

Teknolojiyle Güçlenen Adımlar: Görme Engelliler İçin Akıllı Baston Sistemi

Görmek sadece gözlerle değil; yönünü bulabilmek ve kendini güvende hissedebilmekle anlam kazanır. Görme engelli bireyler için ise bu süreç çoğu zaman belirsizliklerle doludur. Geliştirilen akıllı baston sistemi, sensörler, sesli komutlar ve anlık veri işleme teknolojisiyle kullanıcıyı yönlendiren ve koruyan bir yapıya dönüşerek bağımsız hareketi daha güvenli ve erişilebilir hale getiriyor.

Walaa Almahalmi & Zeynep Alnajjar

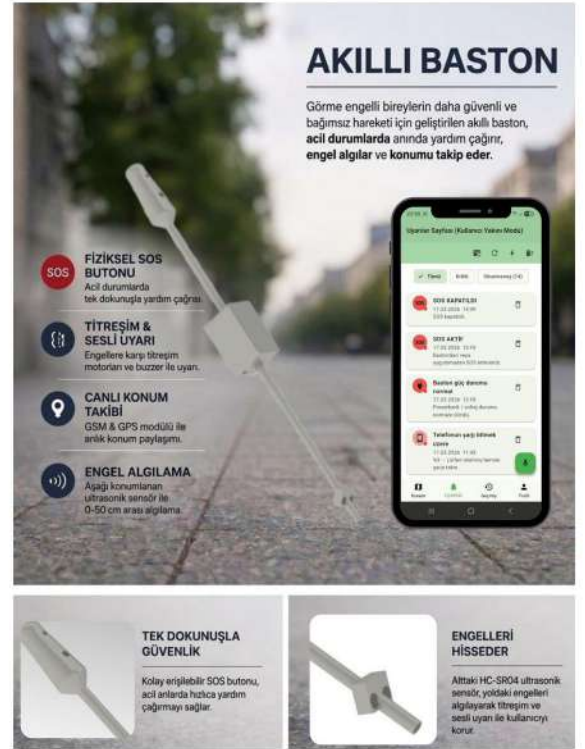
Görme engeli, bireyin çevresini görsel olarak algılayamaması ya da sınırlı düzeyde algılayabilmesi durumudur. Bu durum doğuştan olabileceği gibi sonradan da gelişebilen bir engel türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya genelinde milyonlarca insan, farklı derecelerde görme kaybı ile yaşamını sürdürmekte olup bu durum bireylerin çevreyle etkileşim biçimlerini doğrudan etkileyerek günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız hareket kabiliyetini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Özellikle hareketlilik (mobilité) ve yön bulma süreçlerinde yaşanan güçlükler, fiziksel çevrenin güvenli ve etkin kullanımını zorlaştırmaktadır.

Bu bağlamda, günlük yaşamda fiziksel engellerin zamanında fark edilememesi, çevresel koşulların öngörülememesi ve mekânsal yönelimde yaşanan belirsizlikler, görme engelli bireyler için hareket sürecini riskli ve karmaşık bir yapıya dönüştürmektedir. Buna ek olarak, acil durumlarda destek mekanizmalarına erişimde yaşanan gecikmeler, bireylerin güvenlik algısını zayıflatmakta ve çevreyle kurdukları etkileşimi sınırlamaktadır. Bu durum, **bağımsız hareket edebilme becerisini** yalnızca fiziksel bir gereklilik olmaktan çıkararak **bireyin özgüveni, toplumsal katılımı** ve **yaşam kalitesi**

ArelMED-I

üzerinde belirleyici bir unsur haline getirmektedir. Ancak mevcut koşullar, bu bağımsızlığı çoğu zaman sınırlı ve dış etkenlere bağımlı bir deneyime dönüştürmektedir. Dolayısıyla daha etkili, sürdürülebilir ve kullanıcı odaklı teknolojik çözümlerin geliştirilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir.

Literatürde yer alan **akıllı baston sistemleri** erişilebilirlik alanında önemli katkılar sunmakla birlikte; maliyet, ölçüm hassasiyeti ve kullanıcı deneyimi açısından geliştirilmeye açık yönler barındırmaktadır. Bu durum, yeni nesil sistemlerin daha



dengeli ve optimize edilmiş bir yaklaşımla tasarlanmasını gerekli kılmaktadır. Son yıllarda hızla gelişen sensör teknolojileri, mobil uygulamalar ve akıllı sistemler; çevreyi analiz edebilen, kullanıcıyı anlayabilen ve anlık geri bildirim üretebilen çözümler sunarak erişilebilirlik alanında önemli bir dönüşüm başlatmıştır.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen *Mobil Uygulama ve Donanım Entegrasyonlu Akıllı Baston Sistemi*, söz konusu ihtiyaca bütüncül bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır. Proje; *mobil uygulama, sesli komut desteği, navigasyon, canlı konum takibi, acil durum yönetimi ve donanımsal engel algılama* gibi bileşenleri tek bir yapı altında birleştirerek kullanıcıya hem fiziksel hem dijital ortamda eş zamanlı destek sağlamaktadır. Mevcut sistemlerden farklı olarak önerilen yapı; sensör verilerinin yazılım tabanlı filtreleme yöntemleriyle işlenmesi, mesafeye duyarlı kademeli geri bildirim mekanizması ve donanım-yazılım entegrasyonunu merkeze alan mimarisi ile daha kararlı ve kullanıcı dostu bir çözüm sunmaktadır.



komutlarla kontrol edebilmesini sağlayarak ekran bağımlılığını ortadan kaldırmaktadır. Bunun yanı sıra *sesli bakıcı modu* sayesinde kullanıcı yakınları da sistemi etkin şekilde takip edebilmekte ve işlemleri sesli olarak gerçekleştirebilmektedir. Bu yapı, kullanıcı ile yakın çevresi arasında çift yönlü bir iletişim kurarak sistemi yalnızca bireysel değil, sosyal bir destek platformuna dönüştürmektedir.

Projenin en dikkat çekici bileşenlerinden biri konum ve navigasyon altyapısıdır. Sistem, kullanıcının anlık konumunu harita üzerinde gösterebilmekte, mevcut adres bilgisini sesli olarak iletebilmekte ve hedef konuma yönelik yönlendirme yapabilmektedir. Kullanıcı, gitmek istediği konumu metin ya da sesli komut aracılığıyla belirleyebilmektedir. Türkçe dil uyumu ve telaffuz toleransı dikkate alınarak geliştirilen sistem, hatalı veya eksik ifadelerde dahi doğru sonuçlar üretebilecek şekilde optimize edilmiştir.

Sistemin yazılım tarafında geliştirilen mobil uygulama, Flutter altyapısı kullanılarak *Visual Studio Code* ortamında oluşturulmuştur. Uygulama, görme engelli bireylerin ihtiyaçları doğrultusunda çok modlu ve erişilebilirlik odaklı bir yapıda tasarlanmıştır. Uygulama açıldığında kullanıcıya sesli olarak kullanım tercihi sunulmakta ve sistem bu tercihe göre farklı modlarda çalışabilmektedir. Görsel takip modu, kullanıcı yakınları ve bakıcılar için geliştirilmiş olup kullanıcının konumunun izlenmesine olanak tanımaktadır.

Sesli kullanıcı modu, görme engelli bireylerin uygulamayı tamamen sesli

Hedef konum belirlendiğinde sistem yürüyüş rotası oluşturmakta ve kullanıcıya adım adım sesli yönlendirme sunmaktadır. Bu sayede uygulama, pasif bir harita aracından ziyade aktif bir yön bulma asistanı işlevi görmektedir.

Navigasyon sistemini destekleyen sesli menü yapısı sayesinde kullanıcı; *konum öğrenme, batarya sorgulama, mesaj okuma, kişi arama, SMS gönderme ve SOS tetikleme* gibi işlemleri yalnızca sesiyle gerçekleştirebilmektedir. Sistem, birden fazla seçenek durumunda kullanıcıya alternatifler sunarak karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır.

Güvenlik açısından kritik bir bileşen olan *SOS ve uyarı yönetim sistemi*, olası risk durumlarında hızlı müdahale imkânı sunmaktadır. Kullanıcı, mobil uygulama veya baston üzerindeki fiziksel buton aracılığıyla acil durum çağrısı başlatabilmektedir. SOS tetiklendiğinde sistem sesli ve titreşimli geri bildirim

vermekte ve acil durum kişilerine bildirim göndermektedir.

Donanım tarafında sistemin temelini akıllı baston yapısı oluşturmaktadır. Ana kontrol birimi olarak **Raspberry Pi 5** kullanılmıştır. Bastonun alt kısmına yerleştirilen **ultrasonik sensörler**, çevredeki engelleri algılayarak mesafeye bağlı geri bildirim üretmektedir. Bu geri bildirimler; yakın mesafede yoğun uyarı, orta mesafede kademeli uyarı ve uzak mesafede düşük seviyeli uyarı şeklinde tasarlanmıştır.

Konum verisi **SIM808** modülü aracılığıyla sağlanmakta ve **Firestore** altyapısı üzerinden mobil uygulamaya aktarılmaktadır. Bu sayede kullanıcıların anlık konumu izlenebilmekte ve özellikle acil durumlarda hızlı müdahale imkânı sağlanmaktadır.

Bu yaklaşım, klasik “**engel var/yok**” mantığının ötesine geçerek kullanıcıya mesafe farkındalığı kazandıran daha sezgisel bir deneyim sunmaktadır. Ayrıca titreşim motorları ve sesli uyarı bileşenleri bastonun tutma kısmına yerleştirilerek geri bildirim doğrudan hissedilmesi sağlanmıştır.

Sonuç olarak, geliştirilen sistem yalnızca bir yardımcı cihaz olmanın ötesine geçerek algılayan, analiz eden ve tepki veren bütünleşik bir destek mekanizmasına dönüşmektedir. Kullanıcının konumu, çevresel riskleri ve iletişim ihtiyaçları tek bir platformda birleştirilerek daha güvenli ve bağımsız bir yaşam deneyimi sunulmaktadır.

Bu çalışma, görme engelli bireylerin toplumsal yaşama daha aktif katılımını destekleyen, erişilebilirlik alanında yenilikçi ve dönüştürücü bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

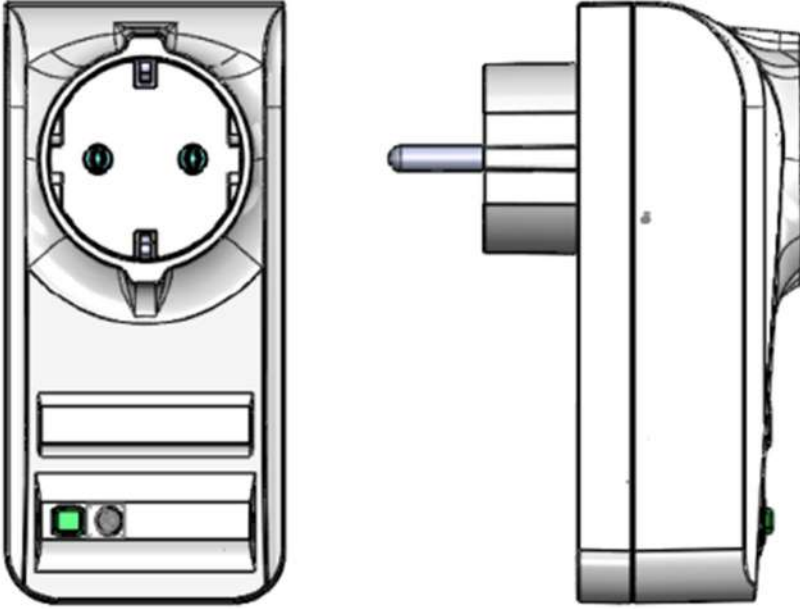


Matter Protokolü Uyumlu Kablosuz Akıllı Ev Ekosistemi:

Türkiye'den Yenilikçi Bir Yaklaşım

Türkiye'de akıllı ev teknolojileri alanında önemli bir adım atılıyor. Matter protokolüne uyumlu olarak geliştirilen yerli akıllı anahtar, priz ve sensör ekosistemi, hem birlikte çalışabilirlik sorununa çözüm sunuyor hem de bazı yenilikçi özellikleriyle dünya çapında ilk olma iddiası taşıyor.

Dr. Öğr. Üyesi Ünal KÜÇÜK



Akıllı ev teknolojileri, son yıllarda hızla gelişerek günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu sistemlerin temelinde, cihazlar arası iletişimi sağlayan **kablosuz haberleşme teknolojileri** yer almaktadır. Günümüzde **akıllı ev uygulamalarının** büyük bir bölümü kablosuz iletişim altyapıları üzerine kuruludur. Her ne kadar geniş alan ağları (**WAN**) ve doğrudan internet bağlantısı sunan çözümler gelecekte önemli bir alternatif olarak görülse de, operatör maliyetleri bu teknolojilerin yaygınlaşmasının önünde önemli bir engel teşkil etmektedir.

Piyasada faaliyet gösteren birçok firma, kendi ürün portföylerine özel kablosuz çözümler geliştirmektedir. Ancak bu çözümler genellikle kapalı ekosistemler oluşturmakta ve farklı markalara ait cihazların birlikte çalışabilirliğini sınırlamaktadır. Bu durum, son kullanıcılar açısından birden fazla uygulama ve **ağ geçidi (gateway)** kullanma zorunluluğu doğurarak kullanıcı deneyimini **olumsuz etkilemektedir**. Bu probleme çözüm üretmek amacıyla son yıllarda birlikte çalışabilirlik (**interoperability**) odaklı standartlaşma çalışmaları hız kazanmıştır.

Bu kapsamda en dikkat çekici girişimlerden biri, **Connectivity Standards Alliance (CSA)** tarafından geliştirilen **Matter** protokolüdür. Google, Apple, Amazon, Samsung SmartThings, Huawei ve Tuya gibi küresel teknoloji devlerinin yanı sıra, Espressif, Infineon, NXP, STMicroelectronics, Texas Instruments ve ARM gibi yarı iletken üreticileri tarafından da desteklenen **Matter**, akıllı ev cihazları arasında evrensel bir iletişim standardı sunmayı hedeflemektedir. Bu sayede farklı üreticilere ait cihazların tek bir platform üzerinden sorunsuz şekilde çalışabilmesi mümkün hale gelmektedir.

Bu makalede ele alınan proje, *İstanbul Arel Üniversitesi yürütücülüğünde ve Mutlusan Elektrik A.Ş. iş birliğiyle*, TÜBİTAK 1505 Sanayi-Üniversite İşbirliği Programı kapsamında gerçekleştirilmektedir. Projenin temel amacı, *Matter* protokolüne uyumlu kablosuz akıllı anahtarlar, prizler ve sensörlerden oluşan bütünleşik bir ekosistem geliştirmektir. Türkiye’de bu alanda geliştirilen ilk ürün grubu olma özelliği taşıyan proje, aynı zamanda küresel standartlara uyum sayesinde yüksek ihracat potansiyeline de sahiptir.

Toplam 1 yürütücü, 4 öğretim üyesi ve 8 bursiyerden oluşan proje ekibi tarafından yürütülen çalışmanın toplam bütçesi ek ödemeler dahil 1.900.000 TL olup, finansmanın %60’ı TÜBİTAK, %40’i ise *sanayi ortağı* tarafından karşılanmaktadır.



Proje kapsamında geliştirilecek ürünler arasında *sıva altı ve sıva üstü akıllı prizler*, tekli ve ikili akıllı anahtarlar, varlık algılayıcı sensörler ve *Matter-BLE* ağ geçidi yer almaktadır. Bu ürünlerin önemli bir kısmı yalnızca Türkiye’de değil, dünya genelinde de ilk olma özelliği taşımaktadır. Özellikle nötr hattı gerektirmeyen akıllı anahtar tasarımı, mevcut elektrik altyapısına müdahale gerektirmeden kolay montaj imkânı sunarak önemli bir yenilik ortaya koymaktadır. Bu ürün için patent başvuru süreci devam etmektedir.

Bunun yanı sıra, enerji ölçüm özelliğine sahip *Matter uyumlu anahtarlar*, çift kanal destekli akıllı anahtar çözümleri ve sıva altı form faktöründe geliştirilen akıllı prizler, mevcut pazarda bulunmayan yenilikçi ürünler arasında yer almaktadır. Geliştirilen *akıllı prizlerin anlık enerji tüketimini ölçebilmesi* ve kullanıcıya sunabilmesi, enerji verimliliği açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Projede geliştirilen bir diğer dikkat çekici bileşen ise *termal kamera tabanlı varlık algılayıcı* sensördür. Bu sensör, yalnızca hareket algılamakla sınırlı kalmayıp, ortamda bulunan kişi sayısını belirleyebilmekte ve anomali tespiti gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca, *hareketsiz durumdaki bireyleri de algılayabilmesi* sayesinde mevcut sistemlere kıyasla önemli bir teknolojik üstünlük sunmaktadır.

Somuç olarak bu proje, akıllı ev teknolojilerinde birlikte çalışabilirlik, *enerji verimliliği ve kullanıcı dostu kurulum* gibi kritik alanlarda önemli yenilikler sunmaktadır. Matter protokolü ile uyumlu olarak geliştirilen bu ürün ekosistemi, hem ulusal hem de uluslararası pazarda rekabet gücü yüksek çözümler ortaya koyarak Türkiye’nin bu alandaki teknolojik yetkinliğine önemli katkılar sağlamayı hedeflemektedir.



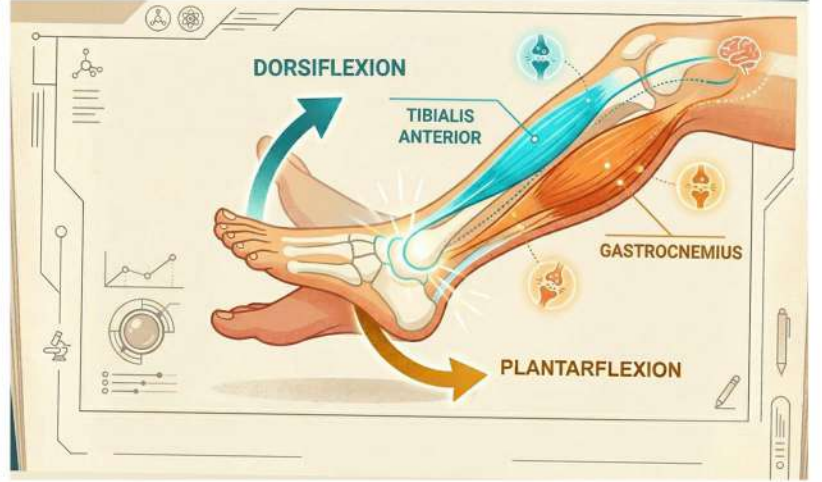
Beyin Sinyallerinden Hareket Kontrolüne: *EEG Tabanlı Aktif Ayak Bileği Ortezi*

Düşünceyle kontrol edilen EEG tabanlı aktif ortez sistemi, felç ve nörolojik hastalıklara bağlı “ayak düşüklüğü” sorununda yeni bir dönemin kapısını aralıyor. Beyin sinyallerini gerçek zamanlı olarak hareket komutuna dönüştüren sistem, nörorehabilitasyonda pasif destekten aktif iyileşmeye geçişi mümkün kılıyor.

Beyza Serdar ve Buse Ayşe Gül Yılmaz

Yürümek, çoğu zaman farkında olmadan gerçekleştirdiğimiz temel bir hareket olsa da aslında beynin, sinir sisteminin ve kasların yüksek düzeyde koordinasyonunu gerektiren karmaşık bir süreçtir. Ancak inme, **Multipl Skleroz (MS)** ya da **periferik sinir hasarları** gibi nörolojik rahatsızlıklar sonrasında bu koordinasyon ciddi biçimde bozulabilmekte, özellikle **“ayak düşüklüğü”** (foot drop) olarak adlandırılan durum bireylerin ayak bileğini yukarı kaldırmasını engelleyerek hem yürüyüşü zorlaştırmakta hem de düşme riskini önemli ölçüde artırmaktadır. Günümüzde bu soruna yönelik geliştirilen çözümlerin büyük bir kısmı, ayağı sabit bir pozisyonda tutarak yürümeyi kolaylaştıran pasif ortezlerden oluşmaktadır. Her ne kadar bu sistemler mekanik destek sağlasa da kas aktivasyonunu ve bilişsel kontrolü desteklememeleri nedeniyle rehabilitasyon sürecine sınırlı katkı sunmakta ve uzun vadede kas tembelliğine yol açabilmektedir.

Bu noktada geliştirilen **EEG** tabanlı aktif ayak bileği-ayak ortezi sistemi, nörorehabilitasyon alanında önemli bir paradigma değişimi ortaya koymaktadır. Sistem, hareketin kas gücüyle değil, doğrudan zihinsel komutlarla başlatılmasını temel almaktadır. Kullanıcı ayağını kaldırmayı hayal ettiğinde, motor kortekste oluşan elektriksel sinyaller **EEG** cihazı aracılığıyla gerçek zamanlı olarak algılan-



ArelMED-I
Medikal, Yazılım, Yapay Zeka Uygulama ve Araştırma Merkezi

www.arelmed-i.com.tr

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ ADINA İMTİYAZ SAHİBİ
Özgür GÖZÜKARA

GENEL YAYIN YÖNETMENİ
Öğr. Gör. Aykut AYKANAT

YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
Arş. Gör. Gürkan ŞEN

TASARIMCI
Yunus Emre USTAOĞLU

Doç. Dr. Hamid ASADI
Dr. Öğr. Üyesi Ünal KÜÇÜK
Uzman Yard. Büsra ÇELİK
Walaa ALMAHALMI
Zeynep ALNAJJAR
Beyza SERDAR
Buse Ayşe Gül YILMAZ
Neziha CILLI
Esra DUMAN
Mina COLAK
Sirina MIRZA

Kemal Gözükara Yerleşkesi

Türköba Mahallesi, Erguvan Sok. No:26/K34537 Tepekent - Büyükçekmece/İst

Sefaköy Yerleşkesi

Kemalpaşa Mahallesi, Halkalı Caddesi No:101 34295 Sefaköy-Küçükçekmece/İst

Cevizlibağ Yerleşkesi

Merkez Efendi Mah, Eski Londra Asfaltı Cd. No 1/3, 34010 Cevizlibağ-Zeytinburnu/İst.

Türkiye, basın ilkelere uymaya söz vermiştir.
Haber, fotoğraf kaynak gösterilerek kullanılabilir.
areledu | (0850) 850 2735 | AREL MEDYA



günlük yaşam içerisinde de etkin bir şekilde kullanılmasını mümkün kılarken kullanıcı uyumunu da artırmaktadır. Bu yaklaşımın temel amacı, bireyi cihaza bağımlı hale getirmek değil; aksine *beyin ve kas koordinasyonunu yeniden eğiterek hareket özgürlüğünü geri kazandırmaktır.*

algılanmakta ve özel algoritmalar yardımıyla analiz edilmektedir. Kullanıcının odaklanma düzeyi belirli bir eşik değerine çıktığında, bu zihinsel komut dijital bir sinyale dönüştürülerek lineer aktüatörü tetiklemekte ve ayak bileğinde dorsifleksiyon ile plantarflexiyon hareketleri senkronize bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu kapalı döngü kontrol mekanizması, yalnızca hareketi gerçekleştirmekle kalmayıp aynı zamanda beynin kas kontrolünü yeniden öğrenmesini destekleyerek nöroplastisite sürecine aktif katkı sağlamaktadır.

Geliştirilen sistemin yapısal tasarımı da en az teknolojik altyapısı kadar inovatif bir yaklaşım sergilemektedir. *Polilaktik Asit (PLA)* malzemesi, biyoyumlu doğasıyla vücutla mükemmel bir uyum sergilerken, 3D yazıcı teknolojisi sayesinde kişiye özel, hafif ve dayanıklı bir ergonomi sunmaktadır. Sistemin dikkat çekici bir diğer özelliği ise hibrit kullanım yaklaşımıdır. Sistem, yalnızca aktif bir nöro-rehabilitasyon aracı olarak değil, aynı zamanda gerektiğinde pasif bir ortez olarak da işlev görebilmektedir. EEG ve aktüatör bileşenlerinin devre dışı bırakılması durumunda dahi mekanik bütünlüğünü koruyan yapı, kullanıcıya kesintisiz destek sunmaya devam etmektedir. Bu özellik, cihazın yalnızca klinik ortamlarda değil,



Sonuç olarak, düşüncüyü doğrudan harekete dönüştüren bu yenilikçi sistem, nöro-rehabilitasyon alanında klasik yaklaşımların ötesine geçerek daha aktif, daha katılımcı ve daha etkili bir tedavi süreci sunmaktadır. Teknolojinin yalnızca destekleyici değil, aynı zamanda eğitici ve dönüştürücü bir rol üstlendiği bu yaklaşım, gelecekte nörolojik rehabilitasyon süreçlerinin daha erişilebilir, daha kişiselleştirilmiş ve daha başarılı hale gelmesine önemli katkılar sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

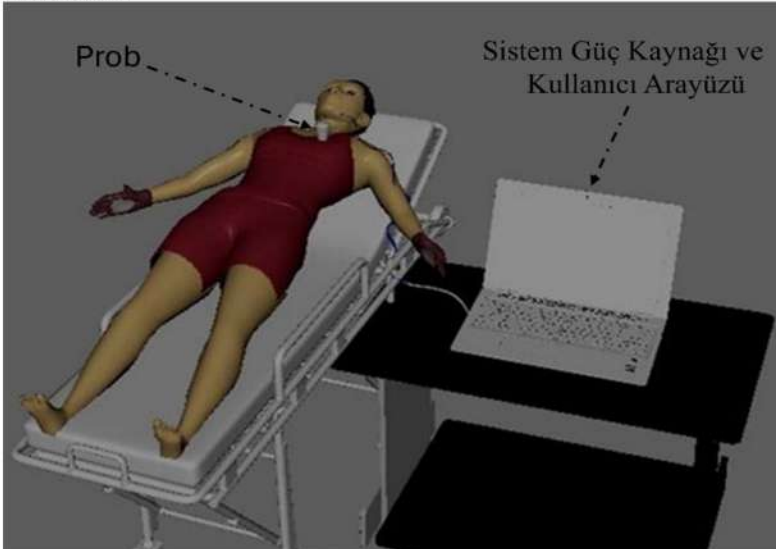
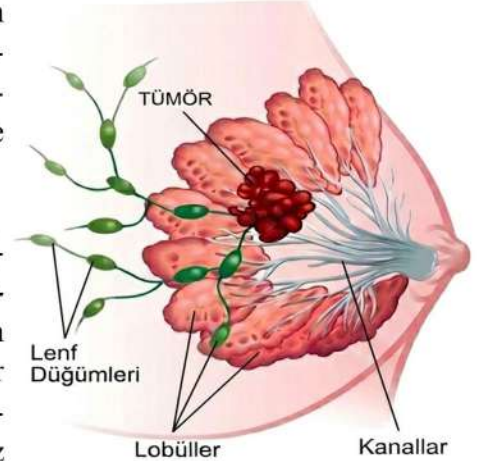
Meme Kanseri Taramasında *Yenilikçi Dokunsal Yaklaşım*

HaptiMED, indüktif sensör tabanlı dokunsal prob teknolojisiyle meme kanseri taramalarında erken teşhisi destekleyen yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. Taşınabilir, düşük maliyetli ve radyasyonsuz yapısıyla hem klinik ön taramalarda hem de bireysel kullanımlarda erişilebilir ve güvenli bir kullanım imkânı sağlamayı hedeflemektedir.

Neziha Çilli

Meme kanseri, meme dokusundaki hücrelerin *kontROLSÜZ ve anormal çoğalması* sonucu tümör oluşumu ile karakterize edilen ve ilerleyen süreçte çevre dokulara yayılabilen ciddi bir hastalıktır. Dünya genelinde kadınlarda en sık görülen kanser türlerinden biri olan *meme kanseri*, halk sağlığı açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Amerikan Kanser Derneği'nin 2025 yılı verilerine göre, Amerika Birleşik Devletleri'nde meme kanserine bağlı yaklaşık 42.680 ölüm beklenmektedir. Bu vakaların büyük çoğunluğu kadınlarda görülmekte olup, erkeklerde de nadir olmakla birlikte risk mevcuttur. Erken evrede tespit edilen vakalarda sağkalım oranlarının yüksek olması, erken tanının hayati önemini açıkça ortaya koymaktadır. Buna karşın geç tanı durumunda hem tedavi başarısı düşmekte hem de maliyet ve riskler önemli ölçüde artmaktadır.

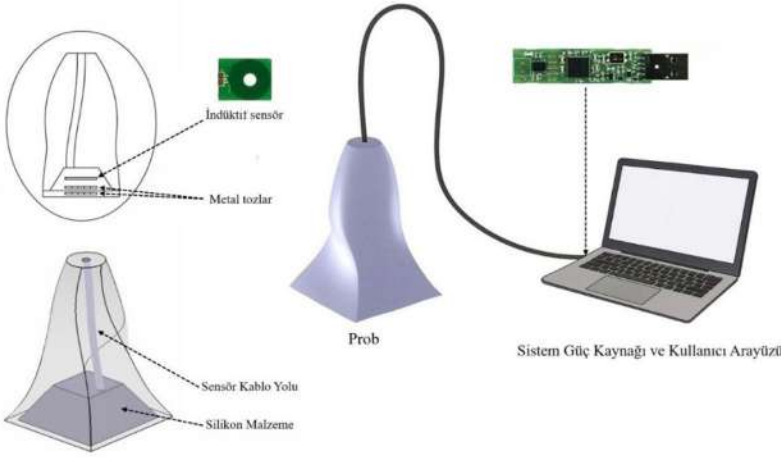
Erken teşhisin kritik önemi göz önüne alındığında, mevcut tanı yöntemlerinin etkinliği ve erişilebilirliği büyük önem taşımaktadır. Günümüzde *palpasyon (elle muayene)*, *mamografi* ve *ultrasonografi* gibi yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin her biri çeşitli sınırlılıklar içermektedir. Palpasyon yöntemi uygulayıcıya bağlı olması nedeniyle subjektif sonuçlar doğurabilmekte ve derin dokulardaki kitlelerin tespitinde yetersiz kalabilmektedir. *Mamografi* ise radyasyon içermesi nedeniyle bazı riskler barındırırken, her durumda yüksek hassasiyet sağlayamayabilmektedir. *Ultrasonografi* gibi görüntüleme yöntemleri ise yüksek maliyetli ve sabit cihazlara bağımlı olması nedeniyle sahada kullanım açısından sınırlılıklar taşımaktadır. Bu durum, daha taşınabilir, düşük maliyetli ve kullanıcı bağımlılığını azaltan alternatif teknolojilere olan ihtiyacı artırmaktadır.



İnsan dokunma duygusu, çevreden gelen mekanik uyarıların algılanmasını sağlayan en gelişmiş biyolojik sistemlerden biridir. Deri yüzeyinde bulunan milyonlarca mekanoreseptör; temas, basınç ve titreşim gibi uyarıları algılayarak merkezi sinir sistemine iletmektedir. Parmak uçları, bu reseptörlerin en yoğun bulunduğu bölgelerden biri olup yüksek hassasiyetli algılama kapasitesine sahiptir. Bu nedenle insan, en küçük yüzey farklılıklarını dahi hissedebilirken, vücudun farklı bölgelerinde bu hassasiyet önemli ölçüde azalabilmektedir. Bu biyolojik mekanizma, mühendislik sistemlerine ilham kaynağı olarak dokunsal algılama temelli yeni teknolojilerin geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır.

HaptiMED: Dokunma Duyusundan İlham Alan Yenilikçi Sistem

Literatürde meme kanseri taraması ve yumuşak doku sertliği ölçümüne yönelik *optik, manyetik, piezoelektrik ve piezorezistif* tabanlı çeşitli sensör sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler yüksek hassasiyet sunmalarına rağmen genellikle karmaşık yapıları, yüksek maliyetleri ve sınırlı taşınabilirlikleri nedeniyle pratik kullanımda bazı dezavantajlar içermektedir. Bu sorunlara alternatif olarak, manyetik alan değişimlerini algılayabilen indüktif sensör tabanlı bir dokunsal prob sistemi geliştirilmiştir.



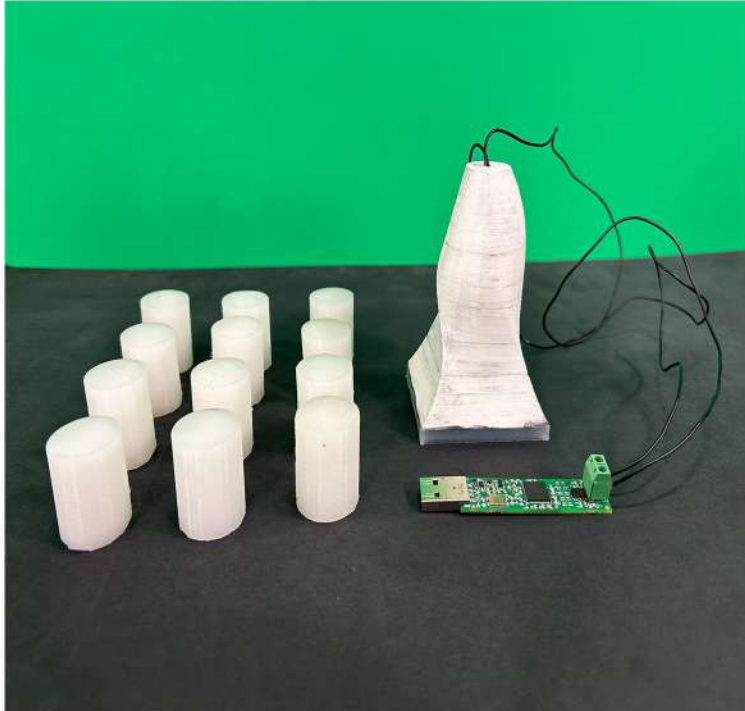
İndüktif sensörler, manyetik alan içerisine giren metal cisimlerin alan çizgilerinde oluşturduğu değişimleri algılayarak prensibiyle çalışmaktadır. Bu prensip sayesinde sistem, *temassız ve hassas ölçüm* imkânı sunarak yüzey altı yapıların belirlenmesinde etkili bir çözüm sağlamaktadır. Geliştirilen *prob yapısında kullanılan indüktif sensör*, insan dokusuna benzer mekanik özellikler gösteren silikon bir yapı içerisine yerleştirilmiştir. Bu silikon yapı hem biyouyumlu özellik göstermekte hem de sensör ile doku arasındaki etkileşimi artırarak daha gerçekçi bir algılama ortamı oluşturmaktadır. Ayrıca silikon içerisine eklenen metal tozlar sayesinde sensör hassasiyeti artırılmış ve ölçüm performansı iyileştirilmiştir.

Proje kapsamında *yalnızca teorik tasarım değil*, aynı zamanda fiziksel prototip üretimi de gerçekleştirilmiştir. *3D yazıcı teknolojisi* kullanılarak geliştirilen prob, ergonomik tasarım prensiplerine uygun şekilde optimize edilmiş ve kullanıcıya rahat bir tutuş imkânı sunacak şekilde şekillendirilmiştir. Taşınabilirliği artırmak amacıyla cihazın boyutları da minimize edilmiştir.

Bu yenilikçi yaklaşım, mevcut yöntemlere kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır. Sistem radyasyon içermemesi nedeniyle güvenli bir kullanım sağlarken, düşük maliyetli ve kompakt yapısı sayesinde geniş kitleler tarafından erişilebilir olma potansiyeline sahiptir. Ayrıca kullanıcı bağımlı hataları azaltarak daha objektif ve tekrarlanabilir ölçümler elde edilmesine olanak tanımaktadır.

HaptiMED, yalnızca teknolojik bir cihaz olmanın ötesinde, sağlık alanında toplumsal bir etki yaratmayı hedeflemektedir. Erken teşhis oranlarının artırılması, hastaların tedaviye daha erken başlamasını sağlayarak yaşam süresi ve kalitesini doğrudan etkileyebilecek kritik bir avantaj sunmaktadır. Bununla birlikte taşınabilir yapısı sayesinde sağlık hizmetlerine erişimin sınırlı olduğu bölgelerde de ön tarama aracı olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir.

Sonuç olarak geliştirilen *indüktif sensör* tabanlı dokunsal prob sistemi; taşınabilir, düşük maliyetli ve radyasyonsuz yapısıyla mevcut tanı yöntemlerine tamamlayıcı bir alternatif sunmaktadır. Sistemin hem klinik ortamlarda sağlık profesyonelleri tarafından hem de belirli koşullarda bireysel kullanım için değerlendirilebilmesi hedeflenmektedir.



Bu doğrultuda HaptiMED, sağlık personeline daha objektif bir karar destek mekanizması sunmayı, tıbbi cihazlarda dışa bağımlılığı azaltmayı ve en önemlisi meme kanserinde erken teşhis oranlarını artırarak toplumsal sağlık çıktılarının iyileştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

EEG Tabanlı Akıllı Dirsek Ortezi: Düşünce Gücüyle Hareket Mümkün mü?

Düşünce gücüyle hareket artık mümkün hale geliyor. EEG tabanlı akıllı dirsek ortezi projesi, beyin sinyallerini analiz ederek fiziksel hareketin zihinsel komutlarla kontrol edilmesini sağlıyor; bu yenilikçi yaklaşım, hareket kabiliyetini kaybetmiş bireyler için umut verici bir çözüm sunarken, insan-makine etkileşiminde yeni bir dönemin kapılarını aralıyor.

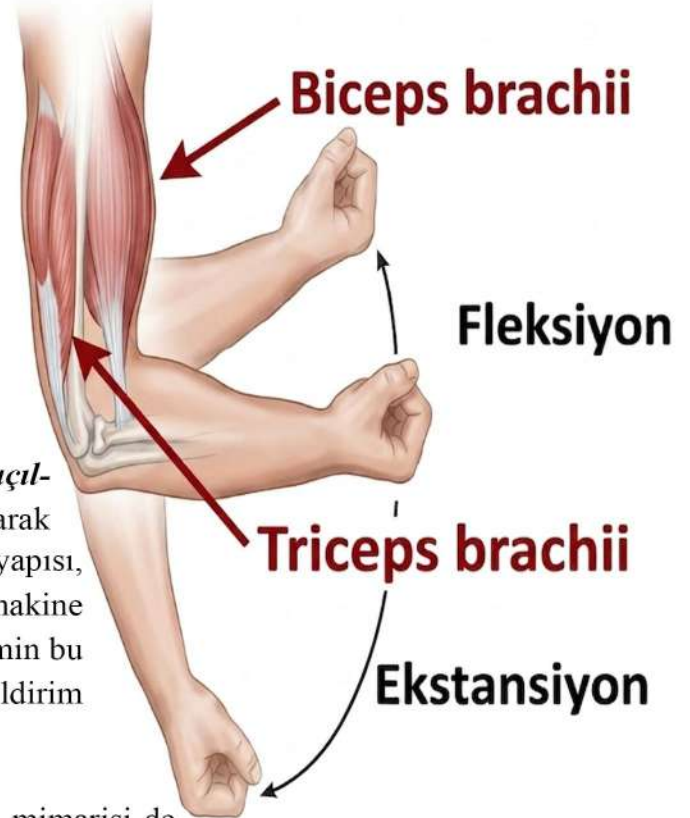
Esra Duman

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, insan hayatını kolaylaştıran çözümler artık yalnızca konfor odaklı değil, bireylerin fiziksel sınırlarını aşmalarını sağlayan birer güç kaynağı haline gelmiştir. Özellikle hareket kabiliyetini kaybetmiş bireyler için geliştirilen sistemler, bağımsız bir yaşamın yeniden kazanılmasında kritik bir rol üstlenmektedir. Bu noktada **Beyin-Bilgisayar Arayüzü (BCI)** teknolojisi, yalnızca düşünce gücüyle cihazların kontrol edilebilmesini mümkün kılan yenilikçi yapısıyla öne çıkmaktadır.

Sistemin operasyonel temelini, kullanıcıdan alınan ham **EEG verilerinin** gelişmiş sinyal işleme teknikleriyle analiz edilmesi oluşturmaktadır. Toplanan beyin sinyalleri, önceden eğitilmiş bir **Makine Öğrenmesi** modeli tarafından işlenerek kullanıcının zihinsel niyetine dair örüntülerle eşleştirilir. Bu değerlendirme sonucunda üretilen dijital komutlar, yüksek hassasiyetli bir mikrodenetleyici aracılığıyla servo motor sistemine aktarılır. Böylece, **dirsek ortezinin fleksiyon (bükülme) ve ekstansiyon (açılma)** hareketleri milisaniyeler içinde, gerçek zamanlı olarak fiziksel bir eyleme dönüşür. Sistemin bu kapalı döngü yapısı, kullanıcıya eş zamanlı bir geri bildirim sağlayarak zihin-makine uyumunu en üst seviyeye taşır. bir eyleme dönüşür. Sistemin bu kapalı döngü yapısı, kullanıcıya eş zamanlı bir geri bildirim sağlayarak zihin-makine uyumunu en üst seviyeye taşır.

Bu yenilikçi çözümün arkasında kapsamlı bir donanım mimarisi de yer almaktadır. Dirsek ortezinin mekanik tasarımı, kullanıcı ergonomisi odak noktasına alınarak tamamen ekip bünyesinde optimize edilmiştir. Tasarlanan modelin 3D yazıcı teknolojisiyle üretilmesi, hem üretim maliyetini minimize etmiş hem de prototipleme sürecinde hızlı iyileştirmeler yapılmasına imkân tanımıştır. Bu sayede, kişiye özel adaptasyon yeteneği yüksek, hafif ve dayanıklı bir yapı elde edilmiştir.

Günlük hayatta çoğu insan için oldukça basit olan bir dirsek hareketi; felç, kas hastalıkları veya sinir sistemi rahatsızlıkları yaşayan bireyler için aşılması gereken büyük bir engelle dönüşebilmektedir. Temel hareket yetisinin yeniden kazanılması, hem fiziksel hem de psikolojik açıdan hayati bir önem taşımaktadır. Bu projede geliştirilen **EEG tabanlı akıllı dirsek ortezi**, tam da bu ihtiyaca yüksek teknoloji bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır.





Sistemin sunduğu en dikkat çekici avantajlardan biri de aktif kontrolün yanı sıra, günlük hayatta ihtiyaç duyulduğunda *pasif ortez* olarak da görev yapabilmektedir. Bu mod sayesinde kullanıcı, herhangi bir zihinsel çaba harcamadan eklemi belirli bir açıda sabit tutabilir veya *yerçekimine karşı fiziksel destek alabilir*. Bu esneklik, örneğin bir nesneyi taşıırken veya kolu dinlendirirken sisteme uyum sağlamayı kolaylaştırarak *yaşam kalitesini artırmaktadır*.

Sistemin kullanıcıya sunduğu bu zihinsel kontrol yetisi, yalnızca fiziksel bir destek sağlamakla kalmayıp bireyin özgüvenini ve motivasyonunu da doğrudan yükseltmektedir. Rehabilitasyon sürecinde bireyin *pasif bir hasta değil*, kendi hareketlerini yöneten aktif bir özne olarak yer alması, tedaviye olan psikolojik bağlılığı güçlendirerek sürecin çok daha *verimli* ilerlemesine olanak tanımaktadır.

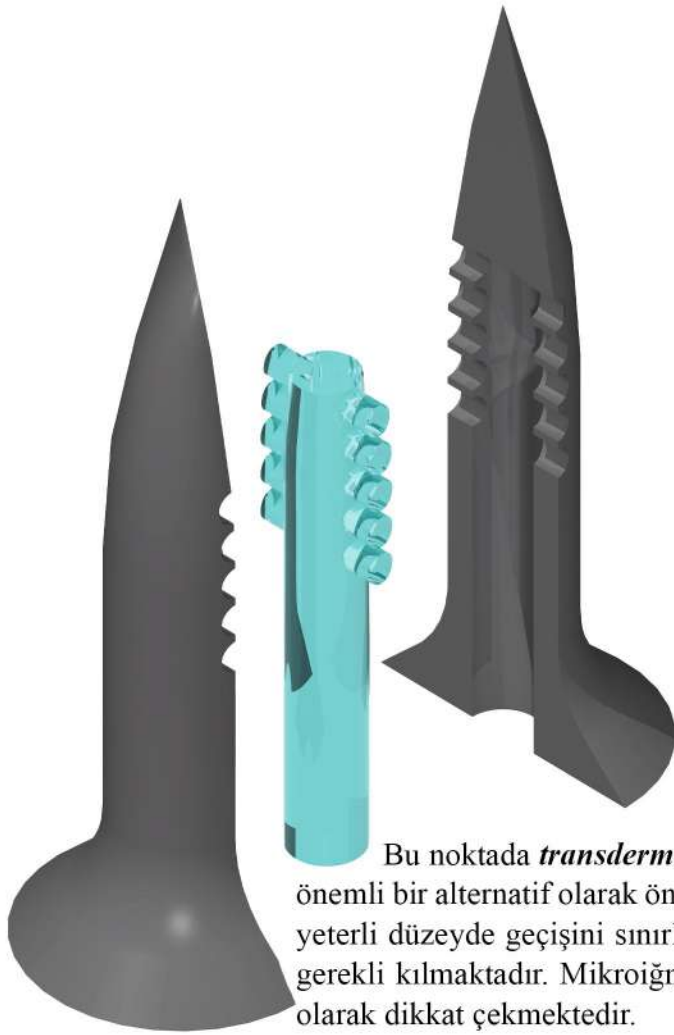


Gelecekte bu teknolojinin daha hassas sinyal işleme teknikleri ve *mobil uygulama entegrasyonlarıyla* geliştirilmesi, sistemin farklı eklemlere ve çok daha karmaşık hareket sistemlerine uyarlanmasının önünü açacaktır. *EEG tabanlı akıllı dirsek ortezi*, mühendislik ve insan odaklı yaklaşımın başarılı bir sentezi olarak engelli bireylerin yaşam standartlarını yükseltme yolunda atılmış dev bir adımdır.

Ağrısız Geleceğe Doğru: Mikroığne Teknolojisi ile İlaç İletiminde Yeni Dönem

Geleneksel enjeksiyon yöntemlerine alternatif olarak geliştirilen çok lümenli mikroığne teknolojisi, ilaç iletiminde daha konforlu ve kontrollü bir yaklaşım sunuyor. Farklı lümen çaplarının karşılaştırmalı analiziyle geliştirilen sistem, hem akışkan kontrolünü hem de mekanik dayanımı artırarak kişiselleştirilmiş tedavi uygulamalarına yeni bir kapı aralıyor.

Mina Çolak

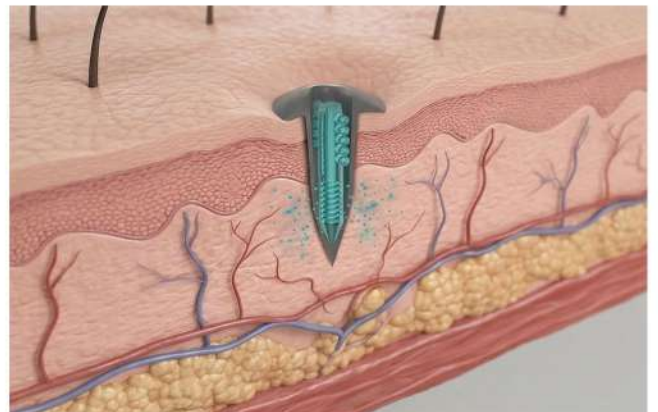


Bu noktada **transdermal ilaç iletim sistemleri**, invazivliği azaltan yapıları sayesinde önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Ancak cildin **doğal bariyer yapısı**, birçok ilacın yeterli düzeyde geçişini sınırlandırmakta ve bu durum daha gelişmiş teknolojik çözümleri gerekli kılmaktadır. Mikroığne teknolojileri bu ihtiyaca yanıt veren yenilikçi bir yaklaşım olarak dikkat çekmektedir.

Mikroığneler, mikro ölçekli yapıları sayesinde cilt yüzeyini minimal **invaziv** şekilde geçerek ilacın doğrudan hedef dokuya ulaşmasını mümkün kılmaktadır. Bu özellik, hem ağrısız uygulama imkânı sunmakta hem de ilaç etkinliğini artırmaktadır. **Mikro-elektro-mekanik sistemlerin (MEMS)** gelişimiyle birlikte mikroığne teknolojileri, son yıllarda **aşı uygulamaları, kozmetik ürünler ve kronik hastalıkların** yönetimi gibi geniş bir kullanım alanına ulaşmıştır.

Günümüz tıp ve mühendislik alanındaki gelişmeler, hastalıkların yalnızca tedavi edilmesini değil, aynı zamanda tedavi süreçlerinin daha güvenli, konforlu ve erişilebilir hale getirilmesini de ön plana çıkarmaktadır. Bu dönüşüm özellikle ilaç iletim teknolojilerinde yeni nesil çözümlerin geliştirilmesini hızlandırmaktadır. Bu bağlamda, hasta deneyimini iyileştiren ve geleneksel yöntemlerin sınırlılıklarını ortadan kaldırmayı hedefleyen yenilikçi yaklaşımlar giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

İlaç iletim yöntemleri, hasta deneyimi üzerinde doğrudan etkili olması nedeniyle **biyomedikal mühendisliğinin** en önemli araştırma alanlarından biri haline gelmiştir. Geleneksel enjeksiyon yöntemleri uzun yıllardır yaygın olarak kullanılmasına rağmen, uygulama sırasında ortaya çıkan **ağrı, enfeksiyon riski, iğne korkusu ve sağlık personeline bağımlılık** gibi dezavantajlar alternatif yöntemlere olan ihtiyacı artırmaktadır.



Literatürde farklı *mikroiğne geometrileri yer almakta olup konik yapılar*, daha dengeli gerilme dağılımı sağlamları nedeniyle öne çıkmaktadır. Bununla birlikte malzeme seçimi de sistem performansını belirleyen önemli bir faktördür. *Polimer tabanlı yapılar* biyouyumluluk açısından avantaj sağlarken, mekanik dayanım açısından sınırlı kalabilmektedir. Buna karşılık *silisyum karbür (SiC)* gibi ileri mühendislik malzemeleri yüksek dayanım ve uzun süreli kararlılık sunmaktadır.

Mevcut mikroiğne sistemlerinde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri *lümenli yapılarda* akışkan davranışının tam olarak kontrol edilememesidir. Mikro ölçekte *laminer* akışın baskın olması ve basınç kayıplarının artması, sistem performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca literatürde genellikle sınırlı sayıda lümen içeren tasarımlar kullanılması, akışkanın homojen dağılımını zorlaştırmaktadır.

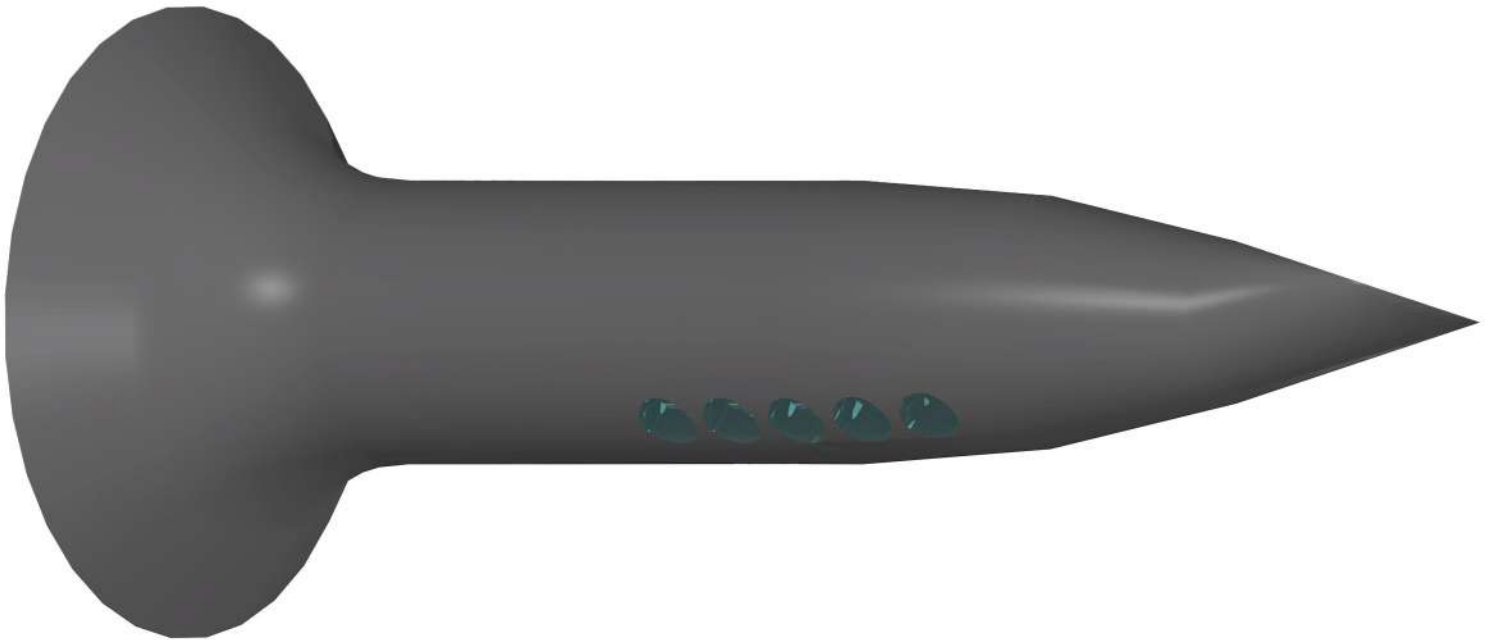
Bu çalışmada, bu sınırlılıkları azaltmak amacıyla *silisyum karbür (SiC)* malzeme kullanılarak çok lümenli bir *mikroiğne* tasarımı geliştirilmiştir. Tasarımda toplam on adet lümen kullanılarak akışkanın daha dengeli ve kontrollü bir şekilde dağıtılması hedeflenmiştir. Lümenlerin gövde yapısına entegre edilmesi, hem mekanik

dayanımı artırmış hem de akış stabilitesine katkı sağlamıştır.

Ayrıca *lümen çaplarının* sabit bir değer yerine farklı boyutlarda ele alınmasıyla sistem davranışı daha detaylı şekilde incelenmiştir. *5 µm, 10 µm, 15 µm ve 20 µm* çaplar için yapılan analizler, mikro ölçekte çok küçük geometrik değişimlerin bile akış karakteristiği üzerinde belirleyici etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Bu durum, mikroiğne tasarımında tek parametrelili yaklaşımlar yerine çok değişkenli optimizasyon gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Mekanik analizler sonucunda *SiC malzemenin* sağladığı yüksek dayanım sayesinde yapının uygulanan yükler altında yapısal bütünlüğünü koruduğu ve kritik bölgelerde gerilme yoğunlaşmalarının kontrol altında tutulabildiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma, mikroiğne teknolojilerinde daha esnek, güvenilir ve çok parametrelili tasarım yaklaşımlarının mümkün olduğunu göstermektedir. Geliştirilen *SiC tabanlı* çok lümenli mikroiğne yapısı, hem mekanik dayanım hem de akış performansı açısından güçlü bir alternatif sunmakta; gelecekte daha verimli ve kişiselleştirilebilir ilaç iletim sistemlerinin geliştirilmesine önemli bir katkı sağlayabilecek bir temel oluşturmaktadır.

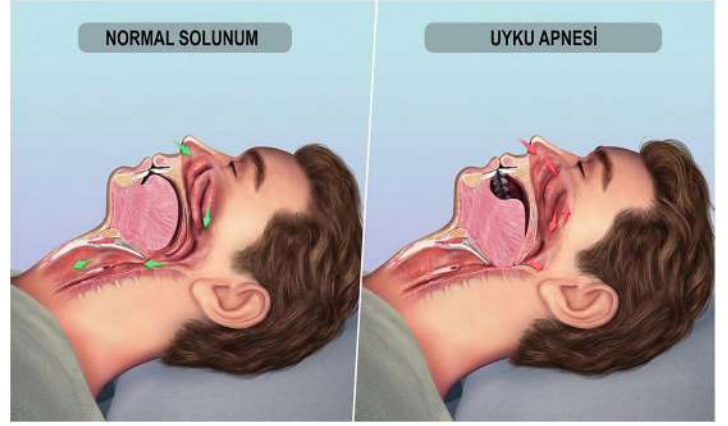


Uyku Apnesine Karşı Giyilebilir Teknolojiyle *Yeni Erken Uyarı Dönemi*

Uyku apnesini ev ortamında erken tespit etmeyi hedefleyen giyilebilir sensör teknolojisi, solunum ve hareketleri anlık izleyerek sürekli sağlık takibinde yeni bir dönem başlatıyor.

Sirina Mirza

Uyku apnesi, uyku sırasında solunumun kısa süreli olarak durması veya belirgin şekilde düzensizleşmesiyle ortaya çıkan ciddi bir uyku bozukluğudur. Bu durum, **gece boyunca tekrar eden** solunum durmaları nedeniyle vücudun yeterli oksijen alamamasına yol açarak hem uyku kalitesini hem de genel sağlık durumunu olumsuz etkiler. Tedavi edilmediği durumlarda hipertansiyon, kalp-damar hastalıkları, kronik yorgunluk ve bilişsel performans düşüşü gibi önemli sağlık sorunlarına **zemin hazırlayabilir**.



Uyku apnesi, günümüzde milyonlarca insanı etkileyen ancak çoğu zaman fark edilmeyen bir sağlık sorunu olarak öne çıkmaktadır. Hastalığın en önemli problemlerinden biri, uyku sırasında meydana geldiği için **çoğu birey tarafından fark edilmemesi** ve bu nedenle **teşhisin gecikmesidir**. Bu gecikme, sabah yorgun uyanma, gün içinde dikkat dağınıklığı, baş ağrısı ve uzun vadede ciddi kardiyovasküler sorunlar gibi etkilerin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle erken teşhis ve sürekli takip sistemleri büyük önem taşımaktadır.

Bu ihtiyaca yönelik olarak geliştirilen yeni nesil giyilebilir teknoloji, uyku sürecini bireyin günlük yaşamının doğal akışı içinde izleyerek **solunum ve hareket** düzenindeki değişimleri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Böylece olası anormallikler erken aşamada tespit edilerek kullanıcıya **anlık uyarılar sağlanabilmektedir**.

Geleneksel yöntemlerin aksine hastane ortamına bağlı kalmadan çalışabilen bu sistem, bireyin ev ortamında ve doğal uyku düzeni içinde **veri toplanmasına olanak tanımaktadır**. Bu yaklaşım, yalnızca kısa süreli ölçümler yerine **uzun dönemli ve daha gerçekçi** verilerin elde edilmesini mümkün kılmaktadır.

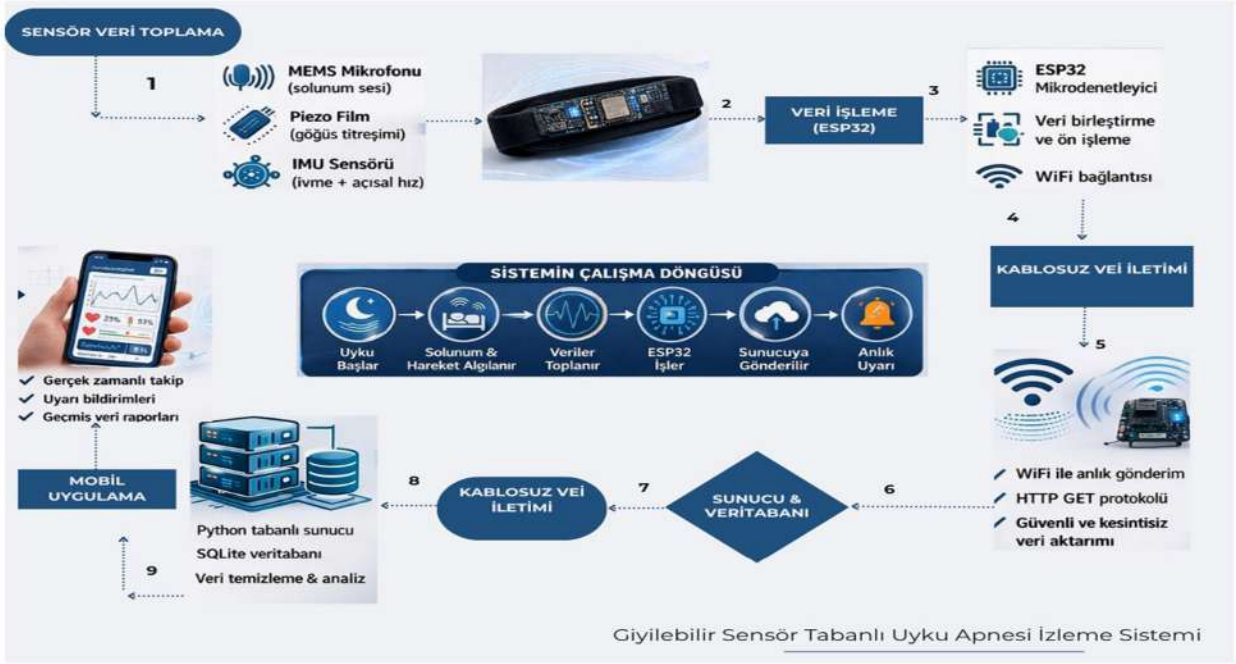
Literatürde, uyku apnesi teşhisinde kullanılan klasik yöntemlerin yüksek maliyet ve sınırlı erişim gibi dezavantajlara sahip olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle **giyilebilir sensör teknolojileri** son yıllarda önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. **Piezoelektrik** sensörler, IMU tabanlı hareket algılama sistemleri ve MEMS teknolojileri üzerine yapılan çalışmalar, solunum düzensizliklerinin ev or-



tamında da güvenilir şekilde izlenebileceğini göstermektedir. Bu bulgular, sürekli veri takibi sağlayan düşük maliyetli sistemlerin gelecekte klinik yöntemlere güçlü bir alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır.

Sistemde kullanılan sensörler, vücuttaki en küçük hareket değişimlerini dahi algılayarak solunum düzenine ilişkin önemli veriler üretmektedir. Göğüs bölgesindeki *mikro hareketler ve vücut pozisyon değişimleri* analiz edilerek uyku kalitesi detaylı bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Elde edilen veriler *kablosuz olarak* merkezi bir sisteme iletilmekte ve burada işlenerek saklanmaktadır. Bu sayede hem anlık izleme hem de geçmişe dönük karşılaştırma yapılabilmektedir.

Kullanıcılar, *mobil uygulama* üzerinden kendi uyku verilerine erişebilmekte ve zaman içerisindeki değişimleri takip edebilmektedir. Bu özellik, özellikle kronik izlem gerektiren *uyku apnesi* gibi rahatsızlıklarda bireylerin kendi sağlık durumlarını daha bilinçli şekilde değerlendirmelerine katkı sağlamaktadır.



Sonuç olarak, geliştirilen bu yaklaşım sağlık teknolojileri alanında önemli bir yenilik olarak değerlendirilmektedir. Giyilebilir sistemlerin sunduğu *sürekli izleme ve erken uyarı kapasitesi*, gelecekte uzaktan *sağlık takibi ve kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarının* daha yaygın hale gelmesine katkı sağlayabilecek güçlü bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.