



## Hastane Bilgi Yönetimi Sistemleri ile Entegre Olabilen, Desentralize Otomatikleştirilmiş İlaç ve Medikal Sarf Malzeme Yönetim Sistemi: ASTORE

### Decentralized Automated Medicine and Medical Consumables Management System Integrable with Hospital Management Systems: ASTORE

Esra Ekren<sup>1</sup>, Emir Gökberk Eken<sup>1</sup>, Kübra Boz<sup>1,2</sup>, Ahmet Boyraz<sup>1</sup>, Erman Atmaca<sup>1</sup>, Mustafa Kemal Kaplan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Acıbadem Sağlık Hizmetleri ve Tic. A.Ş.  
{esra.ekren,emir.eken,kubra.boz,ahmet.boyraz,erman.atmaca,kemal.kaplan}@acibadem.com.tr

<sup>2</sup> Acıbadem Üniversitesi  
kubra.boz@acibadem.edu.tr

#### Özetçe

İlaç uygulamaları tıbbi tedavinin vazgeçilmez parçasıdır. İlaç uygulama hatası, tıbbi hataların en yaygın tipi olup, bu süreçte yaşanan problemler, tedavilerde mortalite ve morbiditenin önemli sebeplerindedir. İlaç uygulama hatalarının önlenmesi için doğru ilacın, doğru hastaya, doğru dozda, doğru zamanda, doğru yolla verilmesi ve bu işlemlerin kayıt altına alınması gerekir. İlaç uygulama sürecinin yönetimi, takip ve kontrolü için dünya üzerinde çeşitli otomatikleştirilmiş ilaç dispenseri kullanılmakta olup Türkiye’de bu tip sistemlerin kullanımı yaygın değildir. ASTORE adını verdiğimiz ilaç ve medikal sarf malzeme yönetimi sistemi dispenserleri, dolapları, buzdolabı kilitleri ve duvar modülleri ile Hastane bilgi yönetim sistemleriyle kolaylıkla entegre olabilme kabiliyeti sayesinde, ilaç uygulamalarındaki manuel süreçleri otomatize ederek sağlık personelinin asıl görevleri olan “hasta bakımı” na daha kaliteli zaman ayırmalarına yardımcı olacak, iş yoğunluğu nedeni ile yaşanan hataları minimize edecek, hasta sağlığına yönelik riskleri en aza indirecek, kayıp/kaçak ilaç kullanımının önüne geçecek, anlık stok takip ve kontrolünü sağlayacak ve ithal muadillerinden yaklaşık %60 oranında daha düşük bir maliyetle pazara sunulabilecek, tamamıyla yerli kaynaklarla üretilen bir üründür. Bu çalışmada Hasta Güvenliğinin Sağlanmasına Yönelik İlaç ve Malzeme Yönetim Sistemi olan ASTORE sisteminin geliştirilme süreci teknik ve fayda açısından değerlendirilerek sunulmuştur.

#### Abstract

Medicine applications are inseparable part of medical practice. Medication errors is the most common error and problems faced usually is one of the main causes of morbidity and mortality. To prevent medication errors, it must be ensured that correct drug must be applied in correct

time with the correct dosage to the correct patient at the right time and those processes must be recorded properly. There are several automated medication dispensers used for following and controlling medication operation, however those devices is not commonly used in Turkey. ASTORE is a medicine and medical consumable management system that has capability to be integrated with hospital information management systems with its dispensers, cabinets, refrigerator locks and wall modules. This capability automatize the manual processes in medication and provides more time healthcare personnel to “patient care” much time and quality which is their main assignment. It also minimizes the errors caused by workload, illegal usage and loss of medicines, as well as provides immediate stock follow-up and control and cost approximately %60. The development process with technical and benefits of Medicine and medical consumables management system-ASTORE, which is produced totally domestic resources, presented in this article.

#### 1.Giriş

FDA 2010 yılında yayınladığı rapor ile ilaç hatalarını ” ilaçların sağlık çalışanlarının, hasta ya da bireylerin kontrolünde iken uygun olmayan kullanımı ya da hastaya zarar verebilecek önlenemez herhangi bir olay” olarak tanımlamıştır [1]. İlaç hataları:

- Yanlış hasta
- Yanlış ilaç
- Yanlış doz
- Yanlış formülasyon
- Yanlış yol/teknik
- Yanlış miktar
- Yanlış etiketleme/talimat
- Kontrendikasyon



## Klinik Mühendisliği

2. Gün / 16 Ekim 2015, Cuma

- Yanlış depolama
- Doz atlama/ihmal
- İlacın son kullanma tarihinin geçmesi
- Advers ilaç reaksiyonu

Olarak sınıflandırılmaktadır [2]. Hatalı ilaç uygulamaları hasta güvenliğini etkileyen en yaygın hata şekli olup, önlenabilir olaylar olması nedeni ile yaşanan can kaybı, manevi ve sağlık zararları ile yaşanabilecek maddi kayıpların önüne geçilmesi mümkündür. Bates ve arkadaşlarının yaptığı çalışma hastanelerde her 100 hastanın 6,5'inde ciddi sonuçları olan ya da potansiyel ters ilaç etkisi oluşturabilecek ilaç hataları görülmektedir. Meydana gelen advers ilaç etkilerinin %28'i önlenbilir hatalar olduğu ve en çok ilaç istemi verme ve ilaç uygulama aşamalarında gözlemlendiği ortaya çıkarmıştır [3]. Bunun yanı sıra araştırmalar hemşirelerin hasta bakımı ile alakalı geçirdikleri zamanın %16,9 ila %26,9'unun ilaç uygulama aşamasında geçirildiğini otomatik ve barkotlu sistemlerin bu süreyi %50'ye varan oranlarda azalttığını göstermektedir [4].

Özetle hastanelerdeki hasta yoğunluğunun dikkatsizliklere ve hastalara verilen ilaçlarda/dozlarda hatalara neden olduğu ve bu hataların zaman zaman ölümlerle sonuçlandığı bilinmektedir. Yapılan çalışmalar otomatik ilaç dispanser sistemlerinin hataları azaltmak, maliyet ve stok avantajı sağlamak gibi faydaları görülmüş ancak ülkemizde de pek çok hastane yüksek maliyetler nedeniyle bu ve benzeri cihazları kullanıma alamamıştır. Bu projeye, doğru hastaya doğru zamanda doğru ilacı/dozu vererek hasta güvenliğini sağlamak, ilaçları uygun koşullarda saklamak, ilaç stokunu düzenli takip etmek gibi fonksiyonlara sahip, mevcut sistemlerin eksikliklerini teknoloji/hemşire/eczacı ve hasta deneyimleri açısından değerlendirilerek geliştirilmiş yerli bir sisteme duyulan ihtiyacın karşılanması amaçlanmıştır.

## 2. Elektronik Kartlar

### 2.1. Elektronik devre kartlarının gömülü sistem yazılımının oluşturulması

Sistemde bulunan tüm uç birimlere bağlı kartların yönetimi Ana Kontrol Kartı üzerinde bulunan işlemcide koştan gömülü yazılım tarafından sağlanmaktadır. Bu yazılım C dilinde hazırlanmış olup temel olarak bilgisayardan gelen komutları işleyerek istenilen işlemi I2C ara yüz üzerinden ilgili uç birimin adresi ile o uç birime yönlendirme işlemini yapmaktadır.

Bu gömülü yazılım 4 temel komutu esas almaktadır:

- **AÇ komutu:** Bu komut, ilgili uç birime bağlı kilidin açılmasını sağlayan komuttur. Bu komut ile birlikte gömülü yazılım ilgili uç birimin adresini oluşturur ve o birimdeki kilidi adresleyerek kildin açılmasını sağlar.
- **DURUM komutu:** Bu komut ile ilgili uç birime bağlı kilidin durumu sorgulanır. Bu durum bilgisini açık/kapalı/hatalı değerleri oluşturur. Ayrıca bu durum bilgisiykle kilidin tipi de anlaşılabilir.

- **Sıcaklık/nem sensörüne gönderilen durum komutu** ise o sensörden ortamın sıcaklık ve nem değerlerinin okunmasını sağlamaktadır.

- **YAZ komutu:** Bu komut, ilgili uç birimdeki dâhili hafızaya bilgi yazmayı sağlamaktadır. Bu komut ile kullanıcın ihtiyacına bağlı olarak stok kontrolü, şifre ile kontr ol, hücreye has bilgi etiketi (ID) gibi pek çok uygulamanın geliştirilmesi sağlanmıştır.

- **OKU komutu:** Bu komut, ilgili uç birimdeki dâhili hafızaya yazılan bilginin geri okunmasını sağlamaktadır.

Komut yapısı temel olarak 3 byte uzunluğunda bir yapıda tasarlanmıştır. İlk byte "Komut Kodu" alanıdır. Bu alan ile yukarıda açıklanan 4 komuttan biri seçilir. İkinci byte "Tip/Sıra No" alanıdır. Bu alan ile hangi tip (dolap/çekmece/hücre) ve hangi numaralı uç birime erişileceği seçilir. Üçüncü byte "Hücre No" alanıdır. Bu alan ile hangi numaralı hücreye erişileceği seçilir.

Ana Kontrol kartında bulunan gömülü yazılım bilgisayardan bu komut yapısıyla gelen komutları çözer, ne tür bir işlem yapılacağını belirler, erişilmek istenen uç birimin adresini oluşturur. Daha sonra I2C ara yüz üzerinden bu uç birime erişerek gerekli işlemin gerçekleşmesini sağlar ve uç birimden gelen geri dönüş değerini bilgisayarın anlayacağı şekilde işleyerek seri port üzerinden bilgisayara gönderir.

### 2.2. Elektronik devre kartlarının tasarımı ve üretimi

Projenin donanımsal ve elektronik devre tasarımlarında I2C Protokolüne uyum sağlanmıştır. I2C, protokolünün kullanımı ile seri haberleşme yapılarak bağlantı sayısı azaltılmış ve sistem modüller hale getirilmiştir. Sistemdeki her bir kilidin kendine ait bir adresi olması sayesinde tüm kilitler birbirinden bağımsız olarak kontrol edilebilmektedir. Bütün kilitlerin açık ya da kapalı olma durumu bilgisi sistem tarafından sorgulanabilmektedir. Bu sayede açık kalan ya da açılmayan hatalı elektronik kilitler tespit edilebilmektedir. Ayrıca kilit kontrol kartları üzerinde bulunan dâhili hafıza sayesinde hücre üzerinde stok kontrolü, şifre ile kontrol, hücreye has bilgi etiketi (ID) gibi çok çeşitli uygulamalar da ihtiyaca bağlı olarak gerçekleştirilecek esnek bir yapı sağlanmıştır.

Kullanılan elektronik kartlar;

- **Ana Kontrol Kartı:** Bilgisayardaki seri port (USB'den dönüştürülen) üzerinden gelen komutlar işlenir ve istenilen işleme uygun olarak yeniden oluşturulan komut ilgili uç birime o birimin adresi kullanılarak I2C ara yüz üzerinden iletilir. Sistemdeki uç birimlerden I2C ara yüz üzerinden gelen yanıt bilgisi ise anlamlandırılarak seri port üzerinden bilgisayara gönderilir.
- **Isı ve Nem Sensör Kartı:** Ana İstasyon ve buzdolabı üzerinde bulunan bu sensör ile ortamın ve



## Klinik Mühendisliği

2. Gün / 16 Ekim 2015, Cuma

buzdolabının ısı ve nem değerleri ölçülerek kullanıcı ile bu değerler paylaşılır.

Üretimi yapılan elektronik kartlar;

- **BUS MUX Kartı:** I2C haberleşme protokolü en fazla 256 adet farklı adresi desteklediği için sistemi daha esnek bir hale getirmek ve genişlemeye açık bir yapı kurmak amacıyla ana kontrol kartı üzerinden gelen I2C sinyali bu kart yardımıyla çoğaltılarak farklı uç birimlere dağıtılır (MUX işlemi). Yine uç birimlerden gelen I2C sinyali de bu kart üzerinde birleştirilir (DEMUX işlemi) ve ana kontrol kartına gönderilir.

- **Çekmece Altı Kartı:** Hücrelerin bulunduğu çekmecenin altında bulunan bu kart hücreler ile ana kontrol kartının iletişimini sağlamaktadır. Hücrelerin adres bilgileri de bu kart üzerinde tutulur. Bu sayede hücre arızası gerçekleştiğinde bir başka hücrenin ya da yeni bir hücrenin kolaylıkla bu arızalı hücrenin yerine geçmesi sağlanır. Ayrıca yine bu kart üzerinde bulunan sinyal yükselticiler vasıtası ile BUS MUX kartından gelen I2C sinyalinin uç birimlere güvenle ulaştırılması sağlanır.

- **Çekmece ve Dolap Kilit Kartı:** Çekmece ve dolaplardaki elektronik kilitlere bağlanak bu kilitlerin kontrol edilmesini sağlar. Her elektronik kilide bir elektronik kart bağlanmaktadır. Kilidin adresi kart üzerinde bulunan anahtarların konumları ile belirlenmektedir. Bu kart aynı zamanda dolap içinde bulunan aydınlatmanın da kontrolünü sağlar. Dolabın istenilen bölümünü açmak üzere bu karta gönderilen komutla kilit açıldığında ilgili bölümün aydınlatması da çalıştırılır.

- **Hücre Kilit Kartı:** Hücrelerin her birinin içinde bulunan bu kart kilidin kontrol edilmesini ve kilidin açık/kapalı/hatalı durum bilgilerinin alınmasını sağlamaktadır. Kart üzerinde kırmızı ve mavi olmak üzere iki adet LED bulunmaktadır. Bilgisayardan kilit açma komutu geldiğinde eğer kilit başarıyla açılırsa mavi LED yanar ama eğer kilit herhangi bir sebepten dolayı açılmazsa bu hata durumunu kullanıcıya görsel olarak bildirmek üzere kırmızı LED yanar ve hata düzelene kadar yanık kalır.

Kart üzerinde bulunan bir anahtar yardımıyla kartın bulunduğu hücrenin tipi de (birli, ikili, üçlü, dördü) belirlenebilmektedir. Ayrıca yine bu kilit kartı üzerinde bulunan dâhili hafıza ile kullanıcının isteğine bağlı olarak çok çeşitli uygulamaların yapılabilmesi sağlanmaktadır.

- **Buzdolabı Kilit Kartı:** Buzdolaplarındaki elektronik kilitlere bağlanak bu kilitlerin kontrol edilmesini sağlar. Her elektronik kilide bir elektronik kart bağlanmaktadır. Kilidin adresi kart üzerinde bulunan anahtarların konumları ile belirlenmektedir.

- **Buzdolabı Display Kartı:** Buzdolabındaki Isı ve Nem Sensör Kartından gelen sıcaklık değerini kullanıcıya gösterir.

### 3. Yazılım

#### 3.1. ASTORE kullanıcı arayüz yazılımının oluşturulması

ASTORE kullanıcı ara yüzü, Microsoft .Net Framework 4.0 mimarisi üzerinde WPF (Windows Presentation Foundation) teknolojisi kullanılarak yazılmıştır. Programlama dili olarak C# kullanılmıştır. Ayrıca MVVM (Model-View-View-Model) ve MVP (Model-View-Presenter) tasarım modelleri kullanılmıştır.

Uygulama dokunmatik ekran üzerinde çalıştığından dolayı ekranda kullanılan öğe kontrollerin hepsi tasarım ve kullanıcı kolaylığı açısından dokunmatik ekranlara uygun olarak geliştirilmiştir (Buton, combobox, textbox vb. kontroller boyut olarak büyüktür). Ayrıca bütün veri girişleri sanal klavye ile sağlanmaktadır.

Tasarım ve görsel değişiklikler için WPF ile gelen kaynak dosyaları kullanılmaktadır. Avantajı bir noktadan bütün görsellere müdahale edebilmektir. Microsoft .Net Framework 4.0 mimarisi üzerinde WPF teknolojisi kullanılmıştır. Kullanıcı ara yüz yazılımı ve gömülü sistem yazılımının entegrasyonu için; elektronik devre kartları ile WPF uygulamasının Com Port seri üzerinden haberleşme sağlanmıştır. Ara yüz yazılımın geliştirilmesi kapsamında ise; C# alt yapısında Model-View-View-Model (MvVM) ve Model-View-Presenter (Mvp) tasarım modelleri kullanarak yazılım geliştirmesi yapılmıştır.

#### 3.2. HIS ile entegrasyon

ASTORE uygulaması farklı sistemler ile entegre olarak çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. İlk etapta Hasta Bilgi Sistemi ile veri tabanı üzerinden entegrasyon sağlanmıştır. Bu entegrasyon çift yönlüdür.

Kullanıcı Aktarımı

İlaç Bilgisi Aktarımı

Hasta Bilgileri Aktarımı

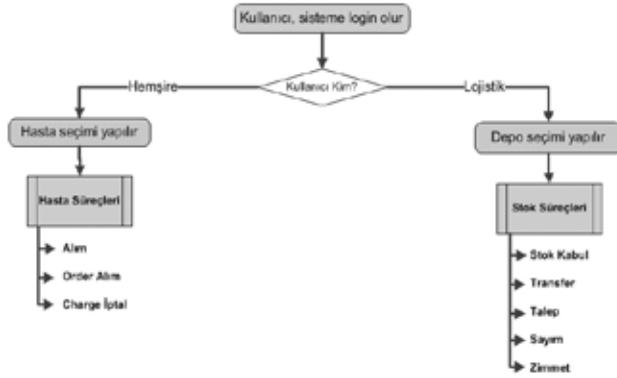
Hasta Order Aktarımı

Depo Bilgileri Aktarımı

Kullanıcı (hemşire, eczacı vb.), kullanıcı adı ve şifre, kart veya parmak izi ile sisteme giriş yaparak Dolum, Boşaltım, Sayım, Charge ve Charge İptal işlemleri yapar. Bu işlemler AStore tarafında kayıt altında tutulur ve her 1 dk'da çalışan entegrasyon ile Hastane sistemine gönderilir.

### 3.3. İş Akış Şeması

Astore ile hasta ve stok Yönetimi süreçleri birlikte yürütülebilmektedir. Aşağıda AStore üzerinden yürütülebilen süreçlerin genel yapısı şematik olarak gösterilmiştir:



Şema 1. AStore uygulaması genel iş akışı

### 4.Sonuç

Astore muadil ürünlere karşı yarattığı maliyet avantajının yanı sıra, donanım ve yazılımı ülkemizde üretilen ilk yerli ilaç ve stok malzeme yönetim sistemi olarak sesli uyarı sistemi, nem ve ısı ölçme özelliği, barkod basım, gerçek zamanlı raporlama ve şahitli narkotik ilaç alımı gibi birçok yeni özelliğe de sahiptir. Benzerlerine kıyasla sağladığı %50 ilk kurulum ve bakım maliyeti ve kayıp kaçak maliyetinde yarattığı %40'tan fazla avantaj sağlamaktadır. Bunun yanında hasta ilaç kayıtlarının düzenli kaydı ve takibi, ilaç ve sarf malzeme stok yönetiminin sağlanması, ilaç-ilaç etkileşimlerinin takibi ve narkotik ilaç güvenliğinin sağlanması gibi birçok konunun yanında yarattığı operasyon kolaylığı ile günümüz güvenli ilaç uygulamaları arasında ilk yerli ürünümüz olarak yurt içi ve yurtdışı pazarda geniş bir yer bulmuştur.

### 5.Teşekkürler

AStore projesi TÜBİTAK TEYDEB 1501- Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiş olup, proje başarıyla sonuçlandırılarak seri üretim aşaması başlatılmıştır. Projenin geliştirilmesi ve seri üretime geçmesi aşamasındaki destek ve çalışmaları için Tanzer Özdil, Afşın Karapınar, Ümit Altun ve Ruhi Ergün'e teşekkürlerimizi sunarız.

### Kaynakça

- [1] U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Drug Evaluation and Research, «Safety Considerations for Product Design to Minimize Medication Errors,» U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Drug Evaluation and Research, New Hemisphere, 2012.
- [2] J. Aronson, «Medication errors: what they are, how they happen, and how to avoid them,» *QMJ*, pp. 513-521, 2009.
- [3] C. D. L. N. P. L. S. S. S. D. L. G. Bates DW, « Incidence of adverse drug events and potential adverse,» *JAMA*, pp. 29-34, 1995.
- [4] S. Y. T. F. Tsai SL, «Comparing the working time between Bar-Code Medication Administration system and traditional medication administration system: and observational study,» *Int J Med Inform*, pp. 681-689, 2010.