

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BIYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



DERİN VEN TROMBOZU OLUŞUMUNDA RİSK AZALTICI
DEĞİŞKEN DVT POMPA TASARIMI

BÜŞRA ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. MUHAMMET SERDAR ÇAVUŞ

HAZİRAN - 2022

KASTAMONU

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Büşra ÇELİK

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DERİN VEN TROMBOZU OLUŞUMUNDA RİSK AZALTICI DEĞİŞKEN DVT POMPA TASARIMI

BÜŞRA ÇELİK

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN:DOÇ. DR. MUHAMMET SERDAR ÇAVUŞ

Derin ven trombozu (DVT), geniş venöz sinüslerde, özellikle bacak venlerinde kan akışının yavaşlaması ya da bozulması sonucu oluşan ve genellikle büyük cerrahi işlemler sonrasında sıklıkla görülen bir komplikasyondur. Geleneksel DVT pompaları, vücudu saran bir manşon aracılığıyla vücut dışından sıkıştırma ve gevşetme yaparak venöz kan akışını hızlandırıp kapakçıklar içinde kan birikmesini ve pıhtı oluşumunu engellemeyi yanı sıra ağrılı semptomları da önlemeye odaklanırlar. Geleneksel tasarımlarda hastaya cihaz açıldığı anda üretici tarafından ayarlanan basınç değeri cihaz başlatıldığı zaman hastaya uygulanmaya başlanmakta ve uygulanan basıncın takibi yapılamamaktadır. Bu durum uygulanan tedavinin doğruluğu ve yeterli olması konusunda tam bir bilgi sağlamamaktadır. Bu çalışmada, derin ven trombozu oluşumunu önlemek için yenilikçi ve daha gelişmiş bir DVT Pompa tasarımı yapılmış ve bir prototip sunulmuştur. Geliştirilen DVT Pompası ile basınç değerleri ve basınç uygulama süresi hastaya göre ayarlanabilmekte, uygulanan basınç değerleri ve uygulama süresi cihaz ekranı üzerinden izlenebilmekte ve dokunmatik ekranı sayesinde kolay kullanım sağlanmaktadır. Ayarlanan basınç değeri cihaz tarafından anlık olarak ölçülmekte ve herhangi bir anda sızıntı olması veya hortumlarda tıkanıklık olması durumunda kullanıcıyı uyarılmaktadır. Basınç değerlerini belirli standartlar dahilinde değiştirme imkanının yanı sıra kullanıcıya basınçlı kalma süresini değiştirme imkanı da sağlanmaktadır. Bu sayede komplikasyonların seyrine göre tedavi şeklini değiştirme olanağı sağlanmakta, bu da hastayı sürekli kontrol altında tutmanın zorluklarını büyük ölçüde azaltmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER:DVT (DERİN VEN TROMBOZU), DVT POMPASI, PE (PULMONER EMBOLİ), TROMBOZ

Haziran 2022, 41 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

RISK REDUCING VARIABLE DVT PUMP DESIGN IN DEEP VEIN THROMBOSIS FORMATION

BÜŞRA ÇELİK

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING
SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. MUHAMMET SERDAR ÇAVUŞ**

Deep vein thrombosis (DVT) is a complication that occurs as a result of slowing or deterioration of blood flow in the large venous sinuses, especially in the leg veins, and is often seen after major surgical procedures. Conventional DVT pumps accelerate venous blood flow by applying compression and relaxation to the relevant part of the body through a cuff that wraps around the body, thus preventing blood pooling and clot formation within the valves. They also focus on preventing painful symptoms. In traditional designs, the device works with a pressure value set by the manufacturer and the applied pressure cannot be followed. This situation does not provide sufficient information about the accuracy and adequacy of the applied treatment. In this study, an innovative and more advanced DVT pump design was made and a prototype was presented in order to prevent the formation of deep vein thrombosis. With the developed DVT pump, the pressure values and the pressure stay time can be adjusted according to the patient, the applied pressure values and the application time can be monitored via the device screen, and it provides easy operation thanks to its touch screen. The adjusted pressure value is instantly monitored by the device and warns and informs the user in case of leakage or clogged hoses at any time. It provides information to the physician and the patient about the duration of the treatment, with the feature of being able to monitor the applied treatment time on the screen. In addition to the possibility of changing the pressure values within certain standards, the user is also provided with the opportunity to change the pressurized residence time. In this way, the flexibility of changing the form of treatment according to the course of complications is provided, which greatly reduces the difficulties of keeping the patient under constant control.

KEYWORDS:DVT (DEEP VEIN THROMBOSIS), DVT PUMP, PE (PULMONARY EMBOLI), THROMBOSIS

June 2022, 41 Page

TEŐEKKÖR

Bu tez çalışmasında bana her konuda destek olan danıőmanım Sayın Doç. Dr. Muhammet Serdar ÇAVUŞ'a, bilgi, tecröbe ve yardımlarıyla destek olan çalışma arkadaőım Kenan ÇELİK'e teşekkür ederim.

Bütün eğitim hayatım boyunca yanımda oldukları gibi yüksek lisans eğitimi boyunca da her zaman yanımda olan ve maddi, manevi desteklerini hiç esirgemeyen babam Kamil ÇELİK'e, annem Meryem ÇELİK'e ve kardeőlerime teşekkür ederim.

BÜŞRA ÇELİK

Kastamonu, 2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 DVT Tarihsel Gelişimi	1
1.2 Alt Ekstremitenin Ven Anatomisi	2
1.2.1 Alt Ekstremitenin Yüzeysel Venleri.....	2
1.2.2 Alt Ekstremitenin Derin Venleri	4
1.3 DVT Fizyopatolojisi	5
1.3.1 Endotel Hasarı.....	7
1.3.2 Venöz Staz	7
1.3.3 Hiperkoagülabite.....	7
1.4 DVT Risk Faktörü	8
1.4.1 Kronik Yatkınlık Oluşturan Faktörler.....	10
1.4.2 Akut Tetikleyici Faktörler	10
1.4.2.1 Yaş	10
1.4.2.2 Uzun süren hareketsizlik	11
1.4.2.3 Cerrahi girişim	11
1.4.2.4 Pelvik ve abdominal cerrahi girişimler	12
1.4.2.5 Majör ortopedi ve travmatolojik cerrahi	12
1.4.2.6 Majör travma.....	12
1.4.2.7 Malign hastalıklar	13
1.4.2.8 Gebelik ve lohusalık.....	13
1.5 DVT İnsidansı ve Prevalansı	13
1.6 DVT Belirti ve Bulguları.....	14
1.7 DVT Tanı Yöntemleri	15
1.7.1 Ultrasonografi	15
1.7.2 D-Dimer Testi	16
1.7.3 Kontrast Venografi	16
1.7.4 Bilgisayarlı Tomografi.....	16
1.7.5 Radyoaktif Fibrinojen Uptake Testi	17
1.7.6 Venöz Basıncın Ölçülmesi.....	17
1.8 DVT Profilaksi Yöntemleri	17
1.8.1 Genel Yöntemler	17
1.8.2 Antikolagülan Kullanımı	18
1.8.3 Mekanik Yöntemler	18

2. YÖNTEMLER.....	20
2.1 Tasarım Özellikleri.....	20
2.2 Mikroişlemci	22
2.3 Mikroişlemci Özellikleri	22
2.3.1 Mikroişlemci Programlama	23
2.4 Sensör	24
2.4.1 Sensör Özellikleri	24
2.4.2 Uygulama Alanları.....	25
2.4.3 Sensör Yapısı	25
2.4.4 Fark Yükseltici.....	25
2.5 Ekran	26
2.6 Hava Pompası.....	29
2.7 Valf sistemi.....	30
2.8 Güç Kaynağı.....	30
2.9 Cihaz Kasa Tasarımı.....	31
3. BULGULAR	34
4. SONUÇ	36
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Derin ven trombozu	1
Şekil 1.2 Alt ekstremitte venöz anatomisi.....	3
Şekil 1.3 Büyük ve küçük safen veni	4
Şekil 1.4 Alt ekstremitte derin venöz sistemi ve DVT anatomik bölgeleri.....	5
Şekil 1.5 Derin Ven Trombozu belirtileri	14
Şekil 1.6 DVT baldır manşonu	18
Şekil 1.7 DVT uyluk manşonu.....	19
Şekil 1.8 DVT ayak manşonu	19
Şekil 2.1 Tasarlanan elektronik kart.....	22
Şekil 2.2 Atmega328P-U mikroişlemcisi.....	22
Şekil 2.3 Mikroişlemci pin konfigürasyonu.....	23
Şekil 2.4 Arduino IDE yazılım geliştirme ortamı	24
Şekil 2.5 Basınç sensörü	24
Şekil 2.6 Sensör yapısı	25
Şekil 2.7 Fark yükseltici.....	26
Şekil 2.8 Nextion editörü kullanıcı ara yüzü.....	26
Şekil 2.9 Ekran parlaklık ayarı.....	27
Şekil 2.10 Cihaz açılış ekranı.....	27
Şekil 2.11 Cihaz kontrol ekranı.....	28
Şekil 2.12 DVT pompası için tasarlanan dokunmatik ekran ve özellik göstergeleri.	28
Şekil 2.13 Hava pompası	30
Şekil 2.14 Valf	30
Şekil 2.15 Güç kaynağı	31
Şekil 2.16 Cihaz parçaları	32
Şekil 2.17 Değişken DVT pompa tasarımı	32

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1 Virchow triadı ve DVT oluşumunda etkili olan faktörler.....	6
Tablo 1.2 DVT Risk faktörleri.....	10
Tablo 1.3 Farklı cerrahi branşlarında DVT ve PE riskleri.....	11
Tablo 2.1 DVT pompası dokunmatik ekranı bildirim ve fonksiyon özellikleri.....	29
Tablo 2.2 Hava pompası teknik özellikler	29
Tablo 2.3 Valf teknik özellikler	30
Tablo 2.4 Güç kaynağı teknik özellikler.....	31

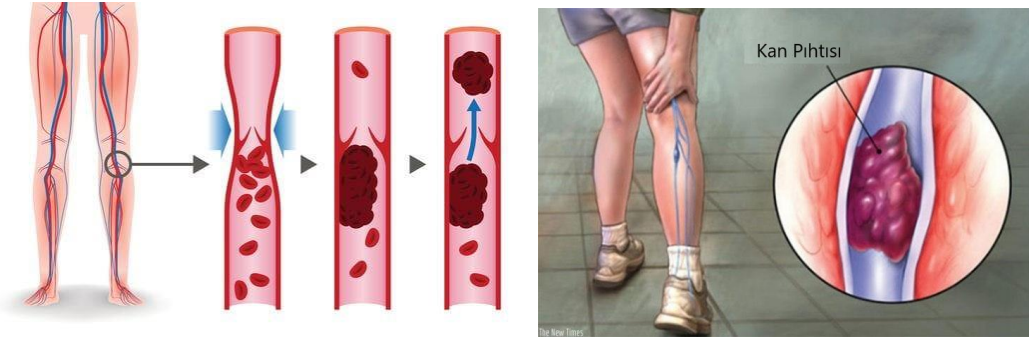
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AC	: Alternatif Akım
ADP	: Adenozin Di- Fosfat
DC	: Doğru Akım
DVT	: Derin Ven Trombozu
Dk	: Dakika
F.S.	: Femtosaniye
GKS	: Glasgow Koma Skalası
mA	: Mili amper
L	: Litre
PE	: Pulmoner Emboli
PTE	: Pulmoner Tromboembolizm
VTE	: Venöz Tromboembolizm

1. GİRİŞ

Derin ven trombozu(DVT), geniş venöz sinüslerinde, özellikle bacadaki venlerde kan akış hızındaki yavaşlama veya kan akışındaki bozulma sonucu pıhtı (tromboz) oluşmasıdır. Genellikle büyük cerrahi girişimler sonrasında sık olarak görülmektedir (Şekil 1.1). Tromboz; popliteal, baldır veni, iliak veni veya femoral venlerinde oluşabilmektedir. İliak ve femoral venler akciğer embolisine sebep olan trombozların önemli kaynaklarıdır. DVT, akut döneminde akciğer embolisi, sonraki dönemde posttrombotik sendroma neden olabilmektedir.



Şekil 1.1 Derin ven trombozu (DVT)

1.1 DVT Tarihsel Gelişimi

DVT ilk olarak orta çağda belgelenmiştir (Galanaud vd., 2013). 1271 yılında 20 yaşındaki ayakkabıcı Raoul'un bacağına ve ayak bileğinde tek taraflı ödem ve şişlik gelişmiştir. Sonrasında, Raoul'a bacak ülseri oluştuğunda şifa olması için Fransa Kralı IX. Louis'in mezarını ziyaret etmesi önerilmiştir. Raoul ziyareti sırasında yarasına kralın mezar taşını kaplayan taşların tozundan sürmüştür. Bu ziyaret sonrasında yaranın iyileşmesi gerçekleşmiş ve Raoul 11 yıl daha yaşamıştır. Bu iyileşmenin tozun yaraya uygulanmasının bir sonucu olduğu düşünülmüştür (Galanaud vd., 2013). Daha sonrasında DVT vakalarının tespitine ve belgelenmesinde artışlar başlamıştır. İlk olarak hamile kadınlarda ve doğum sonrasında tespit edilmiştir (Galanaud vd., 2013). Pıhtıların hamilelik sonrasında kötü huyların tutulmasının bir sonucu olduğu düşünülmüştür (Fritz vd., 2011; Galanaud vd., 2013). Doğum sonrasında bacaklarda tüketilmemiş anne sütü varlığının DVT'ye neden olduğu da varsayımlar arasında tutulmuştur (Galanaud vd., 2013). 17. yüzyılda bu teoriler yavaş yavaş unutulmaya

başlanmış ve 1676 yılında Wiseman, kan pıhtılarına kandaki anormalliklerin neden olduğunu öne sürmüştür (Galanaud vd., 2013). 1973'te Hunter, DVT'nin damarda oluşan pıhtıların sebep olduğu venöz bir tıkanıklık olduğunu ileri sürmüştür. Hunter, bu keşiften sonra tromboz üzerinde birçok venöz ligasyon gerçekleştirerek ölümcül sonuçlara sebep olan pulmoner tromboembolizmi önlemiştir. Vena kava ligasyonu tartışmalı olmasına rağmen, bu teknik 19. yüzyıl sonlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ligasyon femoral ven, ana iliak ven veya inferior vena kava seviyesine yerleştirilebilir. Ligasyon ile birlikte, DVT tedavisinin temel dayanağı yatak istirahatiydi. Bu genellikle trombüsün migrasyon korkusu nedeniyle reçete edilmiştir. Hastanın uzuvları genellikle pıhtı hareketini engellemek için atellenmiştir. DVT için diğer tedavi yöntemleri arasında anti-inflamatuar ajanların verilmesi, kan alma, sıcak kompreslerin uygulanması ve venöz dönüşü teşvik etmek için ekstremitenin kaldırılması yer almaktadır (Galanaud vd., 2013).

1.2 Alt Ekstremitenin Ven Anatomisi

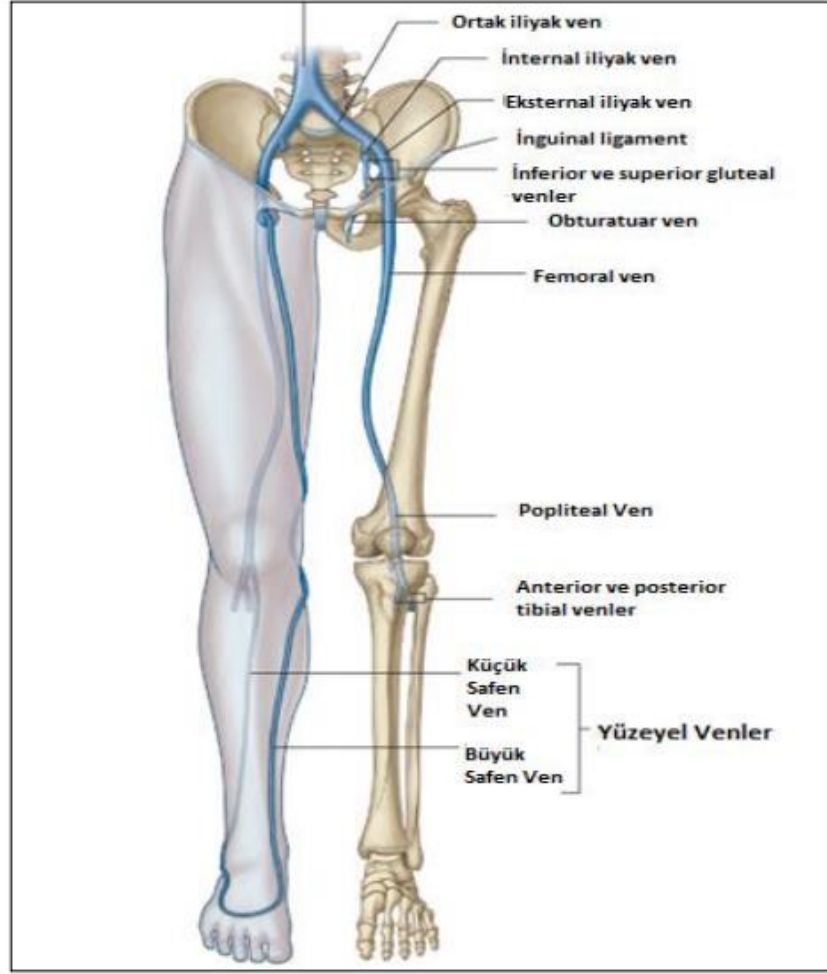
Alt ekstremitenin veni 2 ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar yüzeysel venler ve derin venlerdir. Yüzeysel venler cildin altında iki yüzeysel fasya tabakası arasında bulunmaktadır. Derin venler ise major arterlerle bir arada bulunmaktadır. Alt ekstremitenin venlerindeki kapakçık sayısı, üst ekstremitenin venlerine oranla daha yüksektir (Gray vd.,1977).

1.2.1 Alt Ekstremitenin Yüzeysel Venleri

Alt ekstremitedeki iki ana yüzeysel veni vena safena parva (küçük safen veni) ve vena safena magna'dır (büyük safen venidir) (Şekil1.2). Bu iki ven birbirleriyle ilişki içerisindedir. Ayrıca yüzeysel venler perforan venler ile derin venöz sisteme bağlıdır. Yüzeysel ve derin venlerin birleşim noktasındaki kapakçıklar içeriye doğru yönelmiştir. Bu yönelme sayesinde kan akışı sadece yüzeysel venden derin vene doğru olmaktadır. Ayak sırtında bulunan yüzeysel venler istisnai bir durum taşımaktadır. Ayak sırtında bulunan venlerdeki kan akış yönü derin venden yüzeysel vene doğru olmaktadır. İki venede de çok sayıda kapakçık bulunmaktadır. Büyük safen venede 5 ila 25 tane

kapakçık bulunurken; küçük safen vende 4 ila 12 tane kapakçık bulunur. Büyük safen vende bulunan kapakçıklar ortalama olarak 7 cm aralıklarla yerleşiktirler.

Alt ekstremitedeki büyük yüzeyel venler ayak sırtı derialtı dokusundaki metatarsal kemikler düzeyinde oluşur.



Şekil 1.2 Alt ekstremitte venöz anatomisi (Drake vd.,2006)

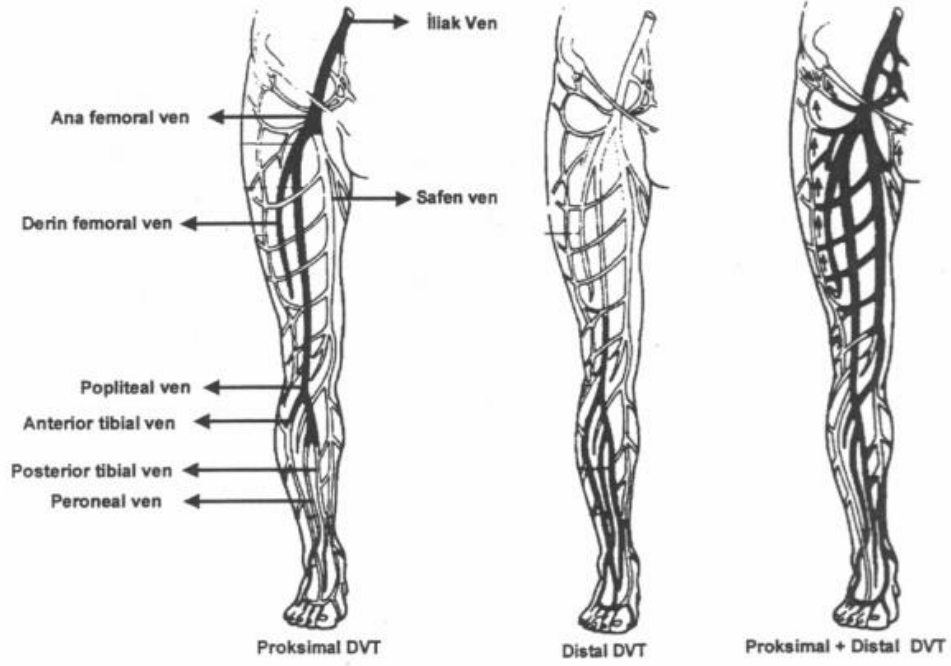
Ayak sırtının dış yanından küçük safen ven, iç yanından ise büyük safen ven başlamaktadır (Şekil 1.3). Büyük safen ven ayak bilek kemiği ön kısmından başlayıp, kaval kemiğin önünden çapraz geçerek diz kapağına doğru yükselmektedir (Caggiati ve Bergan, 2002). Küçük safen ven ise baldır kasının topuk kemiğine bağlandığı noktanın yan tarafından başlayarak bacağın arkasında derin ve yüzeyel fasya arasından yukarıya doğru çıkarak diz arkasına ulaşmaktadır.



Şekil 1.3 Büyük ve küçük safen veni (Drake vd.,2006)

1.2.2 Alt Ekstremitte Derin Venleri

Derin venler plantar ve dorsal arklardan başlamaktadır. Ayak derin veni dorsal ve plantar venler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bacak derin venleri posterior tibial, anterior tibial ve peroneal venlerden oluşmaktadır. Derin venler, derin fasya ile çevrelenmektedir. Bu venler çoğunlukla çift halde bulunmakla birlikte tek halde de bulunabilmektedir. Anterior tibial veni, interossöz membran önünde ve tibian yanından seyrederek. Posterior tibial veni tibianın arkasından devam eder. Çoğunlukla peroneal ven ve posterior tibial birleşerek ortak bir damar oluşturmaktadır. Bu damar ise genellikle çift halde bulunmaktadır.



Şekil 1.4 Alt ekstremitte derin venöz sistemi ve DVT anatomik bölgeleri

1.3 DVT Fizyopatolojisi

Yapılan araştırmalarda 1.000 kişiden 1'inde görölen DVT, 18 yaş altı nüfusa bakıldığında 100.000 kişiden 1 kişide görölmektedir (Arslan vd., 2008; White vd., 2004). Genel nüfusun DVT için yıllık ortalama insidansı 10.000 kişi için 5,04 olarak tespit edilmiştir. Kadın ve erkek nüfusu için yapılan incelemelerde DVT insidansı kadın ve erkekte benzer olmakla birlikte tüm yaş gruplarına bakıldığında görölme oranı 1,6/1.000 olarak belirlenmiştir (Arseven vd., 2010). Her iki cinsiyet için yaş ilerledikçe DVT görölme oranı artmaktadır. Yaşın ilerlemesiyle birlikte 45 yaşının üstünde DVT görölme sıklığının arttığı tespit edilmiştir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte erkeklerde DVT görölme olasılığı kadınlara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Cushman, 2007). Yapılan araştırmalarda bir yılda 30-49 yaşları arasında 10.000 kişi için 2 veya 3 kişide görölürken; 70-79 yaşları arasında 10.000 kişinin 20'sinde göröldüğu tespit edilmiştir (Fowkes vd., 2003). Yapılan araştırmalar sonucunda insidans artış oranının 85'li yaşlarda 1/100'e ulaştığı belirlenmiştir (Arseven vd., 2010). DVT'nin göröldüğu vücut bölgeleri çeşitlilik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, DVT görölen hastaların %92,6'lık kısmında trombozların alt ekstremitteki venlerde göröldüğu belirlenmiştir. Görölen bu trombozların %63,8'lik

kısının proksimal venlerinde meydana geldiği tespit edilmiştir (Dentali vd., 2011). Oluşan trombozların %6,5'lik kısmını üst ekstremitedeki trombozlar oluşturmaktadır. Alt ekstremitelerdeki venlerde oluşan trombozlar %75'inden daha fazlasını oluşturmaktadır. Oluşan bu trombozlarda bazen kopmalar meydana gelmekte ve kan dolaşımıyla birlikte pulmoner arter veya dallarına ulaşarak bu damarlarda tıkanmalara sebep olmaktadır. Bu tıkanmalar sonucunda ölümcül komplikasyona sebep olan pulmoner emboli meydana gelebilmektedir (Dirimeşe ve Yavuz, 2010). DVT, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de hastane yatış süresinde uzama, meydana gelen komplikasyonlar ve artan tedavi masrafları gibi sebeplerden dolayı önemli bir sağlık sorunu olduğu tespit edilmiştir (Arseven vd., 2010; Kurtoğlu ve Sivriköz, 2008).

Virchow triadına göre DVT'ye sebep olan üç önemli faktör bulunmaktadır: Endotel hasarı, venöz staz ve hiperkoagülopatidir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1 Virchow triadı ve DVT oluşumunda etkili olan faktörler

Venöz Staz	Damar Duvarında Hasar	Hiperkoagülabite
<ul style="list-style-type: none"> • Uzun süreli yatak istirahati, uzun süreli seyahat, cerrahi işlemlere bağlı oluşan hareketsizlik • Tümör, gebeliğe bağlı venöz obstrüksiyon, obezite • Kardiyomiyopati, konjestif kalp yetersizliği ve miyokard infarktüsüne bağlı oluşan sol ventrikül yetersizliği • Atrial fibrilasyon 	<ul style="list-style-type: none"> • Damar travması /yaralanması • Kateter takılması • DVT öyküsü • Yapay kalp kapağı • Akut miyokard infarktüsü • Cerrahi işlem • Kemik kırılması • Kalp damar hastalığı • Tümör invazyonu • Yanıklar 	<p>Edinsel trombofililer</p> <ul style="list-style-type: none"> • DVT öyküsü • Cerrahi girişimler • Antifosfolipid antikor sendromu • Diğerleri <p>Kalıtsal trombofililer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sık görülenler <ul style="list-style-type: none"> • Aktive protein C direnci <ul style="list-style-type: none"> • Faktör V Leiden mutasyonu • Protrombin gen (G20210A) mutasyonu • Protein C/S eksiklikleri • Antitrombin eksikliği • Nadir görülen kalıtsal trombofililer • Aile öyküsü • Diğerleri

1.3.1 Endotel Hasarı

Hastalarda çoğunlukla cerrahi işlemler sonrasında meydana gelmektedir. Damar duvarında meydana gelen bu hasar endoteldeki pıhtılaşma faktörlerinin salınımında uyarılmaya neden olmaktadır. Burada endotelin antikoagülan etkisinin bozulmasıyla birlikte ortaya çok fazla miktarda pıhtılaşma uyarıcı moleküller çıkmaktadır (Dirimeşe ve Yavuz, 2010).

1.3.2 Venöz Staz

Damardaki kanın uzun süre boyunca hareketsiz kalması sonucunda damarın o kısmında pıhtılaşmayı sağlayan inhibitörlerin salınımının engellemesi ve kan hücrelerinin potansiyel trombosit kümeleşmesine sebep olan ADP salınımı ile birlikte trombüs oluşmaktadır. Trombüs genellikle kapakçıkların arka tarafında oluşmaktadır. Bu kısımlarda oluşmakta olan birincil ve ikincil girdaplar, eritrositleri kendine doğru çekerek trombüsün kaynağını oluşturmaktadır. Sağlam damar duvarına yapışan trombüs, fibrin ağı içerisinde, birbirlerine gevşek bir şekilde bağlanmış eritrosit ve lökositleri içerir. Trombüs gelişmesi, aktif olan koagülasyon ve fibrinoliz arasında bulunan dengeyle ilişkilidir. Hemiplejik ve hemiparezik olan ekstremitede DVT diğer ekstremiteye göre çok daha sıklıkla görülmektedir. Ortopedik cerrahi operasyonlar sonrasında hastaların ekstremitelerinin geçici olarak hareketsiz tutulması DVT oluşmasına neden olabilmektedir (Altıntaş, 2000; Çolak, 2005). Uzun süren hareketsizlik ve uzun süren yatak istirahati sonucunda venöz kan akışının yavaşladığı durumlarda, genellikle bacak venlerinde trombüs ve venöz staz oluşabilmektedir (Dirimeşe ve Yavuz, 2010).

1.3.3 Hiperkoagülabite

Kan pıhtılaşma oranının bazı sebeplerden dolayı artması sonucunda venöz tromboz görülebilmektedir. Bunlar antitrombin III eksikliği, protein S ve C eksikliği, Faktör V Leiden mutasyonu gibi kalıtsal sebeplerin yanında kanser, gebelik, oral kontraseptif kullanılması gibi edinsel sebepler de olabilmektedir (Dirimeşe ve Yavuz,2010; Kurtoğlu ve Sivrikoz, 2008).

1.4 DVT Risk Faktörü

DVT’de en çok karşılaşılan risk faktörlerini cerrahi girişim ve travmalar oluşturmaktadır. Daha az karşılaşılan risk faktörlerini pıhtı bozukluğu, hamilelik, pacemaker, kanser, kalp yetmezliği, hormon replasman tedavisi, uzun süreli oturma ya da yatak istirahati ve sigara içmedir (Acun, 2012; Arslan vd., 2008). Ayrıca obezite de DVT için önemli risk faktörleri arasında bulunmaktadır. Vücut kitle indeksinin 25 kg/m²’den fazla olduğu kişilerde DVT görülme oranı 1,8 kat artarken, vücut kitle indeksinin 30 kg/m²’den fazla olduğu kişilerde DVT görülme oranı 2,04 kat arttığı tespit edilmiştir (Lowe vd., 1999; White vd., 2003). İmmobilizasyon, DVT için çok önemli risk faktörlerinden birisidir. Başka bir çalışmada, yaklaşık 14 gün yatakta olup hareketsiz kalan hastalarda DVT görülme riskinin 5,6 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada tekerlekli sandalye veya yatağa bağımlı kişilerde hareketsiz kalma süresine bağlı olarak DVT görülme riskinin 1,73 ile 5,64 kat daha fazla olduğu gözlenmiştir (Weill-Engerer vd., 2004). Pelvik veya alt ekstremitte kırığı olan kişiler, serebral ve spinal kord yaralanması olan kişiler, femoral venöz katateri olan kişiler ve uzun süreli immobil olan kişiler, DVT için yüksek risk grubunda bulunmaktadır (Datta vd., 2010). Hiperhomosistinemi DVT açısından risk faktörü oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalarda homosistein konsantrasyonunun yaşın ilerlemesiyle orantılı bir şekilde yükseldiğinden; kardiyovasküler hastalıklar açısından ciddi bir risk faktörü olabileceği belirlenmiştir (Büyükaşık vd, 2004; Kocabalkan vd., 2000).

İlerleyen yaşlarda DVT risk faktörünün görülme oranı değişmektedir. Örnek olarak iki önemli risk faktörü olan kronik hastalıklar ve immobilizasyon 80 yaş ve üzerinde bulunan insanlarda %32,3 ve %16,1 oranla görülürken, travma ve 40 yaş altındaki insanlarda % 15,3 oranla görülebilmektedir (Acun, 2012).

Cerrahi hastalar için risk sınıfları dört gruba ayrılmıştır. Bunlar:

- **Düşük Risk Grubu:** 40 yaşının altında komplike olmayan, geçirdiği cerrahi girişim sonrasında erken ayağa kalkan hastalar.

- **Orta Derecede Risk Grubu:** 40-60 yaş arasında her türlü cerrahi işlem geçirmiş, 40 yaş altında risk faktörü olmayan büyük cerrahi işlemler, 40 yaş altında olup bir ya da daha fazla risk faktörü taşıyan kişilere uygulanan küçük cerrahi işlemler.
- **Yüksek Risk Grubu:** 60 yaşının üstünde uygulanan büyük cerrahi işlemler, 40-60 yaş arasında olmasıyla birlikte en az bir risk faktörü bulunduran kişilere uygulanan küçük cerrahi işlemler.
- **Çok Yüksek Risk Grubu:** DVT öyküsü ya da hiperkoagülabilité, kanser, büyük bir cerrahi ortopedik operasyon, elektif beyin cerrahisi girişimi, akut spinal kord hasarı, çoklu travma ve 40 yaş üstünde büyük bir cerrahi operasyon geçiren hastalar (Agency of Healthcare Research and Quality, AHRQ; White vd., 2004).

Derin Ven Trombozu, farklı hasta gruplarını da etkileyen ciddi sağlık sorunları arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Fakat cerrahi bir işlem gerçekleştirilen kişilerde Derin Ven Trombozu görülme oranı diğer hastalara oranla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Örnek olarak dahili problemleri olan kişilerde DVT görülme oranı %10 ila %20 arasındayken; jinekoloji, genel cerrahi, nöroşirurji ve üroloji ameliyatı geçiren kişilerde bu oran %15 ile %40 arasında değişmektedir. Ayrıca inme geçiren hastalarda %20 ile %50, kırık ameliyatı ve eklem protezi olan hastalarda %40 ile %60, büyük bir travma geçirmiş kişilerde %40 ila %80, spinal kord yaralanmasına sahip olan kişilerde ise %60-80'lere kadar çıkmaktadır. Yoğun bakımda yatan hastalarda ise Derin Ven Trombozu görülme oranının %10 ile %80 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Geerts vd, 2008).

DVT risk faktörleri trombojenik gücüne göre kronik yatkınlık oluşturan faktörler ve akut tetikleyici faktörler olarak sınıflandırılmaktadır (Tablo 1.2) (Ulusal VTE Profilaksi ve Tedavi Kılavuzu, 2010).

Tablo 1.2 DVT Risk faktörleri

Akut tetikleyici faktörler	Kronik yatkınlık oluşturan faktörler
<ul style="list-style-type: none"> • Hastaneye yatırılma • Cerrahi işlem • Alt ekstremitte travması ya da kırığı • Uzun süren seyahat • Kısa bir süre önce başlanmış östrojen tedavisi • Damar içi kateter uygulanması • Kemoterapi • Hareketsizlik • Gebelik-lohusalık • Yaş 	<ul style="list-style-type: none"> • Pıhtılaşma bozuklukları • Yaş • Obezite • Kanser ve kemoterapisi • Paralizi • Östrojen tedavisi • Önemli medikal hastalıklar (Dolaşım hastalıkları, kronik solunum hastalığı, miyeloproliferatif hastalıklar, inflamatuvar bağırsak hastalığı, nefrotik sendrom vb.) • Bireysel veya ailede VTE öyküsü

1.4.1 Kronik Yatkınlık Oluşturan Faktörler

40 yaş altında gözlenen VTE tanılarında ailede VTE hikayesi, kanser olması, kemoterapi görmesi, pıhtılaşma bozuklukları, östrojen tedavisi, paralizi gibi durumlardan kaynaklı olabilmektedir. Kronik yatkınlık oluşturan faktörler sık karşılaşılan bir durum olmamakla birlikte bu defektlerin bir veya birkaç tanesinin saptanması durumunda VTE için sistemik bir tarama yapılması gerektiği belirtilmiştir (Simioni vd.,1999).

1.4.2 Akut Tetikleyici Faktörler

1.4.2.1 Yaş

Yaş ilerlemesiyle birlikte DVT oluşma riski artmaktadır. 1985'de Amerika'da hospitalize hastalarda yapılan çalışmalarda DVT görülme oranı 15-44 yaş aralığında 100.000'de 35 iken, 65 yaşının üstündeki hastalarda 100.000'de 289 olarak belirtilmiştir. Bu orandaki artışın yaş ilerlemesine bağlı olduğu düşünülmektedir (Kurtoğlu vd.,1992).

1.4.2.2 Uzun süren hareketsizlik

Uzun süren hareketsizlik VTE için ciddi bir risk oluşturmaktadır. Paralizesi olmayan hastalar ve hemiplejik hastaların oluşturduğu kontrol grubu üzerinde yapılan bir çalışmada uzun süren hareketsizliğin VTE için risk faktörü olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda DVT görülen hastaların %60'lık kısmında paralize saptanmıştır. Paralize olmayan hastaların %7'lik kısmında DVT saptanmıştır (Rutherford vd., 1989).

1.4.2.3 Cerrahi girişim

Cerrahi girişimler VTE için önemli bir risk faktörüdür. Ameliyat süresinin uzun olduğu hastalar ve majör travmaya maruz kalmış hastalarda VTE görülme riski bulunduğu tespit edilmiştir. Cerrahi girişimlerde VTE için trombojenik faktörler çeşitlilik göstermektedir. Bunlar:

- Cerrahi işlem öncesi, cerrahi işlem esnasında veya cerrahi işlem sonrasında hareketsizliğe bağlı olarak alt ekstremitelerde kan akışında yavaşlamanın meydana gelmesi.
- Genel anestezi sırasında hastaya verilen ajanların pıhtılaşma unsuru, inhibitörlerin dengesinde değişiklik ve protrombotik durum ortaya çıkarması.
- Damar duvarında hasar oluşması ve bölgesel doku travması sonucunda salgılanan doku faktörlerinin hiperkoagülabiteye sebep olması (Kurtoğlu vd.,1992).

Farklı cerrahi branşlarında karşılaşılan DVT ve PE risklerine ilişkin veriler Tablo 1.3'te verilmiştir.

Tablo 1.3 Farklı cerrahi branşlarında DVT ve PE riskleri

Branşlar	DVT	PE
Genel Cerrahi	%25	%1,6
Ortopedi ve Travmatoloji	%45-%70	%7
Üroloji	%25	%20
Jinekoloji	%7-%45	-
Nöroşirurji	%9-%50	%7
Toraks Cerrahisi	%19	%5

1.4.2.4 Pelvik ve abdominal cerrahi girişimler

Antikoagulasyon proflaksisi uygulanan hastalardan %25'lik kısmında DVT tespit edilmiştir. PTE jinekolojik malignite girişimler sonrasında ölüme neden olabilmektedir ve histerektomi işlemlerindeki perioperatif ölümlerin yaklaşık olarak %20'lik kısmından sorumlu olduğu rapor edilmiştir (Hoimovici vd., 1976).

1.4.2.5 Majör ortopedi ve travmatolojik cerrahi

Antikoagulasyon proflaksisi almayan hastalar için DVT insidansı, elektif kalça ameliyatlarında %50 ila %60, kalça ameliyatlarında %40 ila %80, majör diz cerrahisinde ise %50 ila %80 aralığında tespit edilmiştir. Trombüs genellikle ameliyat yapılan bacakta gözlenmektedir (Ercüment vd., 1999).

Travmatolojik ve ortopedi ameliyatlarının, hastalarda yüksek risk oluşturmasının bazı nedenleri bulunmaktadır. Bunlar, travmatolojik ve ortopedi ameliyatlarının venöz staza sebep olması, ameliyat masasının yatay pozisyonunda bulunması, ekstremitenin pozisyonu ve total diz ameliyatında turnike kullanımına bağlı olarak kan akışında yavaşlama meydana gelmesi gibi sebeplerdir (Yekeler vd., 1998).

Omurilik hasarı olan hastalarda meydana gelen DVT, oluşma şekliyle cerrahi işlem geçiren hastalar ve travma sonrasında oluşan DVT'den farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın sebebinin, paralize olan kas gruplarında 'iskelet kas pompası' işlevini yerine getirememesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Omurilik hasarı olan hastalarda DVT oluşma riskinin en yüksek olduğu süre, yaralanma sonrasında ilk 2-12 hafta olarak tespit edilmiştir (Kyrle vd., 2005).

1.4.2.6 Majör travma

Majör travma sonrasında ortaya çıkan venöz tromboz, genellikle asemptomatik olarak seyretmektedir. Aynı zamanda hastaların %58'lik kısmında DVT, %11'lik kısmında proksimal ven trombozu saptanmıştır. Venöz tromboemboli için travmanın meydana geldiği yerin de önemi vardır.

Yüz, karın veya göğüs travmalarında hastaların %50'lik kısmında, kafa travmalarında hastaların %54'lik kısmında, spinal kord zedelenmelerinde hastaların %62'lik kısmında, travmatolojik travmaların ve alt ekstremitelerde hastaların %69'luk kısmında DVT gözlenmektedir (Kurtoğlu vd., 2000; Kyrle vd., 2005).

1.4.2.7 Malign hastalıklar

Kanser olan kişilerde tromboza bağlı olarak komplikasyon meydana gelme riski ve tekrar nüksetme ihtimali, kanser olmayan kişilere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özellikle akciğer, pankreas ve gastrointestinal sistem kanseri olan kişilerde bu risk daha belirgindir.

1.4.2.8 Gebelik ve lohusalık

Aynı yaşta olan kadınlar arasında yapılan bir araştırma da hamile olan kişilerde VTE oluşma ihtimali, hamile olmayan kadınlara oranla 5 kat daha fazladır. VTE gelişen kişilerin %66'sında doğum sonrasında geliştiği tespit edilmiştir. Lohusalık döneminde doğum öncesi döneme oranla VTE gelişme riski 20 kat artmaktadır. Gebeliğe bağlı olarak ortaya çıkan fizyolojik değişimler VTE için önemli bir risk faktörüdür.

1.5 DVT İnsidansı ve Prevelansı

Dünyada ve Türkiye'de DVT görülme oranının yüksek olmasına rağmen belirlenen insidansın düşük olmasının en büyük sebebi, Derin Ven Trombozunun klinik semptom ve bulguların nonspesifik olduğu belirlenmiştir. Hastanede yatan kişilerin %25'inde DVT'nin asemptomatik bir şekilde seyrettiği gözlenmiştir. Bundan dolayı gerçek insidansın belirlenmesi zorlaşmaktadır. Ayrıca sadece hastanede yatan kişilerde ve yaşlı hastalarda inceleme yapılması, sık olarak otopsi yapılmaması ya da çıkan otopsi sonuçlarının insidans oranlarına dahil edilememesi gibi durumlar sebebiyle DVT'nin gerçek insidansı belirlenmemektedir.

Venöz tromboembolizm, genel hastane ölümlerinin %10'unu oluşturmaktadır. İngiltere'de yapılan araştırmalarda bir yılda yaklaşık olarak 25.000 kişinin ölümünün venöz tromboembolizm kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Genellikle 1.000 kişinin

birinde görülen DVT, 18 yaşının altında 100.000 kişi arasında 1 kişide görülmektedir (Arslan vd., 2008; White vd.,2004). Genel nüfusa bakıldığında DVT'nin yıllık insidansı 10.000 kişi için 5,04 olarak tespit edilmiştir. Arseven ve arkadaşları yaptıkları araştırmalar sonucunda, Türkiye'de DVT insidansı ile ilgili herhangi bir araştırma olmadığı, fakat uluslararası literatürde yapılan araştırmalarda yıllık hasta sayısını yaklaşık 41.000 olduğu tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada 40 yaş altındaki nüfus için 2015 yılında ciddi bir değişiklik olmasının beklenmediği, 40 yaş üstündeki nüfusta %17 oranında bir artışın öngörüldüğü; bu sonuca göre de 2015 yılındaki VTE olgularının %13 oranında artmasının beklenebileceği öne sürülmüştür. Türkiye'de yapılmış bir tez çalışmasında, Sağlık Bakanlığı'nca 1975 yılına kadar DVT ile ilgili hiçbir veri kaydedilmediği ve 1975 ila 1994 yılları arasında ise VTE ve PTE'den hayatını kaybeden kişilerin sayısında 115'ten 386'ya artışın olduğu belirtilmiştir (Eryiğit, 2006).

1.6 DVT Belirti ve Bulguları

DVT nonspesifik seyretmekle birlikte etkilediği ekstremitede ağrı, ısı artışı, kızarıklık, yüzey damarlarının belirginleşmesi ve şişliğe sebep olduğu belirtilmiştir (Arseven vd.; Mazzolai vd., 2018; Ulusal VTE Profeksi ve Tedavi Kılavuzu, 2010). DVT'nin genel belirtilerine ait bir görsel Şekil 1.5'te verilmiştir.



Şekil 1.5 Derin Ven Trombozu belirtileri

Bacaklardaki DVT belirtisi rastlantısal bulgudan, şişmiş, solgun ve ağrılı bir bacağı doğru değişkenlik gösterebilmektedir. Tromboz, venöz damarlarda ve kılcal

damarlarda sekonder akut atardamar yetmezliğine sebep olduğunda, bacakta mavimsi görünüm meydana gelebilmektedir (Hardy,2019). VTE'nin klinik bulgulara bakarak teşhisi, semptomların ve belirtilerin zayıf özgüllük göstermesi sebebiyle güvenilir değildir. Homans bulgusu gibi bir klinik semptomun ve bulgunun varlığında hastaların sadece %30-80'lik kısmında saptanabilmektedir (Diamond vd.,1997). Klinik olarak şüpheli derin ven trombozu veya pulmoner embolisi olan hastalarda, hastalığın prevalansı %20 civarındadır (Diamond vd.,1997). Bu nedenle tedaviyi yönlendirmek için klinik olasılık skorları geliştirilmiştir. DVT olasılığının değerlendirilmesi, DVT tanısının ilk basamağıdır.

1.7 DVT Tanı Yöntemleri

DVT riski olan kişilerde teşhis oldukça önemlidir. Hastada gelişen DVT tedavi edilemez ise ölümcül sonuçları olan PE'ye sebep olabilmektedir. DVT şüphesi olan olgularından sadece ¼'üne DVT tanısı konulduğundan, teşhis için hızlı, non-invaziv ve pahalı olmayan yöntemlerle trombüs olup olmadığının teşhisi yapılmalıdır. Bu noktada DVT tanı yöntemleri ve bu yöntemlerin etkinliği oldukça önemli olmaktadır.

1.7.1 Ultrasonografi

DVT şüphesi bulunan kişilerde teşhis yöntemlerinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Baldır venlerinin boyutlarının küçüklüğü, derin yerleşimi ve karmaşık anatomik yapısı değerlendirilmeyi zorlaştırmaktadır. Bu yöntemde başarıyı azaltan faktörlerden bazıları, kontraksiyon, kas spazmı, aşırı kilo ve belirgin ödemdir. Ultrasonografi yönteminin başka bir dezavantajı da proksimal trombüs görüntülenmesindeki zorluk, tıkanıklık yapmayacak trombüsün yeni ve eski pıhtı arasındaki farkı anlamak için yeterli olmayabilmesidir (Singapore Ministry of Health, 2008).

Ultrasonografi, kolay ve hızlı uygulanabilmesi, istenildiği sıklıkta tekrarlanabiliyor olması, non-invaziv olması gibi avantajlarına ek olarak tanılamadaki başarı üstünlüğü ve güvenilir olmasıyla venöz sistemdeki sorunların değerlendirilmesinde ilk sırada yer almaktadır (Singapore Ministry of Health, 2008).

1.7.2 D-Dimer Testi

D-dimer, yeni oluşmuş trombüsün endojen fibrinolitik sistem tarafından parçalanması sonucu salınımı gerçekleşen fibrin yıkımı ürünüdür. D-dimer testi, özgüllüğü ve duyarlılığı kullanılan yöntemle bağı olarak değişik gösteren bir laboratuvar testi olduğundan test sonucu yorumlanırken bu konuda dikkat edilmesi gerekmektedir. Yüksek seviyeler her zaman VTE'ye özgü değildir; enfeksiyon hastalıkları, kanser, travma, yakın zamanda geçirilmiş cerrahi işlem ve gebelikte VTE oluşmadan da bu seviyede artış meydana gelebilmektedir. Hastaneye ayaktan gelip DVT şüphesi olan, bir başka deyişle tetiklenmemiş DVT bulgularına sahip kişilerde D-dimer testinin olumsuz yönde değerlendirme ihtimali yüksektir (Ulusal VTE Profilaksi ve Tedavi Kılavuzu, 2010).

1.7.3 Kontrast Venografi

Kontrast venografi, DVT'nin intravenöz kontrast madde ile radyografik görüntülenmesidir. DVT teşhisinde kullanılan en doğru ve duyarlı testtir. Bundan dolayı altın standart olarak kabul edilmektedir. Kontrast venografi invaziv olarak uygulanan bir test olduğu ve bazı kontrendikasyonları olmasından dolayı, yüksek klinik şüpheye sahip olup, non-invaziv test sonuçları negatif olan kişilerde kullanılmaktadır (Beyer vd., 2005; Uzun vd., 2007).

1.7.4 Bilgisayarlı Tomografi

Özellik ve duyarlılık olarak kontrast venografiyle benzerdir. Ultrasonda görülemeyen kasıktan distal ligamente doğru oluşan DVT görülebilmektedir. Bilgisayarlı tomografinin dezavantajı diz ve kalça protezi gibi implanta sahip hastalarda venlerin yüzey alanlarının görüntülenmesinde yetersiz kalabilmesi ve kullanılan kontrast maddeye alerjisi olan kişilerde kontraendike olmasıdır (Singapore Ministry of Health, 2018).

1.7.5 Radyoaktif Fibrinojen Uptake Testi

Radyoaktif fibrinojen uptake testi, radyoaktif iyot ile işaretlenen fibrinojen ile yapılmaktadır. Venöz tromboz noktalarında işaretlenen fibrinojenin birikmesinin görüntülenmesi esasına dayanmaktadır. VTE için oldukça hassas bir yöntemdir. Diz altında oluşan küçük bir trombozu bile ortaya çıkarabilmektedir. Hassasiyeti diz üstüne doğru çıkıldıkça azalmaktadır ve ilio-femoral bölge için hassas olmadığı belirtilmiştir. Antikoagülan tedavi uygulanmakta olan olgularda 24 ila 48 saat sonra test yapılmalıdır (Devecioğlu vd., 2004).

1.7.6 Venöz Basıncın Ölçülmesi

Ayak bileği veya ayaktaki yüzeysel bir vane batırılan iğneye su manometresi bağlanmasıyla venöz basıncın ölçülmesidir. Ölçülen bu basınç değeri ile kol veya diğer bacak venöz basıncı karşılaştırması yapılır. Bu test, kollatereller gelişmeden önce belirginleşmiş tıkanıklık bulguları oluştuğunda yani erken dönemlerde faydalı olmaktadır. İleri dönemlerde yani kollateraller gelişince bu testin yapılması çok bir anlam ifade etmemektedir (Devecioğlu vd., 2004).

1.8 DVT Profilaksi Yöntemleri

DVT önlenebilen bir hastalıktır. Hastalığın tanısı ve tedavisi kadar bu riski taşıyan kişilerin korunması da oldukça önemlidir. Bundan dolayı cerrahi işlemler öncesinde, cerrahi işlem sırasında ve sonrasında bireyi DVT'den korumak oldukça önemlidir. DVT profilaksisi; genel yöntemler, ilaç tedavisi ve mekanik yöntemler olmak üzere 3 bölümde değerlendirilmektedir. Mekanik yöntemler ve ilaç tedavisi yöntemlerinde asıl amaç trombüs oluşumunu engelleyerek kronik venöz yetmezlik, posttrombotik sendrom ve emboli gibi komplikasyonları en aza indirmektir (Arseven vd., 2010; Dirimeşe,2011).

1.8.1 Genel Yöntemler

Genel yöntemler aşağıda verildiği gibi sınıflandırılabilir.

- Bacak egzersizleri ve erken mobilizasyon
- Hemodüslasyon, venaseksiyon ve hidrasyon

1.8.2 Antikolagülan Kullanımı

Kanın pıhtılaşmasını engellemek amacıyla kullanılan maddelerdir ve kanama riski olan hastalarda kullanılamamaktadır.

1.8.3 Mekanik Yöntemler

Basınçlı elastik çorap ve aralıklı pnömatik kompresyon cihazı (DVT pompası) mekanik yöntemler olarak kullanılmaktadır. Burada amaç, venöz drenajı artırmak ve stazı azaltmaktır. Bu yöntemlerde kanama ihtimali bulundurmadıkları için, kanama ihtimali olan kişilerde sıklıkla tercih edilmektedir. Pnömatik kompresyon cihazında hastaya ayakta uyluğa kadar manşon giydirilmektedir. Giydirilen bu manşon DVT pompası olarak da bilinen aralıklı pnömatik kompresyon cihazına bağlanarak hastanın uzvunun belirli aralıklarla basınçlı hava ile sıkıştırılmasını sağlamaktadır. Manşon bu şekilde dışardan bir pompa görevi görerek kanın damar içinde hareket etmesini sağlamaktadır.



Şekil 1.6 DVT baldır manşonu

Cerrahi operasyon geçiren hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada ameliyat sonrasında DVT pompası kullanımının DVT riskini azalttığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmalar DVT pompası kullanımının DVT riskini %64 oranında azalttığını ortaya koymaktadır (Afshari vd., 2017; Long, 2009; Koyunoğlu, 2015). DVT pompası kullanımında hastanın bacak yapısına göre uygulanacak basınç değerini değiştireceğinden hastaya

giydirilecek manşonun hasta bedenine uygun ölçüde seçilmesi gerekmektedir. Aksi durumda yanlış bedende manşon kullanılması basınç değerinin olması gereken değerden farklı olmasına yol açmakta ve hastaya fayda yerine zarar verebilmektedir (Afshari vd., 2017; Long, 2009; Koyunoğlu, 2015).



Şekil 1.7 DVT uyluk manşonu



Şekil 1.8 DVT ayak manşonu

2. YÖNTEMLER

Mekanik yöntemlerden birisi olan DVT pompasının geleneksel tasarımlarında, üretici tarafından ayarlanan basınç değeri cihaz başlatıldığı zaman hastaya uygulanmaya başlanmakta ve uygulanan basıncın takibi yapılamamaktadır. Bu durum, uygulanan tedavinin doğruluğu ve yeterli olması konusunda tam bir bilgi sağlayamamaktadır. Bu çalışmayla, derin ven trombozu oluşumunu önlemek için yenilikçi ve daha gelişmiş bir DVT pompa tasarımı yapılmış ve bir prototip sunulmuştur. Geliştirilen DVT pompası ile basınç değerleri ve basınç uygulama süresi hastaya göre ayarlanabilmekte, uygulanan basınç değerleri ve uygulama süresi cihaz ekranı üzerinden izlenebilmekte ve dokunmatik ekranı sayesinde kolay kullanım sağlanmaktadır. Ayarlanan basınç değeri cihaz tarafından anlık olarak ölçülmekte ve herhangi bir anda sızıntı olması veya hortumlarda tıkanıklık olması durumunda kullanıcıyı uyarmaktadır. Basınç değerlerini belirli standartlar dahilinde değiştirme imkanının yanı sıra kullanıcıya basınçlı kalma süresini değiştirme imkanı da sağlamaktadır. Bu sayede komplikasyonların seyrine göre tedavi şeklini değiştirme olanağı sunmakta, bu da hastayı sürekli kontrol altında tutmanın zorluklarını büyük ölçüde azaltmaktadır.

2.1 Tasarım Özellikleri

DVT pompası, derin ven trombozu ve pulmoner embolinin etkisini noninvaziv bir şekilde azaltmaya yardımcı olması amacıyla tasarlanan bir kompresyon cihazıdır. Bu cihaz, dolaşımı hızlandırmak için vücut dışına giyilen manşonu şişirmeye başlar. Manşon yumuşak bir basınç oluşturarak kanın hareket etmesini sağlar. Cihaz belirlenen bir döngü ile manşonu şişirir ve gevşetir. Cihaz bu döngü ile hava kompresyonu ve deflasyonu sağlayarak kan akışını hızlandırmakta ve hayatı tehlikeye sokan kan pıhtılaşmasını ve bunun sonucunda oluşan ağrılı semptomları önlemeye yardımcı olmaktadır.

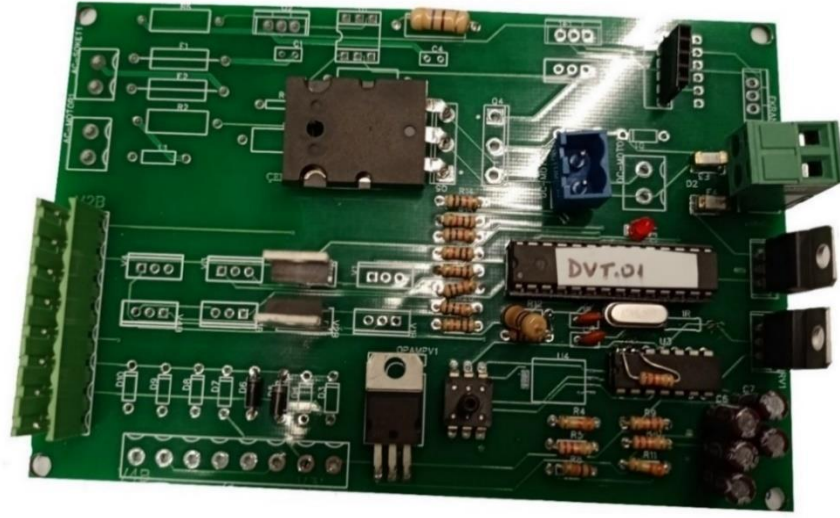
Yapılan bir çalışmada cihazda hastaya uygulanan basınç değerinin artırılması ve hedef basınç süresinin kısaltılması DVT oluşumunu önlemede olumlu bir etki oluşturacağı belirtilmiştir (Labropoulos vd., 2000). Buradan yola çıkılarak cihazda basınç değeri ve süre ayarı değişiklik yapılabilmesi yönünde tasarım yapılmıştır. DVT pompasının

etkisi akış hacmi ve artan venöz akış hızı ile ilişkilendirilmektedir (Vanek, 1998). Yapılan bir araştırmada DVT pompalarında basınçlı kalma süresi kısa, dinlenme süresi ise venöz kan dolumu gerçekleşebilmesi için 40 saniye ve üzerinde olması gerektiği belirtilmiştir (Morris vd.,2002). DVT pompaları hastada ayaktan uyluğa doğru giyilen manşonların belirli zaman aralıklarında şişmesi ve inmesiyle pompa görevi görmektedir. Bu manşonlar ayaktan bacağı doğru peristaltik masaj yapacak şekilde düzenli aralıklarla sıkıştırma ve gevşetme yapacak şekilde çalışmalıdır (Ricci vd., 1997; Lapropoulos vd. 2000). DVT pompası basınç uygulama yöntemine göre aralıklı ve sürekli kompresyon olmak üzere farklı özelliklerde olabilmektedir (Morris vd., 2002). Geliştirilen DVT pompasında bu iki özellik tek cihazda kullanıcıya sunulmuştur. Bu özellikler A ve B modu olarak isimlendirilmiştir ve kullanıcı istediği modda cihazı çalıştırabilmektedir. A modu hastaya sürekli kompresyon, B modu ise aralıklı kompresyon uygulamaktadır.

DVT pompası kullanımında hastanın bacak boyu ve şekli hastaya uygulanacak basınç profilinde değişiklik göstermektedir. Yanlış beden manşon kullanılması ayarlanan basınç değerlerinin olması gereken değerden farklı olmasına sebep olmakta ve tedavinin etkinliğini değiştirmektedir. Bu sebeple cihaz etkinliğini artırabilmek için manşonların hasta beden ölçülerine uygun seçilmesi gerektiği belirtilmiştir (Kucher vd., 2005).

Bu çalışmada geleneksel DVT pompalarının kullanımında yaşanan zorluklar ve tedavi süresinin takip edilememesi gibi durumlardan kaynaklanan olası vücut hasarlarını önlemek amacıyla yeni bir DVT pompası tasarımı yapılmıştır.

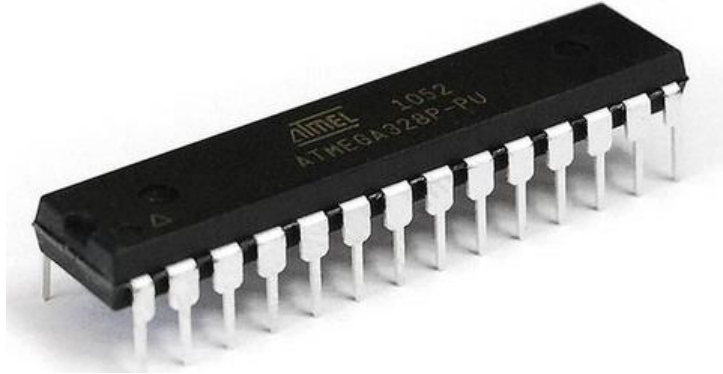
DVT pompası tasarımına öncelikle geleneksel DVT pompalarında olan eksiklikler belirlenerek başlanmıştır. Bu eksiklikler doğrultusunda yapılması planlanan DVT pompası için elektronik devre tasarımı yapılmış ve kullanılması gerektiği düşünülen bileşenler belirlenmiştir. Tasarlanan bu elektronik devrenin, cihazda kullanılmak üzere 9x14cm boyutunda plaket baskısı yaptırılmış ve sonrasında devre elemanlarının dizilimi yapılmıştır.



Şekil 2.1 Tasarlanan elektronik kart

2.2 Mikroişlemci

Tasarım yapılan bu elektronik devreye göre yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yazılım Atmega328P-U işlemcisine yüklenerek sistem çalışması ve kontrolü sağlanmıştır.

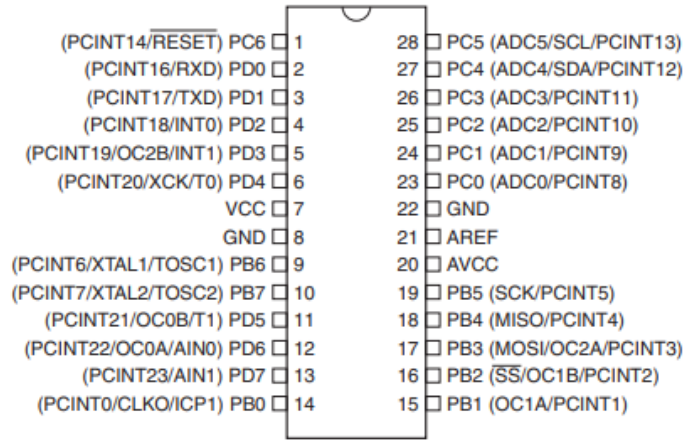


Şekil 2.2 Atmega328P-U mikroişlemcisi

2.3 Mikroişlemci Özellikleri

- 28 pinli PDIP
- Çalışma gerilimi: 1,8- 5,5V
- Sıcaklık aralığı: -40 °C ila 85 °C
- Hız derecesi: 0- 4 MHz @ 1,8- 5,5V, 0- 10 MHz @ 2,7- 5,5.V, 0- 20 MHz @ 4,5- 5,5V

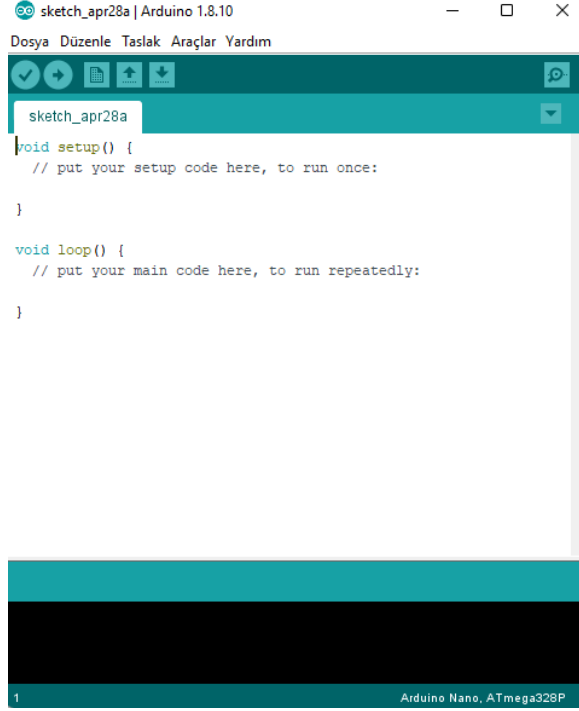
- 1 MHz, 1,8V, 25°C'de Güç Tüketimi
- 23 Programlanabilir I/O hattı
- Karşılaştırma modu ve yakalama moduna sahip bir adet 16-bit zamanlayıcı/sayaç
- 6 tane PWM kanalı
- Programlanabilir seri USART
- Çip üzerinde analog karşılaştırıcı
- Dahili kalibre edilmiş osilatör
- Master/Slave SPI seri arayüzü
- Yüksek dayanıklılık kalıcı bellek segmentleri



Şekil 2.3 Mikroislemci pin konfigürasyonu

2.3.1 Mikroislemci Programlama

Atmega328P-U işlemcisi, üreticisi tarafından geliştirilen C++ tabanlı Arduino IDE yazılım geliştirme ortamı ile programlanabilmektedir. Bu yöntemi kullanabilmek için en az temel seviyede C++ yazılım bilgisi gerektirmektedir. Şekil 2.4'te Arduino IDE yazılım geliştirme programı görülmektedir.



Şekil 2.4 Arduino IDE yazılım geliştirme ortamı

2.4 Sensör

Tasarımı yapılan cihazda basınç ölçümü yapabilmek için MPS20N0040D sensörü kullanılmıştır.



Şekil 2.5 Basınç sensörü

2.4.1 Sensör Özellikleri

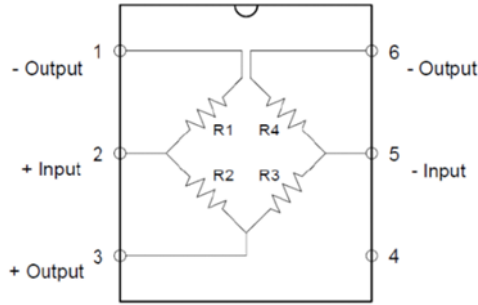
- Katı, MEMS Teknolojisi, Yüksek Güvenirlilik
- Düşük maliyetli
- Geniş izleme ve kontrol ortamı
- Kullanımı ve kurulumu kolay
- Aralık: 40kpa (diferansiyel basınç)
- Çıkış: mV sinyali

- Elektrik kaynağı: 5VDC veya sabit akım 1Ma
- Doğrusal doğruluk: %0,25 F.S.(Femtosaniye)
- 4 - 6 K Ω giriş empedansı
- 4 - 6 K Ω çıkış empedansı
- Doğrusallık \pm %0,3 F.S.
- Histerezis \pm %0,7 F.S.

2.4.2 Uygulama Alanları

- Otomotiv: lastik basıncı, araba hava pompası, mutlak basınç sensörü, teşhis ekipmanı, otomotiv sensörleri.
- Endüstri: Havalı fren anahtarı, dijital basınç göstergesi gibi taşınabilir basınç göstergesi,
- Sağlık hizmetleri: kan basıncı monitörleri, tıbbi enstrümantasyon ve izleme gibi hasta izleme ve teşhis ekipmanı

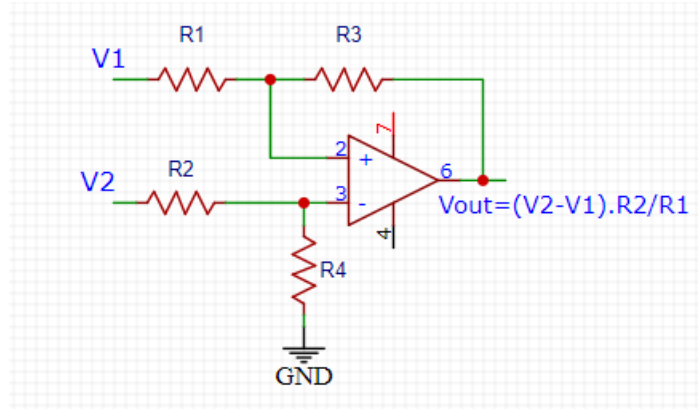
2.4.3 Sensör Yapısı



Şekil 2.6 Sensör yapısı

2.4.4 Fark Yükseltici

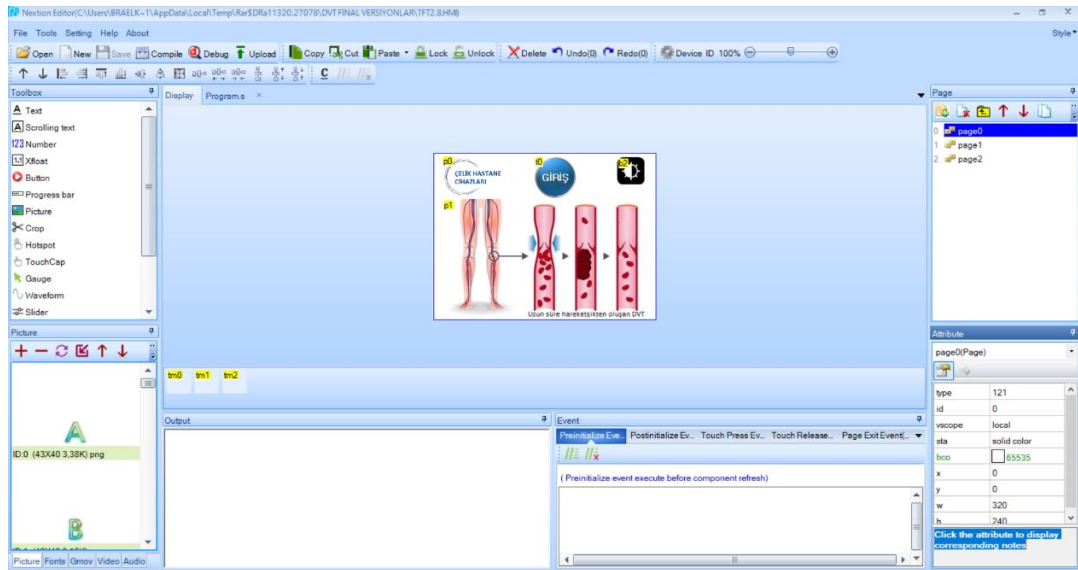
Bu yükselteç, girişler arasındaki farka eşit bir çıkış üretmek için bir kazanç ile hem evirici hem de evirici olmayan girişleri kullanır.



Şekil 2.7 Fark yükseltici

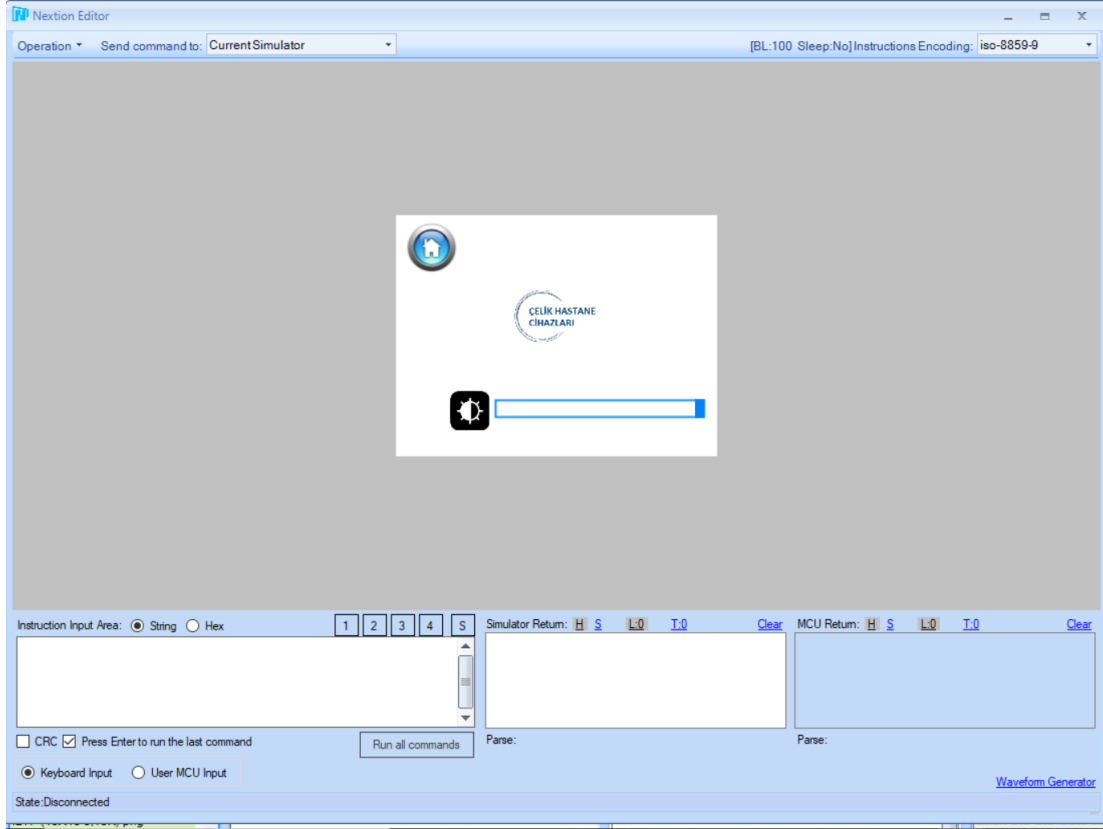
2.5 Ekran

Cihaz kullanımı için ayarlamaları yapabilmek ve verilerin takibini yapabilmek için Nextion dokunmatik ekran kullanılmış ve bu ekranın kullanıcı ara yüzünün tasarımı yapılmıştır. Cihazda kullanılan ekranın kullanıcı ara yüzü tasarımı yapılabilmek için, ekranın kendi kütüphanesi olan Nextion editörü kullanılmıştır.

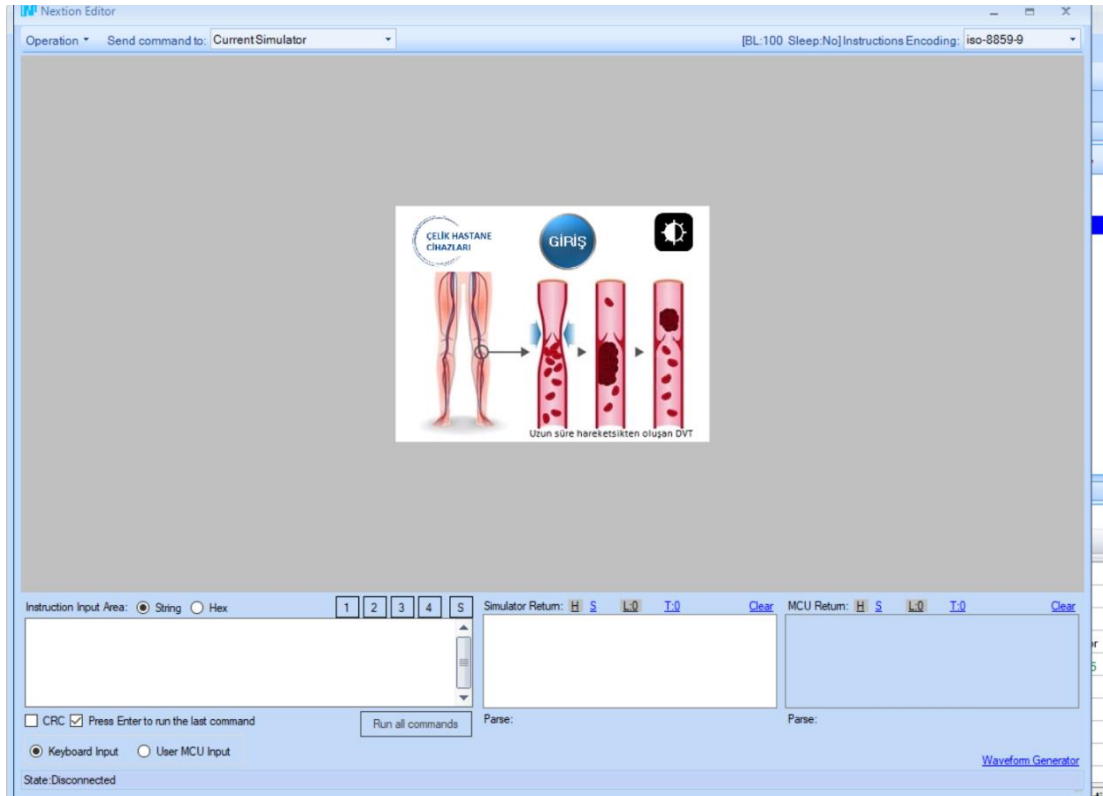


Şekil 2.8 Nextion editörü kullanıcı ara yüzü

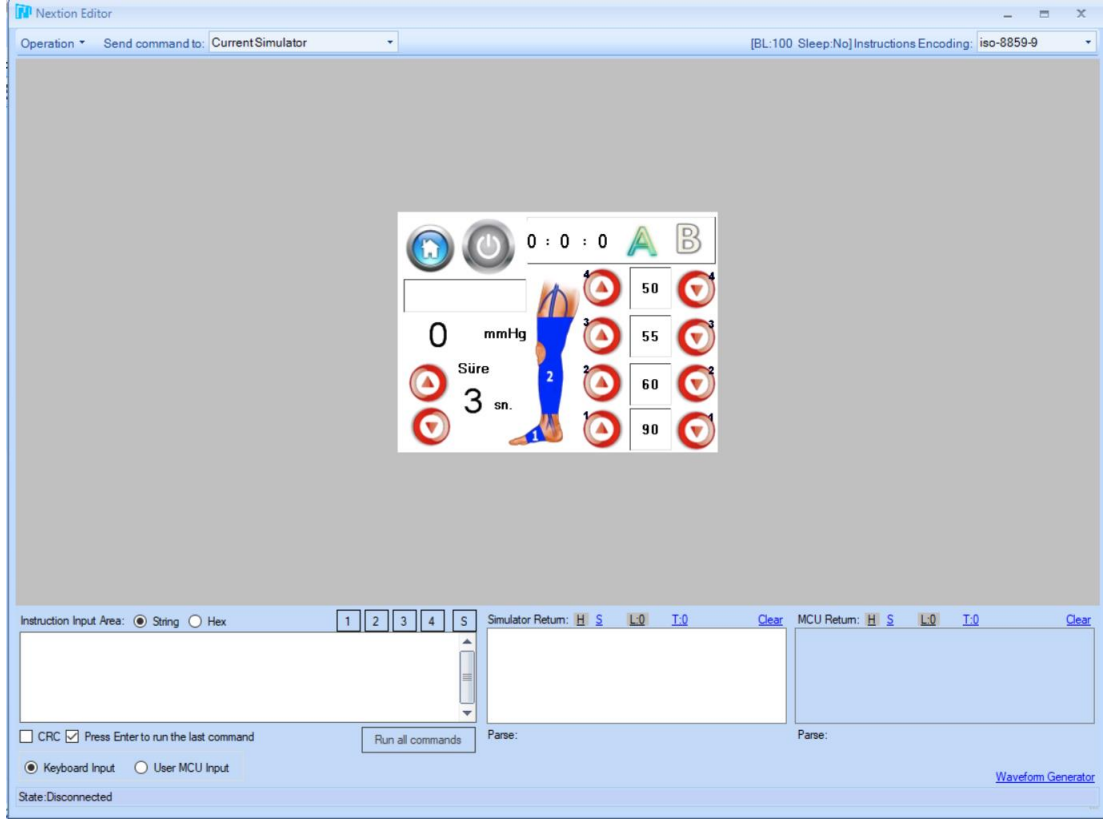
Nextion editörü kullanılarak dokunmatik ekran tasarımı yapılmış ve program çıktıları Şekil 2.9, 2.10 ve 2.11 ile gösterilmiştir.



Şekil 2.9 Ekran parlaklık ayarı



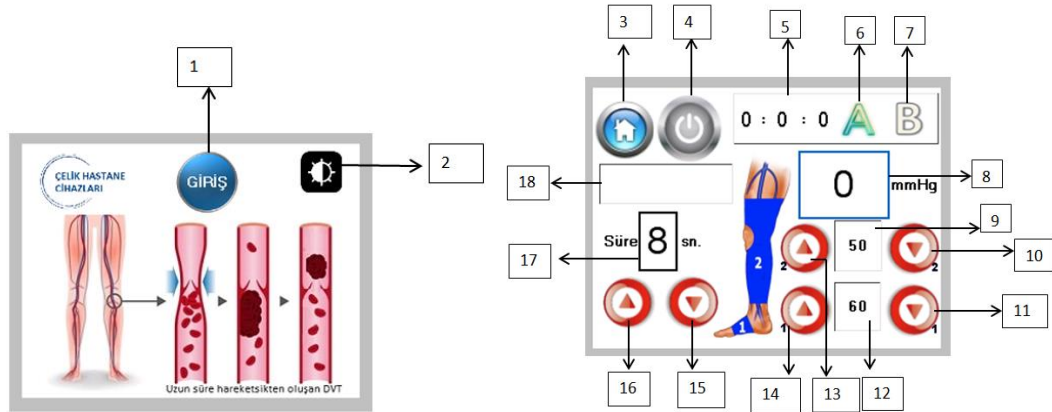
Şekil 2.10 Cihaz açılış ekranı



Şekil 2.11 Cihaz kontrol ekranı

Ekran tasarımı yapılırken kullanıcı tarafından kullanım kolaylığı düşünülmüş ve tasarım bu doğrultuda yapılmıştır. Kullanıcı cihaz üzerinden istediği ayarlamaları yapabilmeli ve aynı zamanda yapmış olduğu ayarlamaların takibini rahat bir şekilde yapabilmelidir.

Tasarlanan ekran görseli 2.12’de, kullanım detayları Tablo 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.12 DVT pompası için tasarlanan dokunmatik ekran ve özellik göstergeleri

Tablo 2.1 DVT pompası dokunmatik ekranı bildirim ve fonksiyon özellikleri

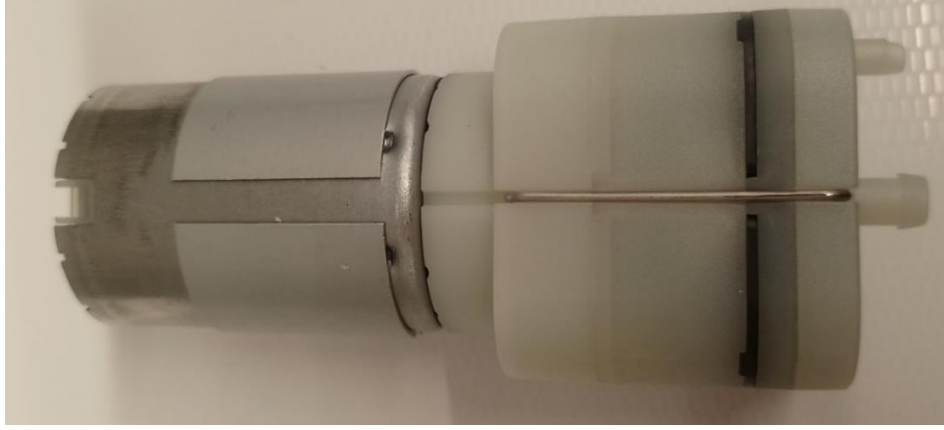
Numara	Açıklama
1	Program Sayfasına Giriş
2	Ekran Parlaklık Ayar Butonu
3	Cihaz Ana Sayfaya Dönme
4	Seçilen Programı Başlat/Durdur
5	Tedavi Süresi Göstergesi
6	A Tedavisi Modu Seçim Butonu
7	B Tedavisi Modu Seçim Butonu
8	Uygulanan Basınç Değeri Göstergesi
9	Baldır ve Uyluk İçin Ayarlanan Basınç Değeri Göstergesi
10	Baldır ve Uyluk İçin Basınç Değeri Azaltma
11	Ayak İçin Basınç Değeri Azaltma
12	Ayak İçin Ayarlanan Basınç Değeri Göstergesi
13	Baldır ve Uyluk İçin Basınç Değeri Arttırma Butonu
14	Ayak İçin Basınç Değeri Arttırma Butonu
15	Tedavi Süresi Azaltma
16	Tedavi Süresi Arttırma
17	Ayarlanan Tedavi Süresi Göstergesi
18	Alarm ve Uyarı Göstergesi

2.6 Hava Pompası

Daha önce vurgulanan birçok özelliğe ek olarak mevcut cihazlarda çalışma sırasında motor sesinin uzun süreli kullanımlarda kullanıcıyı rahatsız etmesi durumundan yola çıkarak cihazda kullanılacak hava motorunun sessiz çalışmasına dikkat edilmiştir. Tercih edilen motor 12V ile çalışan bir doğru akım motorudur (DC motor).

Tablo 2.2 Hava pompası teknik özellikler

Çalışma Voltajı	Maksimum Akış	Maksimum Basınç	Çalışma Akımı
12 V DC	8L/dk	400mmHg	550mA



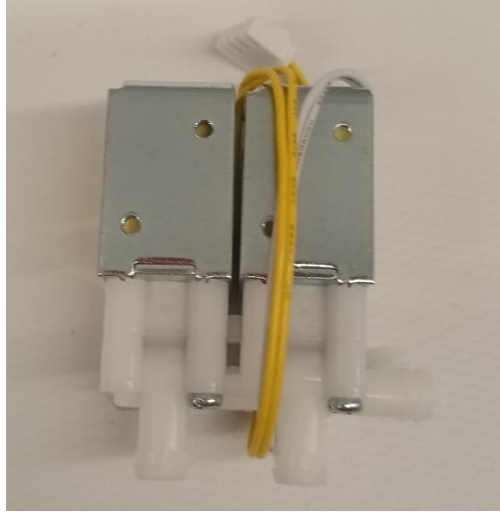
Şekil 2.13 Hava pompası

2.7 Valf sistemi

Cihazda, hastaya bağlanan manşonlarda şişirilen havayı tutmak ve boşaltmak için 2'li valf sistemi kullanılmıştır.

Tablo 2.3 Valf teknik özellikler

Çalışma Voltajı	Güç Tüketimi	Çalışma Akımı
12 V DC	2,4 Watt	200mA



Şekil 2.14 Valf

2.8 Güç Kaynağı

Cihaza çalışma voltajı için Meanwell marka medikal güç kaynağı (power supply) tercih edilmiştir. Bu güç kaynağı CE standartlarında üretilmiş ve tıbbi cihazlarda

kullanımı için test işlemleri tamamlanmıştır. Kullanmış olduğumuz güç kaynağı 12V (Volt) DC (Doğrusal akım) çıkış sağlamaktadır.

Tablo 2.4 Güç kaynağı teknik özellikler

Çıkış Voltajı	Anma Gücü	Anma Akımı	Giriş Frekans Aralığı	Giriş Voltaj Aralığı
12V DC	60 Watt	5A	47-63 Hertz	90-230V AC

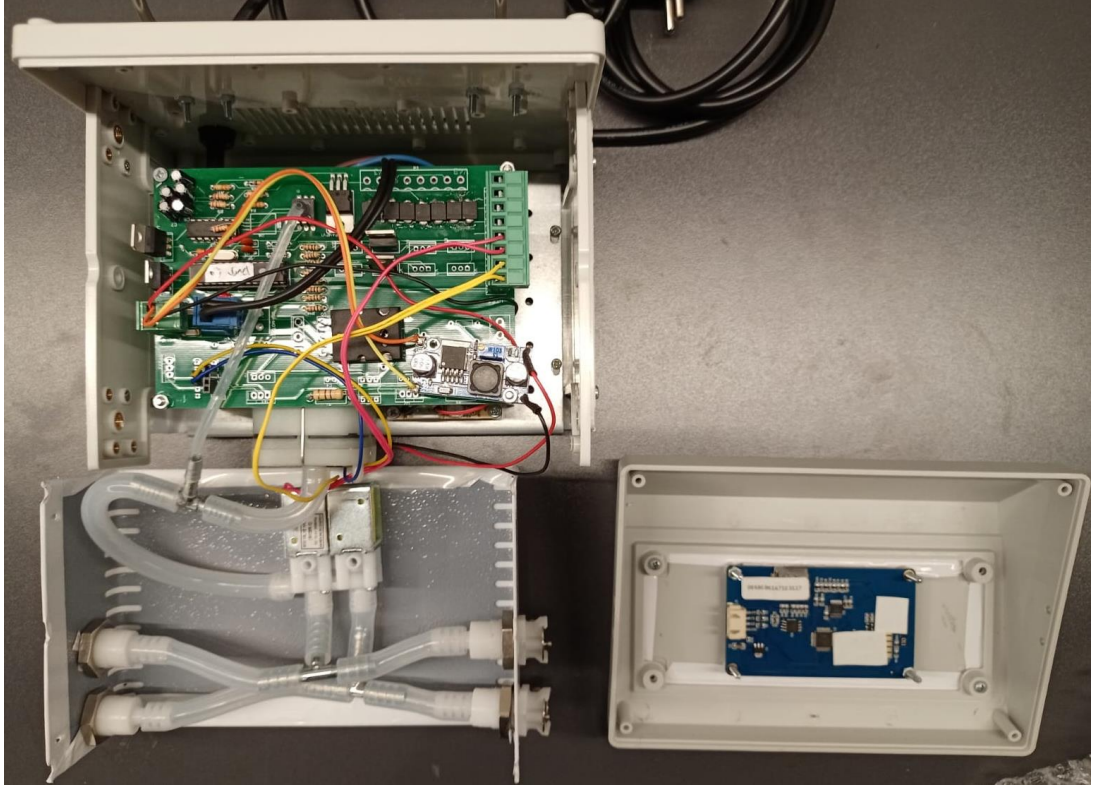


Şekil 2.15 Güç kaynağı

2.9 Cihaz Kasa Tasarımı

Cihaz ile manşon bağlantılarını yapabilmek için konnektör belirlenmiştir. Kullanılan konnektörler cihaz kasasına montaj yapılmış valfli bir konnektördür. Bu konnektörün valfli olması hastaların tek bacağına uygulama yapılabilmesi durumunda manşon bağlantısı yapılmayan konnektörlerden hava çıkışını engelleyerek tek bacakta kullanımında kolaylık sağlamaktadır.

Cihaz parçaları belirlendikten ve yazılım geliştirildikten sonra cihaz parçalarının bir araya getirilmesi işlemi için optimum büyüklüklere sahip bir cihaz kutusu belirlenmiştir ve alınan bu cihaz kutusu üzerinde tasarımsal bazı değişiklikler yapılmıştır. Cihaz kutusunda yapılan değişiklikler sonrasında parçalar cihaz kutusuna yerleştirilmiştir (Şekil 2.16). Ayrı ayrı konumlandırılan parçalar en son bir araya getirilerek cihaz son halini almıştır (Şekil 2.17).



Şekil 2.16 Cihaz parçaları



Şekil 2.17 Değişken DVT pompa tasarımı

Geliştirilen cihazda iki farklı tedavi modu bulunmaktadır.

A Modu

Bu mod seçildiğinde cihaz, ayaktan bacağa doğru manşonları sırası ile şişirmektedir. Bu modda manşonun her bir bölmesi için farklı bir değer ayarlanabilmektedir. Ancak, cihaz alt ekstremitedeki manşona uygulanacak olan basıncın üst ekstremitesindeki basınçtan daha düşük değerde ayarlanmasına müsaade etmemekte ve bölgeler arası basınç ilişkisini korumaktadır. Örnek olarak ayak manşonu 90 mmHg, bacak manşonu 60mmHg basınca ayarlanmış olsun, cihaz ilk olarak ayak manşonunu şişirir, hedef basınca ulaştığında şişirme işlemini durdurur ve kullanan kişinin ayarlamış olduğu süre kadar manşonu basınçlı bir şekilde tutar ve sonrasında manşonu gevşetir (Cihaz açıldığında basınçlı kalma süresi 3 saniyedir. Kullanıcı bu süreyi 1 ila 8 sn arasında değiştirebilir). Daha sonra cihaz, bacak manşonunu hedef değere kadar şişirir. A modunda ayak manşonu, bacak manşonuyla birlikte şişirilir. Her döngü tamamlandığında cihaz 45 saniye bekler ve süre tamamlandıktan sonra bir sonraki işleme başlar.

B Modu

Bu modda A modundan farklı olarak ayak manşonu hedef basınç değerine ulaşip ayarlanan süre kadar basınçlı bir şekilde bekledikten sonra manşon içindeki hava boşaltılır ve bacak manşonu şişirmeye başlanır fakat önceki bölmeye basınçlı hava verilmez. Her döngü tamamlandığında cihaz 45 saniye bekler ve süre tamamlandıktan sonra bir sonraki işleme başlar.

3. BULGULAR

Geliştirilen DVT pompası dokunmatik ekran olması yönüyle geleneksel DVT pompalarından kullanım kolaylığı sağlaması yönüyle ayrılmaktadır. Aynı zamanda tedavi süresinin bu dokunmatik ekran üzerinden ayarlanabiliyor olması ve takibinin yapılıyor olması da uzman hekim ya da kullanıcıya tedavi süresi hakkında bilgi vermektedir. Geliştirilen cihazda hasta için uygulanacak basınç değerleri ve basınçlı kalma süresi cihaz açıldığında kullanılan standart değerler cihaz tarafından ayarlanmakta ve başlat butonuna basıldığı anda uygulama yapmaya başlamaktadır. Bu özelliğe ek olarak kullanıcı ayak ve baldır için uygulama yapmak istediği basınç değerini ayarlayabilmektedir. Bu özellik uzman hekim tarafından tavsiye edilen değerler olabilmektedir. Cihaz, bu tedavi ayarlamalarını yaparken kullanıcının bilinçsiz bir şekilde yapabileceği bazı müdahaleleri engelleyebilme özelliğine de sahiptir. Örneğin, hastanın, cihazda basınç değerlerini değiştirirken ayağa uygulanacak basıncın bacak veya baldıra uygulanacak basınçtan az olmasına izin verilmemektedir. Böylelikle cihaz, tedaviyi yanlış uygulaması noktasında kullanıcıyı otomatik olarak kısıtlamaktadır.

Geliştirilen cihaz, ayarlanan basınç değerini anlık olarak ölçmekte ve herhangi bir anda sızıntı olması veya hortumlarda tıkanıklık olması durumunda kullanıcıyı uyarılmaktadır. Aynı zamanda manşonlardaki basınç değerinin düşmesi veya artması durumunda devreye girerek manşonlardaki basıncı, ayarlanan basınç değerinde tutmaya çalışılmaktadır. Geleneksel DVT pompalarında ayarlanan basınç değeri ölçümü olmadığı için uygulanan basınç değerinin doğruluğu konusunda bilgi edinilememektedir. Geliştirilen cihaz ile bu problem de ortadan kaldırılmıştır. Geliştirilen DVT pompasında hastaya uygulama yapılan süre ekran üzerinde, tedavi süre göstergesinden takip edilebilmektedir. Bu özellik, doktorların hastalarını takip edebilmesi açısından büyük kolaylık sağlamaktadır.

Geleneksel cihazlarda hastaların şikayet ettikleri konulardan bir tanesi de cihazın gürültülü çalışmasıdır. Geliştirilen cihaz, sessiz çalışması yönüyle geleneksel cihazlardan ayrılmaktadır. Cihazda kullanılan motor son derece sessiz bir şekilde

alışmaktadır. Bu özelliği sayesinde, cihazın uzun süreli kullanımlarında kullanıcıyı rahatsız etmemekte ve hasta rahatlıkla uyuyabilmektedir. Aynı zamanda her ne kadar küçük bir ayrıntı gibi görünse de gece ve gündüz kullanımlarında hastanın göz sağlığı ve ortam ışığı kontrolü yönünden, cihaz ayar menüsünden ekran parlaklığı da artırıp azaltılabilmektedir. Bu zellik, kullanıcının özellikle gece uykuda olduğu sürede ya da gece içerisinde ekrana bakma durumunda ekran parlaklığının verebileceği rahatsızlığı ortadan kaldırmaktadır.

4. SONUÇ

Geliştirilen DVT pompasında, geleneksel DVT pompalarına göre kullanım kolaylığı, hasta konforu ve tedavi yeterliliği konusunda birçok özelliğe geliştirmeler yapılmıştır. Geliştirilen cihazın Tıbbi Cihazlar Yönetmeliği kapsamında elektromanyetik uyumluluk testleri ve elektriksel güvenlik testleri TÜRKAK tarafından onaylı bir kuruluş tarafından yapılmıştır. Cihaz testleri olumlu sonuçlanıp sertifikaları alındıktan sonra belgelendirme işlemleri yapılmıştır. Ürünün belgelendirme işlemleri tamamlandıktan sonra Sağlık Bakanlığının Ürün Takip Sistemi'ne kaydedilmiştir. Böylelikle geliştirmiş olduğumuz cihaz test ve belgeleri tamamlanmış Sağlık Bakanlığı onaylı satışa hazır bir cihaz haline gelmiştir. Cihazın yurtiçi pazarında satışı yapılmaktadır. Geliştirilen cihazın ithal olanları yurtiçi pazarında yaklaşık 2.000 Amerikan dolarına satılmaktadır. Bizim geliştirdiğimiz cihaz ise çok daha uygun fiyatlara satılmaktadır. Cihaz fiyatının uygun olmasından kaynaklı olarak hastalar açısından daha kolay ulaşılabilir olmuştur. Cihazın farklı versiyonları için daha farklı uygulama ve tasarımsal geliştirmeler halen devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- ACUN, G. (2012). *Cerrahi kliniklerde yatan hastalarda derin ven trombozu riski ve prevelansının incelenmesi* (Doctoral dissertation, DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Afsharı A, Fenger-Eriksen C, Monreal M, Verhamme P. European Guidelines Perioperative Venous Thromboembolism Prophylaxis, Mechanical Prophylaxis. *Eur J Anaesthesiol*, 34:1–4, 2017
- Agency For Healthcare Research And Quality (AHRQ) Guidelines. Preventing hospital-acquired venous thromboembolism a guide for effective quality improvement publication. 2008; No:08-0075 .
- Altıntaş F., Gürbüz H., Erdemli B., Atilla B., Ustaoglu R., Öziç U., Şavk Ö., Bayram H., Memik R., Akgün I., Göğüş A., Pestilci F. Majör ortopedik cerrahilerde venöz tromboemboli profilaksisi: çokmerkezli, prospektif, gözlem çalışması. *Acta Orthop Traumatol TURC*, 2008; 42(5):322-327.
- Arseven, O., Öngen, G., Müsellim, B. & Okumuş, G. (2010). Pulmoner tromboembolizm. Türkiye'de temel akciğer sağlığı sorunları ve çözüm önerileri. Türk Toraks Derneği Beyaz Kitap, Ankara, ISBN: 978-605-60080, (s.6-1)
- Arslan, A. K., Tecimel, O., Aksekili, A., Çiçekli, Ö., Çelik, İ., & Doğan, M. (2008). Derin Ven Trombozu ve Ortopedik Cerrahideki Önemi. *Dirim*, (83), 129-133.
- Autar, R. (2007). NICE guidelines on reducing the risk of venous thromboembolism (deep vein thrombosis and pulmonary embolism) in patients undergoing surgery. *Journal of Orthopaedic Nursing*, 11(3-4), 169-176.
- Beyer J, Schellong S. Deep vein thrombosis: current diagnostic strategy. *Eur J Intern Med*, 16: 238-46, 2005
- Büyükaşık Y., Demir M., Devocioğlu Ö., Diz R., Dündar S., Gürdal S., Haznedaroğlu İ., Karadoğan İ., Kurtoğlu M., Ören H., Uysal Z., Ünüvar . Venöz tromboembolizm. Venöz Tromboembolizm El Kitabı, Türk Hematoloji Derneği, Hemostaz ve Tromboz Alt Komitesi, 2004.
- Caggiati A, Bergan JJ. The saphenous vein: Derivation of its name and its relevant anatomy, *Journal of Vascular Surgery*. 2002.35(1):172-175
- Cushman M., (2007), Epidemiology and risc factors for venous thrombosis. *Semin Hematol*, 44:62-69
- Çolak E. Deneysel venöz trombus üzerine düşük molekül ağırlıklı heparin ve taurolidinin etkisinin karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi, 2005; İstanbul.
- Datta I, Ball C, Rudmik L, Hameed S, Kortbeek J. Complications related to deep venous thrombosis prophylaxis in trauma: a systematic review of the literature,

journal of trauma management & outcomes 2010. 2010; 4:1, doi:10.1186/1752-2897-4-1.

Drake RL, Vogl W & Mitchell AD. Tıp Fakültesi Öğrencileri için Anatomi, Çeviri Editörü: M. Yıldırım, Güneş Kitabevi, Ankara 2006.

Dentali, F., Ageno, W., Rancan, E., Donati, A. V., Galli, L., Squizzato, A., ... & Manfredini, R. (2011). Seasonal and monthly variability in the incidence of venous thromboembolism. *Thrombosis and haemostasis*, 106(09), 439-447.

Devecioğlu Ö, Dündar S, Demir M, Karadoğan Ğ (Eds). Tromboz El Kitabı. Türk Hematoloji Derneği Yayınları, Ankara, 2004

Diamond PT, Macciocchi SN. Predictive Power of Clinical Symptoms in Patients With Presumptive Deep Venous Thrombosis. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 1997;76(1):49-51.

Dirimeşe, E., & Yavuz, M. (2010). Cerrahi kliniklerde venöz tromboembolinin önlenmesi. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, 2(3), 98-105.

Dirimeşe E. Elastik basınçlı çorap uzunluğunun ameliyat sonrası derin ven trombozunu önlemeye etkisi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Doktora Programı, Doktora Tezi, İzmir, 2011

Ercüment E., Akciğer tromboembolisi, Nanspesifik Akciğer Hastalıkları, Özyardımcı N, ed. Cilt II. Bursa: UÜ Kitabevi, 1999; 1011-1025

Eryiğit N. Hemşirelerin derin ven trombozu konusundaki bilgi düzeylerinin saptanması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2006.

Fritz DA. Chapter 40. Vascular emergencies. In: Stone C, Humphries RL, eds. *Current Diagnosis & Treatment Emergency Medicine*. 7th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2011.

Fowkes, F. J. I., Price, J. F., & Fowkes, F. G. R. (2003). Incidence of diagnosed deep vein thrombosis in the general population: systematic review. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 25(1), 1-5.

Galanaud J, Laroche J, Righini M. The history and historical treatments of deep vein thrombosis. *J Thromb Haemost.* 2013; 11:402-411. doi:10.1111/jth.12127

Geerts WH., Bergqvist D., Pineo GF., Heit JA., Samama CM., Lassen MR., Colwell CW. Prevention of venous thromboembolism: american collage of chest physicians evidence-based clinical practice guidelines. 8th Edition, CHEST, 2008; 133(6):3815- 4535

Gray H., Pick T.P., Howden R.D., eds.: *Gra/s Anatomy*, 15th ed. New York: Gramercy Books, 614-616, 1977

- Hardy TJ, Bevis PM. Deep vein thrombosis. *Surg.* 2019;37(2):67-72.
- Hoimovici H. *Vascular Surgery, Principles and Techniques*, Blakistar Publication, 1976; 51:825-835
- Kocabalkan F, Baykal Y, Bozoğlu E. Yaşlılarda kardiyovasküler risk faktörü olarak homosistein. *Geriatric Dergisi*, 2000; 3(2), 69-73.
- Koyunoğlu M. *Derin Ven Trombozu Profilaksisinde Kullanılan Pnömatik kompresyon Cihazlarının, Farklı Özelliklere Sahip Bireylerde Etkinliğinin Karşılaştırılması. Yayınlanmış Uzmanlık Tezi,2015*
- Kucher N, Koo S, Quiroz R, Cooper JM, Paterno MD, Soukonnikov B et al. Electronic alerts to prevent venous thromboembolism among hospitalized patients. *N Engl J Med* 2005; 352:969-77.
- KURTOğLU, M. H., & Sivrikoz, E. (2008). Derin ven trombozu: tanı, tedavi, profilaksi. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 5(1), 34-42.
- Kurtoğlu M., Taviloğlu K., Ertekin C. Derin ven trombozuna yaklaşım, Çağdaş Cerrahi Dergisi, 1992; 6: 162:165.
- Kurtoğlu M. Tromboemboli, Derin Ven Trombozu (DVT) ve Pulmoner Emboli'de (PE) Profilaksi, Tanı ve Tedavi, *Fleaboloji Dergisi*, 2000; 2: 7-13
- Kyrle PA, Eichinger S., Deep vein thrombosis. *Lancet* 2005; 365: 1163-1174
- Labropoulos N, Cunningham J, Kang SS, Mansour MA, Baker WH. Optimising the performance of intermittent pneumatic compression devices. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000; 19:593-7.
- Long J.B. Venous Thromboembolism Pharmacological and Nonpharmacological Interventions. *J of Cardiovascular Nursing*, 24(6): 8-13, 2009
- Lowe GD., Haverkate F., Thompson SG., Turner RM., Bertina RM., Turpie AG. Prediction of deep vein thrombosis after elective hip replacement surgery by preoperative clinical and haemostatic variables: the ecat DVT study, European concerted action on thrombosis. *Thromb Haemost*, 1999; 81, 879-886
- Mazzolai L, Aboyans V, Ageno W, Agnelli G, Alatri A, Bauersachs R, et al. Diagnosis and management of acute deep vein thrombosis: a joint consensus document from the European Society of Cardiology working groups of aorta and peripheral vascular diseases and pulmonary circulation and right ventricular function. *Eur. Heart J.* 2018;39(47):4208-4218.
- Oguzulgen, I. K., Demirtas, S., Erkeköl, F. O., Ekim, N., Demir, N., Numanoglu, N., ... & Akar, N. (2009). The role of plasminogen activator inhibitor-1 polymorphism, factor-V-Leiden, and prothrombin-20210 mutations in pulmonary thromboembolism. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, 15(1), 73-77.

- Rutherford BR, Vascular Surgery. WB Saunders Comp. 1989; 138, pp:1569- 1578
- Simioni P, Sansan BJ, Prandoni P, TormeneT et al. Incidence of venous thromboembolism with inherited thrombophilia. *Thromb Haemost* 1999; 82: 198- 202
- Singapore Ministry of Health. (2008). Nursing Management For Prevention of Deep Vein Thrombosis (DVT) / Venous Thromboembolism (VTE) in Hospitalized Patients. Singapore: Singapore Ministry of Health; Feb. 29 p. Retrieved July 10,2018, from www.guideline.gov/content.aspx?id=15539
- Ulusal venöz tromboembolizm profilaksi ve tedavi kılavuzu 2010, http://www.toraks.org.tr/uploadfiles/Ulusal_Venoz_Tromboembolizm_Profilaksi_ve_Tedavi_Kilavuzu2010.pdf (Erişim tarihi: 11.05.2018)
- Uzun Ş, Sarıcaoğlu F, Çeliker V. Derin Ven Trombozu. *Türkiye Klinikleri J Med Sci*, 27: 853-861, 2007
- Vanek VW. Meta-analysis of effectiveness of intermittent pneumatic compression devices with a comparison of thigh-high to knee-high sleeves. *Am Surg* 1998; 64: 1050-8.
- Weill-Engerer S., Meaume S., Lahlou A., Piette F., Saint-Jean O., Sachet A. Risk factors for deep vein thrombosis in patients aged 65 and older: a case - control multicenter study. *J Am Geriatr Soc.*, 2004; 52: 1299-1304.
- White, R. H., Zhou, H., & Gage, B. F. (2004). Effect of age on the incidence of venous thromboembolism after major surgery. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 2(8), 1327-1333.
- White RH., Zhou H., Romano PS. İncidence of symptomatic venous thromboembolism after different elective or urgent surgical procedures. *Thromb Haemost*, 2003; 90: 446-455.
- White RH., Zhou H., Gage BF. Effect of age on the incidence of venous thromboembolism after major surgery, *journal of thrombosis and haemostasis*. 2004; 2:1327-1333.
- Yekeler İ., Ateş A., Özyazıcıoğlu A., ve ark., Akut Vasküler Tıkanmalarda Fibrinolitik Tedavi, *AÜTD*, 1998; 30: 111-114.