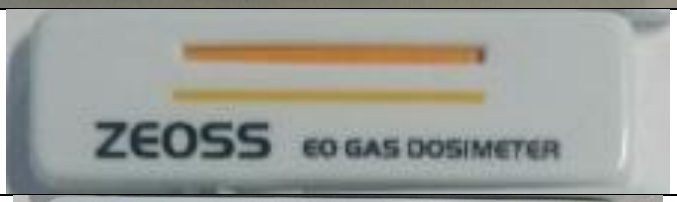
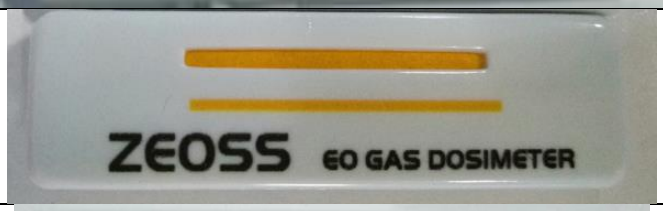
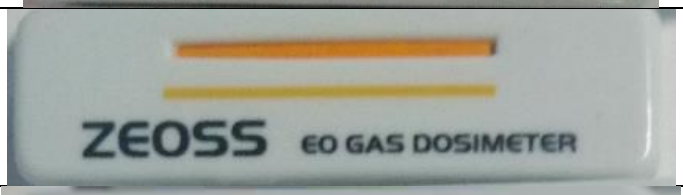
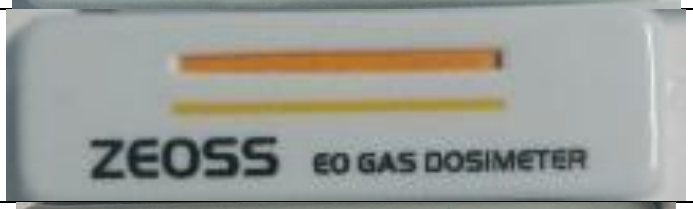
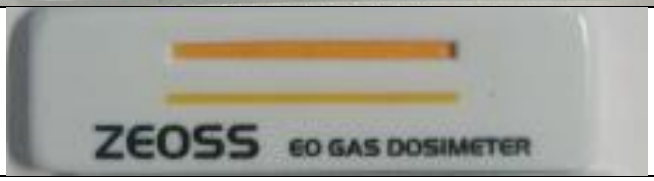
Gerçekleştirilen 9 adet deney sonucunda kontrol parametrelerinden ulaşılan sonuçlar Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10 ve Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Deney sonuçları

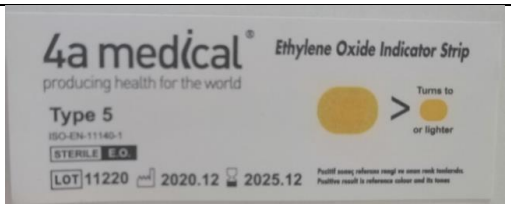
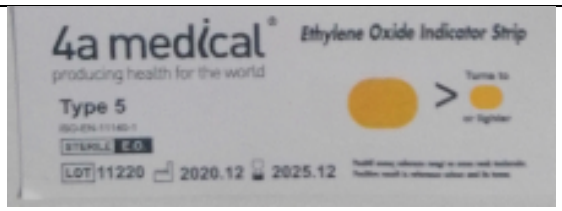
Deney Numarası	Dozimetre Renk Değişimi	Kimyasal İndikatör Renk Değişimi	Biyolojik İndikatör Renk Değişimi
1	Yok	Var	Var
2	Var	Var	Var
3	Var	Var	Var
4	Var	Var	Yok
5	Var	Var	Yok
6	Var	Yok	Var
7	Var	Var	Yok
8	Yok	Var	Var
9	Var	Var	Yok

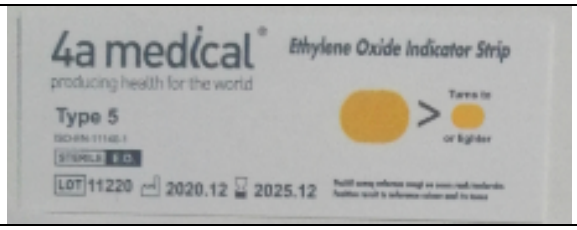
Tablo 4.9. Dozimetre sonuçları

Deney Numarası	Dozimetre
1	

Deney Numarası	Dozimetre
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Tablo 4.10. Kimyasal indikatör sonuçları

Deney Numarası	Kimyasal İndikatör
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

Deney Numarası	Kimyasal İndikatör
8	
9	

Tablo 4.11. Biyolojik indikatör sonuçları

Deney Numarası	Biyolojik İndikatör
1	
2	

Deney Numarası	Biyolojik İndikatör
3	
4	
5	
6	

Deney Numarası	Biyolojik İndikatör
7	
8	
9	

5. BULGULAR

Bu çalışmada, etilen oksit sterilizasyon işleminde, sterilizasyon parametrelerinin (sterilizasyon süresi, nem, etilen oksit miktarı) sterilizasyon performansları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sterilizasyon işleminin başarılı olup olmadığını belirlemek için 3 farklı kontrol yöntemi belirlenmiş olup bu yöntemler dozimetre kontrolü, kimyasal indikatör kontrolü ve biyolojik indikatör kontrolüdür. Parametre değerleri değiştirilerek sterilizasyon işlemleri tekrarlanmış ve 9 farklı deney uygulanmıştır. Tüm deneyler 37°C ve 54°C arasında gerçekleştirilmiştir.

- Yapılan analizler sonucunda sterilizasyon işleminin başarılı olması için dozimetre ve kimyasal indikatörde renk değişimi olması, biyolojik indikatörde renk değişimi olmaması gerekir. 3 farklı kontrol parametresinde istenilen değerler sağlandığında sterilizasyon işlemi başarılı olarak değerlendirilir.
- Yapılan deneylerin karşılaştırılması sonucu 24 g ve 30 g etilen oksit miktarının 15 g etilen oksit miktarına göre sterilizasyon işleminin başarılı olması için gerekli olan ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan eşik referans değeri (3) baz alındığında daha iyi sonuçlar sağladığı tespit edilmiştir.
- Sterilizasyon süresinin 2 saat olduğu deneylerde sterilizasyon işlemi başarısız olarak sonuçlanmış dozimetre, kimyasal ve biyolojik indikatörlerden istenilen sonuçlar elde edilememiştir.
- Sterilizasyon süresinin 4 saat ve 8 saat olduğu deneyler sterilizasyon süresinin 2 saat olduğu deneylere kıyasla daha başarılıdır.
- Nem değerinin %30 olarak belirlendiği deneylerin, nem oranının %60 ve %90 olan deneylere kıyasla daha başarısız olduğu belirlenmiştir.
- Yapılan deneyler sonucunda en uygun sonuçlar 4, 5, 7, 9 numaralı deneylerde elde edilmiştir.
- Literatürde en iyi sterilizasyon parametrelerini belirleme konusunda çok az çalışmaya rastlanmıştır. Afolabi ve ark. (2016, s.1) tarafından yeni geliştirilen sterilizatörün optimum çalışma parametreleri orta ölçekli palm yağı işleme değirmeni maksimum yağ verimi için araştırılmıştır. L_9 (34) dizinine göre Taguchi ortogonal deneysel tasarım yöntemi kullanılmıştır.

Sterilizatör için optimum öngörülen bağımsız çalışma parametreleri sırasıyla belirlenmiştir. Kontrol parametreleri sırasıyla Tenera meyvelerinin yaşı, başlangıç sıcaklığı, aşırı ısıtılmış buhar basıncı ve sterilizasyon süresidir (korelasyon katsayısı değerleri sırasıyla: 0,87; 0,85; 0,99; 0,54). Palm meyvesi için optimum değerler 33,33 yıl, 128,898°C, 3 bar, 51,11 dk olarak elde edilmiştir.

6. SONUÇLAR

Etilen oksit sterilizasyon sürecinde en etkili parametreleri belirlemek için deneysel analiz yöntemi kullanılmıştır. Taguchi yöntemi ile deneylerde kullanılacak parametreleri belirlemek için deneysel tasarım yapılmıştır. Parametreler değiştirilerek 9 farklı deney gerçekleştirilmiştir. Sterilizasyon işleminin başarılı olup olmadığını belirlemek için dozimetre, kimyasal indikatör ve biyolojik indikatör olmak üzere 3 farklı kontrol yöntemi kullanılmıştır. Deney sonuçları Tablo 6.1' de, başarılı deney sonuçları Tablo 6.2'de ve başarısız deney sonuçları Tablo 6.3'te belirtilmiştir. Eşik değeri verileri dozimetre, kimyasal indikatör ve biyolojik indikatörlerden kaç adetinin istenilen değere ulaştığını belirtmektedir. Sterilizasyonun başarılı gerçekleşmesi için eşik değeri 3 (endüstriyel uygulamalarda kullanılan değer) olarak belirlenmiştir. Sterilizasyon sonucu 1 ve 2 olan deneyler başarısız olarak değerlendirilmiştir. Deney 1, 2, 3, 6 ve 8 (Eşik değerleri: 1,2,2,2,2) başarısız olarak sonuçlanmıştır. Deney 4, 5, 7 ve 9 (Eşik değerleri: 3,3,3,3) için eşik değeri 3 olarak tespit edilmiş ve sterilizasyon başarılı olarak sonuçlanmıştır. Sterilizasyon süresi, nem ve etilen oksit miktarı sterilizasyon işleminin başarılı gerçekleşmesinde oldukça önemlidir.

- Sterilizasyon süresinin 4 saat ve 8 saat olarak yapılan deneylerden bazıları başarılı (eşik değeri 3) olarak gerçekleşmiştir. Bu veriye dayanarak sterilizasyon süresinin 4 saat seçilmesi etilen oksit maruziyetini 8 saat süren sterilizasyon süresine oranla daha aza indirgeyecektir. Bu sayede etilen oksit maruziyeti azalmış olacaktır.
- Sterilizasyon süresi aynı olan ve başarılı olan deneylerin karşılaştırılmasında (Deney 4-Deney 5 ve Deney 7- Deney 9) daha az olan nem miktarlarında da sterilizasyonun başarılı olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Nem miktarının az olması maliyet açısından işletmelere kolaylık sağlamaktadır.
- Sterilizasyon süresi aynı olan ve daha az etilen oksit gazı içeren kartuşlarla yapılan deneylerde de başarılı sonuçların elde edildiği görülmüştür. Etilen oksit kartuş gramajının az olması hem etilen okside olan maruziyeti azaltacağı hem de etilen oksit kalıntı riskini azaltacağı için İSG açısından daha tercih edilebilir görünmektedir.
- Gelecekteki çalışmalar için sadece 1 parametrenin değiştiği ve diğer parametrelerin sabit kaldığı deneyler yapılarak optimum değerler belirlenebilir.

- Etilen oksit kalıntı riski İSG açısından oldukça büyük bir risktir ve ürünler üzerinde kalıntı bulunması istenmez. Bu nedenle gelecekteki çalışmalarda yapılan deneyler etilen oksit kalıntı testlerine gönderilerek çalışma alanı genişletilebilir.

Tablo 6.1. Etilen oksit deney sonuçları

DENEY NUMARASI	SÜRE (SAAT)	NEM (%)	MİKTAR (g)	EŞİK DEĞERİ
1	2	30	15	1
2	2	60	24	2
3	2	90	30	2
4	4	30	24	3
5	4	60	30	3
6	4	90	15	2
7	8	30	30	3
8	8	60	15	2
9	8	90	24	3

Tablo 6.2. Başarılı etilen oksit sterilizasyon sonuçları

DENEY NUMARASI	SÜRE (saat)	NEM (%)	MİKTAR (g)	EŞİK DEĞERİ
4	4	30	24	3
5	4	60	30	3
7	8	30	30	3
9	8	90	24	3

Tablo 6.3. Başarısız etilen oksit sterilizasyon sonuçları

DENEY NUMARASI	SÜRE (SAAT)	NEM (%)	MİKTAR (g)	EŞİK DEĞERİ
1	2	30	15	1
2	2	60	24	2
3	2	90	30	2
6	4	90	15	2
8	8	60	15	2

KAYNAKÇA

Arıkan, S. (1997). Temizlik, Dezenfeksiyon ve Sterilizasyon. Hastane İnfeksiyonları Dergisi, 1(2), 61.

Alagüney, E., Atacan, S., Atlı, K., Başaran, N., Bilek, Ö., Bolat, Y., Böke, B., Ceylan, S., Çakmakkaya, E., (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği Meslek Hastalıkları, 273-319.

Dolapçı, İ., (2016). Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon-Ders Notları, Ankara Üniv, Tıp Fak., Mikrobiyoloji A.B.D, https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.50012575/41248/STER%C4%B0L%C4%B0ZASYON%20VE%20DEZENFEKS%C4%B0YON.pdf?sequence=1&isAllowed, s.1-10.

Gardener,M. Coggon, D. Pannett, B. Charris, E. (1986). Workers exposed to ethylene oxide :a follow up study, British Journal of Industrial Medicine' de sunulan bildiri. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1009883/pdf/brjindmed00140-0036.pdf (Erişim Tarihi:17.08.2022)

Genç, M., (2011). Sterilizasyonda Beklenmeyen Durumlar, 7. Uluslararası Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 416-420.

Güven, R., (2007). Dezenfeksiyon ve Sterilizasyon Uygulamalarında Hasta Güvenliği Kavramı, 5. Uluslararası Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 416-420.

İç, Y., Yıldırım, S., (2011). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Birlikte Taguchi Yöntemini Kullanarak Bir Ürünün Tasarımının Geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27(2) 416-420.

Karabulut, C., (2021). Merkezi Sterilizasyon Ünitesinde Çalışanlarda İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları ve Risk Değerlendirme Çalışması, 11-17.

Karabulut, C., Canbaz, B., Kandemir, G.,, (2021). Merkezi Sterilizasyon Ünitesinde Çalışanlarda İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları ve Risk Değerlendirme Çalışması. Journal of Medical Sciences, 2(3), 32-41.

Karna, S. Sahai, R. (2016). An Overview on Taguchi Method, International Journal of Engineering and Mathematical Sciences,1 12,13

Kumsal, K. (1994). Taguchi Metodu. 9-11.

Lamontagne, A. Kelsey, K. Ryan, C. Christiani, D. (1992). A Participatory Workplace Health and Safety Training Program for Ethylene Oxide. American Journal of Industrial Meedicine , 22, 651-654.

Mendes, G. Brandao, T. Silva, C. (2007). Ethylene oxide sterilization of medical devices: A review. American Journal of Infection Control. 35 (9), 1.

Morakinyo, T., Bamgboye, A. (2016). Optımızatıon Of Operatıon Parameters Of A Vertıcal Sterılızer Of Medıum-Scale Oıl Palm Mıll Usıng Taguchı Method, Journal of Food Process Engineering,1-8

Özkan, Ö., Emiroğlu, O. (2006). Hastane Çalışanlarına Yönelik İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Hizmetleri, C.Ü Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 47-49.

Rebstad, S. Mayer, D. (2012). Ethylene oxide.Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemstry, 547-548.

Saniç, A. (2006). Hangi Dezenfektan? Nasıl? Ankem.20 (Ek-2). https://www.ankemdernegi.org.tr/ANKEMJOURNALPDF/ANKEM_20_Ek2_89_93.pdf

Silindir, M. ve Özer, Y. (2009). Sterilization Methods and the Comparison of E-Beam Sterilization with Gamma Radiation Sterilization. FABAD J. Pharm. Sci, 34. http://dergi.fabad.org.tr/pdf/volum34/issue1/43-53.pdf. (Erişim Tarihi: 26.07.2022)

Soylu, T., (2005). Sterilizasyon Kontrolü, 4. Uluslararası Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 88-94.

Taşyürek, M. (2008). Hijyen ve İş Hijyeni Çalışma Ortamı Dergisi, Ocak -Şubat, 8-13.

Vandegrift, R., Bateman, A., Siemens, K., Nguyen, M., Wilson, H., Yeşil, J. ve ark. (2017). Cleanliness in context: reconciling hygiene with a modern microbial perspective,1

Yaman, G., (2020). İş Hijyeni, İş Güvenliği Uygulamaları ve Yem İşletmesinde Araştırılması, 5-11.

Zenciroğlu, D., (2005). Etilen Oksit ile Sterilizasyon; Nasıl Çalışır? Kullanılan Cihazların Özellikleri Nelerdir? Nasıl Denetlenir? Olumlu ve Olumsuz Yönleri Nelerdir? Formaldehid ve Etilen Oksit Sterilizasyon Yöntemi Karşılaştırma, Önlemler ve Gaza Maruz Kalan Personele Uygulanacak İşlemler Nelerdir? , 4. Uluslararası Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 99-108.

http-1: www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=17031&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5 (Erişim tarihi:06.04.2022

http-2: www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=18695&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5 (Erişim tarihi:06.04.2022)

http-3: https://www.alternatiftipankara.com/sterilizasyon/ (Erişim tarihi:06.04.2022)

http-4: https://nuken.tenmak.gov.tr/tr/component/k2/item/1677-gama-isinlama-gb-birimi.html (Erişim tarihi:17.08.2022)

http-5: http://mizana.com.tr/etilen-oksit-saklama-konteyneri/ (Erişim tarihi:10.08.2022)

http-6: https://assets.dentsplysirona.com/ifu-library/tr-Sembol-S%C3%B6zl%C3%BCk%C3%A7esi.pdf (Erişim tarihi:11.08.2022)

http-7: https://www.globalhse.com.tr/gim-102-goz-dusu/ (Erişim tarihi:03.08.2022)

http-8: https://www.globalpiyasa.com/tr/urun/cerrahi-mudahalede-hastanin-sagliginin-korunmasi-icin-kullanilan-cerrahi-onluk-non-s/221376 (Erişim tarihi:04.07.2022)

http-9: https://medilever.com.tr/urun/bt-110-eo-hizli/ (Erişim tarihi: 01.08.2022)

http-10: https://medtr.com/urunler/detay/kartus-kitleri (Erişim tarihi: 01.08.2022)

http-11: https://www.robotistan.com/kucuk-kablo-bagi-paketi-100-adet-150mm (Erişim tarihi:04.07.2022)

http:12
https://www.google.com/search?q=biyolojik+indikat%C3%B6r&rlz=1C1YTUH_trTR962TR962&sxsrf=ALiCzsb5QuTuZqLnOQefHt8azFy2sILyPg:1660821082553&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjR-KPVoND5AhWqYPEDHXyQCw8Q_AUoAnoECAEQBA&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgrc=y7_f76FurZEZrM (Erişim tarihi: 01.08.2022)

http-13: https://phohen.com/tr/post/eo-kimyasal-indikator/616921 (Erişim tarihi: 01.08.2022)

http-14: https://scu.com.tr/wp-content/uploads/2017/09/Product-Description-IC1020-rev.14.pdf (Erişim tarihi: 01.08.2022)

http-15: https://www.4amedical.com/tr/index.php/4a-sterilizasyon-zarflar (Erişim tarihi:01.08.2022)

http-16: http://www.otoklav.com/index.php/medikal-kapatma-cihazlari- (Erişim tarihi:02.08.2022)

http-17: https://assets.dentsplysirona.com/ifu-library/tr-Sembol-Sözlükçesi.pdf (Erişim Tarihi :15.08.2020)

http-18: https://medtr.com/urunler/kategori/endustriyel#lg=1&slide=10 (Erişim tarihi:01.08.2022)

http-19: http://www.zagun.com/is-guvenligi-urunleri/solunum-koruyucular/tam-yuz-maskeleri/drager-x-plore-5500-tam-yuz-gaz-maskesi (Erişim tarihi:02.08.2022)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Damla Nur AKÇA

Eğitim

Lisans	2019, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği
Yüksek Lisans	Devam ediyor, Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş sağlığı ve Güvenliği, Fen Bilimleri Fakültesi

Yayın Listesi

Bildiri	Selçuk A. B., Gök K., Akca D., (2022), 2nd Internatıonal Graduate Studies Determination Of Sterilization Parameters - Sterilizasyon Parametrelerinin Belirlenmesi, Isparta