

# TIBBİ GAZ SİSTEMLERİNİN OTOMASYONLARINDA ENDÜSTRİ 4.0 YAKLAŞIMI

Aslı Gizem Çınar- *Biyomedikal Mühendisliği Öğrencisi-EMO Genç*  
acinar@etu.edu.tr

Onur Koçak- *Biyomedikal Yüksek Mühendisi*  
onurkocak@gmail.com

Cansu Akbay- *Biyomedikal Yüksek Mühendisi*  
cansu.akbay@emo.org.tr

## Giriş

Medikal amaçlı kullanılan bütün gazlar medikal gaz olarak adlandırılabilir. Sıklıkla kullanılan medikal gazlara örnek olarak oksijen, karbondioksit, azotproksit, azot oksit, medikal kuru hava verilebilir. Bu gazlar, hastanın solunumun desteklemek, anestezi veya tıbbi cihazların çalışması amacıyla kullanılmaktadır. Medikal gazlar günümüzde çok çeşitli klinik uygulamaları vardır ve bu gazların boru hatları ile dağıtımları hasta bakımı alanında oldukça önemli bir başarıdır. Merkezi tıbbi gaz sistemleri, tıbbi gazları depolamak, bu gazları hastalara dağıtmak için tasarlanan ve herhangi bir kirleticinin kaynağa girmesini önleyen, ayrıca güvenlik sorununa yol açan her türlü sızıntıyı engelleyen dahili sistemlerdir. Bu sistemler dört ana bileşen içerir: gazın kaynağı, dağıtım mekanizması, çıkışlar, alarm ve monitörler. Merkezi tıbbi gaz sistemlerinin tasarımı, montajı, işletmeye alınması ve işletilmesinde hasta güvenliği birincil derece önem taşımakta olup, 7 gün 24 saat hatasız çalışmalı ve olası bir hata durumunda kullanıcıyı önceden uyarmalıdır [1].

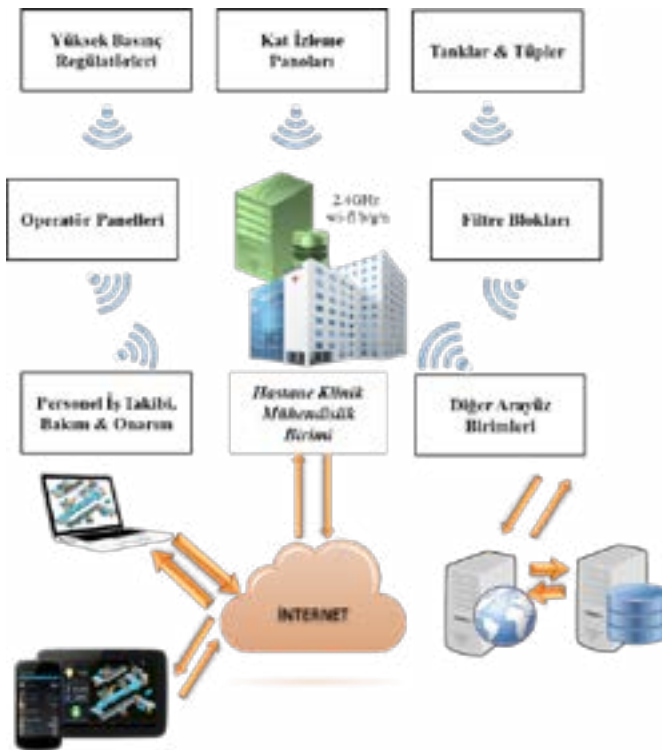
Kullanılan tıbbi gazların yanıcı veya yakıcı özelliğe sahip olmaları, patlamalara sebep olabilecek potansiyelde olmalarına veya muhtemel bir yangını besleyecek olmalarına yol açabilir. Bir diğer tehlike ise gaz hatlarında olabilecek karışımlardır. Son yıllarda ülkemizde tıbbi gaz sistemlerin işletilmesi sırasında bazı üzücü olaylar meydana gelmiştir. 2017 yılının ağustos ayında Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde meydana gelen bir gaz hattı karışması sonucu anestezide kullanılan azot protoksit tanklarına yanlışlıkla hidrojen sülfür ve karbonmonoksit pompalanması nedeniyle durumdan etkilenen 25 hasta, başka hastanelere sevk edilmiş olup 3 kişi hayatını kaybetmiştir. [2]. Yakın tarihte, İzmir Torbalı Devlet Hastanesi'nde göz ameliyatı öncesi yapılan anestezi sırasında önce solunumu ardından da kalbi duran 5

yaşındaki bir hastaya, oksijen yerine azot gazı verildiği iddiası üzerine soruşturma başlatılmıştır [3]. Benzer olaylara ülkemiz dışında da rastlanmaktadır. Örneğin, 2000 ve 2002 yılları arasında Güney Afrika'da gaz hatlarında meydana gelmiş bir hata sonucu azot oksit gazına maruz kalmış 155 bebek olduğu bildirilmiş, 2010 yılında ise İtalya'da bir hastanenin yoğun bakım ünitesinde oksijen hatlarının karışması sonucu azot oksit gazına maruz kalarak hayatını kaybeden 8 hasta olduğu kayıtlara geçmiştir [4].

## Tıbbi Gaz Sistemlerinin Endüstri 4.0 ile İlişkisi

Yukarıda bahsedilen trajik olaylar benzeri olayları en hızlı ve en doğru çözümlerle engellemek için Endüstri 4.0 ile gelen yeni teknolojileri kullanılabilir. Endüstri 4.0, üretim teknolojilerindeki mevcut otomasyon ve veri alışverişi eğilimine verilen isimdir. Siber-fiziksel sistemler, nesnelere interneti, bulut bilişim ve bilişsel bilgi işlem içerir. Endüstri 4.0 genel olarak dördüncü sanayi devrimi (Büyük veri devrimi) olarak adlandırılır. Olası sorunların sistem tarafından anında fark edilip, bu sorunlara en iyi veya en iyiye yakın çözüm alternatiflerinin, karar vericiye, sistem yöneticisine, klinik mühendise sunulması muhtemel kazaların çok daha hızlı fark edilip engellenmesine sebep olacaktır. Bu gerekçelerle kullanılacak olan teknolojiler ile kurulan akıllı hastaneler, mevcut hasta bakım prosedürlerini iyileştirmeyi ve yeni olanaklar getirmeyi amaçlayan, bilişim ve iletişim teknolojileri ortamdaki birbirine bağlı cihazlara (Nesnelerin İnterneti (IoT)) dayalı, optimize edilmiş ve otomatikleştirilmiş işlemlere dayanır. Altyapısının "akıllı" olmasını sağlamak için bağlı cihazları bulut bilgi işlem, büyük veri analitiği ve yapay zeka (AI: Artificial Intelligence) ile birleştiren Endüstri 4.0'e dayanırlar. Bu teknolojilerin kullanılması ile sistemlerde verimlilik artışı, hasta memnuniyeti, hizmet kalitesi artarken, ülke ekonomisine de önemli ölçekte katkı sağlanacaktır. [5]

Disiplinler arası yapılan araştırmalarda [6] sağlık kurumlarında tedavi amaçlı doğrudan hastaya uygulanan ve bir çok tıbbi bölümde cihazların çalıştırılması için kullanılmakta olan tıbbi gazların kaynağından güvenli ve standartlara uygun olarak taşınmasını, bu gazların yanıcı ve yakıcı özelliklerinden dolayı gerçek zamanlı takibini ve otomasyonunu sağlamak için Endüstri 4.0 uygulamalarını içeren bir tasarım önerilmiştir. Bu yaklaşım, başta Ankara, İstanbul, İzmir olmak üzere özellikle büyük şehirlerimizde inşaası devam etmekte olan, mega yatak kapasiteli şehir hastanelerinde yüzlerce kilometre boru hattına sahip Merkezi Tıbbi Gaz Sistemlerinin klinik mühendislik yönetimi ile işletilmesini, anlık basınç düşüşleri, hatlardaki arızalar, basınç regülatörlerinden kaynaklı sorunlar ve elektrik kartlarındaki arızalar gibi olası durumların sürekli izlenip kontrol altına alınmasının sağlanması ön görölmektedir.



Merkezi Tıbbi Gaz Sistemi Endüstri 4.0 Teknolojisi ile Tasarımı [6]

## Sonuç

Erken teşhiş koymaya yönelik önem taşıyan bölümlerden patoloji ve mikrobiyoloji laboratuvarlarında bulunan cihazların tıbbi gaz ile çalışıyor olmaları, ameliyathane ve solunum hastalıklarında yaşamsal dengenin korunması için hastaya tıbbi gaz verilmesi-

nin gerekliliği, tıbbi gazın merkezden çıkışından itibaren taşınımı süresince herhangi bir aksaklık oluşmadan ve tehlike yaratmadan hedef noktaya varışının sağlanması gereklidir. Bunun için tıbbi gaz sistemlerine ait tüm elektronik ve mekanik bileşenlerin izlenmesi ve sorunlara karşı anlık müdahale edilmesi için Endüstri 4.0 devriminin makineler arası haberleşme ile bilginin gerçek zamanlı olarak aktarılabilmesi özelliğinden yararlanılabilir [6].

Görüldüğu üzere Endüstri 4.0 uygulamaları birçok alana yansıldığı gibi sağlık kuruluşları yönetim ve otomasyonunda da yerini almaya başlamıştır. Böylelikle biyomedikal mühendisleri için üretim, Ar-Ge ve klinik mühendisliği faaliyetlerinde yeni istihdam alanları oluşmaktadır.

Gelişen giyilebilir sensör teknolojileri ile birçok yaşamsal verinin hastane ortamı dışında takip edilebiliyor olması ve kişiye özel takip ve tedavi mekanizmalarının oluşturulması Endüstri 4.0'ın vaatlerinden birkaçıdır. Ancak verilerin güvenliğinin sağlanması ve haberleşme protokollerinin yazılımsal açıklarının olması iyileştirilmesi gereken durumlardır.

## Kaynaklar

[1] D. Lyman. *Ambulatory Surgery Center Safety Guidebook Managing Code Requirements for Fire and Life Safety Butterworth-Heinemann*, 2018.

[2] Aydınlik (2017). *Adana'daki hastanede gaz skandalında 2 kişi daha öldü. [internet üzerinden] s.1.Erişim adresi: https://www.aydinlik.com.tr/adana-daki-hastanede-gaz-skandalinda-2-kisi-daha-oldu-turkiye-agustos-2017 [Erişim tarihi 7 Ocak 2019].*

[3] NTV, *Anestezi sırasında oksijen yerine azot gazı verildiği iddiası üzerine soruşturma açıldı.[internet üzerinden], Anadolu Ajansı Haberi, Erişim Adresi: https://www.ntv.com.tr/turkiye/anestezi-sirasinda-oksjen-yerine-azot-gazi-verildiği-iddiasi-uzerine-sorusturma,mQVJ-NtX9UKmoec0gzpKw?\_ref=infinite [Erişim Tarihi : 5 Ocak 2019]*

[4] patientsafe. (2019). *Hospital Gas Pipeline Mix Up Causes More Deaths. [internet üzerinden] Erişim adresi: https://patientsafe.wordpress.com/2017/01/11/hospital-gas-pipeline-mix-up-causes-more-deaths/ [Erişim tarihi 4 Ocak 2019].*

[5] Philips. (2019). *By 2020 the Smart Hospital will be a reality. [online] Available at: https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/future-health-index/articles/20170613-by-2020-the-smart-hospital-will-be-a-reality.html [Erişim tarihi: 4 Ocak 2019].*

[6] Koçak O, Kurtuldu H, şamiloğlu AT, Dengiz B. ;*A New Clinical Engineering Approach in Central Medical Gas Systems: Industry 4.0. TIPTEKNO16 Tıp Teknolojileri Kongresi: Antalya; 27/10/2016 - 29/10/2016*