

HASTANELERDE ENTEGRE BİNA YÖNETİM SİSTEMLERİ, KAZANIMLAR VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Gökhan İŞBİTİREN

Schneider Electric

gokhan.isbitiren@schneider-electric.com

ÖZET

Akıllı teknoloji altyapısının mimarisi, hastalar, personel, sağlık kuruluşu ve çevre ihtiyaçlarının şimdi ve gelecekte en iyi şekilde karşılanması amacıyla, hastane hizmetlerinin mümkün olan verimli şekilde gerçekleştirilebileceği şekilde tasarlanmıştır. Akıllı teknoloji altyapısı üzerinden birbirine bağlanan çeşitli sistem entegrasyonu enerji verimi, hasta güvenliği, personel üretkenliği, ve hasta memnuniyeti açısından iyileştirmeler sağlamak için ilave bir zeka ve otomasyon katmanı sağlar ve sağlık tesisinin yaşam döngüsü boyunca yeni teknolojilerin ekonomik bir şekilde kullanımı için sağlam bir temel oluşturur. Bu makalede akıllı teknoloji altyapısı üzerinden birbirine bağlanan sistemler tanıtılmış ve entegrasyonları sonucundaki yönetim şekli önerilmiştir. Entegre sistemlerin uygulama örnekleri verilerek bu yaklaşımın gerekliliği anlatılmış ve bu teknolojilerin gelecekteki şekilleri verilerek sonlandırılmıştır.

1.GİRİŞ

Hastaneler kompleks binalardır. Ameliyathane, yoğun bakım, doğum üniteleri, laboratuvarlar, ilaçların, doku ve organların saklandığı alanlar ve veri merkezleri bulunur. Bu kadar kompleks bir yapı olan hastanelerin aşağıdaki ihtiyaçları bulunmaktadır:

- Hasta ve personel konfor ve verimliliği
- Hastalar için hemşire çağrı sistemleri
- Kritik alanlarda sıcaklık, nem, basınç değerleri
- Taze hava oranları ve iç hava kalitesinin artırılması
- Enerji verimliliği
- Güç kalitesi
- Regülasyona tabi yaptırımlar
- Kritik alarm yönetimi
- 7/24 izleme
- Aydınlatma kontrolü ve uygun aydınlatmanın sağlanması
- Bebek kaçırılmalarının engellenmesi ve Hastane Güvenliği İhtiyaçları
- Hasta, personel, ziyaretçi güvenliği
- Psikiyatri hastaların korunması
- Eczane güvenliği
- Ameliyathane ihtiyaçları güvenliği

- Departmanların kendilerine ait kuralları
- Asansör ve otopark yönetimi ve güvenliği
- Enfeksiyon riskinin azaltılması
- İç gürültünün azaltılması
- Hasta ve ekipmanların izlenebilirliğinin artırılması

Bu kadar farklı ve kritik ihtiyaçları karşılamak için bu ihtiyaçları tek tek karşılayan sistemlerin entegre bir şekilde çalışması gereklidir. Entegre olarak tasarlanmayan sistemlerde karşılaşılabilecek problemler aşağıda sıralanmıştır:

- Farklı üreticilerden kaynaklı farklı ağlar
- Çok sayıda öğrenilmesi gereken sistem
- Arızaların kompleks bir şekilde bulunup giderilmesi
- Yüksek yatırım ve işletme maliyetleri
- Enerji verimliliğini sağlamada zorluklar
- Kullanılan ürün ve sistemlerin aynı işlevselliği gerçekleştirebilmesi

Entegre sistemler, kompleks sistemlerin operasyonunu ve kontrolünü basitleştirir, yatırım ve operasyonel masrafları azaltır ve güvenliği artırır. Entegre tasarlanan hastane binaları yönetim sistemleri yatırım maliyetlerini %25'e kadar düşürebilir. Ortak tasarlanan IT altyapısı ile veri, IT mimarisi,

ve kablolama ortak olacak ve devreye alma zamanı ve masrafı azalacaktır. Birden fazla amaç için kullanılacak ürünler ile gereksiz ürün sayısı azaltılabilecektir. Örneğin kartlı geçiş, aydınlatma ve ısıtma/soğutma için aynı sensörün kullanılması ile sensör sayıları ve maliyetleri azaltılabilir, sonrasında bakım masrafları da minimuma indirilmiş olur. Projede kullanılan kaynakların da ortaklanması ile farklı fonksiyonlar için tek proje, tek proje yönetimi, sahada kullanılacak tek ekip, ortak eğitimler, devreye almada ortak kaynakların kullanılması sağlanacaktır.

Farklı sistemlerin birlikte çalışması sonucu gereksiz kullanımlar azalacak, sistem sayılarının azalması ile bakım masrafları azalacaktır (yazılım versiyon yükseltmelerinin uzaktan yapılabilmesi, yazılım üzerinden kimi testlerin yapılabilmesi, uzaktan servis, uzaktan okuma, tek ekiple birden çok sistemin bakımının yapılabilmesi, fazla sayıda farklı bakım anlaşmalarına gerek kalmaması).

Sürdürülebilir bir hastane inşa edilebilmesi için enerji verimli bir sistem tasarlanmalıdır. Enerji dağıtım ve güç yönetimi tarafındaki trendlere bakarsak; enerji maliyeti yönetimi (enerji maliyetleri operasyonel bütçenin %30'unu oluşturmaktadır), sürdürülebilirlik (regülasyonların yatırımcıları ve operatörleri enerji verimli stratejilere yönlendirmesi), bir binanın yaşam döngüsündeki masrafların %75'inin operasyonlar sırasında harcanması, elektrik kesintilerinin ciddi bir ekonomik kayba sebep olmasını sayabiliriz. Enerji sürekliliği, güvenlik, regülasyonlara uygun sistemler ile hastane yönetimi huzurlu bir şekilde operasyonlarına devam edebilir, istenildiğinde sistemden her türlü kompleks rapor da çekilebilir.

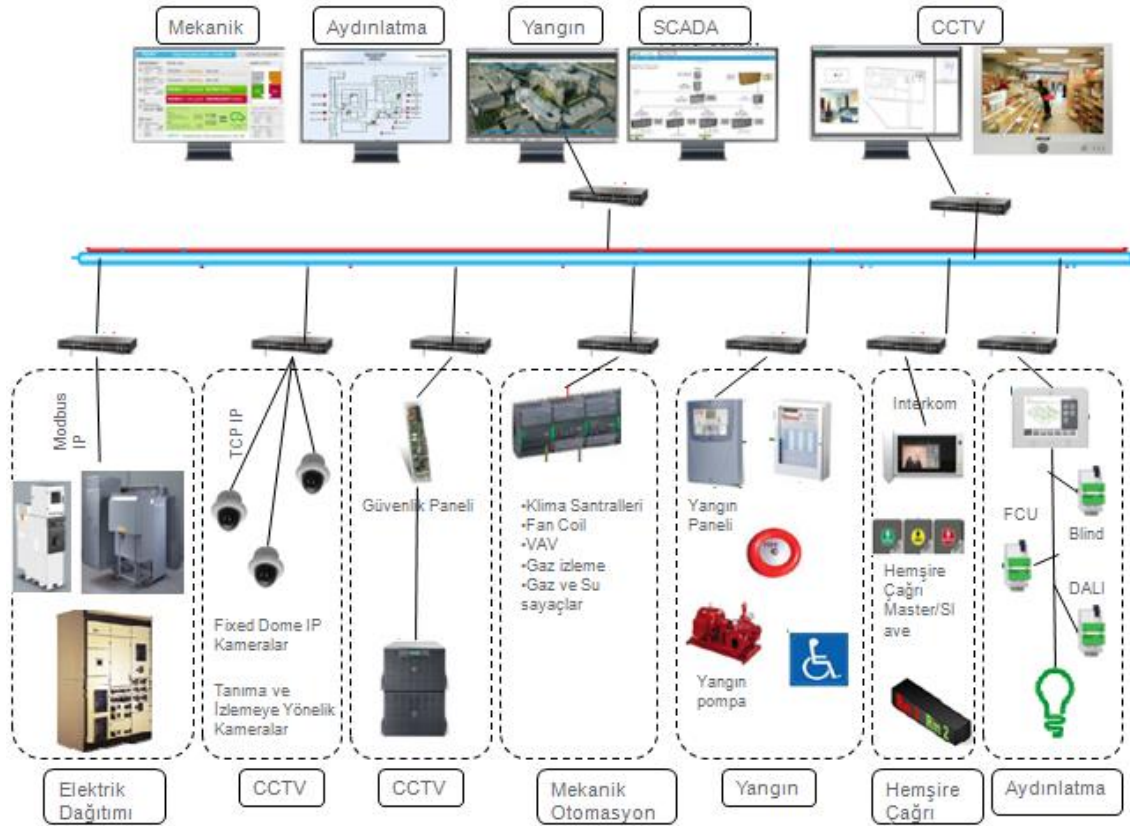
Bütün sistemlerin entegre çalışması ile hasta odaları uzaktan izlenebilecek, istenilen sıcaklık, basınç ve nem ayarları yönetilebilecek, hastalar ihtiyaç duyduklarında hemşileri kolayca çağırabilecek, acil test ve müdahale gerektiğinde gerekli araçlar gerçek zamanlı

izleme sistemi ile kolayca bulunabilecektir. İspanya'da Quiron Grup'un 760 yataklı hastane yatırımda kullanılan entegre sistemlerle operasyonel masraflar %38 oranında azaltılmıştır. İsveç'te Region Fastigheterin 3 hastanesi için yapılan enerji etüdünde ısıtma, enerji, ve su kullanımında %30'lara varan ciddi kazanımlar öngörülmüştür [1].

Bildirinin 2. Bölümünde hastane binalarında kullanılan sistemler açıklanmış, 3. Bölümde bu sistemlerin fiziksel ve operasyonel mimarileri verilmiştir. 4. Bölümde bu sistemlerin entegre çalışmaları ile ilgili uygulama örnekleri verilmiş, 5. Bölümde bildiri sonuçlandırılmıştır.

2. Sistemlere Genel Bakış

Hastaneler aşağıda belirtilen alt sistemlerden oluşur:



Şekil 1 Entegre Sistem Mimarisi

2.1 Aydınlatma Kontrol Sistemi

Gün ışığını olabildiğince kullanıp ışıkları olabildiğince kullanmamaya dayalı bir sistem hem daha doğal hem de enerji verimlidir. Işıkların açık olup perdelerin kapalı olması durumu azaltılmaya çalışılan bir durumdur. Bu şekilde ısıtma soğutma sistemi de güneş ışığına ters bir şekilde çalıştırılmamış olur. Sabit ışık regülasyonu ile sadece istenen seviye aydınlatma kullanılır ve aydınlatmadan kaynaklı enerji kaybı azaltılmış olur. Tuvaletlerde, koridorlarda ve bekleme salonlarında kullanılan varlık sensörleri ile yine gereksiz aydınlatmanın önüne geçilebilir. 300 yatak üstü devlet hastanelerinde aydınlatma otomasyonu zorunludur [2]. Gün ışığı kontrolü için yalnızca bina cephelerine gün ışığı sensörleri yerleştirilecektir. Hasta odası tuvaletlerinde iki armatürü aynı anda yakacak şekilde bir adet hareket sensörü kullanılacaktır. Hasta odalarında dim edilebilir balastlar (DALI) kullanılacaktır.

Oda içi kontroller oda girişine konulacak anahtarlar (tesisatta liht anahtarlar kullanılacaktır) ve yatak başı ünitelerinden manuel olarak yapılabileceği gibi, mevcut hemşire çağrı sisteminden alınacak bilgilere göre, ilgili hastaya ait müdahale armatürün yanmasını sağlayacak şekilde, aydınlatma senaryosu devreye girebilecektir [2].

2.2 Entegre Güvenlik Sistemleri

Sağlık kampüsleri, hastaneler büyüdükçe güvenlik risklerine maruz kalmaktadırlar.

Video yönetimi ve ağ sistemleri ile merkezi ve dağınık bir mimari ile hastanelerde izleme ve güvenlik sağlanabilir. Hastaları, personeli, ziyaretçileri izlemek, kimi kritik alanları izlemek, hastaların ve personelin güvenliğini sağlamak, çeşitli sorumluluklara ve iftiralara karşı delil olarak kullanmak, operasyonel verimliliği artırmak, regülasyonları sağlamak için bu tip sistemler kullanılmaktadır.

Kullanılan sistemler, IP CCTV, Erişim Kontrolü, Personel Saldırısı, Video Intercom, izinsiz giriş algılama gibi alt sistemlerdir.

2.3 Mekanik Otomasyon

Hastanelerde tedavinin yanısıra en önde gelen gereklilik hijyenin sürekli sağlanmasıdır. Hastanelerde klima sisteminin fonksiyonları sıcaklık ve nem kontrolünün yanısıra havada taşınabilen mikroorganizma ve toz oranında, atık anestezi gaz ve kötü kokuların oranında önemli ölçüde azalma sağlamasıdır [3]. Ameliyathanelerde ise enfeksiyon risklerini düşürebilmek için ameliyat masasının üstü ve alet masası gibi özel koruma gerektiren alanlarda havada taşınabilen mikroorganizma konsantrasyonunun belirlenen limitlerin altında tutulması ve odalar arasında gerekli hava akışının sağlanması gibi hijyenin sağlanması için gerekli hayati faktörler ancak iyi projelendirilmiş klima sistemleri ile mümkün olmaktadır [3]. DIN 1946/4'e göre oda sınıfları belirlenmiş, bu sınıflar için çeşitli seviye ve kalitede filtreler önerilmiştir [3]. Hava filtrasyonu, filtrenin yerleri, taze hava oranları, üfleme hava debileri, resirküle hava kullanımı, odalar arası hava akışı, gürültü seviyeleri, hava kanalları, hava sızdırmaz damperler, taze hava emiş kanalları, basınçlı hava kanalları, egzost ve resirküle hava kanalları, hava kilitleri, duman atış kanalları, yangın damperleri, filtreler, fanlar, nemlendiriciler, CAV/VAV kutuları ısıtma/soğutma kapsamındadır. Ameliyathanelerdeki HVAC sistemi ameliyat masasını üstü ve alet masası gibi özel koruma gerektiren alanlarda (korunmuş bölgelerde) havada taşınabilen mikroorganizma konsantrasyonunu belirlenen limitlerin altında tutmalıdır. Odalar arası gerekli hava akışını sağlamalıdır. İnsanların olduğu bölgede atık anestezi gaz konsantrasyonunu ve diğer malzeme yüklerini belirlenen limitler içinde tutmalıdır [3]. Oda şartlarını (sıcaklık, nem, temiz hava, koku vb.) devam ettirmelidir.

Hastane hijyenik ortamları için tasarlanan sistemlerin standartlarda belirtilen tasarım şartları ve çalışma koşullarını yerine getirmesi gerekli olup sıcaklık, nem, hava değişim

sayıları, parçacık ve mikroorganizma sayısı, basınç, hava akışı, hava hızı gibi parametreleri standartlarda belirtilen seviyelerde tutmalıdırlar [4].

Bütün bunları sağlamak için havalandırma sistemi uzaktan izlenir ve belirlenmiş değerlerin dışına çıktığında aksiyon alınır. Bunun için vanalar, vana motorları, damper motorları, frekans konvertörleri, aktüatörler, sıcaklık, nem, basınç, akım, debi sensörleri kullanılır ve bir otomasyon yazılımı üzerinden izlenir.

Washington St. Joseph Hastane'sinde yapılan enerji etüdü sonrasında mekanik sistemlerde 192.000\$'lık masraf belirlenmiş ve yıllık 108.000\$'lık geri kazanım ile yatırımın geri dönüşü 1,8 yıl olarak hesaplanmıştır [7]. Texas'taki Shriners Hastanesi'nde varlık sensörleri ve aydınlatma sistemlerinde yapılan iyileştirmelerle senede 220.000\$'lık kazanım olmuştur [7]. Hava değişimlerini otomasyona alıp termostatların setpointlerini ayarlayarak yıllık yaklaşık 7500\$'lık kazanım sağlanabilir.

2.4 Enerji Yönetimi ve SCADA

Hastanelerde enerji kullanımı 1995'ten beri daha fazla teknoloji, hasta ve veri merkezlerinden dolayı %36 artmıştır [10]. 1995'ten beri enerji masrafları %20 artmıştır [11]. Hastanelerin kar oranları son 10 yılda %6,5'tan %5,2'ye düşmüştür [12]. Bu trend devam edecek gibi gözükmektedir çünkü 2050 yılında 60 yaşından daha yaşlı insan sayısı 3 katı artacaktır. Teşhis ve tedavi sırasında kullanılan ekipmanlar dijitalleşmiş ve daha fazla enerji ihtiyacı vardır. Hasta konforu için enerji harcamaları artmıştır [1].

Elektriksel sistemin sağlığının izlenmesi, enerji kullanımının muhasebesi, ve güç kalitesi farkındalığı için enerji izleme sistemleri kullanılmaktadır. Sistemdeki bütün motorlu şalter değişiklikleri, değişikliği yapan kullanıcı adı ve işlem tarihi ile sistem veritabanında saklanmalıdır. SCADA yazılımı üzerinden jeneratör senkronizasyonu ve yük yönetimi sistemi tarafından yönetilen bütün şalterler izlenebilmeli ve kontrol edilebilmelidir. Elektriksel ekipmanların ve

önemli varlıkların izlenmesi ile mekanik ve elektriksel arızalar birbirinden ayırt edilebilir. Ayrıca trafolar, kesiciler, kesintisiz güç kaynakları, jeneratörler ve kapasitörlerin izlenmesi sağlanır. Bu şekilde kritik alamlar izlenebilir, raporlanabilir ve sistemde tarihsel kayıt olarak saklanabilir. Enerji muhasebesi ile enerji harcamaları izlenebilir, ve masraflar kullanıcı bazında (müşteri, departman, kat bazında vb.) görüntülenebilir. Enerji harcama hedefleri konulup bu hedefler izlenebilir. Güç kalitesi farkındalığı ile güç faktörü, harmonikler, gerilim bozuklukları izlenip azaltılabilir, güç kayıpları azaltılabilir ve ekipmanların ömürleri uzatılabilir. Bu raporlarla enerji sağlayıcıdan düşük kaliteli enerji sağlanması durumunda hak iddia edilir hale gelinir. Güç kalitesi ile ilgili IEC 61000-4-30, EN50160, IEEE 519 gibi standartlara uyumluluk sağlanır.

Enerji izleme sistemi ile bütün elektriksel sistemin tek hat şeması izlenebilir, gerçek zamanlı arıza tespiti yapılabilir ve alarmlar ayarlanabilir. Enerji tasarrufları, enerji kesintileri, yük tipleri, enerji masrafları, CO2 emisyonu, hava durumu gözlemlenebilir. Farklı müşteri tiplerine, farklı ekipman modeline göre enerji harcama kıyaslamaları yapılabilir.

Otomatik alarm sistemi, tek hat şemaları ve arıza yeri tespit etme ile arızaların süresini kısaltır. Jeneratör ve otomatik transfer beslemeleri, ana dağıtım panolarının izlenmesi, kesintisiz güç kaynağının durumunun izlenmesi ve kalan süresinin izlenebilmesi enerji sürekliliği için kritik izleme fonksiyonlarından. Yedek performansını artırmak için yük trendlerini izleme ve yedek sistemlerin aylık test raporlarının izlenmesi gerçekleştirilir. Önleyici bakım kapsamında jeneratör, UPS, alçak gerilim kesicileri izlenir ve yaşlanmaları ve açma/kapama sayıları izlenir. Aylık jeneratör testleri (NFPA standardına uygun), jeneratör yük durumu raporu (EPA önerisi), jeneratör pili sağlık raporu (pillerin ne zaman değiştirileceği), jeneratör kapasite raporu, ekipman kapasite raporu (pik yükün değişimine göre), alçak gerilim kesici

yaşlanması, UPS aylık otomatik testleri, izolasyon testleri varlık performansını artırmak için yapılır. Kesicilerin yük toleransların doğru belgelenmesi ile şebeke genişletme kolaylığı sağlanır.

Varlık performansı için yük trendlerinin izlenmesi, jeneratör ve UPS sistemine aylık testler yapılır, medikal cihazlardaki kaçak akımdan korunmak için uygun izolasyon eğrileri ile çalışılır, jeneratör ve UPS'lerde pil durumu izlenir, alçak gerilim kesicilerinin ömrü izlenir. Jeneratörle ilgili aylık rapor, yük durumu özeti, aktivite raporu, pil sağlık durumu, jeneratör kapasite raporu gibi raporlar çekilebilir. Pik yüke karşı ekipman kapasiteleri belirlenir, kesitirimci bakım için alçak gerilim kısımları izlenir, pil sağlığı için UPS testleri yapılır, izolasyon performansı raporları çekilir.

250 yataklı bir hastane yıllık yaklaşık 1M€ kayıp verir. Güç kesintisinin maliyete etkisi ile ilgili çeşitli hesaplamalar vardır. [15]'e göre bir hastanede 8 saatlik bir elektrik kesintisi 180 odalıklı bir hastaneye 1 milyon dolarlık bir masraf getirmektedir. Güç güvenilirliğinin karlılık üzerindeki etkisi 636k\$ ve 1 saatlik güç kesintisi sırasında tehlikeye atılan hayatlar kadardır [6]. [5]'te bir günlük güç kesintisi yüzünden ortaya çıkan gelir kaybı 700.000\$ ile 4M\$ arasında olduğu belirtilmiştir.

2.4.1 Senkronizasyon

Çoklu Jeneratör senkronizasyonu ve Şebeke Jeneratör Senkronizasyonu olarak iki kısımda incelenebilir. Çoklu jeneratör senkronizasyonunda sadece jeneratörler arası senkronizasyondan bahsedilmektedir. Jeneratör setlerinin sürekli çalışacağı düşünülmelidir. Şebeke jeneratör senkronizasyonunda Şebeke jeneratör senkronizasyonu aksi belirtilmediği müddetçe yumuşak geçişli senkronizasyon olarak kabul edilecektir. Ve bu durumda şebeke enerjisinin kesilmesiyle veya ayarlanan limit değerlerinin dışına çıkmasıyla jeneratör(ler) çalışıp acil yükleri besler. Şebeke enerjisi ayarlanan limit değerler içine dönerse jeneratör şebeke ile paralel olup yükü kademeli olarak şebekeye aktardıktan sonra kesicisini açar ve

ayarlanabilen süre kadar soğutma çalışması yaptıktan sonra durur [2].

2.4.2 Yük Alma/Atma Otomasyonu

Yük alma ve yük atma otomasyonu, acil öncelikli yüklerin beslenmesini, çalışan jeneratör sayısı ve öncelik sıralamasına göre optimize edecek ve jeneratörlerin devreye girmesi esnasında aşırı yüklenerek devre dışı kalmasını önleyecektir. Acil enerji barasından çekilen gücün, çalışan jeneratörlerin toplam gücünden az olması durumunda, ayarlanabilen yüzde ve zaman gecikmeleri sonrası, gereksiz jeneratör sayısı senkronizasyon sistemi tarafından devreden çıkartılacak ve tekrar yük artması durumunda yeniden çalıştırmak üzere hazır tutulacaktır. Sisteme dahil toplam talep gücü sistemdeki müsait jeneratör kapasitesini geçer ise, son öncelikli yükler devreden atılacak ve sistemde hazır bekletilen tüm jeneratörler çalıştırılacak, acil yüklerin beslenmesine kesintisiz devam edilecektir [2].

2.5 Veri Merkezi

Hastanelerdeki veri merkezleri elektronik bir şekilde korunmuş sağlık verilerinin korunması ile ilgili önemli bir rol oynarlar. Hastanelerdeki veri merkezleri en yüksek seviyede güvenlik ve uygunluk gerektirirken, hastaların güvenliğini en üst düzeyde korumalıdır. Ayrıca hastanedeki enerji harcamalarını da düşürmelidir. Hastanelerdeki enerji kesintileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Veri merkezleri istenilen veriyi en kısa zamanda uygun hale getirmelidir. Hastaların güvenlikleri ve sağlık ihtiyaçlarının devam etmesi için 350 VA'den birkaç MVA'e veri merkezleri kullanılmaktadır.

Kurulan veri merkezi altyapısı ölçeklenebilir olmalı ve IT yüküne ve fiziksel alana uygun olmalıdır. Yeni teknoloji sistemlerle yüksek uygulama yoğunlukları kaldırılabilirken %30'lara varan enerji tasarrufu sağlanabilir.

2.6 Ameliyathane Yönetimi

Ameliyathanelerde en kritik konu enerji sürekliliğidir. Ameliyat sırasında oluşacak elektrik kesintileri hayati sonuçlar doğurabilir.

Ameliyathanelerin elektriksel altyapısı hastaların güvenliğini, enerji sürekliliğini ve hastane personelinin verimliliğini artırmalıdır. Bunun için ameliyathanelerde ameliyat araçları farklı panolardan beslenir. Bu panolarda nötrü izole edilmiş trafolar vardır ve aynı zamanda UPS ile de beslenmektedirler. IEC61558-2-15'e uygun izolasyon panoları, hastaların elektrik şokundan etkilenmelerini önler ve medikal ekipmanların stabilitesini sağlar. IT sistem ile ilk arızada kesinti oluşmaz. İzolasyon seviyesi görüntülenebilir ve arıza izlenebilir. Güçlendirilmiş galvanik izolasyona sahiptir. Oluşabilecek kaçak akımlar düşüktür ve sıcaklık ve aşırı yüklenme izlenebilir. Panonun dışındaki UPS ile enerji sürekliliği sağlanır. Ayrıca UPS sayesinde gerilim düşme ve yükselmelerinden korunulur. TNS sistemi ile fiderlerdeki arızalar tespit edilebilir. Bütün İzolasyon panosu sistemi LON, Modbus, TCP/IP ile hastane ağına bağlanabilir ve olaylar kayıt altına alınır ve izlenebilir.

İzleme sistemi sayesinde ameliyathanenin elektriksel ve çevresel durumları izlenebilir. Ameliyathanelerdeki dokunmatik ekran; elektriksel arızaları görsel ve sesli olarak bildirir. Medikal gazların (O₂, N₂O, vakum) durumu ve çevresel parametreler (sıcaklık, nem, basınç) izlenebilir. İzolasyon sistemi test edilebilir.

Kullanılacak dokunmatik ekran antibakteriyeldir ve temizleyici maddelerden etkilenmemelidir. Bu panelde sıcaklık, nem, medikal gazlar gibi çeşitli bilgiler gösterilmelidir. Ayrıca bu panel HBYS sistemi ile de entegre çalıştırılarak hastalarla ilgili test sonuçları, raporlar gibi farklı bilgiler eklenebilir ve kontrol edilebilir.

2.7 Yangın Algılama Sistemleri

Havalandırma sistemi yangının çıktığı alanda devre dışı bırakılarak mevcut oksijen azaltılmaktadır. Yangının kontrol altında tutulması için iklimlendirme ve havalandırma damperleri kapatılır. Duman çıkış sistemleri de kontrol edilebilir. Bildirim sistemleri devreye girer ve acil durum çıkışları otomatik olarak açılıp, aydınlatılarak, çalışanlar ve

konukların güvenli şekilde tahliye edilmesini kolaylaştırır. Yangın anında acil durum aydınlatmaları çalıştırılır, anons ve sesli tahliye sistemleri devreye girer. Yangın ve duman damperleri senaryolara bağlı olarak kapatılır ve açılırlar.

2.8 Hemşire Çağrı Sistemleri

Hastalar hemşirelerle ve hemşireler de kendi aralarında, doktorlarla, ve personelle kolay ve hızlı bir şekilde iletişim sağlayabilmektedir. Bu sayede hemşireler daha az çabayla, daha kısa sürede daha iyi bakım sunabilmektedirler. Hastanelerin ihtiyaçlarına göre sistem esnek olarak yapılandırılmakta ve ihtiyaçlara uyum sağlamaktadır. Kablosuz teknolojiler (telefon ve çağrı cihazları gibi), diğer hastane içi çağrı sistemleri ve hastane yönetim yazılımları ile entegre olarak mevcut altyapıya ve ihtiyaçlara uygun en iyi çözüm sunulmaktadır.

2.9 El Hijyeni

El hijyeni görüntüleme sistemi kartlı geçiş sistemleri ile entegre çalışarak hasta bakıcıların ya da doktorların girişlerini görüp, bu girişler sonrasında el hijyenini sağlayıp sağlamadığını görür.

Miami Çocuk Hastanesi'nde El hijyeni sistemi sayesinde hastane kaynaklı enfeksiyon sayısında %67'lik azalma görüldü [13]. Bir hastanede edinilen enfeksiyon oranı yaklaşık %5-%20'dir. [9]'a göre hastanede edinilen enfeksiyonlar sebebiyle Avrupa'da 135.000, Amerika'da 100.000 kişi hayatını kaybedecektir.

2.10 Gürültü İzleme

Hastanede gürültü, medikal ekipmanlar, sedyeler, telefon, eğlence araçları, buz makinaları, diğer hastalar ve ziyaretçilerden kaynaklanır. Gürültünün izlenmesi ve müdahale edilmesi hasta sağlığı için çok önemlidir. Florence Nightingale 1859'da gürültünün sağlığa ve iyileşmeye negatif etkilerinden bahsetmiştir. Gürültü yüksek nefes alıp/verme, yüksek kan basıncı, hızlı kalp atışı, yavaş kilo alma ve kalitesiz uykuya sebep olur. WHO'nin verilerine göre hasta odası gün içinde 35 dB, akşam da 30 dB

seviyesinde gürültü almalıdır. Ancak John Hopkins Üniversitesi'ndeki verilere göre bir hasta odası gün içinde 72 dB ve akşam da 60 dB gürültüye maruz kalmaktadır [14]. Gürültü izleme sistemi sayesinde hastanede istenilen alanlarda gürültü seviyesi izlenebilir ve gerekli alanlarda buna göre aksiyon alınabilir.

2.12 Gerçek Zamanlı Lokasyon Sistemi

Hastanelerde çalışanların, hastaların ve ekipmanların güvenliğini sağlamak zordur. Artan hasta sayısı, artan suç oranı, gün geçtikçe sıkılaştıran regülasyonlar ve ekonomik belirsizlikler hastanelerin çözmeleri gereken zorluklar olarak karşısına çıkmaktadır. Hastanelerde hastaların bakımını iyileştirecek güvenliği ve verimliliği sağlayacak gerçek zamanlı lokasyon sistemleri kullanılmaktadır. Gerçek zamanlı lokasyon sistemi bebek koruma, hasta güvenliği, klinik operasyonlar ve iş süreçleri, malzeme tedariki ve varlık yönetimi gibi alanlarda kullanılır.

Bergan Mercy Medical Center doğum ünitelerini tekrar tasarladığında daha özel ve personalize çözümler sunmak istemişlerdir. Bergan Mercy'nin doğum ünitesi personeli bu transformasyonun çeşitli riskler içerdiğini ve bebek güvenliği için yeni yaklaşımlar gerektirdiğini düşünmüşlerdir. Bergan Mercy Medical Center'daki Doğum Ünitesi Yöneticisi Tracy Meyers "Gerçek Zamanlı Lokasyon Sistemi çok faydalı ve verimli bir sistem, etiketler sayesinde hastanemizin daha güvenli olduğunu biliyoruz" demiştir [8]. Florida Hastanesi İş Süreçleri Direktörü Ashley Simmons "Gerçek zamanlı lokasyon sistemini kullanarak personel iş akışlarını takip etmeye başladık. Yani sadece iş akışlarını değil, hasta perspektifinden akışın nasıl olduğunu izlemeye başladık" diyerek sistemin önemini ve getirisini vurgulamıştır [8].

3.Fiziksel ve Operasyonel Mimari

Fiziksel mimari aşağıdaki gibi çeşitli seviyelerden oluşan, yukarıdan aşağı bir tasarıma dayalıdır:

Seviye-1, Yönetim Seviyesi: Ortak Kullanıcı arabirimi aracılığıyla merkezi denetim ve kontrol

Seviye-2, Ağ Seviyesi: Haberleşme omurga (backbone) altyapısı

Seviye-3, Otomasyon Seviyesi: Dağıtılmış akıllı kontrol ve izleme

Seviye-4, Saha Seviyesi: Akıllı Sistem ekipmanı ve saha kontrol cihazları

Bu fiziksel mimari birlikte çalışma ve entegrasyon seviyelerini kolaylaştırır ve sisteme çeşitli görünüm sağlar:

3.1 Yönetici Görünümü:

Tüm tesisin genel görünümünü üst yönetim veya yönetici bakış açısından verir. Aşağıdaki gerçek zamanlı verileri içerir:

- *Güvenlik tehdidi seviyesi*
- *Kilit Performans Göstergeleri*
- *Çevre performansına genel bakış*
- *Kritik sistemlerin durumu (güç, gaz, su, ısıtma, soğutma, veri)*
- *Alan kullanımı ve kullanılmaması*
- *Tamamen işlevsel veya hata veren bina bölgelerinin renklerle işaretlenmiş genel görünümü*

3.2 Operasyonel Görünüm

Ön hattaki hizmetler üzerinde doğrudan etkisi olan önemli bina sistem ve hizmetlerine genel bakış sağlar. Her bir görünüm, gerektiği yerde olayları algılamak ve komutları yerine getirmek için çeşitli ekranlar sağlar. Ana operasyonel görünüm aşağıdaki gibidir:

3.2.1 Can Güvenliği

Hastaların büyük kısmı yardım olmadan yaşamlarını tehdit eden durumlardan kaçamayacakları için can güvenliği sistemleri özellikle önem taşır. İnsanların kaçamama nedenleri ruhsal veya fiziksel hastalıklar, ileri yaş ve içeridekilerin doğrudan kontrol edemediği güvenlik önlemlerine bağlı olabilir. Bu nedenle can güvenliği tehditlerine karşı “yerinde savunma” yöntemini desteklemek için mümkün olan en az hasta hareketini

gerektiren, entegre bir komut ve kontrol altyapısı sağlanması büyük önem taşır. Entegre can güvenliği görünümü, uygun önlemlerin daha etkili bir şekilde alınabilmesi için tehdidin daha hızlı bir şekilde yalıtılmasını ve doğru şekilde tanımlanmasını sağlar. Ayrıca tüm olay ve etkinliklerin doğru şekilde tutulmuş tarih/saat etiketli kayıtları, olay nedeninin ve olaydan sonra alınan önlemlerin daha doğru şekilde belirlenmesine yardımcı olur.

3.2.2 Hemşire İstasyonu

Entegre akıllı hemşire istasyonları, hastane tesisleri, bina hizmetleri ve tıbbi bakım arasında hayati bir bağlantı sağlar. Operasyonel görünümde, hasta bakımını etkileyen hasta hizmetlerinin entegre ve etkileşimli bir panosu bulunur. Bunlara aşağıdakiler dahildir:

- *Çevre koşulları*
- *Aydınlatma Seviyeleri*
- *Hemşire çağırma işlemleri*
- *Hasta, personel ve ziyaretçi güvenliği*

Entegre hemşire istasyonları, tıbbi personelin hasta bakımı etkinliklerine daha iyi konsantre olmalarına yardımcı olacaktır ve daha yüksek otomasyon seviyesi ve tesis personeline daha verimli bilgi aktarımı ile tesisdeki sorunlar daha hızlı ve etkili bir şekilde çözülecektir.

3.2.3 Tıbbi Bölgeler

Tüm tıbbi alan ve hasta odası ortamının entegre operasyonları, enerji verimi açısından en iyi şekilde çalışırken hastanın iyiliği ve iyileşmesi için en uygun koşulların korunmasını sağlayacaktır.

3.2.4 Ameliyathaneler

Tamamen entegre ameliyathaneler, tüm bu kritik bölgeler ile ilgili tüm konuların yakından kontrol edilmesi ve izlenmesi için önemli bir araçtır:

- *Kritik güç kaynakları*
- *UPS*
- *Yalıtım transformatörleri*
- *Çevre koşulları*
- *Tıbbi gazlar*

Kullanıcı etkileşimi, ameliyathane içindeki cerrah dokunmatik paneli, hemşireler için uzaktan operasyonel görünüm ve mobil cihazlara yönlendirilen alarm ve bilgiler aracılığıyla gerçekleştirilecektir.

3.3 Uzman İzleme ve Kontrol Görünümü

Uzman izleme ve kontrol görünümü, önemli sistem ve hizmetlerin hem kullanılabilir, hem de maksimum verimle çalışır olmasını sağlamak için belirli uzman bilgilerine sahip kullanıcılara uygun komut ve kontrol imkanı sağlamak amacıyla önemli bina ve sistem hizmetlerinin ayrıntılı bir genel görünüm ve analizini sağlar. Ana uzman izleme ve kontrol görünümü aşağıdaki gibidir

3.3.1 Enerji Yönetimi

Enerji yönetimi uzman görünümü, hastanenin enerji yöneticisi ve tesis personelinin hastane enerji tüketimini izlemesini sağlar ve sağlık merkezindeki enerji verimini sürekli iyileştirme planında temel bir araç görevi yapar. Enerji yönetimi uzman izleme ve kontrol görünümünün ana özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Enerji alarmları
- Enerji tasarrufu projeleri için önerilen yatırım geri dönüşü olurluk incelemeleri
- Enerji verimi açısından inceleme gerektiren sistem ve ekipmanların hedeflenmiş listesi
- Enerji normalizasyon raporları ile bölge işgal çalışmaları
- Enerji modelleme
- Hizmet faturası doğrulama
- Dinamik Enerji fiyatlandırma
- Akıllı şebeke, yük paylaşımı ve maksimum talep yönetimi

3.3.2 Bina Yönetimi

Bina yönetimi uzman görünümü, tesis personelinin hastanenin bina hizmetlerini yönetmesini sağlar ve sağlık tesisinin genel yönetiminde temel bir araç görevi yapar. Bina yönetimi uzman izleme ve kontrol görünümünün ana özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Önleyici bakım
- SCADA
- Çevre kontrolü
- Aydınlatma kontrolü
- Tesis yönetimi için 7/24 uzak hizmetler
- Tesis iş akışı motoruna ve görev yönetim yazılımına bağlantılar
- Etkileşimli kullanım ve bakım kılavuzlarına dinamik bağlantılar

3.3.3 Güvenlik Yönetimi

Güvenlik yönetimi uzman görünümü, güvenlik personelinin hastanenin fiziksel güvenlik hizmetlerini yönetmesini sağlar ve sağlık tesisinin güvenlik yönetimi için ana komut ve kontrol aracı görevini yapar. Güvenlik yönetimi uzman izleme ve kontrol görünümünün ana özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Genel tehdit seviyesi panosu
- Akıllı video analizi, erişim kontrolü, izinsiz giriş algılama, kişisel saldırı, RFID konumu ve kritik sistemler görünümlü Entegre video duvarı
- Ziyaretçi yönetimi
- Kart yazdırma terminalleri
- Denetim takibi ve eksiksiz olay ve etkinlik kaydı
- Acil durum yanıtı ve emniyet güçleri ve kuruluşlarına gerçek zamanlı bağlantılar

3.3.4 Veri Merkezi Yönetimi

Veri merkezi yönetimi uzman görünümü, mümkün olan maksimum kullanılabilirlik ve enerji verimini sağlamak için tesisler ve bilişim teknolojileri personelinin hastane fiziksel haberleşme altyapısını yönetebilmesini sağlar. Veri merkezi yönetim uzman izleme ve kontrol görünümünün ana özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Operasyonlar, kapasite ve değişim yönetimi
- Hastane veri merkezi fiziksel altyapısının kontrolü ve izlenmesi
- Kritik güç ve yedekleme sistemi yönetimi

- *Enerji verimi Ağ yükü yönetimi ve adaptasyonu*
- *Uzaktan erişim ve veri güvenliği*
- *Akıllı bakım araçları*

Belirli sayıda farklı görünüm kullanıcıların spesifik ihtiyaçlara çözüm bulmasını sağlar. Bu görünüm yönetici, operasyonel vb. şekilde sınıflandırılabilir.

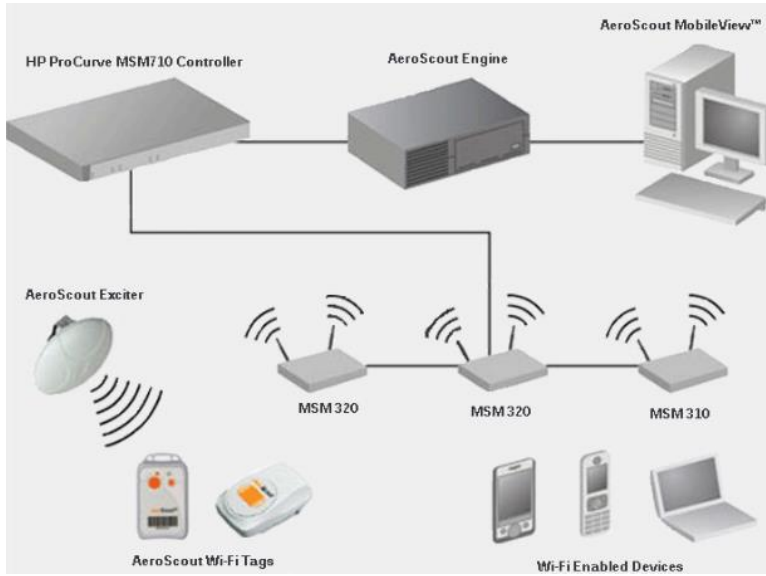
4 Uygulama Örnekleri

Yukarıda anlatılan sistemlerin entegre çalışması çeşitli senaryolarda otomatik

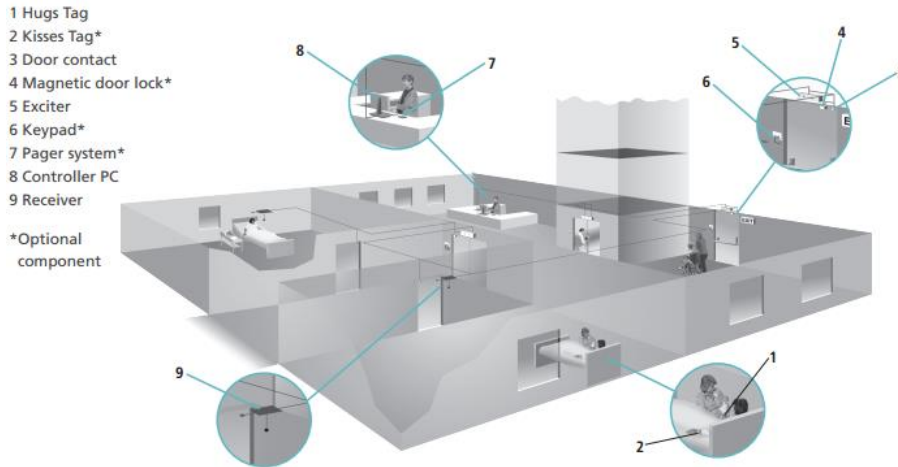
aksiyon alınmasını sağlar. Aşağıdaki bölümde bu senaryolara örnekler verilmiştir.

4.1 Bebek Güvenlik Sistemi

Bir bebek çalınma vakası olduğunda, güvenlik görevlilerine kameralardan görüntüler gelecek, lokal kamera kapıya odaklanacak ve yaklaştırılmış görüntüler almaya başlayacak, en yakındaki güvenlik görevlisine uyarı gönderilecek, hemşirelere uyarı gidecek ve kartlı geçiş sistemleri kapıları kilitleyecek. Görüldüğü gibi kartlı geçiş, hemşire çağrı, kamera ve güvenlik sistemlerinin entegre çalışması gerekmektedir.



Şekil 2 Gerçek Zamanlı İzleme Sistemi Mimarisi-1 [16]



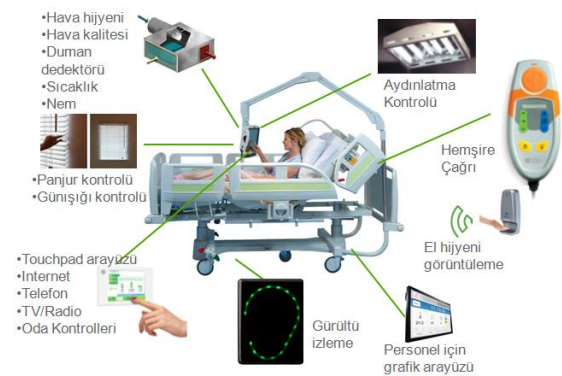
Şekil 3 Gerçek Zamanlı İzleme Sistemi Mimarisi-2 [8]

4.2 Yangın

Yangın bölgesindeki havalandırma sistemi oluşan dumanı dışarı çıkarmak için çalışmasını düzenleyecek, acil çıkış aydınlatmaları aktif hale gelecek, lokal kameralardan görüntüler gelecek, gerçek zamanlı lokasyon sistemi ile o bölgedeki hasta ve personel belirlenecek, duman ve yangın damperleri kapatılacak, operatöre alarm gösterilecek, güvenli çıkış için kapılar açılacak ve güvenli çıkış senaryoları çalışacak. Bu durumda yangın, acil çıkış aydınlatma sistemi, güvenlik, kamera ve mekanik otomasyon sistemleri entegre çalışmalıdır.

4.3 Hasta Odası Kontrolü

Aydınlatma seviyeleri ayarlanacak, personele sıcaklık, nem, basınç, medikal gaz seviyesi gibi oda koşulları bildirilecek, hasta kendi aydınlatmasını kontrol edebilecek. Yeni bir hasta bir odaya atıldığında; oda dolu olarak işaretlenecek, hasta atıldığında olması gereken ortam koşullarına geçilecek, el hijyeni sistemi ile hemşire ya da doktor hasta odasına girdiğinde ellerini hijyenik hale getirdiğinden emin olunacak. Hasta odasında hastanın aydınlatma, havalandırma, internet, telefon, televizyonu kontrol edebilme, hemşire çağrı, çeşitli ekranlarla etkileşim yapabilmesi hastanın stresini azaltır. Bu durumda aydınlatma otomasyonu, mekanik otomasyon, kartlı geçiş, hemşire çağrı sistemleri entegre çalışmalıdır.



4.4 Varlık Yönetimi

Bir hemşire bir medikal ekipmana ihtiyaç duyduğunda bu ekipmanı diğer hemşirelere

dorup hastane içinde aramak yerine, gerçek zamanlı lokasyon sistemi ile yerini tespit edebilir. Bu çok ciddi miktarda verimlilik ve hızlı tepki sağlar.

5 SONUÇ

Hastaneler ameliyathane, yoğun bakım, laboratuvar, hasta bekleme alanları, eczanelerin bulunduğu kompleks yapılarıdır. Bu yapıları yönetebilmek için çok çeşitli disiplinlerde alt sistem kullanılmaktadır. Bu alt sistemlerin entegre çalışması ile hastalara çok daha büyük bir konfor sunulabilir ve operasyonel maliyetler %30'lara kadar azaltılabilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] How to improve your Hospital's Financial Health
- [2] www.saglik.gov.tr
- [3] Ö. Demirel, Hastanelerde Isıtma Havalandırma ve Klima Sistemleri, 2011.
- [4] O. B. Anıl, M. Mobedi, M. B. Özerdem, Hastane Hijyenik Ortamlarının Klima ve Havalandırma Sistemleri, 2011.
- [5] How Unreliable power affects the business value of a hospital, December 2010.
- [6] Automating Emergency Power Supply System Testing in a Hospital, November 2010.
- [7] Building Technologies Program, Energy Efficiency and Renewable Energy, US Department of Energy, Temmuz 2011.
- [8] www.stanleyhealthcare.com
- [9] WHO Guidelines on Hygiene, 2009.
- [10] Eurostat, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- [11] S.Sharma, Electric Market Forecasting Conference, 2009.
- [12] Profit Margins: ASHE Healthcare energy guidebook, 2003
- [13] Miami Children's Hospital, www.nicklauschildren.org
- [14] John Hopkins Hospital, www.hopkins.medicine.org
- [15] HFM Sourcing, Power Management for HC Summary
- [16] <http://www.innovative-medical.com>

