



Otoklav Cihazının MATLAB/Simulink Ortamında İncelenmesi ve Modellenmesi

Design and Analysis of an Autoclave Simulation Using MATLAB/Simulink

Betül Altınsu¹, Ali Akpek^{1,2}

¹Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
{betul.altinsu, ali.akpek}@yeniuyuzuil.edu.tr

²Tıp Bilimi ve Teknolojileri Merkezi, Harvard University - Massachusetts Institute of Technology, Boston, USA
aliakpek@mit.edu

Özetçe— Bu çalışmanın amacı sterilizasyon ünitelerinde kullanılan otoklavların üretim aşamasında faydalanılmak üzere Matlab/Simulink ile simülasyonunu yapmaktır. Sterilizasyon üniteleri gerek hastane çalışanları için gerek hastalar için enfeksiyonlar ve kazalar açısından çok önemlidir. Çalışmada EN standartlarına belirlenmiş şartlara uygun otoklav cihazları incelenmiş ve bu cihazlar referans alınarak gerekli matematiksel hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Bu matematiksel analizler MATLAB / Simulink ortamına aktarılarak gerekli karakteristikler elde edilmiştir. Bu karakteristikler sayesinde otoklavın üretim ve geliştirme aşamalarında gerekli girdilerin değişiminin sistemde oluşturduğu etkiler karakteristiklerle incelenebilmektedir. Bundan sonra yapılacak işlem ise modellemeyi uygulamaya çevirerek denetleme yapabilmek ve daha somut sonuçlar elde etmek olacaktır. Bu çalışmada otoklav modellemesinden yola çıkılarak gömülü sistemler kullanılacak ve veriler elektronik ortama aktarılacaktır. Daha sonra kurulan sistem hali hazırda piyasada bulunan otoklavlardan biri üzerinde denenecektir. Alınan otoklav cihazının ana kart kısmı değiştirilerek kurulan yeni yazılım cihaza yükleyecek ve denetlenecektir.

Anahtar Kelimeler - MSÜ, Sterilizasyon Yapılanması, Matlab/Simulink, Otoklav, Simülasyon

Abstract - The aim of this study is to make simulations with Matlab/Simulink to be used in the production phase of the autoclave in the sterilization unit. Sterilization unit is very important in terms of hospital employees and patients for protecting from infections and accidents. The study examined autoclave equipments that are fabricated based on the EN standards, then mathematical calculations were performed by ¹the references obtained from these calculations. These references transferred as the necessary characteristics for MATLAB/Simulink modelling. By analyzing these characteristics, the impact of the variations throughout the production or development pahese can be predicted by investigating the changes in these characteristics. After this study, it is anticipated to convet this model into prototypes and

obtain more tangible result. In this study, embedded sytems are used and the data is transferred to an electronic media. Later, the system will be tested on one of the autoclaves that is currently available on the market. It is planned that by exchanging the mainboard of the autoclave with another mainbored which the new software has installed and inspected on the device, afterwards.

Keywords - CSS, Sterilization Structure, Matlab/Simulink, Autoclave, Simulation

I.GİRİŞ

Hastane enfeksiyonlarının kontrol edilebilmesi çok önemlidir [1]. Bu da aletler ve malzemelerin standartlara uygun şekilde sterilizasyonu ile gerçekleştirilebilir. Standartlara uygun sterilizasyon işleminin her bir aşamasının doğru yapıldığından emin olunması elzemdir.

Sterilizasyon işlemi bu kadar önemliyken hastanelerdeki sterilizasyon servislerinin de yapılması önem arz etmektedir. Sterilizasyon servisleri hastanelerin temel bir alt yapı kuruluşu olmasına rağmen hastaneler planlanırken; profesyonel hastane planlayıcıları ve hastane çalışanları ile koordineli çalışılması uygundur. Bu olmadığı takdirde lojistik sorunlara ve maliyet artışı gibi sıkıntılara yol açmaktadır. Bunların önlenmesi için araştırmacılar çok sayıda araştırmalar yapmış, alternatifler sunmuş ve matematiksel modellemeler yapmışlardır [2]. En uygun karar modeli oluşturulmuş ve günümüzde çoğu yerde kullanıldığı şekilde uygulamaya dökülmüştür [3].

1950'li yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte ameliyat yöntemlerinde gelişmeler kaydedilmiş bu ameliyatlarda kullanılacak özel aletler tasarlanmaya başlanmıştır. 1980'li yıllarda açık ameliyatlara yerine laparoskopik tekniklerin kullanıldığı ameliyatlara gündeme gelmiştir [4,5]. Bu yöntemlerde kullanılan uzun lümenli hasas ve özellikle bu ve buna benzer aletlerin, sıcaklık ve buhardan

İnteraktif Sunumlar

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

etkilenmemesi için alternatif sterilizasyon yöntemleri geliştirilmiştir [6].

Çeşitli sterilizasyon yöntemlerinin yanı sıra hastanelerde en çok kullanılan sterilizasyon yöntemi buhar ile sterilizasyondur [7]. Bu işlemde kullanılan otoklavlar kuru buhar ile sterilizasyon işlemini gerçekleştirmektedirler. Sterilizasyon servislerinin en önemli parçası olan otoklavlar, geliştirilmeye açık cihazlardır. Ancak ülkemizde otoklav üretimi dışarıdan parça temini ve birleştirme üzerine gerçekleştirilmektedir. Gerçek anlamda AR-GE den bahsedebilmek için temelden hesaplamalar yapılmalı, matematiksel formülasyonlar ve modellemelerinin oluşturulması gerekli ve önemlidir.

Bu çalışmanın amacı; otoklav tasarımı, araştırma ve geliştirme çalışmalarını en iyi biçimde gerçekleştirebilmek amacıyla matematiksel formülasyonlara göre temel hesaplamaların yapılması ve gereken durumlarda değişkenler üzerinde oynamalar yaparak süreç ve sonuçların test edilmesi ve otoklav araştırma ve geliştirilmesinde yeni olanakların simülasyonu üzerinde araştırmasına fırsat verilmesinin sağlanmasıdır. Çalışmanın bir diğer amacı eser miktarda bulunan yerli tıbbi cihaz üretimlerine [8-11] otoklav alanında bir yenilik getirmektir.



Şekil 1: Otoklavlarda kullanılan bir vakum pompası [12]

II. DENEY

A) Vakum Pompası

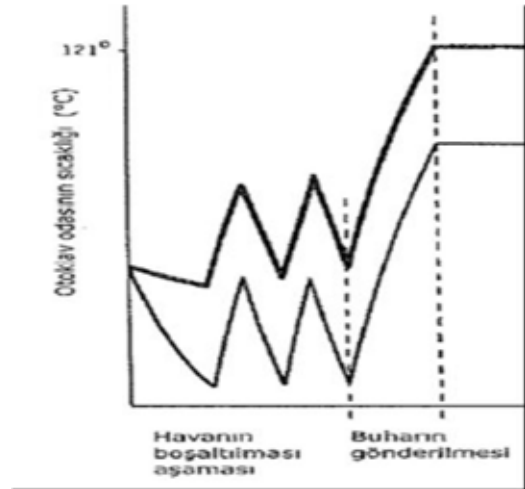
Ön vakumlu otoklavlarda kazan içindeki hava vakum pompası ile çekilir. Bu işlem sterilizasyona başlamadan önce hazırlık aşamasında gerçekleştirilebilir. Ortamdaki havanın ortamdaki çekilmesi sterilizasyonun güvenilirliği açısından önemlidir.

Ön vakum sistemi, sterilize edilecek malzemelerin sterilizasyon öncesi havasının boşaltılması işleminden sorumludur. Bu işlem sayesinde paketlenmiş ve içi dolu malzemelerin vakum vasıtasıyla havası boşaltılmakta böylece buharın havayla teması süresince oluşacak yoğunlaşma durumu ortadan kaldırılmalıdır. Havanın

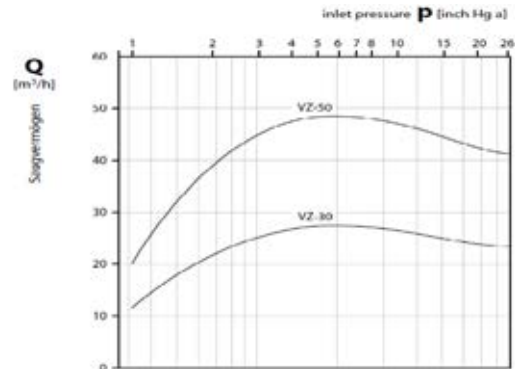
buhardan soğuk olması sebebiyle meydana gelen yoğunlaşma, buharın malzemeye ulaşmasını engellemektedir [13]. Bu da sterilizasyon işlemine engeldir. Bu durumun engellenmesi için ve ortamdaki yabancı madde ve organizmaların uzaklaştırılması için otoklavın içindeki havanın boşaltılması gerekmektedir.

Ön vakum işleminden sonra otoklav sterilizasyona başlar. Buhar yoluyla gerçekleşen sterilizasyondan sonra son vakum işlemiyle otoklav görevini sonlandırır. Son vakum işleminin görevi malzemeleri kurutmaktır. Eski tip otoklavlarda son vakum sistemi bulunmamaktadır. Avrupa standartlarındaki otoklavlar üreticileri ön vakum sistemini benimsemişlerdir. Ön vakum sisteminin önemi daha sonraları anlaşılmış ve son teknoloji ürünü otoklavlarda ön vakum vazgeçilmez bir özellik haline almıştır.

Bu çalışmada simülasyonu gerçekleştirecek otoklav 550 L kapasiteli ön vakumlu büyük bir sterilizatör olacaktır. Hazırlık aşamasında gerçekleştireceği vakum işlemi maksimum 5 dk içerisinde 3 atım yapacak şekilde düzenlenmiştir. İlk vakum işleminden sonra ortama buhar verildikten sonra vakum işlemleri gerçekleşecektir. Bu nedenle ortam basıncı ve sıcaklığında testere şeklinde grafikler elde edilmesi beklenir.



Şekil 2. Vakum Aşamasında Sıcaklık ve Buhar Değişimi [14]



Şekil 3. Vakum Pompasına ait Pompalama Hızı-Kazan İçi Basıncı Grafiği [14]

İnteraktif Sunumlar

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

```

clear
clc
A15=imread('VZ50.bmp'); %Resim yazdırıyoruz
B(:)=A15(:,1);
k=0;
l=0;

maxr=26; % resimin yatay eksenindeki max değeri
maxc=60; % dikey eksenindeki max değeri

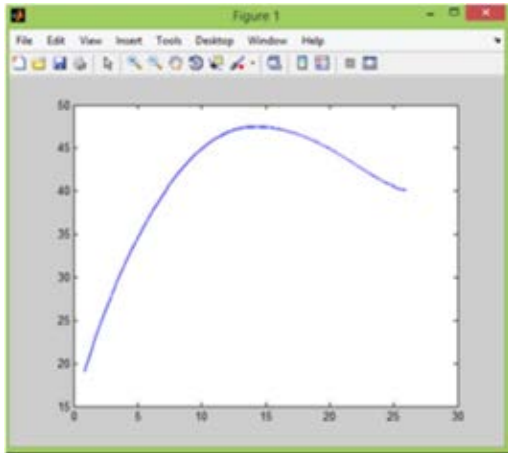
[sat sat]=size(B);
ql=maxr/sat; %normalle katsayısı: ql-wl
wl=sat/maxc;

for u=1:sat
    for u=1:sat

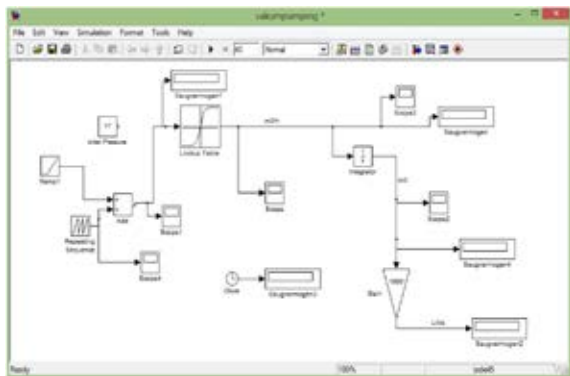
        if B(u,m)<1
            k=k+1;
            l=l+1;
            n1=(sat-2)*u;
            vpp(k)=n1*wl;
            tpp(l)=u*ql;
        end
    end
end
E(:,1)=tpp;
E(:,2)=vpp;

%saralama işlemi yapılması gerekir.
E=E;
[satE satE]=size(E);
p=length(tpp)-2;
RT=zeros(2,1);
while p>=1
    for y=1:p
        if E(1,y)>E(1,y+1);
            RT(:,y)=E(:,y+1);
            E(:,y+1)=E(:,y);
            E(:,y)=RT(:,y);
        end
    end
    p=p-1;
end
tyu=0;
E=E;
plot(E(:,1),E(:,2))
k1=0;
VZ=E(:,2);
adim=length(E);
    
```

Şekil 4: Vakum modellemesi için kullanılan kod tablosu [15]



Şekil 5. Matlab Görüntü İşleme İle Alınan Sonuç



Şekil 6. Vakum Pompası Modellemesi

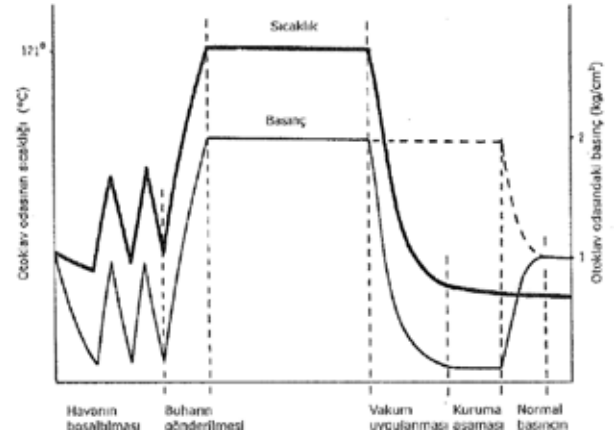
Elde edilen grafik Simulink'te bulunan "Look up table" toolbox'ının içine atılarak referans karakteristik şeklinde işlem görecektir. Burada elde edilmek istenen iki önemli parametre şunlardır; 1-istenilen hacim kapasitesinin

girilmesi, 2-bir atım vakum işleminin ne kadar sürede gerçekleşeceğini gözlemlenmesidir.

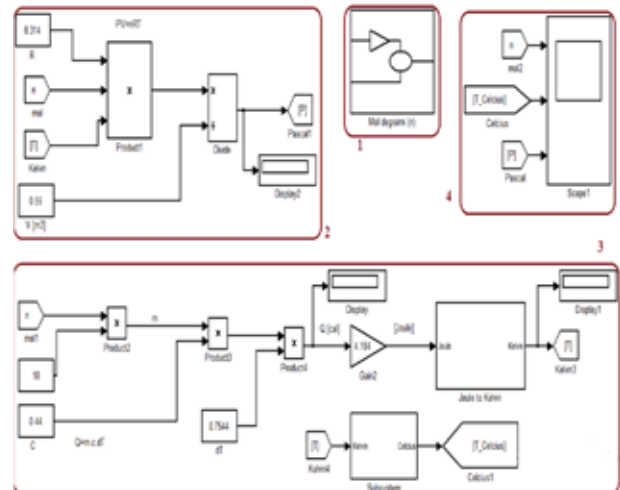
Burada elde edilen değerler ideal ortama göre yapılmıştır. Gerçek ortamda, kaçaklarla bu süreler uzayacaktır

B) Buhar Jeneratörü

Buhar jeneratörleri, buhar üreten makinelerdir. Otoklavlarda sterilizasyon işlevi kuru buhar ile sağlandığından kazan içine buhar takviyesi buhar jeneratörleri ile sağlanır. Daha önceden de bahsedildiği gibi bu çalışmada modellemesi yapılacak otoklav cihazı ön vakumlu olup 550 L kapasitelidir. Hastanelerde ve hastanelerin genel merkezlerinden biri olan sterilizasyon ünitelerinde de oda sıcaklığı genelde 22-23°C civarlarındadır. Bu nedenle çalışmada sıcaklığın başlangıç değerleri 22°C yani 295°K alınacaktır.

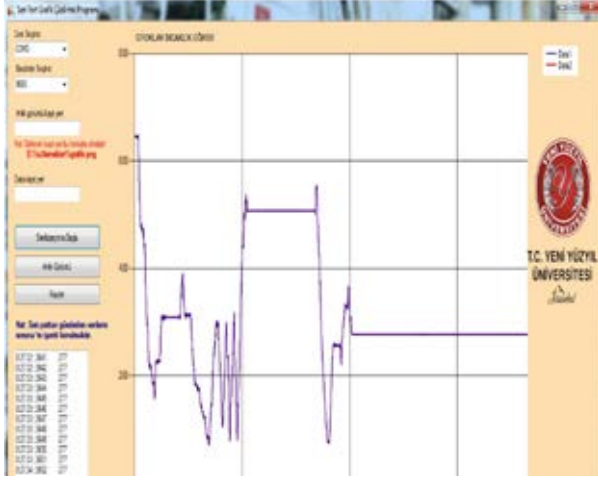


Şekil 7. Havanın Vakumla Alındığı Otoklavlarda Sterilizasyonun Sıcaklık-Basınç Grafiği



Şekil 8. Sistem Modellemesi

Bu işlemler sonucunda elde edilen sonuçlar bir scope' a bağlanarak grafiksel çıkışlar elde edilmiştir.



Şekil 9. Seri Port Çizme Programı Arayüzü

III. BULGULAR

Sıcaklık ve basınç sınırları ADC lere göre atandı. Kurulan sistem çok hassas bir sistem olmadığı için değer okuma çok zor olacaktır. Bu nedenle ADC çevrimleri kullanarak içüm aralıkları genişletildi. ADC' ler 1024' lük olarak ele alınmıştır. kPa aralığı 0-400 skalasında tutulmuştur. Bu durumda bir desibellik değişim 0.39 kPa 'lık bir değişime tekabül eder [16,17].

Sistem çalışmasını görselleştirmek için 'Microsoft Visual C#' programı ile arayüz oluşturuldu ve gerçek zamanlı seri port grafik çizimi elde edildi.

IV. SONUÇ

Bu çalışmada sterilizasyonda kullanılan önemli cihazlardan biri olan otoklav cihazı üzerinde çalışıldı. Bu çalışmaya başlanmasının nedeni; Türkiye piyasasında bulunan cihaz çeşitliliğinin yanında %100 yerel üretimlerin çok az olması. Bu nedenle ilk olarak otoklavın MATLAB/Simulink ortamında matematiksel modellemesi yapılmıştır. Bundan sonra izlemek için cihazın elektronik ve yazılımını gerçekleştirmek olacaktır. Çalışmada otoklavın her aşaması üzerinde çalışılmıştır ve cihazın tam bir işlem aşamasında nasıl yollardan gidildiği gözlenmiş ve açıklanmıştır.

Bu çalışmaya başlarken asıl hedef çok daha işlevli bir gömülü sistem üzerinde cihazın donanımsal parçalarının hemen hepsini kullanarak entegre çalışan bir sistem oluşturmaktır. Ancak tüm bir cihaz sistemi kurmak zorlu bir süreç olduğu için adım adım gitmek daha sağlam sonuçlar almayı sağlayacaktır. Bu nedenle öncelikli olarak prototip oluşturmak ve üzerinde çalışmalar yapmak döngüleri görmek ve analiz yapmak için hem daha kolay olacak hem de daha sağlıklı ilerlemeye olanak verecektir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile geliştirilecek ve üretime yönelik çalışmalar yapılacak bir sistem kurulmuştur. Bundan sonra yapılacak çalışma daha işlevli bir gömülü sistem kullanıp cihazın diğer donanımlarının da kullanılarak tam sistem algoritması kurmak olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Karahocagil et al, Hastane Enfeksiyon Etkenlerinin ve Direnç Profillerinin Belirlenmesi, Van Tıp Dergisi: 18 (1):27-32, 2011
- [2] Özçetin et al, Hastane Enfeksiyonları; Sıklığı ve Risk Faktörleri, J Pediatr Inf 2009; 3: 49-53
- [3] Plowman et al, The rate and cost of hospital-acquired infections occurring in patients admitted to selected specialties of a district general hospital in England and the national burden imposed, Journal of Hospital Infection Volume 47, Issue 3, March 2001, Pages 198-209
- [4] Altınsu, B., Akpek A., *Otoklav Cihazının MATLAB/Simulink Ortamında İncelenmesi ve Modellenmesi*, (2015) İstanbul:Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
- [5] Zenciroğlu, D. *Hastane Enfeksiyonları: Korunma ve Kontrol*, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Sterilizasyonun Kontrolü, (Ocak 2008), 169-181
- [6] Block, Seymour Stanton, ed. Disinfection, sterilization, and preservation. Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
- [7] Association for the Advancement of Medical Instrumentation, and American National Standards Institute. Steam sterilization and sterility assurance in health care facilities. Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI), 2002.
- [8] Bulut S et al, A new algorithm for segmentation and fracture detection in X-ray images, Medical Technologies National Conference, 2015, doi: 10.1109/TIPTEKNO.2015.7374572
- [9] Çiftçiöğlü Ç., Koçak O., Akpek A., Remote control of centrifuge and injection systems via MATLAB and ARDUINO, Medical Technologies National Conference, 2015, DOI: 10.1109/TIPTEKNO.2015.7374570
- [10] Ahmet Öztarhan, Ali Akpek, Efim Oks, Alexey Nikolaev, Modifying medical textiles with antibacterial and friction resistance abilities by an alternative nanotextile technology called ion implantation technique, 15th National Biomedical Engineering Meeting, 2010, 10.1109/BIYOMUT.2010.5479859
- [11] Semih Ahmet Cebeci, Çağlar Çiftçiöğlü, Onur Koçak, Ali Akpek, Medical Technologies National Conference, 2015, 10.1109/TIPTEKNO.2015.7374571
- [12] Denver, G. *Vacuum Pumps For Table Top Steam Autoclaves*, Thomas (02/2015)
- [13] F. Tırnaksız, Sterilizasyon, Modern Farmasötik Teknoloji, 73
- [14] <http://img.ebmpapst.com/products/datasheets/AC-axial-fan-6058ES-ENG.pdf> (Erişim: 17.04.2015)
- [15] Kahraman, E. – Ünal, V. Gerçek Zamanlı Gömülü Sistemler ve Yazılım Tasarımı'nda ASELSAN Yaklaşımı
- [16] Taşdemir, C. *Arduino*. İstanbul: Dikeyksen (2011)
- [17] *ADC-DAC DEVRELERİ*, MEGEP, Ankara (2012)