

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

**PROJE KATEGORİSİ:** Sağlık ve İlk Yardım

**PROJE ADI:** Omurga eğriliği (Skolyoz) tedavisinde kullanılan korseye ek geri bildirim sistemi

**TAKIM ADI:** Aktif Omurga

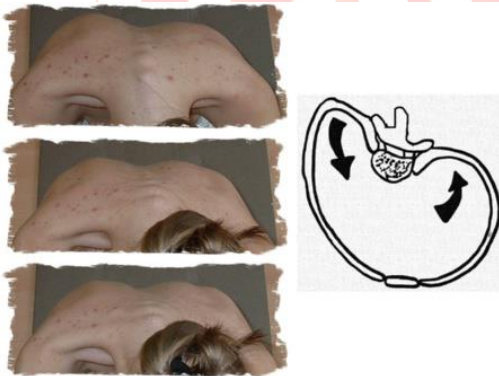
**TAKIM ID:** 18956-152

**TAKIM SEVİYESİ:** Mezun

**DANIŞMAN ADI:** -

## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Skolyoz (omurga eğriliği) sıklıkla idiyopatik skolyoz olarak ve özellikle adölesan çağda gözlenmektedir. Gelişimin hızlı olduğu dönemde ilerleyici özellik göstermektedir. Büyüme devam ettiği dönemde tedavinin önemli kısmını korse tedavisi oluşturmaktadır ve tedavi başarılı olur ise cerrahiye olan ihtiyacı azaltmaktadır. Yurtiçi ve yurtdışındaki mevcut durumda, tedavinin etkinliği için hastaya uygulaması gereken düzeltici ve solunum egzersizleri öğretilmekte ve hasta günlük yaşamında bu egzersizleri uygulamaktadır. Skolyoz kas-iskelet problemi olduğu ve deforme üç boyutlu olduğu için; hastanın egzersizlerini günlük olarak çok tekrarlı yapması ve günlük yaşamına entegre etmesi gerekmektedir. Bireyin bunu öğrenmesi için de vücuttaki sensorimotor feedback mekanizmalarını devreye sokması gerekir. O seviyeye ulaşabilmek adına hastanın egzersizleri süpervizör aracılığıyla yapması ya da düzenli olarak kliniğe gelmesi gerekmektedir. Ancak hem sağlık harcamaları, hem fizyoterapistin klinik hasta yoğunluğu ve bu alanda uzmanlaşmış fizyoterapistin daha az oluşu ve en önemlisi son günlerde karşımıza çıkan salgın gibi durumlarda hastaların uzaktan kontrolü daha da önem taşımaktadır. Biofeedback, kişiye vücudundaki fizyolojik olaylarla ilgili bilgi verip, fonksiyonlarını iyileştirebilmesi için fırsat veren bir tedavi sistemidir. Fizyoterapide tedaviye ek olarak kullanılır ancak skolyoz korselerinde yurtiçi ve yurtdışında daha önce kullanılmamıştır. Skolyoz korselerine eklenecek bu sistem ile hastalar tedavi edici egzersizlerini görsel olarak alacakları geri bildirim ile uzaktan doğru şekilde gerçekleştirebileceklerdir. Skolyozun neden olduğu deformeden dolayı göğüs kafesinde meydana gelen dönme etkisi ile bir takım alanlar çökükleşmiş bazı alanlar da çıkıntılaştırılmıştır. Göğüs kafesindeki deforme ve korsenin vücuda uyguladığı kuvvet akciğer fonksiyonunda azalmaya neden olmaktadır. Sistem sayesinde, akciğerin deformeden etkilenen kısmının solunum egzersizi ile hava alabilmesi sağlanacak, korsenin de etki ettiği akciğer fonksiyonundaki azalma sorununa çözüm getirilmiş olacaktır. Skolyoza özgü dünya literatüründe kanıt düzeyi yüksek tüm özel metodlarda deformedeki dönme (rotasyon), derotasyon /tersi yönde dönücü kuvvet uygulama) etkisi ile düzeltilmeye çalışılmaktadır.



(Göğüs kafesindeki rotasyon)

Ayrıca hastanın klinik durumundaki değişim ya da skolyozlu çocuğun büyümesiyle birlikte korse artık o hastaya uygun olmadığına, anlaşılmalıyıp kullanıma devam edilebilmektedir. Bu durum tedavi etkinliğini ve sürecini olumsuz etkilemekte ve süreci uzattığı için yapılan sağlık harcamasını arttırmaktadır. Korse artık hasta için uygun olmadığına; hasta sistem sayesinde anında anlayabilecek ve tedavisinin olumsuz etkilenmemesi adına kliniğe ya da

ortez merkezine başvuracaktır. Projede yer alan feedback sistemi, hastanın skolyozu için tasarlanan korsenin üzerine kolayca eklenebilecek bir takım materyal setinden oluşmaktadır. Yöntem kısmında detaylı açıklanmıştır.

## 2. Problem/Sorun:

Korsenin hasta vücuduna uzun süre uyguladığı basınçtan ve skolyozun neden olduğu göğüs kafesi deformitesinden dolayı *akciğer fonksiyonlarındaki anlamlı azalma*, korse bir süre sonra artık hasta için uygun olmadığında *anlaşılamayıp kullanımına devam edilmesi*, tedavi için çok önemli olan düzeltici ve solunum egzersizlerinin yapılabilmesi ve günlük yaşama entegre edilebilmesi için *süpervizöre ihtiyaç duyulması*, korse tedavisi başarısız olduğu zaman *cerrahiye başvurulması*, *sağlık harcamalarındaki artış*, *zor ve komplikasyon gelişebilecek bir cerrahi olması*, *uzaktan hasta takibine duyulan ihtiyacın karşılanamaması* ve *skolyozlu birey sayısının gün geçtikçe hızla artması* mevcut durumdaki sorunlardır.

Mevcut durumda hastanın korse kullanım süresini arttırmak ve kontrol etmek hedefiyle kullanılan sıcaklık sensörü içeren çalışmalar vardır. Korsenin önerilen saat kadar kullanılması tedavi için önemli bir parametredir. Ancak bu sistemler korsenin ve skolyozun neden olduğu akciğer kapasitesindeki azalmayı düzeltmek için herhangi bir katkı sağlamamaktadır. Aynı şekilde tedavinin etkinliği için gerekli olan egzersizlerin uzaktan, süpervizör ihtiyacı olmadan çözümlenmesine imkan veren, yukarıda sayılan parametreleri gerçekleştirecek yurt içi ve dışında patent ya da çalışma bulunmamaktadır.

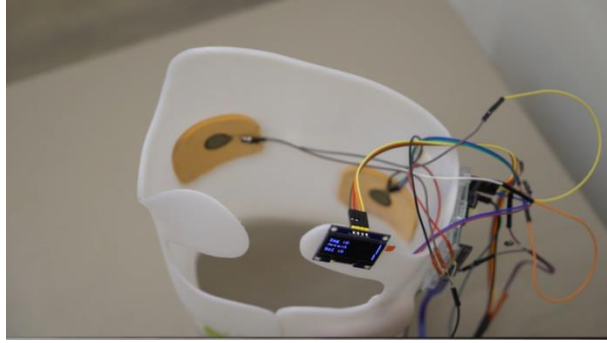
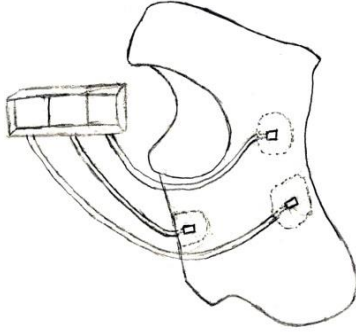
Mevcut ürün ve teknolojilerle bahsi geçen problemleri çözmek mümkün değildir. Proje olarak sunulan geri bildirim sistemi, skolyoz tedavisi için tasarlanacak korselere kolaylıkla eklenebilecek ve hasta tarafından pratikçe kullanılacak şekilde skolyoz tedavisinin etkinliğini arttırmak ve bahsedilen korse tedavi problemlerini çözmek amacıyla tasarlanmıştır.

## 3. Çözüm

- Projede yer alan sistem; korsenin eğriliği tersi yönde itmeye yarayan düzeltme ve derotasyon etkisini arttıracak,
- Uygun solunum egzersizleri ile akciğerin gerekli bölgesinin hava almasını sağlayarak akciğer fonksiyonlarında gelişme sağlayacak,
- Hasta günlük yaşamında, tedavi edici etkiye uygun şekilde egzersizlerini, sistemin ekranından aldığı sayısal ya da görsel geri bildirimler ile süpervizöre ihtiyaç duymadan yapacak,
- Ortez artık hasta için uygun olmadığında sistem sayesinde doğrudan fark edilebilecektir. Çünkü kişi çökük olan bölgelerini doldurabilmek için egzersizler sırasında her zaman aldığı geri bildirim alamamaya başlayacak ve korsenin vücuduna tedavi için uyguladığı kuvvetin yetersiz olduğunu anlayacak ve korse kontrolü için kliniğe başvuracaktır.

İdiyopatik skolyozun konservatif tedavisi zorlu ve uzundur. Özellikle adölesan çağda teknoloji ve hareketsizlikle birlikte dolaylı olarak görülme sıklığı son yıllarda çok fazla artmış bu nedenle hem bilimsel olarak hem de klinik olarak ilginin Dünya geneli çok fazla arttığı bir konudur. Türkiye ve globalde orteze eklenerek anlık geri bildirim veren bir sistem bulunmamaktadır. Bu nedenle; projedeki sistem, ürün ve hizmet yeniliği içermektedir. Hastanın ekstra sağlık harcaması yapmadan egzersizlerini monitör sayesinde tedavi edici düzeyde yapmasını sağlama, korse artık hastaya uygun olmadığında hasta tarafından fark edilmesini sağlama teknolojik yeniliklerdir. Sistem, ulusal teknolojik bilgi birikimine katkı sağlamaktadır. Ayrıca başarısı artan konservatif tedavi, cerrahiye olan ihtiyacı azalttığı, birey

ve ailenin yaşam kalitesini arttırdığı, sağlık harcamaları ve sağlık iş yükünü azalttığı için büyük katkı sunmaktadır.



#### 4. Yöntem

Prototip ön hazırlık aşamasında; farklı sertlikteki memory foamlar test edilecek ve kuvveti iletme durumuna göre en uygun olana karar verilecektir. Bunların içine PVC zemin yerleştirilerek farklı boyutlarda kese oluşturulacaktır. Keselerin içine, test edilerek uygun olanına karar verilecek olan strain gauge tipi basınç sensörü yerleştirilecektir. İçinde sensörün bulunacağı keseler, hastanın klinik durumuna göre korsede farklı noktalara yerleştirilecek olan sistem parçalarıdır. Baskılı devre kartının (PCB) teknik devre elemanları çizilecek, bunların fiziksel yerleşimini ve birbiriyle olan bağlantısını sağlayacak yollar çizilecek ve gerekli komponentlerin devre kartı üzerine lehimlenmesi ile elektronik geliştirme kartı oluşturulacaktır. Sensörlü sistem parçasının konulduğu bölgedeki boşluğu, hastanın tedavisi için gereken egzersiz ve solunumla ne kadar doldurduğuna yönelik bilgi veren basınç değerleri elektronik kartta işlenecektir. Elektronik tasarım ve yazılım geliştirme gibi prototip çalışmaları ile hastaya geri bildirim verecek olan değerler ekran üzerinde monitörize edilecektir. Korsenin üzerine eklenen sensörlü sistem parçasının her birinden elde edilen değer, ekran üzerinde gösterilecektir. Böylece hasta aynı anda hangi bölgeye ne kadar kuvvet uyguladığıyla ilgili geri bildirim alarak tedavisini yönetecektir. Sensörlü sistem parçası ve jumper kablolar hastanın giydiği korsenin üzerinde bulunacaktır. Değerlerin iletildiği elektronik kart ve monitörizasyon sağlayan ekran, hastaya tedavi için gerekli olduğunda kolaylıkla ulaşabileceği şekilde korse üzerinde konumlanacaktır. Memory foam materyalinin iç kısımlarına, 0.5 mm kalınlığında PVC gibi sert bir malzeme konularak, yarı esnek membran oluşturulacak ve bu şekilde sensörün yer alacağı bir kese yapılacaktır. Proje için gerekli olan basınç sensörü, strain gauge tipidir. Bu tip sensörün hangi modelinin kullanılacağına hastanın keseye uyguladığı kuvvete ve kuvvetin eksen durumuna göre karar verilecektir. Prototip aşamasında fizyolojik ve fiziksel özellikler dikkate alınarak 3 farklı memory foam kese modeli oluşturulacaktır. Ürün aşamasında hastaya uygunluğuna göre bunlardan biri seçilecektir. Bu uygunluk hastanın vücut ve ortez ölçülerine göre olacaktır. Hastanın omurga eğrilik sayısına ve eğriliğin omurgada yer aldığı seviyeye göre ortez üzerine yerleştirilecek sensör sayısına ve bunların ortez üzerindeki konumuna karar verilecektir. Bu konumlandırma hasta solunum egzersizlerini doğru yapabilsin diye akciğerin omurga eğriliğinden etkilenebilecek bölgesine göre yapılacaktır. Sensörlü kese sayısı en fazla 3 tane olacaktır. Elektronik prototipleme kartına bağlanacak, elektronik kartı destekleyici bir ekran bulunacaktır. Hastaya tedavisiyle ilgili yol gösterici olan basınç değerlerinin elektronik

tasarım ve yazılım geliştirme ile ekran üzerinde monitörizasyonu sağlanacaktır. 5 iş paketi bulunmaktadır.

*1-Memory foam keselerinin korseye eklenmesi*

*2-Sistemin elektronik kartının tasarımı ve yazılımında;* breadboard üzerinde 3 adet basınç sensöründen, basınç değerleri okunacak. Sensörlerde okunan 3 basınç değerleri, 1 adet led ekran üzerinde görselleştirilecek. Sensör bilgilerini okumak ve görselleştirmek için gereken mikrokontrolcüye ait yazılım geliştirilecek. Breadboard üzerinde geliştirilen sistemin, PCB(printed circuit board) çizimleri yapılacak. GERBER formatında PCB çizim dosyaları oluşturulacak. GERBER dosyası kullanılarak PCB üretilecek. Üretilen PCB üzerine elektronik komponentler yerleştirilecektir. Cihaz, en az 110 mAh lityum iyon pil barındıracaktır. En az 110mAh pil şarj devresi geliştirilecektir.

*3-Elektronik kartı destekleyici ekranın yazılımının tamamlanması aşamasında;* en az 1.2 inç led ekran üzerinde sensör bilgilerinin iki farklı görselleştirme ile görüntülenmesi sağlanacak. Korse üzerine montaj ve mekanik tasarım yapılacaktır.

*4- Test, analiz ve iyileştirme aşamasında;* Sistemin bütün olarak çalışması, kullanıcı testleri yapılacaktır. Bu testler için manken kullanılacaktır ve optimizasyon sağlanacak, gömülü sistem yazılımı güncellenecektir.

*5- Ürünün hastalar ile birlikte değerlendirilmesi aşamasında;* sistemin hastalar ile birlikte kullanımı değerlendirilecek hasta yorumları alınacaktır.

## **5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü**

Türkiye ve globalde korseye eklenerek hastaya anlık geri bildirim veren bir sistem bulunmamaktadır. Ayrıca skolyozun ve korsenin neden olduğu akciğer problemlerine de çözüm odaklı yaklaşan bir sistem bulunmamaktadır. Ulusal ve uluslararası bazda yenilik içeren bu sistem ile mevcut durumda konservatif tedavide kullanılan yöntemler geliştirilecek ve böylece pazarda üstünlük sağlanabilecektir. Hastanın tedavi için gerekli olan düzeltici ve solunum egzersizlerini fizyoterapistle ihtiyaç duymadan ve ekstra sağlık harcaması yapmadan günlük yaşamında kolaylıkla yapmasını sağlayan özellikler ve tedavinin günlük yaşama entegrasyonunu arttırmaya imkan vermesi sistemin yenilikçi yönleridir.

Korse artık hastaya uygun olmadığı zaman sistemin kontrol mekanizması sayesinde hasta tarafından anlaşılması ve değiştirilmesi sağlanacaktır. Mevcut duruma getirdiğimiz bu pratik yenilik sayesinde; hasta artık kendisine uygun olmayan ortezi kullanmayacak bu da hastanın tedavisinin zarar görmesini engelleyecektir ve hastanın yenilenmesi gereken ortez için yine firmaya başvurması sayesinde müşteriye yani sistemi sattığımız ortez firmasının müşteri devamlılığı ve ilişkisi de güçlenecektir. Projenin, yeni Ar-Ge süreçlerini başlatma ve farklı teknoloji alanlarında yeni uygulamalara, araştırma çalışmalarına yol açma potansiyeli vardır.

Globale bakıldığı zaman da tasarlanan sistemle benzer ürün bulunmamaktadır ancak skolyozda kullanılan korselerin 3D yazıcı ve tarayıcılarla tasarlanıp üretildiği teknolojik çalışmalar vardır. Bu çalışmalarda korseler rahatlık ve uyum göz önüne alınarak tasarlanmaktadır. Bu da hastaların korse içinde daha rahat hareket etmesini, içinde rahat hissetmemeye bağlı olan kullanmama oranını düşürmeyi, estetik kaygıları azaltmayı amaçlamaktadır. Ancak tasarlanan feedback sisteminin sunduğu özellikler bahsedilen teknolojik çalışmada bulunmamaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde 2010 yılında yapılan bir çalışmada "The Cricket" adı verilen elektronik bir monitör yapılmış ve skolyoz korselerine ilave edilerek korsenin günlük

giyilme süresi değerlendirilerek hasta çocuklardan ve ailelerinden başarılı geri bildirim alınmıştır. Sıcaklık sensörü ile çocukların günlük ortezi giyme sürelerini öğrenmek bile aileler tarafından yararlı bulunmuş ve tedavinin etkinliği için önemli olduğu belirtilmiştir. Bu tarz başka çalışmalar da yapılmıştır ancak korsenin tedavi edici etkisini arttıracak ya da yan etkiyi azaltacak özellikleri bulunmamaktadır.

## 6. Uygulanabilirlik

Ürün ticarileştirilirken müşteri, ortez/korse üretimi yapan firmalar, kullanıcı ise skolyoz hastalarıdır. Ticari kazanımlar ürün satışı ve teknik servisten sağlanacaktır. Projedeki sistem ürün modeli türetilerek ürün platformu oluşturma potansiyeline sahiptir. Tasarlanan sistem ve hizmetler; postür ve duruş bozukluklarının tedavisinde, gövde eğitimi gereken tedavi süreçlerinde kullanılabilir özelliktedir. Bu durum ileriki süreçte ticari kazanımları artırma konusunda büyük avantaj sağlayacaktır.

Olası risklere karşı ürün ve sektöre yönelik pazarlama ve satış stratejileri belirlenmiştir. Ayrıca proje sürecinde müşteri ve kullanıcı segmenti ile iletişime geçilerek sistemi geliştirmeye ya da sisteme ulaşım ile ilgili beklentiler belirlenmiştir.

Globalde benzeri ürünün bulunmayışı ve grup üyelerinin SOSORT, SRS gibi skolyoz ile ilgili uluslararası önemli topluluklarla olan ilişkilerinden ötürü ürünün uluslararası pazara çıkması da kolaylaşacak ve Türkiye'nin küresel rekabet gücünü arttırabilecektir. Ürünün uluslararası satışında yaşanabilecek yetersizlikte, klinik ve firma toplantılarına katılımın ve pazarlamanın artırılması hedeflenmiştir.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Proje Adı:	Omurga eğriliği (Skolyoz) tedavisinde kullanılan korseye ek geri bildirim sistemi								
İş Paketleri	Kullanılacak malzeme	Maliyet	Süre	2. hafta	4. hafta	6. hafta	8. hafta	11. hafta	12. hafta
				1- Memory foam keselerinin korseye eklenmesi	Örnek skolyoz korsesi, memory foam	₺1.100,00	2 hafta		
2-Elektronik donanım (PCB) tasarımı ve üretilmesi	Arduino Uno programlama kartı, I2C 128x64 Grafik Lcd Display, Pasif Elektronik Komponentler (direnc, kapasitor, kablo, soket), 5V Power Bank, Kuvvete Duyarlı Basınç Sensörü	₺1.785,00	2 hafta						
2-Elektronik donanım yazılımının tasarımı ve kodlanması(Gömülü Sistem Programlama)	Bilgisayar, Programlayıcı kart	₺0,00	2 hafta						
3- Elektronik donanım, dış kasa tasarımı ve korse üzerine uygulama	3D baskı hizmeti alınacak, el aletleri(HKÜ Lab. Kullanılacaktır.)	₺400,00	2 hafta						
4-Test, analiz ve iyileştirme	Osiloskop, Multimetre (HKÜ lab.da mevcut)	₺0,00	3 hafta						
5-Ürünün hastalar ile birlikte klinik olarak değerlendirilmesi	Tasarlanan sistem	₺0,00	1 hafta						

Tahmini maliyet: 3.285 Türk Lirası'dır. Sisteme dahil olmayan ancak sistemin test edilmesinde kullanabilmek adına skolyoz korsesi de maliyete eklenmiştir.

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projedeki sistem idiyopatik skolyozlu korse kullanan hastalar tarafından kullanılacaktır. Skolyoz; omurganın laterale olan eğriliğidir. Birçok çeşidi olmakla birlikte en çok karşımıza çıkan; sebebi belli olmayan, adölesan çağda açığa çıkan ve omurganın rotasyon denilen

dönmesiyle de birlikte üç boyutlu olan bozukluğudur. Özellikle sağlıklı görünümdeki çocuklarda açığa çıkan, birçok faktörle ilişkilendirilen adölesan idiyopatik skolyoz, hızlı büyüme dönemlerinde progresif yani olumsuz anlamda ilerleyici özelliktedir. Büyümesi devam eden skolyozlu çocukların tedavisinde çok önemli bir kısmı korse tedavisi oluşturur.

## 9. Riskler

İş paketleri yöntem kısmında belirtilmiştir.

*1. risk (1. ve 2. iş paketi ile ilgili):* Memory foam ve basınç sensörünün, hareket ile birlikte uygulanan kuvveti uygun şekilde iletmemesidir. **B planı:** Farklı kalınlıkta memory foam ve farklı hassasiyette sensör ile test edilerek bu risk ortadan kaldırılarak. Projedeki sistemin hassasiyeti önemli değildir. Her hastanın yaptığı hareket ile uygulayacağı kuvvet farklı olacaktır. Bu nedenle önemli olan hastanın hareketi yaptığı anda uyguladığı kuvvetin sistemden aldığı geri bildirimle orantılı olabilmesidir.

*2. risk (Son iş paketi ile ilgili):* Ön görüşme yapılan ve sistemin klinik kullanımı için rızaları alınan hastaların kullanımdan vazgeçmeleridir. **B planı:** Hastalar ile belirli aralıklarla bağlantı kurarak projenin başladığını ve sorunsuz şekilde ilerlediğini iletmek, projedeki sistem için görüşülen FTR merkezi ve ortez merkezinin dışında başka merkez ve hekimler ile görüşerek destek yazısı almak.

Olasılık	Etki				
	Çok düşük	Düşük	Normal	Yüksek	Çok yüksek
Çok düşük					
Düşük					
Normal		1. risk	2. risk		
Yüksek					
Çok yüksek					

## 10. Proje Ekibi/ Takım Lideri: K. Merve KARATEL

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Kamile Merve KARATEL	Sistemin elektronik olarak geliştirilmesi sırasında hastalığa ve kliniğe uygunluğu açısından değerlendirilmesi, hastalar ile test ve geliştirme	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	Akademik ve klinik anlamda 2 yıldır skolyoz alanında çalışmaktadır. Uluslararası geçerli skolyoza özgü spesifik egzersiz metodlarından bilimsel olarak en geçerli yöntemlerden olan Schroth metodunun uygulayıcısıdır. Gaziantep'te yapılan skolyoz okul taramalarının ekip üyesidir.
Yavuz YAKUT	Sistemin hasta biyomekaniğine ve korseye olan uyumunun değerlendirilmesi, sistemin korseye olan entegrasyonu	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	30 yıldır akademik ve klinik anlamda skolyoz alanında çalışmaktadır. Skolyoz okul tarama projesinin yürütücüsüdür. Uluslararası birçok skolyoz topluluğuna üyedir. Asıl uzmanlık ve ilgi alanı skolyoz ortezleri ve biyomekanisidir.
Ali Emre ÖZTÜRK	Sistemin elektronik olarak tasarımı, yazılımı ve test edilmesi	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	TÜBİTAK ve diğer projelerde yürütücü ve araştırmacı olarak görev almıştır. Wireless Sensor Networks, 3D Laser Scanner ve gömülü haberleşme sistemleriyle ilgili çalışmaktadır.

\*Tüm üyeleri tabloya eklemeniz gerekmektedir. Tablo Örnektir. Farklı tasarımlar ile tablo oluşturabilirsiniz.

## 11. Kaynaklar

- Kennedy, J. D., Robertson, C. F., Hudson, I., & Phelan, P. D. (1989). Effect of bracing on respiratory mechanics in mild idiopathic scoliosis. *Thorax*, 44(7), 548-553.
- Berdishevsky, H., Lebel, V. A., Bettany-Saltikov, J., Rigo, M., Lebel, A., Hennes, A., ... & de Mauroy, J. C. (2016). Physiotherapy scoliosis-specific exercises—a comprehensive review of seven major schools. *Scoliosis and spinal disorders*, 11(1), 20.
- Negrini, S., Donzelli, S., Aulisa, A. G., Czaprowski, D., Schreiber, S., de Mauroy, J. C., ... & Lebel, A. (2018). 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and spinal disorders*, 13(1), 3.
- Rahman, T., Sample, W., Yorgova, P., Neiss, G., Rogers, K., Shah, S., ... & Bowen, J. R. (2015). Electronic monitoring of orthopaedic brace compliance. *Journal of children's orthopaedics*, 9(5), 365-369.
- Donzelli, S., Zaina, F., Martinez, G., Di Felice, F., Negrini, A., & Negrini, S. (2017). Adolescents with idiopathic scoliosis and their parents have a positive attitude towards the Thermobrace monitor: results from a survey. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 12(1), 12.
- <http://www.sosort.mobi/index.php/en/>
- <https://www.srs.org/>
- Zhu, Z., Xu, L., Jiang, L., Sun, X., Qiao, J., Qian, B. P., ... & Qiu, Y. (2017). Is brace treatment appropriate for adolescent idiopathic scoliosis patients refusing surgery with Cobb angle between 40 and 50 degrees. *Clinical spine surgery*, 30(2), 85-89.
- [https://www.direnc.net/arduino-uno-r3-smd?language=tr&h=9b3ef52c&gclid=Cj0KCQjwrIf3BRD1ARIsAMuugNvCVahp73eHQOOTwayHqoSF1W9yNkvrJL12CjHcVQbaiCGK8HRfUTEaAmOJEALw\\_wcB](https://www.direnc.net/arduino-uno-r3-smd?language=tr&h=9b3ef52c&gclid=Cj0KCQjwrIf3BRD1ARIsAMuugNvCVahp73eHQOOTwayHqoSF1W9yNkvrJL12CjHcVQbaiCGK8HRfUTEaAmOJEALw_wcB),
- [https://www.direnc.net/128x64-1-3-inch-oled-grafik-ekran-j2c?language=tr&h=e8b5c2be&gclid=Cj0KCQjwrIf3BRD1ARIsAMuugNvGV4RaStCfaNP1zFZOY\\_uOneGuI6gW7cKonWstl8EV2JPqBo9ZjdcaAnO7EALw\\_wcB](https://www.direnc.net/128x64-1-3-inch-oled-grafik-ekran-j2c?language=tr&h=e8b5c2be&gclid=Cj0KCQjwrIf3BRD1ARIsAMuugNvGV4RaStCfaNP1zFZOY_uOneGuI6gW7cKonWstl8EV2JPqBo9ZjdcaAnO7EALw_wcB)
- <https://www.hepsiburada.com/anker-powercore-select-10000-mah-tasinabilir-hizli-sarj-cihaz-powerrq-12w-10w-cift-cikisli-powerbank-siyah-a1223-p-HBV00000MKAAS>
- [https://www.robotshop.com/urun/1-5-kuvvete-duyarli-kare-sensor?gclid=Cj0KCQjwrIf3BRD1ARIsAMuugNs7eVYky0IjDbvYPWh3QGcU1BtBxgQYHT2U6yNwje7qfwe\\_7cpzIwaAn93EALw\\_wcB](https://www.robotshop.com/urun/1-5-kuvvete-duyarli-kare-sensor?gclid=Cj0KCQjwrIf3BRD1ARIsAMuugNs7eVYky0IjDbvYPWh3QGcU1BtBxgQYHT2U6yNwje7qfwe_7cpzIwaAn93EALw_wcB)