

# Merkezi Sterilizasyon Üniteleri İşletimi için Akıllı Sistem Modellemesi Modelling an Intelligent System for Management of Central Sterilization Units

Ali Findik<sup>1</sup>, Ozgun Pinarer<sup>2</sup>, Sultan Turhan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alfion Yazılım Çözümleri, İstanbul, Türkiye  
ali.findik@alfion.com.tr

<sup>2</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Galatasaray Üniversitesi, İstanbul, Türkiye  
{opinarer,sturhan}@gsu.edu.tr

**Özetçe**—Ülkemizdeki Merkezi Sterilizasyon Üniteleri (MSÜ) planlama, işleyiş, yönetim, altyapı tasarımı ve teknolojik açıdan yetersizdir. Bu durum hem sağlık kurumlarının çalışmalarını olumsuz etkilemekte hem de toplum sağlığını tehdit eden hastane enfeksiyonlarının yayılmasına neden olmaktadır. Çalışmamızda gerek toplum sağlığı açısından gerekse sağlık kurumlarının işleyiş açısından önemli bir yere sahip olan MSÜlerin işleyiş süreçlerini teknolojik altyapı ile destekleyerek ülke genelinde benimsenecek bir iş planı standardize edilmektedir. Bu bildiride sağlık kurumlarının Merkezi Sterilizasyon Ünitesine ait iş süreçlerinin verimliliklerinin artırılması ve performanslarının iyileştirilmesi amacıyla akıllı sistem modeli sunulmaktadır. Ortaya çıkarılan yeni süreç modeli ile MSÜlerin genelinde uygulanan süreçlerde standardizasyon sağlanmaktadır. Bu doğrultuda ilk önce orta ölçekli bir sağlık kurumunun MSÜsünün işleyiş incelenmiş, mevcut işleyişteki verimsizliğe sebep olan nedenler tespit edilmiş, sistemin iyileştirilmesi için yeni süreç modellemesi yapılmıştır. Projenin ikinci aşamasında MSÜ'nün işleyişine bir bilgi sisteminin dahil edilmesi halinde merkezin verimlilik ve performans değişimleri ölçümlenmiştir. Elde edilen çıktılar doğrultusunda iş süreçleri ve yazılıma ait süreçler yeniden yapılandırılmış olup sağlık kurumuna uygun hale getirilmiştir. Ayrıca bilgi sistemine eklenen barkod-optik okuyucu sistemiyle nesnelerin interneti prensipleri doğrultusunda kullanıcı etkileşimi minimize ederek sistemin hatasız ve verimli çalışması sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler**—sağlık bilişimi; veri yönetimi; sterilizasyon işlemi.

**Abstract**—Central Sterilization Units (MSU) in our country are insufficient in terms of planning, operation, management, infrastructure design and technological aspects. This negatively affects the work of health institutions and causes the spread of hospital infections threatening public health. A business plan to be adopted throughout the country is standardized by supporting the operation processes of MSUs which have an important place in terms of the health of the health institutions in our work in terms of community health, with the technological infrastructure. In this report, a smart system model is presented in order to improve the

productivity of the business processes belonging to the Central Sterilization Unit of health institutions and to improve their performance. With the new process model unveiled, standardization is realized in the processes applied in the MSUs. In this direction, firstly the functioning of the MSU of a medium-sized health institution was examined, the causes of the inefficiency in the current operation were determined, and a new process modelling was carried out to improve the system. In the second stage of the project, the center's productivity and performance changes were measured if an information system was included in the operation of the MS. Business processes and writing processes are reconfigured in line with the outputs obtained and made suitable for the health institution. In addition, with the barcode-optical reader system added to the information system, the error-free and efficient operation of the system has been ensured by minimizing the user interaction in line with the internet principles of the objects.

**Keywords**—health informatics; central sterilization unit; health data management.

## I. GİRİŞ

Sağlık hizmetleri ile ilişkili enfeksiyonlar ya da yaygın bilinen adıyla "hastane enfeksiyonları", bir sağlık kurumunda bulunmakla sebep ilişkisi gösteren; hasta, sağlık personeli, ziyaretçi ve hastaneyle ilişkili diğer kişilerde oluşan enfeksiyonlardır. Toplum sağlığı açısından son derece yüksek bir tehdit unsuru olan hastane enfeksiyonlarının ülke ekonomisine de bir yük getirdiği yadsınamaz bir gerçektir. Literatür incelendiğinde bu enfeksiyonların muhtelif yayılma sebeplerinin en başında, sağlık kurumu genelinde ihtiyaç duyulan şekilde sterilizasyon ve dekontaminasyon işlemlerinin düzgün şekilde gerçekleştirilmemiş olmasının geldiği görülmektedir. Şüphesiz ki özellikle bünyesinde cerrahi müdahalelerin de yapıldığı bir sağlık kurumu için en önemli işlemlerden bir tanesi kurum bünyesinde düzgün bir sterilizasyon ünitesinin olması ve bu ünitenin amaca uygun şekilde hizmet vermesidir.

Merkezi Sterilizasyon Ünitesi (MSÜ), hastanede tanı ve tedavi amacıyla kullanılan ve hastane içi döngüsünde yeniden kullanımı için sterilizasyon gerektiren malzemelerin gerekli işlemleri gördükleri ünite olarak tanımlanabilir. Hastane bünyesinde farklı bölümlerden, kirlenmiş donanımların işlenmek üzere toplayıp tekrar kullanıma hazır hale getiren ve hiç aralıksız hizmet veren bu bağımsız merkezlerdir. MSÜ bünyesinde gerçekleştirilen sterilizasyon işleminin her bir aşamasının hatasız gerçekleştirildiğinden emin olabilmek için monitorizasyon adı verilen kontroller gerçekleştirilir. Mevcut durumda bu işlemleri insan eliyle ile yapılmak olup hata oranı artmaktadır. Sağlık sektöründe yapılan en ufak hatanın bile bedeli çok ağır olabildiği için sektörün hedeflerinin başında çalışan personelin kusuru yüzünden ortaya çıkacak hataları minimize etmektir. Sağlık kurumları bünyesinde çok önemli bir role sahip olmalarına rağmen maalesef ülkemizde MSÜ üzerine yapılan çalışmalar halen çok sınırlıdır. Dünyada başlangıcı 1940'lı yıllara dayanan bu alanda yapılan çalışmalar maalesef ülkemizde son 10 yıldır ilgi görmektedir ve yapılan çalışmalar yoğun olarak merkezlerin mimari yapılandırması üzerinedir. Ayrıca sağlık kurumlarının genel yapısı incelendiğinde, mevcut MSÜlerde ortak bir yönetim ve işleyiş modelinin de olmadığı belirlenmiştir. Bu bağlamda, sağlık kurumları bünyesindeki MSÜ'ye ait sterilizasyon süreçlerinin güçlü ve zayıf yönleri ile karşılaşılabilecekleri fırsat ve tehditlerin belirlenmesi amacıyla GZFT analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo-1'de verilen GZFT analizi sonucunda mevcut sistemde müşahade edilen zayıf yönlerin ve tehditlerin ortadan kaldırılması için yeni bir süreç modelinin tasarlanmasına ve ortaya konulacak olan yeni süreç modelinin uygulanmasına teknolojik olarak destek verebilecek bir bilgi sistemine ihtiyaç duyulduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle yeni bir süreç tasarlanmaktadır ve yeni sürecin gerçekleştirilmesi için bir kurumsal kaynak planlama (ERP) yazılımı geliştirilmiştir.

Bu noktada, nesnelerin interneti kavramı kullanılmış olup tüm cerrahi aletlerin, setlerin ve sarf malzemelerin barkod sistemine tanımlanması ve takip edilmesi lazer kare kodlama ve radyo frekansı ile tanımlama (RFID) teknolojisi ile gerçekleştirilmiştir. Bu sistem gerektiğinde ürün üzerine yerleştirilen etiketlerin okuyucu tarafından okunmasıyla tedarik zinciri yönetimi ile ilgili bilgilerin otomatik olarak kaydedilmesine veya değiştirilmesine de olanak sağlamaktadır.

Öngörülen süreç toplam kalite yönetimi felsefesinde uygulanan 5S (ayıklama, düzen, temizlik, standartlaştırma, disiplin) modelini benimsemiş olup MSÜ'de kaliteli bir çalışma ortamı oluşturmuş ve sürekliliği sağlamaktadır. Kare barkodlama tekniği ile cerrahi alet kaybının en aza indirildiği, kare barkodlama sistemi ile kaybolan cerrahi el aletlerinin hangi safhada kaybolduğu kolaylıkla saptanabilmektedir [1-3].

Bildirinin geri kalanı şu şekilde bölümlendirilmiştir: Bölüm-2'de Merkezi Sterilizasyon Ünitelerinin genel yapısı ve sağlık tedarik zincirindeki önemi anlatılmaktadır. Önerilen sistem, mimarisi ve bileşenleri ile Bölüm-3'te verilmiştir. Bölüm-4'te sistem çıktıları ve artıları sunulmuş, elde edilen çıkarımlar verilip genel değerlendirmelerde bulunulmuştur.

## II. MSÜ GENEL YAPISI VE SAĞLIK TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ ÖNEMİ

### A. MSÜ Genel işleyiş modeli

Merkezi Sterilizasyon Ünitesi (MSÜ), sağlık kurumu içi döngüsünde yeniden kullanımı için sterilizasyon gerektiren tıbbi cihaz, alet ve sarf malzemelerinin sterilizasyon işlemlerini bir kalite yönetim sistemi ve izlenebilirlik dâhilinde gerçekleştiren iç hizmet birimidir. Özellikle orta ve büyük ölçekli sağlık kurumlarında gerçekleştirilen sterilizasyon işlemlerinin sayısının fazla olması, kritik öneme sahip sterilizasyon işleminin veriminin azalmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda da gerek sağlık kurumu bünyesinde verilen hizmetlerin güvenilirliğini gerekse toplum sağlığını tehdit eden hastane enfeksiyonları ortaya çıkmakta ve/veya yayılmaktadır [4,5]. Kullanılan her cerrahi aletin, kullanım sonrasında sterilizasyon işlemine tabi tutulup, bir sonraki kullanım için hazırlanması gerekmektedir. Öte yandan kullanılsa da, aletler önceden tanımlanmış bir müddet boyunca kullanılmadığı takdirde steril olma özelliklerini kaybettikleri için, yeni bir sterilizasyona tabi tutulmaları gerekir. Ayrıca hastane tarafından satın alınan her cerrahi aletin de steril edilmesi gerekmektedir.

[6,7] merkezi sterilizasyon ünitelerinin sağlık kurumunun en önemli bölümü olduğunu ve bu bölümde yaşanabilecek bir sorunun tüm sağlık kurumunu etkilediğini belirtmektedir. Bu sebepten cerrahi aletlerin sterilizasyonu işleminin ve bu işlemin gerçekleştiği ünitenin kontrol edilmesi üzerine sterilizasyon işleminin tasarımı ve yönetimi üzerine çalışma sunmaktadır. Bu çalışma, sağlık kurumlarında gerçekleştirilen sterilizasyon işleminin hangi teknoloji veya hangi yöntem ile takip edilebileceği konusunda bilgi vermemekte olup, sektördeki ihtiyacı yansıtan bir çalışma olarak kalmıştır.

1. Kirli alan: Ameliyathane ve diğer ünitelerden gelen kirli aletlerin yıkandığı alandır. Bu alanda alet yıkama makineleri (çift kapılı), ultrasonik yıkama makineleri, manuel temizlik lavaboları ve hava tabanca sistemi bulunur. Kirli malzemeler steril depo personeli tarafından kayıt formu karşılığı teslim alınır (önceden doldurulmuş) ve cinsine göre uygun yıkama metodu seçilir (mikro aletler için ultrasonik vb). Yıkama işlemi sırasında mutlaka bir enzim çözücü solüsyon kullanılmalıdır. Enzim çözücüler firma önerileri doğrultusunda hazırlanmalıdır. Sterilizasyon işleminin başarılı olabilmesi için gerekli ön koşul malzemenin işlem öncesi temizliğidir. Alet üzerindeki organik maddeler sterilizasyon ajanının alet ile temasını

engelleyerek etkisiz hale getirir. Lümenli aletlerin içerisinden hava geçirilerek (hava tabancası) kurulmalıdır. Sterilizasyon ünitesine gönderilen aletlerin hepsi kontamine kabul edilmeli ve personel kendini koruyacak bariyer önlemleri almalıdır. Steril olmayan eldiven giymeli ve sıçrama riski varsa eldivene ilave olarak gömlek, maske ve koruyucu gözlük kullanılmalıdır [5].

2. Temiz alan: Aletlerin paketlenmesi, ameliyathane için bohça, spanç vb. malzemelerin hazırlandığı alandır. Alet yıkama makinesinin ikinci kapısı bu alana açılır ve temizlenen aletler burada uygun paketlerle paketlenir. Paketlemede kullanılan malzeme seçilen sterilizasyon yöntemi ile uyumlu olmalı ve hava çıkışına, sterilizasyon girişine izin vermemelidir. Buhar otoklavına girecek malzemelere bohça içi kimyasal indikatör yerleştirilir ve hangi otoklava girecekse o otoklavın numarası ve tarih içeren etiket yapıştırılır. Kimyasal indikatörler otoklavın kritik parametrelerini (sıcaklık, basınç, buhar ve zaman) kontrol edebilecek nitelikte olmalıdır. Basınçlı buhar otoklavlarına her gün ilk yükleme yapılmadan önce Bowie-Dick testi yapılmalıdır. Etilen oksit otoklavı her yüklemede biyolojik indikatör ile kontrol edilmelidir. Her yüklemede biyolojik test yapıldığı için kimyasal indikatör yerleştirmeye gerek yoktur. Paketler malzemenin cinsine göre tek ya da çift yapılmalıdır. Delici ve kesici aletler için çift paket yapılması daha uygundur [5].

3. Steril alan: Otoklavın steril alana açılan ikinci kapısından temiz malzemelerin çıkartılarak depolandığı alandır. Her bir sterilizasyon döngüsü için şu bilgiler kayıt edilmelidir:

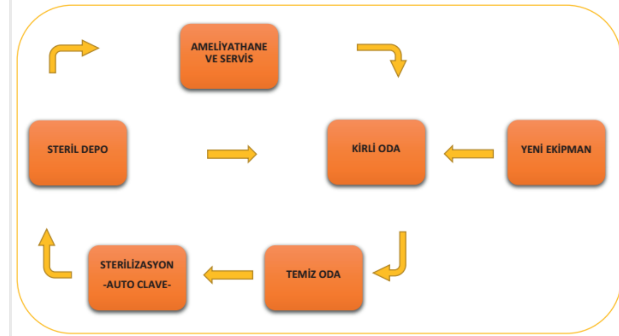
- Yük etiketi: Malzemenin hangi otoklava girdiği ve tarihi,
- Varsa sterilizatörün kayıt sistemi,
- Bowie-Dick testi
- Kullanılan sterilizasyon yöntemi,
- Biyolojik test sonuçları.

Eğer sterilizasyon başarısız ise sorumlu kişi bilgilendirilir ve üretici firma önerileri doğrultusunda işlem sonlandırılır. O yüklemedeki tüm malzemeler nonsteril kabul edilir. Olumsuz çıkan sonuçlar mutlaka kaydedilmelidir. Biyolojik testler haftada bir ve tercihen buhar otoklavlarında günlük uygulanmalıdır. İmplant içeren her yükün sterilizasyonunda biyolojik test mutlaka uygulanmalı ve test sonucu çıkana kadar malzeme kullanılmamalıdır [5].

4. Depolama: Steril malzemelerin depolama süresi paket materyalinin cinsi, saklama koşulları ve sterilizasyon yöntemine göre değişir. Bu nedenle her hastane kendi standartlarını belirlemeli ve bu standartlar doğrultusunda çalışmalıdır. Steril malzemeler kullanım anına kadar steril kalmalı ve olabilecek kontaminasyondan korunmalıdır [5].

Sunulan yaklaşıma ait sterilizasyon döngüsüne ait akış şeması Şekil-1'de gösterilmiştir. Verilen şekilde de

görüldüğü üzere, tipik bir sterilizasyon işlemi kirli oda-temiz oda-depo olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Yeni alınan, kullanılan ya da kullanılmadığı halde steril olma özelliği yitirmiş olan cerrahi aletler kirli odada



Şekil 1. MSÜ Akış Şeması

toplanır. Bu odada önce standart temizleme işlemi gerçekleştirilir ve temiz odaya gönderilir. Ardından temiz odada sterilizasyon işlemi yapılır ve özel setler halinde gruplanarak ya doğrudan kullanıma ya da ihtiyaç halinde kullanılması için depoya gönderilir. Bu döngü içerisindeki her bir adım yüksek öneme sahip olup insan sağlığı açısından kritik bir işlemdir. Bu sebeple sterilizasyon işleminin her adımı muhakkak takip edilmeli ve raporlanmalıdır. Sterilizasyon takibinin ise bir sağlık kurumu için ne kadar elzem olduğu daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. [7] merkezi sterilizasyon ünitelerinin sağlık kurumunun en önemli bölümü olduğunu ve bu bölümde yaşanabilecek bir sorunun tüm sağlık kurumunu etkilediğini belirtmektedir. Bu sebepten cerrahi aletlerin sterilizasyonu işleminin ve bu işlemin gerçekleştiği ünitenin kontrol edilmesi üzerine sterilizasyon işleminin tasarımı ve yönetimi üzerine çalışma sunmaktadır. Bu çalışma, sağlık kurumlarında gerçekleştirilen sterilizasyon işleminin hangi teknoloji veya hangi yöntem ile takip edilebileceği konusunda bilgi vermemekte olup, sektördeki ihtiyacı yansıtan bir çalışma olarak kalmıştır.

	Pozitif	Negatif
	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
<b>İç Etkenler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Süreçlerin hızlı ilerlemesi</li> <li>• Yazılım ve donanım kaynaklı problemler yaşanmayacağı için karşılaşılan bir probleme anında müdahale edilebilmesi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hataya açık ve karmaşık olma durumu</li> <li>Kişiyi bağlılık</li> <li>Disiplinsizlik</li> <li>Standardizasyon olmaması</li> <li>Kaybolan cerrahi aletlerin hastaneler için ciddi maddi kayıplara neden olması</li> <li>Cerrahi aletlerin kaybolması ve zarar görmesi gibi durumlarda sorumlunun tespit edilememesi</li> <li>Kaybolan veya arızaya gönderilen cerrahi aletlerin takip edilememesi</li> <li>Zayıf stok yönetimi</li> </ul>

		Steril kalma süresi sona eren cerrahi aletlerin takip edilmesinde zorluk yaşanması Raporlama olmaması Uyarı sisteminin olmaması MSÜ (merkezi sterilizasyon ünitesi) yöneticisi veya sağlık personelinin anlık özet şeklinde görebileceği bir özet ekran (dashboard) olmaması MSÜ'nün tüm ihtiyaçlarına cevap verebilen bir yazılımın olmaması
	<b>Fırsatlar</b>	<b>Tehditler</b>
<b>Dış Etkenler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Devletin sağlık alanındaki çalışmalara destek olması</li> <li>Devlet teşviği</li> </ul>	Yasal problem yaşanması, sorumlunun tespit edilememesi Olası yaşanabilecek hatalar sonucunda insan sağlığının tehdit edilmesi Enfeksiyon vakalarından ötürü güven kaybı Hastaların memnuniyetsizlikten ötürü yurtdışını tercih etmesi Acil cerrahi vakalarda hazır setin bulunamaması

**Tablo 1.** Hastanelerin Sterilizasyon Süreçlerinin Gzft Analizi

### B. Stok kontrolü ve servis modellemesi

Sağlık kurumlarının kullandıkları teçhizatlar arasında, hastalık teşhisinde kullanılan özel medikal cihazlar ile ameliyathane ve küçük tıbbi müdahalelerde kullanılan cerrahi aletler farklı bir öneme sahiptirler. Sağlık hizmetinin kesintisiz olarak verilmesinde, sözü geçen medikal cihazların düzenli bakımının yapılması takip edilmesi ne kadar önemli ise büyük ve küçük tıbbi müdahalelerde kullanılan cerrahi aletlerin de sterilizasyonu ve takibi aynı önemi haizdir. Üstelik bu aletler yüksek edinim maliyetlerinin yanı sıra sterilizasyon işlemiyle birlikte ek bir kullanım maliyeti ile sağlık kurumunun bütçesinde önemli bir kalemi teşkil etmektedir. Kullanılan her cerrahi aletin, kullanım sonrasında sterilizasyon işlemine tabi tutulup, bir sonraki kullanım için hazırlanması gerekmektedir. Öte yandan kullanılsa da, aletler önceden tanımlanmış bir müddet boyunca kullanılmadığı takdirde steril olma özelliklerini kayb ettikleri için, yeni bir sterilizasyona tabi tutulmaları gerekir. Ayrıca hastane tarafından satın alınan her cerrahi aletin de steril edilmesi gerekmektedir. Cerrahi aletler konusundaki bir diğer önemli husus da aletlerin kullanım ve stok takiplerinin yapılmasıdır. Günümüzde birçok sağlık kurumunda, cerrahi aletlerin kaybolması, setlerin içerisinde bazı aletlerin eksik olması ve daha önemlisi yapılan cerrahi müdahale esnasında hastanın vücudunda aletin unutulması gibi vakalarla maalesef halen karşılaşmaktadır. Birçok hastane yönetimi, yaşanan olası aksaklıkların önüne geçmek, satın alınan aletlerin, bu aletlerle oluşturulan setleri ve ilgili envanterleri takip edebilmek ve aynı zamanda da sterilizasyon süreçlerinin düzgün işleyişinden emin olabilmek amacıyla merkezi sterilizasyon ünitelerinin yönetiminde bilgi sistemlerinden

faydalanmaktadır. Şunu da belirtmek gerekir ki merkezi sterilizasyon üniteleri için özel olarak geliştirilen bu yazılımların kullanımı Türkiye genelinde çok yaygın olmadığı gibi, sektörde hali hazırda kullanılmakta olan mevcut hastane bilgi sistemleri yazılımlarının bünyesinde bulunmamaktadır.

Bir sağlık kurumu bünyesinde tüm sterilizasyon işlemlerinin tek bir merkezde toplanması, sterilizasyonun düzgün ve kurallara uygun olarak gerçekleştirilmesi ve yapılan tüm sterilizasyon işlemlerinin sağlıklı bir şekilde takibine imkân sağlamaktadır. Bunun haricinde sterilizasyonların kalite ölçümlerini gerçekleştirmek için yapılan testlere ait kayıtların düzenli ve ayrıntılı olarak tutulması, dökümanite edilmesi ve arşivlenmesinin de titizlikle yapılması gerekmektedir. Bu durum, Merkezi Sterilizasyon Ünitesinin yönetiminde hem iyi eğitilmiş ve süreçlere hâkim bir ekibin çalışmasını, hem de ünite bünyesinde işleyiş destek verecek ve işleyişin süreçlerine uygun olarak tasarlanmış bir bilgi sisteminin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca bu bilgi sistemi sterilizasyon işlemleri esnasında gerçekleştirilen hataların azaltılmasını sağlayacağı gibi, personelin sterilizasyon bilgilerini değerlendirilmesini de kolaylaştıracaktır. Üstelik herhangi bir hukuksal durum ortaya çıktığında sağlık kurumunun lehine savunucu rol de oynayabilecektir.

### C. Sağlık tedarik zinciri entegrasyonu

Ülke genelinde son yıllarda yapılan çalışmalar ile MSÜler için bir süreç yönetim modeli oluşturulmaktadır. Bu model sayesinde tüm MSÜlerin daha yüksek performans ve verimle çalışacak, sağlık kurumları arasında ortak bir iş modeli ve çalışma standardı oluşturulmaktadır. Bu çalışmamızda geliştirilen MSÜ için Akıllı Sistem Modellemesi, sağlık kurumlarına cerrahi alet tedariki sağlayan genel sağlık tedarik zinciri yönetimine de katkı sağlamaktadır. Beklentimiz gelen yıllarda, sağlık kurumlarına cerrahi alet tedariki sağlayan tüm tedarikçi firmaların zaman içerisinde kendi teknolojik altyapılarını uygun olarak dönüştürüp, makine-makine etkileşimi ile bütünleşik bir tedarik zinciri sistemini inşa edilmesidir. Ayrıca geliştirilen Cerrahi Alet Takip Sistemi sayesinde yazılım sektörüne de katkı sağlanmaktadır. Piyasada kullanılan yerli yazılımlar hali hazırda mevcut ihtiyaçlara dahi cevap vermekte yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Bu sayede bu alanda üstelik de yeni oluşturulan standartlar doğrultusunda hizmet veren tam kapsamlı bir yazılım üretilmiştir.

## III. ÖNERİLEN SİSTEM

### A. İş süreçlerinin modellenmesi

Bu çalışmada Poka Yoke (Hata önleme) teknikleri kullanılarak sistemde otomatik ve sürekli kontrol sağlanmıştır. Çalışanın dikkatsizlik, konsantrasyon eksikliği, dalgınlık, yorgunluk, unutkanlık, sisteme bilerek zarar verme vb. sebeplerle yapabileceği hatalara karşı, ışıklı, görsel uyarı, sensör, kodlama, renklendirme gibi otomatik uyarıcı sistemler konarak hatanın yapılması engellenmeye

çalışılmıştır. Sistem içinde çalışanların ve yöneticilerin tam katılımı sağlanarak geri bildirimler alınmış ve sistemin sürekli iyileştirilmesi gerçekleştirilmektedir.

#### B. Akıllı sistem Altyapı Mimarisi

Bu çalışmada ulusal düzeyde, her türlü ölçekteki sağlık kurumlarının bünyelerinde Merkezi Sterilizasyon Ünitelerinin işleyişi ve yönetimini içeren, ünitelerin performans ve verimliliklerini arttıracak bir iş planı oluşturulmaktadır. Bu iş planı dâhilinde modellenen yeni iş süreçleri ile

- MSÜ kapsamında gerçekleştirilen tüm sterilizasyon işlemlerinin kurallara uygun ve düzgün şekilde yapılması
- Sterilizasyon süreçlerinde operasyonel zaman kayıplarını azaltması
- Bahsi geçen tüm işlemlerin takip edilmesi ve sağlıklı bir şekilde kayıtlarının tutulması
- Kalite kontrol testlerinin kayıt altına alınması ve arşivlenmesi
- MSÜlerin ihtiyaç duyduğu yetkin personelin eğitilmesi
- Çalışma koşullarının performans, konfor, güvenlik ve temizlik açılarından iyileştirilmesi,
- Çalışma esnasında çıkan sorunların daha erken teşhis edilmesi ve hata oranının azaltılması,
- Kaza ve yaralanma riskleri azaltılması,
- Zaman kayıpları ortadan kaldırılması,
- MSÜ dâhilinde fiziksel alanların tamamının verimli kullanılması

sağlanmaktadır. Tüm bunların sonucu olarak ülke genelinde hizmet vermekte olan tüm MSÜler için ortak bir çalışma dili de ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca, bu çalışmada geliştirilen iş planını oluşturan iş süreçlerini teknolojik gelişmelere uygun olarak yeniden yapılandırılmak ve bu sayede gelişen ameliyat teknikleri ve aletleri karşısında MSÜ'nün yetersiz kalma riskinin ortadan kaldırmaktır.

Çalışmanın bir diğer yönü ise iş süreçlerin yeniden yapılandırılması esnasında MSÜ'nün verimliliğinin ve performansının artırılması amacıyla, yazılım destekli uygulama geliştirilmiştir. Çalışmanın bu kısmı sadece yazılımın kendisi değil, aynı zamanda “nesnelerin interneti” prensipleri ile kurum bünyesinde kullanılan sterilizasyon işlemi görece tüm cihazlara akıllı etiketlendirme işlemi tatbik edilmektedir. Bu işlem sayesinde kurumlar için son derece büyük problemlere yol açabilen tıbbi cihaz ve aletlerin kaybolması, çalınması, ya da bozulması halinde, cihaz ya da aletin sağlıklı takibinin yapılması hedeflenmektedir. Ayrıca tıbbi aletlerin bir arada kullanılmaları için oluşturulan setlerin sistem üzerinde tanımlanması, yönetilmesi, sterilizasyon süresine göre etkin kullanımını da sağlanmaktadır. Son olarak bu şekilde yapılandırılmış bir sistemin, tedarik zinciri sürecine girdiyi, kullanıcı müdahalesine gerek kalmadan, makine-makine etkileşimi ile üretebilmesi ve bu sayede sağlık kurumları

için, kayıp ve arızalı ekipmanların takibi ve yenilemesinin kolay hale gelmesi beklenmektedir.

İdeal olarak kurulan bir merkezi sterilizasyon ünitesi, zaman içinde ameliyat tekniklerinin gelişmesi ve çeşitli özelliklere ve yapıya sahip malzemelerin kullanıma girmesiyle yetersiz kalabilmektedir. Piyasada hizmet veren mevcut yazılımların çoğu da bu yeniliklere ve bu yeniliklerin neticesinde merkezi sterilizasyon ünitelerinin çalışma prensiplerinde gerçekleşen gelişme ve değişimlere ayak uyduramamaktadırlar. Bu projede geliştirilecek olan hem süreç yönetim modeli hem de bilgi sistemi devamlı olarak güncellenecek ve desteklenecek, böylelikle merkezi sterilizasyon ünitesinin çalışma modelinde gerçekleşecek tüm değişimlere ve iyileştirmelere açık olacaktır.

Çalışmanın teknolojik altyapı sınısınların interneti (Internet of Things) prensipleri doğrultusunda modellenmiştir. Çalışma dahilinde geliştirilen cerrahi aletlerin takibi için hazırlanmış bilgi sistemi, bu omurga üzerine entegre edilmiştir. Öncelikle yazılımın sahip olduğu tüm süreçler, yeni modellenen iş süreçleri ile uyumlu hale getirilmiş, ardından bilgi sistemiyle kablosuz bağlantı üzerinden haberleşecek mobil sistemci, barkod okuyucular ve yazıcılar gibi uç birim bileşenleri eklenmiştir. Uç birim bileşenlerin hepsi kendi IP adresine sahip, bir kısmı da (örneğin mobil istemciler) akıllı cihazlardan oluşmaktadır. Bu şekilde tasarlanmış bir omurga üzerinde oluşturulması, sistemin her an canlı ve devamlı takip edilmesine olanak sağlamaktadır.

Bunun haricinde, kullanılmakta olan tıbbi cihaz, cerrahi aletler ve bu aletlerin bir araya gelmesiyle oluşan setlerin tamamına akıllı etiket yerleştirilmektedir. Boyut gözetmeksizin, sterilizasyona tabii tutulacak, küçük ya da büyük tüm cerrahi aletlere barkod etiketi verilmektedir. Her ameliyatta kullanılacak olan cerrahi aletler belirlidir ve bir araya gelerek o ameliyat için özel cerrahi seti oluştururlar. Cerrahi setlerde bir aletin eksikliği bile, o setin tamamının ameliyatta kullanılamaması anlamına gelir. Herhangi bir ameliyattan sonra sterilizasyon işlemine tabii tutulmak üzere merkezi sterilizasyon ünitesine gönderilen cerrahi setin içindeki aletlerin kaybolmadan düzgün şekilde steril edilmesi ve işlem sonucunda da aynı şekilde setin bir araya getirilmesi gerekmektedir. Hem bu işlemleri, hem de setlerin sağlık kurumu içerisindeki takibini doğru şekilde yapabilmek için her setin üzerine, 134°C sıcaklık, su buharı, etilenoksit, hidrojenperoksit ve çeşitli kimyasallara karşı dayanıklı auto clave etiketleri yerleştirilecektir. Ayrıca bu cerrahi setlerin içinde taşındığı konteynırlara da pasif RFID etiketleri yerleştirilmiştir. Bahsi geçen konteynırlarda RFID uygulaması konusunda yapılan gerek sektörel gerekse yazın araştırmalarında benzer bir uygulama ile karşılaşılmamıştır. Konteynırlara yerleştirilecek olan pasif RFID etiketleri sayesinde, cerrahi setlerin bileşenlerinin tek tek barkod okuyucuyla okutulmasına gerek kalmayarak operasyonel süreci belirgin şekilde kısalmaktadır.

### C. Sağlayacağı avantajlar

Merkezi Sterilizasyon Ünitelerinin teknolojik donanımlarının artırılması ve işleyiş düzenlerinin iyileştirilmesi daha verimli, daha etkin, daha düzenli çalışmalarını sağlayacaktır. Bunun ilk olumlu etkisi hiç şüphesiz hastane enfeksiyonlarının azalması yönünde olacaktır. Bu sayede toplum sağlığının refahının yükseltilmesi sağlanacaktır. Toplum sağlığına yapılan yatırımlar üretken yatırımlardır ve ülke ekonomisine katkı olarak geri dönerler. Sağlık hizmetlerinin düzgün ve kaliteli olarak verilebilmesi için ihtiyaç duyulan lojistik destek sistemlerde aşırı harcamaları sınırlandırarak verimliliği artırma isteği daima ilk sıradadır. Sağlık kurumları bünyesinde lojistik destek hizmetlerinden birini veren Merkezi Sterilizasyon Üniteleri, sağlık harcamalarında ciddi kayıpların oluşmasında ya da ekonomik tasarrufların sağlanmasında önemli bir rol oynar. Kurum bünyesinde kullanılan tüm araç ve gerecin kaybolmadan, yeniden kullanıma hazır hale getirilebilmesi için sterilizasyon sürecinden geçirilmesi esnasında özel bir bilgi sistemi ile izlenmesi, sterilizasyon süreçlerinin tamamının takip edilebilmesi ve standartlara uygun hizmet sunumunun sağlanması gerekmektedir. Bu sayede özellikle kaybolan/çalınan donanımların kurum bünyesine ve dolayısıyla ülke ekonomisine yükleyeceği yenileme maliyeti bertaraf edilmiş olacaktır. Bu da küçük ölçekte sağlık kurumunun bütçesine, büyük ölçekte ise bünyesinde ciddi bir harcama kalemi olarak sağlık harcamaları ile başa çıkmaya çalışan devlet bütçesine olumlu bir katkı olarak yansıtacaktır.

Bu bildiride sunulan yaklaşım ile sağlık kurumunda bulunan cerrahi aletlerin, sarf malzemelerin, başka sağlık kurumlarına ödünç verilen cerrahi setlerin takibi sağlanmıştır. Cerrahi aletlerin, konteynerlerde, sepetlerde, yeşil bezlerde paketleme yöntemi kullanılarak işaretlenmesi ve takip edilmesi mümkün olmuştur. Bu yaklaşım ile tüm cerrahi setler sisteme tanıtıldığından setlerin yönetilmesi daha kolay hale gelmiştir.

Ayrıca çalışma dahilinde raporlama işlemini gerçekleştiren bir iş paketi de gerçekleştirilmiştir. Bu iş paketi sayesinde cerrahi aletlerin kullanımına dair (arızalı aletler, eksik aletler, son kullanma tarihi yaklaşan veya geçmiş setler v.b.) raporlar elde edilebilmektedir.

Yeni teknolojiler ile gerçekleştirilen Cerrahi Alet Takip Sistemi CATS, kullanıcıya Türkçe ve son derece kullanıcı dostu bir arayüz ve çalışır bir altyapı sunmaktadır. Sistem verilerini hızlı ve etkili bir şekilde işleyebilecek şekilde tasarlanan mimarisi ile yüksek performans, esneklik ve dinamiklik getirmektedir. Sağlık kurumlarına kurulan bu sistemin ayrıca şifreli olarak yedeklenmesi de yine proje dahilinde gerçekleştirilmiştir. Bu sayede sağlık kurumuna ait özel bilgilerin güvenli bir şekilde saklanması sağlanmıştır. Sunulan yazılım destekli uygulamanın var olan bakır sisteme göre artıları, getirdiği servisler her oda için ayrı ayrı Şekil-2'de gösterilmiştir.

• Kullanılmış setlerin gelmesi	• Kullanılmış setlerin gelmesi
• Set içeriklerinin gözle kontrol edilmesi	• Set barkodunun okutulması • Set içeriğinin ekranda görüntülenmesi • Aletlerin sisteme okutulması • Eksik veya kayıp olan aletlerin sisteme kaydedilmesi
• Aletlerin yıkanması	• Aletlerin yıkanması
• Aletlerin setlerle eşleştirilmesi	• Aletlerin setlerle eşleştirilmesi
• Setlerin ilk yıkama makinesine yerleştirilmesi	• Setlerin ilk yıkama makinesine yerleştirilmesi

(a) Kirli Oda İşlemleri (Normal Prosedür (solda), CATS ile (sağda))

• Kirli odadan setlerin gelmesi	• Kirli odadan setlerin gelmesi
• Aletin gözle kontrol edilmesi	• Set barkodunun okutulması • Set içeriğinin ekranda görüntülenmesi • Aletlerin sisteme okutulması • Eksik veya kayıp olan aletlerin sisteme kaydedilmesi
• Setlerin steril edilmek üzere Auto Clave cihazına yerleştirilmesi	• Set, SKT ve steril kalma süresi bilgisini içeren etiketin basılması • Sterilize edilecek setlerin barkodlarının okutulması • Setlerin steril edilmek üzere Auto Clave cihazına yerleştirilmesi
• Setlerin steril depoya gönderilmesi	• Depoya gönder barkodunun okutulması • Setlerin steril depoya gönderilmesi

(b) Temiz Oda İşlemleri (Normal Prosedür (solda), CATS ile (sağda))

• Temiz odadan setlerin gelmesi	• Temiz odadan setlerin gelmesi
• Setlerin raflara yerleştirilmesi	• Setlerin raflara yerleştirilmesi
• Talep edilen setlerin ameliyathane veya servise gönderilmesi	• Ameliyathane veya servise gönderilecek setlerin seçilmesi • Set barkodunun okutulması • Setlerin hangi tarihte, nereye gönderildiğini ve gönderen kişiyi içeren raporun çıkarılması • Setlerin kullanıma gönderilmesi

(c) Steril Depo İşlemleri (Normal Prosedür (solda), CATS ile (sağda))

Şekil 2. MSÜ'de Gerçekleştirilen Sterilizasyon İşlemleri (Normal Prosedür ve CATS Karşılaştırılması)

## IV. SONUÇ

Bu bildiride sağlık kurumlarının en önemli bölümlerinden biri olan Merkezi Sterilizasyon Ünitelerinin işleyişi için gerek iş modellemesi gerekse cerrahi alet takibine olanak sağlayan akıllı sistem modeli önerilmiştir. Bu model sayesinde tüm MSÜlerin daha yüksek performans ve verimle çalışacak, sağlık kurumları arasında ortak bir iş modeli ve çalışma standardı oluşturulmuştur. Çalışma dahilinde ayrıca cerrahi aletlerin takibini sağlayan yazılım tabanlı uygulama geliştirilmiştir. Çalışma ile tüm cerrahi aletlerin ve setlerin hangi tarihte, nerede olduğunu ve kim tarafından işleme alındığını kontrol ve takip etmek mümkündür. Ayrıca, önerilen yaklaşım ile sterilizasyon sürecinde işlem süreleri kısaltılmış, ve cerrahi setlerin son kullanma tarihlerine göre verimli şekilde kullanılması sağlanmıştır.

### YAZAR KATKILARI

Birinci yazar çalışmanın sorumlu yazarı olup Cerrahi Alet Takip Sistem yazılımını geliştiren kişidir. Geliştirdiği yazılımı ikinci yazar ile birlikte pilot sağlık kurumunda kurup, gerekli veri toplanması, istatistiksel veri analizi çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir.

Bildirinin ikinci yazarı yazılım tabanlı uygulamaya nesnelerin interneti prensiplerini başarılı bir şekilde entegre edip RFID teknolojisini sisteme dahil etmiştir. Birinci yazarla birlikte ağılık kurumunda gerekli çalışmaları gerçekleştirmiştir.

Üçüncü yazar ise iş model geliştirme çalışmalarında bulunmuş, var olan bakir sistem ile olması gereken sistem arasındaki geçişi yönetmiştir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Galatasaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından 15.401.003 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

### KAYNAKÇA

- [1] Y. Yavuz, "Esencan hastanesinde steril alet takımlarında bantlama ve kare barkod yöntemi ile sterilizasyon", Sila, Stirlması," in 2. Ulusal Sterilizasyon Ameliyathane Dezenfeksiyon Kongresi. DAS, 2014, p. 314.
- [2] N. Ayar, R. Dag, D. Mehel, and M. Sen, "Hasta güvenliği açısından sterilizasyon sürecinde karekod uygulaması," in 5. Uluslararası Sağlıkta Performans ve Kalite Kongresi. T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, pp. 665–665.
- [3] Colak and U. Guzel, "Accreditation experience in central sterilization unit," in 14th World Sterilization Congress. WFHSS, 2014, pp. 196–197.
- [4] A. Yıldırım, "Sterilizasyon ve dezenfeksiyon," Hastane Enfeksiyonları Kontrolü El Kitabı, 2004.
- [5] A. Yıldırım, "Sterilizasyon ünitesinin yapılandırılması ve iş akışı," 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 2005.
- [6] J. I. Shipp, "Surgical instrument recycling and tracking system," Dec. 20 1994, uS Patent 5,374,813.
- [7] O. Koçak, B. Özgöde, A. Koçoğlu, and O. Eroğlu, "A clinical engineering approach for design and management of central sterilization units," in TIPTEKNO15. IEEE, 2015, pp. 1–5.