Güven veren teknoloji

aselsan Dergi

ISSN 1300-2473

SAYI **108** ŞUBAT **2021**

SAĞLIK TEKNOLOJİLERİNDE

SAHNE ASELSAN'IN

Birliktelik

Birliktelik değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Her durumda birlikte sorumluluk üstleniriz.
- Birbirimizle her durumda dayanışma içinde oluruz.
- Ortamda bulunmayanın hakkını koruruz.
- Ekip amaçları için birbirimizi cesaretlendiririz.
- İş sonuçlarına katkı sağladığını düşündüğümüz davranışları takdir ederiz.
- Bölümler arası iş süreçlerinin uyumu için bilgiyi ve deneyimi paylaşır, iş birliği yaparız.
- Farklılıklara saygı gösterir, farklılıklardan sinerji yaratırız.

Güven

Güven değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Söylediğimizi yapar, yaptığımızı söyleriz.
- Açık, net ve şeffaf iletişim kurarız.
- Verdiğimiz sözleri tutarız.
- İşleri zamanında ve tam olarak teslim ederiz.
- Hatayı kimin yaptığına değil, sorunun çözümüne odaklanırız.

Gelişim

Gelişim değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Sürekli öğrenir ve kişisel gelişimimizin sorumluluğunu alırız.
- Potansiyelimizi zorlayıcı hedeflerle keşfeder ve geliştiririz.
- Gelişim için geri bildirim alırız ve yapıcı geri bildirim veririz.
- İç ve dış paydaşlarımızın gelişimine katkı sağlarız.

Mükemmellik

Mükemmellik değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Süreçlere uygun çalışır, süreçlerin etkinliğini sürekli izler ve iyileştirme önerileri sunarız.
- Kaynaklarımızı verimli kullanırız.
- Daha iyisi için bir işin nasıl yapılmayacağını değil nasıl yapılabileceğini konuşuruz.
- İşimizin izlenebilir, tekrar edilebilir olmasını sağlarız.
- Paydaşlarımızın ihtiyaç ve beklentilerini doğru analiz ve tespit eder, karşılıklı teyit ederiz.

Yenilik

Yenilik değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Rutini sorgular, yeni fikirler üretir, yaratıcı çözümler deneriz.
- Değişim ihtiyacını anlar, destekler ve değişime öncülük ederiz.
- Hata yapmaktan korkmayız ve hataları bir öğrenme fırsatı olarak görürüz.
- Bireylerin farklı fikirlerini ifade etmelerini destekleriz.
- Dünyadaki yenilikçi yaklaşımları takip eder, proaktif bir anlayışla işlerimize yansıtırız.

GÜCÜMÜZ DEĞERLERİMİZ

aselsan

Sağlıkta da
Yerli ve Milli

Prof. Dr. Haluk GÖRGÜN
Yönetim Kurulu Başkanı ve
Genel Müdür

“Kuruluş misyonumuz olan millileştirme çalışmalarına büyük önem veriyoruz”

Milli teknolojiyi özümseme amacımız çerçevesinde, yurt içinde tasarım ya da üretim anlamında tüm faaliyetleri yan sanayi firmalarımıza transfer edip odağımızı yerlileştirebileceğimiz kritik teknolojiler üzerinde yoğunlaştırmaktayız. ASELSAN olarak, Türkiye’nin teknolojik bağımsızlığı ve gelişimi için yeni bir cephemiz var, sağlık teknolojileri... Bu alanda da tedarikçilerimizle azami şekilde iş birliği yaparak durup dinlenmeden çalışmaya devam edeceğiz.

ASELSAN, Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığının "teknolojinin çift amaçlı kullanımı" konusunda ortaya koyduğu vizyon doğrultusunda askeri elektronik alanındaki bilgi ve tecrübesiyle sağlık teknolojilerine yönelik çalışmalar yürütüyor.

Nisan-Haziran ayları bizim için çok önemliydi. Pandemi ile artık herkesin günlük hayatında da kullanılan solunum cihazı kelimesi bizim için bir misyon haline gelmişti. Bu dönemde sağlık alanındaki çalışmalarımızda da yer alan solunum cihazı geliştirme faaliyetleri öne çıktı. Bakanlıklarımızın da desteği ile ülkemizde bu alandaki güçleri birleştirdik.

Başta Sanayi ve Teknoloji Bakanlığımız olmak üzere Baykar, Arçelik ve BIOSYS’in iş birliği ile hem ülkemiz vatandaşlarının hem de dünyadaki ihtiyaçların karşılanması için bir ay gibi çok kısa bir zaman içinde solunum cihazı üretim hattımızı kurduk. Üretimlerimiz büyük bir hızla devam ediyor. Ticarileşen ilk sağlık ürünümüz olan solunum cihazlarımız hastanelerimizde kullanılıyor ve ihraç ediliyor. Ülkemizdeki solunum cihazı alanındaki dışa bağımlılığı ülkemiz firmaları ile birlikte çözmenin haklı gururunu yaşıyoruz.

Solunum cihazı çalışmaları ile birlikte sağlık alanındaki diğer çalışmalarımızı sürdürdük. Defibrilatör cihazlarımızı da üretime hazır hale getirdik. MR alanında çalışmalarımız hız kesmeden devam ediyor.

Geçtiğimiz günlerde kamuoyu ile paylaştığımız bir başka gelişme de büyük ilgi gördü. ASELSAN bünyesinde biyosavunma alanında mevcut altyapıları kullanarak Sars-Cov-2 virüsünün tespitine yönelik bir prototip geliştirdik. Patent başvuruları yapılan prototip ile farklı antijenlerin tespiti yapıldı. İnaktif ve aktif Sars-Cov-2 virüsleri ile yapılan çalışmalarda olumlu sonuçlar elde edilerek hastane-klinik testlerine başlanabilmesi için gerekli başvuruları da yaptık. Biyosavunma alanındaki çalışmalarımızı derinleştirmek adına İstanbul Teknopark bünyesinde laboratuvar altyapıları da kurduk.

Sağlıkta bir yandan yükselen bakım standartlarının gerektirdiği yüksek teknolojik donanımlarla, bir yandan da giriş eşiğini yükselten yeni sektörel regülasyon ve standartlarla dışa bağımlılığımızdaki artışı kapatmak her geçen gün zorlaşmaktadır. Ciddi mühendislik yeteneği ve finansal güç gerektiren bu alanda yerli/yabancı makası gitgide açılmaktadır. ASELSAN; MR, x-ray, elektroşok cihazı, virüs tanı sistemi, yoğun bakım teknolojileri çalışmalarıyla ve medikal sistemler için gerekli diğer ana teknolojilerdeki yeteneğiyle bu makası kapatmak için en güçlü adaylardandır.

ASELSAN’ın bugüne kadar kazandığı teknoloji ve bilgi birikimi ile 2014 yılından beri ulaşım, güvenlik, enerji, otomasyon ve sağlık alanında kaldırdığı bayrak, şimdiden ülkemizde ve coğrafyamızda en üstlerde dalgalanmaya başlamıştır. Hedefimiz bu bayrağı savunma teknolojilerinde olduğu gibi global sivil pazarda da en üstlerde dalgalandırmak ve yenilikçi teknolojilerle ülkemizin ihraç ürünlerindeki katma değeri çok daha yukarıya çıkarmaktır.

Kıvançta ve kederde, her zaman ve her yerde bu büyük ailenin mensubu olmak benim için bir şanstır. Bunun için her zaman şükrediyorum. Bir sonraki dergimizde, yine ülkemiz için önemli teknolojileri sizlerle paylaşmak üzere sağlıkla kalın.

aselsan

ISSN 1300-2473

Yıl : 34 Şubat 2021 Sayı : 108

ASELSAN Elektronik San. ve Tic. A.Ş. Adına Yayın Sahibi
Prof. Dr. Haluk GÖRGÜN

Genel Yayın Yönetmeni
Doç. Dr. Hakan KARATAŞ

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
İbrahim BİLEKLİ

Yayın Kurulu
Nazmi BOŞÇA
Esra DOĞU
Tuna GÜVEN
Berkan KARAKURT
Serkan KEKEÇ
Hande BALCI
Ayşegül PİŞKİN
Gülru SELÇUK FİLİZ
İbrahim TEKİN
Şeniz ULUÇAY
Veysel YÜCESOY

Haber Merkezi
Kaya AKIN
Hande BİLGİN
Erkan ERDAL
Evrim ERDOĞAN
Simge SADAK

Fotoğraf
Evren BARIŞIK
İbrahim ÖZTÜRK
Necdet ZABZUN

Dağıtım
Osman ARDOĞAN

Tasarım
RETA Reklamcılık ve Tanıtım Ltd. Şti.
Ziaur Rahman Cad. 285. Sok.
No: 26/19 Çankaya, ANKARA
www.reta.co

Yayın Tarihi
Sayı 108 - 22 Şubat 2021

Yayın İdare Adresi
ASELSAN A.Ş.
Mehmet Akif Ersoy Mahallesi
296. Cadde, No: 16
Yenimahalle, ANKARA

Baskı Cilt
22 Şubat 2021 / 09:00

BAŞAK MATBAACILIK
Tanıtım Hiz. İth. İhr. Tic. Ltd. Şti.
Macun Mah. Anadolu Bulvarı No: 5/15
Gimat - Yenimahalle, ANKARA
www.basakmatbaa.com

Yayının Türü
Yerel Süreli Yayın

Dergide yayımlanan yazılardan, kaynak adı gösterilerek alıntı yapılabilir. Dergide yayımlanan yazılar yazarların kişisel görüşüdür. ASELSAN A.Ş.'yi sorumlu kılmaz. ASELSAN Dergisi, Basın Ahlak Yasası'na uymayı taahhüt eder.

ASELSAN A.Ş. Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfı'nın bir kuruluşudur.

İÇİNDEKİLER

SAĞLIK TEKNOLOJİLERİNİN ÖZET TARİHİ 4
ASELSAN'da Sağlık Alanındaki Çalışmalar 7
ANİ KALP DURMASI TEDAVİSİ, DEFİBRİLATÖR CİHAZLARI VE TEMEL YAŞAM KURTARMA ZİNCİRİ 10
ASELSAN HEARTLINE OED (Otomatik Eksternal Defibrilatör) 16
OTOMATİK EKSTERNAL DEFİBRİLATÖR YURT DIŞI UYGULAMALARI 20
Dünya'da Uygulamalar ve Standartlar 24
ASELSAN MOBİL DİJİTAL RÖNTGEN CİHAZI 28
X Işınının Keşfedilmesi 30
X Işını Teknolojisinin Tarihçesi 30
ASELSAN ve X Işını Teknolojisi 31
Mobil Dijital X Işını Cihazının Kullanıldığı Yerler 32
Mobil X Işını Cihazlarının Geleceği 32
X Işını Teknolojisindeki Hedeflerimiz 33
ASELSAN MR GÖRÜNTÜLEME SİSTEMİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI 34
KALP AKCİĞER MAKİNESİ 38
RADYASYON 44
Tanımı 46
UV Işınları 48
Radyasyon Ölçümü ve Birimleri 49
Doğal Radyasyon 50
Radyasyonun Etkileri 50
Radyasyonun İnsan Üzerindeki Etkisi 50
Radyasyonun Biyolojik Etkileri 51
Sigarada Radyasyon Var mıdır? 53
REHİS MRG YENİLİKÇİ ÇALIŞMALAR 54
Manyetik Rezonans Görüntüleme Cihazları için Çok Kanallı Radyo Frekans Verici Sargı ve Çok Kanallı Gradyan Sargı Sistemleri 56
PANDEMİ VE VENTİLATÖR CİHAZI 58
Nefes Alıp Vermenin Tarihi 60
Ventilatörlerin Tarihi 60
Ventilatör Cihazı ve Modlar 63
ASELSAN Ventilatör Çalışmaları 64
Gelecek 66
ARMER VİRÜS TANI SİSTEMİ 68
BİYOMEDİKAL SİNYAL İŞLEME 72
Biyomedikal Sinyal İşleme Teknolojisinin Önemi 74
Biyomedikal Cihazlarının Sinyal İşleme Mekanizması 76
ASELSAN'da Yapılan Çalışmalar 77
KİMYASAL, BİYOLOJİK, RADYOLOJİK, NÜKLEER TEHDİTLER 78
KBRN Tarihçesi 80
MANYETİK PARÇACIK GÖRÜNTÜLEME 84
Manyetik Parçacık Görüntüleme Yönteminin Temel Çalışma Prensipleri 88
Dünyada Manyetik Parçacık Görüntüleme Sistemleri 89
ASELSAN'da Manyetik Parçacık Görüntüleme 89
HIZLANDIRILMIŞ MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME İÇİN İLERİ ALGORİTMALAR 92
Hızlandırılmış Manyetik Rezonans Görüntüleme 94
ASELSAN'da Hızlandırılmış Manyetik Rezonans Görüntüleme 94
RADAR İLE UZAKTAN YAŞAMSAL BELİRTİ ALGILAMASI 96
Radar ile Uzaktan Solunum/Kalp Atış Hızı Algılamanın Çalışma Prensibi 98
Dünyada Radar ile Uzaktan Yaşamsal Belirti Algılama Çalışmaları 99
ASELSAN'da Radar ile Uzaktan Yaşamsal Belirti Algılama Çalışmaları ... 99
TANI KİTLERİ VE YÜKSELEN TEKNOLOJİ OLARAK BİYOSENSÖRLER 100
ULTRASON İLE YENİ GÖRÜNTÜLEME VE TERAPİ UYGULAMALARI 104
SAĞLIK ALANINDA SIKLIKLA KULLANILAN TERİMLERİN AÇIKLAMALARI VE DEĞERLENDİRİLMELERİ 110
ASELSAN GÜNCEL HABERLER 116

4 Sağlık Teknolojilerinin Özet Tarihi

16 ASELSAN HEARTLINE OED

34 ASELSAN MR Görüntüleme Sistemi Geliştirme Çalışmaları

58 Pandemi ve Ventilatör Cihazı

68 ARMER Virüs Tanı Sistemi

84 Manyetik Parçacık Görüntüleme

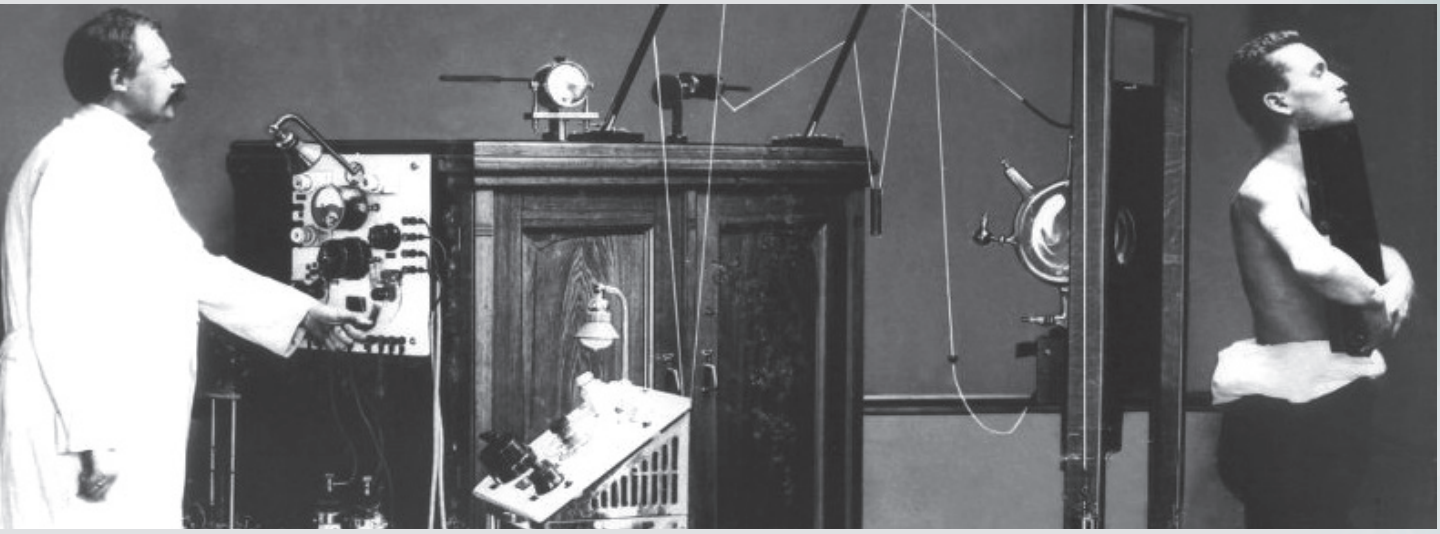
96 Radar ile Uzaktan Yaşamsal Belirti Algılaması

100 Tanı Kitleri ve Yükselen Teknoloji Olarak Biyosensörler

104 Ultrason ile Yeni Görüntüleme ve Terapi Uygulamaları

Sağlık Teknolojilerinin Özet Tarihi

Hazırlayan
MEVLÜT GÜLMEN, Müdür
Medikal Görüntüleme Sistemleri Program Müdürlüğü
LEYLA DEMİREL, Lider Mühendis
Medikal Görüntüleme Sistemleri Program Müdürlüğü



İnsanoğlu ilk çağlardan itibaren kendi vücudunun işleyişini merak etmiştir. Mağaralarda bulunan çakmak taşından yapılmış bıçak biçimindeki ilk cerrahi aletler ve duvar çizimleri bize bazı ilkel tıbbi müdahalelerin yapılmış olabileceğini düşündürmektedir. Bu merakın doğal sonucu olarak ilk çalışmalar sayesinde anatomi bilimi doğmuştur. Yazılı olarak bilinen ilk kayıtlar antik Yunanlı, tıbbın babası olarak da kabul edilen ve bugünkü anlamda hekimliğin kurucusu olan Hippocrates'a aittir.

11. yüzyılda İbn-i Sina ilk kez tıp ve cerrahiyi ayrı ayrı ele almış, kalp-damar sistemi üzerinde çalışmış ve hatta ameliyatlarda bir takım cerrahi el aletleri kullanmıştır.

19. Yüzyılda medikal alanda teknolojinin kullanımında büyük atılım yaşanmıştır. Bu doğrultuda 1816 yılında stetoskopun keşfi önemli gelişmelerden biri olarak söylenebilir. Bunu 1850'de oftalmoskop, 1855'te laringoskopun keşfedilmesi izlemiştir.

Medikal Görüntüleme alanındaki ilk keşif ise 1895 yılında Wilhelm Conrad Röntgen'in katot ışın tüpleri ile çalışırken X Işınlarını tesadüf eseri bulması ile gerçekleşmiştir. Röntgen'in eşinin el kemikleri ile parmağındaki yüzüğünün görüntüsü tarihteki ile röntgen filmi olarak tüm dünyada büyük ilgi görmüş ve X ışınlarının kullanımı kısa sürede yaygınlaşmıştır. Ayrıca bu buluş ile Röntgen 1901 yılında dünyanın fizik alanındaki ilk Nobel ödülünü kazanmıştır.

20. yüzyılın ilk yarısında ventilatör, defibrilatör, kalp akciğer pompası gibi yaşam destek alanındaki kritik medikal cihazlar geliştirilmiş, 20. yüzyılın ikinci yarısında ise medikal görüntüleme alanında doktorların teşhis gücünü arttıracak ultrason, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme cihazları tıp dünyasının hizmetine girmiştir.

Tıbbi teknolojiler sağlık hizmetlerinin sunumunda, tanı ve tedavinin her aşamasında gittikçe daha büyük ölçüde kullanılmakta ve kullanım oranı sürekli artarak devam etmektedir.

ASELSAN'da Sağlık Teknolojileri Çalışmaları

ASELSAN'ın Sağlık Teknolojilerinde hedef ve yol haritasının belirlenebilmesi amacı ile ilk çalışmalara 2012 yılında başlanmıştır. Sivil ürün ile askeri ürün arasındaki ayrışmanın giderek azalması ve teknolojide çift amaçlı kullanımın (dual-use) öne çıkmasından hareketle, ASELSAN'ın Türkiye'nin sağlık sistemlerinde yerli teknoloji geliştirme stratejisine;

- yüksek teknoloji,
- tasarım/üretim altyapısı ve
- insan kaynakları

ile hizmet edebileceği tespit edilmiş ve çalışmalara başlanmıştır.

2015 yılında UGES Sektör Başkanlığı tarafından ASELSAN'ın yeni yapılanmasının ve faaliyet alanlarının tanıtılması ve sağlık alanında atılacak adımların nitelendirilmesi amacı ile Sağlık Bakanlığı, üniversiteler, araştırma merkezleri, yerli ve yabancı üreticiler ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Dönemin Sağlık Bakanlığı üst yönetimi ASELSAN'ın sağlık alanına mutlaka girmesi gerektiği yönünde değerlendirmelerde bulunarak, uzun vadede özellikle tıbbi görüntüleme sistemleri teknolojisinin yerlileştirilmesinin önemini vurgulamıştır.

Tıbbi görüntüleme cihazlarında sistem tasarımı, cihaz entegrasyonu ve test süreçleri alanlarında tecrübe kazanılması maksadı ile askeri ve sivil gezici sağlık birimlerinde, sahra hastanelerinde ve kliniklerde kullanılmak üzere "Mobil Dijital X-Ray Cihazı" geliştirilmesi projesi UGES Sektör Başkanlığında başlatılmıştır. Mobil X-Ray ve diğer tıbbi görüntüleme cihazlarının geliştirilmesi sırasında kullanılmak üzere "ASELSAN Sağlık Teknolojileri Laboratuvarı" kurulmuştur. Akabinde, "Manyetik Rezonans Görüntüleme" (MRG) Cihazı için Bilkent Üniversitesi Ulusal Manyetik Rezonans Araştırma Merkezi (BİLKENT UMRAM) ile birlikte Ar-Ge projesi başlatılmıştır.

Tıbbi görüntüleme cihazlarına ek olarak, ülkemiz sağlık ekosisteminde faaliyet gösteren yetkin ve start-up firmalar ile beraber çalışma olanaklarını değerlendirmek üzere, Türkiye'de Tıbbi Cihaz Ar-Ge'si gerçekleştiren, ürün geliştirme potansiyeline sahip firmalardan oluşan bir ekosistem ile ASELSAN'ın mühendislik, kalite yönetimi, marka ve sanayileşme desteği ile bu firmaların yaşatılması ve uzun vadeli iş birliği kurularak sürdürülebilir iş modelleri geliştirilmeye başlanmıştır. Bu doğrultuda ilk iş birliği Defibrilatör (kalp elektro şok cihazı) üreticisi METSİS firması ile gerçekleştirilmiştir. Bu iş birliği ile oluşturulan ilk ürün 2020 yılında piyasaya çıkmıştır. Yaşam Destek cihazları alanındaki bir diğer iş birliği projesi ise Bıçakçılar firması ile "Kalp Akciğer Makinesi" için başlatılmıştır.

Yaşam destek cihazları alanında yürütülen en son iş birliği ise yoğun bakım ventilatörü (solunum cihazı) alanında BİOSYS firması ile yapılmıştır. Yaşamsal fonksiyonları destekleyen en önemli cihazlardan olan ventilatör cihazı, hastanın nefes alıp vermesine destek olarak kullanılmakta, bu işlevin yerine getirilemediği durumda ise solunum işlevini devralabilmektedir. Yoğun bakımlarda solunum yetmezliği sebebi ile yatan hastalara uygulanan tedavinin en önemli unsurlarındandır. COVID-19 salgınını takiben tüm dünyada çok yoğun bir şekilde ventilatör ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu durum, cihazlarda kullanılan birçok bileşen için dünya genelindeki talebi kısa sürede karşılanamayacak düzeye yükseltmiştir. Ülkelerin kendi ihtiyaçlarına öncelik verecek şekilde ventilatör cihazları ve kritik bileşenleri için ihracat yasağı ya da ihracat izni zorunluluğu gibi kısıtlamaları devreye sokmasıyla birlikte, cihazlar ve kritik bileşenleri yurtdışından tedarik edilemez hale gelmiştir. Böyle bir ortamda, ASELSAN, BAYKAR, ARÇELİK ve BIOSYS firmaları yerli ventilatör cihazının ülkemize kazandırılması için iş birliği yapmışlar ve yoğun çaba harcamışlardır. Ayrıca, yurt dışından tedarik edilemeyen kritik bileşenlerin yerli olarak tasarlanıp üretimi gerçekleştirilmiştir. Ventilatör cihazının seri üretimi devam etmekte olup ülkemizde ve dünya genelinde ihtiyacı olan hastalara nefes olmaya devam etmektedir.

Sağlık sektöründe faaliyet göstermek üzere hazırlık yapılan son alan ise tanı sistemleridir. Bu alanda, virüs ve bakterilerin sebep olduğu bazı hastalıkların birinci basamak sağlık kuruluşlarında hızlı tespitine imkan sağlayan tanı kiti ve tanı cihazları (Point of care, decentralised testing) ile kişisel kullanıma imkan sağlayan test cihazlarının (patient self testing) geliştirilmesi hedeflenmektedir.

ASELSAN AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğünde yenilikçi biyosensörler, tıbbi görüntüleme ve biyomedikal sinyal işleme yöntemleri üzerine temel ve uygulamalı araştırma çalışmaları yürütülmektedir. Manyetik Rezonans Görüntüleme için ileri sinyal işleme teknikleri ile görüntüleme süresini hızlandırma, yeni bir görüntüleme yöntemi olan manyetik parçacık görüntüleme (MPG), biyomedikal cihazlar için yüksek hassasiyet ve özgüllük sağlayan sinyal işleme algoritmaları, yenilikçi ultrason görüntüleme ve terapi yöntemleri, uzaktan yaşamsal belirti algılamasına yönelik radar sistemleri, nanoajanlar ile terapi ve görüntüleme konularında araştırmalar devam etmekte, fikri haklar kazanılmaktadır. Bu çalışmalar ile ülkemizin dünyada tıbbi cihaz teknolojisi üreten ve ihraç eden bir konuma gelmesi hedeflenmektedir. Kimyasal ve biyolojik ajanların tespitine yönelik yürütülen çalışmaların sağlık alanındaki uygulamaları üzerine yapılan araştırma faaliyetleri de yürütülen projeler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Optik tabanlı sensörler ile farklı hastalıklara sebep olan patojenlerin tek molekül hassasiyetinde tespiti yapılabilmektedir. Bu alanda elde edilen bilgi birikimi ile çoklu tanı panellerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Elektrokimyasal sensör teknolojisi kullanılarak kanser belirteçlerinin tespiti çalışmalarının tedaviye erken başlama imkanı sağlayacak önemli bir çıktı üretmesi beklenmektedir. Kolorimetrik sensör çalışmaları ile hızlı ve ön tanı koymayı hedefleyen çalışmalar biyosensör alanındaki yelpazede önemli bir çalışma başlığı olacak şekilde kurgulanmaktadır.

Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayi Başkanlığının, savunma sanayide geliştirilen teknolojilerin ve sahip olan birikimin sivil alanlarda kullanılarak faydaya dönüştürülmesini desteklemesiyle ASELSAN, sağlık sistemleri alanındaki faaliyetlerini medikal görüntüleme, yaşam destek ve tanı cihazları olarak belirlemiştir. Bu alanlarda tasarım, üretim, satış ve satış sonrası hizmetleri faaliyetleri yürütülmeye başlanmıştır. ASELSAN sağlık alanında büyürken yurt içinde geliştirilen teknolojileri ticarileştirerek, yurt içi firmalarla iş birlikleri kurarak ülkemizdeki sağlık sanayi ekosisteminin güçlendirilmesine hizmet etmeyi ve çözüm ortakları ile büyümeyi hedeflemektedir.

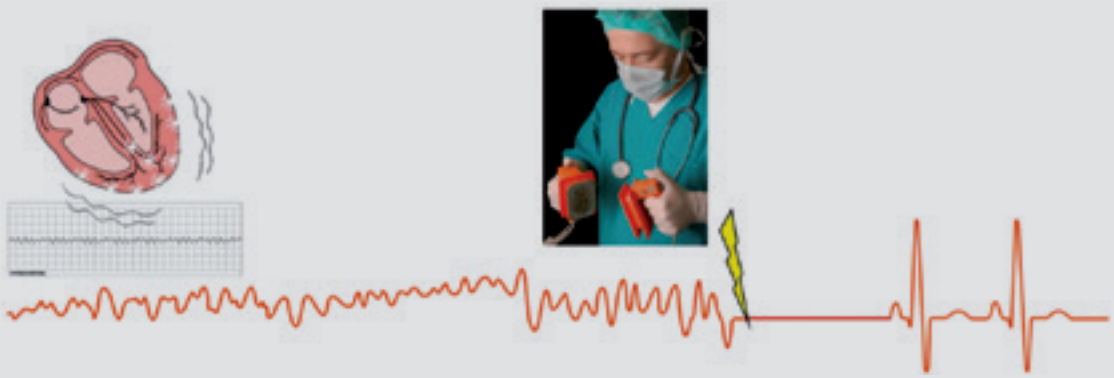
Ani Kalp Durması Tedavisi, Defibrilatör Cihazları ve Temel Yaşam Kurtarma Zinciri

Hazırlayan
Mehmet Murat Şerefoğlu, Lider Mühendis
UGES, Yaşam Destek ve Tanı Sistemleri Program Müdürlüğü

- 0.00s
On
Off

Ani Kalp Durması (Kardiyak Arrest) ve Tedavisi

Ani kalp durması (kardiyak arrest), kalpte herhangi bir nedenle oluşan elektriksel düzensizlik sebebiyle gelişen ritim bozukluğu sonucu kalbin vücuda kan pompalama fonksiyonunu yerine getirememesi nedeniyle ciddi hayati tehlike riskine yol açan bir kalp rahatsızlığıdır. Ani kalp durması, toplumda yaygın olarak kalp krizi şeklinde adlandırılan kalbi besleyen koroner damarlarda dolaşımsal daralma ya da tıkanma nedeniyle oluşan miyokard enfaktüsü ile neden sonuç ilişkisi açısından ilintili olabilmekle birlikte farklı bir kalp rahatsızlığıdır. Temel olarak, kalp krizini dolaşımsal bir kalp problemi, ani kalp durmasını ise kalpte oluşan ani elektriksel düzensizlik kaynaklı ritim bozukluğu şeklinde tanımlayabiliriz. Ani kalp durması vakası sırasında hastanın bilinci ansızın kaybolur, hasta dengesini aniden ve tamamen kaybederek hareketsiz kalır. Hastanın soluk alış verişi durur ve kontrol edildiğinde hastadan nabız alınamaz. Ani kalp durması, genel olarak kalbin kulakçık ve karıncık olarak isimlendirilen odacıklarının ritmik olarak kasılması ve gevşemesini sağlayarak vücuda kan pompalanmasını sağlayan yapılarda oluşan ani elektriksel düzensizlikten kaynaklanmaktadır. Genel olarak kalp krizi vakarından farklı olarak ani kalp durması etkisini hemen gösterir ve acil tedavi uygulanmazsa vaka ölümle sonuçlanır.



Resim 1: Ani kalp durması esnasındaki ve tedavi sonrasındaki kalp ritmi

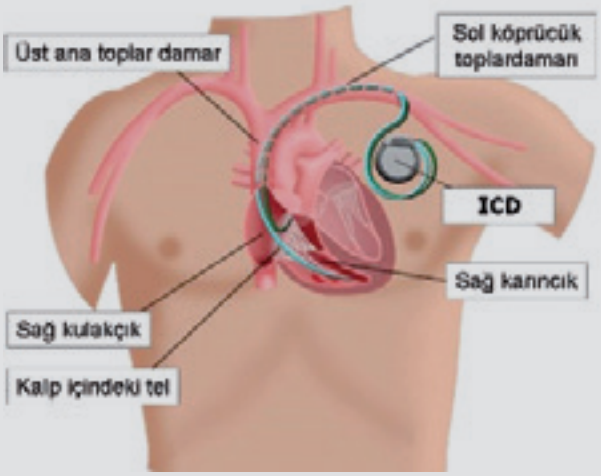
Ani kalp durmasına yol açan sebeplerden en sık görüleni bir koroner arter hastalığı nedeniyle gelişen kalp krizi sonucunda kalbe kan akışının azalması ya da kesintiye uğraması nedeniyle kalp ritminin düzenli olarak oluşmasını sağlayan kasların yeterli oksijen alamaması nedeniyle oluşan elektriksel düzensizliktir. Bunun dışında ani kalp durması vakaları daha önceden kalp ritmi düzensizliği (aritmi) tespit edilen hastalarda ya da ailesinde kalp ritmi bozukluğu olanlarda, ciddi kan kaybı gerçekleştiğinde veya oksijen yoksunluğunda, ölümcül bir ritme yol açabilecek seviyede yüksek potasyum ve magnezyum kan değerlerine ulaşıldığında, sigara ve uyuşturucu kullananlarda, kalp kapak hastalığı, şeker hastalığı, hipertansiyon ve obezite rahatsızlığı olanlarda daha sık gözlemlenebilmektedir.

Sebebi her ne olursa olsun ani kalp durmasına neden olan kalpteki kaotik ritim bozukluğunun tedavi edilebilmesi ve hastanın tekrar yaşama döndürülebilmesi için kalbe elektrik şoku tedavisi (defibrilasyon) uygulanması zorunludur. Basit anlamda, kalbe uygulanan defibrilasyon tedavisini rutin olarak çalışmaktayken aniden kitlenen ve çalışmaz hale gelen elektronik bir cihazı yeniden çalışır hale getirmek için uygulanan “resetleme” işlemine benzetebiliriz. Bu işlemi kalp üzerinde uygulamak üzere özel olarak tasarlanmış tıbbi cihazlara ise defibrilatör cihazları adı verilmektedir.

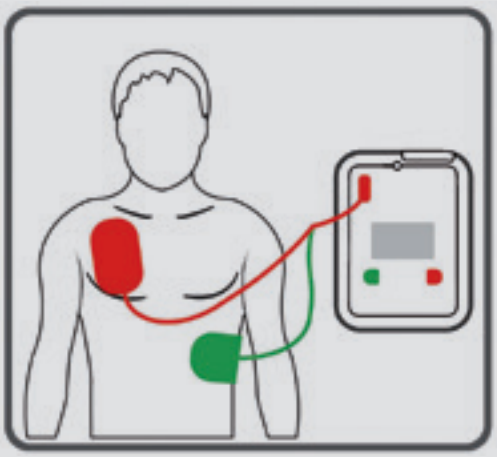
Defibrilatör Cihazı Çeşitleri

Defibrilatörler vücut içinde veya dışında kullanım durumlarına, sahip oldukları dalga formlarına ve kullanım şekillerine göre farklı kategorilere ayrılmaktadır.

Vücuda implante edilen defibrilatör cihazlarına Dahili Defibrilatör (Implantable Cardioverter Defibrillator / ICD) cihazları adı verilir. Bu cihazlar kalbe yakın bir pozisyonda göğüs bölgesi hizasında, cilt altına yerleştirilir. Sol köprücük toplardamarı ve üst ana toplardamar yolu hattında ilerleyen iletken telleri vasıtasıyla kalbin sağ karıncığı ve sağ kulakçığına kadar ulaşır. Hastada ölümcül bir kalp ritmi geliştiğinde (ventiküler fibrilasyon veya nabızsız ventiküler taşikardi) cihaz bunu algılayarak kendiliğinden devreye girerek kalbe gerekli elektro şokunu otonom olarak uygular. Bu cihazlar cerrahi işlemle vücuda implante edilir, sahip olduğu pil ömrü süresince (5-15 yıl) vücutta kalır. Ömrü bitince yine cerrahi işlemle yenisi ile değiştirilirler.



Resim 2: Vücutta ICD Cihazının yerleşimi



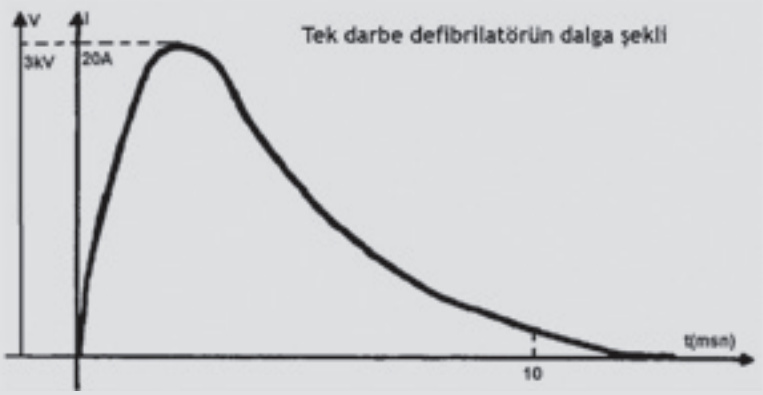
Resim 3: External defibrilatör pedlerinin vücut üzerinde tavsiye edilen uygulama bölgeleri (Kırmızı-Sternum, Yeşil-Apex)

Resim 4: External defibrilatör cihazları

İhtiyaç olması durumunda vücudun göğüs ve karın bölgesi hizasında (Sternum ve Apex) vücut dışından (external olarak) bir kullanıcı tarafından aktive edilerek elektroşok veren cihazlara ise external defibrilatör (external defibrillator) cihazları adı verilir.

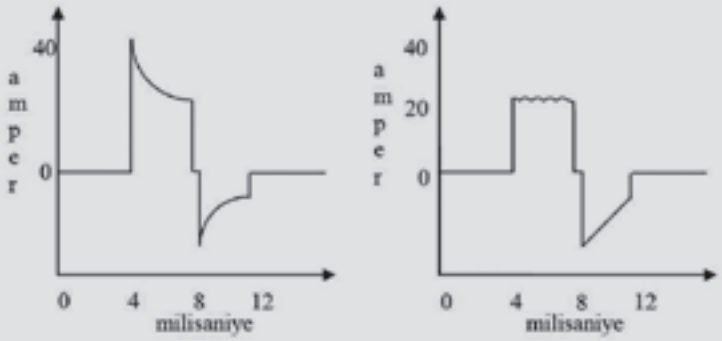
External defibrilatör cihazları verdiği şok dalgasının formuna ve kullanım şekline göre farklı gruplara ayrılır.

Monofazik (tek darbeli) defibrilatörler tek tepeli üssel bir dalga formuna sahiptir. Bu cihazlarda akım vücuda yapıştırılan bir ped üzerinden diğer pede doğru tek bir yönde akar. Bu tip defibrilatörlerin dolup boşalması bir kapasitörün dolup boşalması ile aynı dalga formuna sahiptir. Birinci nesil external defibrilatörler (1950-1990 arası) bu dalga formuna sahiptir.



Resim 5: Monofazik defibrilatör dalga formu

1990'lı yılların başlarında daha düşük seviyelerde enerji uygulayarak kalbi normal ritmine döndürebilmek için çift yönlü dalga formuna sahip Bifazik (çift darbeli) defibrilatörler tasarlanmaya başlamıştır. Bifazik defibrilatörlerle şok verildiğinde ilk başta elektrik akımı milisaniye mertebesinde bir pedden diğerine doğru boşalırken, yine milisaniye mertebesinde pedlere uygulanan dalga formu polaritesinin değişmesiyle eş zamanlı olarak pedler arasında akım yönü aksi yönde yer değiştirir.



Resim 6: Bifazik Defibrilatör Dalga Formu örnekleri

External defibrilatörler ayrıca kullanım şekillerine göre manuel ve otomatik defibrilatörler olarak kendi arasında ikiye ayrılır.

Manuel defibrilatörler ambulans ve hastanelerde uzman hekim veya yardımcı sağlık personeli tarafından kullanılabilen, kullanıcının belirleyeceği enerji seviyesinde elektro-şok (defibrilasyon) yapabilen, hastanın EKG ritmini kullanıcının istediği derivasyonlarda gösterebilecek dahili monitöre sahip, ergonomik tasarımlı cihazlardır. Bu cihazlar elektro-şok verebilme özelliğinin yanında hastanın vücut sıcaklığını, kan basıncını, kanındaki oksijen ve karbondioksit seviyelerini gösterebilen sensörleri de opsiyonel olarak bünyesinde bulundurabilmektedir.

Resim 7: Manuel external defibrilatör cihazı

2000'li yılların başında ani kalp durması vakaları gerçekleştiğinde ambulansla uzman sağlık ekiplerinin vakaya müdahale edinceye kadar geçen zaman zarfı içerisinde toplumun hayat kurtarma zincirine katılabilmesi için ilk yardımcılar tarafından kullanılabilecek sadelikte tasarlanmış, kullanımı tıbbi uzmanlık gerektirmeyen defibrilatör cihazlarına ise otomatik external defibrilatör cihazları adı verilmektedir. Bu cihazlar ABD, Kanada, Avustralya ve Avrupa ülkelerinde yaygın kullanıma sahiptir.

Resim 8: Otomatik external defibrilatör cihazı

Otomatik Eksternal Defibrilatör Cihazı ve Kullanımı

Otomatik Eksternal Defibrilatör (OED) (Automated External Defibrillator, AED) cihazları ani kalp durması vakalarında, hastaya elektrik şoku (defibrilasyon) uygulamak üzere tasarlanmış, hafif, kullanımı basit ve tıbbi uzmanlık gerektirmeyen hayat kurtarıcı bir tıbbi cihazdır. Bu cihazlar sahip olduğu yazılım ile hastanın kalp ritmini analiz etmekte ve yaptığı analiz sonucunda defibrilasyon uygulanması gerekli durumlarda hastaya elektriksel şokunu otomatik olarak uygulayabilmektedir. Uygulanan elektrik şoku ile birlikte ani kalp durması vakalarına neden olan, literatürde ventriküler fibrilasyon ve nabızsız ventriküler taşikardi şeklinde tanımlanan ölümcül kalp ritim bozukluklarının düzeltilerek hastanın yaşama döndürülmesi sağlanmaktadır.

Otomatik eksternal defibrilatörler (OED), günümüzde temel ilk yardım kapsamında ilk yardımcılar ve/veya sağlık profesyonelleri tarafından yaşam kurtarma zincirinin bir parçası olarak kullanılmaktadır. Cihazın kullanımının sadece ilk yardımcı seviyesinde tıbbi bilgi birikimi gerektirmesi, girişimsel olmayan (non-invazif) bir uygulamaya sahip olması, cihazın ihtiyaç durumunda kolay ve hızlı bir şekilde hastanın bulunduğu yere ulaştırılabilmesi bu cihazların en önemli avantajları arasındadır.

Defibrilatör Cihazı Gereksinimi

Tıbbi literatür incelendiğinde ani kalp durması vakalarında vakit kaybetmeksizin uygulanan defibrilasyon (elektro-şok) ve kardiyopulmoner resusitasyon (kalp masajı ve suni solunum) uygulamalarının hayatta kalma şansını büyük oranda arttırdığını gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ani kalp durması vakası geçiren hastaya hayat kurtarıcı tedavi yapılmadan boşa geçirilen her dakikada hastanın yaşama tutunma şansı yaklaşık %7-10 oranında azalmaktadır. İnsan beyninin üç dakikadan daha uzun süre oksijensiz kalması durumunda beyin ölümünün başlaması ve yaklaşık 10 dakika içerisinde de beyin ölümünün tamamlanması nedeniyle, ani kalp durması vakasının gerçekleşmesiyle acil sağlık ekiplerinin vaka yerine ulaşıncaya kadar geçen süre uzmanlar tarafından "altın dakikalar" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu "altın dakikalar" içerisinde ani kalp durması geçiren hastaya bir OED cihazı eşliğinde temel yaşam kurtarma zinciri adımlarının kesintisiz olarak uygulanması son derece elzem ve hayat kurtarıcı bir davranış şeklindedir.

Temel Yaşam Kurtarma Zinciri Halkaları

Temel yaşam kurtarma zinciri 5 halkadan oluşmaktadır. Bu halkaların ilk üçü tıbbi uzmanlığı olmayan sıradan vatandaşlar tarafından yapılması gerekli adımları içermektedir. Ülkemizde de Avrupa Birliği ortalamalarıyla uyumlu bir şekilde, şehir merkezlerindeki 112 acil sağlık ekiplerinin vakaya müdahale süresinin ortalama 8-10 dakika arasında olduğunu değerlendirdiğimizde, ani kalp durması vakalarında "altın dakikalar" içerisinde yapılması gerekli bu ilk 3 adımın toplum tarafından uygulanmasını bir nevi vatandaşlık görevi olarak değerlendirebiliriz.

Resim 9: Temel yaşam kurtarma zinciri halkaları

Temel yaşam kurtarma zinciri halkaları sırasıyla şu şekildedir:

1- "Bak-Dinle-Hisset" yöntemi olarak özetlenen ilk yardım adımlarıyla hastada bilincin kaybolduğu, soluk alış verişinin kesildiği ve hastanın nabzı alınamadığında vaka tespitinde bulunularak öncelikle 112 acil sağlık ekiplerine haber verilmesi sağlanır.

2- Vakanın yakınında bulunanlara seslenerek binadaki ya da vaka yerine en yakın OED cihazının vaka yerine getirilmesi talep edildikten sonra, vakit kaybetmeksizin kalp masajı ve suni solunuma başlanır.

3- Ulaştırılan OED cihazı ile birlikte hastaya elektro-şok (defibrilasyon) uygulanması sağlanır. OED cihazının yönlendirmesi eşliğinde, hastadaki bilinç kaybı geçinceye veya uzman sağlık ekipleri vaka yerine ulaşıncaya kadar kalp masajı ve suni solunuma kesintisiz olarak devam edilir.

4- Vaka yerine 112 acil sağlık ekiplerinin ulaşmasıyla hastanın ambulansla hastaneye nakli sağlanır.

5- Hastanede ileri düzey tetkik ve tedavilerin uygulanması gerçekleştirilir.

ASELSAN HEARTLINE OED (Otomatik Eksternal Defibrilatör)

Hazırlayan
Mehmet Murat Şerefoğlu, Lider Mühendis
UGES, Yaşam Destek ve Tanı Sistemleri Program Müdürlüğü

ASELSAN Heartline OED, kalbin kan pompalama fonksiyonunu yerine getiremediği, büyük arterlerden nabız alınamadığı ve buna bağlı olarak hastada solunum ve bilinç kaybı ile gelişen ani kalp durması (kardiyopulmoner arrest) vakalarına yol açan ölümcül kalp ritmi düzensizliklerini tedavi etmek üzere, olay yerine uzman sağlık görevlilerinin yardımı ulaşıncaya kadar ilk yardımcılar tarafından kullanılmak üzere özel olarak geliştirilmiş bir Otomatik Eksternal Defibrilatör (OED) cihazıdır.

Resim 1: ASELSAN Heartline OED Cihazı

ASELSAN Heartline OED, kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR) ve acil durumda kardiyovasküler tedavi (ECC) ile ilgili Avrupa Resüsitasyon Konseyi (ERC) ve Amerikan Kalp Derneği'nin (AHA) 2015 yılında ortak olarak hazırladığı kılavuza uygun biçimde tasarlanmıştır.

Heartline OED cihazında gelişmiş elektrokardiyografi (EKG) analiz yazılımı bulunmaktadır. Cihazın pedleri kullanıcı tarafından cihaz üzerinde işaretli vücut bölgelerine yapıştırıldığında hastanın EKG sinyali cihaz tarafından otomatik olarak analiz edilerek sesli ve/veya görüntülü (opsiyonel) olarak kullanıcı tedavi için yönlendirilir. Bu nedenle kullanıcının kalp ritmini bilmesi ve yorumlaması gerekmez.

Heartline OED cihazı kolayca yapışan iletken elektrotları ile kalbin ürettiği elektriksel aktiviteyi otomatik olarak analiz etme yeteneğine sahiptir. Ölümcül kalp ritmi olarak adlandırılan karıncık fibrilasyonunun (Ventriküler Fibrilasyon, VF) tespitine ilişkin uluslararası cihaz standardı (EN 60601-2-4) > %90 iken; ASELSAN Heartline OED, üstün kalp ritim analiz algoritması sayesinde %96,6 doğrulukta bu ritimleri tespit ederek hastaya gerekli şoku bifazik dalga şeklinde otomatik olarak uygular ve hastada tespit ettiği ölümcül kalp ritminin düzeltilmesini sağlar.

Heartline OED cihazının kullanımı son derece güvenlidir. Cihaz pedleri her hangi bir nedenle kalp ritmi normal olan bir hastaya takıldığında %99 gibi yüksek bir oranda hastanın normal kalp ritmine sahip olduğunu analiz ederek hastaya elektro şok uygulanmasını tavsiye etmez ve kullanıcıyı bu yönde bilgilendirir. Bu tespite ilişkin uluslararası cihaz standardında (EN 60601-2-4) bu oran > %90 şeklindedir.

ASELSAN Heartline OED, kullanımı sırasında sesli ve görsel olarak kullanıcıyı yönlendirme, hastanın EKG analizini kendi başına yapabilme özelliğine sahiptir. ASELSAN Heartline OED cihazının temelde tam otomatik ve yarı otomatik kullanım özelliğine sahip iki farklı modeli bulunmaktadır. Cihaz, EKG analizi sonucunda şok gereksinimi olan ölümcül bir kalp ritmi (ventriküler fibrilasyon, nabızsız ventriküler taşikardi) tespit ettiğinde yarı otomatik konfigürasyonunda hastaya şok uygulanmasını tavsiye eder ve kullanıcıyı şok butonuna basması için yönlendirir. Tam otomatik konfigürasyonda ise şok gereksinimi olan bir EKG sinyali tespit ettiğinde operatöre bilgilendirme mesajı verdikten sonra şok enerjisini otomatik olarak hastaya uygulama özelliğine sahiptir.

Resim 2: Ani kalp durmasına uğrayan bir hastada ASELSAN Heartline OED kullanımı

ASELSAN Heartline OED, temel yaşam kurtarma zincirinin ilk yardımcı tarafından eksiksiz olarak uygulanmasını sağlamak için ilk yardımcıyı sesli ve görsel (opsiyonel) olarak yönlendirir. Bu sayede vaka anında yaşanan panik nedeniyle her hangi bir kurtarma adımının atlanması ya da unutulmasının önüne geçilmesini sağlar. Cihaz kalp masajı ve suni solunum için kullanıcıya koçluk yapar. Ayrıca kalp masajının doğru ritimde yapılması için kullanıcıyı uygun ritimle yönlendirir.

Heartline OED sahip olduğu external standart bataryası ile 5 yıl süre boyunca 7/24 kullanım imkanına sahiptir. Opsiyonel yüksek kapasiteli batarya ile birlikte cihazın kullanım süresi 7 yıla kadar çıkabilmektedir. Heartline OED, periyodik ve otonom olarak yapmış olduğu cihaz içi testlerin sonucunda cihazda ya da batarya ve ped gibi aksesuarlarda bir sorun tespit ettiğinde bunu kullanıcısına uyarı LED'i aracılığıyla bildirme özelliğine sahiptir.

ASELSAN Heartline OED cihazı çalıştırıldıktan sonra, daha sonra vakanın analiz edilebilmesi için vakanın tarih ve saatini, hastadan aldığı EKG ritimlerini, ortam seslerini ve hastaya uygulanan elektro-şok tedavisini dahili hafızasına kaydeder.

Resim 3: Heartline OED cihazının kalp masajı yönlendirmesi

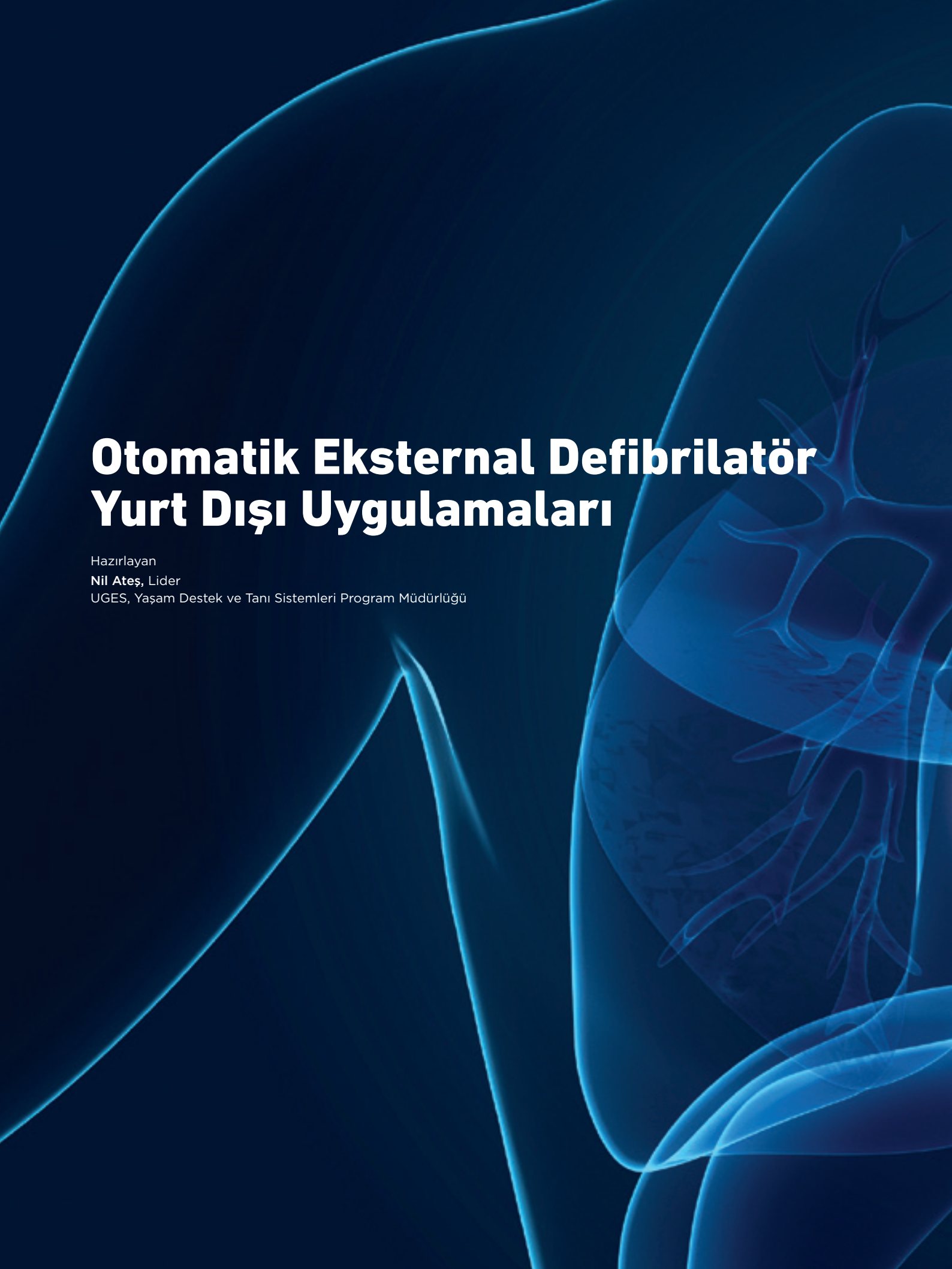
Resim 4: Heartline OED cihazının suni solunum yönlendirmesi

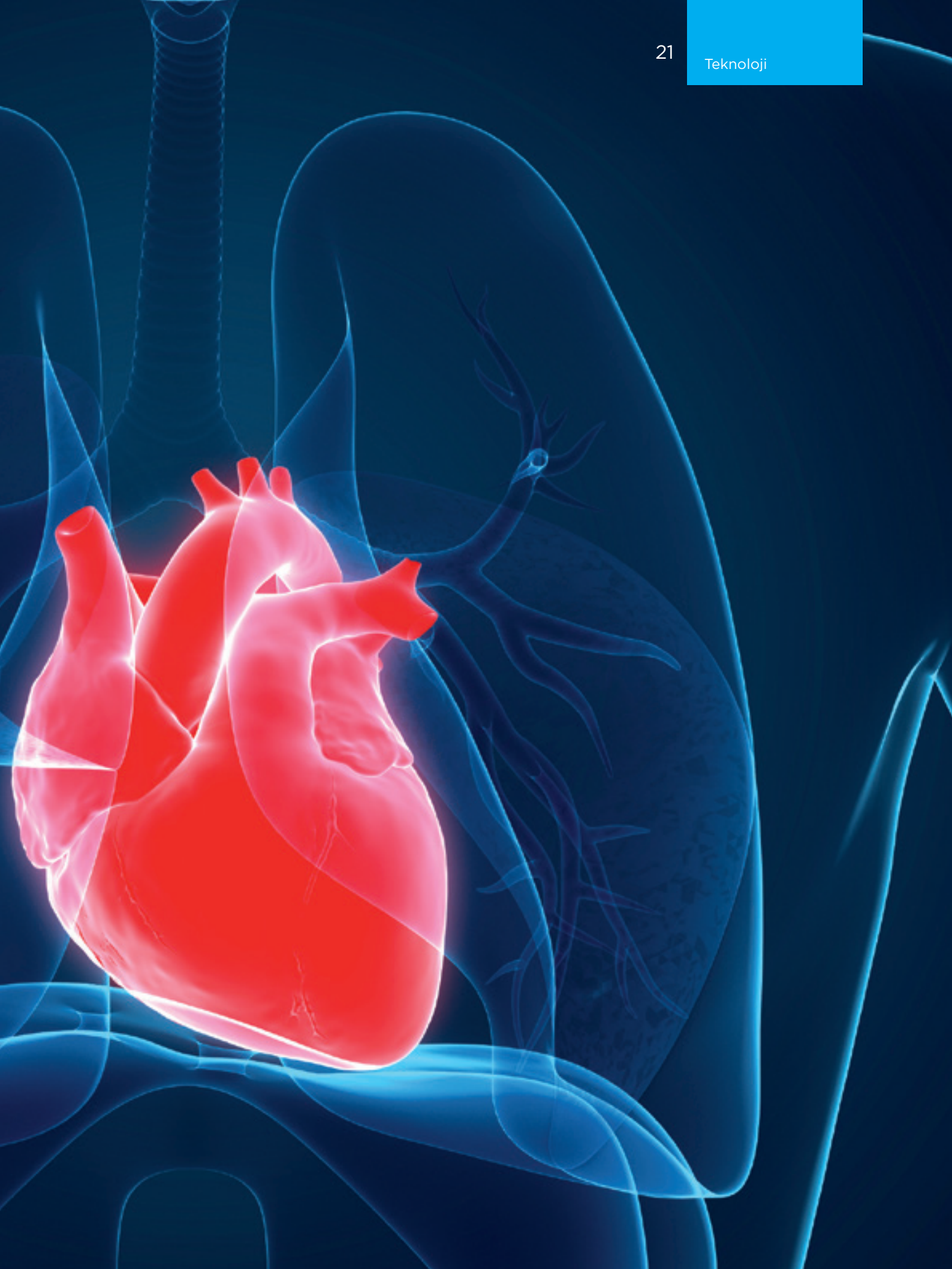
Resim 5: Ani bilinç kaybı yaşayan bir hastada ASELSAN Heartline OED kullanımı

ASELSAN Heartline OED cihaz kayıtlarının analiz edilebilmesi, cihazın gerekli sistem ayarlarının yapılabilmesi ve ihtiyaç durumunda vakanın raporlanması için özel olarak geliştirilmiş kullanıcı dostu bir arayüze sahip bir profesyonel servis yazılımına sahiptir.

Otomatik Eksternal Defibrilatör Yurt Dışı Uygulamaları

Hazırlayan
Nil Ateş, Lider
UGES, Yaşam Destek ve Tanı Sistemleri Program Müdürlüğü





Tüm tıbbi müdahalelerde en önemli hedef, insanı hayatta tutmaktır. Ani kalp durması (AKD) vakalarında müdahalenin en doğru şekilde ve zamanda yapılması; uygulamada hiçbir eksiklik ve hatanın olmaması son derece önemlidir. Aniden gelişen kalp durması için müdahale süresi kısa, müdahale şekli ise hayatidir.

Otomatik Eksternal Defibrilatör (OED) ve Kardiyopulmoner Resüsitasyon ile dünya genelinde uygulaması standartlaşmış olan yaşam zinciri basamakları mutlaka izlenmeli, ancak bu şekilde müdahalede hastayı hayata döndürmek mümkün olabilmektedir.

Tablo 1. Amerika Kalp Derneği ve Türkiye Sağlık Bakanlığı İlk Yardım Yönetmeliğine Göre takip edilmesi gereken yaşam zinciri basamakları

Dünya genelinde vaka sayıları dağılımı:

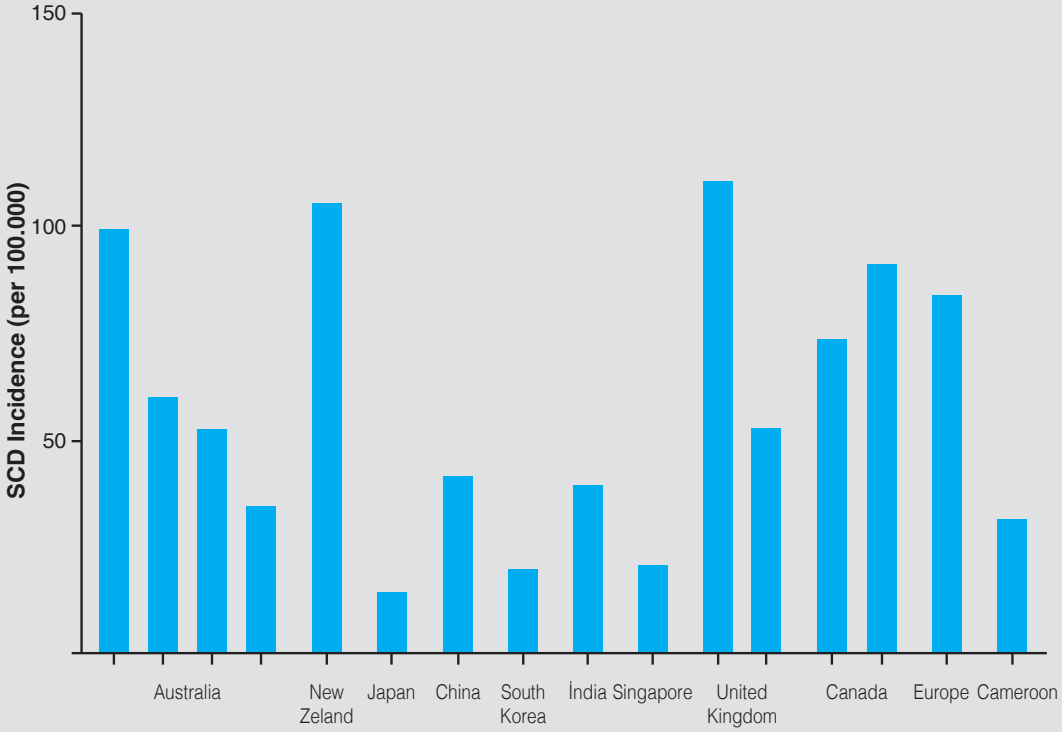
Amerika Birleşik devletleri yılda 475.000 kişi, Kanada'da 40.000 kişi,

2016 yılında, İngiltere'de yılda 60.000 kişiyi, Fransa'da 66.318, Almanya'da 80.620, İtalya'da 60.000, tüm Avrupa'da yaklaşık 515.000 kişiyi etkilediği belirtilmiştir. Bir başka çalışmada 350.000-700.000 kişide SCA görülmektedir.

Avustralya'da 15.000 kişi, Japonya'da ortalama 313.000 kişi

Afrika'da net veri olmamakla beraber sadece Kamerun'da her 288 ölümden 27'sinin (yüzde 9.4) AKD'ye bağlı olduğu belirtilmiştir.

Emirates Hava Yolları kalp krizi nedeniyle bir yılda 60 defa acil iniş yapmak zorunda kalmıştır. 2017 yılında acil müdahaleler için yaptığı yatırım 7 milyon dolardır.



Global AKD İnsidansı: İnsidans çalışması, tüm yaş gruplarını kapsayan seçili çalışmalardan sunulmuştur. Hindistan (Srivatsa≥35 yaş) ve Kamerun (Bonny 2017; ≥18 yaş) baz alınmıştır.
(Kısaltma AKD, ANİ KALP DURMASI)

Türkiye'de yılda ortalama 150.000 kişinin Ani Kalp Durması geçirdiği ve/veya sonuçlarından etkilendiği tahmin edilmektedir.

- Ailede kalp durması hikayesi olanlarda, tekrar görülme olasılığı 2 kat fazladır.
- CDC (Center for Disease Control and Prevention) verilerine göre, SCA ölümleri, tüm ölüm nedenleri arasında yüzde 13.5 ile önde gelmektedir. Her 7.4 kişiden biri bu nedenle ölmektedir. Yetişkinlerde risk yaşla beraber katlanarak artmaktadır.
- Her 3 ani kalp durması ölümünden 2'si kişi hastaneye ulaşmadan önce meydana gelmektedir. yüzde 95'inden fazlası, hali hazırda hayat kurtarıcı tıbbi ekipman bulunmadığı için ölmektedir.
- Ani Kalp Durması geçirildiğinde, kalbi normal ritmine döndürmeden önce geçen her dakika, hayatta kalma şansını yüzde 10 azaltmaktadır.
- Mevcut tıbbi teknoloji doğrultusunda eğer mağdurlar defibrilasyon ve kardiyopulmoner resüsitasyon dahil olmak üzere acil tıbbi müdahaleye ulaşabilirlerse, kalp durması mağdurlarında yüzde 30'a kadar bir düşüş sağlanmaktadır.

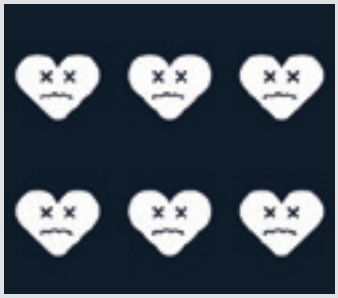
Defibrilatörlere halkın yaygın erişimini sağlayan programları uygulayan toplumlar, uygun eğitim, bakım ve yerel acil tıbbi sistemlerle koordinasyon sağlamış ve kalp durması nedeniyle hayatta kalma oranlarını çarpıcı şekilde geliştirmişlerdir. Bugün dünyada pek çok ülkede kamuya açık alanlarda ve mevzuatlarında belirlenen noktalarda zorunlu olarak defibrilatör bulunmakta ve kullanımı teşvik edilmektedir.

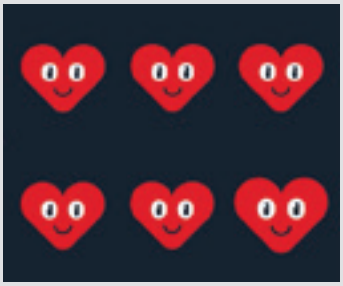
Dünyada Uygulamalar ve Standartlar

Uygulama standartları için belirlenmiş yasal düzenlemeler ülkeler genelinde mevcut olup farklılıklar göstermekle beraber kapsam alanları;

- OED'lerin bulundurulacağı yer,
- Kullanmaya yetkili kişiler ve
- Bu kişilere tanınan koruma hakları olarak belirlenmiştir. (Ör: ABD-Samaritan Law, Gönüllülük esası)

Kamu Spotu: Amerikan Kalp Derneği (AHA–Public Spot)



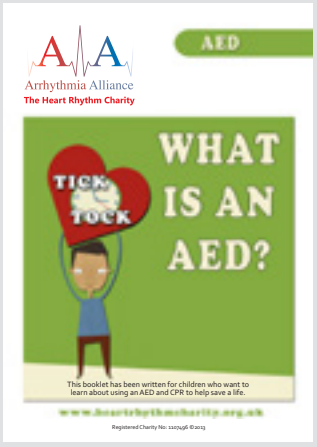


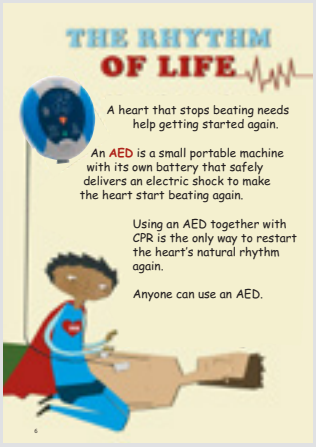
Kamu Spotu: İngiltere–UK Resuscitation Council[1]

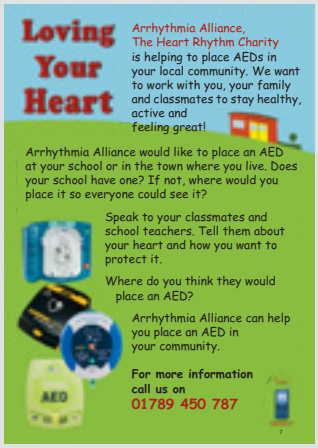
İngilterede yasal bir düzenleme olmamakla beraber tüm mekanlarda herkesin kullanımına açık olan defibrilatörler için iyi niyet esasına bağlı olarak bilinçlendirici kamu spotları yayınlanmaktadır. AKD vakalarında müdahalenin vatandaşlık gereği olduğu vurgulanmaktadır. Defibrilatör kullanıldığında kişilere zarar verilemeyeceği, eğitim olmaksızın herkesin kullanabileceği özellikle vurgulanmaktadır.

1 "The Mental Capacity Act (England and Wales) 2005", Cardiopulmonary Resuscitation, Automated Defibrillators and The Law, Resuscitation Council (UK), p.11, April 2018.

1- Dünya Genelinde Farklı Uygulamalar



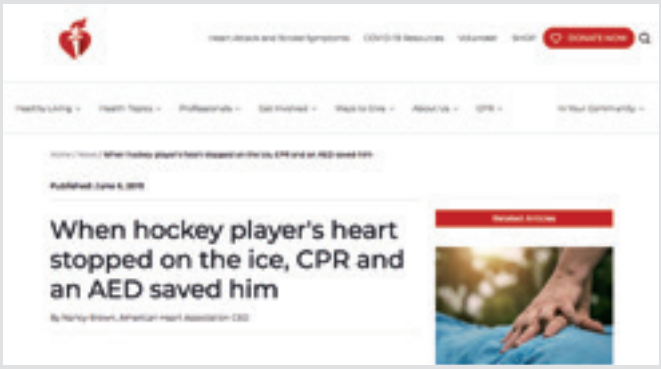


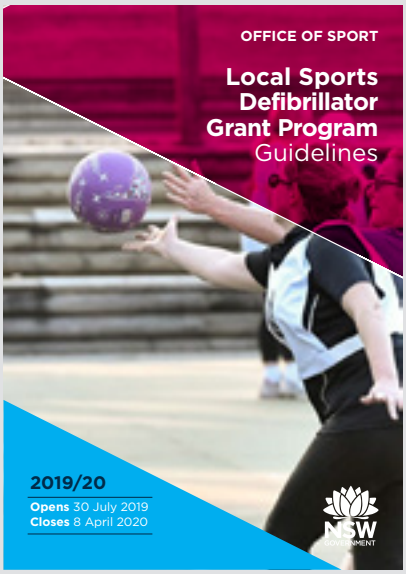


CPR ve OED kullanımı ve eğitimine yönelik yasal düzenleme kapsamına okullar da dahil edilmiştir. Bu kapsamda her eğitim alan çocukla, AKD vakalarında uygulamaları bilen yeni jenerasyonlar oluşması hedeflenmiştir. (Options For CPR and AED Instruction in Schools)

2- Spor Merkezleri için Uygulamalar:

Spor merkezleri, stadyumlar ve spor alanı olan okullar için özel düzenlemeler yapılmıştır: (Important SCA Legislation passed in the CT General Assembly)[2]



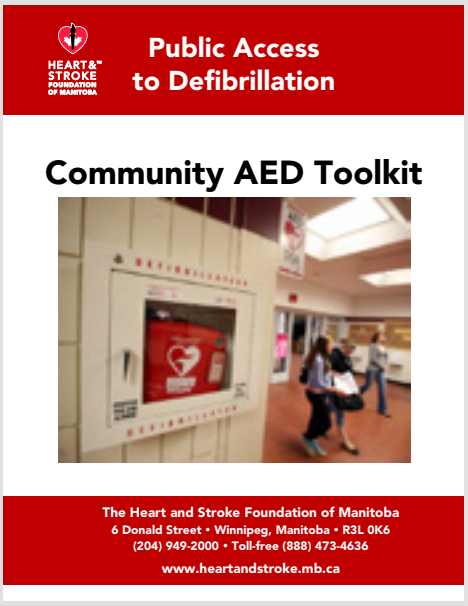


Avustralya hükümeti bütün spor tesislerinde OED bulundurulmasını zorunlu kılıp, OED'nin spor komplekslerinde bulundurulmasına yönelik kılavuzlar oluşturmuştur.

2 https://www.yourethecure.org/be-the-voice-for-all-the-athletes-who-have-been-silenced-because-of-sca

3- **Kamuya Açık Alanlar İçin Uygulamalar**

Metrolar, parklar, AVM'ler, ulaştırma araçları, havaalanları gibi pek çok alanda özel konumlandırma düzenlemeleri mevcuttur.



4- **Diş Klinikleri için Uygulamalar**

Diş kliniklerinde, uzun süre kontrolsüz solunum ve stres nedeniyle AKD vakaları ile karşılaşıldığı bilinmektedir.

5- **OED Cihazlarının Konumlandırmasına Yönelik Uygulamalar**

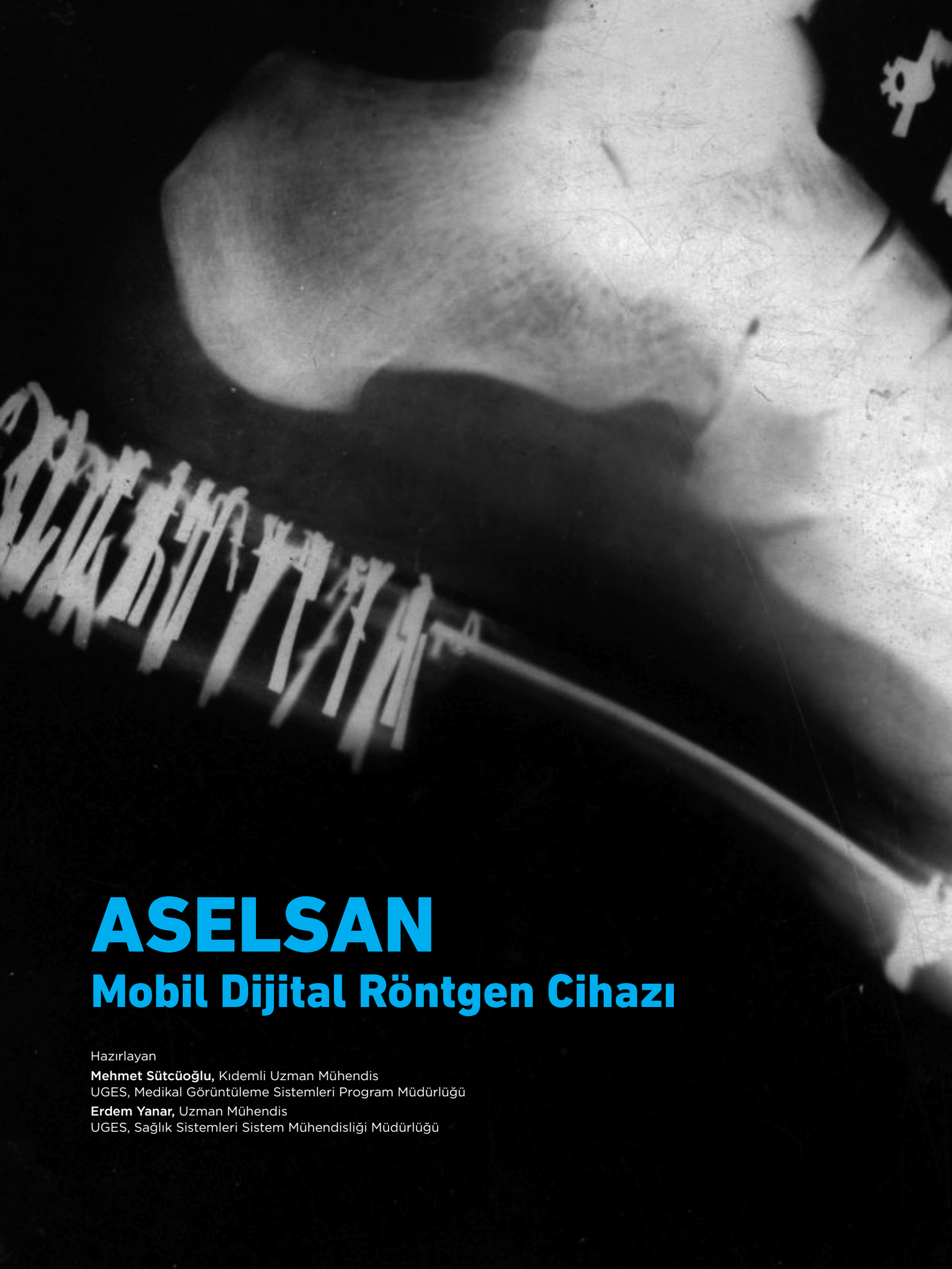
OED cihazları vakaların herhangi bir yerde herhangi bir zamanda ortaya çıkabileceği varsayımıyla, bulundurulduğu konumlar mobil aplikasyonlarla belirlenerek takibi ve kullanıcılara erişimi sağlanmaktadır.

6- **Türkiye'den Uygulamalar**

Türkiye'de 27 Temmuz 2020'de ilk yardım yönetmeliğine OED eğitimlerine ilişkin düzenlemeler eklenmiştir. Bu kapsamda, ilk yardım eğitimi almakta olan tüm işyerleri, okullar, kamu binaları ve güvenlik personelleri ile gönüllülerin yetişkin ve çocukları kapsayan OED kullanım ve uygulama eğitimi almaları zorunlu kılınmıştır. Eğitici ve eğitmen bu sayede eğitimli ve bilinçli kişi sayısının artması, ek mevzuatlarla AKD vakası görülen yerlerde konumlandırılarak OED cihazlarının çok daha fazla hayat kurtarması hedeflenmektedir.

Eğitim kılavuzlarının Türkiye genelindeki merkezlere dağıtılmak üzere yapılan çekimleri ASELSAN Heartline cihazıyla ve ASELSAN katkılarıyla hazırlanmıştır.

Fotoğraflar/Uygulama Canlandırmaları: **Doç. Dr. Gülşen Akçay, As. Dr. İlker Şirin, Dr. İsmail Borazan**
SB. Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi-Acil Tıp Kliniği



ASELSAN
Mobil Dijital Röntgen Cihazı

Hazırlayan
Mehmet Sütcüoğlu, Kıdemli Uzman Mühendis
UGES, Medikal Görüntüleme Sistemleri Program Müdürlüğü
Erdem Yanar, Uzman Mühendis
UGES, Sağlık Sistemleri Sistem Mühendisliği Müdürlüğü

X Işınının Keşfedilmesi

Wilhelm Conrad Röntgen, 1845 yılında Almanya'da doğmuş, eğitim ve akademik hayatını İsviçre'de sürdürmüş fizik alanında çalışmaları ile ünlenmiş bilim insanıdır. 1895 yılında çalışmaları esnasında tekrarlı bilimsel denemeler neticesinde cisimlerin içerisinden geçebilen daha önce bilinmeyen bir ışın keşfetmiş ancak bu ışına ait özellikleri ilk aşamada tespit edememiştir. Bu nedenle matematikte bilinmeyeni simgeleyen x harfini kullanarak bu ışına x-ışını ismini vermiştir. Daha sonraları bu ışınlar Wilhelm Röntgen ile özdeşleştirilmiş ve Röntgen Işınları olarak da anılmıştır. Yaptığı çalışmalar esnasında Wilhelm Röntgen, x ışınlarını kullanarak eşinin elinin görüntüsünü çekmiştir. Bu görüntü tarihte çekilmiş ilk röntgen görüntüsü olarak bilinmektedir.

Teknik olarak kısa bir ifade ile x-ışınları ya da Röntgen ışınları, 0.125 ile 125 keV enerji aralığında veya buna karşılık, dalgaboyu 10 ile 0,01 nm aralığında olan elektromanyetik dalgalar veya foton demeti olarak ifade edilebilir.

X ışınları özellikle tıpta tanısal amaçlarla kullanılmaktadırlar. İyonlaştırıcı radyasyon sınıfına dahil olduklarından zararlı olabilirler. Röntgen ışınları ışığa benzeyen fakat gözle görülmeyen, oldukça delici özellikli bir salınımdır. Röntgen ışınlarının elektromanyetik radyasyon spektrumunun bir kısmı olduğu, bugün artık bilinmektedir.

Resim 1: 1896'da Wilhelm Röntgen tarafından oluşturulan, eşi Anna Bertha'nın elinin X ışını görüntüsü.

X Işını Teknolojisinin Tarihçesi

X-ışınını keşfeden Wilhelm Röntgen'den 20 yıl sonra insanlık tarihini derinden etkileyen, milyonlarca askerin yaralandığı I. Dünya Savaşı başladı. Savaş sırasında hızlı ve portatif bir şekilde yaralanan askerlerin teşhis ve tedavi edilmesi sağlanmalıydı. Yaralanmalara karşı büyük ihtiyaçlardan birisi de yaralanan askerlerin hızlı bir şekilde x ışını görüntülerinin alınarak yaralanma durumlarının teşhis edilmesiydi. Normal kullanılan makineler hareket edemeyecek kadar ağır, büyük ve taşınabilir değildi. Savaşın başlamasıyla Nobel ödülüne sahip bilim insanı Marie Curie, Fransa için x ışını istasyonlarının geliştirilmesi için çalışmalara başladı. Çoğunluğu kadınlardan oluşan 150 kişilik ekip ile beraber 1914 yılının ekim ayında, küçük ameliyat istasyonuna sahip gezen arabalara x ışını makineleri kuruldu. Radyolojik Araba veya Küçük Curie ismi verilen bu arabalar, tam mobil olmasa da taşınabilir tarzda olan x ışını cihazlarının temelini attı.

ASELSAN ve X Işını Teknolojisi

ASELSAN olarak ülkemizdeki ve küresel pazardaki ihtiyaçların büyük bir kısmını karşılayacak olan mobil x ışını cihazları üzerine çalışmaya başladık. Mobil x ışını cihazları kullanımının başladığı ilk günden bu yana sağlık alanında etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Barındırdığı mobilite özelliği sayesinde hastaların çekim odasına gitme zorunluluğu olmadan ve fazla hareket etmesine gerek kalmadan çekimlerini sağlamaktadır. ASELSAN Mobil Dijital X-Işını Cihazı, ülkemiz ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.

Resim 2: ASELSAN Mobil Dijital Röntgen Cihazı

2020 yılının Ağustos ayında CE belgesini de alarak, tescillenmiştir. ASELSAN mobil radyografi sistemleri konvansiyonel ve dijital sistemleri ile zor ve acil durumlarda en hızlı sonuca ulaşmanızı sağlıyor. ASELSAN mobil x ışını ürün ailesi, sürüş algoritması, kolay x ışını kaynağı pozisyonlaması ve kullanıcı dostu arayüzü sayesinde rakiplerinden ayrılmaktadır. 2020 yılı sonu itibarıyla prototip üretimine geçilmiş, 2021 yılı sonunda seri üretimine geçilerek, 2022 yılında ticari olarak satışının yapılması hedeflenmektedir. Üretilen prototipler ise 2021 yılının başı itibarıyla klinik denemelerde kullanılmak ve geri bildirim toplamak üzere hastanelere gönderilecektir.

ASELSAN'ın yeni nesil mobil x ışını sistemi, hastalarınız için gelişmiş dijital görüntüleme teknolojisi sunuyor. Bu gelişmiş, taşınabilir sistemin odağında, yeni nesil kablosuz dijital dedektör yer alıyor. Genel olarak şunlardır:

- Teknik ve estetik olarak verimlilik, görüntü kalitesi ve fonksiyonelliğin birleştiği özgün tasarım
- Basit, geniş dokunmatik ekranı ile hızlı uygulama kurulumu, kolay görüntü incelemesi ile manipülasyonu ve kablosuz PACs'a erişim imkanı
- Kablosuz dedektörü ile daha doğru ve kolay pozisyonlama
- Opsiyonel uzaktan kumandalı kablosuz infrared kontrolü, maksimum radyasyon koruması sağlama
- Entegre tasarım, bütün bileşenlerin senkronize çalışma imkanı
- Mobil ortamda RAD odası verimliliği, görüntü kalitesi ve fonksiyonelliği
- Yatak kenarı veya akciğer buki tetkikleri için tüpün 120 dereceye kadar hareketi ile tüm pozisyonlamaları sağlama

- Verimlilik sağlayan geliştirilmiş batarya yönetimi
- 7/24 kullanılabilen entegre dijital sistem
- Minimum açılış süresi
- Güvenlik tamponları ve ultrasonik sensörlerle cihazın rutin hareketleri esnasında hasara yol açabilecek çarpışmaları önleme ve cihazı durdurma
- Basınç algılamalı tutma kolları ile mobil cihazın hızı ayarlanır ve serbest bırakılması ile durdurulabilmesi
- 30 kW güç kapasitesi ile RAD tüm klinik protokollerde kullanım
- Teleskopik kol yapısı ile öndeki geniş izleme alanı ve kompakt gövde, çarpışma ve yaralanma riskini azaltma
- Ağırlık : 450 kg. Özel hafif kasa ve aksesuarlar dahil, 460 kg.

Mobil Dijital X Işını Cihazının Kullanıldığı Yerler

Bakımevlerinde, evlerde, arazide, kliniklerde, tutukevlerinde, askeri sahra operasyonlarında, yoğun bakım ünitelerinde, acil servislerde, ortopedi servislerinde veya röntgen cihazının hastaya götürülmesi gereken her yeri kapsamaktadır.

Mobil X Işını Cihazlarının Geleceği

Günümüzde mobil x ışını araçları radyoloji teknisyenlerinin yönlendirmesi ile odadan odaya elektrik motorları desteği ile hareket etmektedir. Bu cihazlar kalabalık hastane ortamında rahat hareket etmeleri için gün geçtikçe küçülmektedir. Endüstri 4.0'a geçiş yaptığımız bu yıllarda hastanelerde de insansız sistemler görmeye başlayacağız. Bunun ilk örnekleri mobil x ışını cihazları olacaktır. Bu cihazlar teknisyen desteği olmadan otonom olarak hareket ederek hastane içerisinde odadan odaya hareket edeceklerdir. Bugüne kadar mobil x ışını cihazları tek bir enerji bandında röntgen çekimi yapmaktaydı. Ancak yakın zamanda iki farklı enerji ile çekim yapan sistemler ile çekilen görüntülerde kemiklerin ve yumuşak dokunun ayrı ayrı görüntülenmesi sağlanacaktır. Bunlara ek olarak önümüzdeki beş yıl içerisinde yapay zeka uygulamalarını bu cihazlarda göreceğiz. Mobil x ışını cihazlarında ilk yapay zeka uygulamasında, çekilen akciğer görüntülerinde akciğer sönmesi olup olmadığı tespit edilip radyoloji doktorunun önüne ilgili vakanın ilk sırada gelmesi sağlanmaktadır. Böylece vakaya müdahale etmek için zaman kazanılmaktadır. Bu uygulamaya ek olarak kırık tespitlerinin yapılması, akciğerlerde nodül tespitinin ve kanama olan bölgelerin otomatik tespitinin yapılmasını sağlayacak uygulamaları da yakın zamanda göreceğiz.

X Işını Teknolojisindeki Hedeflerimiz

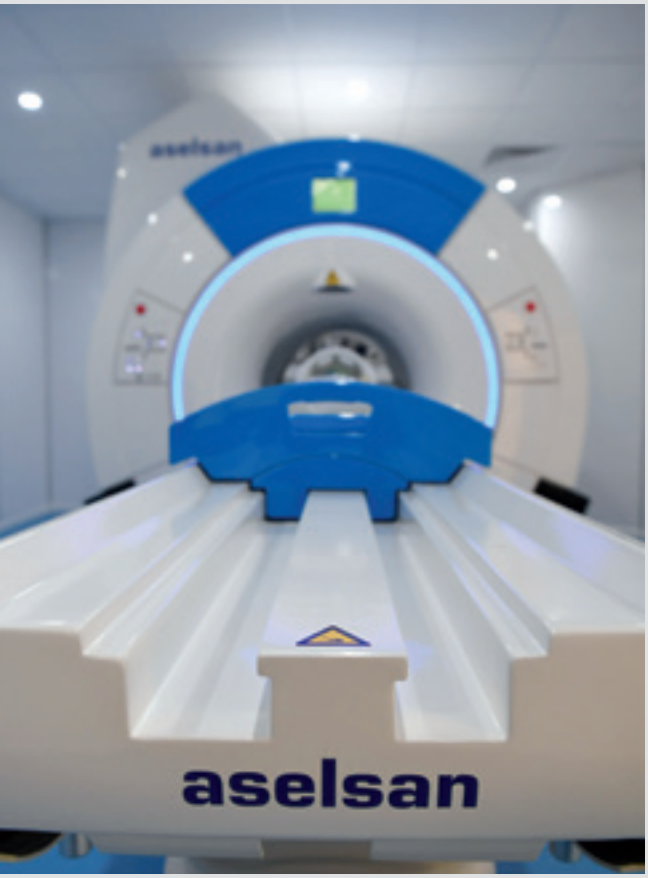
ASELSAN'ın x ışını pazarında büyük ve lider bir kuruluş olması için aşağıda belirtilmiş olan hedeflerimizi gerçekleştireceğiz.

- Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü ile geliştireceğimiz görüntü işleme kütüphanemizi mobil x ışını cihazımıza yakın zamanda entegre edeceğiz.
- Vücut içerisinde x ışını saçılımı nedeniyle görüntü üzerindeki bulanıklaşmayı giderecek algoritmaları cihazlarımıza entegre edeceğiz.
- Yapay zeka destekli akciğer hastalıkları tespiti, kırık kemik tespiti vb. yardımcı sistemleri cihazımıza entegre edeceğiz.
- ASELSAN tarafından geliştirilen yeni yüksek voltaj jeneratör tasarımını cihazlarımızda kullanacağız.
- ASELSAN Mobil Dijital X Işını Cihazının seri üretim bandına girmesiyle beraber bu alanda kazanmış olduğumuz bilgi ve birikimleri diğer x ışını sistemlerine yönelterek x ışını ürün ailesini genişleteceğiz.

ASELSAN MR Görüntüleme Sistemi Geliştirme Çalışmaları

Hazırlayan
Leyla Demirel, Lider Mühendis
UGES, Medikal Görüntüleme Sistemleri Program Müdürlüğü
Yüksel Demirtürk, Kıdemli Lider Mühendis
UGES, Sağlık Sistemleri Sistem Mühendisliği Müdürlüğü

aselsan



“MRI”, Manyetik Rezonans Görüntüleme” kelimelerinin İngilizce kısaltmasıdır. Manyetik rezonans görüntüleme, röntgen ışınları içermeyen, çok güçlü bir mıknatıs alanı içinde radyo dalgaları ile vücuttaki hidrojen atomunun etkileşimini sağlayarak vücut kesimlerinin incelenmesini sağlayan bir medikal görüntüleme tekniğidir. Yumuşak dokuların, beyin ve omurilik hastalıklarının, kas iskelet sisteminin, menüsküs ve bel fıtığı gibi rahatsızlıkların teşhisinde kullanılmaktadır.

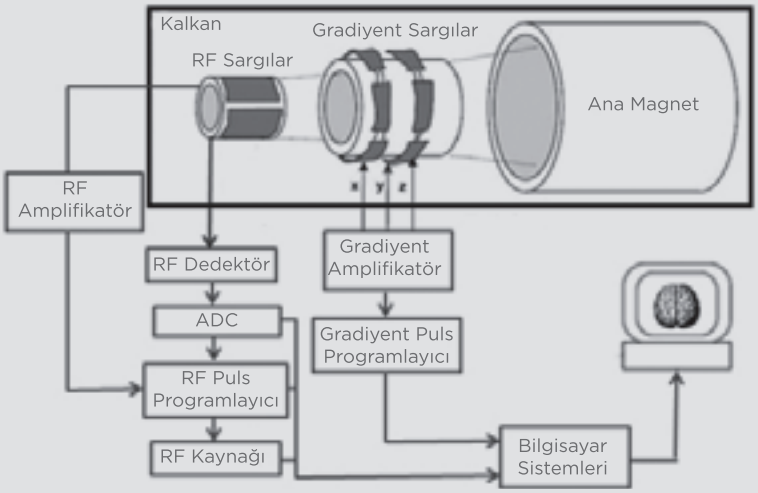
1971 yıllarında o zamanlar "Nükleer Manyetik Rezonans" veya kısaca" NMR" olarak isimlendirilen cihaz organik maddelerde hidrojen atomlarının pozisyonunu ve miktarını belirlemek için kullanılmaktaydı. Bu cihaz ile kanserli bir fare inceleyen Raymond Damadian, kanserli yapıda daha fazla hidrojen olduğunu gözlemlemiştir. Bu sonucun dönemin bilim dergilerinde yayınlanmasını sağlamış, böylece NMR cihazı ile canlıların dokularının incelenebildiğini kanıtlamıştır. Ancak bu cihazla 3-4 mm’den daha büyük örnekler incelenemiyordu ve görüntü elde edilemiyordu.

Damadian’ın makalesinden çok etkilenen ve 1972 yılında dünyada ilk MRI görüntüsünü elde eden kişi Amerika’da Stony Brook Üniversitesi’nde Kimya Profesörü olarak araştırmalar yapan Paul Lauterbur oldu. MRI görüntülerini ilk zamanlarda alabilmek için saatlerce çaba sarf edilmesi gerekiyordu. İngiliz fizikçi Peter Mansfield görüntü kalitesinin artırılarak, sürenin kısalmasını sağladı. 2003 yılında Nobel Tıp Ödülü, MR Görüntüleme alanındaki çalışmalarından dolayı Paul Lauterbur’a ve Peter Mansfield’e verildi.

Tıp dünyası nükleer kelimesi hastalara ürkütücü gelebileceğinden, nükleer manyetik rezonans cihazı adını kullanmak istemedi ve cihazın adı MR olarak değiştirildi.

MRG cihazı her iki ucu açık olan bir silindir şeklindedir. Bir MR görüntüsü elde edebilmek için, hasta bu silindirik mıknatısın içindeki hareketli yatağa yatar. Vücudun taranan kısmına bağlı olarak yatış pozisyonu değişebilir. Görüntüyü bulanıklaştırmamak için işlem sırasında hasta olabildiğince hareketsiz kalmalıdır. Çekimin yapıldığı bölgeye göre işlem 15 ila 90 dakika sürer. Kuvvetli mıknatıs vücuttaki protonları hizalanmaya zorlayan güçlü bir manyetik alan üretir. Daha sonra bir RF (radyo frekansı) vericisi ile RF sinyalleri hastaya uygulanır. Bunun neticesinde protonlar uyarılır ve uygulanan enerjinin miktarına göre manyetik hizalarından saparlar. Radyo frekans enerjisi kesildiğinde protonlar eski hizalarına geri dönerler. Bu dönüş sürecinde aldıkları enerjiyi bir sinyal şeklinde yayarlar. Güçlü manyetik alan içerisinde protonlar, sinyal alan ve yayan antenler gibi davranırlar. Protonların manyetik alanla yeniden hizalanması için geçen süre ve aynı şekilde salınan enerji miktarı, çevreye ve moleküllerin kimyasal doğasına bağlı olarak değişir. Bu manyetik özelliklere dayanılarak çeşitli doku türleri arasındaki fark belirlenir. MR görüntüleme sistemi, tıbbi görüntüleme teknikleri arasında yumuşak dokuyu en ayrıntılı olarak gösteren yöntemdir. Çünkü yumuşak dokular, diğer dokulara kıyasla daha fazla su bulunduran dokulardır. Bazı durumlarda, taranan vücut parçası üzerine bir çerçeve (RF bobin) yerleştirilebilir. Bu çerçeve tarama sırasında vücut tarafından gönderilen sinyalleri alan alıcıları içerir ve daha iyi kalitede bir görüntü oluşturulmasına yardımcı olur. Mıknatıs içerisine yerleştirilen ve mıknatısa göre çok daha küçük güçte olan gradyan sargı, elde edilen sinyalin nereden geldiğini, yani tarayıcı içerisindeki vücudun hangi noktasından geldiğini anlayabilmek için kullanılmaktadır.

Kuvvetli mıknatıs tarafından oluşturulan manyetik alan nedeniyle MR tarayıcısının çalıştırılması için farklı odada bulunan bir operatör bilgisayarı kullanılır. Bir MR Görüntüleme sisteminin temel bileşenleri Şekil-1'de resmedilmiştir.



Şekil 1: MR Görüntüleme Sisteminin Temel Bileşenleri

MR görüntüleme sistemlerinin manyetik alan gücü Tesla (T) ile ifade edilir. Manyetik alan gücünün artması ile homojenite artmaktadır, yağ ile suyun frekansları arasındaki fark açılmaktadır. Çözünürlüğü yükseltmek mümkün olduğu için kas-iskelet sistemindeki küçük lezyonları görme şansı artmaktadır. 1.5 Tesla MRI tarayıcısı görüntüleme merkezlerinde en çok tercih edilen sistem olmakla birlikte 3 Tesla tarayıcılarda uzmanlaşmış sağlık kuruluşlarında kendine yer bulmaktadır. Bunun yanı sıra araştırma ve teknoloji merkezlerinde 7 Tesla ve 11.4 Tesla tarayıcılarla çalışılmaktadır.

Tarama sırasında sargıların vibrasyonu sonucunda şiddetli bir gürültü ortaya çıkar (1.5 Tesla gücündeki MR için 95 dB'e varan şiddette). Kulak tıkaçları kullanılması işitme hasarını önlemede ya da azaltmada etkili ve pratik bir çözümdür. Hastanın yaşadığı stres ve gerginliği azaltmak ve hasta konforunu artırmak amacı ile, yeni nesil sistemlerde tarayıcı içerisinde özel ekrandan video izleme imkanı sunulmaktadır. Doğa, deniz manzarası veya çocuklar için çizgi film gibi rahatlatıcı video ve görsellerden oluşan seçenekler özel yansıtılmış ekrandan müzik eşliğinde izlenebilmektedir. Bununla birlikte kapalı alan fobisi olan ve obez hastalar için tasarlanan geniş iç hacimli MR sistemleri de yine konfor artırıcı yeni nesil niteliklerdir.

ASELSAN'ın savunma alanında sahip olduğu teknolojilerle medikal cihaz ve bileşenlerini yerli geliştirmesi değerlendirilerek, şirketin sağlık teknolojileri faaliyet alanında çalışmaların başlatılmasının akabinde, yerli MR Görüntüleme Sistemi Geliştirilmesi Projesi başlatılmıştır. 2018 yılında ilk fazı başlatılan proje kapsamında, ASELSAN ile Bilkent UMRAM (Bilkent Üniversitesi Ulusal Manyetik Rezonans Araştırma Merkezi) iş birliği ile ilk MR cihazının prototipi 2020 yılında geliştirilmiştir. İleriki çalışmalar için bir geliştirme ortamı fonksiyonu görecek olan bu 1.5 Tesla cihaz ile ilk test görüntüleri elde edilmiştir.

Millî teknoloji hamlesi doğrultusunda, Savunma Sanayi Başkanlığının da yönlendirmeleri ve destekleri ile sistem mimarisi milli, bileşenleri yerli klinik MR Görüntüleme Sisteminin ticarileştirilmesi çalışmalarına başlanmıştır. Bilkent UMRAM ile birlikte bu alanda uluslararası çalışmalar takip edilmekte ve alternatif sistem mimarileri incelenmektedir. Aynı zamanda ASELSAN Araştırma Merkezi ve UMRAM iş birliği ile ileri sinyal işleme yöntemleri kullanılarak MR Görüntüleme süresinin kısaltılmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir, REHİS Sektör Başkanlığı ve UMRAM araştırmacıları tarafından yenilikçi RF sistemine yönelik projeler yapılmaktadır. Bu çalışmalar sayesinde inovatif ve dünyada benzerleri arasında öne çıkacak bir sistem tasarımı ortaya çıkacaktır.

Kalp Akciğer Makinesi

Hazırlayan
Umut Çıngı, Kıdemli Uzman Mühendis
İbrahim Elçin Alabeyoğlu, Mühendis I
UGES, Yaşam Destek ve Tanı Sistemleri Program Müdürlüğü

Kalp-damar hastalıkları Türkiye'de ve dünyada en sık görülen ölüm nedenleri arasında bulunur. Türkiye'de yılda yaklaşık iki yüz bin kişi, koroner arter hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmektedir ve bu rakamın zamanla daha da artacağı öngörülmektedir. Koroner kalp hastalığı, pulmoner kalp hastalığı, kalp yetmezliği ve benzeri rahatsızlıkların tedavi edilebilmesi için kalbe cerrahi müdahalede bulunulması gerekmektedir. Ülkemizde bulunan 300 civarındaki kalp merkezinde yıllık olarak 80.000'in üzerinde açık kalp ameliyatı yapılmaktadır. Dünya genelinde ise günde yaklaşık 2.000 kalp ameliyatı gerçekleştirilmektedir.

Açık kalp ameliyatı

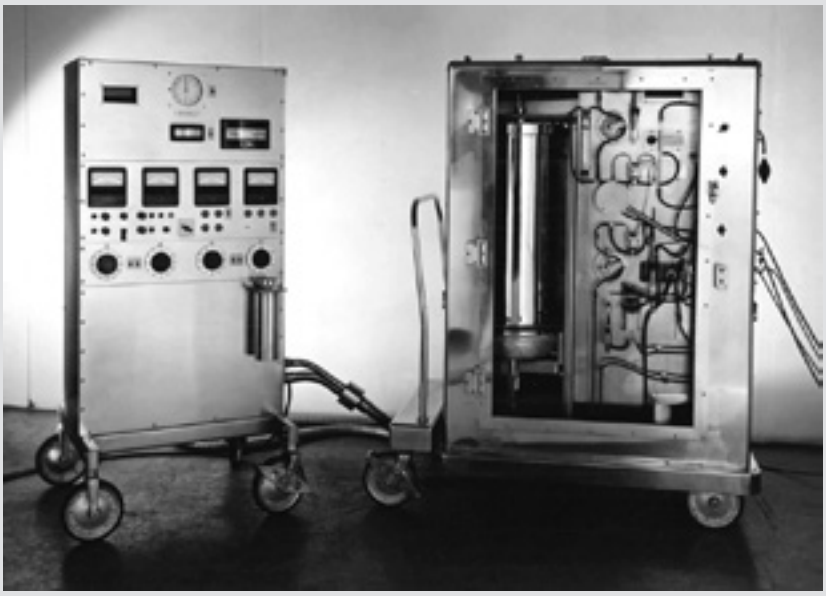
Açık kalp ameliyatı olarak da adlandırılan bu müdahaleler esnasında, ameliyat sahası olan kalp, hareketsiz ve kandan arındırılmış olmalıdır. Bu koşullar altında kalp görevini yerine getiremez ve vücuttaki kan dolaşımı sürdürülemez. Kalbin dolaşımı sağlama görevini yetiremediği bu durumda akciğer tarafından gerçekleştirilen kanın temizlenmesi işlemi de yapılamamış olur. Dolayısıyla kalbin çalışmadığı süre içinde kirli kanın temizlenmesi ve temiz kanın pompalanarak vücuttaki organlara gerekli oksijenin ve besinlerin ulaştırılabilmesi için eksternal bir mekanizma gereklidir.

Kardiyopulmoner bypass (KPB), yaklaşık olarak 70 yıldır kullanılan ve birçok kalp ameliyatının güvenle yapılabilmesine olanak sağlayan özel bir uygulamadır. Bu metot kapsamında, cerrahi müdahale esnasında, kan, vücudun dışında karbondioksitten arındırılıp oksijenlendirilerek(temizlenme) vücudun diğer organlarına pompalanır ve dolaşım sisteminin görevleri yapay bir sistem aracılığıyla yerine getirilmiş olur. Bu uygulamayı gerçekleştiren sistem, kalp akciğer makinesi olarak adlandırılır.

Kalp-akciğer makinesi kullanılarak sağlanan "ekstra korporeal dolaşım" (EKD) ile daha önceleri ameliyat edilemediği için yaşama şansı çok düşük olan pek çok pediatrik ve erişkin gruptaki hasta yaşam şansına kavuşmuştur. Ekstra korporeal dolaşımın kliniğe girmesi, kalp cerrahisinin modernleşmesinin önde gelen yapı taşlarındandır. Kalp cerrahisi tarihçesinde hatırlanması gereken başlıca olay, 1916 yılında tıp fakültesi öğrencisi Jay Mclean tarafından kanın pıhtılaşmasını önleyen (antikoagülan) bir madde olan heparin molekülünün bulunmasıdır. Heparinin keşfiyle, ekstra korporeal dolaşımın kullanılmasına olanak sağlanmış ve kalp cerrahisinde çığır açmıştır. 1930 yılında John Gibbon henüz genç bir doktorken masif pulmoner emboli nedeniyle kaybedilen bir hastadan esinlenerek ekstra korporeal dolaşım konusuyla ilgilenmeye başlamış ve uzun

yıllar bu konu üzerine çalışmalar yapmıştır. 6 Mayıs 1953'de IBM® ile beraber tasarlanan kalp akciğer makinesini kullanarak 18 yaşında bir kadındaki atriyal septal defekt (kapakçıları ayıran zarda bulunan delik) başarıyla kapatılmıştır ve kalp cerrahisindeki yeni atılımlar için bir temel oluşturulmuştur. Aynı zamanlarda, C.Walton Lillehei "kontrollü çapraz dolaşım" adıyla yeni bir teknik geliştirmiş ve aynı kan grubuna sahip iki kişinin arteriyel (atar damar) ve venöz (toplar damar) sistemlerini birbirine bağlayarak hastaya gerekli dolaşım desteğini sağlamış ve ameliyatı gerçekleştirmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Mayo Klinikte John W. Kirklin ve meslektaşları, Gibbon-IBM® kalp akciğer makinesini modifiye ederek açık kalp operasyonlarına başlamıştır. Kirklin ve ekibi dünyada ilk defa kalp akciğer makinesi kullanarak ventriküler septal defekt (karıncıkları ayıran bölgedeki delik) ve fallot tetralojisinde (doğumsal kalp anomalisi) total korreksiyon ameliyatlarını başarı ile gerçekleştirmiştir.

İlk Kalp Akciğer Makinesi Örnekleri



Ülkemizdeki ekstra korporeal dolaşım kullanılarak yapılan ilk açık kalp ameliyatı girişimi Dr. Mehmet Tekdoğan tarafından 1960 yılında gerçekleştirilmiştir. Açık kalp ameliyatlarının seri halinde uygulanmasına ise 1962 yılında Dr. Aydın Ataç tarafından Hacettepe Çocuk Hastanesi'nde başlanılmıştır. Tüm dünya ile birlikte ülkemizde de açık kalp ameliyatları medikal teknik ve teknolojilerin gelişmesiyle hem pediatrik hem de erişkin vakalarda yaygınlaşmış ve hızla birçok merkezde yapılır hale gelmiştir.

Kalp akciğer makinesi, birbiriyle entegrasyon içerisinde çalışan çeşitli bileşenlerden oluşmaktadır. Her bir bileşenin ekstra korporeal dönüşümü sağlayarak hastayı hayatta tutmak adına yerine getirdiği belirli fonksiyonları vardır.

- Kanın sistem boyunca iletimini sağlayan peristaltik pompalar
- Oksijen değeri düşük kanın vücuttan alındığı venöz hattı
- Cihaz parametrelerinin ayarlandığı kontrol üniteleri ve yazılımı
- Pompalar, sistem görüntüleme birimi ve kontrol paneli için gerekli güç kaynağını içeren konsol
- Kanı oksijenlendirerek akciğerin görevini yerine getiren oksijenatör (yapay akciğer)
- Kan sıcaklığını ayarlayan ısıtıcı soğutucu ünite ve ısı değiştirici
- Oksijenli kanın vücuda aktarıldığı arter hattı
- Fizyolojik parametreleri ölçen algılayıcılar
- Kimyasal solüsyonlar ileterek kalbin durdurulmasını sağlayan kardiyopleji sistemi

Öncelikle venöz ve arter kanüller aracılığıyla kalp akciğer cihazı ve hasta arasında bağlantı kurulur, kirli kanın vücuttan alınıp temiz kanın vücuda iletileceği arter ve venöz hatları oluşturulur. İstemsiz kasılan kas grubunda bulunan kalp kası dışarıdan kalbe kardiyopleji solüsyonunun aktarılmasıyla durdurulur ve cerrahi müdahale mümkün kılınır. Venöz kanüller kanı hastanın ana toplardamarından ekstrakorporeal sirkülasyona seviye farkı ile drene eder. Oksijen değeri düşük (Venöz-kirli) kan, bir rezervuarda toplanır. Rezervuarda toplanan kan yapay akciğere, yani oksijenatöre aktarılır. Oksijenatörde difüzyon aracılığıyla oksijen molekülleri, kana nüfus eder ve karbondioksit molekülleri de aynı şekilde kanı terk eder.

Kalp akciğer makinelerinde oksijenatörler genelde rezervuar ve ısı değiştirici cihazla bütünleşmiş şekilde bulunur. Kan sıcaklığının kontrol edilmesi için kullanılan ısı değiştiricinin içinde ihtiyaca göre 4°C ile 42°C arasında su dolaşır ve bu şekilde kan sıcaklığı düzenlenir. Ekstra korporeal dönüşüm devam ettiği sürece kan sıcaklığı 28°C ile 32°C arasında tutulur. Bu sayede vücut ısısı düşürülerek metabolizma yavaşlatılır ve vücuttaki oksijen ihtiyacı azaltılır. Oksijene edilmiş ve sıcaklığı düzenlenmiş kan, arter hattını takip ederek peristaltik pompalar tarafından vücuda geri aktarılır ve organlara gerekli oksijen sağlanmış olur. Cerrahi müdahale devam ettiği sürece bu döngü kendisini tekrarlar.

Cihaz teknolojisi incelendiğinde cihaz tasarımının uzun yıllardır köklü bir değişikliğe uğramadığı görülmektedir. Son dönemde tasarlanan cihazlara eklenen sensörler ve geliştirilen yazılımlar sayesinde cihaza bazı parametreleri ölçme ve izleme fonksiyonu kazandırılmıştır. Bu noktadan hareketle cihaza eklenebilecek algılayıcılar ve yazılım desteği ile cihazda

inovasyon sağlanabileceği değerlendirilmiştir. Yenilikçi özellikleri olan, ASELSAN tasarımlı bir cihaz ile Türkiye ve küresel pazarda yer bulmak mümkün olacaktır.

Proje kapsamında cihaza yönelik kritik olduğu değerlendirilen aşağıdaki komponentler ASELSAN tarafından geliştirilecektir ve bu sayede muadil cihazlara göre çeşitli avantajlar sağlayacaktır. Cihazın en önemli bileşeni olan hasta kan alışverişini sağlayan peristaltik pompalar ASELSAN tarafından geliştirilecektir. Ayrıca tasarlanacak perfüzyon yönetim sistemi aracılığıyla cihaza ve hastaya yönelik gerekli bütün değerler tek bir kaynaktan eş zamanlı olarak izlenebilecek ve istenilen sistemlere işlenebilecektir. Kullanıcı için hasta parametrelerini takip etmek, cihaz ayarlarında değişiklikler yapmak ve elde edilen verileri toplamak kolaylaşacaktır. Aynı zamanda istenmeyen ya da acil müdahale gerektirebilecek durumların daha çabuk fark edilmesine katkıda bulunacaktır. Konsol, kullanıcı ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak rakip cihazlara göre kullanımı daha ergonomik, taşınması ve kurulumu daha kolay bir tasarıma sahip olacaktır.

Ülkemizde ve dünyada kardiyovasküler rahatsızlıklara sahip kişi sayısının giderek artmasıyla, tedavilerin ve cerrahi metotların üzerine yapılan araştırmalar artmıştır. Bu alandaki artan farkındalık ve sağlık tesislerinin iyileştirilmesine yönelik devlet girişimleri, kalp-akciğer makinesi pazarının küresel ölçekte büyümesine katkıda bulunmaktadır. Yerli bir kalp akciğer cihazının geliştirilmesi, Türkiye'nin tıbbı cihazlar alanında %85 dışa bağımlılık oranını azaltmak adına önemli bir adım olacaktır.

Radyasyon

Hazırlayan
Ömer Demirkaya, Direktör
UGES, Sağlık Sistemleri Program Direktörlüğü

Hayatın her saniyesinde doğal radyasyona maruz kalıyoruz. Muz yiyoruz, dış ülkelere uçak seyahatleri yapıyoruz, maalesef ülkemizde yaygın olarak sigara kullanıyoruz, akıllı telefonlar daima bizimle ve hasta olduğumuzda görüntüleme cihazları ile (radyografi, BT, PET/BT, MRI, gama kamera, ultrason vs.) vücudumuzun görüntüleri çekiliyor. Günümüzde tüm bu sebeplerden dolayı sağlıklı bir yaşam için radyasyon bilgisi veya farkındalığı sahip olunması gereken bir olgudur.

Tanımı

Radyasyon genel olarak hareket halinde olan enerji olarak tarif edilir. Radyasyon iki farklı formda bulunabilir:

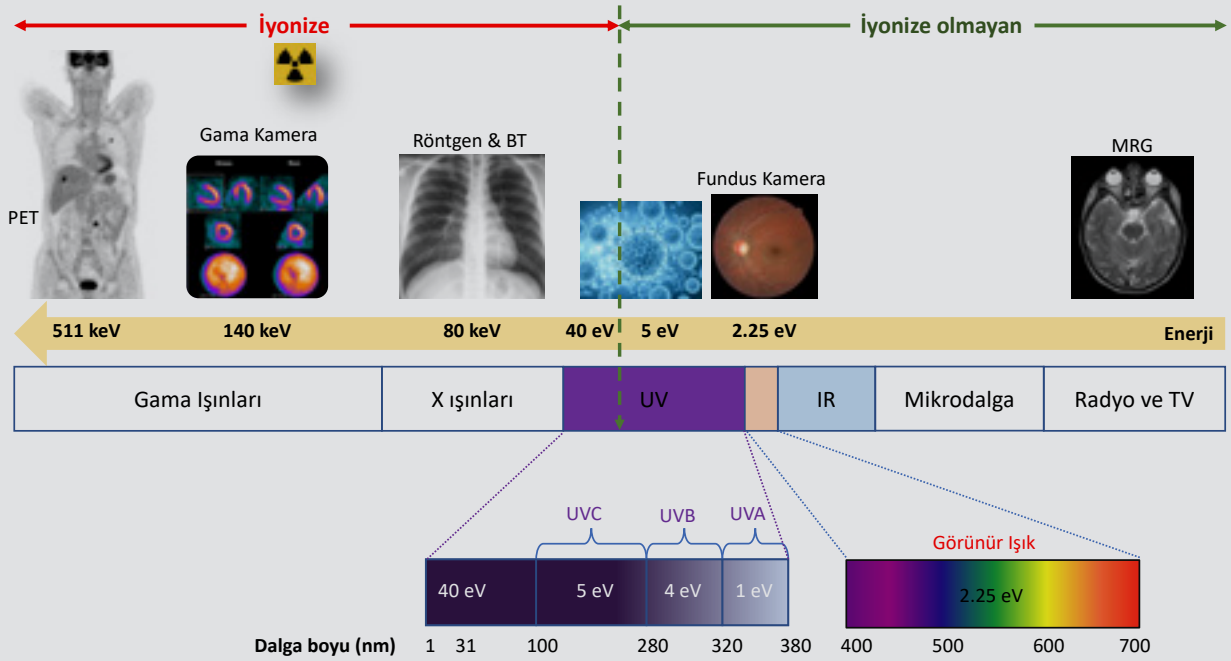
1) elektromanyetik (EM) radyasyon,
2) parçacık radyasyonu.

EM radyasyon enerjiyi elektrik ve manyetik alanın salınım halinde ışık hızı ile havada seyahat etmesiyle taşımaktadır. Genelde EM spektrumunun tamamı ışık olarak da nitelendirilmektedir. Dalga-parçacık ikilemine göre, ışık hem dalga hem de parçacık gibi davranmaktadır. Bu yüzden ışık dalgası aynı zamanda küçük parçacıklardan oluşmaktadır. Bu parçacıklara foton denir. Fotonların sahip olduğu enerji $E = h\nu$ ile ifade edilir. Bu ilişkide h Plank's sabiti ν ise ışığın frekansını göstermektedir. Frekans ve dalga boyu arasındaki ilişki $\nu = c/\lambda$ şeklinde tanımlanır ve burada c sembolü ışığın vakum içindeki hızını gösterir. Hatırlaması ve hesaplaması kolay olan $E = 1240/\lambda$ formülü enerji ve dalga boyunu hesaplamak için kullanılabilir. Burada dalga boyunum birimi nanometre (nm), enerjinin birimi elektronvolt'dur (eV). 1 eV bir elektronun 1V potansiyel farkına sahip iki plaka arasında hızlandığında kazandığı potansiyel enerjiye eşittir. Örneğin, 250 nm dalga boyundaki bir mor ötesi ışık fotonunun enerjisi 5 eV civarındadır. Şekil 1'deki elektromanyetik dalga tayfına baktığımızda farklı dalga boylarında ışıklar olduğunu görürüz. Gözle görünen ışık bandı 400 ile 700 nm arasında değişen dalga boylarına sahiptir. Görünen ışık bandının sağında ve solunda mor ötesi (UV) ve kızıl ötesi (IR) ışık bantları yer almaktadır. Tüm spektrum görünen ve görünmeyen ışık olarak da ayrıştırılabilir. Işık spektrumu UV, X-ışını, gama ışını ve yüksek enerjili gama ışınları olarak enerjisi artan bir şekilde devam eder. UV ışık bandı genelde 10 ile 400 nm arasında değişir. Bunun alt bölümü olan UVC 10 (124 eV) ile 280 nm (4.42 eV) arasında değişen dalga boyuna sahiptir.

Radyasyonun hareket halinde enerji olduğunu ve iki tip, fotonlardan veya alfa, beta, gamma gibi atom altı parçacıklardan olduğunu belirtmiştik. Kinetik enerjiye sahip hareket halindeki ışık fotonu veya atom altı parçacıklar bulundukları ortamla etkileşime girerler. Eğer yeterince enerjiye sahiplerse ortamdaki atomları iyonize ederler. Bir atomun iyonize olması atomun elektronunun yerinden sökülmesi demektir. Bu fotoelektrik veya kompton saçılımı (compton scatter) denilen farklı etkileşme yolları ile gerçekleşir. Radyasyon, iyonize eden radyasyon veya iyonize edemeyen radyasyon şeklinde de iki gruba ayrılır. Hepimizin bildiği gibi elektronları bağlı bulundukları atomlarından koparmak için belli bir enerjiye ihtiyaç vardır. Bu her atom için farklıdır. İnsan vücudunda bolca bulunan hidrojen atomunun elektronunu koparmak için yaklaşık 13.6 eV enerjiye ihtiyaç vardır. Buna elektronun atoma bağlanma enerjisi de denir. Bu demek oluyor ki 13.6 eV veya üzerinde bir enerjiye sahip olan bir foton veya parçacık etkileşim sırasında hidrojen atomunu iyonize edebilir veya hidrojen atomunun elektronunu koparabilir. Vücudumuzda bolca bulunduğu için bu enerji seviyesi iyonize radyasyon için alt sınır olarak da alınabilir. US Federal Communications Commission iyonize radyasyonun alt limitini 10 eV olarak belirlemiştir. 750 nm civarındaki bir IR fotonu sadece 1.6 eV enerjiye sahip olduğu için iyonize olmayan bir radyasyondur. Şekil 1'de görüldüğü gibi UVC ışıklarının bir bölümü iyonize ışık bandına dahildirler.

Bir atom iyonize olduğunda birkaç farklı şey olabilir. İyonize olmuş atom diğer atomlarla beraber bileşikler oluşturabilir. Veya aynı atom içindeki daha üst enerji seviyesindeki bir elektron boşalan yeri doldurabilir. Bu esnada iki enerji seviyesi arasındaki enerji farkı kadar enerjiye sahip bir

foton ışıması açığa çıkar. Bu ışımaya (radyasyona) karakteristik radyasyon denir. Atomdan kopan elektronlar belli bir kinetik enerjiye sahip olduklarından enerjilerini kaybedene kadar doku içerisinde yollarına devam ederler. Bu ikincil elektronlar doğrusal bir çizgi üzerinde değil bilardo topu gibi zikzaklar çizerek yol alırlar.



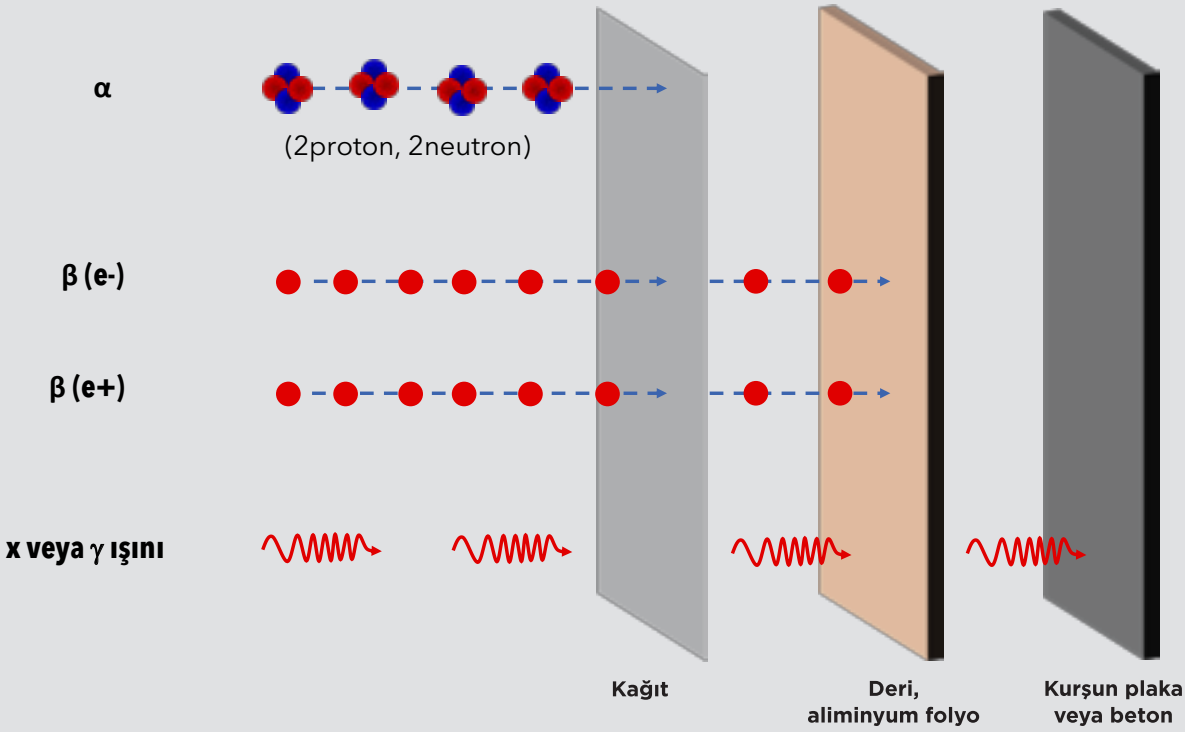
Şekil 1: Elektromanyetik dalga spektrumu görünen ışığın iki tarafında "görünmeyen" ışık dalgalarından oluşur. Sol tarafa doğru ışık fotonlarının enerjisi artar. Sağa doğru fotonların enerjisi düşer. Tüm spektrum iyonize ve iyonize olmayan ışık olarak ikiye ayrılır. Şekilde ayrıca medikal görüntüleme sistemlerinin kullandıkları ışık ve enerji seviyeleri gösterilmektedir.

X ışınları x-ray tüpü tarafından üretilir. X-ray tüp teknolojisi ilk icat edildiğinden beri değişikliğe uğramamıştır. Tüpün filamentinde "kaynatılan" elektronlar anot ve katot arasındaki potansiyel farkıyla hızlandırılır ve anoda çarptırılır. Bu çarpma esnasında elektronlarla anot atomu (genelde de tungsten atomu) arasında bir etkileşme olur. Hızla gelen negatif yüklü elektronlar pozitif yüklü tungsten atomunun çekirdeğinin uyguladığı çekim kuvveti ile yollarında doğrusaldan sapma ile hızda azalma oluşur. Bu yavaşlama esnasında kaybedilen potansiyel enerji x ışını olarak açığa çıkar. Buna Almanca bir kelime olan bremsstrahlung radyasyonu diyoruz. Elektronun çekirdeğe olan mesafesine bağlı olarak bahse konu yavaşlama veya doğrusaldan sapma az veya çok olabilir. Bu yüzden oluşan x ışını fotonların sahip olduğu enerjileri de farklılık arz eder. Bunun doğal sonucu da tek bir enerjiden değil de bir enerji spektrumundan bahsederiz. Bu enerji spektrumunun maksimumunu anot ve katot arasına uygulanan potansiyel voltaj farkı belirler. Eğer bu voltaj 120 kV ise elektronlar en fazla 120 keV enerjiye sahip olabilirler.

Gama ışınları radyoaktif atomların daha kararlı hale gelmek için radyoaktif bozunması sonucu açığa çıkarlar. Bu izotoplar nükleer tıpta görüntüleme amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Nükleer tıpta kullanılan izotoplara örnek olarak görüntülemede kullanılan Teknesyum-99m ve görüntülemede ve tedavida kullanılan İyot 131 verilebilir. Nükleer tıpta PET/BT görüntülemede yaygın olarak kullanılan Florin 18 daha kararlı hale gelmek için pozitron (pozitif yüklü elektron) parçacıkları açığa çıkarır. Çekirdekten çıkan ve kinetik enerjiye sahip bir pozitron madde içinde ilerlerken bu enerjisini kaybeder ve antimaddesi olan bir elektronla beraber yok olur (anilasyon). Bu anilasyonun sonucunda ortaya yüksek enerjili (511 keV) iki anilasyon veya yüksek enerjili gama ışını ortaya çıkar.

X ışını ile gama ışını arasındaki temel fark gama ışınlarının kaynağının radyoaktif izotopların çekirdeği olmasıdır.

İyonlaşmaya sebep olan parçacıklar nötron, alfa, beta pozitif (pozitron) ve beta negatif (elektron) parçacıklarıdır. Alfa parçacıkları helyum (He) atomunun çekirdeğidir ve iki proton ve iki nötrondan oluşur. Diğer parçacıklara göre büyük bir kütleye sahiptirler. Yüksek enerjiye (yaklaşık 5 MeV) sahip bu parçacıkların madde ile etkileşimi çok hızlı olur ve kısa mesafe sonra bütün enerjilerini içinde bulundukları ortama aktarırlar. Alfa parçacığı saçarak bozunan Americium-241 isotopu Amerika gibi ülkelerde duman detektörü cihazlarında sıkça kullanılır. Bu duman detektörleri havadaki çok küçük parçacıkları saptama özelliğine sahip hassas detektörlerdir. Alfa parçacıkları kağıt parçasında veya havada kısa süre içinde enerjilerini kaybettiklerinden detektörün dışına



çıkamazlar. Bu yüzden alfa parçacıkları yayarak bozunan izotoplar ağızdan alınmadıkça vücuda zarar veremezler.

Şekil 2: Parçacık ve ışınların delip geçme yeteneği. Yukarıda görüldüğü gibi alfa parçacıkları bir kâğıt ile durdurulabilirken, gama veya x ışınları ancak kurşun plakalarla veya betonla durdurulabilmektedir.

UV Işınları

Doğal UV ışınlarının kaynağı güneştir. UV lambaları ile üretilen UV ışıkları bakterilerin öldürülmesinde germicidal (mikrop öldürücü) olarak kullanılmaktadır. UV bandı üç alt aralıktan oluşmaktadır. Tablo 1'de bu aralıkların özellikleri ve etkileri verilmiştir. Bu bandın UVC olarak nitelendirilen ışınları yeryüzüne ulaşması atmosfer ve ozon tabakası tarafından engellenmektedir. Bunun yanında UVA in %95'i yeryüzüne ulaşmaktadır. UV bandının tamamının deride kansere sebep olduğu bilinen bir gerçektir. Melanoma bu kanser tiplerinden en öldürücü olanıdır. Covid-19 pandemisiyle beraber gündeme gelen ve "Türk ışını" olarak haber konusu olan UV (254 nm dalga boyunda) lambalarının Covid-19 virüsünü etkisiz hale getirdiği iddia edilmektedir. İnsanlarda kansere sebep olduğu bilinen UV lambaları içeren dezenfekte sistemlerinin tasarımında ve kullanımında çok dikkat edilmeli ve insanların kazara bu ışığa mazur kalma riski engellenmelidir.

UVB ışını deride D vitamini üretimine katkıda bulunurken, güneş altında çok fazla kalındığı takdirde UV ışınları deride erken yaşlanma belirtilerine sebep olduğu bilinmektedir. UV ışınları yine gözde kataraktа kadar giden ciddi zararlara sebep olabilmektedir. İnsan vücudunun bronzlaşmasında kullanılan solaryum makineleri UVB ve UVA bandında UV ışığı kullanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü solaryum makinelerinin kozmetik amaçlarla kullanımını tavsiye etmemektedir. Amerikan FDA kurumu da 18 yaşının altındaki çocuklarda kullanılmasına izin vermemektedir.

UV bandının uzak-UVC olarak isimlendirilen kısmında (207-222) yer alan 222 nm dalga boyundaki ışınların derinin üstündeki protein tabakası tarafından soğurulduğu canlı hücrelerin bulunduğu tabakalara ulaşmadığı ve gözün kornea tabakasının yüzey kısmından öteye geçemediği bilimsel çalışmalarda gösterilmiştir. Aynı bilimsel çalışmalarda bu dalga boyunun bakteri ve virüsleri etkin bir şekilde öldürdüğü veya etkisiz hale getirdiği görülmüştür. Bu çalışmalar üzerine USHİO firması exzimer lazer ve filtre kullanarak 222 nm dalga boyunda ışıma yapan bir UV kaynağı geliştirmiştir. Bu kaynağı kullanarak geliştirilen sistemler insanların bulunduğu ortamların dezenfekte edilmesinde kullanılabilir. Fakat bu sistemler çevreyi dezenfekte ederken ışık demetinin önüne gelebilecek engellerin arkasında kalan alanları etkin bir şekilde dezenfekte etmesi mümkün olamamaktadır.

Tablo 1: UV ışığı ve etkileri

	Dalga boyu aralığı	Enerji aralığı (eV)	Etkisi
UVC	100–280	4.43–12.4	Bakterileri öldürebilir ve virüsleri etkisiz hale getirebilir. Tamamı ozon tabakası ve atmosfer tarafından soğrulur. Deride ve gözde yanıklara sebep olabilir
UVB	280–315	3.94–4.43	Çoğunluğu ozon tabakası tarafından soğrulur. %5 dünya yüzeyine ulaşır
UVA	315–400	3.10–3.94	Ozon tabakası tarafından soğrulamayan (%95 dünya yüzeyine ulaşır.

Radyasyon Ölçümü ve Birimleri

Radyasyon ölçülebilen bir niceliktir. İlk önce havada sebep olduğu iyonlaşmayı ölçeriz. Buna maruz kalma veya ışınlanma düzeyi (exposure) denir ve birimi Röntgen'dir. Röntgen (Coulomb/kg) standart basınç ve sıcaklıktaki 1 kg havada üretilen yüklü parçacık miktarına (iyonlaşma) denktir. Daha sonra bu değerlerden vücut içine depolanan enerjiyi (soğrulan doz) (Joule/kg = Gray) hesaplamak mümkündür. Şekil 1'de gösterilen farklı radyasyon çeşitlerinin etkileri de farklıdır. Alfa parçacıklarının sebep olduğu doku hasarı gama ışınlarınınkinden 20 kat daha fazladır çünkü alfa parçacıkları kısa bir mesafe içinde enerjilerini dokuya transfer ederler. Bunun yanında gama ışınları veya elektronlar enerjilerini uzun mesafeler boyunca depolarlar. Aynı dozda farklı radyasyon tiplerinin sebep olduğu biyolojik hasar farklı olabilir. Bu farklılığı içeren tanıma eşdeğer doz diyoruz. Soğrulan doz belli ağırlıklarla çarpılarak eşdeğer doz elde edilir. Vücudumuzdaki farklı dokuların radyasyona hassasiyeti de farklıdır. Örneğin, kırmızı kemik iliğinin radyasyona hassasiyeti karaciğer dokusunun hassasiyetinden üç kat daha fazladır. Benzer bir şekilde meme dokusu da radyasyona hassasiyeti yüksek olan dokular arasındadır. Kadınlarda meme kanserinin tanısında veya takibinde kullanılan mamografi cihazının vücuda verdiği radyasyon miktarı bu yüzden çok kritiktir. Doku hassasiyeti farklılığını yansıtan birim etkin dozdur. Etkin dozun birimi Sievert (Sv)'dir ve farklı ışımaların karşılaştırılmasında ve stokastik etkininin risk hesaplamalarında kullanılan doz birimidir. Aklımızda tutmamız gereken doz birimi etkin dozdur. Radyasyonun etkilerinden ve sebep olduğu riskten bahsedilen yazılarda bu birim sıkça kullanılır.

Doğal Radyasyon

Bizler günlük hayatta yaşarken doğal ışınlamaya maruz kalmaktayız. Bu doğal ışınlamanın kaynağı uzaydan gelen kozmik ışınlar/parçacıklar, toprakta ve doğada bulunan radyoaktif izotoplardır. Bu doğal ışınlamanın miktarı (dozu) bulunulan yüksekliğe, besinlerimizi aldığımız toprağa ve çevrede bulunan radyoaktif izotopların miktarına bağlı olarak değişir.

Bu yüzden yediğimiz yiyeceklerden, içinde yaşadığımız evden, üzerinde yaşadığımız topraktan ve içtiğimiz sigaradan belli dozda radyasyon alırız. Ülkeler arası yapılan uzun bir uçak seyahati sırasında alınan radyasyon miktarı irtifadan dolayı normalden daha fazladır.

Tablo 2: Farklı radyasyon kaynakları ve alınan radyasyon miktarı. Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından alınan toplam yıllık doz 6 mSv civarındadır. Göğüs röntgeninden veya hava yolculuğundan alınan dozlar da karşılaştırmak amacıyla tabloya dahil edilmiştir.

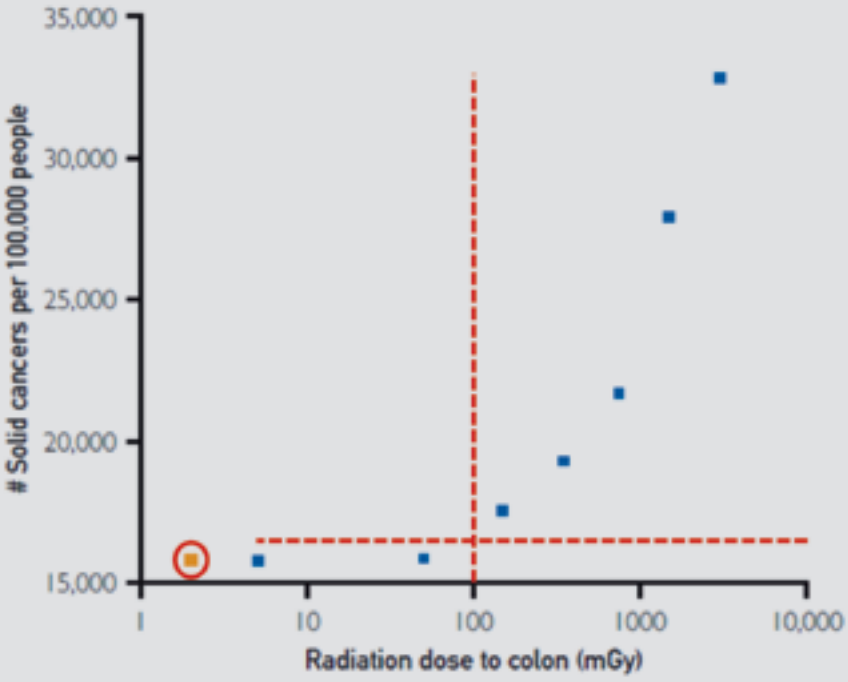
Radyasyon Kaynağı	Doz, MiliSievert (mSv/y)
External Doğal radyasyon	0.54
Dahili doğal K-40 ve diğer radyoaktivite	0.29
Evlerdeki Radon	2.28
Yapay Radyasyon (medikal görüntüleme sistemleri)	3.14
Gidiş-dönüş hava yolculuğu (NY-İST)	0.2
Göğüs röntgeni	0.10

Radyasyonun Etkileri

Bizler yapay radyasyon kaynaklarının ürettiği radyasyona da istemeyerek maruz kalıyoruz. Toplum bazında bu yapay doz her geçen yıl artmaktadır. Bir kaza geçirdiğimizde aldığımız dijital röntgen veya Bilgisayarlı Tomografi (BT) çekimleri, tarama veya tanı amacıyla aldığımız mamografi görüntüleri ve nükleer tıpta görüntüleme ve tedavi için aldığımız radyasyon dozları bunların hepsi medikal sebeplerle maruz kaldığımız radyasyonlardır. Medikal radyasyon alternatif metot yoksa almak zorunda kaldığımız bir radyasyondur. Buradaki temel gerekçe gelecek faydanın sebep olduğu potansiyel riskten daha fazla olmasıdır. O yüzden radyasyon temelde zararlı olduğu halde kullanılmadığı takdirde sağlık riski daha fazla olduğu için veya elde edilen fayda çok daha yüksek olduğu için gerektiğinde medikal görüntüleme cihazları kullanılmaktadır.

Radyasyonun İnsan Üzerindeki Etkisi

Sıkça sorulan sorulardan biri de ne kadar dozun yüksek bir doz olduğudur. Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombasından hayatta kalan 86.000 insanın sağlık durumu 1958'den beri takip edilmektedir. Şekil 3'teki grafik her 10.000 kişi içinde bağırsak kanseri olan kişi sayısını aldıkları bağırsak dozunun fonksiyonu olarak göstermektedir. Portakal renkli kare, bombalama esnasında Hiroşima ve Nagazaki'de bulunmayan kişilerdeki kanser vaka sayısını göstermektedir. Bu sayı baz sayı olarak kabul edilebilir. Atom bombasından açığa çıkan radyasyona maruz kalan kişilerde kanser hastalığı, maruz kalmayanlarda görülen oranların (portakal kare) üzerine ancak 100 mGy den fazla radyasyona maruz kaldıkları takdirde çıkmaktadır. Genelde bu ve benzer çalışmaların sonuçlarına dayanılarak 100 mGy soğrulan doz eşik doz olarak kabul edilmektedir. Örneğin, eğer anne karnındaki bebek yanlışlıkla görüntüleme veya tedavi esnasında bu değer üzerinde bir doza maruz kalmışsa durumu uzmanlar tarafından değerlendirilir ve değerlendirme sonunda bir öneride bulunulur.

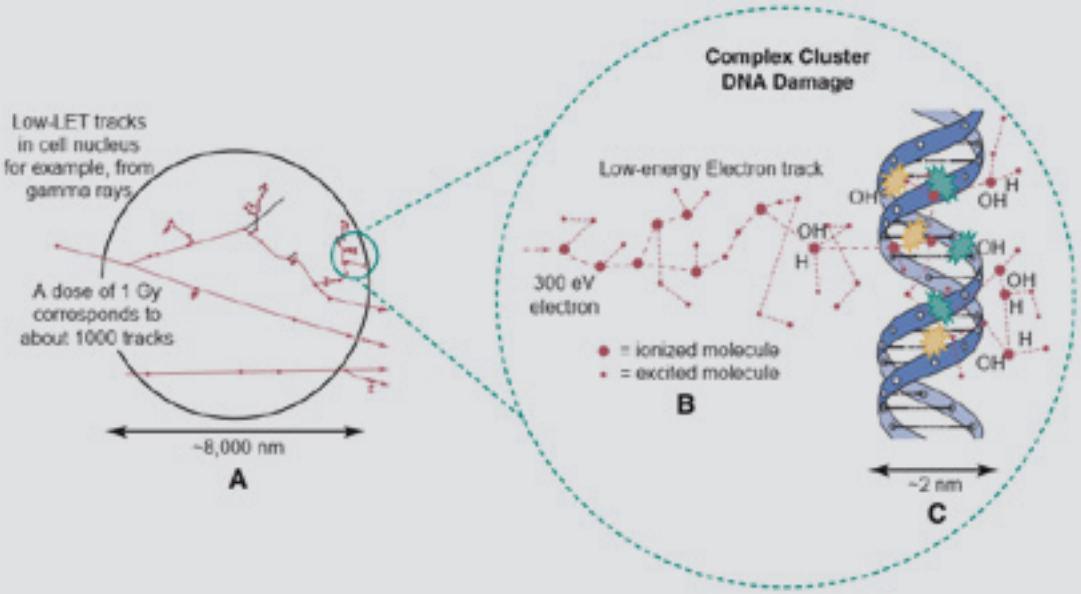


Kaynak: Mayo Clinic Proceedings, 2015, 90, pp1380-1392

Şekil 3: Bağırsak kanser vakası ve ölüm oranları. Atom bombasından hayatta kalan 86 000 insanın sağlık durumu 1958'den beri takip edilmektedir. Bu grafik her 10000 kişi içinde kanser olan kişi sayısını aldıkları bağırsak dozunun bir fonksiyonu olarak göstermektedir. Portakal renk ile gösterilen nokta, bombalama esnasında Hiroşima ve Nagazaki'de bulunmayan kişilerdeki kanser vaka sayısını göstermektedir.

Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Radyasyonun vücut üzerindeki etkisi iki farklı gruba ayrılır. Birinci etki determinist (görünür) etkidir. Determinist etki eşik doza bağlıdır. Radyasyon bu eşik dozu aşınca görünür etkisi gerçekleşir. Deri kızarıkları (erythema), deri fibrosisi gibi hasarlar deterministik etkiye örnek olarak verilebilir. Bu tip radyasyon hasarları genelde radyoterapi tedavisi esnasında, BT görüntüsü alınırken hata sonucu veya floroskopik görüntü ile yapılan girişimsel radyoloji prosedürleri esnasında gerçekleşebilir. Bildiğiniz gibi katarakt göz merceğimizin donuklaşmasıdır. Kataraktın oluşması durumunda göz bulanık görür veya tamamıyla göremez duruma gelir. Kataraktın oluşum sebeplerinden biri radyasyondur. Güneşten gelen UV ışınlarının da sebep olduğu bu yüzden Afrika ülkelerinde sık görülen kataraktın oluşması için eşik bir radyasyon dozu vardır. Radyasyonun ikinci etkisi stokastik etki olarak tanımlanmaktadır. Stokastik etki herhangi bir eşik doza bağlı değildir ve lineerdir. Stokastik etkide doz arttıkça gerçekleşme olasılığı da artar fakat etkinin şiddeti dozdan bağımsızdır. Kanser ve kalıtsal hastalıklar bu gruptandır. Genel kabul gören fakat ispatlanmamış varsayım az da olsa düşük olasılıklarda olsa etkisi olmadığını varsayabileceğimiz bir eşik yoktur. Doz arttıkça risk de artar. Bu model günümüzde radyasyondan korunma programlarının temelini oluşturur. Günümüzde radyasyondan korunmak için kullanılan ALARA (As Low As Reasonably Achievable = mümkün olabilecek en düşük) prensibi bu modelin bir sonucu olarak doğmuştur.



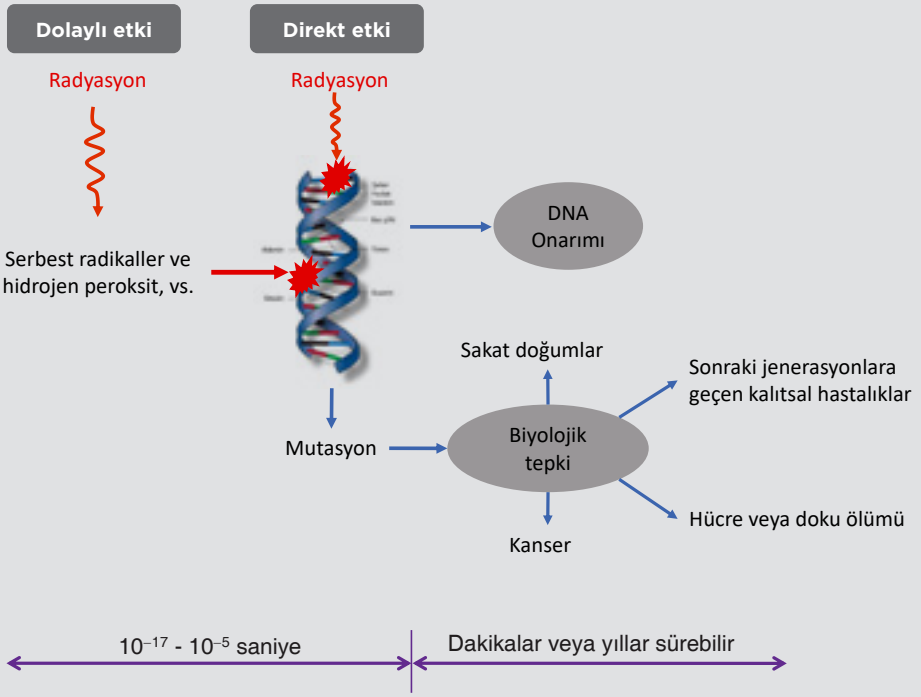
Şekil 4: Gama veya x ışınlarının doku ile etkileşimi (iyonizasyon) gösterilmektedir.

Gama veya x ışınları çok kısa bir mesafe içinde enerjilerini aktarırlarken daha yoğun ikincil elektronlar oluştururlar. Şekil 4'de ışınların izlediği yollar 8 mikronluk bir hücre büyüklüğü düşünülerek Monte Karlo metoduyla hesaplanmıştır. Sağ tarafta, izlenen yolun hücre çekirdeğine göre büyütülmüş hali gösterilmektedir. Burada 300 keV enerjiye sahip bir elektronun atomları tahrik ve iyonize ederek ortamla etkileşimi gösterilmektedir. Ayrıca aynı skalada çizilmiş DNA molekülünün nasıl birçok noktadan direkt veya dolaylı etkilerle hasara uğradığı görülmektedir.

Hasara uğrayan DNA kendini tamir edebilir. Veya DNA mutasyona uğrayabilir. Mutasyona uğrayan DNA'yı içeren hücreler bağışıklık sistemi tarafından öldürülebilir. Eğer ölen hücre sayısı çok ise deterministik etki gerçekleşir. Yeterince hücrenin ölümü organizmanın ölümüne sebep olur. Şekil 5'te radyasyonun direkt ve dolaylı biyolojik etkisi resimle anlatılmaktadır.

DNA mutasyona uğradığında hücre yaşamaya devam ederek düşük kapasitede çalışır veya normal fonksiyonunu tamamıyla yitirebilir. Eğer hücre yaşar ve işlevsiz olarak hayatına devam ederse, kanser veya genetik etkilere sebep olabilir. Radyasyon enerjisinin çok az bir kısmı bu bahsedilen hasarlara sebep olur, çoğunluğu ısıya dönüşür. Fakat üretilen ısı metabolik proseslerin ürettiği ısıyla karşılaştırıldığında çok azdır. Dokunun ısısını 1 °C yükseltmek için gerekli olan radyasyon enerjisi 400 Gy'dir. Bu yüksek seviyede öldürücü bir dozdur. Radyasyonun doku tarafından soğurulması çok kısa süre içinde gerçekleşirken biyolojik etkinin gerçekleşmesi dakikalar, günler veya yıllar alabilir.

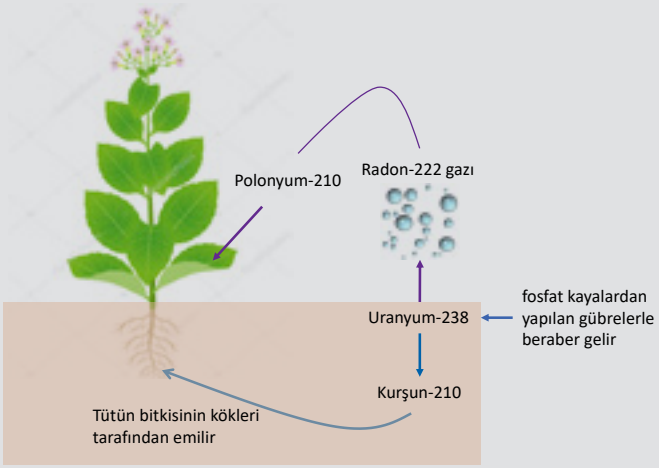
Biyolojik değişikliklere sebep olan radyasyon etkisi direkt veya dolaylı olarak iki gruba ayrılır (Şekil 5). Direkt etki foton veya parçacığın direkt olarak moleküle hasar vermesi sonucu gerçekleşir. DNA molekülünün bağlarından birini veya birkaçının direkt etkiyle parçalanması buna örnek olarak verilebilir. Dolaylı etki ise radyasyonun ortamla etkileşmesi sonucu ortaya çıkan kimyasal olarak reaktif moleküllerin bir sonucudur. Bunlara serbest radikaller de denir. Bu serbest radikaller birleşerek hidrojen peroksit gibi zehirli kimyasalların oluşmasına sebep olurlar. Bu zehirli kimyasallar DNA moleküllerine zarar vererek direkt etkiye benzer hasarlara yol açarlar. Radyasyonun sebep olduğu hasarın %70'i dolaylı yoldandır.



Şekil 5: Radyasyonun direkt ve dolaylı biyolojik etkisi

Sigarada Radyasyon Var mıdır?

İçtiğimiz sigarada zararlı kimyasal maddelere ek olarak ayrıca radyoaktif maddeler de bulunmaktadır. Tütün üreticilerinin kullandıkları gübreler radyum veya uranyum gibi doğal radyoaktif madde içerirler. Radyum bozunuma uğradığında radon gazı ortaya çıkar ve bu gaz tütün yapraklarının alt kısımlarına yapışır. Radon gazı radyoaktif olan kurşun-210 ve polonyum-210 izotoplarına bozunur. Polonyum-210, 138 gün yarı ömrü ile alfa parçacığı açığa çıkararak bozunan bir radyoaktif maddedir.



Şekil 6: Radyoaktif maddelerin tütün yaprağına yerleşmesi

Tütünle gelen radyoaktif madde insanların akciğerlerine yerleşir. Açığa çıkan alfa parçacıkları ile akciğer dokusu radyasyona maruz kalır. Alfa parçacıkları yüksek enerjili parçacıklardır. Akciğerlerimizin iç çeperlerindeki hücrelerde kansere yol açacak moleküler değişikliklere sebep olabilirler. Amerika Sağlık Fiziği Derneğine göre günde 1 paket (20 adet) sigara içen bir insan yaklaşık yılda 360 μSv bir etkin doza maruz kalmaktadır. Bu bir yıl boyunca alınan doğal radyasyonun onda birine denk bir dozdur. Bu doz az olsa da stokastik etkide bir eşik doz yoktur ve alınan dozun miktarı riski artırır.

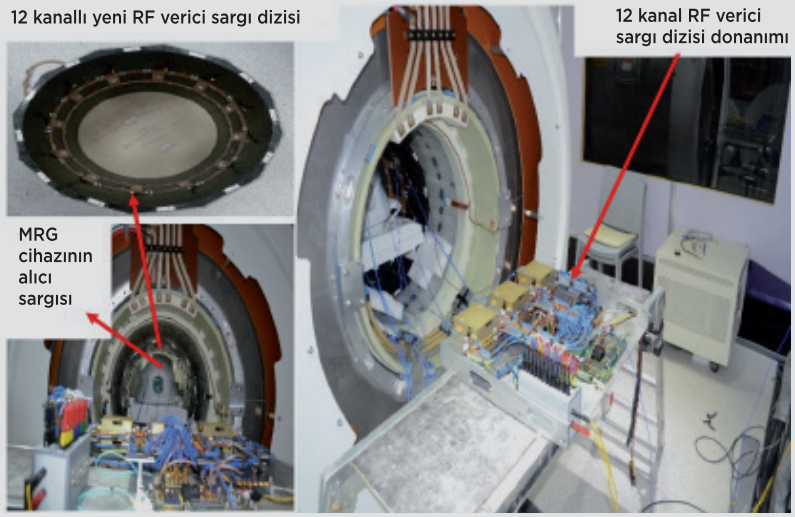
Manyetik Rezonans Görüntüleme Yenilikçi Çalışmalar

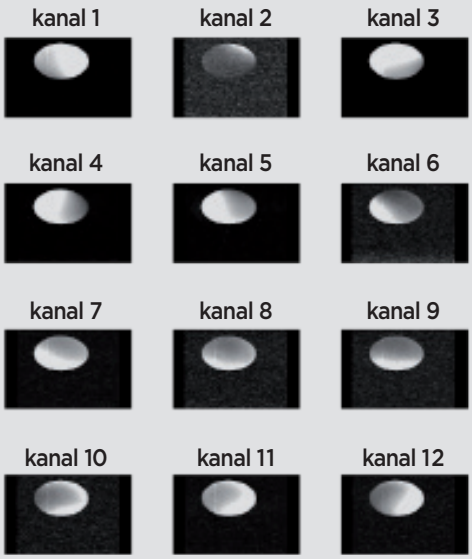
Hazırlayan
Volkan Açıkel, Kıdemli Uzman Mühendis
REHİS, Almaç Göndermeç Tasarım Müdürlüğü

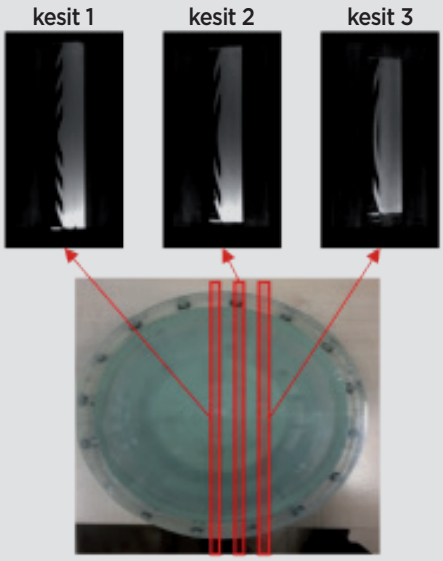
Manyetik rezonans görüntüleme cihazları için çok kanallı radyo frekans verici sargı ve çok kanallı gradyan sargı sistemleri

MRG sistemleri klinik tanı koymada yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat kalp pili gibi elektronik donanımlar barındıran ve elektriksel iletkenliğe sahip materyallerle üretilen implantlara sahip hastalar bu teknolojiden faydalanamamaktadır. Bunun en önemli sebebi MRG cihazlarda kullanılan RF verici sargının içerisine yerleştirilen elektriksel iletkenliğe sahip materyallerin ile bağlaşmasından kaynaklı yüksek bölgesel elektrik alanlar oluşturması ve bu yüksek elektrik alanların dokuyu ısıtarak zarar vermesidir. Aynı problem nedeniyle girişimsel radyoloji uygulamalarında da MRG cihazları kısıtlı kullanım alanı bulmaktadır. Bu probleme çözümü için MRG cihazları için çok kanallı RF verici tasarımı çalışmaları yapılmıştır. Çok kanallı RF verici ile hedeflenen çözümde MRG cihazının RF verici sargısını birbirinden bağımsız sürerek hasta içerisinde oluşan elektrik alanlarını şekillendirmek ve implantlar ile RF verici sargısı arasındaki elektriksel bağlaşımı azaltmak hedeflenmiştir. Çok kanallı RF verici dizisi geliştirme projesi TEYDEB tarafından desteklenmiş ve Bilkent Üniversitesi Ulusal Manyetik Rezonans Araştırma Merkez'i (UMRAM) ile beraber yürütülmüştür. Bu projede yapılan çalışmalar sonucunda 12 kanallı, yenilikçi bir faz dizili RF sargı donanımı geliştirilmiş ve Bilkent UMRAM bünyesinde deneysel olarak kullanılan hazır bir MRG cihazına entegre edilmiştir. Entegrasyon faaliyeti sonucunda alınan görüntüler aşağıda gösterilmektedir.

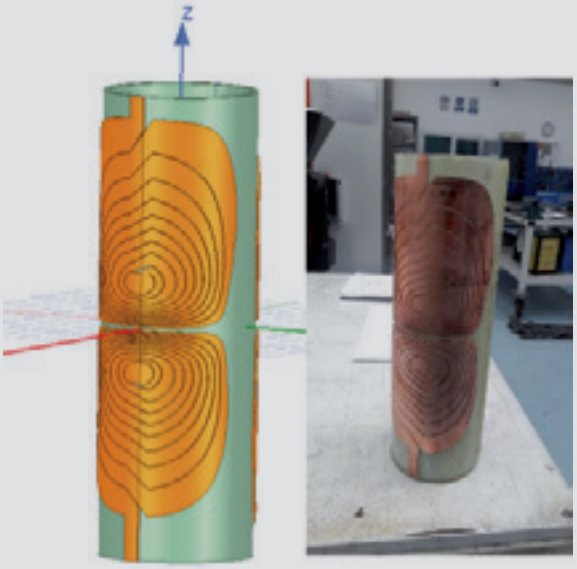
Çok kanallı RF sargı dizisi test düzeneği



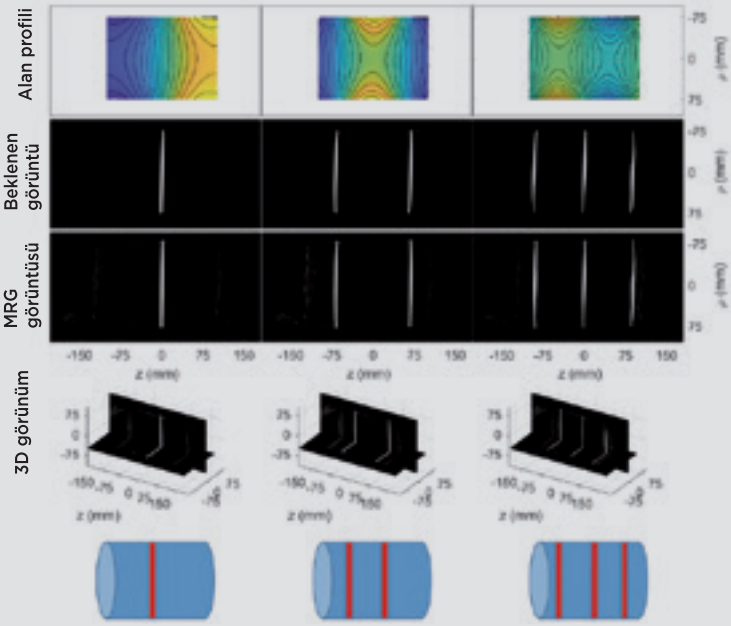




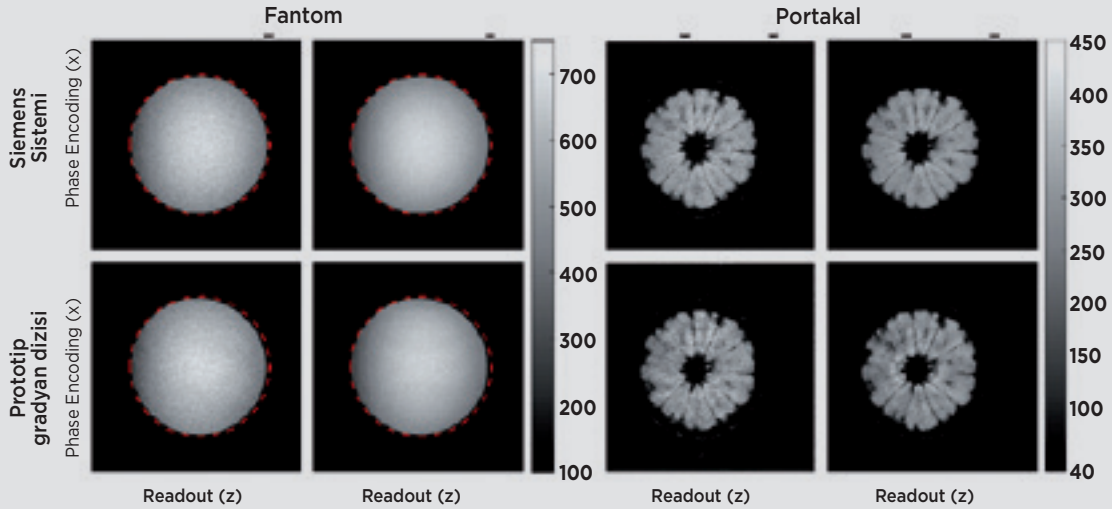
RF verici sargı dizisi projesinin yanı sıra MRG cihazlarında alınan RF sinyallerin kodlanmasını sağlayan gradyan sistemi üzerinde de UMRAM ile beraber çalışmalar yapılmaktadır. MRG cihazında gradyan sisteminin temel işlevi 3 eksende de pozisyona bağlı gradyana sahip manyetik alanlar oluşturarak görüntülenecek objeden gelen RF sinyallerinin pozisyona göre farklı frekanslarda oluşmasını sağlamaktır. Bu çalışmalar sırasında hedef kodlamayı sağlayan manyetik alanları yazılım yolu ile değiştirebilecek bir donanım geliştirmek ve bu donanım sayesinde görüntüleme sürelerini kısaltabilmektir. Görüntü sürelerinin kısaltılması MRG çekim maliyetlerini azaltacaktır. Bu proje kapsamında MRG cihazında kullanılan gradyan sargıları yerine dizi halinde sargılar tasarlanmış ve klinik olarak kullanılan bir MRG cihazı ile yapılan ön testlerde görüntüler alınmıştır. Aşağıda tasarlanan ve üretilen bir sargı örneği ve ön testlerde alınan görüntüler verilmiştir.



Gradyan sargı üretimi



Kodlama alanlarının değiştirilerek aynı anda çok kesitli görüntü alımı



Klinik MRG sistemi ile prototip sargı görüntü karşılaştırması

Pandemi ve Ventilatör Cihazı

Hazırlayan
Ömer Demirkaya, Direktör
UGES, Sağlık Sistemleri Program Direktörlüğü
Mevlüt Gülmen, Müdür
UGES, Medikal Görüntüleme Sistemleri Program Müdürlüğü
Kaya Uçarkaya, Kıdemli Lider Mühendis
UGES, Yaşam Destek ve Tanı Sistemleri Program Müdürlüğü

Nefes Alıp Vermenin Tarihi

Nefes alıp verme ilk çağlardan beri hayatla özdeşleştirilen en önemli yaşam belirtilerinden biridir. Öyle ki bu faaliyet neredeyse yaşamla özdeşleştirilmiştir. Ancak bu faaliyetin nasıl gerçekleştiği ve amacının ne olduğu uzun zaman anlaşılamamıştır.

İlk çağ filozofları nefes alıp vermenin ruhun havalandırılması, vücudun soğutulması, deriden çıkan havanın yerine konması gibi çeşitli amaçlarla gerçekleştiğini öne sürmüşlerdir. Rüzgar ve ruh eş anlamlı olarak kullanılmıştır. (pnemon) Daha sonra bu sözcük akciğer (pnemona) ve zatürre (pneomnia) olarak günümüze kadar ulaşmıştır.

Aynı dönemde Çin ve Hindistan'da da yaygın olarak benimsenen benzer bir görüşe göre de nefes işlemi ruhun bir bölümünü oluşturduğu düşünülen hava öğesi ile ilişkili olarak ele alınmış, nefes alıp vermenin bu etkileşimin bir sonucu olduğu düşünülmüştür. Özellikle doğu kültürlerinde nefes kontrolü yoluyla bir çeşit rahatlama veya kavrama artışının gerçekleşeceği fikri ortaya çıkmıştır.

Nefes alıp vermenin yaşamı sürdürmek için gerekli olduğu bu dönemde de bilinmekle birlikte yukarıda bahsedilen düşünsel temellerle doyurucu bir ilişki kurulmamış, duran solunumu tekrar çalıştırmak için vücuda sert darbeler vurulması, vücudun baş aşağı asılması, sıkıştırılması, ağız ve burundan duman uygulanması gibi yöntemler uygulanmıştır. Bu uygulamalar hem solunum güçlüğü çeken kişilerin tedavisi hem de solunum durması kaynaklı ölümlerde kişinin "reanime" edilmesi amacıyla denenmiştir.

Deneysel bilgi ve pratik uygulamaların insan düşüncesinin temel öğelerinden biri olarak görülmeye başlaması daha sonraki çağlarda başlamıştır. Yeni kurulan İskenderiye şehrinde hayvanlar üzerinde fizyolojik deneme ve incelemelerin yapılması dikkatleri solunumun nasıl gerçekleştiğine yöneltmiştir. Diyafram, akciğer vb gibi kas ve organların rolleri bu dönemde anlaşılmaya başlanmıştır. Takip eden dönemde İbni Sina'nın öne sürdüğü solunumun kalbin (veya ruhun) vücuda can vermesi için bir devinim mekanizması olarak kullanıldığı ve her soluk almanın soluk vermeye ve bir sonraki çevrime neden olduğu görüşü ile birlikte amaç konusundaki fikirlerde modern anlayışa yaklaşmaya başlamıştır.

Ventilatörlerin Tarihi

Nefes alıp vermenin mekanizması ve amacının anlaşılmasından sonra çeşitli yöntem ve mekanizmalar tasarlanarak bu bilginin hayat kurtarıcı tedavilerde kullanılması fikri 1700'lerin sonlarında oksijen ve insan hayatı için öneminin anlaşılmasıyla ortaya çıkmıştır. Zaman içinde bu fikir ve mekanizmaların gelişmesi modern ventilatörleri ortaya çıkaracak ve yoğun bakım ünitelerinin bildiğimiz şekliyle kurulmasına temel oluşturacaktır. Bu gelişimde yaşanan pandemiler önemli bir rol oynamıştır. Bu süreç boyunca karşılaşılan problemler ve iatrojenik (tanı ve tedavi sırasında oluşan istenmeyen veya zararlı durum) etkiler modern ventilatör tasarımlarında da göz önünde bulundurulması gereken konulardır. Modern ventilatör ve çözmeye çalıştığı problemleri anlamak için konunun gelişimini incelemek yararlı olacaktır.

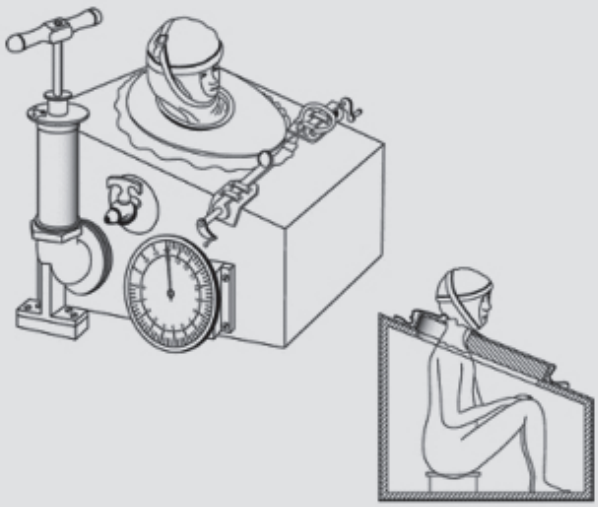
1. Tehlikeli bir yöntem

Ağızdan ağıza resüsitasyon (hayata döndürme) yöntemi konuyla ilgili ilk uygulamalardandır. Ancak verilen nefesin oksijen açısından fakir olması, hastalık bulaşma riskinin bulunması ve sürecin uzun süre devam ettirilememesi uygulamanın klinik açıdan faydalarını ve kullanılabilirliğini kısıtlamaktadır.

Bu problemleri çözmek üzere ilk kullanılan yöntem bir körük veya boru aracılığıyla hastanın ciğerlerine basınçlı hava uygulamak olmuştur. Konuyla ilgili uygulamalara 1800'lü yılların başlarında rastlanmaktadır. Ancak bu yöntem çok sayıda iatrojenik pnömotoraks vakasına yol

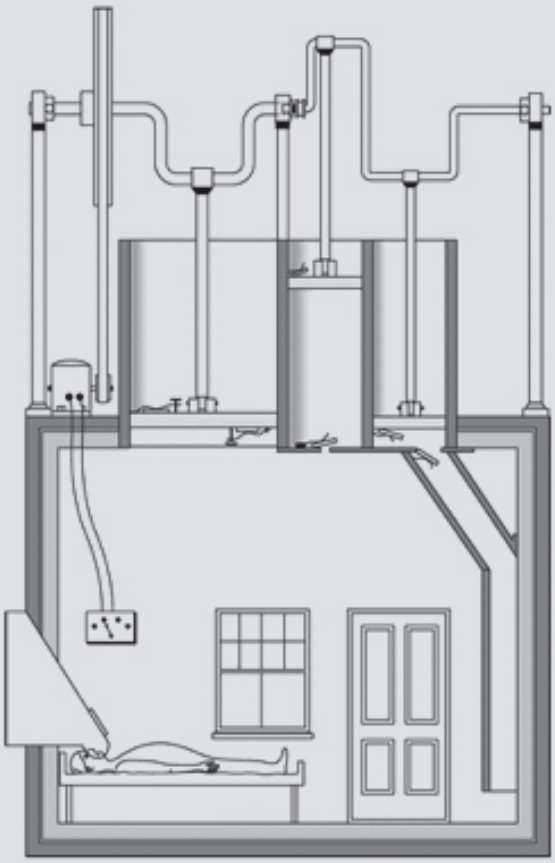
açmıştır. Pnömotoraks, çökme olarak da tarif edilen akciğerlerin büzülmesi olgusudur. Körükle uygulanan basınçlı hava akciğerdeki hava keseciklerini patlatarak "plevra" adı verilen çift yapraklı akciğer zarının yaprakları arasına dolmasına neden olmaktadır. Günümüzde kateter uygulaması, torakoskopi ile mekanik müdahale, plöredezis ile yaprakların tekrar birbirlerine yapıştırılması, torakatomi gibi cerrahi işlemlerle mortalite minimize edilebilmekle birlikte süreç hala birçok pnömani'ye kıyasla oldukça risklidir. Oluşan iatrojenik zararlar sonucunda yukarıda bahsedilen imkanların oldukça kısıtlı olduğu bu dönemde akciğere pozitif basınçlı hava uygulaması tehlikeli olarak sınıflandırılmış ve uygulama büyük ölçüde terk edilmiştir.

2. Demir Ciğer



Basıncı değiştirilebilir ventilatör (Jones AF, inventor; Improvement in vacuum apparatus for treating diseases. U.S. patent 44,198 A. September 13, 1864)

Iron Lung (Gütersloh Museum)



Solunum odası (Lord P, deceased; Lord MV, administratrix; Respiration apparatus. U.S. patent 899225 A. September 22, 1908.)

Pozitif basınçlı ventilasyon girişimlerinin tehlikeli görülmesi sonrasında negatif basınçlı ventilasyon konusunda çalışmalar ağırlık kazanmıştır. Negatif basınçlı ventilasyon cihazlarında amaç solunumu sağlayan kasların işini kolaylaştırmaktır.

1854'te icat edilen ilk negatif basınçlı ventilatör bir piston yardımıyla hastanın içine konduğu bir kabinin basıncını değiştirmekteydi.

Negatif basınçlı ventilasyon sistemleri büyük ve pahalıydı. Ayrıca mide sıvılarının yükselerek soluk borusunu tıkaması veya ciğerlere dolması gibi "tank şoku" ismi verilen iatrojenik etkiler de gözlemlenmekteydi. Bu sistemler sayıca çoğalamasa da büyük hastanelerde özellikle kaslardan kaynaklanan solunum güçlükleri ve ameliyat sırasında kullanım amaçlı olarak kendine yer buldu ve bir süre başarıyla kullanıldı. Benzer cihazlar özellikle Avrupa'da nöromüsküler hastalıkların tedavisinde halen kullanılmaktadır.

3. Temkinli adımlar

1952 yılında ABD ve Avrupa'da yaşanan büyük çocuk felci pandemisi mekanik ventilasyon konusunda bir dönüm noktası oldu. Daha önceki çocuk felci salgınlarında kullanılan ilaç ve aşı çalışmalarına rağmen pandemi engellenemedi ve sağlık sistemi hastanelerin kapasitesinin çok üzerinde vaka sayısı ile ihtiyaca cevap veremez duruma geldi. Salgının tepe noktasında solunum kasları ve bulbar felci semptomlarıyla hastaneye kabul edilen hastalarda mortalite %80 civarına çıktı. Pandeminin başlangıcında terleme, hipertansiyon ve kandaki yüksek karbondioksit gibi terminal semptomlar nedeniyle ölümlerin sistemik viremia'ya bağlı böbrek yetmezliğinden olduğu düşünülüyordu. Bjorn Ibsen isimli bir anestezist ölümlerin böbrek yetmezliğinden değil solunum güçlüğünden kaynaklandığını öne sürdü ve pozitif basınçlı ventilasyon önerdi. Bu teori başta dirençle karşılaşsa da manuel pozitif ventilasyon uygulanan hastalarda mortalitenin %50'lere düşmesiyle kabul görmeye başladı.

Pulmotor (Draegerwerk, Museum Rotterdam)

Kısa zamanda üretilen sınırlı sayıdaki ventilasyon cihazı salgın sonrasında da kullanılmaya devam etti. Artık ventilasyon odak noktası solunum kaslarının yükünü azaltmaktan tekrar kandaki oksijen seviyesini yükseltecek uygulamalar ve ARDS (Acute Respirtory Distress Symptom) tedavisine kaymıştı. Daha önceki pozitif basınçlı ventilasyonda görülen iyatrojenik etkiler non-invazif uygulamalar ve PEEP (Poisitive end expiratory pressure) konsepti ile kısmen de olsa aşılmıştı.

Tek bir ventilatörden veya manuel ventilasyon ekibinden yararlanmak için tüm hastaların bir noktaya toplanması fikri de bu dönemde ortaya çıktı. Konuyla ilgili uzmanlık geliştirmiş hekimler ile ventilatörlerin ayrılmaz bir parçası olduğu modern yoğun bakım ünitelerinin temeli de böylece atılmış oldu.

4. Modern ventilatörler

Takip eden dönemde yapılan çalışmalar ciğerlerde oluşan hasarın yüksek basınçtan değil, temel olarak alveol ve diğer dokularda oluşan uzun süreli aşırı gerilimden (overdistension) kaynaklandığını ortaya çıkardı. İşlemcilerin ortaya çıkması ve değişik hastalıkların doğurduğu ihtiyaçlar doğrultusunda hacim (volume), basınç (pressure) ve akış (flow) ayrı ayrı kontrol edilmeye başlandı. Böylece sadece "volume" kontrolüne göre çok daha kullanışlı ve değişik uygulamalara göre ayarlanabilen cihazlar elde edildi. Ventilatörler ilaç uygulanması, oksijen desteği, solunumun tamamen devralınması, anestezi vb. gibi birçok farklı amaca yönelik olarak değişik modlar içerecek şekilde tasarlanmaya başladı.

Ventilatör Cihazı ve Modlar

Mekanik ventilasyon ilgili gazların kontrollü ve amaca uygun şekilde akciğerlere verilmesi ve geri alınması işlemidir. Bu işlemi yerine getirmekte kullanılan cihazalara mekanik ventilatör ismi verilmektedir.

Günümüzde ventilatörler birçok farklı klinik amaca hizmet edecek şekilde kullanılmaktadır. Bu klinik uygulamalar arasında gaz değişimini sağlamak, solunumu kolaylaştırmak veya devralmak, sistemik veya miyokardik oksijen tüketimini düzenlemek, ciğer genişlemesini sağlamak, sedasyon uygulaması, anesteziklerin ve kas gevşeticilerinin uygulanması, göğüs kafesi ve kasların stabilizasyonu sayılabilir. Bu işlevler ventilatör cihazı tarafından inhalasyon ve eksahalasyonun süreçlerinin hastadan gelen geri besleme de kullanılarak devamlı veya aralıklı olarak basınç/akış uygulanması yoluyla gerçekleştirilmektedir. Ventilatörler hastaya external veya burun deliklerinden, entübe edilerek soluk borusundan veya trakea'dan bağlanabilir. Çoğu ventilatör yukarıda sayılan işlemlerin bir çoğunu gerçekleştirebilmekte ayrıca nebulizasyon veya oksijen desteği sağlamak gibi ek işlevler de yerine getirebilmektedir. Bu işlevler çeşitli modlar olarak seçilebilmekte ayrıca manuel olarak da kontrol edilebilmektedir.

Yoğun bakım ventilatörlerinde yaygın olarak bulunan modlar şöyledir:

- P-ACV: Basınç kontrollü Asiste Ventilasyon
- P-SIMV+PS: Basınç Kontrollü, Basınç Destekli Senkronize Zorunlu Ventilasyon
- P-PSV: Basınç Kontrollü, Basınç Destekli Ventilasyon
- P-BILEVEL: Basınç Kontrollü, iki seviyeli ventilasyon
- P-CMV: Basınç Kontrollü, sürekli zorunlu ventilasyon
- APRV: Havayolu basıncı Tahliye Ventilasyonu
- V-ACV: Hacim Kontrollü Asiste Ventilasyon
- V-CMV: Hacim Kontrollü Sürekli Zorunlu Ventilayon
- V-SIMV+PS:Hacim Kontrollü Basınç Destekli Zorunlu Ventilasyon
- SN-PS: Spontan Basınç Destekli Ventilasyon
- SN-PV: Spontan Hacim Destekli Non İnvasiv Ventilasyon
- HFOT: Yüksek Akış Oksijen Terapisi Modu

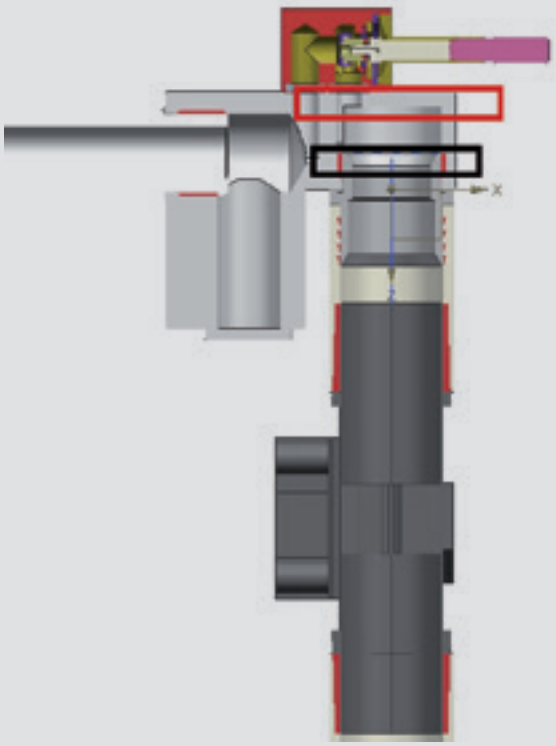
Yoğun bakım ventilatörleri dışında anestezi, transport, yenidoğan ve evde kullanıma yönelik ventilatör cihazları da mevcuttur. But tip ventilatörler de dahil olmak üzere mekanik ventilasyon alanında sık kullanılan bazı terim ve uygulamalar şöyledir:

- NIV(Non Inavsive Ventilation): Ventilatörün entübe edilmeden external olarak kullanılmasına verilen isimdir.
- CPAP (Continious Positive Airway Pressure): Havayoluna sürekli olarak sabit basınç uygulanan en temel destek yöntemi
- BiPAP (Bilevel Positive Airway Pressure): Havayoluna soluk alıp verme sırasında değişik basınç seviyelerinin uygulanması yöntemidir
- PEEP (Positive Airway End Expiratoey Pressure): Ekshalasyon (soluk verme) sırasında havayolu üzerinde basıncın cihaz tarafından belirli bir seviyede korunmasıdır.

ASELSAN Ventilatör Çalışmaları

ASELSAN sağlık sektöründe stratejik alanlardan biri olarak belirlediği "Yaşam Destek Sistemleri" konusunda çalışmalara 2018 yılında başlamıştır. Bu alandaki temel cihazlardan biri olan ventilatör konusunda Türkiye'de mevcut çalışma ve birikimleri kullanarak ilgili ekosistemi oluşturma vizyonu doğrultusunda çeşitli yerli firma ve alt birim tedarikçileri ile çalışmalara başlamıştır. Ülkemizdeki ventilatör konusunda çalışan BOISYS firması ile iş birliğine yönelik anlaşmalar imzalanmıştır. Bu kapsamda BIOSYS tarafından üzerinde çalışılmakta olan ventilatör cihazının küresel ölçekte rekabet edebilecek bir ürün haline dönüştürülerek kullanılabilmesi için teknik inceleme ve çalışmalar yapılmıştır.

Ventilatör üretimi



Valf tasarımı

2020 yılı başlarında COVID pandemisi ile birlikte Türkiye ve dünyada oluşabileceği değerlendirilen ventilatör ihtiyacı doğrultusunda, Savunma Sanayii Başkanlığının destek ve koordinasyonunda hem BIOSYS hem de değişik tip ventilatörlere yönelik Türkiye'de faaliyet gösteren yerli ve yabancı firmalarla hızlı bir çalışma başlatılmıştır. Bu çalışma sırasında karşılaşılan ilk sorun daha önce yurtdışından kolayca ve bir ölçüde maliyet etkin biçimde tedarik edilen valf, türbin gibi ventilatör alt parça üreticilerinden tedariğin kendi ülkelerindeki ihtiyaç veya yoğun talep neticesinde büyük ölçüde zorlaşması olmuştur. Bu nedenle hem yerli ventilatör üreticilerini desteklemek hem de BIOSYS ile birlikte üzerinde çalışılan BIYOVENT isimli ventilatör üretiminde kullanılmak üzere oransal ve ekspirasyon valfleri, türbin ve test ciğeri kritik alt parçaların tasarım ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Valf bileşeninin tasarım ve üretim kısımlarında HBT Sektör Başkanlığının önemli katkıları olmuştur.

Üretilen ventilatörler

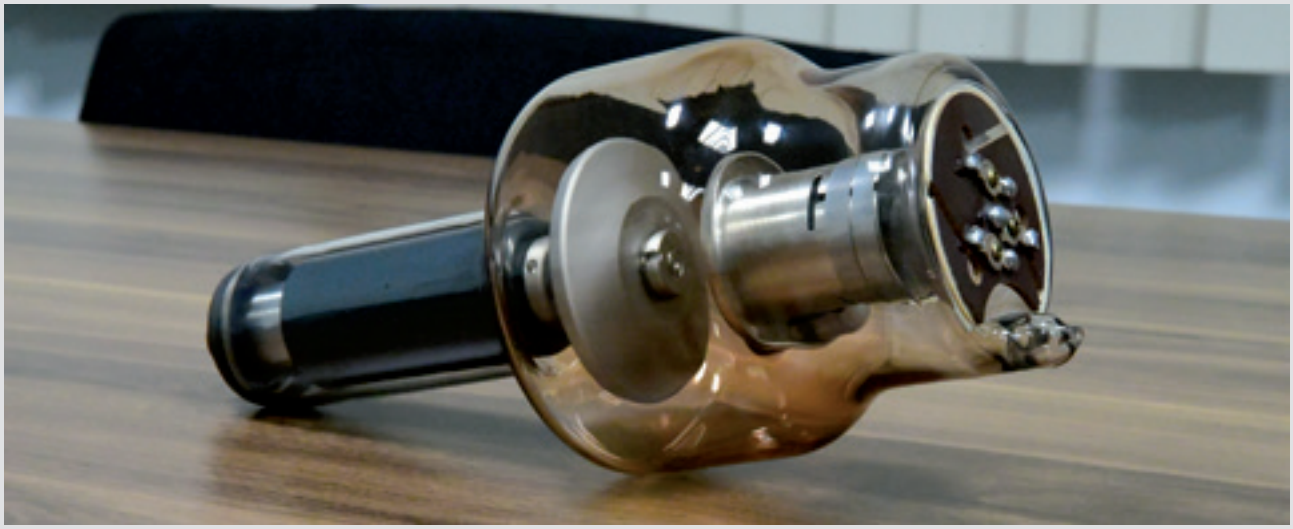
BİYOVENT

Bu çalışma ile eş zamanlı olarak BAYKAR ve BIOSYS ile birlikte BİYOVENT cihazının olgunlaştırılmasına yönelik donanım ve yazılım tasarım çalışmaları yapılmıştır. Ortaya çıkarılan ürünün kısa sürede büyük miktarda üretimine yönelik olarak ARÇELİK imkanlarından faydalanılmıştır. Bir medikal cihaz için çok kısa bir süre içinde tasarım ve üretim faaliyetleri tamamlanarak hem Türkiye hem de dünyaya sevkiyata Haziran ayında başlamıştır.

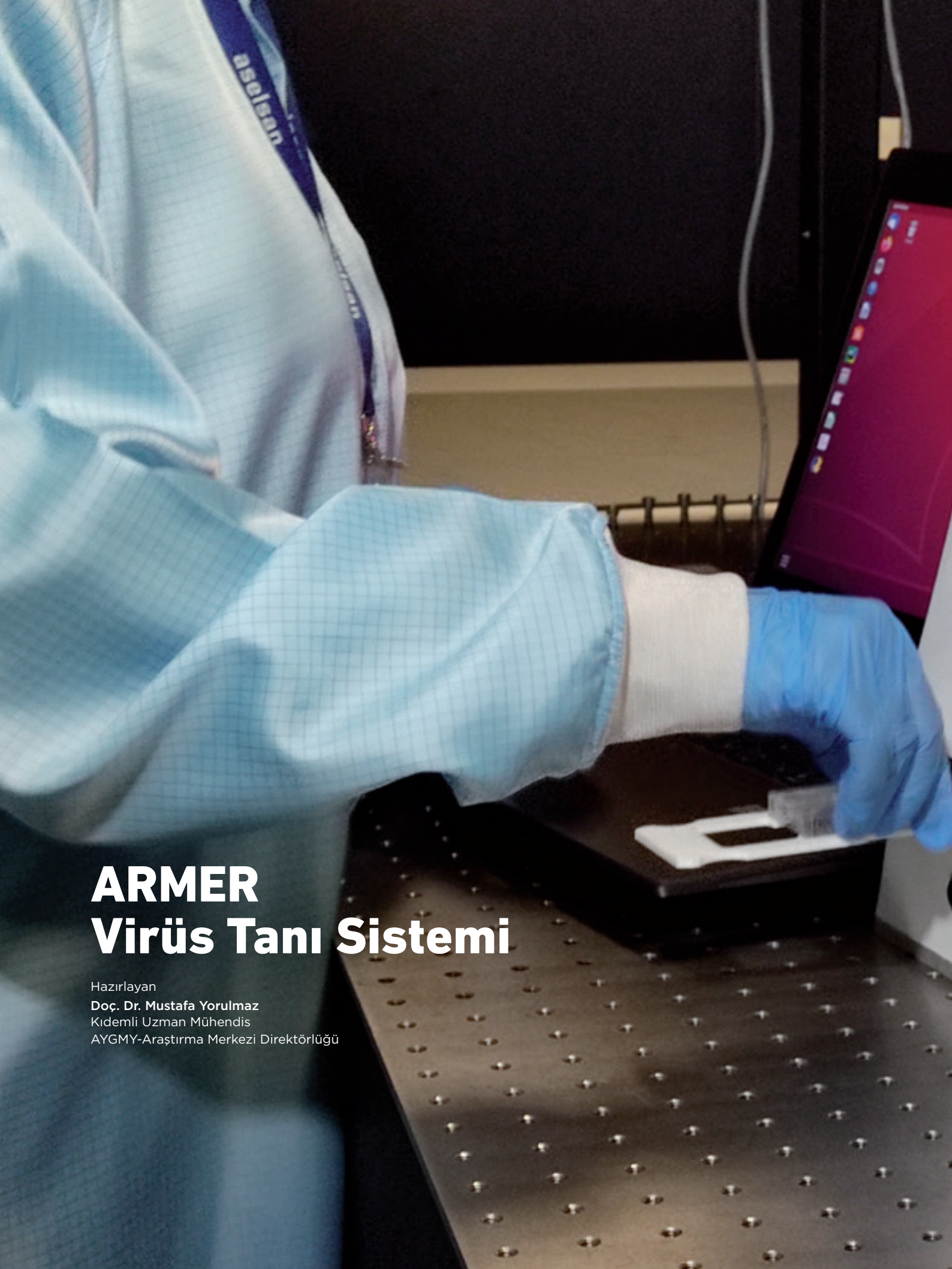
Takip eden dönemde ASELSAN'da BİYOVENT üretimine yönelik üretim altyapısı oluşturulmuş ve cihazın üretimi ASELSAN'a taşınmıştır. Bugün ASELSAN'da günde yüzlerce ventilatör üretim kapasitesi mevcuttur. Cihazın üretilerek Türkiye ve dünyadaki ihtiyaç noktalarına sevkiyatı devam etmektedir.

Gelecek

ASELSAN tarafından ventilatöre yönelik yerli firmalarla iş birliği halinde eksosistem oluşturma, alt bileşenlerin tasarımlarının optimize edilmesi ve üretim yeteneğinin yaygınlaştırılması konusunda çalışmalara devam edilmektedir. Bunlara ek olarak diyafram veya sinir sisteminden geri besleme alma, hasta tepkilerinin daha iyi değerlendirilmesi ve yapay zeka uygulamaları gibi ventilatör konusunda geleceğin teknolojileri olacağı değerlendirilen konuları da dahil ederek yeni versiyon ventilatörler tasarlanması planlanmaktadır.



Şu anda pandemi dönemini yaşadığımız SARS COV 2 hastalığı ağır hastalarda ventilatör kullanımını gerektirmektedir. Ancak örneğin 2003 yılında tespit edilen bir başka koronavirüs tipi olan ve pandemi seviyesine ulaşmamış SARS COV hastalığı tedavisi ventilatöre çok daha fazla ihtiyaç göstermektedir. Pandemi sonrasında da benzer koronavirüs ve mutasyonların ortaya çıkması muhtemeldir. Ayrıca benzer ihtiyaç doğurabilecek rhinovirüs ve influenza gibi tehditler de mevcuttur. Böyle bir senaryoda yoğun bakım personeli, yoğun bakım ünitesi ve ventilatör ihtiyacı daha da artacak, dünya tedarik zinciri de çok daha uzun sürelerle kesintiye uğrayabilecektir. Bu nedenle yerli ve milli üretim yeteneğinin muhafaza edilmesi, ekosistemin oluşturulması ve belirli bir düzeyde ventilatör stoklanması uygun yaklaşımlar olacaktır.



ARMER
Virüs Tanı Sistemi

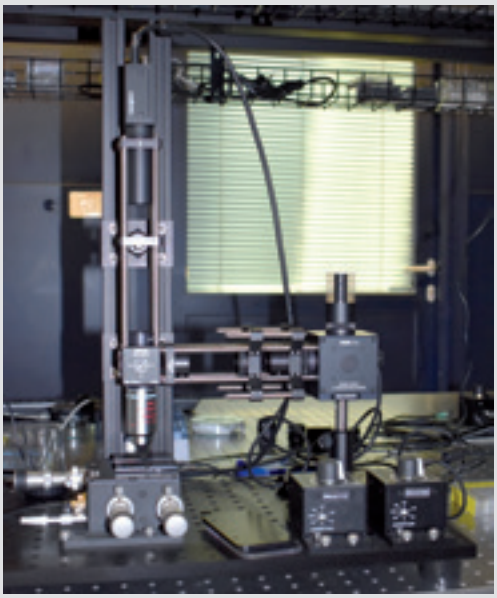
Hazırlayan
Doç. Dr. Mustafa Yorulmaz
Kıdemli Uzman Mühendis
AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğü

aselsan

Biyosensörler, enzim, antikor veya nükleik asit gibi bir biyolojik algılayıcının ve fizikokimyasal dönüştürücü bir sistemin birlikte kullanılması ile oluşturulurlar. Hedefe bağlanma yeteneği olan algılama moleküllerinin hedefe özgü protein, DNA gibi molekülleri yakalaması ile sensörde meydana gelen değişiklikler, ölçülebilir sinyale dönüştürülür. Bu sinyaller, çeşitli algoritmaların kullanımı ile tespit çalışmaları için anlamlı hale getirilir. Gerçekleşen teknolojik gelişmeler ile birlikte, optik, elektrokimyasal, piezoelektrik, manyetik gibi farklı ölçüm tekniklerinden faydalanan biyosensör platformları; bakteri, virüs ve alerji tanısında kullanılmışlardır. Bu platformalar özellikle kolay kullanım, taşınabilirlik ve yüksek ölçüm kapasitesi kriterlerini karşılayabilecek şekilde geliştirilmiştir. Bu sebeple, çeşitli hastalıkların çoğunlukla laboratuvar ortamında yapılan tespiti ve tanısı çalışmalarının, hasta-başı bakım uygulamalarında gerçekleştirilebilmesi için büyük önem kazanmışlardır. Biyosensörler, bahsedilen avantajlı özelliklerine karşın klinik olarak yaygın kullanıma geçememiştir. Biyosensörlerin yaygın kullanımının sağlanabilmesi için en az konvansiyonel laboratuvar tanı teknikleri ile elde edilebilen hassasiyet ile tanı yapılabilmesine; hızlı ve maliyet etkin çözümler sunulabilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu kriterlerin sağlanması ile biyosensörlerin laboratuvar tekniklerinin yerini alarak hasta-başı bakım uygulamalarında kullanılabilen; hızlı ve hassas sonuçlar veren diyagnostik cihazların temelini oluşturması ve insan sağlığının iyileştirilmesi yolunda tanı maliyetini önemli ölçüde azaltması beklenmektedir.

ASELSAN'ın yeni faaliyet alanlarından bir tanesi olan sağlık alanında ASELSAN Araştırma Merkezi Biyosavunma Araştırma Program Birimi ekibi uygulamalı araştırma çalışmaları yürütmektedir. Bu kapsamda KBRN alanında tanı sistemleri geliştirme odaklı yapılan çalışmaların yanında; hasta-başı bakım uygulamalarında kullanılabilecek veya sahada taşınabilir tanı sistemi olarak kullanılabilecek diyagnostik cihaz geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Biyosensör uygulamalarında öncelikli olarak viral enfeksiyonların teşhisi gibi konulara önem verilmekle birlikte, aerosol, gıda ve su gibi kaynaklarla bulaşabilen biyolojik ve kimyasal ajanların tespit edilmesi ve erken uyarı sistemlerinde kullanılabilmesi için yenilikçi teknoloji gelişim çalışmalarının, Teknoloji Hazırlık Seviyesi (THS) 6 aşamalarına kadar gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

ASELSAN'da biyolojik ajan tanısı için yapılan çalışmalar 2016 yılında başlamıştır. Biyolojik ve kimyasal tehditlerin tespit ve teşhisine yönelik yenilikçi teknolojiler geliştirilmesi ve bu çalışmalar için gerekli Ar-Ge çalışmaları ve üniversite-sanayi iş birlikleri sağlanması çalışmalarına yoğun bir şekilde devam edilmektedir. Bu kapsamda 2016 – 2018 yılları arasında yapılan üniversite iş birliği ile optik tabanlı biyosensör geliştirilmesini sağlayacak gerekli teknoloji transferi için bir araştırma projesi tamamlanmıştır. Ortak çalışılan proje kapsamında optik tabanlı, hassas, çoklu ölçüme izin veren, kullanımı kolay ve maliyet etkin çözümler sunan bir tanı platformu geliştirilmiştir.



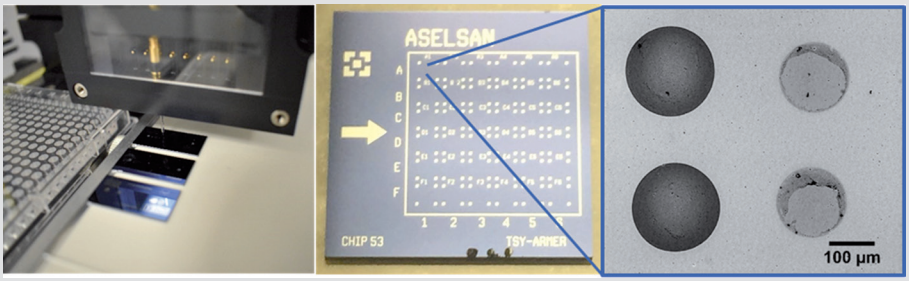
Şekil 1: Optik Görüntüleme Sistemi

Buradan edinilen deneyimler, birim bünyesinde kazanılan yeni yetenekler ve ASELSAN'ın farklı tasarım bölümlerinden alınan destekler ile içinde bulunduğumuz COVID-19 salgını döneminde SARS-CoV-2 virüsünün tespiti ve kantitatif sayımı için çalışmalar yürütülmektedir.

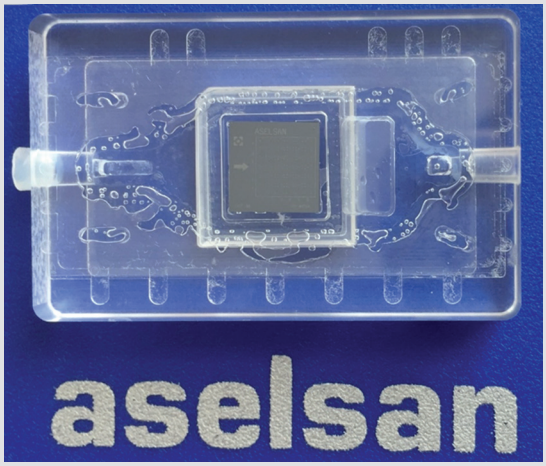
Optik görüntüleme sistemi, ölçüm kaseti, biyosensör çip ve otomasyon-analiz algoritmaları alt bileşenlerinden oluşan ARMER Virüs Tanı Sisteminin her bir alt bileşeninin THS 6 seviyelerine getirilebilmesi için 2020 Nisan ayı başından itibaren Araştırma Merkezi Müdürlüğü Araştırma Program Birimleri, ASELSAN'ın MGEO ve HBT Sektör Başkanlıkları ve Ar-Ge Sözleşmeleri ve Fikri Haklar Müdürlüğü ile tempolu bir şekilde iş birliği çalışmaları yapılmıştır.

Çalışmaların temel prensibi, bir dielektrik katmanlı alt taş üzerine yerleştirilmiş olan spesifik bir antikora ilgili antijenin bağlanması ve odak düzleminde tutulan alt taş üzerine gönderilen uyarı ışığının ikincil bir etiket yapısından saçılarak geri yansımasıdır. (Şekil-1) Katmanlı yapı, ölçüm hassasiyetinin artırılmasına imkan tanımaktadır.

ARMER Virüs Tanı Sisteminde görüntülemesi yapılan alt taş üzerine Mikro Dizi Baskı Sistemi kullanımı ile farklı biyo-algılayıcı moleküller istenilen örüntü ve miktarda yerleştirilebilmektedir ve sensör tanı çipi oluşturulmaktadır. (Şekil 2) Bu sayede antikoru temin edilen patojenler için biyosensör çip üretimi yerli olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu kazanılan yetenek ile aynı çip üzerinde farklı patojenlerin tespitinin de yapılabilmesi imkanı elde edilmektedir. Çoklu ölçüm ile tespit maliyetlerinin ciddi manada düşürülebileceği ve tespit çalışmalarının ciddi anlamda hızlanacağı öngörülebilir. Bunun yanında erken tespit yeteneği ile tedavi aşamasına hastalık ilerlemeden geçilebilmesine imkan tanınabilir ve etkin tedavi yöntemi belirlenebilir.



Şekil 2: Mikrodizi Baskı Sistemi ile çip üzeri antikor dizisi oluşturma, biyosensör çip ve örnek spot dizisi



Şekil 3: Ölçüm kaseti

Sızdırmaz bir şekilde biyosensör çipinin yerleştirildiği, optik ölçüme imkan veren açıklığa sahip mikroakışkan kartuş sistemi, ölçümü yapılacak örneğin sensör çipi üzerinden geçirilerek inkübe edilmesi için kullanılmaktadır. Çip ile birlikte kullanılan mikroakışkan kartuş sistemi tespit uygulamalarında kaset olarak kullanılacaktır. (Şekil 3)

Cihazın tanı uygulamalarında kullanımı için taşınabilir bir sistem tasarlanmıştır. (Şekil 4) Ölçüm kasetinin Virüs Tanı Sistemine takılması ile çipin ölçüm alanına hassas bir şekilde getirilmesi, farklı hastalıklara karşılık gelen farklı dizileri gezerek veri toplaması ve toplanan bilgilerin analizinin yapılarak hasta kimliği ile eşleştirilmesi ve sonuç raporunun oluşturulması hedeflenmektedir.

Gerçekleştirilen çalışmalar ile çeşitli hastalıkların tanısını kolay kullanımlı, hızlı ve hassas bir şekilde yapabilen düşük maliyetli bir biyosensör sisteminin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Geliştirilecek teknik ve yöntemlerin KBRN alanında tehdit oluşturma ihtimali olan biyolojik ajanlar için de çalışmalar yapılmasına imkan tanıyacağı değerlendirilmektedir.

Kazanılan yeteneklerin Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) ve Milli Savunma Bakanlığı (MSB) himayelerinde KBRN ölçüm ve tespit çalışmaları yönünde uyarlanabileceği değerlendirilmektedir.

Şekil 4: ARMER Virüs Tanı Sistemi

PAT T: 37.0C
TEE T: 38.7C

Biyomedikal Sinyal İşleme

Hazırlayan
Faruk Yavuz, Uzman Mühendis
AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğü

Sinyal işleme ses, görüntü, sensör ölçümlerinin analizleri ve sentezlenmeleri üzerine özelleşmiş bir Elektrik Mühendisliği alanıdır. Temelleri 17. yüzyıldaki nümerik analiz çalışmalarına dayanan sinyal işleme, 1940 ve 1950'lerde dijital kontrol sistemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. 1960 ve 1970'lerde teorik olarak oldukça ilerleyen alan, 1980'lerde dijital sinyal işleme yongalarının kullanılması ile iyice yaygınlaşmıştır. İletişimden kontrol sistemlerine, sismolojiden finansa geniş bir uygulama alanı olan sinyal işleme tekniklerinin 2000'li yıllarda başlayan diğer bir ilgi alanı ise biyolojik sinyallerdir.

Biyolojik sinyaller canlı organizmaların fizyolojik aktivitelerinin gözlemlenmesi sonucu oluşmaktadır. Fizyolojik aktiviteler gen ve protein dizilimleri, sinir hücresi aktivitesi, kardiyak ritimler, doku ve organ görüntüleri vb. birçok alanı kapsamaktadır. Biyolojik sinyallerin incelenmesi ile canlıların metabolizmalarının işleyişi hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Biyolojik sinyalleri toplayan cihazlara biyomedikal cihazlar, işleyen sisteme ise biyomedikal sinyal işleme denilmektedir.

Biyolojik mekanizmaların çalışma sistemleri günümüzde hala tam olarak bilinmemektedir. Sensörler tarafından tespit edilen biyolojik sinyaller farklı biyolojik sistemlerden de etkilenmektedir. Ayrıca sinyalin toplanması esnasında canlı metabolizmanın hareket etmesi elde edilen sinyalin kalitesini ciddi derecede düşürmektedir. Bu nedenlerle, biyomedikal sinyal işleme tekniklerinin bahsi geçen gürültü, hareket ve sinyal karışması problemlerini çözebilmek amacıyla karmaşık ve uyarlanır olarak tasarlanması gerekmektedir.

Biyomedikal cihaz donanımları her ne kadar 1900'lü yılların ortalarına doğru geliştirilmeye başlanılmış olsalar da sinyal işleme tekniklerin yeterli olmaması sebebiyle güvenilirlikleri 2000'li yıllara kadar sağlanamamıştır. Biyomedikal cihazların güvenilirliği **duyarlılık** ve **özgüllük** kıstasları ile ölçülmektedir. **Duyarlılık**, cihazın pozitif tespitinin doğruluk oranını, **özgüllük** ise cihazın negatif tespitinin doğruluk oranını temsil etmektedir. Biyomedikal tespitlerin insan hayatındaki direkt etkisi sebebiyle sertifikasyonları katı kurallar ile yapılmaktadır. Amerikan FDA sertifikası ve Avrupa Birliği'nin CE sertifikası biyomedikal ürünlerde en çok aranan sertifikalardır. Ülkemizde biyomedikal cihazların kullanılabilmesi için CE sertifikasının olması gerekmektedir.

Biyomedikal Sinyal İşleme Teknolojisinin Önemi

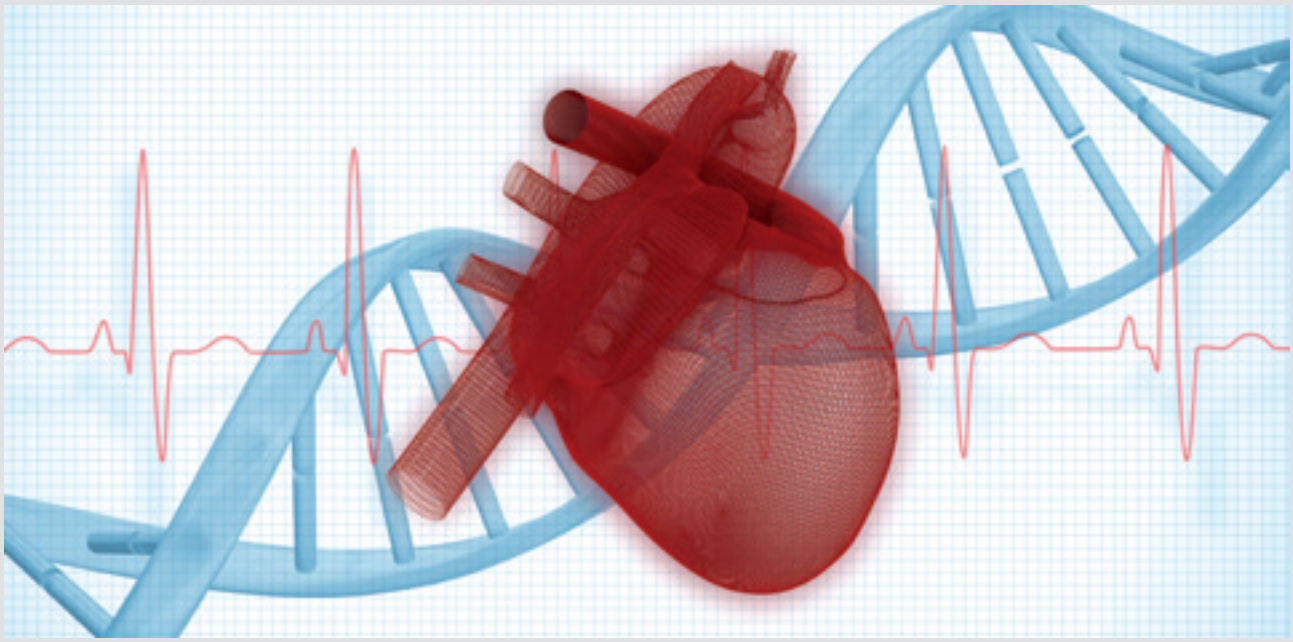
Pandemi süreci ile biyomedikal cihazların ve sinyal işleme algoritmalarının önemi dünyanın her yerinde fark edilmiştir. Gen dizilimi tespiti, medikal görüntüleme, tanı sistemleri, biyolojik uyumlu protezler, ilk yardım, yaşam destek ve takip sistemleri biyomedikal teknolojilerinin kullanıldığı başlıca alanlardandır. Fotonik, elektro, akustik, optik, manyetik vb. birçok biyolojik sensörün geliştirilmesi ve elde edilen sinyallerin biyomedikal sinyal işleme teknikleri ile anlamlandırılması teknolojiye ve sağlık sektörüne büyük katkılar sağlamaktadır.

Biyolojik canlıların gen dizilimlerinin sinyal işleme teknikleri ile anlamlandırılması sayesinde birçok

hastalık için ilaç ve aşı üretilmektedir. Ayrıca geliştirilen ilaç ve aşıların potansiyel yan etkileri de yine bu teknolojiler sayesinde anlaşılabilmektedir. Bu teknikler ile gelecekte tedavilerin yan etkilerinin belirlenmesinde insan deneylerinin en alt seviyeye indirileceği öngörülmektedir.

İleri görüntüleme teknolojileri sayesinde insan anatomisinin fizik muayene ile ayırt edilemeyen sistemleri ayrıntılı olarak incelenebilmektedir. İleride görüntüleme teknolojilerinin insan anatomisini detayları ile birlikte 3 boyutlu olarak haritalandırması beklenmektedir. Sinir sistemi elektro sinyallerin anlamlandırılması ile uzuv kaybı yaşamış insanlara zihin ile kontrol edilebilen protezler üretilmektedir. Protezlerin insanların organik uzuvlarının işlevsellik seviyesine getirilmesi aktif bir araştırma alanıdır. İlk yardım alanında acil müdahale gerektiren Ani Kalp Ölümü (SCA) vakalarında uygulanan Otomatik Eksternal Defibrilatör (OED) cihazı gibi hayat kurtaran teknolojiler geliştirilmiştir.

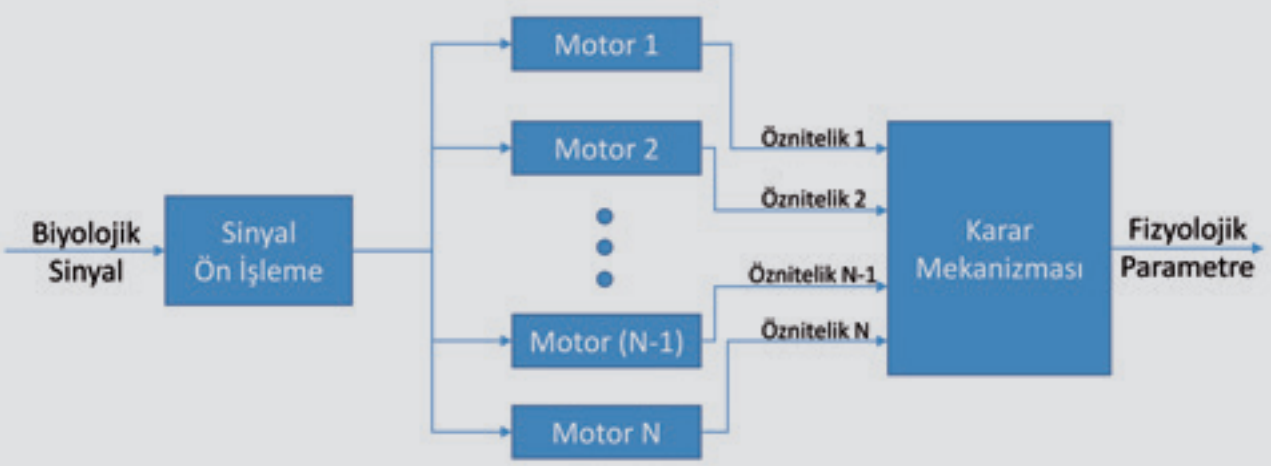
Tıp dünyasında önemli bir gereklilik olan hasta hayati değer takibi ise son yıllarda biyomedikal donanımlar ve sinyal işleme algoritmaları ile yeni bir döneme girmiştir. Biyomedikal teknolojisinden önce invazif olarak belirli aralıklarla tespit edilebilen parametreler günümüzde dijital ortamlarda sürekli olarak takip edilmektedir. Bu cihazların hasta ölüm oranlarını ciddi oranda düşürdüğünü belirten birçok rapor mevcuttur. Kandaki oksijen miktarı, nabız, nefes alışverişi, kalp ritmi, Merkezi Sinir Sistemi aktivitesi ve hemoglobin sayısı bu parametrelerden bazılarıdır.



Günümüzde biyolojik sinyallerdeki anlık varyasyonları algılayıp sinyali temsil özelliği yüksek öznitelikleri üreten algoritmalar, cihazların duyarlılık ve özgüllüğünü istenilen seviyeye çıkarmıştır. Ayrıca artan veri ile birlikte biyolojik sistemler istatistiksel olarak modellenebilmiş ve algoritma başarım oranları artırılmıştır. Makine öğrenmesi ve Derin öğrenme tekniklerinin de modelleme aşamalarında kullanılmaya başlanmasıyla model başarımları artmıştır. Makine ve Derin Öğrenme teknikleri özellikle biyomedikal görüntüleme cihazlarında görüntü geriçatımı ve görüntülerde anormallik tespitinde yüksek başarımlar elde etmektedir. Gelecekte Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme teknikleri ile yapılan hastalık tanı ve teşhislerinin de medikal geçerliliğinin olması öngörülmektedir.

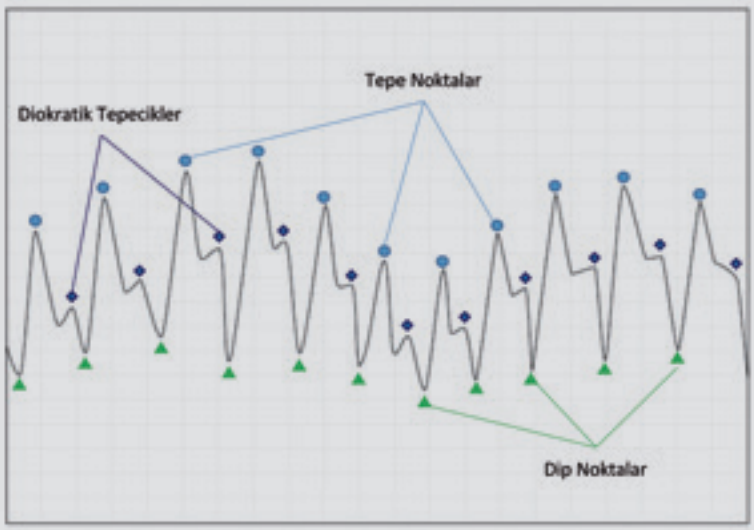
Biyomedikal Cihazlarının Sinyal İşleme Mekanizması

Günümüzde biyomedikal cihazlarının sinyal işleme mekanizması sinyal kalitesini artıracak ön işlemeden, sinyaldeki farklı öznitelikleri hesaplayan motorlardan ve hesaplanan öznitelikleri fizyolojik olarak anlamlandıran karar mekanizmasından oluşmaktadır.



Biyomedikal Sinyal İşleme Akışı

Sinyal ön işleme, sensörlerin çevreden toplayabileceği gürültü ve istenmeyen sinyallerin uyarlanır tekniklerle temizlendiği kısımdır. Motorlar ise ön işlemede temizlenmiş sinyalden karmaşık fizyolojik mekanizmaları temsil eden özniteliklerin elde edildiği kısımdır. Motor kısmında genellikle sinyal içerisinde bir düzen veya düzensizlik aranır. Karar mekanizması ise, hesaplanan çeşitli özniteliklerin en verimli şekilde birleştirilerek incelenen fizyolojik mekanizma için anlamlandırıldığı kısımdır. Mesela biyolojik sinyalimizin insan damarındaki kan yoğunluğu olduğunu (pletismogram) ve algoritmanın nabız tespit etmeye çalıştığını düşünelim. Fizyolojik olarak kalbin kasıldıktan sonra damarlardaki kan miktarının artacağını ve sonrasında azalacağını biliyoruz. Kan yoğunluğunun gösterildiği örnek bir biyolojik sinyal yukarıdaki resimde verilmiştir.



Pletismogram Biyolojik Sinyali

Altı motorun kullanıldığı örnek bir uygulamada ilk motor, tepe noktaları bulur ve bu tepe noktaların gerçekleşme sıklığından nabzı hesaplar. İkinci motor, dip noktaları bulur ve bu dip noktaların gerçekleşme sıklığından nabzı hesaplar. Üçüncü motor, diokratik tepecikleri bulur ve

bunların gerçekleşme sıklığından nabzı hesaplar. Dördünce motor, dip-tepe-dip biçimlemelerini bulur ve bunların ortalama süresinden nabzı hesaplar. Beşinci motor, frekans uzayındaki en güçlü tepe noktadan nabız hesabı yapar, altıncı motor ise frekans uzayındaki tepe nokta ve olası harmonikleri arasındaki frekans farklarını kullanarak nabız tespiti yapar. Bu ve benzeri bütün motorlar ideal senaryoda aynı sonucu üretecek olsa da sinyal bozulması durumlarında farklı sonuçlar üretecektir ve incelenen özniteliklerin farklı bozulmalara karşı farklı dirençleri olacaktır. Örneğin yukarıdaki biyolojik sinyaldeki diokratik tepeciklerin bozulmaya başladığını görebiliyoruz bu yüzden bu tepecikleri kullanan motorların sonuçlarının daha az dikkate alınması gerekmektedir. Bu tarz kuralları belirleyip uygulayan ve hesaplanan öznitelikleri en iyi şekilde birleştiren kısma karar mekanizması denilmektedir. Karar mekanizmasının uygulayacağı kararlar, veri setleri kullanılarak, incelenen fizyoloji hakkında var olan bilgiler ve veri analizleri ile elde edilen izlenimler ile belirlenir. Bu süreçte Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme teknikleri de kullanılmaktadır. Fakat açıklanabilir olmamaları ve işlem yüklerinin fazla olması nedeniyle bu tekniklerin kullanımı göreceli olarak daha azdır.

Biyomedikal cihazların beyni olarak nitelendirilen sinyal işleme algoritmaları cihazın **duyarlılığının** ve **özgüllüğünün** en önemli belirleyicileridir. Bahsi geçen gerekliliklerin hepsini sağlamak amacıyla biyomedikal sinyal işleme teknikleri deterministik, istatistiksel ve uyumlanabilir algoritmalardan Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme algoritmalarına kadar birçok farklı tekniği etkin bir biçimde kullanmaktadır.

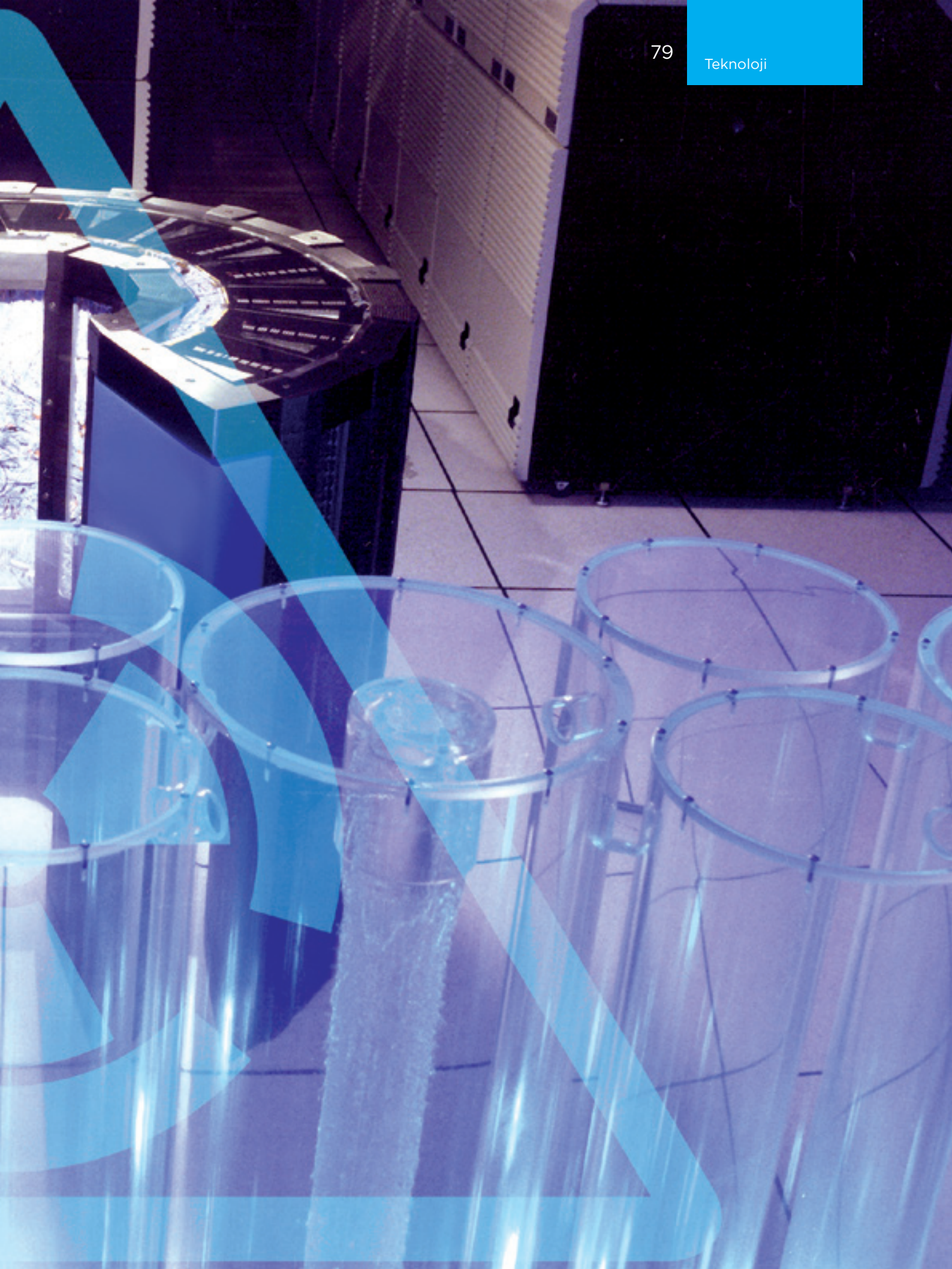
ASELSAN'da Yapılan Çalışmalar

ASELSAN olarak yerli ve milli biyomedikal cihaz teknolojilerinin geliştirilmesi için hem donanım hem de sinyal işleme alanlarında çalışmalar devam etmektedir. Çeşitli görüntüleme ve hasta hayati değer tespit teknolojilerinin dünya piyasası ile rekabet edecek kalitede kazanımı amaçlanmaktadır.

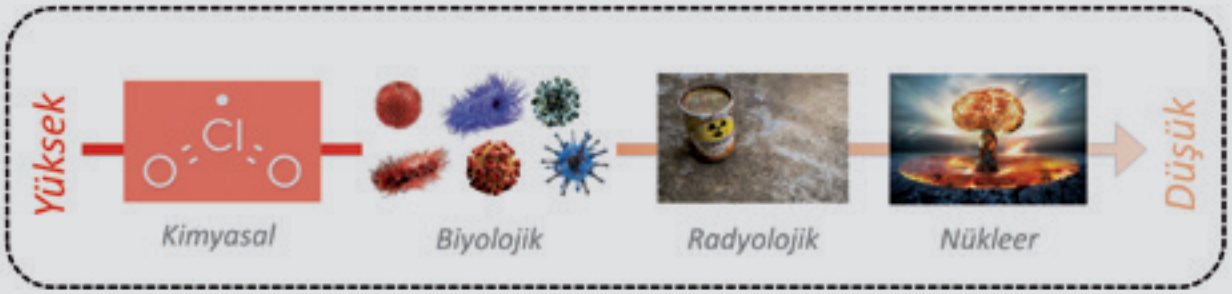
ASELSAN ilk yardım alanında OED cihazını üretmiştir ve ilk ihracatını gerçekleştirmiştir. ASELSAN Araştırma Merkezi'nde UGES sektörümüz ile koordinasyon halinde yüksek duyarlılık ve özgüllük sağlayan algoritmalar geliştirilmektedir. Geliştirilen algoritmalar efektif şekilde CE onaylı ASELSAN OED cihazında kullanılmaktadır. Geliştirilmekte olan yeni sinyal işleme algoritma sürümleri ile birlikte ASELSAN OED cihazının küresel pazarda güçlü bir rekabetçi konuma getirilmesi hedeflenmektedir. Benzer çalışmaların ASELSAN'ın biyomedikal sinyal işleme içeren ve yüksek duyarlılık ve özgüllük gerektiren sistemleri için de gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Yürütülen çalışmalar ile ASELSAN'ın sağlık alanında da güven veren ve tercih edilen bir marka olması sağlanacaktır.

Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer Tehditler

Hazırlayan
Bilal Kızılelma, Mühendis
AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğü



KBRN; Kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer başlıklarının kısaltılmasıyla oluşmaktadır. Bu kısaltma yapılırken ham maddeye ulaşım, üretim ve bunlara bağlı olarak kullanım riski baz alınarak yüksekten düşüğe göre sıralama yapılmaktadır (Şekil 1). KBRN altındaki her bir başlığın temsil ettiği silah çeşidi kitle imha silahı olarak değerlendirilebilmektedir.



Şekil 1: KBRN kullanım riski

Kimyasal Silahlar: Toksik etkileri sebebiyle insanların, hayvanların, bitkilerin, mikroorganizmaların temel yaşam fonksiyonlarını yitirmelerine sebep olabilecek özelliklere sahip kimyasallara kimyasal harp maddesi denilmektedir. Harp maddesini ortama yaymak maksadıyla kullanılan her türlü cihaz kimyasal silah olarak tanımlanmaktadır.

Biyolojik Silahlar: Virüs, bakteri veya toksinlerin kasten kullanılarak öldürme, yaralama ve zarar verme amacıyla kullanılan yapılarına biyolojik harp maddesi denilmektedir. Biyolojik harp maddelerini hedef bölgeye ulaştırmak maksadıyla kullanılan cihaz veya vektörler biyolojik silah olarak tanımlanmaktadır.

Radyolojik Silahlar: İnsan, hayvan, bitki veya mikroorganizmaların temel yaşam fonksiyonlarını kasıtlı şekilde yitirimelerine neden olan radyasyon kaynakları radyolojik silah olarak adlandırılmaktadır.

Nükleer Silahlar: Nükleer reaksiyonlar ile hedef bölgede yıkım maksadıyla kullanılan silahlardır. Atom bombası, hidrojen bombası bu başlık için örnek verilmektedir.

KBRN Tarihçesi

Devletler ve topluluklar var oldukları andan itibaren diğer toplumlar üzerinde hakimiyet kurabilmek adına çeşitli silah sistemlerini kullanmıştır. 19. yy'dan itibaren fizik, kimya, biyoloji ve mühendislik bilimlerindeki gelişmelerle savaşlarda kullanılan konvansiyonel silahlar yerini kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer kitle imha silahlarına bırakmıştır.

Tarihte kayıtlı olan ilk KBRN silahı M.Ö. 6. yy'da Asurlular tarafından kullanılmıştır. Asurlular, düşmanların içme suyu için kullandıkları sarnıç ve depoları hastalıktan yaşamlarını yitirmiş insan ve hayvan ölüleri ile kirleterek ilk biyolojik silahı kullanmıştır. Aynı dönemlerde, Asyalıların da Rye Ergot alkoloidlerini su kaynaklarında kullandığı bilinmektedir.

KBRN harp maddelerinde özellikle kimyasal (K) ve biyolojik (B) harp maddeler kullanımlarının arttığı görülmektedir. Bilim ve teknolojinin ilerlemesi, ham madde ve cihazlara ulaşılabilirliğin kolaylaştırması bu artışın altında yatan en önemli sebepler arasında gösterilmektedir.

I. ve II. Dünya Savaşları'nda İngilizler, Almanlar, Fransızlar tarafından şarbon yüklü bombalar ile göz yaşartıcı bombaların kullanıldığı bilinmektedir. II. Dünya Savaşı esnasında Japonya'nın 731. birimi tarafından Çin'in Mançurya bölgesinde Kimyasal ve Biyolojik Silah Programı'nın uygulandığı bilinmektedir.

İnsanoğlunun geliştirdiği teknolojiyle kendine nasıl bir kötülük yapabileceğinin en acı örneği II. Dünya Savaşı'nda Japonya'nın Hiroşima bölgesine Amerika Birleşik Devletleri tarafından atılan atom bombasıdır (Şekil 2).

Şekil 2: Atom Bombasının patlama anı sembolik görüntüsü

2001 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde şarbon yüklü mektupların ortaya çıkması ve 2013 yılında Suriye'de Sarin gazı saldırıları günümüzde de bu tarz silahların kullanımının aktif bir şekilde devam ettiğini göstermektedir.

KBRN harp maddelerinin geliştirilmesinin, üretilmesinin, depolanmasının ve transferinin yasaklanması için 1968 yılında Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması, 1975 yılında Biyolojik Silahlar Sözleşmesi, 1996 yılında Nükleer Denemelerin Kapsamlı Yasaklanması Antlaşması ve 1997 yılında Kimyasal Silahlar Sözleşmesi imzalanmıştır. Yapılan birçok uluslararası antlaşma ve çeşitli sivil toplum kuruluşlarının yapmış olduğu girişimlere rağmen bu tarz kitle imha silahlarının kullanılmakta olduğu görülmektedir.

KBRN harp maddeleriyle yapılacak saldırılar olay öncesi, olay anı ve olay sonrası olmak üzere 3 kısımda ele alınmaktadır (Şekil 3).

Şekil 3: KBRN olay değerlendirme süreci

Olay öncesinde; tedbir ve caydırıcılıkla KBRN harp maddelerinin üretimi, temini ve geliştirilmesinin engellenmesi hedeflenmektedir. Bütün geliştirilen tedbir ve caydırıcılığa rağmen KBRN olayı oluşursa, bu etaptan sonra yapılacak işlemler KBRN harp maddelerinin etkilerinin en aza indirilmesi, yayılımının kontrol altına alınması, dekontaminasyonu ve tıbbi müdahaleleri aşamalarını kapsamaktadır.

Olayın sonrasında ise harp maddesinin sebep olduğu sağlık sorunları ile ekolojik ve ekonomik etkilerin azaltılmasına ve kontrol altına alınmasına çalışılır. Kirletilmiş bölgenin tecrit edilmesi, belli periyotlarla kontrolü, temizlenmesi ve kullanıma ne zaman açılacağının kararı, sağlık etkilerinin takibi ve hastaların tedavi edilmesi bu aşamada yapılan faaliyetlerdendir.

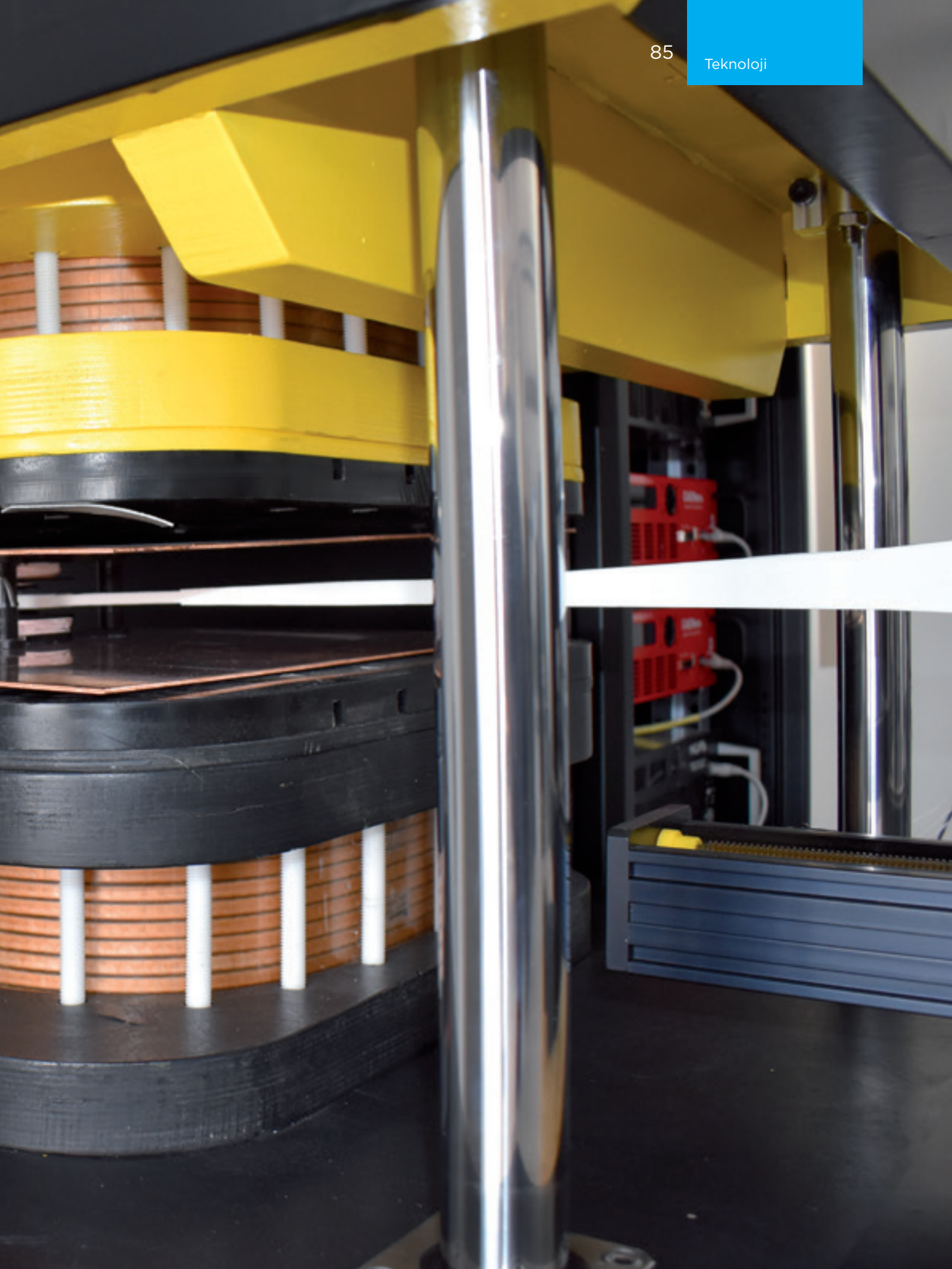
Yukarıda belirtilen faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi adına tanı, tedavi, korunma ve dekontaminasyon başlıklarına yönelik ürün ve hizmetler geliştirilmektedir.

Dünyada bu başlıklara yönelik yoğun çalışmalar sürerken ülkemizde de SSB ve MSB bünyesinde yer alan ve KBRN konusunda çalışan daire başkanlıkları koordinasyonunda yerli ve milli sistemlerin ülkemize kazandırılması için yoğun bir şekilde faaliyetler sürdürülmektedir. Bazı kamu kurum kuruluşları ile kimi özel savunma firmaları dünya standartlarında ürünler üretmektedirler. Bu alandaki çalışmalarına yoğun şekilde devam eden ekiplerin ana hedefi ürün gamımızı genişletmek ve dışa bağımlılığı en aza indirgemektir.

KBRN alanında çalışmaları yoğunlaştırmak için 2016 yılında ASELSAN'da Biyosavunma Araştırma Program Birimi kurulmuştur. KBRN alanında tehditlerin tespit ve teşhisine yönelik yenilikçi teknolojiler geliştirilmesi ve ilgili Ar-Ge çalışmaları için üniversite-sanayi iş birlikleri sağlanması konularında faaliyetler yürütülmektedir.

Manyetik Parçacık Görüntüleme

Hazırlayan
Dr. Can Barış Top, Lider Mühendis
AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğü



Manyetik Parçacık Görüntüleme (MPG), 2005 yılında Bernhard Gleich ve Jürgen Weizenecker tarafından önerilen yeni bir görüntüleme yöntemidir. MPG ile farklı yollarla vücuda verilebilen (damar yolu, solunum, lokal enjeksiyon, vb.) manyetik nanoparçacıklar, manyetik alanlar kullanılarak görüntülenebilmektedir. MPG'nin, vücuda zararı olmayan demir oksit tabanlı nanoparçacıkların kullanılması, yüksek çözünürlüklü görüntülerin gerçek zamanlı veya gerçek zamana yakın olarak elde edilebilmesi, derinlik kısıtı olmaksızın vücudun herhangi bir bölgesinin görüntülenebilmesi ve iyonlaştırıcı radyasyon kullanılmaması gibi avantajları bulunmaktadır. Bu nedenle çok çeşitli tıbbi uygulamalarda kullanımına yönelik araştırma çalışmaları devam etmektedir (Şekil 1).

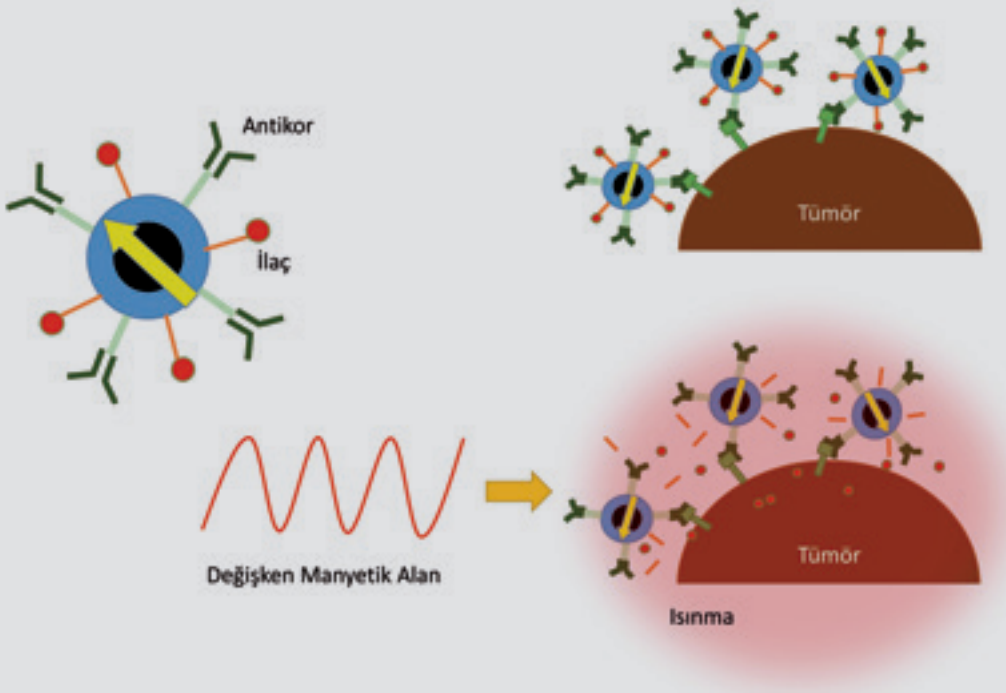
Şekil 1: Manyetik Parçacık Görüntüleme yönteminin potansiyel uygulamaları

MPG yönteminin ana potansiyel uygulama alanlarından biri damarların ve damar içi araçların (örn. kateter) görüntülenmesidir (anjiyografi, anjiyoplasti). Günümüzde bu tür uygulamalar için, X-ışınlarının kullanıldığı tıbbi yöntemler standart olarak kabul edilmiş durumdadır. Bu cihazların yaydığı iyonizan radyasyon potansiyel kanser riski teşkil etmektedir. Ayrıca, hamilelik durumunda Bilgisayarlı Tomografi (BT) veya X-ışınları ile anjiyografi ve anjiyoplasti yapılamamakta; kronik böbrek hastalarında da kontrastlı BT ve Manyetik Rezonans görüntüleme yöntemleri uygulanamamaktadır. MPG ise, yalnızca manyetik alanlar kullanıldığından güvenli bir yöntemdir. Ayrıca, demir oksit nanoparçacıklar karaciğerde metabolize olduğu için MPG yönteminin hamileler ve kronik böbrek hastalarında dahi kullanımının güvenli olduğu değerlendirilmektedir. Bu nedenle MPG, anjiyografi ve anjiyoplasti için umut vadedici güvenli bir alternatif yöntem olarak görülmektedir.

MPG'nin bir başka potansiyel kullanım alanı da tümörlerin tespiti, görüntülenmesi ve tedavisidir. Tümörlü dokuları çevreleyen damarların çeperleri nanoparçacıkların sızabileceği şekilde boşluklu bir yapıdadır. Ayrıca tümör ortamında yeterli lenfatik drenaj olmamasından dolayı

nanoparçacıklar pasif olarak tümörlerde birikebilmektedir. Tümörlü bölgelerde normal dokulara nazaran çok daha yüksek oranda bulunan proteinlere (örn. damarlanmayı sağlayan "Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü") bağlanan antikorlar nanoparçacıklara entegre edilerek birikim aktif olarak da sağlanabilmektedir. Ayrıca, vücut dışından mıknatıslar ile manyetik nanoparçacıkların bölgesel olarak birikimini sağlamak da mümkün olabilmektedir. Tümörlerde toplanan manyetik nanoparçacıklar, MPG ile görüntülenerek tümörün tespiti ve takibi yapılabilmektedir.

Manyetik nanoparçacıkların değişken manyetik alan altında ısıtılabilmesi özelliğinden yararlanarak tedavi amaçlı kullanımları konusunda araştırma çalışmaları da yürütülmektedir. Başlıca uygulamalardan biri pasif ve aktif yöntemlerle tümörlerde biriken manyetik nanoparçacıkların ısıtılarak tümör hücrelerinin kemoterapi ve radyoterapiye karşı dirençlerinin azaltılmasının sağlanmasıdır. Ayrıca, ilaç entegre edilmiş manyetik nanoparçacıklar ısıtılarak ilaçların salınması mümkün olmaktadır. Bu sayede ilaçların sistemik zararlı etkileri büyük oranda azaltılabilecektir. Isıtma yoluyla terapi yöntemlerinde sağlıklı dokuların zarar görmemesi için sıcaklığının kontrollü olarak artırılması gerekmektedir. Nanoparçacıkların manyetizasyon karakteristiği bulundukları ortamın sıcaklığına bağlı olarak değiştiğinden, sıcaklık kontrolünün de MPG ile yapılabilmesine yönelik araştırma çalışmaları devam etmektedir.



Şekil 2: Manyetik nanoparçacıklara antikor ve ilaçlar eklenerek aktif olarak hastalıklı dokuda birikim sağlanabilmekte, değişken manyetik alan altında ısınma ve ilaç salınımı sayesinde odaklı tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi mümkün olabilmektedir.

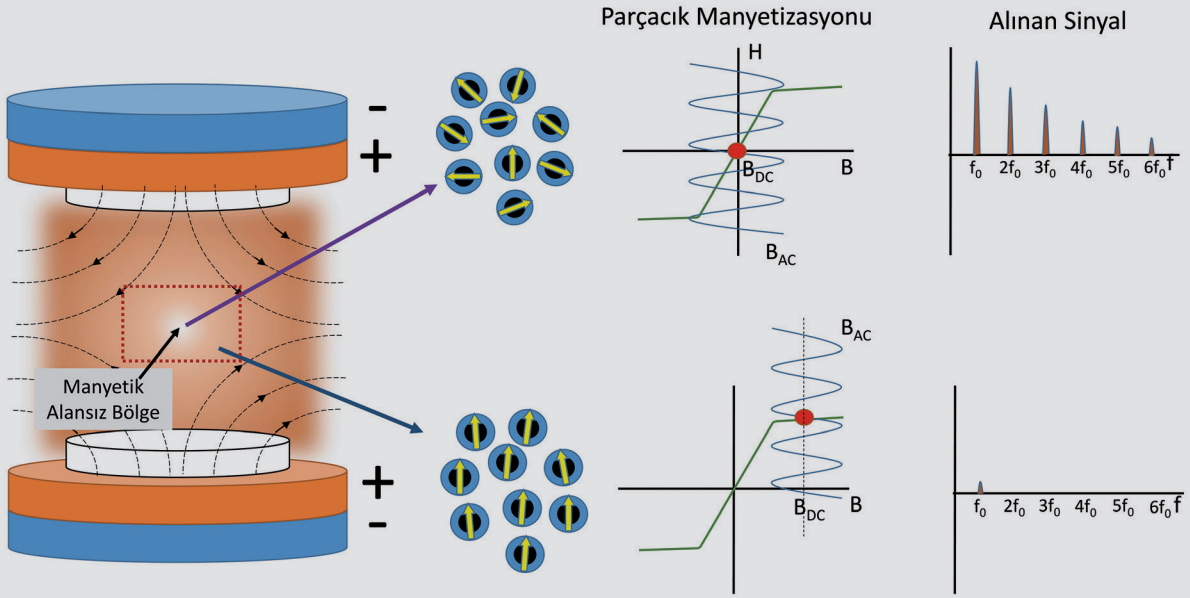
Yukarıda anlatılan uygulamalar dışında vücut içi kanamaların görüntülenmesi, kök hücre takibi, fonksiyonel beyin görüntülemesi gibi uygulamalar da MPG'nin araştırılmakta olan uygulama alanlarından bazılarıdır.

Manyetik Parçacık Görüntüleme Yönteminin Temel Çalışma Prensipleri

Çapları 5 nm ile 100 nm arasında değişen manyetik nanoparçacıklar, genellikle demir oksit bir çekirdek ile bu çekirdeğin etrafına kaplanmış bir polimerden oluşur. Bu çaplarda demiroksit süperparamanyetik özellik göstermektedir. Yani ortamda manyetik alan yokken ortalama manyetizasyonları sıfır iken, manyetik alan uygulandığında bu alan doğrultusunda hızlı bir şekilde mıknatıslanırlar. Çekirdeklerin polimer ile kaplanması, parçacıkların birleşmesini önler ve vücudun bağışıklık sistemi tarafından algılanarak yok edilmesini engeller. Bu sayede nanoparçacıkların vücut içinde dolaşım süresi uzatılır. Ayrıca, polimerlere antikor, ilaç, enzim, nükleik asit gibi moleküller bağlanarak nanoparçacıkların fonksiyonelleştirilmesi mümkündür. Böylece, parçacıklara vücut dışından görüntülenme, hedef hücrelere bağlanma (örn. tümör hücreleri), ilaç taşıma ve salınımı gibi özellikler kazandırılabilmektedir.

Manyetik Parçacık Görüntüleme, isminden dolayı Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ile karıştırılabilmektedir. Ancak bu iki yöntem hem çalışma prensibi, hem de elde edilen görüntüler bakımından birbirinden tamamen farklıdır. MRG'de dokular anatomik olarak görüntülenirken MPG görüntülerinde dokular görünmez, sadece vücuda verilen manyetik nanoparçacıklar görüntülenir. Böylece anatomik görüntü ile nanoparçacık görüntüsü birbirine karışmaz ve mutlak nanoparçacık yoğunluğuna bağlı görüntüleme yapılabilir.

MPG yönteminde, görüntülenen bölgede manyetik alanın sıfırlandığı bir bölge (Manyetik alansız bölge - MAB) oluşturulur. Bu manyetik alan "Seçim Alanı", bu alanı oluşturan bobinler de seçim alanı bobinleri olarak adlandırılır. MAB civarında manyetik alan yoğunluğu düşük olduğundan, bu bölgede bulunan nanoparçacıkların manyetizasyon vektörleri rastgele yönlerdedir. MAB'dan



Şekil 3: MPG temel çalışma prensibi. Görüntülenen bölgede manyetik alanın sıfırlandığı manyetik alansız bölge (MAB) oluşturulur. İki ters kutuplu mıknatıs kullanılarak MAB oluşturulabilmektedir. MAB içinde statik manyetik alan (BDC) sıfır olduğundan manyetik nanoparçacıklar zamanla değişen manyetik alana (BAC) tepki verebilmektedir. Parçacıkların manyetizasyon eğrisi doğrusal olmadığından alınan sinyal çoklu harmonik bileşeni içermektedir. MAB dışında ise manyetik nanoparçacıkların manyetik doygunluğundan dolayı kaydadeğer bir sinyal elde edilmemektedir.

uzaklaştıkça manyetik alan yoğunluğu artar. Yoğun manyetik alanda bulunan nanoparçacıkların manyetizasyonu, uygulanan manyetik alan ile aynı yönde hizalanmış durumdadır (manyetik doygunluk hali). Seçim alanı üzerine "Sürüş Alanı" adı verilen zamanla değişen bir manyetik alan uygulanır. MAB dışındaki nanoparçacıklar doygun durumda olduğundan Sürüş Alanı'na tepki veremez (Şekil 3). MAB etrafındaki nanoparçacıklar ise sürüş alanına hızlı bir şekilde tepki vererek manyetize olur. Bu manyetizasyon sinyali, alma bobinleri kullanılarak alınır. MAB, görüntüleme bölgesi içinde elektronik ve/veya mekanik olarak taranarak nanoparçacık yoğunluğu ile orantılı bir görüntü elde edilir.

Elde edilen görüntülerin çözünürlüğü hem manyetik nanoparçacıkların manyetik davranışına, hem de uygulanan manyetik alan özelliklerine bağlıdır. Görece hızlı manyetize olan nanoparçacıklar ile daha yüksek çözünürlük elde edilmektedir. Bunun yanında uygulanan manyetik alanın uzaysal değişim oranı (gradyanı) arttıkça görüntü çözünürlüğü de artmaktadır. Görüntü çözünürlükleri gradyana ve sistem özelliklerine bağlı olarak birkaç mm'den mm altı seviyelere kadar inebilmektedir.

Dünyada Manyetik Parçacık Görüntüleme Sistemleri

Dünyada deneysel MPG çalışmaları fantom (doku benzeri) malzemeler ve küçük hayvan deneyleri ile yürütülmektedir. Küçük hayvan deneylerinin yapılabileceği iki farklı üreticinin ticari ürünü bulunmaktadır. Bunlardan biri Bruker Biospin GmbH (Almanya) firmasının kliniköncesi MPG tarayıcısı (Görüntüleme alanı: 10 cm çap x 10 cm yükseklik); diğeri Magnetic Insight Inc. (ABD) firmasının "Momentum" (Görüntüleme alanı: 6 cm x 6 cm x 12 cm) ürünleridir. Ayrıca, araştırma çalışmaları için kendi MPG prototipini geliştirmiş olan birçok üniversite grubu da bulunmaktadır. Türkiye'de Ulusal Manyetik Rezonans Araştırma Merkezi (Bilkent Üniversitesi)'nde ve ASELSAN Araştırma Merkezi'nde araştırma amaçlı prototip sistemler geliştirilmiştir. Gebze Teknik Üniversitesi'nde de prototip geliştirme çalışmalarının devam ettiği bilinmektedir.

Henüz insan boyutunda ticari bir MPG cihazı bulunmamaktadır. 2019 yılında beyin kanamalarını tespit etme amaçlı insan beyninin görüntülenebileceği boyutta düşük gradyanlı bir sistem Almanya'da geliştirilmiştir. Massachusetts Institute of Technology (ABD)'de de fonksiyonel beyin görüntüleme amaçlı bir sistem geliştirilmektedir. 2020 yılı içinde ASELSAN Araştırma Merkezi'nde tüm vücut taramaya yönelik bir sistemin geliştirme çalışmaları başlatılmıştır.

ASELSAN'da Manyetik Parçacık Görüntüleme

ASELSAN'da MPG çalışmaları, 2016 yılında Türkiye-Almanya 2+2 araştırma destek programı kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenen ve Araştırma Merkezi'nde yürütülen IMAGINE (Interventions guided by MAGnetic Imaging and Nanoparticle coated Equipment) projesi ile başlamıştır. Projede Türkiye'den ASELSAN ve Bilkent Üniversitesi, Almanya'dan Lübeck Üniversitesi ve Nano4Imaging firmaları yer almıştır. Proje kapsamında damar içi kateterlerin kaplanması için optimize edilmiş manyetik nanoparçacık üretimi (Lübeck Üniversitesi), manyetik nanoparçacık kaplı kateterlerin üretimi (Nano Imaging), bu kateterlerin güvenli olarak kullanımına yönelik araştırmalar (Bilkent Üniversitesi), kateterlerin MPG ve MRG sistemlerinde görüntülenmesi (Bilkent Üniversitesi, Lübeck Üniversitesi), MPG için hızlı kalibrasyon yöntemleri ve gerçek zamanlı yüksek çözünürlüklü MPG algoritmalarının geliştirilmesi (ASELSAN, Bilkent Üniversitesi) hedeflenmiştir.

Yürütülen çalışmalarda çok uzun süreler alan MPG sistem kalibrasyon süresinin azaltılması için sıkıştırılmış algılama yöntemlerinden yararlanılarak geliştirilen “Kodlu Kalibrasyon Sahnesi” yöntemi literatüre kazandırılmıştır. Yöntemin başarımı, Lübeck Üniversitesi’nde bulunan Bruker sisteminde deneysel olarak doğrulanmıştır. Yüksek çözünürlüklü görüntülemeye yönelik yapılan çalışmalarda MPG görüntülerindeki seyreklik ve süreklilik önbilgisinden yararlanılarak optimizasyon tabanlı görüntü geri çatım algoritmaları geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritmalar GPU’lar üzerinde paralelleştirilerek gerçek zamanlı görüntü geri çatımı gösterilmiştir.

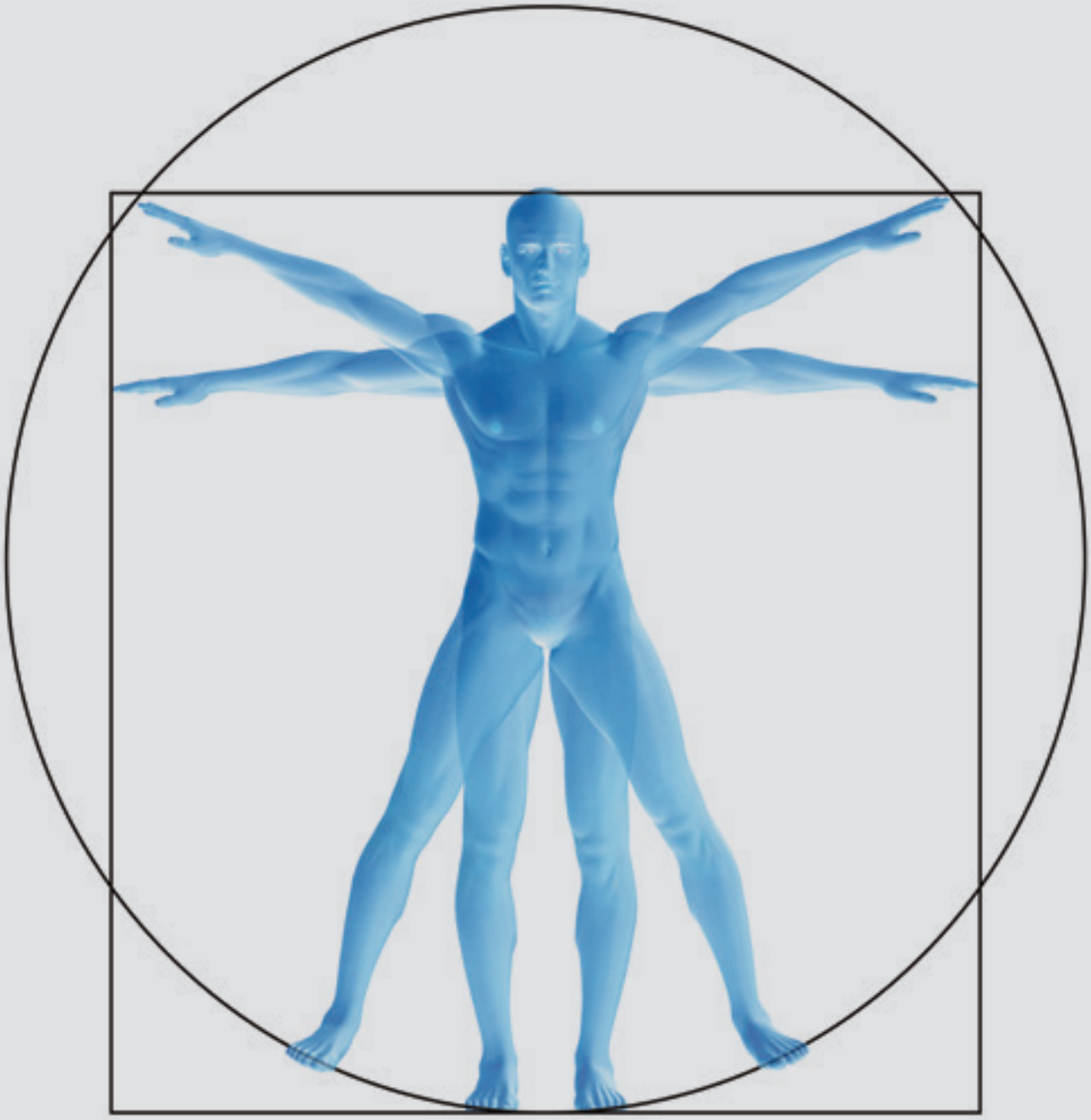
Araştırma Merkezi’nde ayrıca özgün bir prototip MPG sistemi geliştirilmiştir (Şekil 4). Girişimsel uygulamalar da göz önüne alınarak yeni bir kenarları açık sistem mimarisi önerilmiş ve ABD patenti alınmıştır. Bu sistemde çizgisel bir manyetik alansız bölge doku içinde taranmaktadır, bu sayede yüksek sinyal gürültü oranı elde edilmekte, ayrıca geniş bölgelerin daha hızlı taranması mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, kenarları açık konfigürasyonlar, hastalar için kapalı sistemlere göre çok daha konforludur. 60 mm çaplı bir bölgede tarama yapabilen ASELSAN MPG prototip sisteminde küçük hayvan deneylerinin yapılması mümkün olabilecektir. Sistemde çözünürlük ve hassasiyet ölçümleri yapılmış, damar tıkanıklığı tespitinin yapılabilirliğini göstermek için fantom deneyleri gerçekleştirilmiştir. MPG sisteminin yanında, manyetik nanoparçacıkların farklı manyetik alan şiddeti ve frekanslarında davranışlarının ölçümü için geniş bantlı bir manyetik nanoparçacık spektrometre/relaksometre sistemi de geliştirilmiştir. Bu yöntem, manyetik nanoparçacıklar ile kimyasal ve biyolojik ajanların tespit edilmesi için kullanılabilmektedir. Bu konuda Savunma Sanayii Başkanlığının hedefleri doğrultusunda çalışmalar başlatılmıştır.

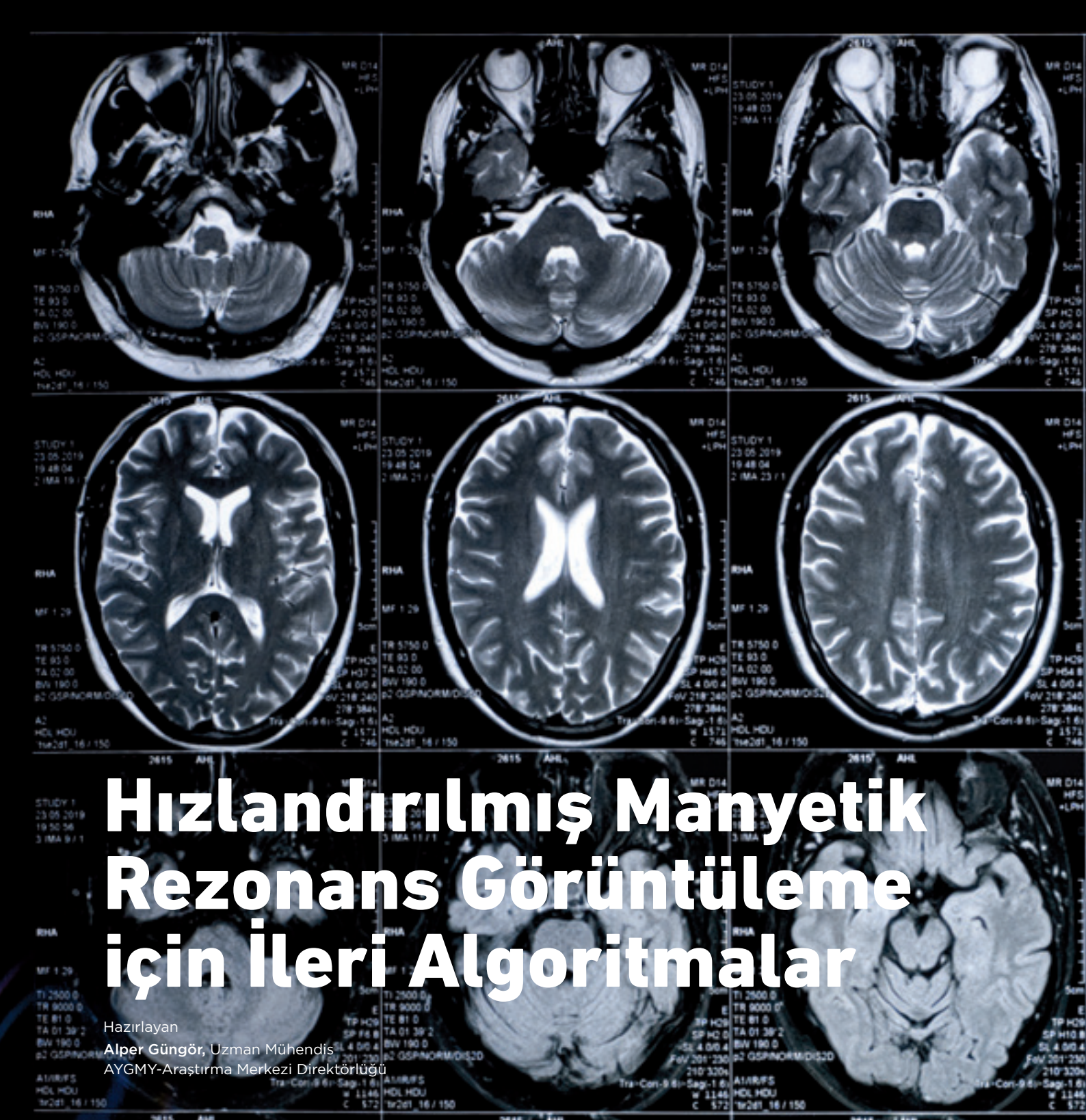
Ağustos 2020’de başlatılan öz kaynaklı bir proje ile insan boyutunda bir MPG tarayıcı geliştirmeye yönelik çalışmalara başlanmıştır. Bu tarayıcının Manyetik Rezonans görüntüleme için kullanımına yönelik araştırmaların da yapılması planlanmaktadır. Bu sayede, MR görüntüleri ile anatomik bilgi elde edilirken MPG ile de nanoparçacıkların görüntülenmesi mümkün olabilecektir.

Şekil 4: ASELSAN MPG prototip sistemi.

Sonuç

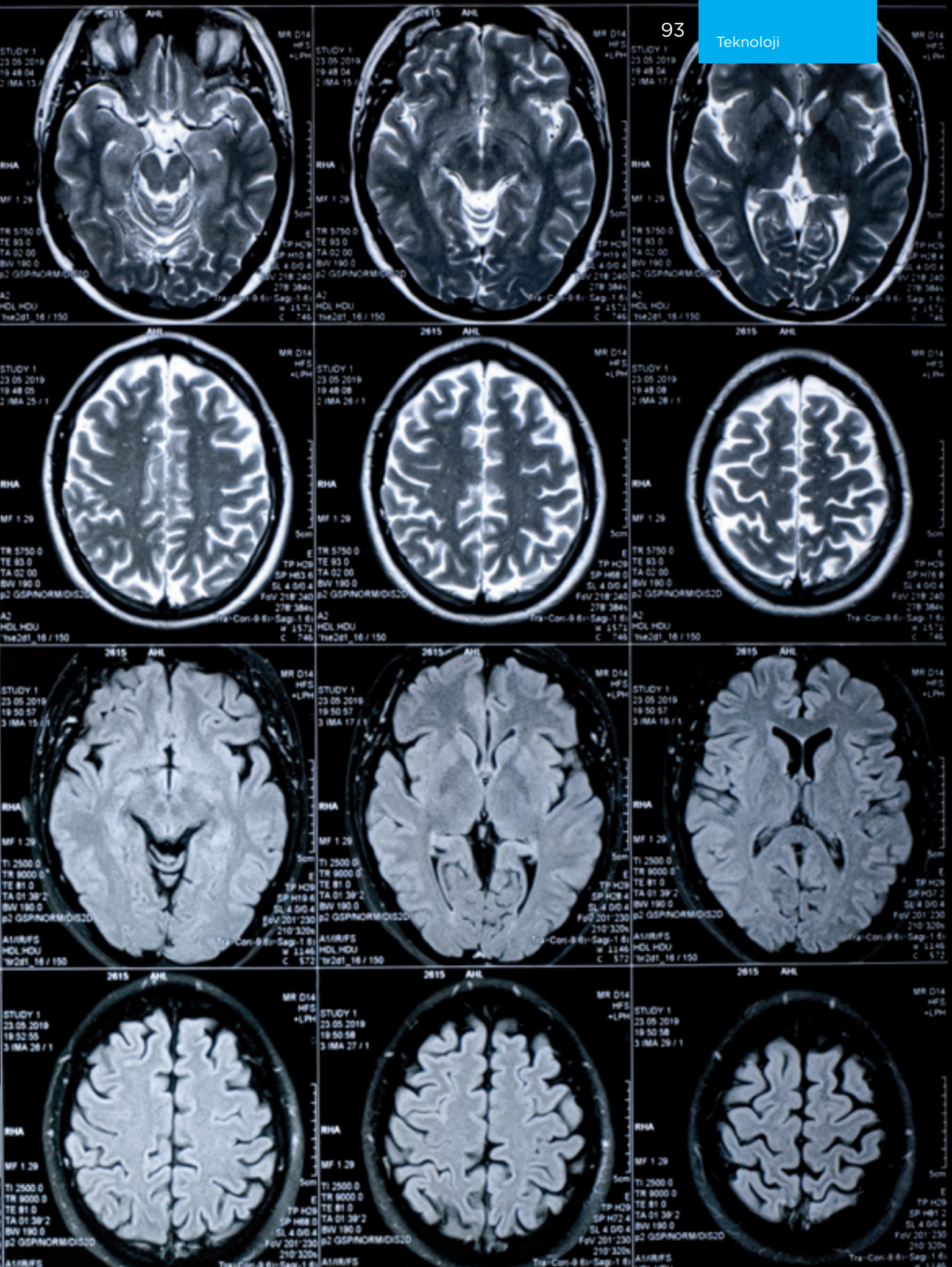
Henüz klinik öncesi araştırma evresinde olan MPG teknolojisinin, sağladığı avantajlarla geleceğin tıbbında çok çeşitli uygulamalar için kullanım potansiyeli bulunmaktadır. ASELSAN Araştırma Merkezi'nde bu alanda beş patent başvurusu yapılarak fikri haklar portföyü oluşturulmuştur. Yapılan çalışmalar şu ana kadar altı bilimsel makale ve sekiz bildiri ile literatüre kazandırılmıştır. Nanoteknolojinin avantajları ile standart yöntemlere alternatif olabilecek, yüksek potansiyele sahip Manyetik Parçacık Görüntüleme alanında teknoloji geliştirilmekte ve ürünleşmeye yönelik sağlam adımlar atılmaktadır.





Hızlandırılmış Manyetik Rezonans Görüntüleme için İleri Algoritmalar

Hazırlayan
Alper Güngör, Uzman Mühendis
AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğü


2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 48 04
2 IMA 13 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TR 5750 0
TE 93 0
TA 02 00
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A2
HDL HDU
tse2d1_16 / 150
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 48 04
2 IMA 15 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TR 5750 0
TE 93 0
TA 02 00
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A2
HDL HDU
tse2d1_16 / 150
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 48 04
2 IMA 17 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TR 5750 0
TE 93 0
TA 02 00
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A2
HDL HDU
tse2d1_16 / 150
AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 48 05
2 IMA 25 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TR 5750 0
TE 93 0
TA 02 00
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A2
HDL HDU
tse2d1_16 / 150
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 48 06
2 IMA 26 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TR 5750 0
TE 93 0
TA 02 00
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A2
HDL HDU
tse2d1_16 / 150
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 48 08
2 IMA 28 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TR 5750 0
TE 93 0
TA 02 00
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A2
HDL HDU
tse2d1_16 / 150
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 50 57
3 IMA 15 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TI 2500 0
TR 9000 0
TE 81 0
TA 01 39 2
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A1/IR/FS
HDL HDU
tir2d1_16 / 150
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 50 57
3 IMA 17 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TI 2500 0
TR 9000 0
TE 81 0
TA 01 39 2
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A1/IR/FS
HDL HDU
tir2d1_16 / 150
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 50 57
3 IMA 19 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TI 2500 0
TR 9000 0
TE 81 0
TA 01 39 2
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A1/IR/FS
HDL HDU
tir2d1_16 / 150
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 52 55
3 IMA 26 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TI 2500 0
TR 9000 0
TE 81 0
TA 01 39 2
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A1/IR/FS
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 50 58
3 IMA 27 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TI 2500 0
TR 9000 0
TE 81 0
TA 01 39 2
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A1/IR/FS
2615 AHL
MR D14
HFS
+LPH
STUDY 1
23 05 2019
19 50 58
3 IMA 29 / 1
RHA
MF 1 29
5cm
TI 2500 0
TR 9000 0
TE 81 0
TA 01 39 2
BW 190 0
p2 GSP/NORM/DIS2D
A1/IR/FS

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), yumuşak dokuların yüksek çözünürlük ve kontrast ile invazif olmayan şekilde görüntülenmesini sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon kullanımı sebebiyle vücuda bilinen bir zararı yoktur ve tekrarlanabilmektedir. MR tarayıcısı öncelikle ilgilenilen bölgedeki protonları manyetize etmekte, ardından bu manyetizasyonunun oluşturduğu sinyali ölçmektedir. Alınan sinyallerden dokunun kimyasal yapısı, dokunun tipi, kan akış hızı, beyindeki nöronların aktivasyonu gibi çok farklı bilgiler çıkarılabilmektedir.

Hızlandırılmış Manyetik Rezonans Görüntüleme

Çok farklı kullanım alanlarına sahip olmasına rağmen, yüksek çözünürlüklü MR görüntüleri elde etmek için uzun tarama sürelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreyi kısaltmak için birden çok almaç bobininin birlikte kullanılması ile paralel görüntüleme yapılabilmektedir. Ancak bu teknolojinin kullanımına rağmen istenilen sekanslarda veri toplamak çoğunlukla yirmi dakikayı geçmektedir. Bu süre boyunca hastanın MR tarayıcısı içerisinde sabit bir şekilde durması gerekmektedir. Bu sırada görüntülenmek istenen bölge taranmaktadır. Tarama işlemi hızlı yapıldığında düşük çözünürlüklü görüntü elde edilmektedir. Bu sebeple, kısa tarama zamanında yüksek çözünürlüklü görüntü elde edebilmek amacıyla sıkıştırılmış algılama denilen bir sinyal işleme yöntemi kullanılmaya başlanmıştır.

Sıkıştırılmış algılama, ilk olarak 2005 yılında ortaya atılan ve sıkıştırılabilir sinyallerin az miktarda veriden geri-çatımını sağlayan bir sinyal işleme tekniğidir. Doğal sinyaller, çoğunlukla sıkıştırılabilir olmaktadır. Örneğin fotoğraf makineleri, çekilen fotoğrafları sıkıştırarak kayıt etmektedir. 16 megapiksellik bir fotoğraf makinesi ile bir fotoğraf çekildiğinde, renkli olarak çekilen görüntünün sensörü 48 milyon bayt, yani 48 megabaytlık veri üretmektedir, ancak bu görüntü sıkıştırılarak ortalama 3 megabayt boyutuna indirgenebilmekte ve bu şekilde kayıt edilebilmektedir. Sıkıştırılmış algılama, görüntüleme problemine klasik bakış açısından farklı bir şekilde yaklaşarak, 48 milyon adet sensör yerine 3 milyon mertebesinde sensör kullanarak orijinal görüntüyü oluşturmaya çalışmaktadır. Manyetik Rezonans Görüntüleri de bu bağlamda klasik görüntülerden çok farklı değildir. Bu durumda, yirmi dakikalık bir tarama sonucunda elde edilen görüntüdeki bilgi, çok daha kısa süreli bir tarama sonucunda da elde edilebileceği söylenebilir.

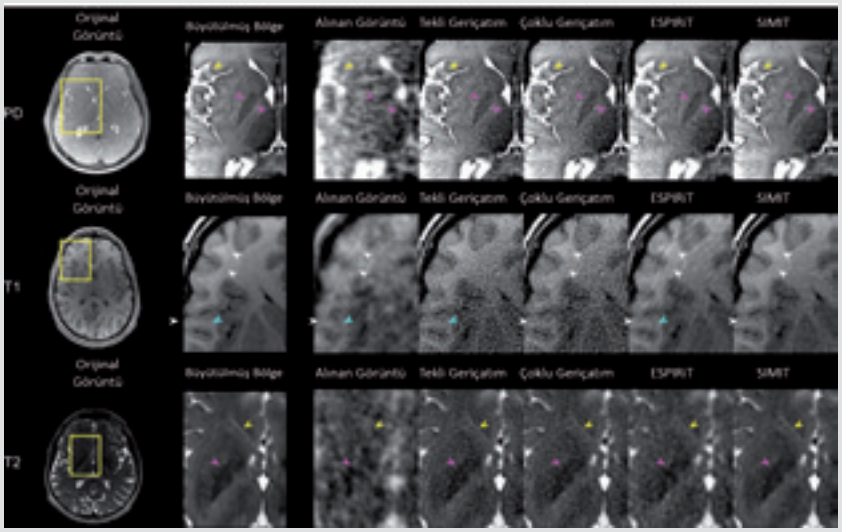
Sıkıştırılmış algılamanın ilk MRG uygulaması 2007 yılında yapılmıştır. Bu uygulama, paralel görüntüleme kullanılmadığında normalde gerekenden dört kat daha kısa sürede benzer kalitede görüntülerin oluşturulabileceğini göstermiştir. Ancak sıkıştırılmış algılama algoritmasının görüntü oluşturması için gerekli süre, dakikalar mertebesinin üzerinde olmaktadır. Ayrıca algoritmadaki sıkıştırılabilirlik varsayımı görüntü kalitesini doğrudan etkilemektedir. Daha hızlı çalışan ve daha kaliteli görüntüler üreten algoritmalar dünyada hala açık bir problem olarak tanımlanmaktadır.

Güncel olarak Philips, Siemens gibi MR tarayıcısı üreticileri temel sıkıştırılmış algılama algoritmalarını yeni tarayıcıları ile birlikte vermeye başlamıştır. Ancak bu konudaki araştırma-geliştirme çalışmaları bütün dünyada devam etmektedir.

ASELSAN'da Hızlandırılmış Manyetik Rezonans Görüntüleme

ASELSAN Araştırma Merkezinde, 2015 – 2018 yılları arasında Bilkent Üniversitesi Ulusal Manyetik Rezonans Araştırma Merkezi (UMRAM) iş birliği ile hızlandırılmış sıkıştırılmış algılayıcı görüntüleme algoritmaları geliştirme çalışmaları yürütülmüştür. Bu kapsamda, üç temel uygulama üzerine yoğunlaşılmıştır. Bu uygulamaların ilki Proton Yoğunluklu (PY), T1 ağırlıklı ve T2 ağırlıklı görüntülerin birlikte alındığı parametrik haritalama uygulamasıdır. Bu amaçla, literatürdeki benzerlerine kıyasla, daha hızlı ve daha kaliteli görüntü üretebilen "Simultaneous use of Individual and Mutual Information Terms in Compressive Sensing (SIMIT-CS)" isimli bir sıkıştırılmış algılama algoritması geliştirilmiştir. Bu algoritma literatürdeki benzer yöntemlerle kıyaslanmış ve literatüre

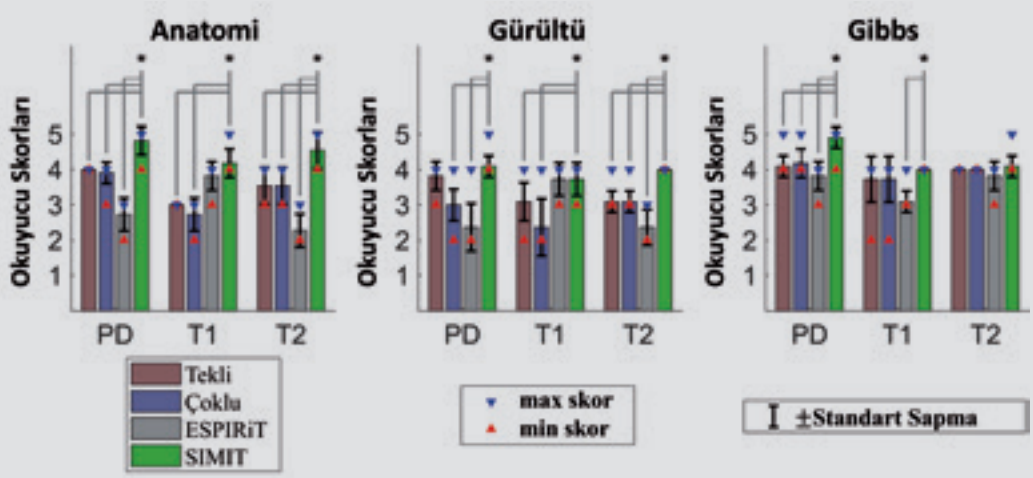
kıyasla daha iyi sonuç verdiği gösterilmiştir. Geliştirilen yöntem paralel görüntüleme ile birlikte kullanılabilmekte ve normalde saatler mertebesinde sürecek görüntüleme süresini dört dakikaya düşürebilmektedir. Yöntem için bir patent başvurusu yapılmış olup süreç devam etmektedir.



Şekil 1: Çoklu Kontrast Manyetik Rezonans Görüntülerinin alt-örneklenmiş veriden farklı yöntemler ile geriçatımı

Şekil 1'de, farklı yöntemlerle oluşturulmuş PY, T1 ve T2 ağırlıklı görüntüler görünmektedir. Burada, bütün veri alındığında oluşan görüntü en soldaki "orijinal" başlığı altında görünmektedir. Hemen sağında alt-örneklenmiş veriden klasik yöntemlerle oluşturulan görüntü görülmektedir. Sıkıştırılmış algılama algoritmalarının girdisi bu görüntüdür. Daha sonra üç adet literatürde var olan görüntü oluşturma yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler, özellikle ok ile gösterilen yerlerde ASELSAN tarafından geliştirilen yöntem olan SIMIT-CS yönteminden daha kötü performans sergilemektedir. ESPIRiT, literatürde bulunan en iyi görüntü oluşturma yöntemidir.

Ancak görüntü kalitesi, kontrast ve çözünürlük olarak SIMIT daha iyi performans göstermiştir. Verilen sonuçlar sekiz kat hızlandırılmış bir senaryoyu içermekte olup, toplam görüntüleme süresi dört dakika olarak tasarlanmıştır.



Şekil 2: Radyolog değerlendirme sonuçları

Bunun ardından, on bir farklı denekten MRG verisi toplanmıştır. Bu deneklerden toplanan veriler yine sekiz kat azaltılarak, bu verilerden görüntü oluşturulmuştur. Farklı yöntemlerle oluşturulan görüntüler, isimsiz bir şekilde bir radyoloğa verilmiştir. Radyolog, bu görüntülerin hangi yöntemler tarafından oluşturulduğunu bilmeden "anatomik detay", "görüntüdeki gürültü" ve "Gibbs hareleri" başlıklarında bir en düşük, beş en yüksek olmak üzere bir ile beş arasında puanlamıştır. Şekil 2'de puanlama sonuçları verilmiştir. Görüldüğü üzere, önerilen yöntem tutarlı bir şekilde en kaliteli görüntüleri oluşturmuştur.

Bu aşamadan sonra, geliştirilen yöntem proje kapsamındaki diğer uygulama alanlarımız olan ilaçsız MR Anjiyografi ve girişimsel MRG uygulamaları için de adapte edilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Proje kapsamında on adet Uluslararası Bildiri, bir adet bilimsel makale yayınlanmış, bir adet patent başvurusunda bulunulmuştur.

ASELSAN Araştırma Merkezinde yapılan çalışmaların ve geliştirilen algoritmaların ASELSAN Manyetik Rezonans Görüntüleme Sistemi'nde kullanılarak pazarda mevcut üreticilerin ürünleri ile rekabet açısından fark yaratacağı değerlendirilmektedir.

Radar ile Uzaktan Yaşamsal Belirti Algılaması

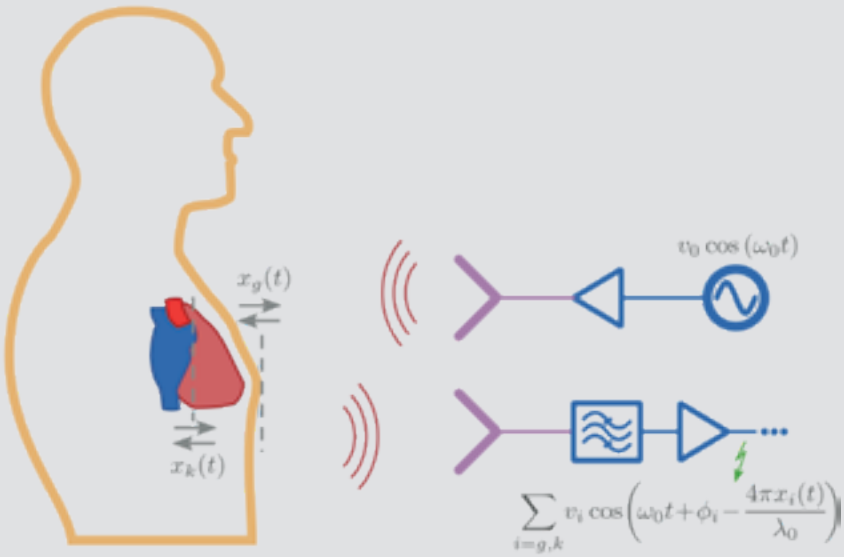
Hazırlayan
Dr. Çağrı Çetintepe, Lider Mühendis
AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğü

Genel fiziksel sağlık ile yaşamsal vücut işlevleri hakkında fikir veren ve klinik bakım ile tedavinin vazgeçilmez parçalarından olan yaşamsal belirtiler vücut sıcaklığı, kan basıncı, solunum hızı ve kalp atış hızı olarak sınıflandırılabilmektedir. Bu belirtilerin takibi, geleneksel olarak hastanın çeşitli vücut bölgelerine fiziksel kontak gerektiren klinik seviyede karmaşık cihazlar ile gerçekleştirilmektedir. Kalp atış hızı ve değişkenliği ölçümleri için altın standart olan elektrokardiyografi (EKG), on ikili veya üçlü uç kontak gerektirmekte olup hassasiyet artışı için tercih edilen hidrojel sebebiyle alerji veya cilt tahrişine yol açabilmektedir. EKG ölçümlerine göre daha düşük maliyetli olan fotopletismografi (PPG) sistemlerinde (örneğin pulse oksimetri) hastanın el/ayak parmağı veya kulağına iliştirilen bir sensöre ihtiyaç duyulmaktadır. Nefes içeriği üzerinden solunum hızı tespiti sağlayan CO_2, sıcaklık veya nem düzeylerinin tespiti için hastaya endotrakeal tüp veya yüz maskesi takmak gerekmektedir. Yine solunum hızı tespiti için göğüs duvarının mekanik hareketini gerilme sensörleri, empedans pnömografi veya ivmeölçer/dönüölçer/manyetometre birimleri ile algılayan sistemlerde hastanın göğüs kafesine sıkı bir kemer veya elektrot çifti bağlamak gerekmektedir. Kalp atış hızını da çıkarabilen noninvazif kan basıncı ölçüm yönteminde hastanın kol bölgesine basıncı ayarlanabilen bir manşon takılması gerekli olup, invazif yöntemde ise damar yoluna iliştirilen bir kanül ve manometre kullanılmaktadır. Fonokardiyografi (PCG) sistemlerinde kalp atış hızı ölçümü için hastanın kalp bölgesine tutturulan bir mikrofona gereksinim duyulmaktadır. Yaşamsal belirti tespiti için özetlenen bu geleneksel yöntemler, gereksinim duydukları temas ve kablolama isterleri nedeniyle özellikle uzun süreli ve sürekli takip senaryolarında rahatsızlığa sebep olmaktadır.

Uzaktan algılama ile yaşamsal belirtilerin takibi yukarıda özetlenen ve hastaya fiziksel temas gerektiren geleneksel yöntemlere bir alternatif oluşturmaktadır. Temas içermeyen bu sistemlere görüntüleme (RGB veya termal), lazer izleme (optik vibrokardiyografi, lazer Doppler vibrometri gibi), ultrason ve mikrodalga/milimetrik-dalga radar sistemleri örnek verilebilmektedir. Yaşamsal verilerin çeşitli teknikler ile uzaktan algılanabilmesi, özellikle günümüzde COVID-19 pandemi koşullarında sağlık personelinin hasta ile temasının azaltılması, hastaların uzaktan sürekli takibi, hasta kabul sırasında bulaşma riskinin azaltılması gibi konularda önemli hale gelmektedir. Yatan hastaların takibinin yanı sıra, bahsedilen uzaktan algılama yöntemleri evde bakım, rehabilitasyon, yaşlı birey veya yenidoğan bakımı, uyku kalitesi izlemesi, araç sürücüsü veri gözlemi, stres yanıtı takibi gibi ticari uygulamalara da uyarlanmaktadır. Gizlilik kaygıları, ışıklandırma gereksinimi, kıyafetten etkilenme, olası göz hasarı gibi kullanım sorunlarını bertaraf etmesi nedeniyle uzaktan yaşamsal belirti algılamasında düşük menzilli radar sensörleri öne çıkmaktadır.

Radar ile Uzaktan Solunum/Kalp Atış Hızı Algılamanın Çalışma Prensibi

Solunum ve kan dolaşımı sırasında değişen akciğer hacmi ve kalbin pompalama fazları nedenleriyle ritmik bir hareket dizisi meydana gelmektedir. Antenleri göğüs kafesine yönlendirilmiş bir radar sisteminde göndermeç tarafından yayılan elektromanyetik dalga, anılan hareket dizisi nedeniyle faz modülasyonuna maruz kalmakta ve almaç sinyalinin işlenmesiyle solunum hızı veya kalp atış hızı çıkarılabilmektedir. Radar literatüründe Doppler etkisi olarak anılmakta olan bu etki sürekli-dalga bir radar için Şekil 1'de betimlenmektedir.



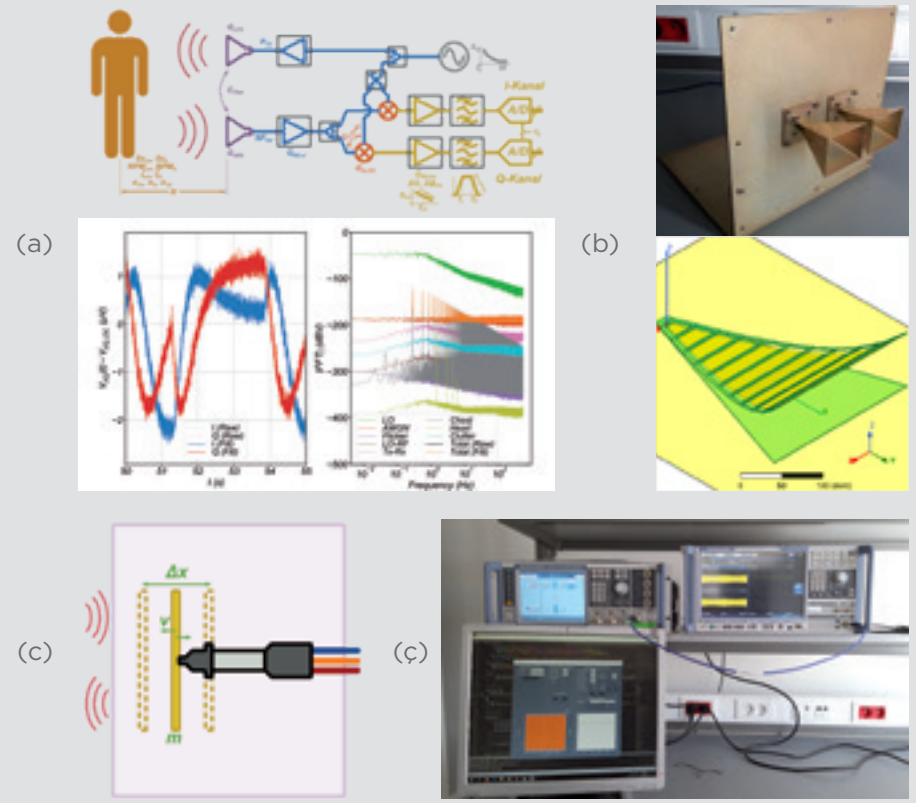
Şekil 1: Sürekli-dalga bir radar için göğüs ve kalp hareketinin yol açtığı Doppler etkisi.

Dünyada Radar ile Uzaktan Yaşamsal Belirti Algılama Çalışmaları

20. yüzyıl başında askeri uygulama odaklı geliştirilmeye başlanmış olan radar teknolojisi günümüzde keşif, güdüm, gözetleme, seyrüsefer, haritalama, hava tahmini, trafik kontrolü ve çarpışma önleme gibi birçok askeri ve sivil uygulamada kullanılmaktadır. Radarın sağlık uygulamaları konusunda ilk çalışma 1975 yılında yapılmış, nefes esnasındaki göğüs hareketinin X-bant sürekli-dalga radar ile tespit edilebildiği deneysel olarak gösterilmiştir. 1986 yılında gerçekleştirilen bir başka çalışmada yine X-bant sürekli-dalga bir radar kullanılmış ve kargaşa ortamında göğüs hareketine ek olarak kalp ritminin de gözlemlenebildiği gösterilmiştir. Son yıllarda çeşitli frekans bantlarının lisanssız kullanıma açılması, bu bantlara yönelik ticari radar yongalarının ve modüllerinin ucuza mal edilebilmesi, deneme kartlarının kolay erişilebilirliği ve esnek deney olanakları sebepleriyle radar ile uzaktan yaşamsal belirti algılama çalışmaları tekrar ivme kazanmıştır. Özellikle solunum hızı ve kalp atış hızının radar ile uzaktan algılanmasına yönelik literatürde birçok çalışma yer almaktadır. Sürekli-dalga (CW), frekans modülasyonlu sürekli dalga (FMCW), frekans adımlı sürekli dalga (SFCW) veya çok geniş bantlı (UWB) darbe dalga biçimleri altında sınıflandırılabilen akademik çalışmalarda çoğunlukla Texas Instruments, Infineon, Silicon Radar, NXP, Novelda gibi firmaların sunduğu hazır radar deneme platformları tercih edilmekte ve algoritma geliştirme çalışmalarına yer verilmektedir. Yoğun araştırma faaliyetlerine rağmen piyasada henüz klinik seviyesinde onaylanmış bir radar ürünü göze çarpmamaktadır. Uyku apnesi ile uyku kalitesi üzerine odaklanan ve klinik seviyede değerlendirilmeyen ResMed S+ veya türevi cihazlar buna istisna olarak değerlendirilebilmektedir.

ASELSAN'da Radar ile Uzaktan Yaşamsal Belirti Algılama Çalışmaları

2020'nin ikinci çeyreği itibarıyla ASELSAN Araştırma Merkezi tarafından radar ile uzaktan yaşamsal belirti algılama konusunda öncül Ar-Ge çalışmaları yürütülmektedir. Bu kapsamda, pratik sistem ve hedef etkilerinin hesaba katıldığı parametrik bir radar benzeticisi geliştirilmiş (Şekil 2.a) ve bu benzetici verileri kullanılarak sinyal işleme ve algoritma geliştirme faaliyetleri başlatılmıştır. Farklı radar taşıyıcı frekanslarını deneysel olarak desteklemek için farklı anten yapıları tasarlanıp üretilmiştir (Şekil 2.b). Göğüs duvarı hareketini canlandırmak ve otomasyona zemin hazırlamak amacıyla programlanabilir bir mekanik hareket emülatörü (Şekil 2.c) tasarlanmıştır. Deneysel veri üretmek amacıyla cihaz temelli bir prototip ölçüm sistemi kurulmuş ve test otomasyonu için cihaz programlama ve arayüz geliştirme çalışmaları yürütülmüştür (Şekil 2.ç). Önümüzdeki dönemde parametrik deneysel veri setleri oluşturulacak, geliştirilen algoritmalar bu deneysel verilere uygulanarak solunum ve kalp atış hızı çıkarımının başarımı incelenecek ve sinyal işleme yöntemlerinde iyileştirmelere gidilecektir.



Şekil 2: ASELSAN'da radar ile uzaktan yaşamsal belirti algılama konusunda yürütülen çalışmalar: **(a)** radar benzeticisi, **(b)** anten tasarımları, **(c)** mekanik hareket emülatörü tasarımı, **(ç)** prototip ölçüm sistemi kurulumu ve otomasyonu.

Tanı Kitleri ve Yükselen Teknoloji Olarak Biyosensörler

Hazırlayan
Zülal Bilici, Mühendis
AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğü

Ar-Ge Yönetimi Genel Müdür Yardımcılığı Araştırma Merkezinin üzerinde çalıştığı ileri teknolojilerden birisi olan tanı kitleri COVID-19 pandemisiyle beraber gündemin ilk sıralarına yerleşmiş durumdadır. Bu alandaki pek çok terim de yaşanılan salgın sebebiyle günlük sohbetlerimizde yer almaya başlamıştır. Tanı teknolojileri denilince ilgilenilen molekülün çeşitli örnek gruplarında varlığının veya miktarının belirlenmesi için kullanılan yöntemler akla gelmektedir. Tanı kitleri ise laboratuvarda veya sahada kullanıma hazır ve kolay uygulanabilir şekilde tasarımı yapılmış ürünleri ifade eder.

Yaygın olarak kullanılan tanı kitleri, çeşitli hastalıkların belirteçlerini tespit etmek, kanser ve erken tanı sistemleri, gıda, su ve çevre analizleri gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer) alanında şüpheli durumlarda testlerin yapılması için de çeşitli tanı kitlerinden faydalanılmaktadır.

Kullanımda olan tanı kitleri arasında patojenin genetik materyalinin tespitine yönelik PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) testleri, patojen veya hastalık belirteci olan proteinin ya da küçük molekülün tespitine yönelik ELISA testleri, yatay akış testleri ve biyosensörler yer almaktadır.

Canlıların genetik materyali DNA/RNA (Deoksiribonükleik asit/ribonükleik asit) olarak adlandırılan nükleik asit yapıda alt birimlerden oluşmaktadır. Her bir canlının genetik materyali kendi içinde spesifik olarak farklılıklar göstermekle birlikte ortak korunmuş dizilimler içermektedir.

PCR temelli testlerde genetik dizilimleri tanımak üzerine kurgulanmış reaksiyonlar ile test sonuçları analiz edilmektedir. RT-PCR (Eş Zamanlı PCR) ise PCR yöntemleri arasında yer alan ve yaygın olarak kullanılan bir tekniktir; DNA amplifikasyonunun eş zamanlı olarak görüntülenmesini sağlar. Reaksiyon devam ederken ilgili DNA bölgesinin çoğalışı takip edilebilir ve sonucunda miktar tayini yapılabilir. Patojene ait genetik materyal izolasyon işlemi ile elde edilir. Önceden belirlenmiş hedef bölgelere özgü kısa, nükleik asit temelli primerler ile DNA uygun sıcaklıklar kullanılarak termal döngü cihazlarında çoğaltılır. Reaksiyon sonucunda, hedef diziler tanısı yapılacak olan patojende mevcut ise belirlenen eşik değeri geçmesi ile tanıda pozitif olarak değerlendirilir.

ELISA, yatay akış testi, biyosensör gibi sistemlerde patojenin kendisi, ürettiği bir toksin veya protein, insanların bağışıklık sitemi tarafından üretilen antikorlar, bir hastalık durumunda miktarı artan proteinler, hücreler gibi çeşitli moleküller özgün bir algılayıcı molekül ile tespit edilir. Analiz edilmek istenen molekülü spesifik olarak yakalayabilecek moleküller plaka, membran, altın gibi yüzeylere sabitlenir. İncelenen örnekte aranan molekül yüzeydeki algılayıcılar tarafından yakalanır ve çeşitli işaret molekülleri kullanılarak alınan sinyaller ile tespit edilir.

Tanı kiti olarak yaygın kullanılan ELISA Testi görüntüsü

Kontakt Lens Biyosensörü

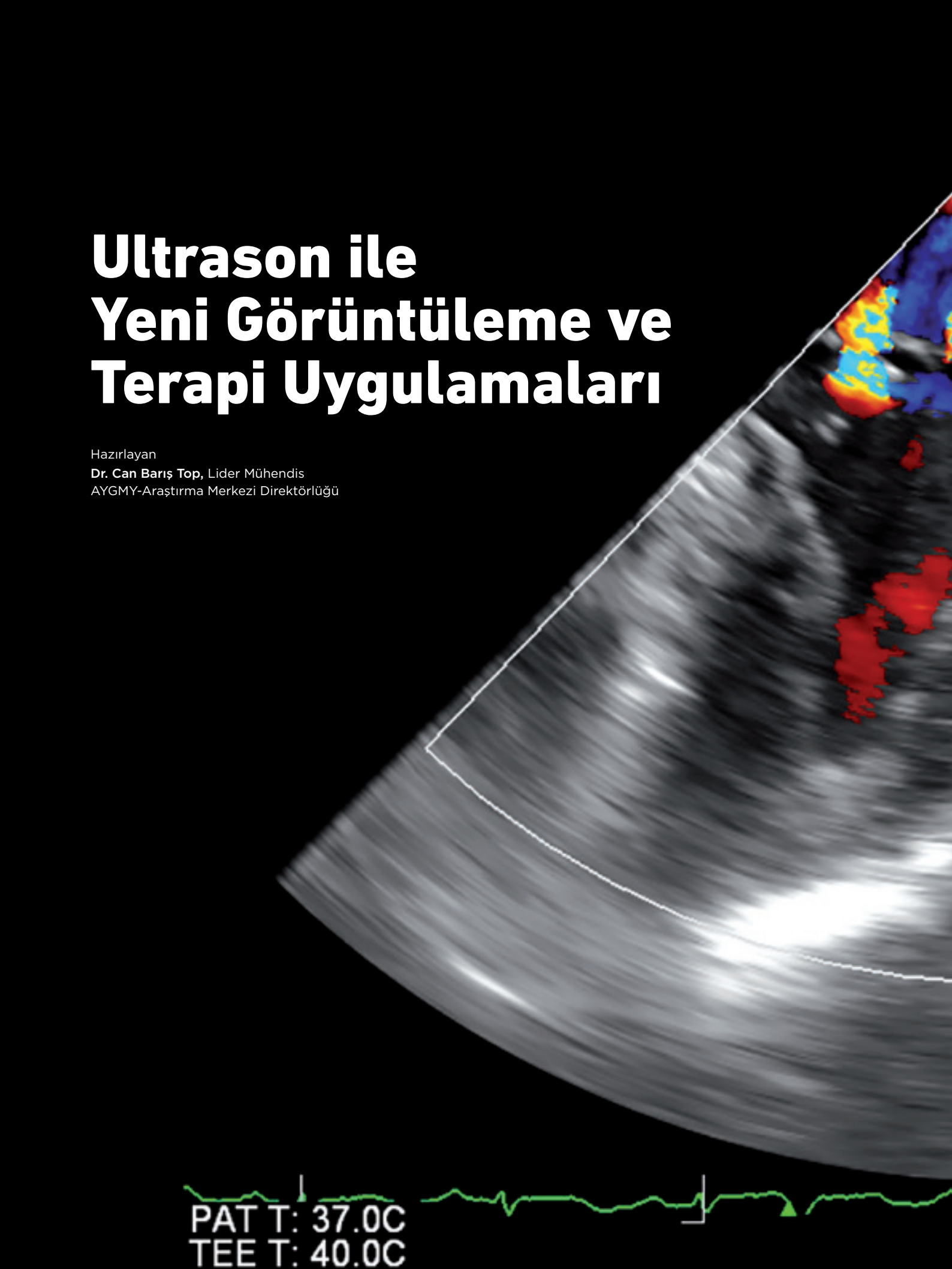
Biyosensörler, algılayıcı olarak biyolojik molekülleri kullanan sensörlerdir. Dönüştürücü olarak optik, elektrokimyasal, piezoelektrik, termal gibi çeşitli elamanları kullanmaktadır. Moleküllerin optik özellikleri, meydana gelen elektrokimyasal, kütlesel veya sıcaklık değişimleri kullanılarak sonuçlar alınır ve sinyal işleme yöntemleri ile analiz edilecek veriler elde edilir. Uygulama kolaylığı, kısa sürede yanıt vermesi, yüksek hassasiyet ve doğruluk oranları, laboratuvar, saha ve evde uygulama imkanları, düşük maliyet oranları gibi özellikleri biyosensörlerin avantajları arasında sayılabilir. Yaygın olarak kullanılan biyosensörlere örnek olarak kan şekeri ölçüm cihazları, hamilelik testleri, antikor testleri, gıda toksisite testleri, biyolojik ajan testleri verilebilir.

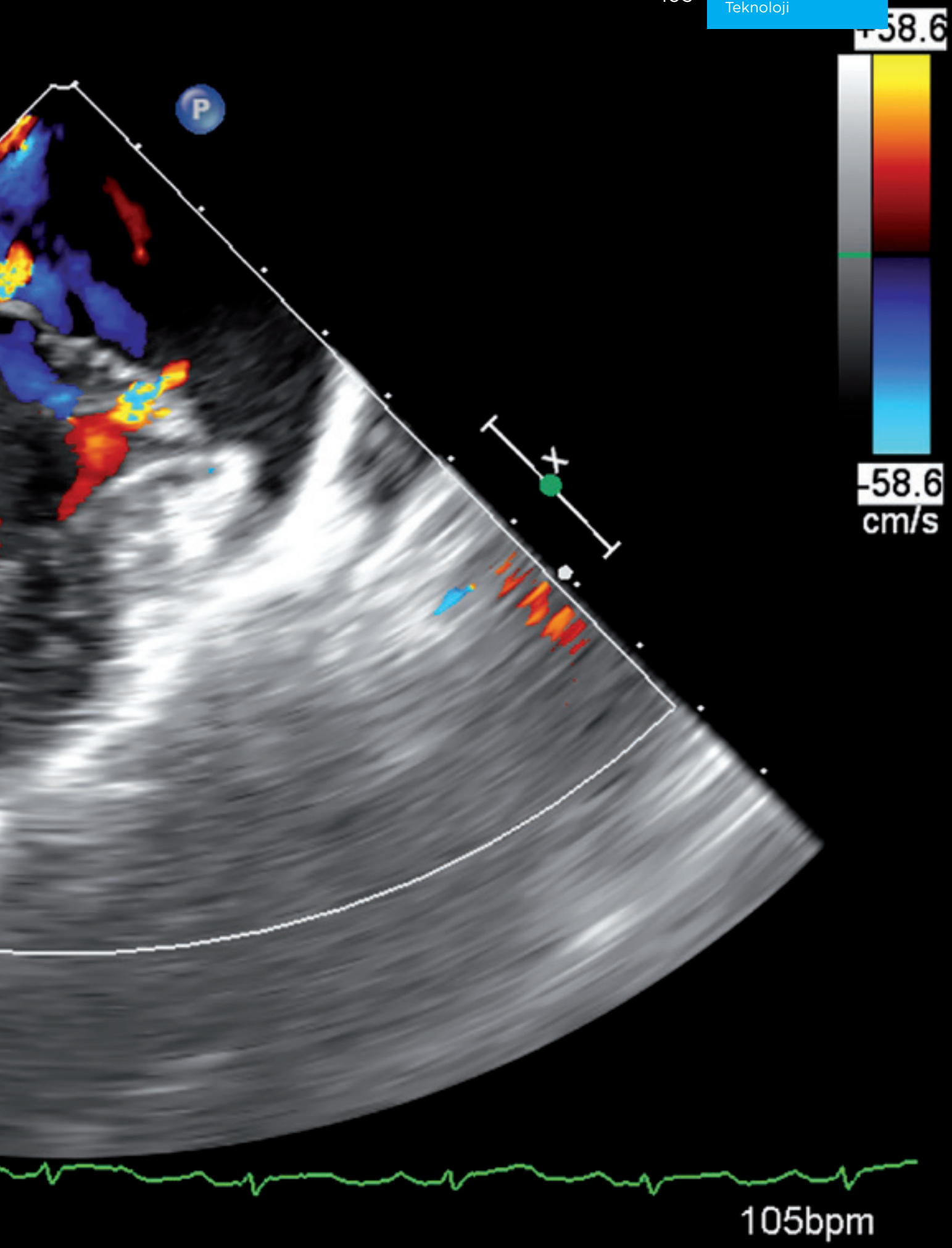
Güncel teknolojiler ile birlikte biyosensörler giyilebilir esnek bir hal alarak günlük kullanıma uygun hale gelmiştir. Giyilebilir biyosensörler, deri yüzeyine yapıştırılarak, deri altına enjekte edilerek, kontakt lensler ve diş üzerinde, saat, kemer benzeri aksesuarlar ile entegre edilerek kullanılmaktadır.

Sensör teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte tanı kitlerinde sağlık alana ek olarak savunmada da kullanım alanı ortaya çıkmıştır. Kalabalık ortamlar, askeri bölgeler gibi kritik noktalara erken uyarı sistemleri kurulmaya başlanmıştır. Erken uyarı sistemleri, biyolojik ve kimyasal ajanlara karşı sürekli hava takibi yaparak kontrol ve denetim merkezlerine veri bildirimi yapmaktadır. KBRN alanındaki sensörler başta SSB ve MSB olmak üzere savunma sanayisi üzerine çalışmalar yürüten kurum ve kuruluşların gündeminde Ar-Ge ve ürün geliştirme projeleri olarak yer almaktadır. Gündemdeki teknolojiler arasında yer alan sürekli takip sistemleri aynı zamanda su kaynakları ve şehir şebekelerinde de kullanılmaktadır. Bu sistemler, su veya hava kaynaklı saldırı durumları ile çeşitli hastalık salgın durumlarında yayılmayı önlemek adına avantajlar sağlamaktadır.

Ultrason ile Yeni Görüntüleme ve Terapi Uygulamaları

Hazırlayan
Dr. Can Barış Top, Lider Mühendis
AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğü

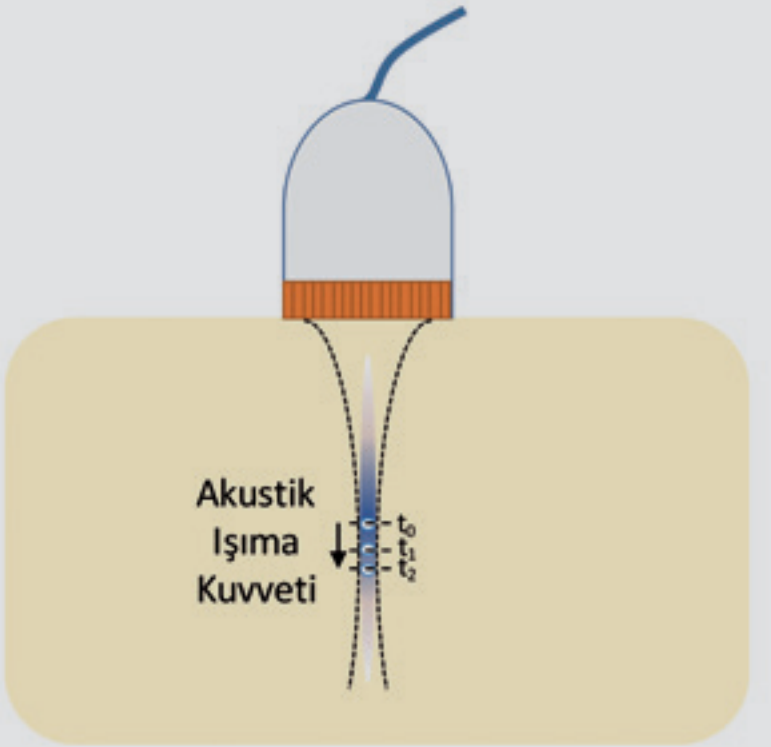



P
X
58.6
-58.6
cm/s
105bpm

Ultrason, duyulabilen sesten daha yüksek frekanstaki (20 kHz üzeri) akustik dalgalara verilen isimdir. Ultrason dalgaları ile tıbbi görüntüleme, 1960'lardan beri kullanılan bir yöntemdir. Klasik ultrason görüntülemede ultrason sensör dizisi içeren bir prob, cilt üzerine yerleştirilerek doku içinde elektronik tarama yapılır ve farklı yönlere ultrason darbeleri gönderilir. Dokulardan geri yansıyan darbeler işlenip dokuların akustik özelliklerine bağlı anatomik görüntülere dönüştürülür. Ultrasonun yaygın kullanımında dokuların iki boyutlu kesiti görüntülenir. Yüksek performanslı hesaplama mimarileri ve görüntüleme algoritmaları sayesinde ultrason ile üç boyutlu (hacimsel) ve dört boyutlu (zamansal) görüntüleme mümkün hale gelmiştir. Bu yazıda, ultrasonun bu standart görüntüleme uygulamalarından farklı olarak görece yeni olan ultrason elastografi, ultrason tomografi (kesit görüntüleme) ve terapi uygulamaları hakkında bilgi verilmekte, ASELSAN Araştırma Merkezi'nde bu alanda yapılan çalışmalar özetlenmektedir.

Ultrason Elastografi

Ultrason dalgaları, dokulara momentum transfer ederek dalga ilerlemesi yönünde mekanik bir itme kuvveti uygulamaktadır. Bu kuvvet, dokuların lokal olarak yer değiştirmesine yol açmaktadır (Şekil 1). Dokudaki yer değiştirme, doku içindeki nokta yansıtıcılarının yer değiştirmesine de yol açtığı için, bu yansıtıcılar takip edilerek yer değiştirme miktarı ölçülebilmektedir. Ölçülen yer değiştirme miktarı dokunun elastik özelliklerine bağlı olduğundan, ultrason dalga biçimleri ve veri işleme yöntemleri buna uygun olarak tasarlanarak dokuların elastik özelliklerinin görüntülenmesi (elastografi) sağlanabilmektedir. Tümör gibi patolojik dokuların normal dokulara göre daha sert olduğu bilinmektedir. Ultrason elastografi görüntüleri klasik ultrason görüntüleri ile birleştirilerek dokular ve hastalıklar hakkında birbirini tamamlayan bilgiler elde edilebilmektedir. Ultrason elastografi günümüzde klinik uygulamada kullanılan bir yöntem haline gelmiştir.

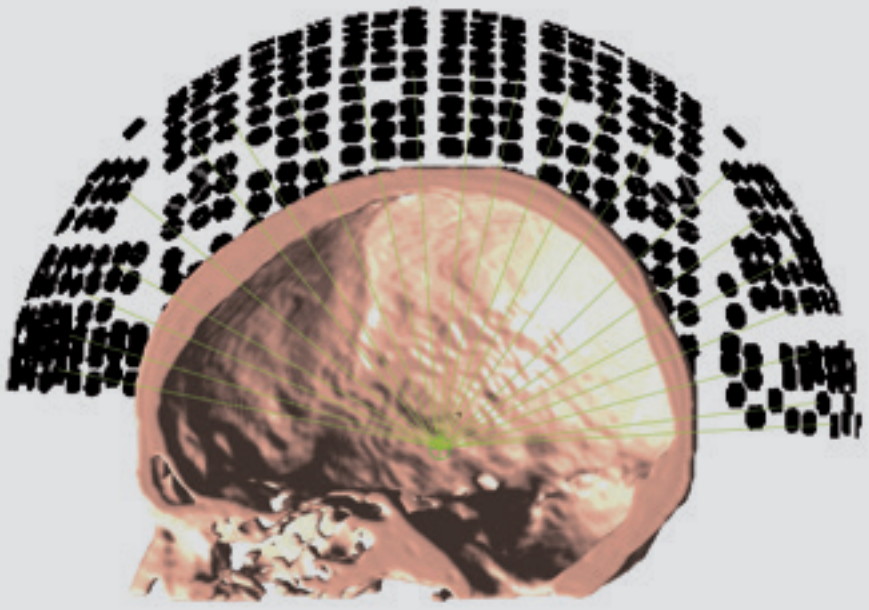


Şekil 1: Ultrason dalgaları ile dokulara akustik ışıma kuvveti uygulanarak doku içinde odaklı bir yer değişimi (t0 -> t1 -> t2) sağlanabilmektedir. Dokunun elastik özelliklerine bağlı bu yer değişimi miktarı yine ultrason ile ölçülerek dokuların elastik özelliklerinin belirlenmesi mümkün olabilmektedir.

Ultrason Tomografi

X-ışınlı bilgisayarlı tomografinin (BT) ortaya çıktığı 1970'lerde BT görüntülemenin ultrason dalgaları ile yapılması da önerilmiştir. Ultrason tomografide doku etrafına ultrason sensörleri yerleştirilir. Bu sensörlerden gönderme/alma yapılarak doku kaynaklı saçınımlar sayesinde dokunun kesit görüntüsü elde edilmektedir. Ultrason tomografinin ilk uygulamalarında akustik dalgaların düz ışınlar şeklinde yayıldığı varsayılmış, akustik zayıflatma katsayılarına bağlı görüntüler oluşturulmuştur. Ancak bu varsayım dalgaların kırılma, yansıma ve saçınım etkilerini göz ardı ettiğinden, oluşan görüntüler istenen doğruluk ve çözünürlükte olmamaktadır. Ayrıca tomografinin uygulanması için dokunun etrafına ultrason problarının yerleştirilmesi pratik zorluklar içerdiğinden klinikte kullanımı tercih edilmemiştir. Son yıllarda sismik görüntüleme yöntemlerinden adapte edilen "Tam-Dalga Geriçatım (TDG)" yöntemi ile ultrason dalgalarının tüm yayılım etkilerinin hesaba katılması mümkün olmaktadır. Bu sayede yüksek çözünürlüklü, mutlak ses hızı ve zayıflama katsayılarına bağlı görüntüler elde edilebilmektedir. TDG yönteminde, ultrason deneyinin dalga yayılım etkilerini hesaba katan tam-dalga simülasyonları yapılır. Sensörlerden alınan deneysel sinyaller ile simülasyon sonucu elde edilen sinyallerin birbirine yinelemeli (iteratif) olarak yakınlaştırılması sağlanır. Akustik yayılım ortamının parametreleri, yani dokunun akustik özellikleri, her bir iterasyonda güncellenerek gerçek ortam parametrelerine yakınsanmaktadır.

TDG yönteminde gerçekçi simülasyonların birçok kez tekrarlanması gerekmektedir. Bu nedenle yöntemin temel problemi görüntü geri çatım süresinin uzun olmasıdır. Simülasyonlar için genellikle zamanda sonlu farklar (FDTD-Finite Difference Time Domain) gibi tam-dalga çözümü sağlayan yöntemler kullanılmaktadır. Yöntemin ilk uygulaması meme dokusunun çembersel bir ultrason dizisi ile görüntülenerek meme kanserinin tespiti üzerine olmuştur. Tekrarlanan simülasyon sürelerinin azaltılması için iki boyutlu simülasyon modelleri kullanılmaktadır. Yakın zamanda beyin görüntüleme için de simülasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

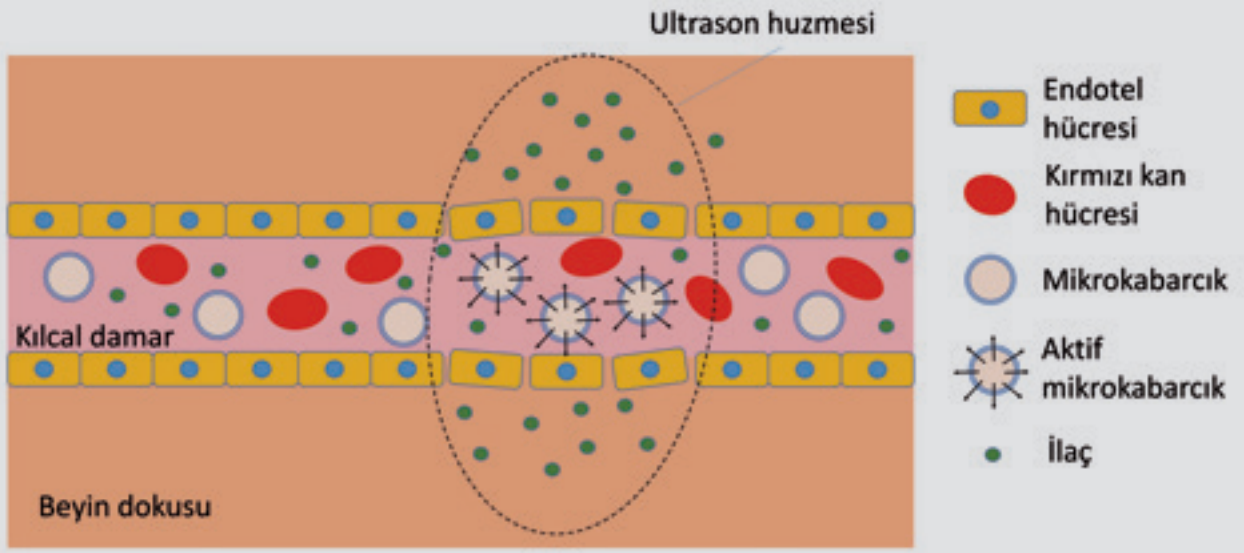


Şekil 2: Yarı küre şeklinde düşük frekanslı bir ultrason dizisi kullanılarak ultrason dalgalarının beyin içinde odaklanması mümkün olabilmektedir.

Ultrason ile Terapi

Ultrason enerjisinin dokularda yarattığı ısıl ve biyomekanik etkiler, teröpatik uygulamalarda uzun yıllardır kullanılmaktadır. Fizyoterapi, hipertermi (sıcaklığın lokal olarak artırılarak tümörlü dokuların zayıflatılması) ve litotripsi (böbrek taşlarının ultrason dalgaları ile kırılması) bu uygulamalardan bazılarıdır. Yüksek güçlü odaklı ultrason (High Intensity Focused Ultrasound-HIFU) ile doku sıcaklığının yükseltilerek 'yakılması' vasıtasıyla çevre dokulara zarar vermeden patolojik dokuların vücut dışından, kesi olmadan yok edilmesi sağlanmaktadır. Odaklı ultrason ameliyatı olarak adlandırılan bu yöntemin çok çeşitli hastalıkların tedavisi için kullanımı mümkün olmaktadır. Prostat kanseri ve büyümesi, meme kanseri, rahim fibroidleri gibi hastalıklar bu yöntem ile tedavi edilebilmektedir. Bu yöntem özellikle ultrason dalgalarının ulaşabildiği yumuşak dokularda etkilidir.

Son yıllarda bu yöntemin beyin hastalıkları için kullanımına yönelik de gelişmeler olmuştur. Yarı küre şeklinde çok elemanlı düşük frekanslı (<1 MHz) bir ultrason dizisi kullanılarak ultrason dalgalarının kafatasından geçerek beyin içinde odaklanması mümkün olabilmektedir (Şekil 2). Ultrason dalgalarının kafatasından geçerken uğradığı faz ve genlik bozulmaları, kafatasının BT görüntüleri kullanılarak tahmin edilmekte, ultrason dizi elemanlarının besleme katsayıları



Şekil 3: Ultrason kontrast ajanları ile kan beyin bariyerinin geçici olarak açılması, hedefli ilaç terapisi, ısıl olmayan ablasyon gibi tedavi yöntemleri araştırılmaktadır.

bu bozulmaları düzeltecek şekilde ayarlanabilmektedir. Bu sayede kafatası içinde milimetrik bir bölgeye odaklama yapılabilmektedir. Bu prosedür Manyetik Rezonans (MR) görüntüleme kılavuzluğunda, dokudaki sıcaklık artışı hassas olarak izlenerek yapılmaktadır. Beyinin talamus bölgesinde bir noktanın yakılması sayesinde esansiyel tremor (titreme) hastalığının ameliyatsız tedavisi 2018 yılında FDA (Food and Drug Administration, USA) tarafından onaylanmıştır.

Araştırma safhasında olan bir başka terapi yöntemi de ultrason kontrast ajanları ile kan-beyin bariyerinin (KBB) geçici olarak açılmasına yöneliktir. Ultrason görüntülemede mikro kabarcıklar kontrast ajanı olarak kullanılabilmektedir. Bu kabarcıklar içi gaz dolu fosfolipid kaplı kürelerden oluşmaktadır. Bu küreler ultrason dalgasının pozitif basınç kısmında küçülmekte, negatif basınç kısmında büyümektedir. Bu döngü sırasında yüksek akustik ışıma yapabilmektedirler. Bu kontrast

ajanları özellikle organların içindeki kan yayılımını (perfüzyon) ve kan akış hızını görüntüleme amaçlı kullanılmaktadır. Bunun yanında, mikro kabarcıklara belli hücrelere veya proteinlere bağlanma fonksiyonelliği eklenerek standart ultrason sistemleri ile tümör gibi patolojilerin görüntülenmesi sağlanabilmektedir.

KBB, beyindeki kılcal damarların etrafını kaplayarak beyin içine büyük moleküllerin girmesini engelleyen bir güvenlik duvarı olarak düşünülebilir. Bu engel nedeniyle pek çok hastalık için ilaçlar beyin dokusuna ulaşamamaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar kontrast ajanlarının ultrason altında mekanik etkisi sayesinde KBB'nin odaklı olarak geçici süre ile açılabildiğini göstermektedir (Şekil 3). Bu şekilde Alzheimer, ALS, Multiple Skleroz gibi kesin tedavisi bulunmayan beyin hastalıklarının tedavisi üzerine araştırma çalışmaları yürütülmektedir. 2018'de faz-1 klinik denemesi yapılmış olan bu prosedürün üç aylık izleme sürecinde herhangi bir yan etkisine rastlanmamıştır.

Kontrast ajanları, yüksek ultrason gücü uygulandığında hızla çökerek (ataletsel kavitasyon) çevrelerinde bulunan dokulara hasar verebilmektedir. KBB açılması prosedürü sırasında pasif ultrason sensörleri ile kontrast ajanlarından yayılan ışıma izlenerek uygulanan ultrason gücü ayarlanabilmektedir. Bununla beraber, kavitasyonun hastalıklı dokuları yok etme ve ilaç salınımı amaçlı uygulamaları da araştırılmakta olan konulardan biridir.

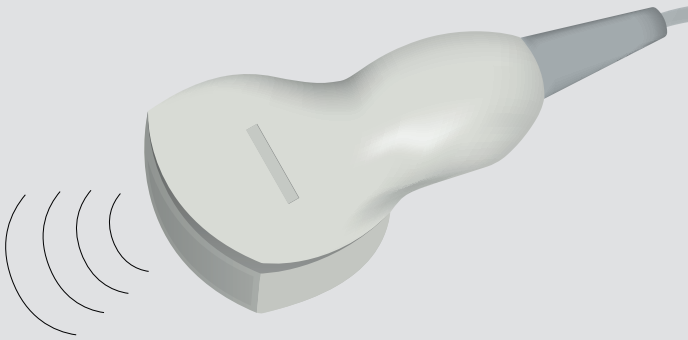
ASELSAN'da yapılan çalışmalar

Tam-dalga geriçatımı ile ultrason tomografinin klinik kullanımda yerini alması için gerçek zamanlı görüntüleme yapılabilmesi gerekmektedir. Bilgisayar kaynaklarının ve paralel işlem gücünün artışı ile bu konuda önemli bir yol kat edilmiştir. Ancak, iterasyonlar arası süreler hala üç boyutlu gerçek zamanlı görüntüleme için çok fazladır. ASELSAN Araştırma Merkezi'nde yapılan çalışmalarda simülasyon hızını doğruluktan ödün vermeden artıracak yöntemler üzerine çalışılmaktadır. Bu kapsamda biyolojik doku ortamında gerçekçi benzetimlerin yapılmasına imkân veren verimli bir simülasyon yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem ile simülasyonlarda büyük oranda hızlanma sağlanmış, yöntem için patent başvurusu yapılmıştır. Ultrason tomografi yönteminin vücudun herhangi bir bölgesinin görüntülenmesi (hem akustik, hem elastografik) için kullanımına yönelik araştırma çalışmalarının başlatılması planlanmaktadır.

ASELSAN Araştırma Merkezi'nde ultrason terapisine yönelik çalışmalar da yürütülmektedir. Sıkıştırılmış algılama yöntemleri ile kontrast ajanlarının ve kavitasyonun hem yüksek çözünürlüklü hem de hassasiyetli görüntülenebilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca, kontrast ajanlarının ultrason huzmesine ve yayılımına etkisine yönelik simülasyon yöntemleri geliştirilmiştir.

Sonuç

Ultrason görüntüleme uzun yıllardır klinikte kullanılan bir yöntem olsa da ultrason teknolojisi halen gelişmekte olan, daha doğru teşhis ve efektif tedavi için yeni uygulamaların araştırıldığı bir teknolojidir. Ultrasonun ve ultrason kontrast ajanlarının dokular ile mekanik etkileşimi tıpta hem görüntüleme hem terapi alanında yeni ufuklar açmaktadır. ASELSAN Araştırma Merkezi, bu konularda araştırma çalışmaları yürüterek klinikte önemli bir yeri olan ultrason teknolojileri alanında farklılık yaratacak ürünler geliştirilmesi için teknolojik birikim ve altyapının sağlanmasını amaçlamaktadır.



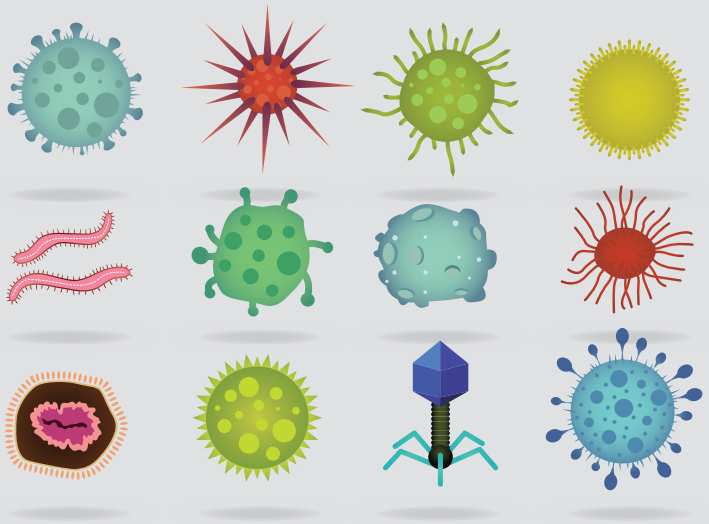
Sağlık Alanında Sıklıkla Kullanılan Terimlerin Açıklamaları ve Değerlendirilmeleri

Hazırlayan
Dr. Safa Aydın, Mühendis
AYGMY-Araştırma Merkezi Direktörlüğü

Birçok farklı faaliyet alanında Ar-Ge ve ürünleştirme çalışmalarında öncü rol üstlenen ASELSAN, bu konularda kazandığı bilgi ve deneyimi sağlık alanına da yansıtma, yerli ve milli çözümler geliştirme odağıyla çalışmalarına devam etmektedir. Ar-Ge Yönetimi Genel Müdür Yardımcılığı Araştırma Merkezi Direktörlüğü Biyosavunma Araştırma Program Biriminde KBRN tespit sistemleri üzerine uzmanlaşmış ekipler edindikleri bilgi birikimini çift kullanım kapsamında sağlık alanına da yansıtmakta ve tespit sistemlerinin sağlık uygulamalarında da çıktılar üretmektedir. SSB ve MSB koordinasyonunda KBRN alanında yapılacak çalışmaların herkes tarafından aynı şekilde anlaşılabilir olması bakımından dil birliğine varılması, terminolojiye hakim olunması önemli bir adım olarak kabul edilmektedir.
Tanı sistemlerinde sıklıkla kullanılan başlıklar şu şekildedir:

Patojenler

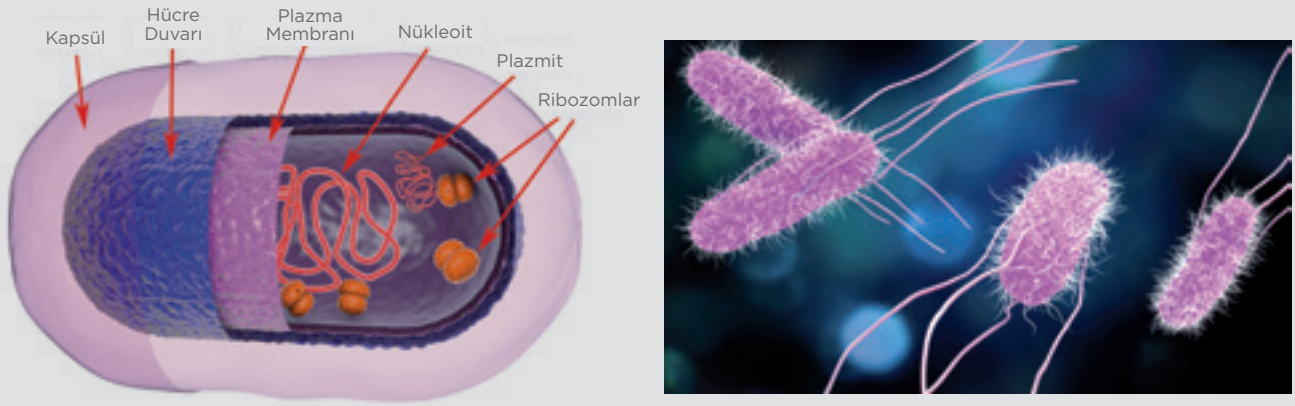
Patojenler; hastalık oluşturan tüm mikroorganizma ve maddelerdir (Şekil 1). Patojen kelimesi genellikle çok hücreli organizmalarda hücre bütünlüğünü veya işleyişini bozan madde ve mikroorganizmalar için kullanılsa da, tek hücreli mikroorganizmaları etkileyen patojenler de mevcuttur.



Şekil 1: Çeşitli patojen mikroorganizmalar

Bakteriler

Bakteriler, tek hücreli prokaryot mikroorganizmalardır (Şekil 2). Boyutları birkaç mikrometre arasında değişkenlik gösterir. Şekil bakımından da oldukça çeşitlilik gösteren bakteriler; insan derisi, kaynak suları, derin okyanus suları, bağırsaklar ve toprak gibi çok farklı alanlarda yaşayabilirler. Hastalık yapan bakteriler olduğu gibi sindirim sisteminin işleyişinde, gıdaların geri dönüşümlerinde ve atmosferden azot fiksasyonunda görevli, hayati öneme sahip bakteriler de mevcuttur. Ökaryot hücrelerden farklılık gösterirler. Örneğin, ökaryot bir hücrede hücre çekirdeği varken, bakterilerde yoktur. Yine ökaryot bir hücrede bulunan golgi aygıtı ve endoplazmik retikulum gibi hücre organelleri bakterilerde bulunmaz. Bakteriler, yaşamaları için olumsuz bir durum ile karşılaştıklarında endospor oluşturabilir. Aşırı fiziksel ve kimyasal şartlara dayanmayı sağlayan endospor yapısının en içinde ribozom ve kalıtım materyalini içeren sitoplazma bulunurken, çevresinde bir korteks yapısı mevcuttur. En dış katmanda su geçirmez özellik gösteren sert bir örtü bulunur.



Şekil 2: Bakteri yapısı ve Salmonella Bakterisi

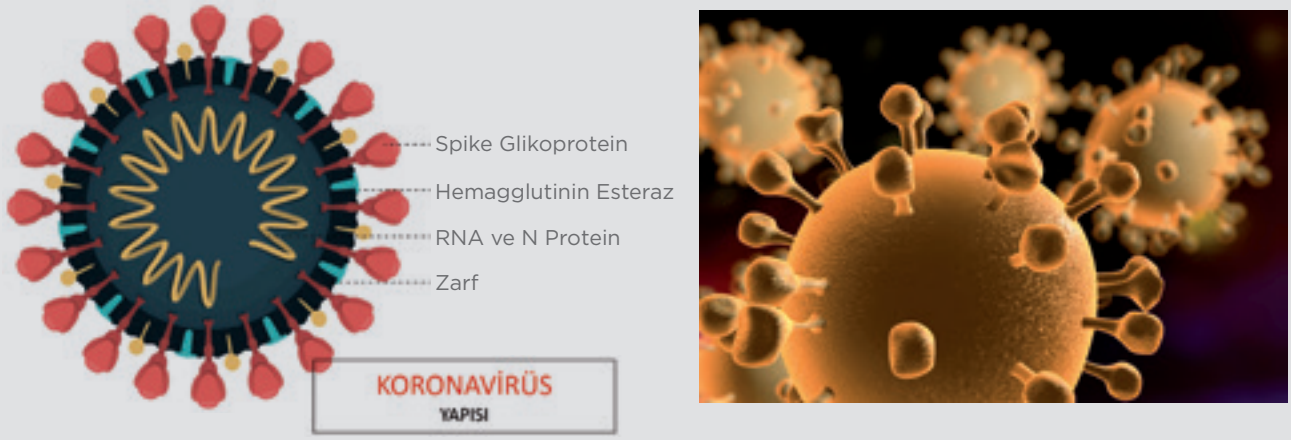
Virüsler

Virüsler, sadece herhangi bir organizma türünün (hayvan, bitki, bakteri, alg vb) canlı hücrelerinde çoğalabilen ve enfeksiyona sebep olan ajanlardır. Keşfedilmeleri 19. yüzyılın sonlarına dayanır. Dmitri Ivanovsky, 1892 senesinde bakteriyel olmayan bir patojenin tütün bitkilerini enfekte ettiğini tanımlamıştır. 1898'de Martinus Beijerinck'in yaptığı çalışmada bu patojenin tütün mozaik virüsü olduğunu belirtmesi ve çalışmanın yayınlanması ile virüsler resmen keşfedilmiştir (Rybicki, 2015). Bir virüs yapı itibarı ile genellikle iki (bazen üç) ana kısımdan oluşur.

- DNA veya RNA'dan oluşan genetik materyal
- Kapsid adı verilen ve görevi genetik materyali çevreleyerek onu korumak olan protein yapısı
- Bazı virüslerde kapsid'i çevreleyen lipid yapısı

Çoğalabilmek için konakçı bir hücreye ihtiyaç duyan virüslerin şekilleri karmaşık yapılara kadar uzanır. Boyut olarak ise bir bakterinin 1/100'ü kadardır. Boyutları nanometre (nm) ile ifade edilir. Grip virüsü olarak bilinen Influenza A'nın boyutu 80-120 nm arasında iken, SARS-CoV-2 (Koronavirüs)'nin boyutu ise 60-140 nm arasındadır (Şekil 3).

Tüm virüsler, genetik materyal ve onun etrafını saran kapsidden oluşur. Bu iki ortak yapıya "Nükleokapsid" denir. Bazı virüslerde ise virüsü çevreleyen lipid yapısı vardır. Virüslerin, hedef hücrenin dış yüzeyinde bulunan reseptörlere bağlanmalarını sağlayan ve lipid yapısından dışa doğru çıkıntılar şeklinde bulunan uzantılara ise "glikoproteinler" denir (Gelderblom, 1996).



Şekil 3: Koronavirüs yapısı ve İnfluenza virüsü

Antijenler

Antijenler, vücuda girdikleri zaman bağışıklama yanıtı oluşturan yabancı maddelerdir. Virüs, bakteri, yılan zehiri, gıdalardaki bazı proteinler veya diğer bireylerin hücreleri antijenik özellik gösterebilir. Self (kendi) ve Foreign (yabancı) antijenler olmak üzere iki temel grubu vardır. Yabancı Antijenler vücut dışından gelen yabancı maddeler iken, bireyler kendi hücre yüzeyindeki proteinleri de antijen olarak algılayabilir, bunlara da self (kendi) antijen denir. Kendi hücrelerindeki proteinlerin antijen olarak algılanması durumu otoimmün hastalık olarak adlandırılır. Tip 1 diyabet hastalığı buna örnektir. Bir antijenin immünolojik olarak aktif olan ve antikora bağlanan bölgesine "Epitop" adı verilir.

Antikorlar

Antikorlar, vücudun plazma hücreleri tarafından üretilen, özelleşmiş Y şekilli, glikoprotein yapıdaki savunma moleküllerdir (Şekil 4). Bir nevi vücudun askerleridir. "Antijen" adı verilen yabancı bir molekül barındıran mikroorganizma vücuda girdiğinde, antikorlar bu antijenlere anahtar-kilit uyumu ile bağlanır ve onların yok edilmesi sürecini başlatır. Temel görevleri virüs ve toksinleri etkisizleştirmek, kolay bir şekilde fagosite edilmelerini sağlamak ve mikropların ağız, solunum yolu ve midedeki mukozal yüzeylere bağlanmalarını ve dolaşıma katılmadan etkisiz hale getirilmelerini sağlamaktır. Antikorlar yapısal olarak iki eş ağır zincir, iki de eş hafif zincirden oluşur. Hafif zincirler ağır zincire disülfid bağları ile bağlıdır. Antikorlar, iki kol bölgesindeki ağır zincirdeki farklılıklara göre temel olarak beş'e ayrılırlar. Immunoglobin G (IgG), Immunoglobin M (IgM), Immunoglobin A (IgA), Immunoglobin D (IgD) ve Immunoglobin E (IgE).

IgG: İnsanda en çok (%75) bulunan, lökosit ve makrofajların antijen-antikor kompleksini tanımasında önemli rol oynar.

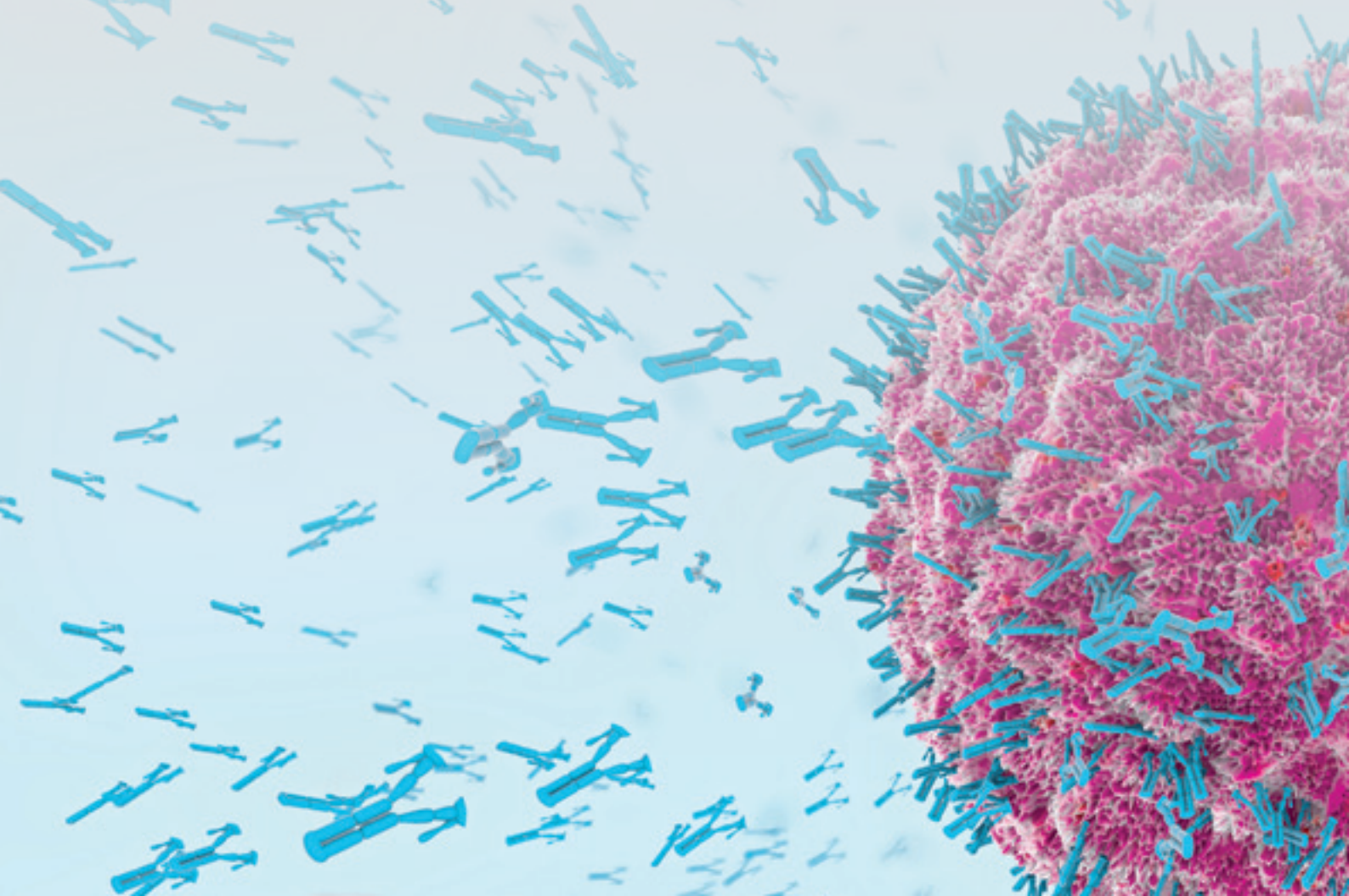
IgM: Enfeksiyon durumunda B hücrelerinin ilk ürettiği pentamerik yapıda immunoglobindir.

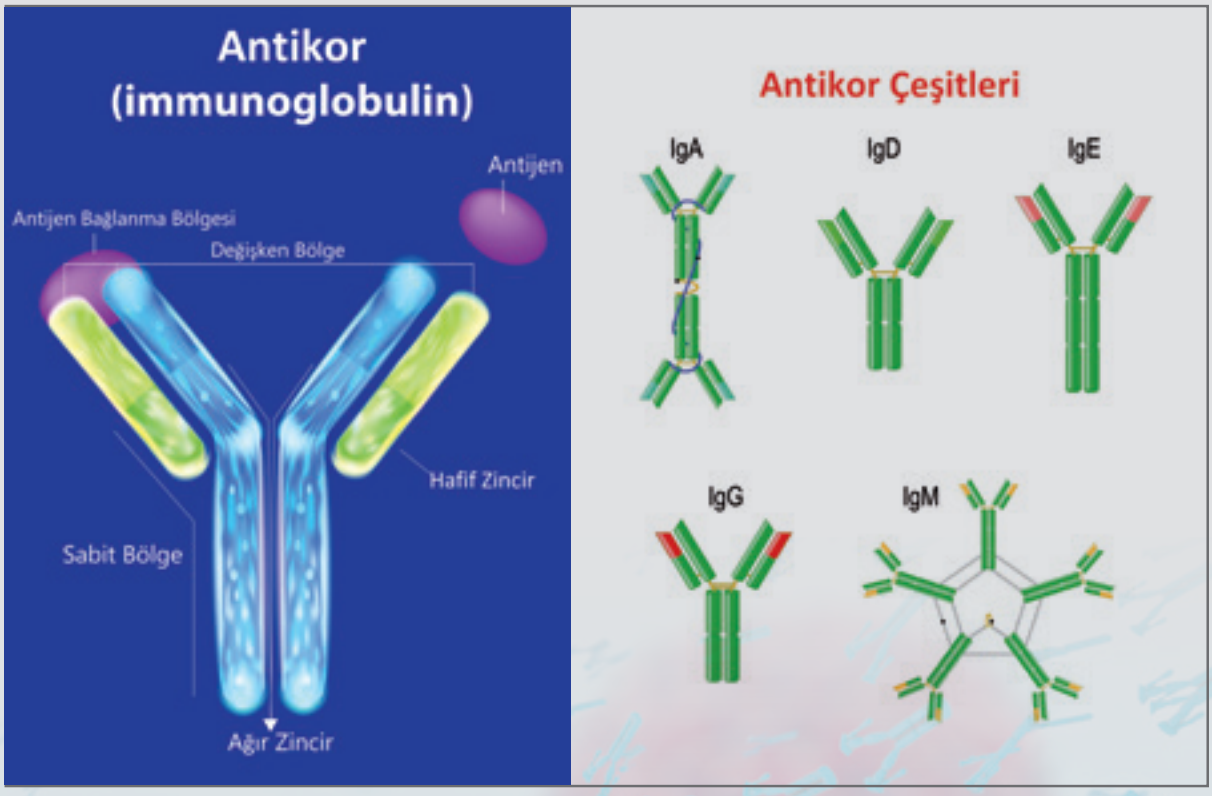
IgA: Sindirim sistemi ve solunum sistemine ait mukozal yapıları enfeksiyonlara karşı korurlar.

IgE: En düşük oranda bulunur. Genellikle alerji durumlarında görülür, parazitlere karşı korur.

IgD: IgM ile birlikte B hücrelerinin gelişiminde görevlidir. Kanda düşük seviyede bulunur.

Antikorların antijenlere bağlanma bölgeleri Y şekilli yapının iki kol ucunda bulunur ve bu bölgelere "paratop" adı verilir. Antijenlerde (immün yanıtı artıran maddeler), antikorların tanıdığı ve "Epitop" adı verilen bir bölge bulunur. İmmün sistem, her bir epitop çeşidine göre farklı antikor üretir. Tek bir epitop için üretilen antikorlar "monoklonal", farklı epitop bölgeleri için üretilenler ise "poliklonal" antikorlar olarak adlandırılır (Mark L. Chiu, 2019).





Şekil 4: Antikorun yapısı ve çeşitleri

aselsan
GÜNCEL HABERLER

Gücüm Memleketim, Mesleğim Geleceğim

ASELSAN, uzun yıllardır meslek liseli ve üniversiteli gençler için en cazip mesleki eğitim ve staj yeri olma özelliğini koruyor. 45 yıl içinde on binlerce genç mesleğe ilk adımını ASELSAN ile attı.

“Gücüm Memleketim, Mesleğim Geleceğim” mottosu ile başlatılan ASELSAN’ın teknik kuşağı ATİK Programı ile 2020-2021 eğitim öğretim döneminde 12’nci sınıfta öğrenim gören 180 meslek lisesi öğrencisine teknolojinin kapıları açıldı.

Türkiye’de meslek lisesi öğrencileri için hazırlanan ilk yetenek ve gelişim programı olan ATİK ile gençler, Haziran ayına kadar sürecek olan program boyunca ASELSAN çalışanları olan mentörlerinden; ASELSAN kültürünü deneyimleme, teknolojiye yön veren projelerde yer alma ve meslek öğrenme fırsatı bulacak. Liseliler, elektrik elektronik teknolojisi, makine teknolojisi, metal teknolojisi gibi çeşitli alanlarda ASELSAN’da mesleki eğitim görecek. Yetenek programının sonucunda başarılı olan gençler ASELSAN’ın işe alımlarında öncelikli olarak değerlendirilecek.

ATİK Programı ile ASELSAN teknisyenlik ihtiyacının metodolojik bir program ile karşılanması, meslek liselerinin öneminin artırılarak tercih edilmesini sağlayacak uygulamaları içeren bir yetenek programı oluşturulması, savunma sanayi için önemli bir istihdam kaynağı sağlanması, meslek lisesi öğrencilerinin verilen eğitimler ve görevler ile teknik ve kişisel gelişimlerine destek olunması hedefleniyor.

Program ile dönem projeleri, yetenek testleri ve kişisel gelişim eğitimleri ile öğrencilerimizin zihinsel becerilerinin geliştirilmesi, iş başı ve teknik eğitimler ile öğrencilerimizin psikomotor ve el becerisi kazanmaları, öğrencilerimizin ASELSAN sosyal sorumluluk projelerinde yer alarak ve ASELSAN değerleri aracılığıyla duyusal becerilerin geliştirilmesi program kazanımları olarak hedefleniyor.

Mesleki eğitim programı ders yılı boyunca öğrencilerin okulları tarafından belirlenmiş işletme günlerine göre devam edecek.

Kahraman Komandolarımızdan Mesaj Var

ASELSAN öz kaynakları ile özgün olarak geliştirilen ve Türk Silahlı Kuvvetleri envanterine giren ilk otomatik havan silah sistemi olan ALKAR 120 mm havan silah sistemi, kahraman Türk komandosunun beğenisini kazandı.

ALKAR sistemi ile sağlanan memnuniyet düzeyi kullanıcı komandolarımız tarafından "ALKAR sistemi sürati, doğruluğu ve sağladığı personel tasarrufuyla Türk komandosunun gücüne güç katmak için hazırdır," şeklinde ifade ediliyor.

Taktik Tekerlekli Zırhlı Araçlar Projesi kapsamında teslimatı tamamlanan ALKAR 120 mm havan silah sisteminin kullanıcı eğitimleri ASELSAN Ürün Desteği Müdürlüğü personeli tarafından tamamlandı.

HERİKKS-VI Birinci Teslimatı

Hava Savunma Erken İkaz ve Komuta Kontrol Sistemi (HERİKKS), Kara Kuvvetleri Komutanlığının hava savunma faaliyetlerini gerçekleştirmek, ordu seviyesinden kısım komutanı seviyesine kadar hava savunma birlikleri için komuta kontrol görevini etkin ve hızlı bir şekilde yerine getirmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu maksatla, Milli Savunma Bakanlığı ile ASELSAN arasında 21 Aralık 2016 tarihinde Hava Savunma Erken İkaz ve Komuta Kontrol Sistemi (HERİKKS-VI) Komuta Kontrol Teçhizatı ve Bilgi Donanımı Sözleşmesi imzalandı.

Sözleşmenin ilk teslimatı, Milli Savunma Bakanlığı ve Kara Kuvvetleri Komutanlığı temsilcilerinin katılımıyla gerçekleştirilen kabul testleri ile tamamlandı.

HERİKKS-VI teslimatı ile birlikte yeni hava savunma sistemlerinin (HİSAR-A, HİSAR-O, KORKUT, AİC, BKKM, KALKAN, Portatif Füze) HERİKKS sistemine entegrasyonu sağlanmakta, ayrıca Türk Silahlı Kuvvetleri ve NATO bünyesinde bulunan diğer komuta kontrol sistemleri ile bilgi alışverişi yeteneği kazanılmaktadır. Bu sayede Kara Kuvvetleri Komutanlığının hava savunma etkinliği önemli derecede artırılmaktadır.

TURQUALITY Programından İlk Destek Ödemesi

ASELSAN'ın uluslararası pazarlarda yürüttüğü tanıtım faaliyetlerine ve kurumsal altyapı çalışmalarına yönelik harcamalarının desteklenmesi amacıyla, 21 Kasım 2018 tarihinde TURQUALITY® teşvik programına gerçekleştirdiği başvuru 29 Nisan 2019 tarihinde kabul edildi.

2006/4 sayılı Tebliğ'in 11'inci maddesinde yer alan teşvik programı kapsamında, 23 Ekim 2020 tarihinde ilk destek ödemesini alan firmamız, öncelikli ülkelerde, ASELSAN tanıtımı ve bilinirliğinin artırılmasına yönelik çalışmalarına devam ediyor.

TURQUALITY® Destek Programı Hakkında:

TURQUALITY®, ülkemizin rekabet avantajını elinde bulundurduğu ve markalaşma potansiyeli olan ürün gruplarına sahip firmaların, uluslararası pazarlarda kendi markalarıyla global bir oyuncu olabilmeleri ve söz konusu markalar aracılığıyla olumlu Türk malı imajının oluşturulması ve yerleştirilmesi amacıyla oluşturulmuş devlet destekli ilk ve tek markalaşma programıdır.

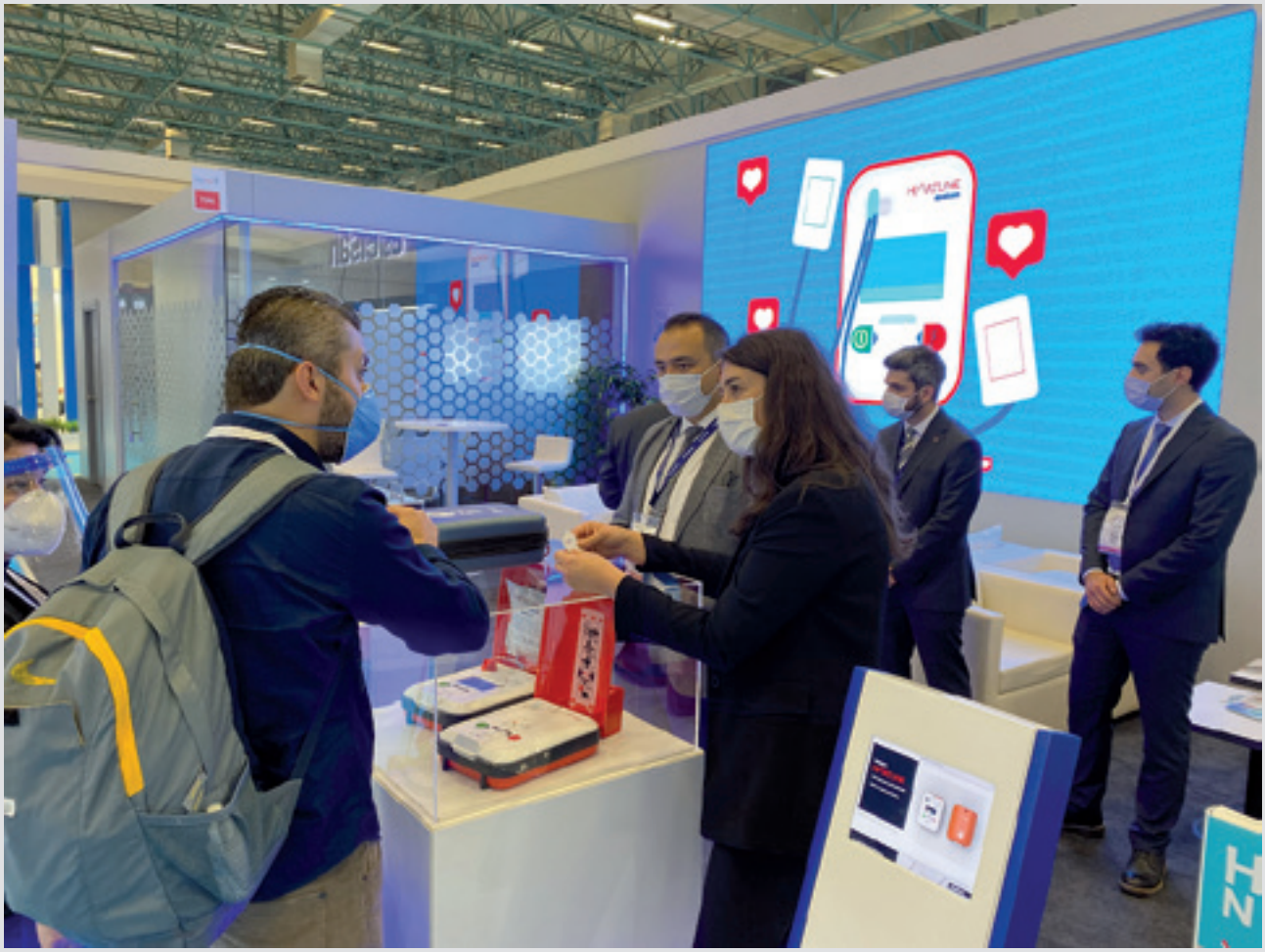
Tebliğde yer alan destek oranı normal koşullarda yapılan harcamanın yüzde ellisi olarak belirlenirken, destek tutarı üst limitleri her yıl Ticaret Bakanlığı tarafından güncellenmektedir.

TUYAP EXPOMED EURASIA Fuarı

Expomed Eurasia Uluslararası İstanbul Tıbbi Analiz, Teşhis, Tedavi, Koruma, Rehabilitasyon, Laboratuvar Ürün, Cihaz, Sistem, Teknoloji, Donanım ve Hastaneler Fuarı, İstanbul'da gerçekleşti.

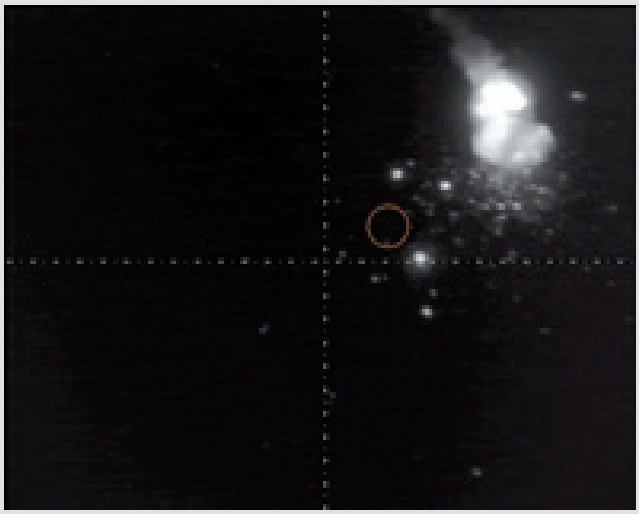
Türkiye'nin sanayide yerli ve milli hedefleri doğrultusunda sağlık sektörüne kazandırılan ASELSAN Heartline Otomatik Eksternal Defibrilatorü (OED), yatırımcılar ve sağlık profesyonelleri ile ilk kez Expomed'de buluştu.

Ani kalp durmalarında kritik müdahaleyi gerçekleştiren ASELSAN Heartline Otomatik Eksternal Defibrilator (OED), İlk Yardım Yönetmeliği kapsamında eğitim alan her kişi ve kuruma eğitimi verilmek üzere mevzuatlarda yerini aldı. Tüm kamuya açık alanlarda, iş yerleri ve okullarda, güvenlik ve ulaştırma araçlarında, ibadet yerlerinde bulundurulması planlanıyor.



HİSAR'dan A+ Başarı!

ASELSAN ana yükleniciliğinde geliştirilen Türkiye'nin ilk milli ve yerli hava savunma füze sistemi olan HİSAR A+'ın kabul atışında yüksek hızlı hedef uçak, uzak menzilde başarıyla imha edildi.



Türkiye'nin hava ve füze savunmasında önemli görevler üstlenen HİSAR A+ projesinin kabul atışı testleri, Savunma Sanayii Başkanlığı ve Türk Silahlı Kuvvetleri temsilcilerinin katılımıyla Aksaray atış alanında ASELSAN ve ROKETSAN tarafından başarıyla tamamlandı.

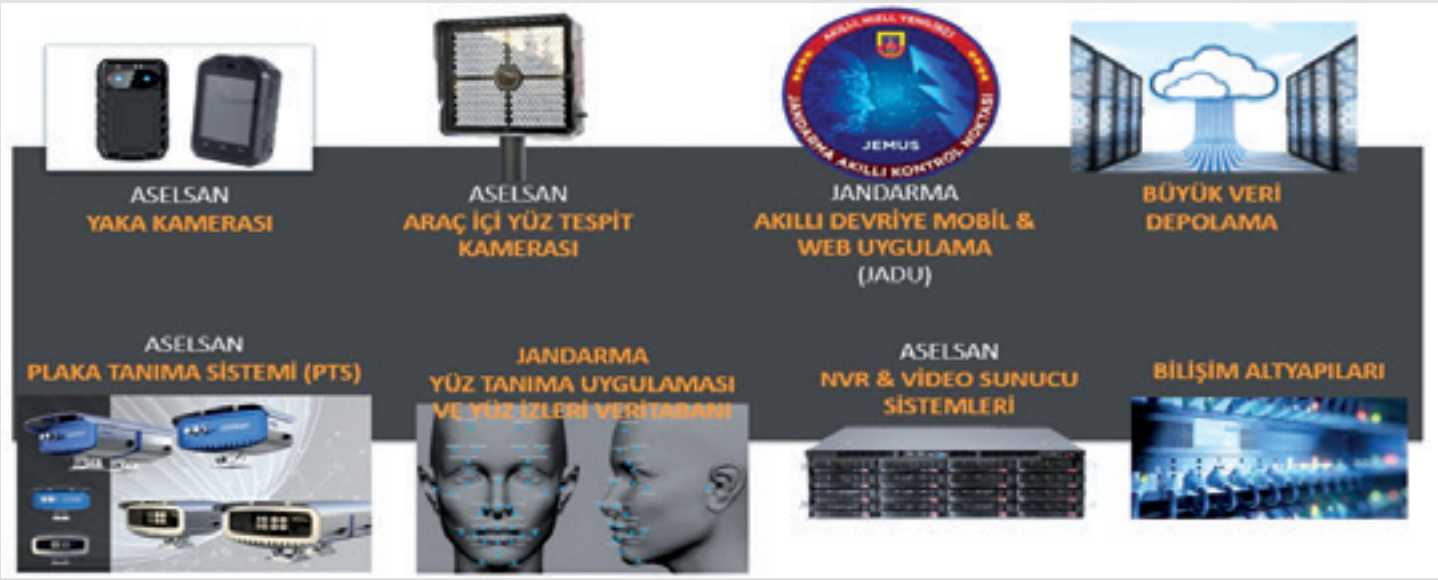
HİSAR A+ Füze Fırlatma Sistemi ve ateş idare cihazı ile entegre sistem seviyesi kabul atışı testi icra edildi. Yapılan atışlı testlerde milli ve yerli alt sistemlerin başarısı göz doldurdu. Sistemin maksimum menzil ve irtifada etkinliği yüksek hızlı hedef uçağın başarılı bir şekilde imhasıyla gösterildi.

Atışlı test kapsamında, hedefin radar ile tespit ve takibi gerçekleştirildi, komuta kontrol sisteminden angajman başlatılarak, atış kontrol sistemiyle en uygun zamanda füze otomatik olarak ateşlendi. Yer sistemleri tarafından sağlanan veriyle füze hedefe güdülerek, terminal safhada arayıcı başlık ile hedefe yaklaştı. Yaklaşma tapanın aktive ettiği harp başlığı ile hedef imha edildi. Atışlı testte kullanılan yüksek etkinlik kabiliyetine sahip harp başlığı HİSAR projeleri kapsamında TÜBİTAK SAGE tarafından geliştirildi.

Akıllı Kontrol Noktası ve Jandarma...

T.C. İçişleri Bakanlığı Jandarma Genel Komutanlığı ihtiyacı olan Akıllı Kontrol Noktası ve Jandarma Devriye Uygulaması (AKN ve JADU) Projesi, ASELSAN ile Savunma Sanayii Başkanlığı arasında imzalanan JEMUS 5 İl Projesi Sözleşmesi – Sözleşme Değişikliği – 1 ile başlatıldı.

İmzalanan sözleşme ile ASELSAN tarafından asayiş hizmeti sağlayan Jandarma ekiplerine veriye dayalı karar verilmesini sağlayan ve operasyonel faaliyetlerin hızlandırılması amaçlı ürünler ile birlikte yapay zekâ teknolojileri ve büyük veri analizlerinin desteğiyle güçlendirilmiş yazılımlar teslim edilecek.



Jandarma Genel Komutanlığı ihtiyaçları kapsamında, toplam yedi noktaya akıllı kontrol noktası kurulacak. Kurulacak sistemler ile yol kontrol noktalarında; personelin inisiyatifinde durdurulmakta olan araçların, geliştirilecek algoritmalar dahilinde, öncelikle sistem tarafından üretilecek alarmlara göre durdurulacak, durdurulan araçlara, araç içerisindeki şahıslara yönelik kontroller ASELSAN ürünleri ile yapılacak.

Kurulacak merkezi sistemler ile tüm Türkiye ve karakollarda Akıllı Jandarma Devriye Uygulaması aktif hale gelecek. Bu uygulama üzerinden kimlik, şahıs ve araç plakası denetimleri merkezi olarak mobil uygulamalarla yapılacak.

Birlikte Başardık!

Türkiye İnsan Yönetimi Derneğinin düzenlediği 12'nci PERYÖN İnsana Değer Ödüllerinde, bu yıla özel olarak açılan Zor Zamanlarda Değer Yaratmak kategorisinde ödülün sahibi ASELSAN oldu.

İçinde bulunduğumuz bu zor günlerde, değer üreten teknolojilerimiz ile birlikte toplumun her kesimi için çözüm üretmeye çalıştık. Büyük özveri gösterilen çalışmalarda emeği geçen tüm çalışma arkadaşlarımıza teşekkür ediyoruz.

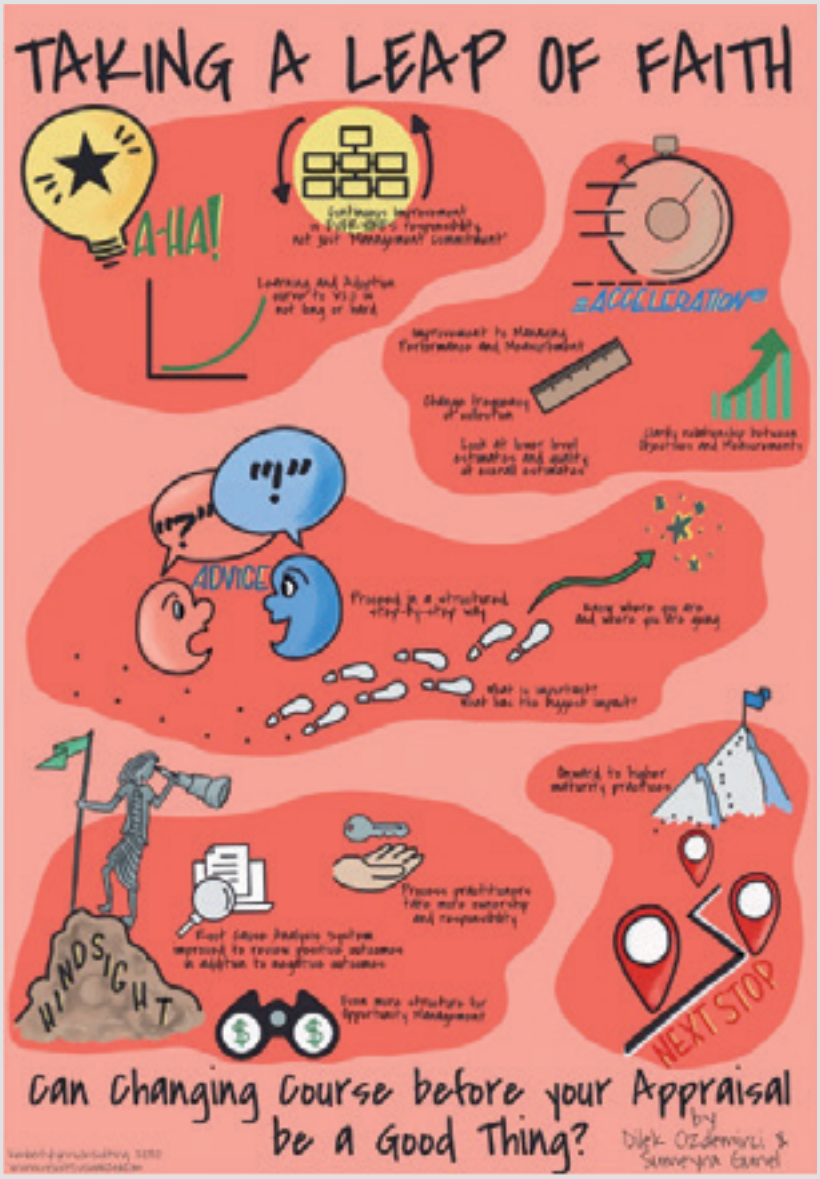
HBT Sektör Başkanlığı CMMI Başarısı

Haberleşme ve Bilgi Teknolojileri (HBT) Sektör Başkanlığı, 2019 yılında gerçekleştirilen denetim ile ASELSAN adına CMMI-DEV V2.0 (olgunluk seviyesi 3) belgelendirmesini alarak Türkiye'de bir ilk oldu. Ayrıca, uluslararası platformda da önemli rakiplerin yer aldığı listede ilk sıralarda yerini aldı.

2020 yılı Nisan ayında yapılması planlanan Capability Counts-2020 CMMI Konferansında ilk defa uygulamaya alınan "Best Paper" kategorisi için, bu başarı CMMI baş denetçisi Dilek Özdemir ve Program ve Tasarım Kalite Yönetim Müdürü Sümeyra Günel tarafından hazırlanan bir makale ile farklı bir boyuta daha taşındı.

Gerçekleştirilen sözlü mülakat performansı ve hazırlanan makale Enstitü tarafından değerlendirildi ve "Best Paper" adaylarından biri olarak seçildi. Nisan ayındaki konferansın pandemi nedeniyle iptal edilmesi ile uluslararası platformda ASELSAN başarılarından birini aktarma fırsatı, enstitünün çalışmaları ile internet sayfasına taşındı.

Beş aday makale ile birlikte "Taking a Leap of Faith: Can Changing Course Before Your Appraisal Be a Good Thing" konu başlığı ile CMMI Enstitüsü internet sayfasında haberler başlığı altında yayınlandı.



SSB Sürü Zekâsı Odak Teknoloji Ağı Senaryo Yarışması Kazananı ASELSAN

Savunma Sanayii Başkanlığı Sürü Zekâsı Odak Teknoloji Ağı (OTAĞ) çalışmalarına 21 Nisan 2020 tarihinde gerçekleştirilen lansman ile başlandı. Muharebe ortamında oyun değiştirici teknoloji olarak görülen sürü zekâsı uygulamaları için teknolojik yol haritasının belirlenmesi ve yenilikçi kullanım senaryolarının ortaya çıkarılması hedeflendi. OTAĞ çalışmaları kapsamında haberleşme ve elektronik harp, otonomi, modelleme, insan makine etkileşimi ve sensör füzyonu disiplinleri ile ilgili çalışmalar 2020 yılı boyunca sürdürüldü. Haberleşme ve Bilgi Teknolojileri Sektör Başkanlığını temsilen Ürün Tasarım Müdürlüğünden Güven Yenihayat ve Dr. Alper Bereketli, farklı sektörlerden ve akademiden katılımcılarla birlikte OTAĞ haberleşme ve elektronik harp çalışma grubu faaliyetlerini yönlendirdi.

Sürü zekâsı teknolojilerine ihtiyaç duyulan ve edinilecek kazanımları ortaya koyan senaryoların sayısını artırmak amacıyla tüm paydaşların katıldığı bir senaryo yarışması düzenlendi. Yarışmaya katılan otuzdan fazla senaryo arasından önerdiğimiz Taktik Sahada Bilgi Savaşında Sürü İHA Kullanımı senaryosu birincilik ödülüne layık görüldü.

Kazanan Senaryonun Özeti: Günümüzde hızlı biçimde ilerleyen sensör, işlemci ve haberleşme teknolojileri sayesinde, küçük İnsansız Hava Aracı (İHA) ve büyük İHA'lardan oluşan sürü İHA senaryoları askeri uygulamalarda kullanılabilir duruma geldi. Sürü İHA, bir görevi gerçekleştirmek üzere iş birliği yapan çok sayıda İHA'dan oluşur.

Sürü İHA senaryosunda istihbarat, keşif, gözlem, füze takibi, elektronik harp vb. görevlerden bir veya birkaçı ile görevlendirilmiş İHA ünitelerinin sahadaki diğer tüm taktik (kara/hava/deniz) unsurlarıyla haberleşebildiği ve görevine uygun bilgiler ile diğer unsurları bilgilendirebildiği/komuta edilebildiği bir sistem hedeflendi. Veri bağlarına yönelik senaryoların tümü, milli taktik veri bağı üzerinden birbirleri ile haberleşecek ve bunlara ek olarak taktik saha haberleşmesi için kullanılan dalga şekilleri ile uyumlu bir şekilde çalışacaktır. Böylece ortaya çıkan tüm komuta kontrol bilgilerinin amaca yönelik işlenmesi ve füzyonu, işlenmiş olan bu bilgilerin ve alınan kararların güncel olarak tüm alt sistemlere dağıtılması ve sürü zekâsı siteminin görevlerini ve alacağı kararları belirlerken bu bilgileri kullanması mümkün olacak.

Araştırma Merkezinden Derin Öğrenme Tabanlı Gerçek Zamanlı Çözünürlük Artırımı

Kısıtlı termal kamera sensör çözünürlüğü, artan maliyetler ve dışa bağımlılık engellerinin aşılması amacıyla, Mikroelektronik Güdüm ve Elektro-Optik (MGEO) Sektör Başkanlığı ile iş birliği halinde araştırma geliştirme çalışmaları devam eden Mikrotarayıcı Termal Görüntüleme Sistemi kapsamında, düşük çözünürlüklü sensörlerden yüksek çözünürlüklü görüntü oluşturmak için geliştirilen, prototip yetenek gösterimi ASELSAN Araştırma Merkezi – Sensörler ve Görüntüleme Araştırma Programları Birimi tarafından başarıyla gerçekleştirildi.

Prototip yetenek gösterimi kapsamında, grafik işlemci kartına bağlı bir kameradan alınan görüntüler derin öğrenme tabanlı çözünürlük arttırma algoritması tarafından gerçek zamanlı işlenerek çözünürlük dört kat arttırıldı. Temelde yatan algoritma, hem TV hem termal görüntülerin, çözünürlüklerini iki, dört ve sekiz kat arttırma yeteneğine sahiptir. Bu bağlamda, görüntülerdeki karelenmeler giderilip görüntüdeki objelerin hatları daha keskin hale getirildi. Aynı zamanda okunması mümkün olmayan yazılar okunaklı hale getirildi.

Vurgulanması gereken diğer bir husus da grafik işlemci kartının düşük güç tüketimine rağmen (15W) çözünürlük gerçek zamanlı ve neredeyse gecikmesiz olarak arttırılabildi. Çalışmanın bundan sonraki aşamalarında geliştirilen algoritmanın ürünleştirilmesi konusunda çalışmalar devam edecek. Geliştirilen algoritma, Mikrotarayıcı Termal Görüntüleme Sisteminin temel ayaklarından biri olmasının yanında hali hazırda TV/ termal kamera görüntüsü sunan uygun grafik kartına sahip çoğu sistemdeki kullanıcı tecrübesini olumlu yönde arttırmaya yönelik de kullanılabilecek durumdadır.

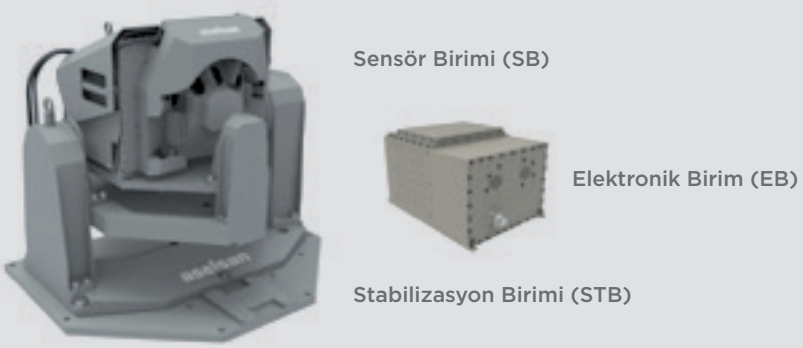
Algoritmanın geliştirilebilmesi için edinilen özgün yöntemlerin patent ve makalelere de konu olabileceği değerlendiriliyor.

PİRİ KATS Mavi Sulara Hazır

ASELSAN tarafından geliştirilen PİRİ Kızılötesi Arama ve Takip Sisteminin (KATS) fabrika kabul testleri, Savunma Sanayii Başkanlığı, ARMERKOM, Sedef Tersanesi ve ASELSAN personelinin katılımı ile ASELSAN Akyurt Tesislerinde tamamlandı.

PİRİ KATS, hizmete girdiğinde Türk Silahlı Kuvvetlerinin en büyük platformu olacak olan Çok Maksatlı Amfibi Hücum Gemisi TCG-ANADOLU'nun liman ve seyir durumunda tehdit tespiti ve takibi için en önemli sistemlerinden biri olma özelliğini taşıyor.

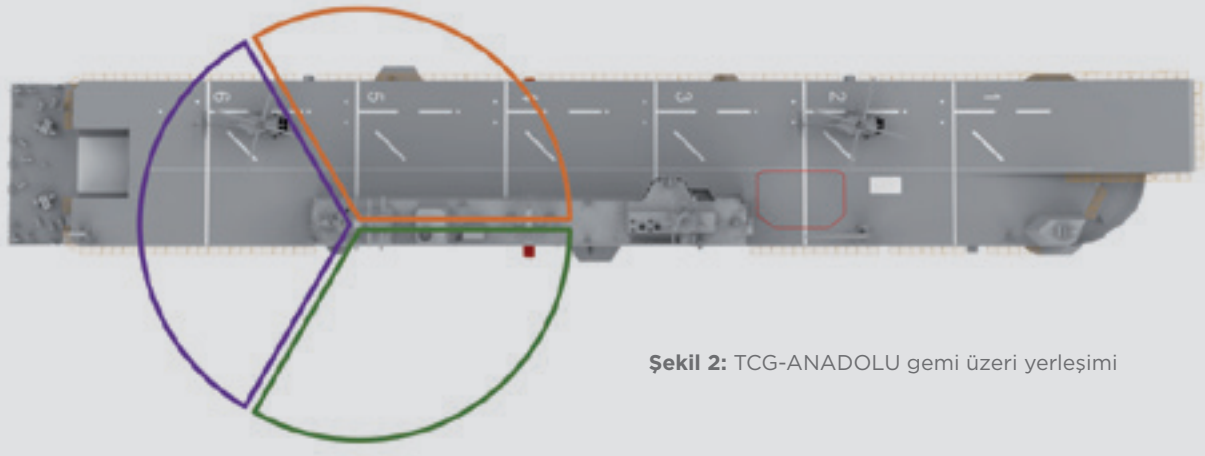
Orta dalga (MW) ve uzun dalga (LW) olmak üzere dünyada çift bantta çalışan ilk kızılötesi arama ve takip sistemi olan PİRİ-KATS, Deniz Kuvvetleri Komutanlığının ihtiyaçları göz önüne alınarak, deniz platformlarına 360 derece farkındalık sağlanması amacıyla geliştirilen ve savaş yönetim sistemine tam uyum sağlayan bir tespit ve takip sistemidir.



Şekil 1: PİRİ KATS Sistemi

PİRİ-KATS üç ana birimden oluşuyor;

- 120 derecelik görüntünün dış pencereler yardımıyla toplanıp optik yollar yardımıyla detektöre ulaştırıldığı Sensör Birimi,
- Sensör Biriminin en zorlu deniz koşullarında bile tespit ve takip yapabilmesi için kullanılan Stabilizasyon Birimi ve
- Sayısal hale çevrilen görüntünün işlendiği tespit ve takip işlevlerinin yerine getirildiği Elektronik Birimdir.



Şekil 2: TCG-ANADOLU gemi üzeri yerleşimi

Gemiye yerleştirilen üç adet sensör ile 360 derece kapsama sağlayan sistem, panoramik olarak yarattığı görüntü ile farklı deniz koşullarında kullanıcıya pasif olarak tespit ve takip imkânı sağlıyor. Beş binden fazla alt malzemeden oluşan sistem; özgün ve yerli optik tasarımı, aynı anda 150 hedefi takip edebilme gibi yetenekleriyle, ASELSAN'ın sahip olduğu teknolojiler ve sunduğu ürünler açısından ülkemiz için ne kadar müstesna bir yere sahip olduğunu gösteriyor.

Entegrasyon, devreye alma, liman ve deniz kabul testlerinin tamamlanması sonucunda, Deniz Kuvvetleri Komutanlığına teslimi planlanan TCG-ANADOLU ile envantere kazandırılacak olan sistemin, Barbaros Sınıfı Firkateynlerin Yarı Ömür Modernizasyonu Projesi ve İ-Sınıfı Firkateyn (MİLGEM-5) Projesi kapsamında da teslim edilmesi planlanıyor.

ASELSAN Akademi Çalıştayı...

Sanayi-üniversite iş birliğinde yeni ve öncü bir model anlayışıyla 2017 yılında çalışmalarına başlayan ASELSAN Akademinin 3'üncü Çalıştayı, bu yıl Gazi Üniversitesi ev sahipliğinde; protokol kapsamında yer alan diğer araştırma üniversitelerinin (İstanbul Teknik Üniversitesi, Gebze Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi) üst düzey yetkililerinin ve öğretim üyelerinin katılımıyla düzenlendi.

Çalıştayın son gününde değerlendirmelerde bulunan Gazi Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Musa Yıldız, ASELSAN Akademi Çalıştayına ev sahipliği yapmaktan duydukları mutluluğu dile getirdi. Üniversiteler ile sanayinin bir arada çalışmasının önemine dikkat çeken Prof. Dr. Yıldız, "Burada yapılan çalışmaların memleketimiz için güzel hizmetlere dönüşmesini temenni ediyorum" diye konuştu.

Çalıştayın kapanış konuşmasını yapan ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof. Dr. Haluk Görgün, Türkiye'nin Ar-Ge'ye en fazla yatırım yapan şirketi olarak, bu yatırımı değere dönüştürecek insan kaynağımızın gelişimini, ülkemiz sanayisinin gelişiminin de anahtarı olarak gördüklerini söyledi. Prof. Dr. Görgün, "Sanayinin, akademik olarak desteklenmeden istenilen gelişmeyi sağlayamayacağı, milli ve yenilikçi teknoloji üretimi için üniversite ile sanayinin iş birliği içerisinde çalışmasının kaçınılmaz olduğu, su götürmez bir gerçektir. Çalışanlarımızın akademik gelişimlerine destek olmak ve tezlerini ASELSAN'da çalıştıkları alanda yapmalarına imkân sağlamak amacıyla, üniversite ve sanayii en güçlü yanlarıyla bir araya getiren, yeni ve yenilikçi bir model oluşturduk. Yükseköğretim Kurulu himayesinde gerçekleştirdiğimiz bu model ile hem sanayinin hem de akademinin ihtiyaçlarını çıktı odaklı karşılayabilecek, dünyada daha önce eşi görülmemiş bir sistem ortaya konulmuş oldu." dedi.

Her yıl üniversitelerin kendi kampüslerinde düzenlenen çalıştay bu yıl COVİD-19 sebebi ile sınırlı sayıda katılımcı ile düzenlenen özel mezuniyet etkinliği dışında, çok sayıda öğretim üyesi ve öğrencinin katılımın olacağı öngörülerek sanal ortamda oluşturulan oturumlar şeklinde düzenlendi.

Çalıştay Üç Gün Sürdü

Çalıştay, ASELSAN Genel Müdür Yardımcısı ve ASELSAN Akademi Kurulu Başkanı Prof. Dr. Mehmet Çelik ile Gazi Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Musa Yıldız'ın açılış konuşmaları ve sunumlarıyla başladı. Ardından ASELSAN Akademinin iş birliği içinde olduğu üniversitelerin Araştırmadan Sorumlu Rektör Yardımcıları, üniversitelerinde yürütülmekte olan güncel araştırmalar ve bilimsel çalışmalar hakkında sunumlar yaptı.

Çalıştayın ikinci gününde, ASELSAN çalışanlarından oluşan alanında tecrübeli teknoloji mentörleri, on bir farklı teknoloji alanı başlığında oluşturulan sanal oturumlarda, ASELSAN'ın üzerinde çalıştığı teknoloji ve ürünler ile altyapı imkânlarını, dört üniversitedeki öğretim üyeleriyle paylaştılar. Bu oturumlarda, üniversitelerle iş birliğinin daha ileri boyutlara taşınması; ASELSAN Akademi yöneticileri moderatörlüğünde, akademisyenler ve ASELSAN alan uzmanlarının karşılıklı değerlendirmelerde bulunması, yeni tez ve projelerin temellerinin atılması hedeflendi.

Çalıştayda ASELSAN bünyesinde yer alan Araştırma Merkezinin araştırmacılarının, geleceğin teknolojileri üzerine ve merkezin otonom, yapay zekâ, ileri malzemeler ve biyosavunma alanlarında yürüttüğü teknoloji geliştirme çalışmaları üzerine yapacakları sunumlar da yer aldı.

Gazi Üniversitesi merkez yerleşkesinde, protokol kapsamında yer alan Gazi Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gebze Teknik Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesinin üst düzey yetkililerinin ve öğretim üyelerinin katılımıyla, COVID-19 önlemleri alınarak bir araya gelinen etkinliğin son gününde ASELSAN Akademinin ilk mezunları da poster sunumları ile yer aldı. Protokol konuşmalarının ardından bu yıl mezun olan 40 öğrenciye mezuniyet anısı takdim edildi. Üniversitelerin Akademi Kurulu temsilcilerinin oylarıyla en iyi üç tez çalışmasının belirlendiği Tez Yarışmasının kazananlarına ve tez danışmanlarına ödülleri verildi.

ASELSAN Akademi

ASELSAN Akademi, sektörün ihtiyaçlarını dünyadaki bilimsel gelişmelerle etkili bir şekilde buluşturma, sektördeki tecrübenin akademik tecrübe ile aktif beraberliği, akademik çalışmaların doğrudan Türkiye Savunma Sanayii ihtiyaçlarını karşılaması hedefleri ile çalışmalarına devam ediyor. 1 Ağustos 2017'de Yükseköğretim Kurulu ile imzalanan iş birliği protokolü, ASELSAN'ı 4 öncü araştırma üniversitesinin (GÜ, GTÜ, İTÜ, ODTÜ) kampüsü haline getirdi. Bu üniversitelerden akademisyenler ASELSAN yerleşkesine gelerek derslerini veriyor, öğrencilerin çalışma alanlarına dayandırılan tez konularında danışmanlık yapıyorlar. Bu iletişimin projelere hızla nüfuz etmesini amaçlayan ASELSAN Akademi; Bilgisayar, Elektrik-Elektronik, Makine ve Malzeme Mühendisliği alanlarında öncü teknolojiler üretmek, dışarıya bağımlılığı azaltmak hedefiyle her yıl öğrenci sayısını, çalışma alanlarını ve proje sayılarını arttırıyor. 2020-21 güz döneminde yeni başlayan 170 öğrenci ile, ASELSAN Akademi kapsamında 575 yüksek lisans, 70 doktora öğrencisi eğitimine devam ediyor. Bu dönem 4 mühendislik dalında açılan derslerin sayısı ise 80'i aşmış durumda. Bu yıl mezun olan öğrencilerin, çok sayıda patent/faydalı model başvuruları ile dergi makalesi ve konferans bildirileri bulunuyor.

Savunma Sanayi Akademi ve ASELSAN, Kritik Süreçleri Birlikte İyileştiriyor

Savunma Sanayi Akademi, TR Eğitim ve Teknoloji A.Ş. ve ASELSAN Mikroelektronik Güdüm ve Elektro-Optik (MGEO) Sektör Başkanlığı, kritik teknoloji kazanım programı çerçevesinde, elektronik kart takımlarındaki yapıştırma süreci ve kalite iyileştirmesi konusunda ortak bir çalışma başlattı.

Savunma Sanayi Akademi Başkanı Prof. Dr. Cenk Aktaş, Akademi Genel Sekreteri Serkan Taşkın ile Savunma Sanayi Akademi ve TR Eğitim ve Teknoloji A.Ş. yetkililerinden oluşan heyet, MGEO Akyurt tesislerini ziyaret ederek, MGEO Sektör Başkanı Mustafa Kaval ve ASELSAN iyileştirme ekibi ile iyileştirme projesinin ilk toplantısını gerçekleştirdi.

Proje kapsamında; kritik olarak belirlenen, problem yaşanılan ve/veya üretim süreçlerine yeni dâhil edilecek olan yapıştırma/birleştirme uygulamalarını sistematik bir şekilde teknik incelemeye tabi tutarak söz konusu uygulamalarda kalitenin artırılması amaçlanıyor. Çalışmaların üç ana fazdan oluşması planlanıyor:

- Faz 1 Teknik Denetim (Audit),
- Faz 2 Süreç Doğrulama (Verification) ve
- Faz 3 Gerçekleme (Validation) ve Çözüm Önerisi

Proje sonucunda; kablo ve malzeme/komponent yapıştırma amaçlı kullanılacak milli bir yapıştırıcı geliştirilmesi nihai hedef olarak belirlendi. Milli yapıştırıcının, MIL-STD-810H askeri standardında belirtilen ortam koşulları testlerine uygun olarak geliştirilmesi öngörülüyor.

ASELSAN MGEO Sektör Başkanlığı, Savunma Sanayi Akademi ve TR Eğitim ve Teknoloji A.Ş. ile ortak yürütülen bu iyileştirme çalışması sonunda, ASELSAN ile birlikte diğer savunma sanayi firmalarına da katma değer getirecek bir bilgi birikimine ve deneyime sahip olunması hedefleniyor.

İlk HGK-82 Teslimatı

T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı ile ASELSAN arasında 22 Ağustos 2019 tarihinde imzalanan HGK-82 Modern Mühimmat Tedarik Projesi Sözleşmesi kapsamında, çok sayıda HGK-82 hassas güdüm kitinin kabul muayene testleri başarıyla tamamlanarak Türk Silahlı Kuvvetlerine teslim edildi.

ASELSAN tarafından ilk defa üretilen HGK-82 kitleri teslimatına 2020 yılı sonuna kadar devam edilecek.

Silahlı İnsansız Kara Aracı Milli Olarak Geliştiriliyor

Orta sınıf ikinci seviye İnsansız Kara Aracı Projesi kapsamında, Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB), Kara Kuvvetleri Komutanlığı, ASELSAN ve KATMERCİLER firması katılımlarıyla proje başlangıç toplantısı gerçekleştirildi.

Proje; keşif, gözetleme, hedef tespiti yapabilen ve üzerine değişik silah sistemleri ile ihtiyaç duyulan başka sistemlerin takılabildiği, uzaktan komuta edilebilen, otonom olarak kullanılabilen, üstün hareket kabiliyetine sahip insansız kara aracı geliştirilmesi ve seri üretimini içeriyor.

Savunma Sanayii Başkanlığının tedarik makamı olduğu projede kullanıcı makam olarak Kara Kuvvetleri Komutanlığı yer alıyor. ASELSAN'ın ana yüklenici olduğu projede KATMERCİLER firması platform üreticisi olarak görev alacak. Mikroelektronik Güdüm ve Elektro-Optik (MGEO) Sektör Başkanlığı tarafından yürütülen projede silah sistemi Savunma Sistem Teknolojileri (SST) Sektör Başkanlığı tarafından sağlanacak.

Bu proje ile silahlı insansız kara aracının milli olarak geliştirilmesi amaçlanıyor. Geliştirilecek insansız sistem; tehlikeli sahalarda keşif, gözetleme yapabilecek, gerektiğinde tehditlere karşı üzerinde bulunacak silah sistemi DUAL SARP ile sahayı ateş altına alarak kontrol sağlayacak. Otonom devriye atabilecek, karıştırma altında otonom geri dönüş özelliği ile savunma etkinliği en üst düzeye çıkarılmış olacak. Geliştirilecek olan silahlı insansız kara aracının, sahadaki diğer insansız hava ve kara sistemleriyle de entegre olarak, kullanıcıya muharebe sahasında büyük avantaj sağlayacağı değerlendiriliyor.

Merkezi PMO, Sanayi 4.0 Proje Yönetimi Eğitimi Sertifikalarını Aldı

Sanayide Dijital Dönüşüm – Sanayi 4.0 için nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi ve mevcut insan kaynağının geliştirilmesi amacıyla, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı iş birliğiyle İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sürekli Eğitim Merkezi tarafından Sanayi 4.0 Proje Yönetimi Sertifika Programı eğitimi düzenlendi.

ASELSAN Merkezi Proje Yönetim Birimi (Merkezi PMO) personeli, Proje Yönetimi Sertifika Programına katılarak, başarı belgelerini aldı.

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sürekli Eğitim Merkezi tarafından Kovid-19 tedbirleri kapsamında canlı e-eğitim olarak gerçekleştirilen eğitimin amacı; başarılı bir proje yönetimi için gerekli tüm bileşenleri içerecek şekilde kurgulandı.

Proje yönetim süreci olarak, PMI (Project Management Institute) metodolojisi içeriğindeki bilgi alanları ve süreçlerin değerlendirilmesi; entegrasyon, kapsam, zaman, maliyet, kalite, İK, iletişim, risk, tedarik ve paydaş yönetimi konuları programın ana içeriğini oluşturdu. Edinilen bilgilerin, projelerin başlatma, planlama, yürütme, izleme-kontrol ve kapatma süreçlerinde kullanılmasına yönelik değerlendirmeler ile eğitim programı tamamlandı.

ASELSAN Tarihinin En Yüksek Telsiz Teslimatı

Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) ve ASELSAN arasında imzalanan Sayısal Haberleşme Şebekesi (SHŞ) Projesi, Emniyet Genel Müdürlüğünün Ankara ve İstanbul ili kullanıcılarına ses ve verinin entegre edildiği anahtar çözüm Milli Kriptolu DMR (Digital Mobile Radio) Sayısal Telsiz Sistemini içeriyor.

SHŞ Projesi kapsamında bugüne kadar kırk binin üzerinde, en yüksek sayıda kullanıcı terminali teslim edilerek, bu rakam içinde yer alan yirmi binin üzerinde 3700 DMR el telsizinin teslimatı yakın zamanda gerçekleştirildi.

ASELSAN tarihinde yirmi binin üzerinde cihaz, tek kabulde yapılan en yüksek sayıda telsiz teslimatı rekoru olma özelliğini taşıyor.

SHŞ Projesinde tüm malzeme teslimatları tamamlanarak saha teslimatlarında yaklaşık yüzde altmış seviyelerine ulaşıldı.

Emniyet Genel Müdürlüğü ile birlikte geliştirilen ve kurumun ZAFER ismini verdiği 3700 DMR el telsizi, kompakt ve pratik yapısıyla kullanıcı memnuniyeti kazanmasının yanında nitelikli endüstriyel tasarımı ile ASELSAN'da ilk Design Turkey İyi Tasarım Ödülü kazanan ürünümüz oldu.

TSK X-Band Uydu Muhabere Sistemi Projesi (TUMSİS) Seri Üretim Geçici Kabul Testleri

TSK X-Band Uydu Muhabere Sistemi Projesi (TUMSİS) kapsamında Savunma Sanayii Başkanlığı ve Türk Silahlı Kuvvetlerinin katılımıyla ASELSAN Macunköy'de gerçekleştirilen kabul testleri neticesinde, çok sayıda intikal ettirilebilir terminal ile taşınabilir terminalin seri üretim geçici kabul testleri başarıyla tamamlandı.

Sınır ötesi operasyonlarda kesintisiz haberleşme için çok önemli bir yere sahip olan uydu haberleşme sistemleri kapsamında; tamamen milli imkânlarla tasarlanmış bu sistemler ile geniş bant veri haberleşmesine olanak sağlaması ve kriptolu ve güvenli yüksek veri haberleşmesi kabiliyetleri gibi hususlarla Türk Silahlı Kuvvetleri için önemli bir kabiliyet kazanımı sağlandı.

Terminaller kapsamında;

- ASELSAN tarafından milli olarak geliştirilmiş ve üretilmiş olan anten, modem, LNB, E-VoIP, IPKC, telsiz ve terminal yönetim yazılımları,
- Birçok yerli alt yükleniciye geliştirilip ürettirilen farklı tipte ve özellikte anten, jeneratör, şelter, anten mastı, seri IP çevirici, gateway, güç dağıtım birimi, yönlendirici ve gizleme ağı birimleri,
- Araç üzerinde ve taşınabilir ekipman çantası içerisinde gerçekleştirilen platform entegrasyon tasarım faaliyetleri ile,

toplamda yüzde seksenin üzerinde sanayi katılım ofset yükümlülüğü yerine getirildi.

MELTEM-3 Projesi
İlk P-72 Deniz Karakol Uçağı Teslimat Töreni

LEONARDO firması ile ASELSAN arasında Deniz Kuvvetleri Komutanlığı ihtiyacı P-72 Deniz Karakol Uçaklarına hava cihazı tedarik edilmesine yönelik olarak, 2009 yılında sözleşme imzalandı. Sözleşme kapsamında ASELSAN tarafından,

- IFF Mod 5/S Cevaplayıcı,
- Uzak Komuta Birimi,
- Hava Telsizi,
- Pilot Arama Kurtarma Sistemi
- Termal Sensörlü Gece ve Gündüz Görüş FLIR Sistemi,
- Çok Fonsiyonlu Görüntüleme Sistemi,
- GPS Entegreli Seyrüsefer Sistemi,
- Kontrol Görüntüleme Birimi,
- Yazılım Yükleme Cihazı,

- Arayüz Kartı,
- ASES-235M Elektronik Harp Kendini Koruma Sistemi,
- Yer Analiz Destek Merkezi
- O-Seviyesi Destek Teçhizatı

teslimatları gerçekleştirildi. MELTEM-3 projesi kapsamında ilk P-72 Deniz Karakol Uçağı kabulüne ilişkin teslimat töreni TUSAŞ tesislerinde gerçekleştirildi.

ASELSAN, Türk Silahlı Kuvvetlerinin hava platformunda kullanımına ihtiyaç duyulan cihazlar için çözüm ortağı olmaya ve ilgili tüm ihtiyaçları karşılamaya devam ediyor.

500'üncü Dragoneye Teslimatı Kutlandı

Türk Silahlı Kuvvetleri başta olmak üzere, yurt içi ve yurt dışında farklı kullanıcılar tarafından kullanılan Dragoneye elektro-optik sensör sisteminin bugüne kadar teslim edilen miktarı beş yüz adeti geçti. Bu sebeple, ASELSAN Akyurt Tesislerinde ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof. Dr. Haluk Görgün'ün de katıldığı bir kutlama töreni gerçekleştirildi.

Keşif gözetleme ve nişangah sistemi olarak kullanılan ve soğutmalı termal kamera, yüksek çözünürlüklü gündüz kamerası, lazer mesafe ölçer, dijital manyetik pusula ve GPS alt sistemlerini içeren entegre bir elektro-optik sensör sistemi olan Dragoneye, araç üstü ve sabit kullanım amacıyla olmak üzere iki farklı konfigürasyonda üretiliyor.

Tüm müşteriler tarafından en üst düzeyde takip edilen ve müşteriler tarafından beğeni toplayan sistemin seri üretimine 2019 yılı içerisinde başlandı. Kısa süre içerisinde beş yüz adetlik teslimat sayısına ulaşan sisteme yönelik siparişler artarak devam ediyor.

YÜCE TÜRK MİLLETİMİZİN BAĞIŞLARIYLA SAVUNMA SANAYİİMİZİ BUGÜN OLDUĞU GİBİ YARIN DA AZİM VE KARARLILIKLA DESTEKLEMEYE DEVAM EDECEĞİZ.

TSKGV BAĞIŞ HESAP NUMARALARI

TÜRKİYE İŞ BANKASI TL- TR84 0006 4000 0014 2380 8100 00 **SWIFT:** ISBKTRIS USD- TR85 0006 4000 0024 2383 9100 00 EURO- TR28 0006 4000 0024 2384 0800 00	**HALK BANKASI** TL - TR37 0001 2009 4520 0016 0019 87
	ZİRAAT KATILIM BANKASI A.Ş. TL - TR13 0020 9000 0005 7968 0000 01
TEB BANKASI TL - TR82 0003 2000 0000 0039 4667 75	**AKBANK** TL - TR59 0004 6008 3288 8000 0088 88
T.C. ZİRAAT BANKASI TL - TR07 0001 0017 4506 0317 4150 39	**VAKIF KATILIM BANKASI A.Ş.** TL - TR68 0021 0000 0001 9870 0000 01
GARANTİ BANKASI TL - TR71 0006 2000 1140 0006 2970 83	**ŞEKERBANK** TL - TR37 0005 9000 6013 0006 0076 22

Vakfın İnternet Sitesinden kredi kartı/nakit kart ile online olarak bağışta bulunabilirsiniz.

BAĞIŞLARINIZLA DAHA DA GÜÇLÜYÜZ

El Birliği ile Güç Birliğine

BAĞIŞ yaz 1987'ye gönder, Ordumuza Destek Ol.

aselsan TÜRKHAVACILIK UZAYSANAYİİ roketsan HAVELSAN İSBİR ASPİLSAN

asildernegi.org.tr

Yapacağınız bağışlar ile
geleceğe umut, hayata değer katıyoruz.

Bağış Hesap Numaralarımız
YAPI VE KREDİ BANKASI OSTİM ŞUBESİ

Şube Kodu: 602
Hesap No: 59468139
Para Cinsi: TL
Iban No: TR13 0006 7010 0000 0059 4681 39

Şube Kodu: 602
Hesap No: 59430336
Para Cinsi: USD
Iban No: TR60 0006 7010 0000 0059 4303 36

Şube Kodu: 602
Hesap No: 59451723
Para Cinsi: EUR
Iban No: TR52 0006 7010 0000 0059 4517 23

asil
Geleceğe Umut Hayata Değer
ASİSTAN SOSYAL İNOVASYON LİDERLERİ YARDIMLAŞMA DERNEĞİ