

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ

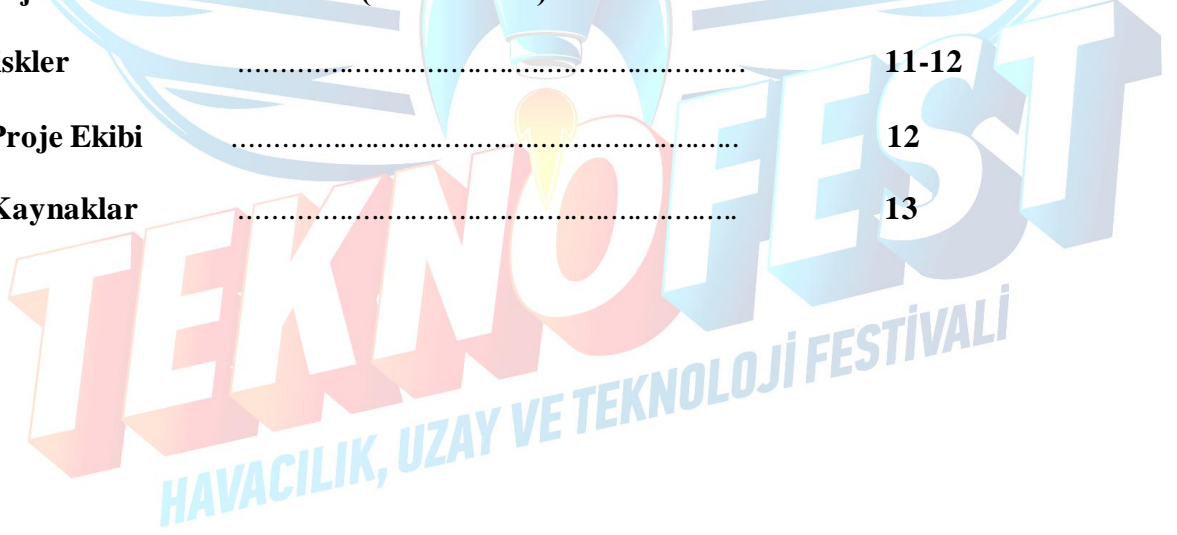
PROJE ADI: Karpal Tünel Sendromu İçin Tekstil Tabanlı Yumuşak Robotik Eldiven

TAKIM ADI: RoboTexTherapy Marmara

TAKIM ID: 20123-155

DANIŞMAN ADI: Dr. Aslı Tunçay Atalay

İçindekiler	Sayfa Numarası
1.Proje Özeti	3
2. Problem	4
3. Çözüm	5-6
4. Yöntem	6-9
5.Yenilikçi (İnovatif) Yönü	9
6.Uygulanabilirlik	9-10
7.Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	10-11
8.Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)	11
9.Riskler	11-12
10.Proje Ekibi	12
11.Kaynaklar	13

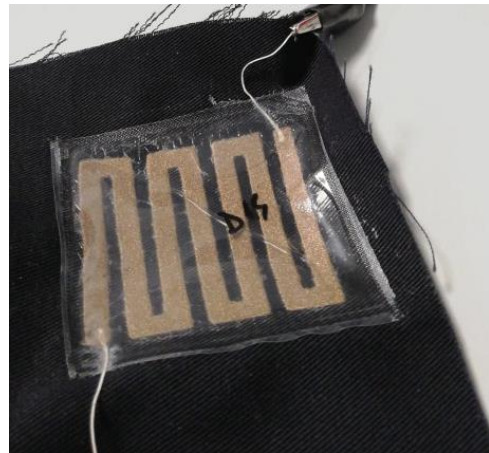


1. Proje Özeti

Mekanoterapi, kemik-eklem, kas veya sinir hastalıklarının, mekanik aletler yardımıyla yaptırılan hareketlerle tedavisi olarak bilinmektedir. Mekanoterapi aynı zamanda masaj terapisi ve vücuttaki çeşitli eklemleri dış etkilerle hareketlendirip tedavilerini gerçekleştirir. Masaj terapisi, ellerde görülen medyan sinir sıkışmasından kaynaklanan bir rahatsızlık olan Karpal Tünel sendromunun tedavisinde kullanılmaktadır. Karpal Tünel sendromunun tedavisinde termoterapi tedavisi de uygulanmaktadır. Termoterapi ile cildin / yumuşak dokunun sıcaklığı artar ve damar genişlemesiyle birlikte kan akışı artar. Bu projede, Karpal Tünel hastalarının tedavilerinde kullanılmak üzere bir eldiven geliştirilecektir. Eldiven üzerine lazer kesim ile kesilmiş iletken gümüş kaplamalı örme kumaş entegre edilmiştir. Bu iletken malzeme eldivenin ısınması için ısıtma elemanı olarak görevlidir. Eldiven üzerinde bulunan ısıtma elemanları ile tekstil tabanlı şişebilen aktüatör sistemi, ele hem mekanoterapi hem de termoterapi uygulayacak bir sistem sergileyecektir. Isı panelleri bir güç kaynağı yardımıyla belirlenen sıcaklığa (yaklaşık 39-45°C) kadar ısıtılacak ve tekstil tabanlı aktüatörler bu sıcaklıkla birlikte şişmeye başlayacaktır (Resim-1). Eldiven içine gömülü sıcaklık sensörü yardımıyla ortam sıcaklığı algılanacak ve Arduino ile programlanmış devre, eldivenin istenilen sıcaklığa ulaşmasıyla birlikte sıcaklık artışını durduracaktır. Eldiven soğumaya başlayacak ve aktüatör sönecektir (Resim-2). Böylelikle eldiven ele mekanoterapi uygulanacak ve Karpal Tünel sendromu hastalarının ağrılarının azalmasına yardımcı olacaktır. Kapalı döngü stratejisi ile çalışan bu yapı, sıcaklık kontrolü sağlaması ile avantajlıdır. Yüksek sıcaklıklara çıkmayacak ve aktüatörlerin patlamasına, kullanıcının yaralanmasına engel olacaktır. Eldiven aynı zamanda elin düz durmasını ve bükülmemesini sağlayacağı için bir atel görevi de üstlenecektir.



Resim-1: Şişirilmiş Aktüatör



Resim-2: Sönük Aktüatör

2. Problem/Sorun

Dünyanın gelişmesiyle birlikte teknoloji de gelişmeye başlamıştır. Teknolojiyle birlikte bilgisayar kullanımı günden güne artmaktadır. Özellikle de 21. yüzyılda bilgisayar kullanımı çok fazla artmıştır. Bilgisayar kullanımının artmasıyla yeni rahatsızlıklar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu rahatsızlıklardan en bilineni Karpal Tünel sendromudur. Karpal Tünel sendromu ellerde görülen ve sinir sıkışması sebebiyle ortaya çıkan, ağrı, uyuşma gibi kişiyi gündelik hayat işlerini yapamayacak hale getiren bir medyan sinir rahatsızlığıdır (Resim-3).



Resim-3: Karpal Tünel Sendromlu El (Surgery, 2018)

Karpal Tünel sendromunda hastalar rahatsızlıklarını erken teşhisle öğrendiklerinde bazı tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Bu tedavi yöntemlerinden biri masaj terapisi. 2017'de yapılan bir çalışmada bilim adamları Karpal Tünel sendromu dahil olmak üzere çok çeşitli durumlar için masaj terapisini yararlı olabileceğini bulmuştur (Field, 2016). Genel olarak masaj terapisi el kaslarını yumuşatarak ve uzatarak iltihap, ağrı ve uyuşukluğu azaltmaya yardımcı olur.

Masaj terapisi ile hastalar günlük 60 ila 90 dakika arası masaj terapistleri yardımıyla masaj terapisi görmektedir (Edde, 2020). Ancak bu zaman çoğu zaman yeterli olmamaktadır ve masaj terapi ücretlerinin saatlik olması maddi anlamda hastaları sarsmaktadır. Bu sebepten dolayı hastalar bu tedavi yöntemini tercih etmemektedirler.

Karpal Tünel rahatsızlığında ellerin bükülmemesi gerekmektedir. El büküldüğünde sinir sıkışması fazlaşmaktadır. Bu yüzden Karpal Tünel sendromu hastaları için atel görevi gören eldivenler (Resim-4) piyasada bulunmaktadır. Bu atel eldivenler, hastanın ellerini düz tutmasını sağlamaktadır. Ancak bu eldiven sadece elleri düz tutar ve tek başına yeterli olmamaktadır.



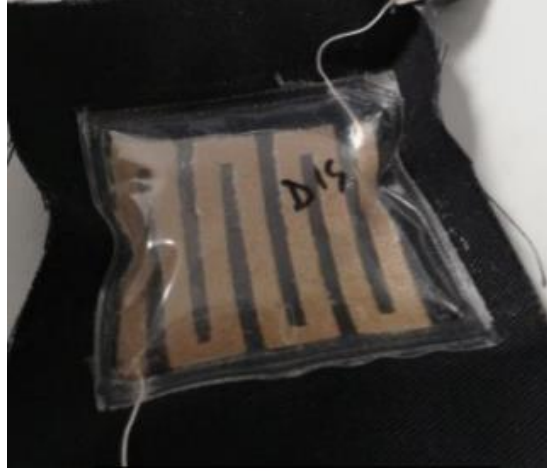
Resim-4: Karpal Tünel Atel Eldiveni
(<https://www.evidentlycochrane.net/carpal-tunnel-syndrome/>)

3. Çözüm

Kas ve iskelet sistemi, sinir sistemi rahatsızlıklarında erken teşhise göre tedaviler de değişmektedir. Erken teşhis ile hastalara uygun fizik tedavi programları geliştirilmektedir. Masaj terapisi de bu uygulamalardan bir tanesidir. Mekanoterapi aynı zamanda masaj terapisi ve vücuttaki çeşitli eklemleri dış etkilerle hareketlendirip, hastaların tedavilerini gerçekleştirir. Mekanoterapi, sinir iletiminin iyileştirilmesine ve motor fonksiyonunun geri kazanılmasına yardımcı olur (Aicha Zaraliev, 2020). Ayrıca Mekanoterapi moleküler, hücresel veya doku seviyesinde mekanik yollarla hasarlı dokuların zarar görmesini azaltan ve tersine çeviren terapötik müdahaleler olarak da literatürde tanımlanmaktadır. Bazı kaynaklarda mekanoterapi, terapötik masaj olarak da geçmektedir (Mechanotherapy, 2020).

Literatürde Karpal Tünel sendromu için önerilen tedaviler arasında masaj terapisi de bulunmaktadır. Masaj terapisi elleri yumuşatır, uzayabilirliği artırarak iltihap, ağrı ve uyuşukluğu azaltır (Edde, 2016).

Bu terapi yöntemlerinden yola çıkarak bu projede, Karpal Tünel rahatsızlığı bulunan hastalar için Mekanoterapi ve Termoterapi uygulayan tekstil tabanlı soft robotik eldiven çözümü üretilecektir. Karpal Tünel rahatsızlığında kullanılan mevcut terapilerin bir arada bulunduğu bu eldivende, Resim-5'te verilen aktüatörlerden bulunacaktır. Bu aktüatörlerin içinde bulunan sıvı, iletken tekstil yapısının ısınmasıyla birlikte kısmi olarak buharlaşacak ve üzerinde bulunan şeffaf membranın şişmesini sağlayacaktır. Kapalı döngü stratejisine göre programlanan iletken tekstil ısınma paneli istenilen sıcaklığa ulaştığında ısınmayı durduracaktır. Böylece ısıyla birlikte şişen membran, içinde bulunan buharın tekrar sıvı formuna dönmesiyle birlikte inecektir. Sürekli olarak şişme-inme hareketi tekrar edecek ve ele masaj yapacaktır.



Resim-5: Şişmiş Yapıda Aktüatör

Karpal Tünel rahatsızlığı tedavisinde hastalar ellerinin bükülmemesi için atel görevi gören eldiven kullanmaktadırlar. Proje kapsamında geliştirilecek eldiven de elin bükülmemesini sağladığından dolayı bu probleme de bir çözüm sağlayacaktır.

4. Yöntem

Çalışmada birden fazla birbirlerinden farklı teknikler kullanılmıştır. Bu sebepten dolayı alt basamaklara ayrılmış, aşağıdaki maddelerde özetlenmiştir.

4.1. İletken Malzemenin Kumaşa Entegrasyonu

Isıtma fonksiyonlu tekstil yüzeylerinin elde edilmesi için ısıtma elemanının çeşitli yöntemler ile tekstil yapılarına entegre edilmesi gerekmektedir. Literatürde en bilinen yöntemler nakış teknolojisi, dokuma teknolojisi, örme teknolojisi ve baskı teknolojisidir. Elektro-iletken malzemeden üretilmiş iplikler kumaşa nakış teknolojisi ile işlenebilir, iletken iplik dokuma teknolojisi ile dokunup kumaş haline getirilebilir veya örme teknolojisi ile örme kumaş haline getirilebilir. İletken malzemeden üretilen veya iletken malzeme ile kaplanan kumaşlar lazer kesim ile istenilen şekillerde kesilip, kumaşa entegre edilebilir. İletken mürekkepler kullanılarak baskı teknolojisi ile kumaşa veya istenilen başka yüzeye iletken malzeme entegre edilebilir.

Bu çalışmada, Statex marka 235dtx inceliğe sahip, doğrusal direnci 100 Ω /cm olan gümüş kaplamalı naylon iplik nakış teknolojisi (Resim-7) için Statex marka doğrusal direnci 3,3 Ω /cm olan gümüş kaplamalı örme kumaş ise hem lazer kesim (Resim-8) hem de bıçak kesim (Resim-6) teknikleri için kullanılmıştır. Farklı tekniklerle üretilen numunelere ait performans değerleri (elektriksel direnç, güç, akım) ve bu tekniklerin 4 dakika içinde, farklı güç değerlerindeki sıcaklık değerleri Tablo-1'de verilmiştir. Hem üretim metodolojisinin hem de elektriksel performansın en iyi olduğu yöntem lazer kesim teknolojisi olduğu görülmüştür. Bıçak kesim tekniği literatürde kullanılmayan bir teknik. Bıçak kesimi için daha önceden metal bıçaklar tasarlanıp üretiliyor. İstenilen her şeklin hemen yapılamayacağı bıçak kesim tekniği bu dezavantajı nedeniyle seçilmemiştir.

Tablo-1: Entegrasyon Tekniklerinin Elektriksel Performans Karşılaştırması

Metot	Alan (cm ²)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Direnç (Ω)	Akım (A)	Güç (W)
Nakış	25	37,9	4	27,36	0,20	1,10
Lazer Kesim	25	38,5	4	43,43	0,17	1,14
Bıçak Kesim	25	34	4	53,26	0,16	1,05
Nakış	25	30,2	4	27,36	0,11	0,31
Lazer Kesim	25	29,6	4	43,43	0,08	0,30
Bıçak Kesim	25	28,2	4	53,26	0,09	0,31
Nakış	25	34,1	4	27,36	0,16	0,69
Lazer Kesim	25	34,1	4	43,43	0,13	0,73
Bıçak Kesim	25	31,1	4	53,26	0,13	0,65



Resim-6: Bıçak Kesim Numunesi



Resim-7: Nakış Numunesi



Resim-8: Lazer Kesim Numunesi

4.2 İletken Malzemenin Membran ile Kaplanması ve Kimyasal Enjeksiyonu

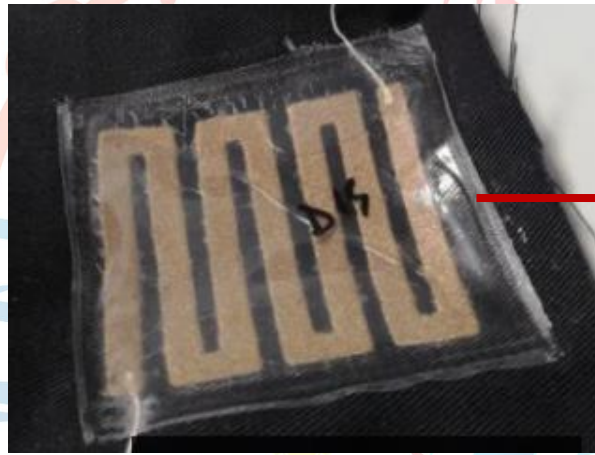
4.2.1 Membran Seçimi ve İletken Malzemenin Membran ile Kaplanması

Membran seçimi yapılırken Poliüretan (PU), Termoplastik Elastomer (TPE), Biaksial Polipropilen (BOPP), Cast (gerdirilmemiş) Polipropilen (CPP) ve Polipropilen/Polietilen (PA/PE) malzemelerden üretilmiş filmler kullanılmıştır. Bu filmlerden beklentimiz sıvı ve gaz fazlarında herhangi bir sızıntıya ve geçirgenliğe müsaade etmeyen malzemelerden üretilmiş filmler olmasıdır. Tablo-2’de verilen özelliklere göre en iyi gaz geçirgenlik ve su buharı geçirgenliğine sahip malzeme Poliamid/Polietilen olduğundan dolayı, membran olarak PA/PE filmi bu çalışmada kullanılacaktır. PA/PE membran, Poliamid ve Polietilen karışımı bir malzemeden üretilmiş olup 70 mikron kalınlığa sahiptir ve 135°C-150°C derece ısıyla 2-2,5dk sürede yapışma özelliğine sahiptir.

Tablo-2: Membran Malzemelerinin Özellikleri

Malzeme	Oksijen Geçirgenliği (ml/m ² .d.bar)	Su Buharı Geçirgenliği (g/m ² . d)
Poliamid/Polietilen	123	<15
Poliüretan	2-7	10,85
CPP	9,7-15,5	0,045
BOPP	100-120	0,2
TPE	23-90	-

İletken malzemenin üzeri, seçilen PA/PE membran ile araları boşluk olacak şekilde kaplanmıştır. PA/PE membran, iletken malzemenin kenarlarındaki boşluğa dört tarafı kapalı kalacak şekilde ısı ile yapıştırılmıştır (Resim-9).



PA/PE Mebran

Resim-9: PA/PE membran ile kaplanmış iletken ısı paneli

4.2.2. Kimyasal Sıvı Seçimi

Kimyasal seçimi için aranılan sıvının özelliklerinden biri kimyasalın düşük kaynama noktasına sahip olmasıdır. Madde 4.2.1.'de iletken malzemenin üzerine yapıştırılan membranın arasına düşük kaynama noktasına sahip kimyasal sıvı enjekte edilecektir. Eldivenin ısıtılması gereken sıcaklık (39-45) °C'de olduğundan dolayı bu sıcaklığa yakın sıcaklıkta, kimyasal sıvının gaz fazına geçmesi gerekmektedir. Düşük kaynama noktası ile ısıtılan iletken paneller vesilesi ile kimyasal sıvı kaynayacaktır. Bu kimyasal sıvı fazından gaz fazına geçerek membranın şişmesini (Resim-1), ısı azalması ile gaz fazından sıvı fazına geçerek membranı sönmelerini (Resim-2) sağlayacaktır. Ayrıca kimyasalın yanmayan, toksik olmayan yapıda olması gerekmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda en uygun sıvının Novec 7100 sıvısı olduğu tespit edilmiştir. Novec 7100 sıvısının ham maddesi Metilnonaflorobütiler (C₅H₃F₉O) kimyasalıdır. Novec 7100 sıvısının önerilen çalışma sıcaklığı 50 °C olup kaynama sıcaklığı 61 °C'dir. Seçilen kimyasal sıvı daha sonrasında PA/PE membran ile iletken malzemenin arasına enjekte edilmiştir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Çalışmada kullanılan teknikler bu proje birçok yeniliği beraberinde getirmektedir. Eldivenin çalışmasında kontrol sistemi kullanılmıştır. Kontrol sistemleri, cihazların, sistemlerin

davranışlarını yöneten ve yönlendiren sistemlerdir. Başka bir deyişle, diğer sistemleri kontrol eden sistemlerdir. Kontrol sistemleri çalışma prensiplerine göre açık döngü ve kapalı döngü sistemler olarak ayrılırlar (Electrical4U, 2019). Kapalı döngü stratejisi, geri beslemeli denetim sistemleri olarak da bilinirler. Bu sistemlerde, bir ölçüm elemanı yardımıyla çıkış değeri algılanır ve hedeflenen çıkış değeri ile arasındaki fark karşılaştırılır. Bu karşılaştırmada bir sapma değeri elde edilir. Sapma değeri yani hata sinyali, üreten kapalı devre bir sistemde, bir sistemin çıkış değerini istenen koşulla karşılaştırmak, hatayı azaltmak ve sistemin çıkışını istenen yanıtı getirmek için tasarlanmış bir kontrol eylemine dönüştürmek için bir regülatör kullanılır. Bu projede de eldiven tasarlanırken kapalı döngü stratejisi baz alınarak tasarım yapılmıştır. Eldivene entegre edilmiş sıcaklık sensörü sayesinde ortam sıcaklığı tespit edilecek ve sıcaklık 45 °C'nin üzerine çıkmayacaktır.

Karpal Tünel sendromu hastalarına mekanoterapi ve termoterapi uygulayacak eldiven geliştirilmemesi sebebiyle alanında farklılık göstermektedir. Projenin tamamlanmasıyla birlikte, literatüre Karpal Tünel hastalarının mekanoterapi ve termoterapi tedavilerinde kullanılan eldiven konulu bir çalışma eklenecektir. Böylelikle gelecekte bu çalışmaya ilgi duyan araştırmacılara yön verecektir. Çalışmanın disiplinler arası çalışma olması sebebiyle tek bir bilim dalına değil, birden fazla bilim dalına rehber ve bu alanlardaki araştırmacılara yön verecek akademik bir çalışma olacaktır.

6. Uygulanabilirlik

Çalışmanın uygulanabilirlik durumu ile ilgili yapılacaklar aşağıdaki maddeler altında özetlenmiştir.

- Robotik-Medikal alanlarda konferanslara katılım sağlanacak ve buralarda ürün tanıtılacak. İlgi çekmesi durumunda ticari üretimi yapılabilecektir.
- Tekstil bazlı malzemelerin sıcaklık, basınç ve elektriksel miktarlarının ölçümü için yeni sensör teknolojileri geliştirilecektir; ayrıca farklı kontrol ve sinyal işleme yöntemleri denenecek ve deneysel sonuçlar gelecekteki araştırmalar için yararlı olabilir.
- Patent ve faydalı ürün uygulamaları da çalışmanın başarısına bağlı olarak dikkate alınmıştır.
- TÜBİTAK 1512 Teknoloji Girişimi uygulaması da öngörülmektedir.
- Çalışma ve ürün için bir web sitesi ve bir blog oluşturulması planlanmaktadır.
- Lise öğrencilerine, özellikle yumuşak robotik konusunda geleceğin bilim insanı olmalarını teşvik edecek eğitim programları planlanmaktadır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projede kullanılan malzemeler yurt dışı menşeli ürünler olduğundan ve kur fiyatlarının değişkenliğinden dolayı tahmini bütçe 2000 dolar olarak hesaplanmıştır. İletken malzemelerin ve kimyasalın Türkiye pazarında bulunabilmesi durumunda ve seri üretime geçmesi durumunda bu bütçenin azalacağını düşünmekteyiz.

Tablo-3'te projeye ait zaman planı verilmiştir.

Tablo-3: Proje Zaman Planı

Proje Adımları	1. Ay-3. Ay	4. Ay-6. Ay	7. Ay-9. Ay	10. Ay-12. Ay
Literatür Taramasının Yapılması	■			
İletken Malzeme Entegrasyon	■			
Metotlarının Testlerinin Yapılması	■			
Membran Seçimi ve Testlerinin Yapılması	■			
Kimyasal Sıvının Belirlenmesi ve Testlerinin Yapılması	■			
Sıcaklık Sensörlerinin Seçilmesi ve Testlerinin Yapılması		■		
Aktüatör Testlerinin Yapılması			■	
Arduino ile Kapalı Döngü Sisteminin Programlanması				■
Prototip Ürünün Test Edilmesi				■

Tablo-4'te projede kullanılmak üzere gerekli olan malzeme listesi verilmiştir.

Tablo-4: Malzeme Listesi

Malzeme Adı	Marka	Özellik	Tablo2'ye göre Harcamaların Yapılacağı Ay	Ürün Alternatifleri ve İnternet Siteleri
İletken İplik	Statex	Shieldex-235dtx inceliğe sahip gümüş kaplamalı naylon iplik	1. Ay-3. Ay	https://statex.de/en/shieldex-yams/
İletken Kumaş	Statex	Shieldex gümüş kaplamalı örme kumaş	1. Ay-3. Ay	https://statex.de/en/shieldex-knitted-fabrics/
Substrat Kumaş		Pamuklu Kalın Dokuma Kumaş (Kalın ve sıkı olmalı)	1. Ay-3. Ay	https://www.kumasci.com/liste/cantalik-kumalar
Membran	Ak Sedef Plastik	Poliamid/Polietilen 70 mikron kalınlığında şeffaf membran	1. Ay-3. Ay	http://aksedefplastik.com.tr/tr/urunler/sektorlere-gore-urunler/
Kimyasal Sıvı	3M	Novec 7100 Kimyasal Sıvı, Kimyasal Formülü: C ₅ H ₃ F ₉ O	1. Ay-3. Ay	https://www.3m.com/3M/en_US/company-us/all-3m-products/~3M-Novec-7100-Engineered-Fluid/?N=5002385+3290667247&rt=rud
Termal Kamera			1. Ay-3. Ay	https://www.hepsiburada.com/testo-865-termal-kamera-p-HBV00000PC30Q https://www.inkatechmarket.com/urun/testo-865-termal-kamera-cantali/?gclid=CjwKCAjwztL2BRATEiwAvnAlCrtpXStbFalKuzqYS5R-8zRYqKsauUJuAdK7G06qSgDnVjRmCHNFQhoCID0QAvD_BwE
Güç Kaynağı			1. Ay-3. Ay	https://www.robotistan.com/0-30-volt-5-amper-avarli-guc-kaynagi-ps-305d?language=tr&h=6521fd7&OM.zn=CategoryPage%20-%20CatTopSeller-w21&OM.zpc=11931 https://www.robotistan.com/0-30-volt-2-amper-avarli-guc-kaynagi-rxn-302d

				https://www.direnc.net/rxn3010-0-30v-10a
Sıcaklık Sensörü	RTD veya Termokupl	4.Ay-6. Ay		https://www.direnc.net/pt100-sicaklik-sensuru
				https://www.direnc.net/ktv81-silikon-sicaklik-sensuru
				https://www.direnc.net/ad8495-k-tipi-termokupl-modul
				https://www.robotzade.com/LM35-Hassas-Sicaklik-Sensuru,PR-259.html
				https://www.te.com/global-en/products/sensors/temperature-sensors/rtd-sensors-and-probes/rtd-sensors.html?tab=pgp-story
Arduino Devre		4.Ay- 6.Ay		https://www.robotistan.com/arduino-uno-r3-klon-usb-kablo-hediyeli-usb-chip-ch340?language=tr&h=424a5daa&OM.zn=CategoryPage%20-%20CatTopSeller-w21&OM.zpc=13956
				https://www.robotistan.com/arduino-nano?language=tr&h=1617316c&OM.zn=CategoryPage%20-%20CatTopSeller-w21&OM.zpc=13958
				https://www.robotistan.com/arduino-nano-328-usb-kablolu?language=tr&h=3b4551bc&OM.zn=CategoryPage%20-%20CatTopSeller-w21&OM.zpc=11610
Pil		7.Ay-9. Ay		https://www.robotistan.com/gp-cr1216-3v-pil?language=tr&h=0d4fc45a&OM.zn=CategoryPage%20-%20CatTopSeller-w21&OM.zpc=16640
				https://www.robotistan.com/gp-ultra-9v-pil
				https://www.robotistan.com/gp-recyko-9v-200-mah-sarjili-pil

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Karpal Tünel rahatsızlığı her on kişiden birinde görüldüğü tahmin edilmektedir (Luca Padua, 2016). Aynı zamanda kadınlar, erkeklere göre üç kat daha fazla risk altında. Karpal Tünel sendromu riski yaşa bağlı olarak da artmaktadır. Genellikle 40-70 yaş arasında Karpal Tünel rahatsızlığı daha fazla görülmektedir. Aşırı aktif hipofiz bezi, hipotiroidizm, romatoid artrit, diyabet veya diğer nörolojik bozukluklar gibi belirli durumlara sahip olmak da Karpal Tünel riskini arttırdığı görülmüştür. (Rand, 2017). Kişinin mesleğine göre de Karpal Tünel sendromu riski değişmektedir. Ulusal Nörolojik Bozukluklar ve İnme Enstitüsü, üretim, dikiş, bitirme, temizlik ve et, kümes hayvanları veya balık paketlemede montaj hattı çalışması yapanların, bilgisayar kullanan birine göre üç kat daha fazla risk altında olduğunu belirtmiştir (Carpal Tunnel Syndrome Fact Sheet (2017)).

Bu projenin çıktısı olan ve öncelikli olarak Karpal Tünel rahatsızlığında kullanılacak masaj eldiveni, yukarıda risk grubunda bulunan hastalara hitap edecektir. Ayrıca bu eldiven kimyasal bir tedavi olmadığından dolayı ağrı azaltma amaçlı farklı kas - iskelet, sinir sistemi rahatsızlıkları yaşayan hastaların tedavilerinde de kullanılabilir.

9. Riskler

Projede olabilecek riskler aşağıdaki maddeler altında toplanmıştır.

- Tekstil yapıları rijit yapılardan çok daha karmaşık olduğundan, klasik kontrol yöntemleri çalışma için yetersiz olabilir.
- Arduino kartları CPU hızı ve bellek açısından yetersiz olabilir.

Oluşabilecek risklere göre projenin **B planı** aşağıdaki maddelerde özetlenmiştir.

- Adaptif kontrol tekniği ve diğer benzer modern kontrol yöntemleri incelenecektir.
- Arduino uyumluluğunun projenin profesyonellik ve tekrarlanabilirliği için önemli olması sebebiyle eğer CPU hızı ve bellek yetersizlikleri yaşanır, ARM tabanlı STM32 Nucleo kartlar veya Arduino uyumlu Intel mimarisine sahip diğer MCU kartlar gibi daha iyi belleğe sahip daha hızlı mikro denetleyiciler kullanılabilir.

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Zeynep Beler

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Bölüm	Projedeki Görevi	Projeyle veya Problemlerle İlgili Tecrübesi
Dr. Aslı Tunçay Atalay	Danışman	Marmara Üniversitesi	Tekstil Mühendisliği	Proje Yürütücüsü ve Projenin Fikir Haklarına Sahiptir. Projede Test Sonuçlarına Göre Malzeme Seçiminden, Malzemelerin Performansına Yönelik Konularda Danışman Görevinden Sorumludur.	Yaklaşık 12 Yıldır Akıllı Sistemler, Akıllı Tekstil Yapıları, Soft Robotikler İle İlgili Akademik Çalışmalar Yapmaktadır.
Zeynep Beler	Yüksek Lisans Öğrencisi	Marmara Üniversitesi	Polimer Bilimi ve Teknolojisi	İletken Yapıların Entegrasyon Yöntemleri ile Karşılaştırma Çalışmasının Yapılmasından ve Bu Malzemelerin Elektriksel Testlerinin Yapılmasından Görevli.	Tecrübesi Yoktur.
Elif Dede	Yüksek Lisans Öğrencisi	Marmara Üniversitesi	Polimer Bilimi ve Teknolojisi	İletken Yapıdan Ürünün Son Haline Getirilmesinden Sorumludur.	Tecrübesi Yoktur.
Mehmet Fatih Çelebi	Doktora Öğrencisi	Marmara Üniversitesi	Elektrik-Elektronik Mühendisliği	Kapalı Döngü Sisteminin, Sıcaklık Sensörünün, Arduino ile Programlanmasından Sorumludur.	Yaklaşık 7 yıldır periyodik işaret işleme, ayrık zamanlı denetim, mikrodenetleyici uygulamaları ve robotik sistemler ile ilgili akademik çalışmalar yapmaktadır.

11. Kaynaklar

1. Buie, D.(1997). United States Patent No. 5,613,730.
2. Weiss, M.(2007). United States Patent No. Us 2007/0278214 A1
3. Petcu, I.(2012). A Comparative Study Of The Implementation Methods Of Heating Elements Used For The Deveopment Of Textile Heaters.12th World Textile Conference Autex. Zadar.
4. Luca Padua, D.C.-W(2016). Carpal Tunnel Syndrome: Clinical Features, Diagnosis, And Management. The Lancet,1273-1284
5. Thilagavathi G.(2017). Development And Characterization Of Electric Heating Fabric Based On Silver Coated Nylon Yarn.Journal Of Textile Engineering & Fashion Technology
6. Torsten L.(2005). Embroidering Electrical Interconnects With Conductive Yarn For The Integration Of Flexible Electronic Modules İnto Fabric.Proceedings Of The 2005 Ninth Ieee International Symposium On Wearable Computers.Osaka.
7. Kayacan O. (2009). Heating Behaviors Of Metallic. International Journal Of Clothing,Science And Technology, 127-136
8. Sun D. (2019). Investigating Flexible Textile-Based Coils For Wireless Charging Wearable Electronics.Journal Of Industrial Textiles 1-13
9. Branson M. M. (1990). Sensorial Comfort: Part I: A Psychophysical Method For Assessing Moisture Sensation İn Clothing. Textile Research Journal, 371-377
10. Crow Rita M.(1998).The Interaction Of Water With Fabrics. Textile Research Journal,280-288.
11. Hao L.(2015).Thermal-Electronic Behaviors İnvestigation Of Knitted Heating Fabrics Based On Silver Plating Compound Yarns.Textile Research Journal,1-15.
12. R. Fanguero.(2010).Wicking Behavior And Drying Capability Of Functional Knitted Fabrics.Textile Research Journal,1522-1530.
13. Aicha Z. (2020). Physical Therapy And Rehabilitation Approaches İn Patients With Carpal Tunnel Syndrome.Cureus.
14. Field T. (2016). Massage Therapy Research Review. Complementary Therapies İn Clinical Practice,19-31.
15. Edde, B., (2020). Massage For Carpal Tunnel Relief | Zenovate. [online] Zenovate. Available at: <<https://zenovate.com/getting-smart-carpal-tunnel-relief/>> [Accessed 2 June 2020].
16. Chapman, Sarah. “Carpal Tunnel Syndrome (CTS): a Look at the Evidence for Treatments.” Evidently Cochrane, 7 Dec. 2018, www.evidentlycochrane.net/carpal-tunnel-syndrome/.
17. Rand, Ethan. “Causes and Risk Factors for Carpal Tunnel Syndrome.” Sports, www.sports-health.com/sports-injuries/hand-and-wrist-injuries/causes-and-risk-factors-carpal-tunnel-syndrome.
18. Electrical4U. “Control System: Closed Loop Open Loop Control System.” Electrical4U, 16 June 2019, www.electrical4u.com/control-system-closed-loop-open-loop-control-system/.
19. Wikipedia contributors. (2020, April 28). Mechanotherapy. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 10:06, June 2, 2020, from

- <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Mechanotherapy&oldid=953664512>
20. "Carpal Tunnel Syndrome - Treatment and Symptoms." HC Orthopaedic Surgery, 10 Oct. 2018, hcortho.sg/carpal-tunnel-syndrome-treatment-symptoms/
21. Carpal Tunnel Syndrome Fact Sheet. National Institute of Neurological Disorders and Stroke, National Institutes of Health. Carpal Tunnel Syndrome Fact Sheet. Accessed February 2017.)

