

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
KALP VE DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**TROMBOTİK VENÖZ YETMEZLİĞİN ARAŞTIRILMASINDA  
EKSTREMİTELERİN TER FONKSİYONU VE CİLT KAN  
AKIMLARINDAKİ DEĞİŞİMİNİN DİJİTAL TERMOGRAFI ANALİZİ  
İLE KORELASYONU**

UZMANLIK TEZİ

Dr. KAAAN KÖSE

SAMSUN-2013

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
KALP VE DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**TROMBOTİK VENÖZ YETMEZLİĞİN ARAŞTIRILMASINDA  
EKSTREMİTELERİN TER FONKSİYONU VE CİLT KAN  
AKIMLARINDAKİ DEĞİŞİMİNİN DİJİTAL TERMOGRAFI ANALİZİ  
İLE KORELASYONU**

UZMANLIK TEZİ  
Dr. KAAAN KÖSE

TEZ DANIŞMANI  
Prof.Dr.FERŞAT KOLBAKIR

SAMSUN-2013

## TEŞEKKÜR

Beni bu günlere getiren, büyüten, her şeyimi borçlu olduğum, annem, babam, ağabeyime, yokluğumda beni beklemekten bıkmayan sevgili eşim Duygu ve dünyalardan çok sevdiğim bir tanecik oğlum Mert Kaan'a

Uzmanlık eğitimim boyunca çalışma prensibi, insani ve etik anlayışı, tüm bilgi ve deneyimlerini bana aktaran, sevgili hocam ve bölüm başkanımız Prof. Dr. Ferişt Kolbakir'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Kalp Damar Cerrahisinin bir ekip işi olduğuna ve bu ekipte olmaktan onur duyduğum her birinden mesleki ve bilimsel anlamda çok şey öğrendiğim sevgili Prof. Dr. Hasan Tahsin Keçelîgil, Doç. Dr. Mustafa Kemal Demirağ, Doç. Dr. Muzaffer Bahçivan, Yrd. Doç. Dr. Murat Semih Yücel hocalarıma ayrıca teşekkürü bir borç bilmekteyim.

Ayrıca çalışma ve tez aşamasında bilgi ve deneyimini benden eksik etmeyerek, deneyimlerini bana aktaran Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Yrd. Doç. Dr. Sedat Doğan'a sonsuz teşekkür ederim.

Ekibimiz içinde yer alan sevdiklerimizden çok birlikte zaman geçirdiğimiz, yorulduğumuz, mutlu anlarımızı paylaştığım tüm uzman ve asistan arkadaşlarıma

En içten saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

**Dr.Kaan KÖSE**

Bu araştırma projesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığınca PYO. TIP. 1904.13.017 numarası ile desteklenmiştir

## **İÇİNDEKİLER:**

## **SAYFA NO:**

<b>TEŞEKKÜR VE DESTEKLEYEN KURULUŞ</b>	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>II</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>IV</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>V</b>
<b>RESİM LİSTESİ</b>	<b>VI</b>
<b>KISALTMALAR</b>	<b>VII</b>
<b>ÖZET</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>X</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
2.1. Venöz Sistem Anatomisi	3
2.1.1. Alt Ekstremitte Venöz Sistem Anatomisi	3
2.2. Venöz Sistem Patofizyolojisi	9
<b>2.3. DERİN VEN TROMBOZU</b>	<b>11</b>
2.3.1. Giriş	11
2.3.2. Derin Ven Trombozu Patofizyolojisi	12
2.3.3. Derin Ven Trombozu Risk Faktörleri	13
2.3.4. Derin Ven Trombozu Klinik Bulguları	14
2.3.5. Derin Ven Trombozunda Semptomlar	15
2.3.6. Derin Ven Trombozu Laboratuvar Testleri	16
2.3.7. Derin Ven Trombozunda Görüntüleme Yöntemleri	17
2.3.8. Derin Ven Trombozunda Tedavi Yöntemleri	20
2.3.9. Derin Ven Trombozu Risk Skorlaması	24
2.3.10. Derin Ven Trombozunda Hospitalizasyon Endikasyonları	27
2.3.11. Üst Ekstremitte Derin Ven Trombozu	27
2.3.12. Posttrombotik Sendrom	28

2.3.13. Venöz Yetmezlikte CEAP Sınıflaması	29
<b>2.4.DERİ</b>	<b>31</b>
2.4.1. Deri Yapısı ve Kanlanması	31
2.4.2. Yüzeysel Isı Ajanlarının Deri Üzerine Etkisi	33
<b>2.5.TER BEZLERİ</b>	<b>33</b>
2.5.1. Ter Bezleri Yapısı	33
2.5.2. Terin Salgılanma Mekanizması	35
2.5.3.Pilokarpin ve Elektroforez	36
<b>2.6.TERMOGRAFI</b>	<b>38</b>
2.6.1. Termografi Tanım ve Tarihçesi	38
2.6.2. Kızıl Ötesi Işınım ve Özellikleri	39
2.6.3. Termal Kameraların Özellikleri	41
2.6.4. Termografi Kullanım Alanları	43
2.6.5. Tıp ve Termografi(Tıbbi DITI)	44
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>48</b>
3.1. Hastalar	48
3.2. Hastaların Değerlendirilmesi	48
3.3. İşlem	50
3.4. Yazılım ve İstatiksel Veriler	56
<b>4. BULGULAR</b>	<b>58</b>
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR</b>	<b>85</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b>	<b>91</b>

## **TABLO LİSTESİ**

**Tablo 1. Derin ven trombozunda risk faktörleri**

**Tablo 2. Derin ven trombozunda klinik bulgular**

**Tablo 3. Düşük molekül ağırlıklı heparinin standart heparinle karşılaştırması**

**Tablo 4. Günümüzde kullanılan venoaktif ilaçlar**

**Tablo 5. Wells skorlaması**

**Tablo 6. Derin ven trombozu risk katsayısı**

**Tablo 7. Pilocarpin'nin sistemik etkileri**

**Tablo 8. Kızıl ötesi ışınının dalga boyları**

**Tablo 9. Termografi'nin klinik uygulamaları**

**Tablo 10. CEAP sınıflamasının açılımı**

**Tablo 11. CEAP Sınıflaması ve Bileşenleri**

**Tablo 12. TROTEC-080LV termografik kameranın özellikleri**

**Tablo 13. Hasta ve kontrol gruplarının CEAP sınıflaması ve yüzdeleri**

**Tablo 14. Test sonuçları**

## **ŞEKİL LİSTESİ**

**Şekil 1. Grupların cinsiyet grafikleri**

**Şekil 2. Hasta gruplarında ekstremite tutulumları**

**Şekil 3. Görüntüden seçilen ROI bölgesi ve profil doğrusu.**

**Şekil 4. Bir hastanın HE ROI bölgelerinin tümü ve bunların otomatik olarak hesaplanmış sıcaklık dağılım bilgileri**

**Şekil 5. Bir hastaya ait HE ROI bölgelerinin global ve profildeki zamansal sıcaklık değişimleri.**

**Şekil 6. Bir venöz ülser hastasının (2 no'lu hastanın) zamansal sıcaklık değişimleri**

**Şekil 7. Bir venöz ülser hastasının (1 no'lu hastanın) hasta kovaryans matrisi.**

**Şekil 8. Bir venöz ülser hastasının (1 no'lu hastanın) PCA analizi.**

**Şekil 9. Sağlıklı iki örneğin hasta matrislerinin grafik gösterimi (29 ve 30 no'lu örnekler)**

**Şekil 10. Bir venöz ülser hastasına (2 no'lu hasta) ve bir DVT hastasına (6 no'lu hasta) ait hasta matrislerinin grafik gösterimleri**

**Şekil 11. Venöz Ülser, DVT ve sağlıklı insan gruplarını tanımlayan Tanımlayıcı (Descriptor) matrisler.**

## **RESİM LİSTESİ**

**Resim 1. Alt ekstremitte perforan venleri**

**Resim 2. Alt ekstremitte derin ve yüzeysel venöz sistem anatomisi**

**Resim 3. Sağ alt ekstremitte derin ven trombozu**

**Resim 4. Trombüsün ultrasonografik görüntüsü**

**Resim 5. MR'da venografik görüntü**

**Resim 6. Posttrombotik sendrom gelişen hastada iyileşmeyen yara görünümü**

**Resim 7. Derinin yapısı ve bileşenleri**

**Resim 8. Elektromanyetik tayf**

**Resim 9. Çekim esnasında kullanılan Trotec IC-080LV termografik kamera**

**Resim 10. Macroduct ter analiz cihazı ve pilokarpin jelleri**

**Resim 11. Ekstremitelerde referans noktaları**

**Resim 12. Pilokarpin jellerinin alt ekstremitteye yerleştirilmesi**

**Resim 13. Alt ekstremitte Pilokarpin iyontoforezi**

**Resim 14. Pilokarpin jellerinin üst ekstremitteye yerleştirilmesi**

**Resim 15. Üst ekstremitte pilokarpin iyontoforezi**

**Resim 16,17,18. Ekstremitelerde örnek termografik görüntünün profil ve global alan çizimleri**



## **KISALTMALAR**

**BT:**Bilgisayarlı Tomografi

**CM:**Santimetre

**DITI:**Dijital Infrared Thermal Imaging

**DVT:**Derin ven trombozu

**HE:**Hasta ekstremitte

**INR:**Uluslararası normalleştirilmiş oran

**IR :**Kızıl ötesi-Infrared

**K:**Kol(Uzak ekstremitte)

**LCD :**Sıvı kristal görüntü

**MMHG :**Milimetre civa basıncı

**MR:**Manyetik Rezonans

**PCA:**Ana bileşenler analizi

**PTE:**Pulmoner Tromboemboli

**PTS :**Posttrombotik Sendrom

**RDUS:**Renkli Dopler Ultrasonografi

**ROI:**İlgilenilen bölge

**SE:**Sağlam ekstremitte

**USG :**Ultrasonografi

**VSM:**Vena saphena magna

**VSP:**Vena saphena parva

**VTE :**Venöz tromboembolizm

# TROMBOTİK VENÖZ YETMEZLİĞİN ARAŞTIRILMASINDA EKSTREMİTELERİN TER FONKSİYONU VE CİLT KAN AKIMLARINDAKİ DEĞİŞİMİNİN DİJİTAL TERMOGRAFI ANALİZİ İLE KORELASYONU

## ÖZET

**Amaç:** Derin ven trombozu (DVT), bir venin kısmen veya tamamen trombus ile tıkanması sonucu oluşan bir tablodur. Derin ven trombozu (flebotromboz) (DVT) venöz sistemin herhangi bir yerinde görülebilen sistemik bir hastalıktır. Yandaş bir hastalığın komponenti olarak karşımıza çıkabileceği gibi bazen altta yatan sebebi bulunamamaktadır. Uzun dönem sonuçları ile tedavi edilmezse tekrarlayabilirliği, morbidite sebebi ve posttrombotik sendrom oluşturabilmesi, pulmoner tromboemboli (PTE)ye bağlı mortalitesi hastalığı önemli kılmaktadır. Böylesi ciddi klinik tablolar oluşturabilen bir hastalığın erken dönemde tanısının konulup tedavisinin başlanması gerekmektedir.

Akut ve kronik seyirli bu sistemik etkileri olan yüksek morbidite, şayet tedavi edilmezse posttrombotik sendroma ilerleyen, pulmoner emboli riski ile hayatı tehdit eden bu hastalık grubunda dış uyaranlar yardımı ile ekstremitelerin ter fonksiyonu ve cilt kan akımlarındaki değişimlerin dijital görüntüleme yöntemi kullanarak (Termografi), cilt termogramındaki (ısı haritasındaki) değişimlerin gözlemlenmesi amaçlandı.

**Yöntemler:** Termografik inceleme invaziv olmayan, radyoaktivite içermeyen anlık sonuçların değerlendirilebileceği bir yöntemdir. Çalışmaya Akut derin ven trombozu olan on hasta, Derin ven trombozu ve venöz yetmezlik sebebi ile posttrombotik sendrom gelişen venöz ülserli on hasta, venöz yetmezliği bulunmayan on sağlıklı birey dahil edildi. Hastalar ve sağlıklı bireylerin üç farklı ekstremitesi pilokarpin jel kullanılarak ter analiz cihazının eksternal etkisi ile oluşan lokal ısı artışı ve terlemenin ardından termografik olarak dijital ortamda değerlendirildi. Analiz yapılan ölçümler hasta ekstremitelerine, karşı ekstremitelerine ve uzak ekstremitelerden elde edildi. Vücut termogramları oluşturuldu. Çalışmada pilokarpin jel diskleri ter bezi indüksiyonu için kullanıldı. Macroduct ter analiz cihazı lokal ısı artışı ve terlemenin sağlanması amacıyla olarak, termografik kamera ise terleme ile ortaya çıkan ilgili ekstremitenin ısı farklılıklarını anlık değerlendirmek ve dijital ortamda termogram oluşturulması amacı ile kullanıldı.

**Bulgular:** Sağlıklı grupla karşılaştırıldığında posttrombotik sendrom ve derin ven trombozunda artmış bir enflamatuar yanıt saptandı. Kendi ilerinde ise posttrombotik sendromun yanıtı çok daha belirgin saptandı. Global ve profil ölçümleri belirlenen termogramlarda, üç farklı grup içinde istatikselsel ve matematikselsel farklılıklar tesbit edildi. Grupların hepsinin ROI'si çıkarıldı, matrisleri hesaplandı. Farklı grupların denklemselsel saçılma grafileleri neticesinde benzer ve ayırteğici özellikleri tesbit edilebilir hale dnüşürülebilmiştir.

**Sonuçlar:** Farklı grup hastalarda termografikselsel analizler neticesinde ilgili ekstremiteelerin termogramları oluşturulmuş olup, 3 farklı grubun birbiri ile farklılıkları tesbit edilmiştir. Bu ilk çalışmada, termografi ile damar hastalıklarının teşhisinde çok büyük bir başarı elde edilmiştir. Başka hiçbir veri kullanılmadan sadece termal görüntülerle %80 doğrulukta tanı konulabilmektedir. Ancak, bu doğruluk oranını %98 düzeylerine çıkarabilmek mümkün görülmektedir..

**Anahtar Kelimeler:** : Termografi, Termogram, Pilocarpin jel, Derin ven trombozu, Ter bezi, Venöz ülser, Posttrombotik sendrom, pulmoner emboli,

# **SWEAT EXTREMITIES INVESTIGATION THROMBOTIC VENOUS INSUFFICIENCY AND SKIN BLOOD FLOWS FUNCTION CORRELATION ANALYSIS OF CHANGES IN DIGITAL THERMOGRAPHY**

**Objective:** Deep vein thrombosis (DVT) is a form as a result of a result of blockage of the vein thrombus in whole or a partially. Deep vein thrombosis venous system (Phlebotrombosis) can be seen in any parts of a systemic disease. As a component of the disease, sometimes pro-underlying cause cannot be located. Long term results are not treated as repeatability. Morbidity and Postthrombotic Syndrome and depending on the mortality pulmonary thromboembolism (PTE) it makes disease important. It's a disease that can create a serious table, so clinical diagnosis and early treatment period should be started soon. Acute and chronic effects of this systemic high morbidity, if it is untreated, it can cause the risk of emboli advancing, pulmonary life Postthrombotic threatening, in this disease with the help of external stimuli in the skin and the blood streams of sweat of the function changes in digital imaging method using. In the skin thermogram heat map, changes were observed.

**Methods:** Thermographic inspection is a method, which doesn't radioactivity instant results, since it is the non-invasive. The study on the patients with a acute deep vein thrombosis, deep vein thrombosis and venous insufficiency, venous ulcers on patients with developing postthrombotic syndrome, venous insufficiency that were included in ten healthy individuals. Patients and healthy individuals are evaluated using three different extremity with the external effect of pilocarpine gel, consisting of local sweat analysis, increasing heat and sweating the digital environment as thermographic. Analysis of the measurements, which were made by the patients extremity, opposite extremity and for extremities, were obtained. Body thermograms were created. In the study, pilocarpine gel discs were used for induction of sweat glands. Macroduct, the provision of local heat and sweating, sweat analysis device, was used for the purpose of dealing with resulting camera and thermographic sweating from the heat differences with thermographic sweating from the heat differences with the aim of the creation of the snapshot were used to evaluate digital environmental thermogram.

**Symptoms:** Compared with the healthy postthrombotic syndrome, a deep vein thrombosis increased inflammatory response was revealed. Within them, much more evident in the response of the syndrome was detected. In the global and postthrombotic global profiles measures

were identified. All the group's ROI were revealed and their matrices were calculated. As a result of the different groups that were similar to the distinctive features of equational scattering, was determined and it could have been converted.

**Results:** . As a result of different groups of patients were created, the thermograms of the thermographic analysis in 3 different groups the differences have been identified with each others. In this first study, in the diagnosis of cardiovascular diseases' a very big success, for the thermography has been achieved. By using no other data, there can be %80 accuracy of the thermal images which were diagnosed. However, it is possible to get the accuracy rate of %98 levels.

**Key words:** Thermography, Thermogram, pilocarpine gel, deep vein thrombosis, Sweat gland, venous ulcers, Postthrombotic syndrome, pulmonary embolism,

## I. GİRİŞ VE AMAÇ

Derin ven trombozu (DVT) özellikle hastanede yatan hasta popülasyonunda sıkça görülen bir hastalıktır. Hemen hemen kadın erkek oranı eşit olan bu sistemik tutulumlar gösteren hastalık grubunun önlenebilir olan komplikasyonları sebebi ile hızlı tanı ve tedavisi önem taşır. Hastalık sıklıkla alt ekstremitelerde görülmekle birlikte her türlü venöz yapıda tutulum gösterebilmektedir. Hastalığın en önemli ölümcül komplikasyonu pulmoner tromboemboli (PTE) olarak karşımıza çıkmakta iken, tanı ve tedavide geç kalınmış veya düzenli tedavi edilmemiş hastalarda ilgili ekstremitelerde derin venöz yapılarının kalıcı kapak bozuklukları, kronik damar cidar düzensizlikleri sebebi ile posttrombotik sendroma ilerleyişi en önemli morbidite sebebidir.

Gelişmiş ülkelerde ileri yaşlarda %1 oranında görülen bu hastalık en sık alt ekstremitelerde pelvik venlerinden kaynaklanır. Pulmoner embolilere %70 oranında eşlik etmesi ve DVT' lulara %50 ye yakın pulmoner emboli görülmesi sebebi ile bu iki hastalık birlikte değerlendirilir. DVT, tanısının doğrulandığı anda tedavisinin başlanması gereken hastalık grubudur. Tanısal doğrulama vakit alacak ise klinik şüpheli hastalarda tedaviye derhal başlanmalı ve tanının doğrulanması en kısa zamanda sağlanmalıdır. DVT'nun esas tedavisi antikoagülasyondur. Antikoagülasyonun amacı trombus gelişimini önlemek, erken ve geç dönemde DVT, PTE rekürrenslerini engellemektir.

Akut DVT geçiren hastalarda poliklinik kontrollerinde yapılan fizik muayene esnasında ilgili ekstremitelerde ödem, çap farkı, dolaşım bozukluğuna sekonder renk değişiklikleri saptanmaktadır. Hastalar özellikle gerginlik ve buna ikincil olarak hareket kısıtlılığı ile hekime başvurmaktadır. Hastaların bazılarında anamnez derinleştirildiğinde terleme ile ilgili değişiklikler saptanmış olup, hastalığın ter bezleri üzerine etkisi bilinmemektedir. Bu çalışmanın temeli kontrol grupları ile karşılaştırılarak derin ven trombozu geçirmiş posttrombotik sendroma ilerlemiş kronik venöz ülserli hastalar ile akut DVT'lu hastalarda cilt kan akım değişimlerinin

ter bezi üzerine etkisinin dijital ortamda araştırılması esasına dayatılmıştır. Termografik yöntem kullanılarak yapılmış olan çalışmanın, sistemik tutulumları açısından DVT'lu hastalarda vücut termogramının oluşturulmasına önderlik edeceği ve ileriki çalışmalara ışık tutacağı planlanmıştır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

Venöz sistem kirli kanın ekstremitelerden kalbe ulaşmasını sağlayan kapakçıklarla donatılmış damar ağından oluşmaktadır. Alt ekstremitede, derin, yüzeysel ve bunları birbirine bağlayan perforan (ara bağlantı) ven üçlüsü anatomik venöz sistemi oluşturmaktadır (Yılmaz, 1994). Bu üçlü sistemin herhangi bir yerindeki anatomik bozukluk bağlı olduğu diğer venöz yapıları da etkileyerek bulgularını vermektedir.

### **2.1.VENÖZ SİSTEM ANATOMİSİ**

#### **2.1.1.ALT EKSTREMİTE VENÖZ SİSTEM ANATOMİSİ**

Vücudumuzdaki venler yüzeysel, derin ve bunları birbirlerine bağlayan perforan venöz sistemden oluşmaktadır. Yüzeysel venler, derin fasyanın yüzeyselinde subkutanöz fasya içinde yer alırlar. Derin venler arteriel sisteme eşlik eder. Bunlar, perforan venöz sistem ile yüzeysel venlerle bağlantı kurarlar. Venöz sistemde biküsbik kapakçıklar (valvula venosa) bulunur. Bu kapakçıklar sayesinde kanın geri akımı engellenmekte ve kan her zaman kalbe doğru yönlendirilmektedir (Yılmaz, 1994). Üst ekstremiteye oranla alt ekstremitte venlerinde daha fazla kapakçık bulunmaktadır (Arıncı, 2006).

##### **2.1.1.1 Yüzeysel Venler**

Vena saphena magna (VSM) ve parva (VSP) olarak adlandırılmaktadırlar. Bu iki yapı genellikle birbiri ile bağlantılıdır (Arıncı., 2006). Bunlar perforan venler vasıtasıyla derin venöz sistem ile bağlantılıdır. Bu sayede kan akımı yüzeysel venlerden derin venlere doğru olmaktadır. Vena saphena magna, parvaya göre daha çok valvül içerir ve bu valvüller ortalama 7cm aralıklar iledir (Meisner ve ark., 2007).

Vena saphena magna (VSM) vücudumuzun en uzun venidir. Ayak sırtının medial kenarındaki vena marginalis medialisin devamı olarak başlar. Ayak bileğinde medial



malleolun anteriorundan geçerek yükselir. Beraberinde nervus saphenusa eşlik eder. Diz altında bu komşuluk daha belirgindir. Hiatus saphenustan geçerek Vena femoralise dökülür. Bacağın iç yanı boyunca yükselen ven, condylus medialis tibiae et femoris'in arkasından (patellanın gerisinden) geçerek uyluğa girer. Burada, uyluk ön bölgesinin iç yanından olarak yukarıya ve dışyan taraftan öne doğru ilerleyerek, ligamentum ingunale'nin 2.5-4 cm distalinde, hiatus saphenustan geçerek vena femoralis'e dökülür (Arıncı, 2006; Yılmaz, 1994).

Arkus venosus dorsalis pedis'in dış yanından başlayan vena saphena parva (VSP), vena marginalis lateralisin devamı şeklinde izleyerek, lateral malleolun arkasından bacak arka bölgesine ulaşır. Burada önce tendocalcaneusun dışyanı boyunca yükselen ven, bacağın ortasına doğru orta hatta ulaşır. Vena saphena, parva musculus gastrokinemius'un ortasından ilerleyerek popliteal fossanın alt yarısında derin fasyayı delerek popliteal vene dökülür (Arıncı, 2006). VSP %70 oranında popliteal vene dökülür. %30 olguda popliteal vene dökülmeksizin Giaccimoni veni aracılığı ile VSM ile birleşir (Uhi, 2007). Vena saphena parva bacağın arka bölgesinde birçok kutanöz dala ayrılır. Sural sinir, vena saphena parvanın distali ile sıkı komşuluk içerir.

VSM'da 7-13 arasında, VSP'da 9-20 arasında kapakçık bulunur (Arıncı, 2006). Yüzeysel venler kanlarının çoğunu safenofemoral ve safenopoliteal bileşke vasıtası ile derin venöz sisteme aktarırlar.

### **2.1.1.2.Derin Venler**

Posterior tibial ven, yüzeysel venlerle bağlantılara sahip musculus soleus içindeki venöz pleksus ve venöz sinüslerin venleri ile vena fibulares'i drene eder. Anterior tibial ven, membrana interossea cruris'in proksimal kenarının üzerinden geçerek, popliteal veni oluşturmak üzere posterior tibial ven ile birleşir. Popliteal ven %5 oranında çift bulunur (Arıncı, 2006). Gastrokinemius kasının venleri doğrudan popliteal vene açılır. Popliteal ven adduktor kanal proksimal ucunda yüzeysel femoral ven adını alarak femoral ven olarak devam eder. Popliteal ven, VSP, vena geniculares ve vena surales'in bir kısmını doğrudan drene eder. Yüzeysel femoral ven

uyuluk anteromedialinde yüzeyel femoral arterin derininde uzanır. Ligamentum ingunalenin 4-12cm aşağısında derin femoral ven yüzeyel femoral vene katılarak ana femoral veni oluşturur. Femoral ven ise ligamentum ingunalenin derininde eksternal iliak ven olarak sonlanır. Femoral ven %25 duplikasyon gösterir. Femoral ven ligamentum ingunalenin 4-12cm distalinde birçok müsküler dal ile arka yüzünden vena profunda femorisi, ön yüzünden VSM' yi, iç ve dış yan yüzünden vena saphena accessoria lateralis/medialis, vena epigastrica süperficialis, vena pudenda eksterna ve vena circumflexa ilium superficialisi drene eder. Derin femoral ven dökülmeden hemen önce bir kapakçık içerir. Derin femoral venin uzanmasıyla birlikte yaklaşık olarak sakroiliak eklem seviyesinde eksternal iliak vene internal iliak venin katılması ile ana iliak ven oluşur. L5 seviyesine her iki iliak ven birleşerek vena cava inferioru oluşturur (Arıncı, 2006).

### **2.1.1.3.Perforan Venler**

Perforan venler, derin fasyayı delip geçerek yüzeyel ve derin ven sistemlerini birbirine bağlarlar. Bu venler ya doğrudan (direkt) olarak bağlanır veya muskuler ven dalları venöz sinüsler yolu ile venöz sistemleri birbirine bağlarlar. Kapakçık sistemine sahip venöz yapılarıdır. Tek taraflı olarak çalışırlar ve yüzeyel venlerden derin venlere tek yönlü kan akışına izin verirler. Alt ekstermitede kan akımı ayak bölgesi hariç yüzeyel venöz sistemden derin venöz sisteme doğrudur. Ayaktaki perforan venler kapakçık içermediğinden venöz akım derin venden yüzeyellere doğrudur (Demirkılıç ve ark., 2007). Her iki alt ekstremitede direkt ve indirekt medial baldır perforatörlerinin sayısı ortalama olarak 14 adet saptanmıştır (Demirkılıç ve ark. 2007 ).

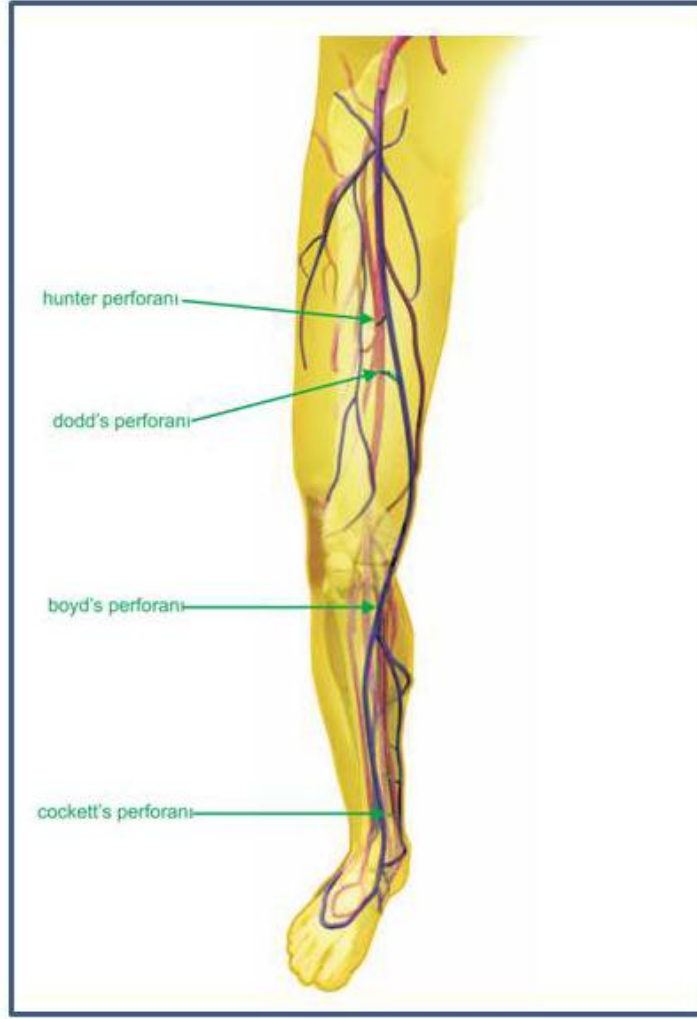
Alt extremitede Cockett perforatörleri denilen venöz sistemler bulunmaktadır. Bunlar üç grupta adlandırılmaktadırlar. Cockett I, malleolus medialisin arkasında yer alır. Cockett II, malleolus medialisin alt kenarının 7-9cm, Cockett III ise 10-12cm proksimalinde yer alır. Cockett II, III ler Linton çizgisi olarak adlandırılan ve tibia'nın medial kenarının 2-4cm arkasından geçen bir hatta konumlandırılmışlardır (Bengisun ve ark., 2003).

Paratibial perforatörler, VSM ve dalları ile posterior tibial ve popliteal venler arasında bağlantı sağlarlar.

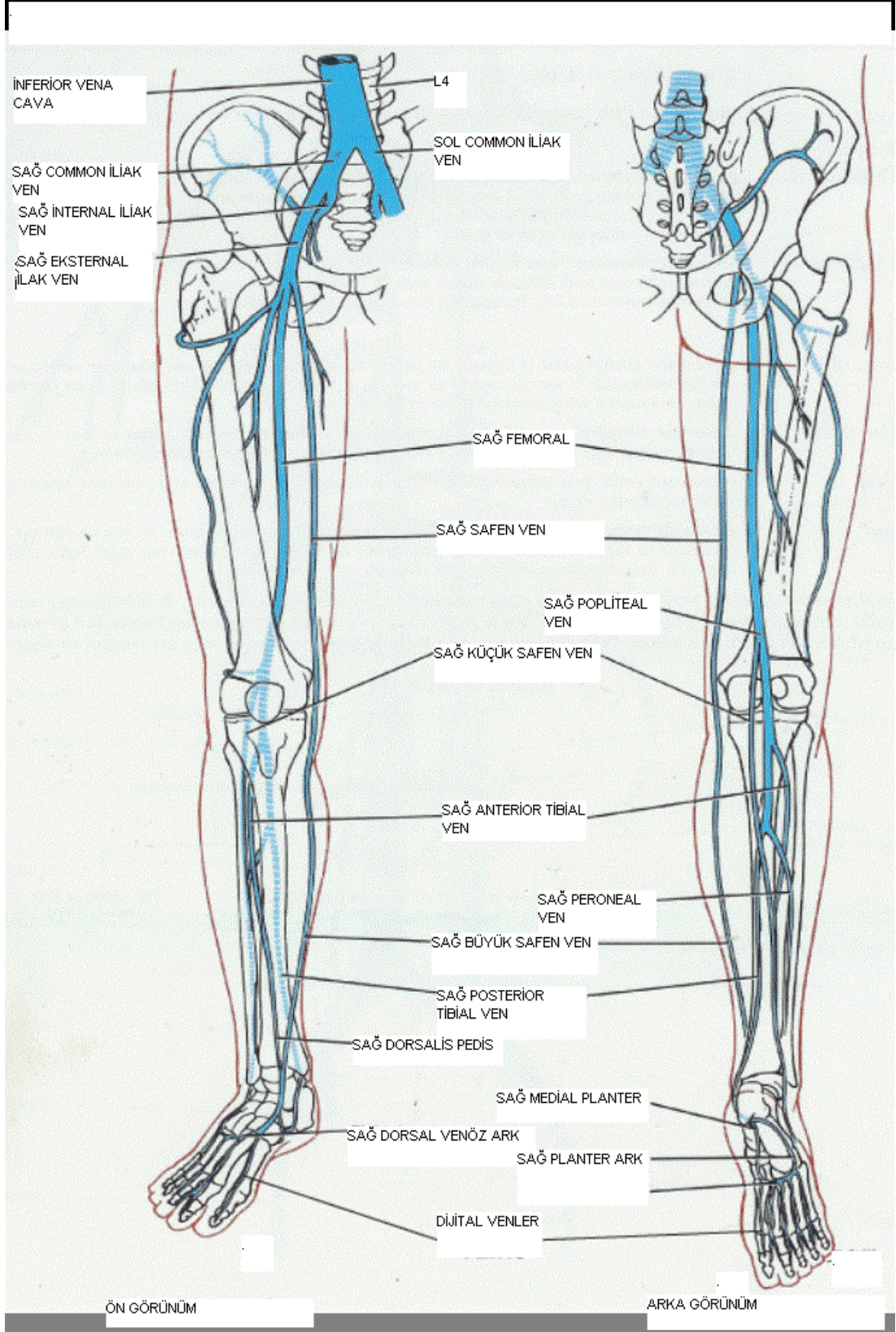
Body's perforatörleri dizin hemen distalinde tuberositas tibiae hizasında bulunurlar (Bengısun ve ark., 2003). Body's perfaratörleri VSM ile vena poplitea arasında bağlantı kurarlar.

Bassi perforatörü doğrudan peroneal venler ile küçük safen ven arasında bağlantı kurar.

Dodd's ve Hunterian perforatörleri uylukta subsartoryal kanalda bulunurlar (Uhi, 2007). VSM'yı popliteal ve femoral vene bağlarlar (Drake ve ark., 2006). Alt ekstermite perforan venleri Resim 1 de gösterilmiştir.



**Resim 1:Alt ekstremitte perforan venleri**



**Resim 2: Alt ekstremitte derin ve yüzeysel venöz sistem anatomisi**

## 2.2.VENÖZ SİSTEM PATOFİZYOLOJİSİ

Venlerin kasılma ve genişleme yetenekleri sayesinde fazla miktarda kanı depo edip (total miktarın %60'ı), dolaşımın herhangi bir yerinde gerektiği zaman hazır tutmaları önemli görevleridir. Asıl görevleri venöz pompalama yetenekleri sayesinde kanı ileriye iterek kalp debisine yardımcı olmalarıdır (Badeer, 2001).

Bütün sistemik venlerden geri toplanan kan sağ atriyauma geçer. Buna sağ atriyal venöz basınç denir. Periferik venlerdeki basınç dolayısı ile sağ atriyaumdaki basınç değişimine bağlıdır. Normal sağ atriyaum basıncı vücudu çevreleyen atmosfer basıncına hemen hemen eşit olup yaklaşık 0 mm/Hg dir. Ancak beraberinde aşırı volüm yüklenmesi, sağ ve sol kalp hastalıkları, pulmoner hastalıklar, periferik vasküler hastalıklar gibi anormal durumlarda 20-30 mm/Hg ya kadar yükselebilir. Sağ atriyal basıncın alt sınırı ise -3,-5 mm/Hg olarak belirlenmiştir. Sağ atriyaum basıncı normal değeri olan 0 mm/Hg değerinin üzerine çıktığında, kan büyük venlere doğru geri itilmeye başlar. Bu etki venleri açar, venlerdeki tüm kollabe olan bölgeler bu basıncın etkisi ile açılır ve dilatasyon başlar. Basıncındaki artış devam ettiği sürece periferik venöz basınç artışına bağlı olarak venöz dilatasyon meydana gelir. Bu etki yetmezliğin ilk dönemlerinde çoğu kez göz ardı edilir. Aynı mekanizma etkisi ile periton boşluğunda basıncın artması, gebelik, intraabdominal basıncın artması, karın içi büyük tümörlerde alt ekstremitte venlerindeki basınç, karın içi basıncın üzerine çıkabilmelidir ki, abdominal venler açılabilir ve kan sağ atriyauma doğru yönlendirilebilir. Bu durumda intraabdominal basınç ortalama 20 mm/hg ise, femoral venlerdeki basınçta 20 mm/Hg olacaktır (Badeer, 2001).

Normal sağlıklı fizyolojide dik duran bir kişide, sağ atriyaumdaki basınç yaklaşık 0mm/Hg düzeyinde kalır. Kalp bu noktada toplanan kanı arterlere pompalar. Hiç hareket etmeden ayakta dik duran bir kişide, kalp ve ayaklar arasında kalan kanın yerçekimine bağlı ağırlığı ile +90 mm/Hg basınç farkı gözlenmektedir. Kol venlerinde ise subclavian venin kaburga düzeyinden geçerken sıkışması nedeni ile basınç ortalama +6 mm/Hg civarına ulaşmaktadır. Bu düzeyden aşağı seviyeye doğru basınç yer çekimi etkisi ile artmakta ve yaklaşık +35 mm/Hg olmaktadır. Ayakta dik

duran bir kişide boyun venleri, boynun dışındaki atmosfer basıncının etkisi ile kafatası içinde hemen hemen tamamen kollabe durumdadır. Kafatası içindeki venler sıkıştırılmayan bir odacıkta bulduklarından (venöz sinüsler) kollabe olamazlar (Badeer, 2001).

Ayakta dik duran bir kişide yer çekimi etkisine bağlı +90 mm/Hg basıncın yenilebilmesi amacı ile venöz kapakçık sistemi devreye girmektedir. Venöz kapaklar anatomisi itibari ile sadece kanın kalbe doğru ilerletilmesini sağlamaktadırlar. Yürüyüş ile beraber kanın kaslar arasında pompalanması venöz kapakçıkların hareketini hidrostatik basınç ile sağlamaktadır. Bu pompa sistemine ven-kas pompası adı verilir. Eğer kişi ayakta sabit olarak duruyor ise, venöz pompa çalışmayacak ve basınç artması ile beraber kan venöz sistemde göllenecek, venöz dilatasyon başlayacak, tedricen dilatasyon engellenemediğinde venöz hipertansiyon ve buna bağlı olarak venöz yetmezlik karşımıza çıkacaktır. Venler genişlemeyi sürdürdükçe kapaklar geride kalacak ve yetmezlik ilerleyecektir. Kronik venöz yetmezliği oluşturan temel patolojide venöz hipertansiyon fizyolojisi hakimdir. Tıkanıklık, kapak yetmezliği, kas pompa bozukluğu, bu patolojiyi tanımlamayı sağlar. Böylece venöz yetmezlik primer ve sekonder olarak ikiye ayrılır. Primer neden genellikle ven duvarının elastisite kaybına bağlı olarak kapakçık fonksiyonlarının bozulması anlamına gelmektedir. Sekonder sebep ise genellikle derin ven trombozu'na sekonder gelişmiş olan kapaklara ve ven duvarına yapışmış trombüsün fibröz bir hale dönüşmesi ile kapakların iyileşme sonrasında dahi fonksiyon kaybını açıklar. Böylece posttrombotik sendrom (PTS) adı verilen kronik ilerleyici ayrı bir klinik tablo ortaya çıkmaktadır (Köksal ve ark., 2010).

Variköz venleri olan kişilerde ayakta sabit dik durma sonucunda dakikalar içinde venöz sistemin basıncının artmasına bağlı olarak, venöz kapiller basınç yükselecek ve kapillerden dokulara sıvı sızması, ödem mekanizması oluşacaktır. Ödem içindeki kolloidal maddenin doku dışına sızması kas ve deri hücrelerinin difzyonunun bozulmasına, beslenme bozukluğuna, difzyon kısıtlılığına sebep olacağından kas ağrısı, inflamasyon, ödem, dermatit ve deri ülserlerine sebebiyet verecektir. Bu

durumda en iyi tedavi bacakların kalp seviyesinin üzerine çıkarılması ile beraber kompresyon birlikteliğidir (Bozkurt ve ark., 2008)

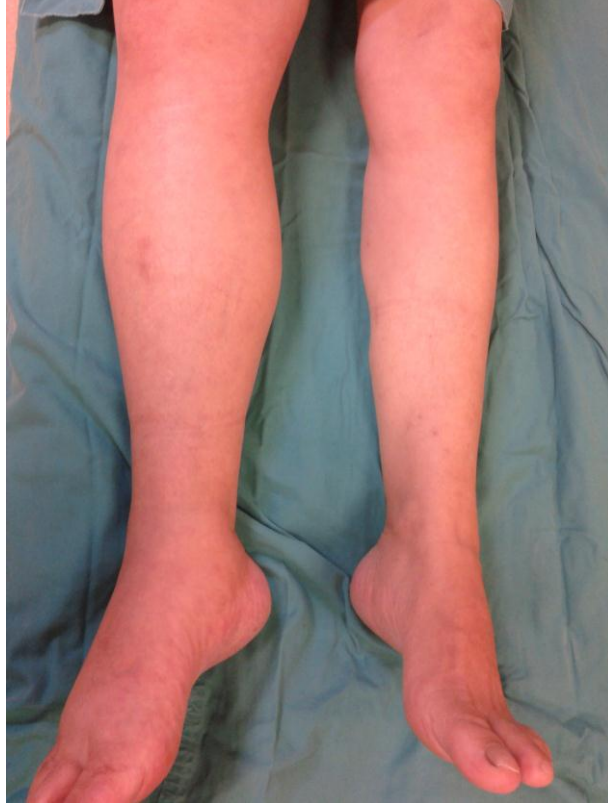
## **2.3. DERİN VEN TROMBOZU**

### **2.3.1.Giriş**

Derin ven trombozu (DVT) sıklıkla alt ekstremitelerde gözüken kadın ve erkek oranı hemen hemen eşit olan bir hastalıktır (Fowkes., 2003). İnsidansı kırk yaşın altında 10000'de 1 iken, 60 yaşın üzerinde %1'e kadar yükselmektedir (Ho ve ark., 2005). Her yüz kişiden iki ile beş kadarının ömürleri boyunca en az bir kere venöz tromboembolizm (VTE) geçirdikleri öngörülmektedir (Devecioğlu ve ark., 2004).

Hastalık en sık baldır venlerinde ortaya çıkmaktadır. Oluşan pıhtının sonucu bacakta şişlik, ağrı ve yürüyememe şikayeti ile karakterizedir. DVT genellikle bacadaki derin venlerdeki kapakların iç yüzeyinde başlar ve kısa sürede venin tamamının tıkanmasına ve venöz dönüşün engellenmesine neden olur. Hastalığın en önemli ve mortal komplikasyonu pulmoner tromboembolidir (PTE). PTE'ye bağlı hastane ölümlerinin yaklaşık %10'unu kapsamaktadır. Üst ekstremitte derin ven trombozunda ise en sık etken venöz kateterizasyondur (Martin ve ark., 1999). Hastalık ilk olarak 1644 te Schenk tarafından vena cava inferior trombozu ile tanımlanmış olup hastalığın patofizyolojisini 1864 te Virchow tarafınca belirlenmiştir (Cooper., 2003). DVT'nun oluşturduğu klasik görünüm ve alt ekstremitedeki belirgin çap farkı Resim 3'de gösterilmiştir.





**Resim 3:Sağ alt ekstremitede derin ven trombozu**

### **2.3.2.Derin Ven Trombozu Patofizyolojisi**

DVT multifaktöriyel bir hastalıktır ve hastalarda aynı anda birden fazla risk faktörü bulunabilir. Hastada ne kadar çok risk faktörü varsa DVT gelişme riskide o kadar yüksektir. Virchow tarafından venöz staz, damar endotel hasarı ve hiperkoagülibite tanımlanmış olup ana mekanizma olarak günümüze kadar kabul görmüştür (Cooper., 2003). Günümüz şartlarında bu mekanizmaya birde genetik alt yapı eklenmiştir. Staza bağlı olarak ve damar endotel hasarına bağlı hastalıkta hiperkoagülibite saptanmıştır. Bu üçlü her yönden birbirini tetiklemekte ve sonuç itibarı ile damar lümeninde artan trombüs oluşmaktadır. Bu oluşan trombus venöz akımı yavaşlatmakta ve büyümektedir. Trombüse bağlı damar endotel hasarı ve kapak yetmezliği tablosu gelişmektedir. Trombüsün büyüme yönü her zaman kalbe doğru olmakta ve kontrol edilemezse sağ atriyumuna ilerleyen bu trombüs, sağ ventriküler

sistemden pulmoner venler vasıtası ile PTE'ye yol açmaktadır. Virchow triadının temelinde asıl enflamatuvar mekanizma söz konusudur (Carter., 1994).

### 2.3.3.Derin Ven Trombozu Risk Faktörleri

**Tablo 1: Derin ven trombozunda risk faktörleri**

<b>GENEL</b> Yaş Üç günden uzun immobilizasyon Gebelik ve postpartum dönem Majör cerrahi sonrası ilk dört hafta Dört saat üzerinde yolculuk ve ileriki dört hafta
<b>MEDİKAL</b> Kanser Geçirilmiş DVT Serebrovasküler hastalık Akut myokard infarktı Konjestif kalp yetmezliği Sepsis Nefrotik sendrom Ülseratif kolit Multipl travma Santral sinir sistemi ve spinal kord hasarı Yanık Alt ekstremitte fraktürleri
<b>HEMATOLOJİK</b> SLE(Sistemik Lupus Eritematozus) Behçet hastalığı Homosistinüri Polisitemia vera Trombositoz Kalıtsal koagülasyon bozuklukları, Protein C-S Eksikliği, Faktör V mutasyonu
<b>İLAÇ</b> İntravenöz ilaç bağımlılığı Oral kontraseptifler, Östrojen Heparinle indüklenen trombositopeni

### **2.3.4.Derin Ven Trombozu Klinik Bulguları**

Venöz tromboembolizm tanısı koymada klinik bulgular ve saptanabilen semptomlar çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Ancak iyi bir klinisyen, hasta ile karşılaştığında şüpheli olarak tanıya yönlenebilmektedir. DVT %90 oranında alt ekstremitte venöz sisteminde ortaya çıkmaktadır. Bu olguların %60'ında femoral venöz tutulum, %40'ında ise pelvik tutulum mevcuttur (Carter., 2003). Pelvik tutulum olanlarda, femoral tutulum olanlara göre pulmoner emboli riski dört kat daha fazladır (Cooper., 2003). Proksimal ven trombozlarının %8'inde venöz ülserasyonlar oluşmaktadır. Bu ülserlerin sosyoekonomik olarak yarattığı kayıplar göz ardı edilemeyecek kadar ciddi boyuttadır.

DVT'na bağlı olarak gelişen PTE vakalarının çoğu proksimal venlerden kaynaklanır. Her üç hastanın birisi, bu emboli atağı esnasında hayatını kaybetmektedir. PTE, DVT' nun en önemli ölümcül komplikasyonudur. Pulmoner emboli geçirmiş hastaların çoğunda emboli kaynağı alt ekstremitte proksimal ve derin venleridir.

İliofemoral ve popliteal venlerin trombozu ven duvarlarında ve kapaklarında lokal destrüksiyon yaparak postflebik sendrom gelişmesine sebep olur. Dolayısı ile hastalık ile komplikasyonları önemli önlenbilir hastalık grubunu oluşturur (Davies., 2009).

DVT'da klinik şüphe ile başlar. Hastaların çoğu mevcut ekstremitelerinde şişlik, gerginlik ve ağrı sebebi ile hekime başvurmaktadır. Venöz staza bağlı olarak gerginlik ve ödem, tetikleyen inflamasyon ile birlikte renk değişimi, ısı artması veya ileri aşamalarda dolaşım bozukluğuna sekonder ısı azalması, soğuk ve ağrı klinik bulgular arasındadır. Ayrıca mevcut ekstremitenin hareket kısıtlanması sebebi ile kas iskelet sisteminde etkilenmektedir. Tedavi edilemeyen olgularda kronik damar cidar düzensizliği, kapakçık disfonksiyonu ciltte pigmentasyon bozuklukları, kronik venöz ülserler gelişebilmektedir. Bu tablo daha çok posttrombotik sendrom ile birlikte. Venöz ülserasyonlar doku kontaminasyonu sebebi ile yüzeysel ve derin doku

enfeksiyonları, pannikülit, osteomyelit, uzak organ sepsisi ve ilgili ekstremitenin kaybına sebebiyet verebilmektedir(Davies., 2009).

Şüphesiz bu kronik, klinik tablo hastanın emasyonel durumu, günlük aktivitesine olumsuz etkileri sebebi ile DVT'nun bir toplum sağlığı hastalığı olduğunu belirtmektedir.

### **2.3.5.Derin Ven Trombozunda Semptomlar**

DVT'lu hastalarda ağrı, duyarlılık, eritem, ısı artışı, gode bırakan ödem, ayağın şişliği ile dorsifleksiyon kısıtlılığı ile gelişen baldır ağrısı olarak tanımlanan Homans belirtisi gibi klinik bulgulara rastlanmaktadır (Davies., 2009). DVT'nun oluşturduğu klinik bulgular Tablo 2 de gösterilmiştir.

**Tablo 2:DVT’da klinik bulgular**

- 1)Asemptomatik
- 2)Unilateral ödem
- 3)Hareket kaybı
- 4)Ağrı
- 5)Hassasiyet
- 6)Isı artışı, eritem
- 7)Yüzeysel tromboflebit, venöz yapılarda belirginleşme
- 8)Lokal, sistemik ateş
- 9)Ekstremitede renk değişikliği, solukluk
- 10)Ödem
- 11)İskemi bulguları, siyanoz
- 12)Nöral, motor defisit

### **2.3.6.Derin Ven Trombozu Laboratuvar Testleri**

DVT tanısında laboratuvar testleri arasında en sık başvuru parametre D-Dimer testidir. D-dimer fibrin yıkım ürünüdür. Ulusal laboratuvar birimi  $\leq 150$  mg/Lt dir. D-dimer normal değerler arasında ise çoğu kez hastanın DVT olmadığına işaret eder, ancak yüksek ölçümleri her zaman anlamlı değildir. Yüksekliğine kanser, infeksiyon hastalıklarından özellikle sepsis, kısa süre önce geçirilmiş cerrahi, PTE, travma ve gebelikte rastlanabilir. D-Dimer testinin negatif olması kümülatif VTE insidansının %0.5 olması anlamına gelir. D-dimer düzeyi yüksek ise ultrasonografi (USG) ile doğrulanması gerekir (Ho ve ark., 2005). Antikoagülasyon kesildikten sonra D-dimer düzeylerinde artış DVT’nun rekürrensi ile ilişkilidir. Ayrıca laboratuvar testleri ile altta yatan bir hastalık araştırılması, genetik analizler vasıtası ile ailesel trombofili sendromları tanısında yapılabilmektedir (Devecioğlu ve ark., 2004).

## **2.3.7.Derin Ven Trombozunda Görüntüleme Yöntemleri**

### **2.3.7.1.Venografi**

Venografi venöz sistemin anatomisini ve hemodinamisini değerlendirmek amacıyla kullanılır (Patberg., 2005). Önceleri sıklıkla kullanılmasına karşın invaziv olması, uygulama tekniği zorluğu ve radyoopak maddeye bağlı olarak alerjik reaksiyon riski sebebi ile günümüzde sık kullanılmamaktadır. Kontrast maddeye bağlı olarak tromboz riski mevcuttur. Özellikle DVT tanısında asendan venografi geçmiş yıllara nispeten altın standart olma özelliğini bu sebeple kaybetmeye başlamıştır. Venografi üst ekstremité derin venlerinin incelenmesinde daha sık kullanılmaktadır.

Desendan venografi ise özellikle kapak yetmezliğinin ve reflünün araştırılmasında kullanılır (Rolfe., 1999). Femoral bölgeden girişim uygulanarak, hastaya valsalva manevrası yaptırılarak uygulanır. Dört grade'de reflüyü inceler (Morano ve ark., 1990).

Grade 0: Kapak sağlam.

Grade 1: Kapakta minimal reflü, uyluk proksimaliyle sınırlı reflü

Grade 3: Kapakta ılımlı yetersizlik, diz seviyesine kadar reflü

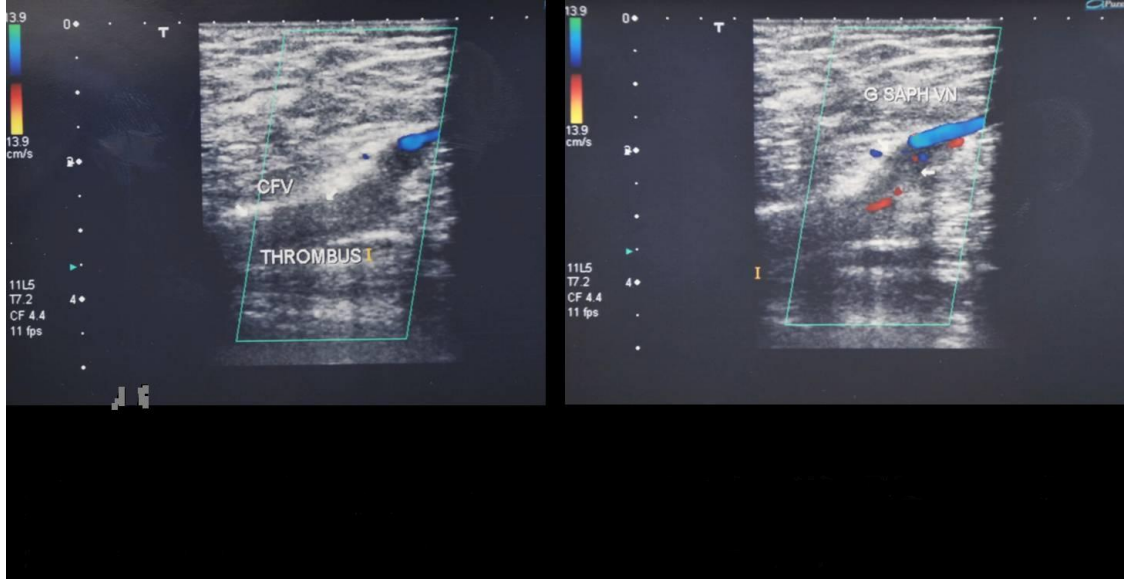
Grade 4: Kapakta şiddetli yetersizlik, ayak bileğine kadar, bacak venlerini de içeren reflü

Asendan venografi ayak sırtındaki venden kontrast verilerek bacağına dorsifleksiyon yaptırılarak uygulanır. Bu sayede kas pompası çalıştırılır. Asendan venografi aksiyel kanal açıklığı, perforatör yetmezlik, postflebitik değişiklikleri daha ayrıntılı olarak göstermektedir (Rolfe., 1999). Venöz anatomiye tam olarak ortaya koymaktadır. DVT' nun tanısında altın standarttır. Postflebitik değişiklikler hakkında ayrıntılı bilgi verir.

### 2.3.7.2.Ultrasonik Dopler

Günümüzde başlangıç testi olarak daha anlamlı bir rol almıştır. 1842 yılında Christian Dopler tarafından, hareket eden enerji kaynaklarının algılayıcı sisteme doğru hareket ederken ürettikleri enerjinin frekansında artma saptanması metodu ile tesbit edilmiş olup günümüze kadar geliştirilmiştir (Oyar, 2003). Tanıda vasküler kompresyon olmaması, venöz trombusün lümende görülmesi, ses dalga sinyallerinin oluşmaması anlamlıdır. Uygulayan kişinin deneyimini gerektirir. Non invaziv ve ucuz bir yöntemdir. Anlık tanı verir. Mâliyeti düşüktür. Kompresyon USG'nin semptomatik proksimal DVT tanısındaki duyarlılık ve özgüllüğü %95'in üzerindedir. İzole distal DVT'da ise duyarlılık %70, pozitif öngörü değeri %80 olarak kabul edilir (Rosen ve ark., 2012). En önemli başarısızlık hasta uyumuna bağlılığıdır (Gerotziapas, 2004).

DVT tanısında altın standart olarak kabul edilen venografinin yerini son yıllarda teknolojik gelişmeye paralel olarak doğruluk değeri yüksek olan Dopler Ultrasonografi almıştır. Wave (Sürekli dalga) dopler, Pulse Wave dopler, Dupleks dopler, Renkli dopler gibi alt çeşitleri bulunmaktadır. Venografinin invaziv ve ağrılı olması, uygulama zorluğu, iyonize radyasyon maruziyeti, tekrarının kolay olmaması, kontrasta bağlı flebotrombozis (kimyasal flebit) sebebi ile venöz sistem hastalıkları araştırılmasında günümüzde en sık birincil tanı amaçlı olarak Renkli dopler ultrasonografi kullanılmaktadır. İnvaziv olmaması, ek bir işlem gerektirmemesi, nonradyoaktif olması, diğer tanı yöntemlerine göre ucuz olması, anlık sonuç vermesi sebebi ile günümüzde klinisyenin ilk sırada başvurduğu tanı yöntemidir.



**Resim 4:Trombüsün ultrasonografik görüntüsü**

### **2.3.7.3.İmpetans Pletismografi**

Bu tanı yöntemi ekstremitelerde kan akımındaki değişimlerin gözlenmesi amacıyla temeline dayanır. Ekstremitelere üzerine yerleştirilen iki elektrottaki rezistan değişimlerini ölçer. Proksimal ven trombozlarında oldukça duyarlıdır. Venöz basıncın arttığı sistemik hastalıklarda yanlış anlamlı sonuçlar alınabilir (Wells ve ark., 1993).

### **2.3.7.4.Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans**

Özellikle kontrastlı tomografi ile derin venler, intraabdominal venler ayrıntılı olarak değerlendirilebilmektedir. Eşlik eden pulmoner venöz anatomi hakkında bize ayrıntılı bilgi verir. Ayrıca etiyolojik eşlik eden diğer yandaş hastalıkların taramasında kullanılır. Kısa süreli tetkik yöntemi olmasına karşın içerdiği kontrast sebebiyle kreatin değeri yüksek hastalarda öncelikli tercih edilmemelidir. Şüpheli hastalarda tanıyı doğrulamada Bilgisayarlı Tomografi, Manyetik Rezonans değerli tanı yöntemleri arasındadır (Oyar., 2003).





**Resim 5: MR'da venografik görüntü**

### **2.3.8.Derin Ven Trombozunda Tedavi Yöntemleri**

Tedavide amaç trombus progresyonunu ve pulmoner emboliyi engellemek, vasküler anatomiyi koruyarak posttrombotik sendromları ve rekürrensleri önleyebilmektir (Davies., 2009; Bozkurt ve ark., 2008). Tedaviye standart heparin yerine, düşük moleküllü heparinlerin ardından oral antikoagülasyon ile devam önerilmektedir (Demir., 2003). Tedavi seçenekleri antikoagülasyon, trombolitik, cerrahi ve girişimsel yöntemler olarak sınıflandırılır (Kearon ve ark., 2008; Kahn., 2010 ). Tedavi süreci en az üç aydır.

#### **2.3.8.1.Trombolitik Tedavi**

En üstün tedavi olarak yerini korumaktadır. Tedavide rutin sistemik trombolitik ajan kullanımının yeri yoktur. Uygun heparin tedavisi verilmesine karşın, venöz oklüzyon sonrası ekstremitelerde gangrene neden olabilecek yeni başlangıçlı masif iliofemoral

DVT olanlarda kullanılabilir. Semptomların hızla düzelmesi, var olan mevcut kollateralleri koruması, trombüsün boyut ve kalibrasyonunun azalması, kapak fonksiyonlarının korunmasını sağlar. Tedavi sonrasında mutlaka antikoagülan tedavi ile devamlılığı sağlanmalıdır. Posttromboflebitik sendromu %50 oranında engellemektedirler. Heparinden daha üstündürler. Kanama riski çok daha yüksek ilaçlardır. İntraserebral hemoraji en belirgin ve ölümcül komplikasyonlarıdır. Streptokinaz, Ürokinaz, Alteptaz, Doku plazminojen aktivatörü (TPA) bu amaçla kullanılır (Arseven ve ark., 2009; Demir., 2003). Akut DVT tedavisinde streptokinazın, heparine göre başlangıç tedavisinde ilk 72 saatte daha üstün olduğu, özellikle femoral vende non oklüziv trombozlu ve en fazla bir haftalık semptomları bulunan olgularda, heparine göre daha iyi fibrinoliz sağladığı, iyi seçilmiş olgularda majör kanama ve pulmoner emboli riskinin çok ciddi olmadığı saptanmıştır (Tünerir ve ark., 1998).

### **2.3.8.2. Antikoagülan Tedavi**

DVT tedavisinde antikoagülan tedavi olarak üç temel yaklaşım vardır. Bunlar vücut ağırlığına göre ayarlanmış subkütan düşük molekül ağırlıklı heparin, intravenöz fraksiyone olmayan heparin veya takip ve doz ayarlaması ile birlikte subkütan unfraksiyone heparindir. Proksimal DVT olan hastalarda yapılan çalışmalar göstermiştir ki, uzun dönem antikoagülasyon tedavisi ile devam etmek koşuluyla 5-7 gün boyunca verilen intravenöz heparin ile daha uzun verilen unfraksiyone heparin tedavisi arasında etkinlik olarak bir fark yoktur (Hull ve ark., 1990).

Heparin bu amaçla kullanılır. İntravenöz fraksiyone heparinin başlangıç dozu 5000 İU bolustur. Bolus dozu takip eden ilk 24 saat içinde 30000 İÜ/24h devamlı infüzyon önerilmektedir. Heparin kullanımının PTE gelişme riskini önlemede anlamlı faydası vardır. Ancak trombolitik etkisi olmadığından trombüsü eritmez. Posttromboflebitik sendroma etkisi minimaldir. Standart tedavide protrombin zamanınının 1.5 kat ve üzerinde olması amaçlanır. 6 saatlik ölçümlerle takibi yapılmaktadır. Hastanın yatak başı takibi amaçlı activated clotting time (ACT) değeri ile kontrolü kolayca yapılabilmektedir.

Düşük molekül ağırlıklı heparinler ise son yıllarda kullanımının kolaylığı ve hasta uyumu sebebi ile ön plana çıkarılmıştır. Düşük molekül ağırlıklı heparinler unfraksiyone heparin ile karşılaştırıldığında daha öngörülebilir farmakokinetiğe ve bununla birlikte daha yüksek biyoyararlanıma sahiptirler. Renal yetmezlik ve gebelikte doz ayarlaması gerekmektedir. Bir artışı ise hastane dışı tedavide rahatlıkla kullanımlarıdır. Ülkemizde bu amaçla Enoksaparin, Daltaparin, Bemiparin, Nadroparin, Tinzaparin, Parnaparin kullanılmaktadır (Modern ilaç rehberi., 2012). Günlük bir yada iki kez tekrarı olan tedavi protokolleri mevcuttur. Kanser hastalarında günlük çift doz olanları tercih edilmelidir.

Oral antikoagülan olan Warfarin sodyum ise en az 3-6 ay kullanılmalıdır (Kearon ve ark., 2008; Kurtoğlu., 2010). K vitamini antagonistleri arasında en sık kullanılan ilaçtır. Etkisi geç başlar. İlk günden itibaren INR ile takibi yapılmalıdır (Arseven ve ark., 2009; Kearon ve ark., 2008). Heparin ve Warfarin sodyum kullanan hastalarda heparinizasyon uluslararası normalleştirilmiş oran (INR) değerinin terapötik olduğu düzeye kadar devam etmelidir.

**Tablo 3: Düşük molekül ağırlıklı heparinin standart heparinle karşılaştırması**

Etkileşim	Standart heparin	Düşük molekül ağırlıklı heparin
Biyoyararlanım	25- 30	90- 95
Plazma yarı ömrü	Kısa	Uzun
Trombositlere etki	++	+/-
Hemostaza etki	++	+/-
Osteoporoz	++	+/-
Trombositopeni	++	+/-

### **2.3.8.3.Cerrahi Tedavi**

Eğer hastada masif iliofemoral tromboz varsa ve dolaşım tehlike altında ise tercih edilir (Phlemagmasia cerulea dolans). Amaç trombüsün uzaklaştırılmasıdır.

- Trombektomi
- Venoplasti
- Venöz bypass
- Torasik-outlet dekompresyonu

### **2.3.8.4.Girişimsel Tedavi**

- Aspirasyon
- Fregmentasyon
- Trombektomi
- Balon anjioplasti
- Stent
- Vena kava filtreleri

Ayrıca DVT tedavisinde yardımcı olarak venöz kompresyon çorapları ve aralıklı pnömotik basınç tedavisi yer almaktadır. Bu tedaviler çoğunlukla antikoagülan tedaviye destek amaçlı olarak kullanılmakta ve fibrinolizi stümulasyonda yardımcı olmaktadır. Bağ doku desteği sağlarlar. Doku basıncını yükselterek ödemi ve filtrasyonu azaltırlar. Kapak yetmezliğini önlerler. Lenfatik dolaşımı desteklerler. Kompresyon çorapları değişik basınç aralıklarında bulunurlar ve hastanın şikayetlerinin ile hastalığın derecesine göre ihtiyaç duyulan basınç aralıklarında kullanılır. Basınçlarına göre kompresyon çorapları beş sınıfa ayrılmaktadır.

Klass A:10-14 mmHg (çok az basınç)

Klass I :15-21 mmHg (hafif basınç)

Klass II: 25-32 mmHg (orta basınç)

Klass III: 34-46 mmHg (güçlü basınç)

Klass IV: >49 mmHg (çok güçlü basınç) (Türk Kalp Damar Cerrahisi Derneği)

DVT'da önemli bir tedavide hastanın eğitimi, hastanın mevcut hastalığı hakkında yeterli bilgi sahibi edilmesidir. Mevcut hastalığı ve ileriki yaşamında ortaya çıkabilecek klinik tablolar hastaya ayrıntılı bir şekilde anlatılmalıdır. Diyet, egzersiz, ayak bakımı ve istirahati hakkında hastaya bilgi verilmelidir. Kanın göllenmesini önlemek amacıyla uzun süre ayakta sabit durmaktan kaçınılmalıdır. Kan dolaşımını engelleyen sıkı giysiler ve dar boğazlı çoraplar kullanılmamalıdır. Fazla kilo ve kabızlıktan kaçınılmalı, düşük yağ ve yüksek lifli besinler tercih edilmelidir. Banyo çıkışında bacaklara soğuk su tatbik edilmeli, günde en az iki kere fizik egzersiz yapılmalıdır. Akut dönem dışında fiziksel kısıtlamadan kaçınılmalıdır.

### **2.3.8.5.Venoaktif İlaçlar**

Bu ilaçlar lenfatik drenajı artırıcı, antiödem, antioksidan, antiagregan, antiinflatuar etkili venotonik ilaçlardır (Ramelat ve ark., 2005). Medikal tedaviye destek olarak tercih edilmeli, uzun bir dönem devamlılığı sağlanmalıdır. Akut ve kronik tabloda dozları ve pazolojisi değişmektedir.

**Tablo 4:Günümüzde kullanılan venoaktif ilaçlar**

<b>Grup</b>	<b>İlaç</b>
Alfa-benzopironlar	Coumarin
Gama-benzopironlar	Diosmin Micronize purifiye flavonid fraksiyonu (MPFF) Rutin ve rutozidler O-(B-hydroxyethyl)-rutozid (troxerutin, oxerutin veya HR)
Saponinler	Escin Ruscus extract
Diğer bitkisel ilaçlar	Anthocyan Proanthocyanidines Ginko biloba
Sentetik ürünler	Kalsiyum dobesilat Benzarone Naftazone

### **2.3.8.6 Derin Ven Trombozunda Güncel Yaklaşımlar**

Klasik tedavi yöntemi ile tedavi edilen hastaların üçte birinde PTS'a gidiş saptanmaktadır. Son yıllarda sıklıkla kullanılan aspirasyon trombektomi (perkütan endovasküler tedavi) yöntemi ile DVT gelişen hastalarda erken dönemde pıhtı eritilmekte ve PTS'a ilerleyiş engellenmektedir. Böylece sistemik trombolitik tedavinin komplikasyonları azaltılmış olmaktadır. Bu yöntem ile erken dönemde kateter vasıtası ile tıkalı olan damara girilip farma-mekanik tromboz sağlanmaktadır. Böylece çözülmüş olan pıhtı aspirasyon ile damar dışarısına alınmaktadır. Tromboliz işlemi tamamlandıktan sonra geride kalan rezidüel darlıklar için anjioplasti veya stent uygulaması gerekebilmektedir. Bu yöntem ile pulmoner emboli, majör kanama oranı %1'in altında saptanmıştır. Bu yöntem akut dönem hastalarında ilk 14 gün içinde saptanabilirse son derece başarılıdır.

### 2.3.9.Derin Ven Trombozu Risk Skorlaması

Derin ven trombozunda değiştirilmiş Wells skorlaması bu amaçla kullanılmaktadır (Ho ve ark., 2005). Skorlamaya göre puan skalası

Yüksek olasılık =3 ve daha yukarı puan

Orta olasılık =1- 2 puan

Düşük olasılık =1 puan ve altı

**Tablo 5:Wells skorlaması**

<b>KLİNİK PARAMETRE</b>	<b>PUAN</b>
Aktif kanseri olan hastalar/6 ay içinde tedavi olmuş olanlar	1
Fel veya kısmi fel, yakın zamanda alçıya alınmış ekstremite	1
Birinci derece akrabada DVT veya PTE yks	1
3 günden uzun süren yatalaklık,4 hafta içinde büyük ameliyat hikayesi	1
Bacağın tümünün şişmesi veya asemptomatik bacağı kıyasla>3cm lik çap farkı	1
Semptomatik bacakta daha fazla gode bırakan ödem	1
Kollateral varissiz yüzeyel damarlar	1
Derin damar sisteminin dağılımı boyunca lokal hassasiyet	1
Hasta doğum kontrol hapı kullanıyorsa veya hormon tedavisi almakta ise	1
Damar içi ilaç kullanım geçmişi veya güncel kullanımı	1
Yakın zamanda myokard infarktı	1
DVT dan daha olası teşhis	-2

**Tablo 6:Derin ven trombozu risk katsayısı**

<b>RİSK KATSAYISI(I)</b>	<b>RİSK KATSAYISI(II)</b>	<b>RİSK KATSAYISI(III)</b>
- Yaş 40-59 arası - İmmobilizasyon >72 saat - Varis - Obezite - Konjestif kalp yetmezliği - KOAH - Uzun yolculuk - Bacakta ülser - Gebelik,lohusalık - Cerrahi prosedür - Nefrotik sendrom - Myokard infarktüsü	- Yaş >60 - Ağır travma - Pelvik cerrahi - Total eklem replasmanı - Pelvis/uzun kemik fraktürü - Nörocerrahi - Maligniteler - Hiperkoagülasyon	- Geçirilmiş DVT - Geçirilmiş PTE

### **2.3.10.Derin Ven Trombozunda Hospitalizasyon Endikasyonları**

- 1)PTE şüphesi olan hastalar
- 2)Geçirilmiş PTE var ise tekrarlayan DVT'da
- 3)Tekrarlayan DVT
- 4)Yandaş hastalıkların olması
- 5)Masif iliofemoral ven trombozları
- 6)Morbid obezite
- 7)Çocuklar
- 8)Komplikasyonu olan hamileler
- 9)Venöz gangren hastaları
- 10)45 kg dan zayıf, 100 kg dan fazla kilolular
- 11)Sosyoekonomik durum (Bozkurt ve ark., 2008).

### **2.3.11.Üst Ekstremitte Derin Ven Trombozu**

Üst ekstremitte derin ven trombozları, alt ekstremitte derin ven trombozlarına göre daha az sıklıkta (%10) görülür (Martin., 1999). Artan invaziv girişimler sebebi ile son yıllarda özellikle hospitalize olan hastalarda görülme sıklığı artmıştır. Alt ekstremitte DVT'ları ile kıyaslandığında daha genç hasta grubunda ve yandaş hastalık



varlığı ile görülmektedir. En sık predispozan faktör santral venöz kateterdir. Dolayısı ile sıklıkla kronik böbrek hastalarında ve uzamış yoğun bakım hastalarında görülmektedir. %10-%30 oranında PTE riski mevcuttur (Cooper., 2001). Sıklıkla subclavian-aksiller tutulum birlikteliği saptanmaktadır.

Klinik olarak tıpkı alt ekstremitte DVT'ları gibi ilgili ekstremitelerde şişlik, ağrı, hassasiyet, fonksiyonel kayıp, renk değişimi, venöz dilatasyonlar saptanır.

### **2.3.12.Posttrombotik Sendrom**

DVT'da oluşan pıhtı venlerde kanın geriye doğru akmasını sağlayan kapakçık sistemini tahrip edebilir. Bunun sonucunda venlerdeki tıkanıklık iyileşmesine rağmen kapak yetmezliği meydana gelir. Böylece derin venöz sistemde kanda retrograd kaçış olur. Posttrombotik sendrom adı verilen bu tablo derin ven trombozu geçiren hastaların yaklaşık %40'ında görülür. Hastada ömür boyu ağrı, yanma, şişlik, venöz yaralar ve kronik değişiklikler (venöz ülser) meydana gelir (Nael., 2009 ).

DVT'lu hastalarda yaklaşık iki yıl içinde bu mevcut tablo gelişmektedir. Posttrombotik sendromun belirli bir tedavisi yoktur. Hastalar ömür boyu varis çorabı ve medikal tedavi almak zorundadırlar.

Posttrombotik sendromda, venöz kan derin sistemden akciğerlere ulaştırılamadığı için, yüzeysel venöz sistem vasıtası ile gönderilmeye çalışılır. Derin sistemdeki yük yüzeysel sisteme bindirilir ve venöz dilatasyonlar oluşur. Yüzeysel sistemde venöz basınç artar. Bunlar klasik varis görünümünü alır. Eğer bu damarlara cerrahi olarak müdahale edilirse dolaşım daha da bozulacaktır. Posttrombotik sendromun engellenebilmesi için derin ven trombozunun hızlıca ve tam tedavisinin yapılması gereklidir (Decousus ve ark., 2003).

Kompresyon tedavisi başlıca venöz ülser tedavisinde kullanılır. Kapiller filtrasyon, venöz reflü ve ven kalibrasyonunda azalma ile venöz pompalamayı iyileştirme şeklinde etki eder. Bu etkiler venöz dönüşün artması, lenfatik drenajın düzelmesi ve

ödemin azalmasına katkıda bulunur. Ayrıca tromboz ve emboliden korur (Nael., 2009).



**Resim 6: Posttrombotik sendrom gelişen hastada iyileşmeyen yara görünümü**

### **2.3.13. Venöz Yetmezlikte CEAP sınıflaması**

Venöz yetmezliğin yapılan farklı çalışmalar sonucunda klasifikasyonunda 1994 yılında Amerikan Venöz Forumunda, CEAP adı verilen sınıflama ve evreleme yapılmıştır. Klinik, etyolojik, anatomik ve patofizyolojik değerlendirilmeleri içeren bu çalışma venöz yetmezlikte ortak bir bakış açısı sağlamıştır.

**Klinik sınıflama:** Sınıflamanın temelini oluşturmaktadır. Altı farklı katogoride temsil edilir (Padberg., 2005).

Co: Venöz hastalık bulgusu yok

C1:Telenjektazi veya retiküler venler

C2:Variköz venler

C3:Ödem

C4:Deri ve subkutanöz deri değişikliği

C4a:Pigmentasyon ve egzema

C4b:Lipodermatosklerozis veya beyaz lekeler

C5:İyileşmiş venöz ülser

C6:Aktif venöz ülser

S:Semptomatik

A:Asemptomatik

**Etyolojik sınıflama:** Dört alt gruba ayrılmaktadır. Konjenital, primer, sekonder, hiçbirini olarak sınıflandırılır (Padberg., 2005).

Ec: Konjenital (Arteriovenöz fistül, Malformasyon)

Ep: Primer (Kapak reflüsü)

Es: Sekonder (Tromboz, Travma, Postoperatif cerrahi)

En: Herhangi bir venöz sebep belirlenmemiş

**Anatomik Sınıflama:** Yüzeysel, derin ve perforan sistem belirlenmiştir (Padberg., 2005).

As: Yüzeysel venler

Ad: Derin venler

Ap: Perforatör venler

An: Venöz lokalizasyon belirlenmemiş

**Patofizyolojik sınıflama:** Bu sınıflamada reflü, tıkanıklık belirlenmiştir (Padberg., 2005).

Pr: Reflü

Po: Obstrüksiyon

Pr: Reflü ve obstrüksiyon

Pn: Venöz Patoloji belirlenmemiş

CEAP sınıflaması sayesinde tanı, takip ve tedavinin yönlendirilmesinde ortak bir dil sağlanmıştır.

## 2.4.DERİ

### 2.4.1.Derinin Yapısı ve Kanlanması

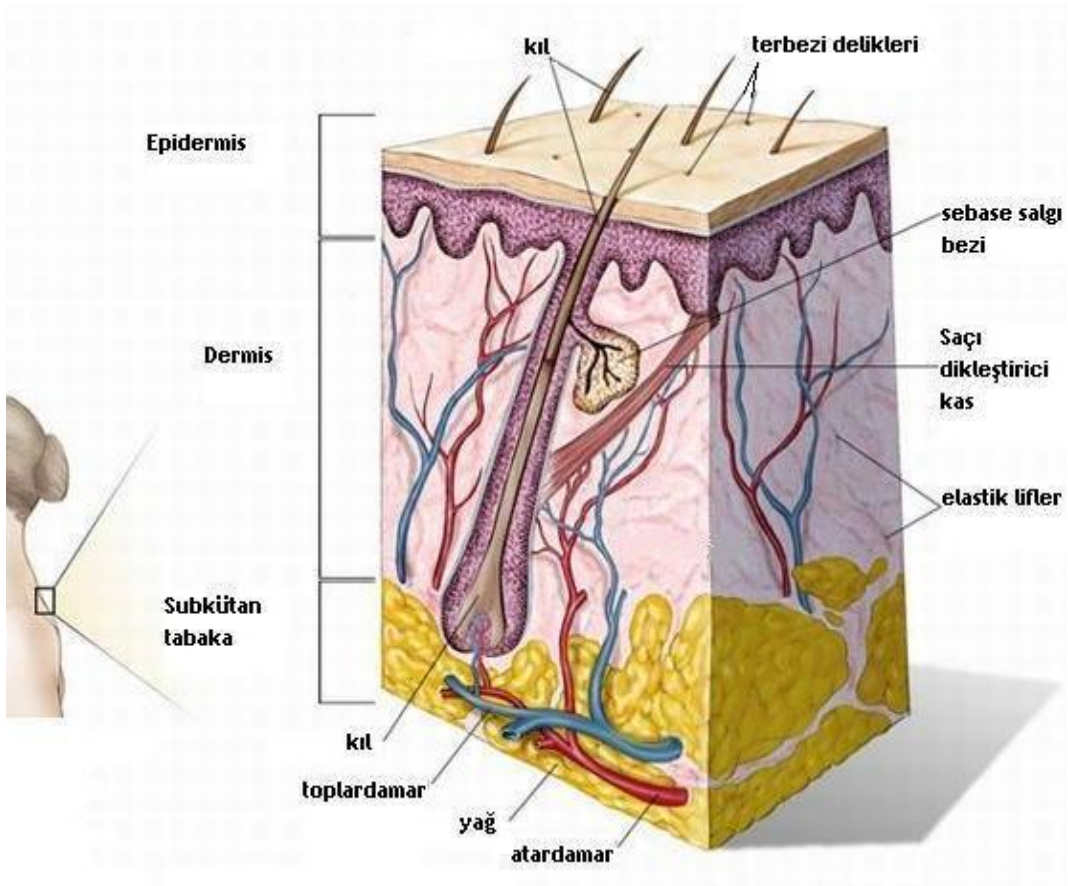
Deri vücudun dış yüzeyini saran ve toplam vücut ağırlığının %20 sini kaplayan en büyük organdır. Epidermis ve dermis olarak iki kısma ayrılır. Epidermis çok katlı yassı epitelyum ile döşelidir. Dermis ise epidermisin altında yer alan vasküler sıkı bağ dokusudur. Epidermis ve dermis birbirine sıkıca yapışmışlardır. Dermisin altında ise hipodermiste denilen gevşek adipöz doku bulunmaktadır.

Vücuttaki derin dokuların sıcaklığı aksi bir durum olmadıkça  $\pm 0.6$  derece sapmalarla sabit kalır. Deri sıcaklığı, iç sıcaklığın aksine, çevre sıcaklığına bağlıdır ve yüksek değişimler gösterir. Deri, deri altı dokular ve özellikle deri altı yağ dokusu, vücudun ısı yalıtıcı sistemini oluşturur. Yağ ısıyı diğer dokulara göre üçte bir oranında daha az iletir. Kadınlarda cilt altı yağ doku fazlalığından bu yalıtkanlık daha iyidir (Bellet., 2010).

Kan damarları deri altı yağ dokularına girerek deri altında yoğun bir şekilde dağılım gösterirler. Deri kapillerlerden gelen kanla beslenen sürekli bir venöz ağ ile donatılmıştır. Venöz ağa gelen bu kan akımının hızı kalp debisinin %30 una kadar yükselebilir. Kan akımının hızlanması deri dolaşımının artması ve aynı zamanda ısı dengesinin bozulması olarak yansır. Deri üzerinde eksternal uyarımlara bağlı olarak yapılan testlerde tam vazokonstriksiyon ve tam vazoditasyon arasında sekiz kat ısı iletim farkı olduğu gösterilmiştir (Kenney., 2003).

Deriye kan yoluyla gelen ısı iletimi, derideki venöz ağlara kanı getiren arteriyollerin ve arteriyovenöz bağlantıların vazokonstriksiyonu ile kontrol edilmektedir. Bu vazokonstriksiyon sempatik sinir sistemi ile kontrol altında tutulmaktadır. Bu sistem doğrudan medulla sipinalis demetleri ile hipotalamustan yönetilmektedir (Kenney., 2003).

Derinin ana arterleri subkutanöz bölgedeki büyük arterlerdir. Bu damarlar dallanarak yüzeyselleşir ve dermis ile hipodermisin birleştiği bölgede bir ağ oluşturur. Bu ağdan köken alan dallar ise subkutanöz dokuyu, ter bezlerini, kıl folliküllerini besler. Dermise doğru dallar papiller ve retiküler tabaka arasında bir ağ oluşturur. Bu bölgeye retesubpapillare ismi verilir. Retesubpapillareden ayrılan küçük arterler papillalara gider ve kapiller bir ağ oluşturur. Bu ağ aynı zamanda ter bezlerini, yağ bezlerini kıl folliküllerini besler. Rete subpapillare ile kanlandırılmış bölgelerin kanını toplayan venler papilla altında bir ağ oluşturur. Bu ağlar daha derindeki ağ yapıları ile anastomoz oluşturur. Aynı zamanda bu ağlara yağ ve ter bezlerinden gelen venler açılır. Bu venler subkutanöz dokudaki venlere boşalır. Derinin derin tabakalarında arteriovenöz anastomozlar yaygın olarak görülür. Bu anastomozlar el ve ayak parmaklarında daha çok sayıdadırlar (Gartner ., 2007).



**Resim 7: Derinin yapısı ve bileşenleri**

## **2.4.2.Yüzeysel Isı Ajanlarının Deri Üzerine Etkisi**

Doku sıcaklığının yükselmesinin fizyolojik etkileri temperatur yükselmesinin uzunluğu (Süre), dokuya giren enerjinin hızı, uygulama yapılan dokunun hacmine bağlıdır. Temperatur yükselmesinin uzunluğunun kan akımının dolaşımını arttırdığı gösterilmiştir. Temperaturdeki yükselmenin hızı fizyolojik olarak ısınmayı ve dokunun reaktif olarak cevaplarını ortaya çıkarır. Isı artımı ile lokal kan akımı artar, kan yolu ile ısının bir kısmı uzaklaştırılır. Ayrıca sıcak uygulanan sahanın hacmi genişledikçe diğer alanlarda oluşan sistemik etkiler artar. Isının uygulanması ile beraber metabolik aktivite, hemodinamik fonksiyon, nöral uyarılar, iskelet ve kas aktivitesi, uygulanan doku cevabı aktivasyonu üzerine etkileri arttırılır. Isının her bir derece artması ile metabolik aktivitelede 0.2-0.3 kat artış olmaktadır. Ayrıca ısı artışı ile birlikte enerji harcanması da artmaktadır. Kimyasal dış uyarılar ile doku oksijen alımı arttırılabilmektedir (Morrison., 2004).

Deri üzerine lokal ısı verildiğinde ilgili reseptörler sayesinde algı başlar. Bu algı aferentleri ile medulla spinalise uyarılar taşınır. Bu uyarıların dalları ile hormonsal aktivite başlar. Vazodilatasyon ortaya çıkar. Isınma histamin ve prostaglandin üzerinden etkiyerek terlemeyi başlatır. Kapiller basınç ve damar geçirgenliğindeki artış damar içinden dışına sıvı geçişine yol açar ve hafif ödem oluşur (Kenney., 2003).

## **2.5.TER BEZLERİ**

### **2.5.1.Ter Bezlerinin yapısı**

Ter bezleri yapılarına göre ekrin ve apokrin olarak ikiye ayrılır. Ekrin bezler dallanma göstermeyen, kıvrıntılı, tübüler bezlerdir ve tüm deri boyunca bulunurlar. El ayalarında ve ayak tabanları en yaygın olarak bulunduğu anatomik bölgelerdir. Salgı kısmı dermisin altında hipodermisin içinde yer alır ve kıvrıntılı bir ağ ile donatılmıştır. Boşaltıcı kısmı ve duktusları kıvrıntılı bir hal alarak epidermise uzanır.

Epidermiste ise spiraller yaparak ter porlarını oluşturup deriye açılırlar. Ekrin bezler ısı regülasyonunda önemli rol oynar. Ekrin ter bezlerinin salgısı plazma içeriğine eşdeğer izotonik yapıya sahiptir. Ph'sı 4.2-5.6 arasında değişen deri asit mantosunun oluşturulmasında büyük rol oynar.

Apokrin bezler ise ekrin bezlerden daha büyük yapıda olup daha koyu kıvamlı salgılama yapan bezlerdir. Bu bezler özellikle koltuk altı, meme ucu, labium, scrotal bölgede bulunmaktadır. Apokrin bezlerde kıvrımlar ekrin bezlere göre daha azdır, salgı ağızları daha geniştir. Ekrin bezlerden farklı olarak apokrin bezler salgılarını lümende depolarlar (MH Ross., 2011). Geniş ter bezleri küçük ter bezlerinin aksine daha koyu kıvamlı salgı salgırlar. Küçük bezlerin salgısı ise sodyum klorid, üre, amonyak ve ürik asitten oluşmuştur. Yani ekrin ter bezleri daha çok sulu, apokrin ter bezleri ise daha çok süt kıvamında salgılama yaparlar. Salgılanma stimulusları kolinerjik sistemin aktivasyonu ile sağlanmaktadır. Eğer terde sodyum klorid artışı fazla ise kistik fibrozisten bahsedilir (Cantürk., 2008).

Deri üzerinde 2-5 milyon arasında ter bezleri bulunmaktadır. Ter bezlerinin sayısı doğumda çok fazladır. Son derece ince yapıda olan bu borucuklar çift sıra epitelyumlu hücrelerden oluşurlar. Derinin derin bölümlerinde yumak halindedirler. Kan damarları ve kıl folliküllerine anatomik olarak yakın yerleşmişlerdir. Bu bölüm ter salgı yeridir ve terin salgılandığı bez epitelyum hücreleri ile doludur. Bu bezi, epitelyum hücrelerinin kasılmasını sağlayan myoepitelyal hücreler çevreler. Borucuklar, daha sonra tek tabaka hücrelerinin oluşturduğu ve yüzeye doğru sarmal biçimde uzanan ince bir kanal halini alır. Kanalin çevresi, yüzeysel deri tabakları içinde yerini keratin hücreleri arasından geçen kıvrımlı bir hale bırakır. Bu boşaltım kanalında bazı elektrolitlerinde geri emilimini sağlayan porlar bulunur. Böylece terin yapısı, plazmaya göre ayarlanmış olur. Bu sayede aşırı tuz kaybı önlenir. Bedenin bazı bölgelerinde (özellikle koltuk altı, meme başı, dış üreme organları) bu bezler yoğun yumaklar halinde bulunurlar. Alt deriye yerleşen bu büyük yumak bezlere apokrin bezler denir. Bu bölgelerden salınan ter salgısı daha yoğun koku, yağ, boya ve konsantrasyon içermektedir (Cantürk., 2008).

## 2.5.2. Terin Salgılanma Mekanizması

Ektrin ter bezlerinden kaynaklı ter sıvısının vücut yüzeyinden buharlaşırken üzerinde bulunduğu cilt dokusunu soğutma etkisi ile terleme artışı vücut ısısını düşürür. Bu mekanizma termoregülasyonun sağlanmasında en etkin mekanizmadır. El ve ayak tabanlarımızdaki terleme hemen doğumdan sonra başlar. Ancak aksiller terleme puberteye kadar başlamamaktadır. Terleme normal koşullarda cildin nemliliğinin sağlanmasını, sıvı ve elektrolit dengesinin korunmasına da yardımcı olur.

Beyindeki anterior hipotalamusta preoptik alanın uyarılması ile terleme ortaya çıkar. Bu bölgeden ortaya çıkan uyarılar otonom sinir sistemi yolu ile omuriliğe, oradanda sempatik yollar aracılığı ile deriye iletilir. Derinin birçok bölümünde soğuk reseptörleri, sıcak reseptörlerinden daha fazladır. Ancak deri reseptörleri sıcağa çok daha fazla duyarlıdır. Ter bezleri çoğunlukla sempatik kolinerjik sinir lifleri ile (asetilkolin salgılayan) innerve olurlar. Ancak ter bezleri kan dolaşımındaki adrenerjik nörotransmitterlerle de uyarılabilmektedirler. Bunlar dolaşım kanındaki epinefrin ve noepinefrin ile uyarılırlar (Morrison., 2004).

Ter bezindeki tübüler yapı iki bölüme oluşur. İlki teri salgılayan deri altındaki kıvrımlı bölüm diğeri derinin epidermis ve dermis bölgelerinden dışarı çıkan kanal bölümüdür. Ter bezlerinin salgı bölümü öncül salgı salgılar. Öncül salgı ter bezinin kıvrımlı bölgesindeki epitel hücrelerinden salınır. Salgılama kolinerjik uyarının denetimi altındadır. Öncül salgı sodyumdan, klordan zengin, plazmadan fakirdir. Öncül salgının salınma amacı geri emilimi sırasında bu sodyum ve klorun geri emiliminide sağlamasıdır (Cantürk., 2008).

Ter bezleri hafifçe uyarıldıklarında öncül salgı yavaş yavaş geri emilir. Geri emiliminin yavaş olması sayesinde yüksek konsantrasyonda olan sodyum ve klorun büyük bir kısmı da geri emilir. Bu durumda sıvının ozmotik basıncı düşürülerek, suyunda büyük bir kısmı reabsorbe olur, diğer maddelerin dahada yoğunlaşması sağlanır. Düşük hızda terlemede üre, laktik asit, potasyum iyonları daha yüksek konsantrasyonda saptanır. Oysa ter bezleri sempatik sistemin kontrolünde aşırı uyarıldıklarında öncül maddenin yoğun salgılanması sebebi ile sodyum ve klor



iyonları aşırı yüksek konsantrasyonda salgılanarak suyun geri emilimide azalır. Böylece üre yaklaşık plazma düzeyinin iki katına, laktik asit dört katına, potasyum iyonu ise bir buçuk katına çıkar (Webster., 2000).

Termoregülatör terleme önce alın ve kafa derisinde daha sonra vücudun geri kalanında gerçekleşirken, emasyon ve stress terlemesi ise önce el ayası ve ayak tabanında başlar.

### **2.5.3.PİLOKARPİN VE İYONTOFOREZ**

Bir alkaloid olan pilokarpin tersiyer bir amindir. *Filocarpus microphyllus* ya da jaborandi adlı bitkinin yapraklarından elde edilen bir alkaloiddir. Etkisi parasempatik sinir sisteminin aynıdır. Pilokarpin dominant muskarinik farmakolojik etki gösteren kolinerjik parasempatomimetik bir ajandır. Yeterli dozda pilokarpin ter, salya, gözyaşı, sindirim sistemi, pankreas gibi ekzokrin bezlerinin, intestinal bezlerin ve solunum sistemi mukoz hücrelerinin sekresyonunu arttırabilir. İntestinal sistem düz kasının doza bağlı olarak stimüle edilmesini tonüsünü ve motilitesini arttırabilir, spazm ve tenezme neden olabilir. Bronşial düz kas tonüsünü arttırabilir. Üriner sistem, safra kesesi ve safra kanalı düz kasının tonüsü ve motilitesini arttırabilir. Pilokarpinin kardiyovasküler sistem üzerinde paradoksik etkileri olabilir. Bir muskarinik agonistin beklenen etkisi vazodepresyondur fakat pilokarpin uygulaması muskarinik hipotansiyon epizodunu takiben hipertansiyona neden olabilir. Pilokarpin kullanımı ile hem bradikardi hem de taşikardi görüldüğü bildirilmiştir.

Pilokarpinin muskarinik etkileri vardır ve esas olarak oftalmatolojide kullanılır. Korneaya uygulandığında myozis ve silier kas kontraksiyonuna sebep olur. Göz yaşı, ter ve tükürük bezleri üzerine salgı artışı yapan en güçlü ilaçlardan biridir. Pilokarpinin etkileri tablo 7'de gösterilmiştir.

**Tablo 7:Pilokarpinin sistemik etkileri**

Kvs de (-) inotrop, dromotrop, kronotrop etki
Vasküler sistemde NO etkili vazodilatasyon
Aorta ve karotid kemoreseptör stümüasyonu
Mide bağırsak salgı artışı, kasılma ve tonüs artışı
İdrar yollarında detrüssör kasılması, miksiyon
Gözde myozis
Solunum sistemi bronkokonstriksiyon, trakeal salgı artışı
Tüm glandlarda salgı artması

İyontoforez, elektriksel olarak yüklü, yapısında iyonize moleküller içeren lidokain, pilokarpin, histamin, diklofenak sodyum, çinko oksit ve metilprednizon gibi ilaçların elektrik akımı aracılığı ile başta deri olmak üzere yüzey dokulara uygulanması işlemidir (Sloan ve ark., 1986). Bunun için ilaç kendisi ile aynı yüke sahip elektrotun altına yerleştirilir. Diğer elektrot ise ilacın uygulanacağı alana uzak olan, vücut yüzeyindeki nötral bir bölgeye konur. Daha sonra hastanın ağrı eşliğinden daha az seviyede olmak üzere elektrik akımı verilerek ilacın dokulara geçmesi sağlanmış olur (Anliker ve ark., 2002). Bu sayede lokal olarak yüksek konsantrasyonda ilaç uygulanabildiği için maksimum etki elde edilirken, kana ilacın çok az bir kısmı geçtiği için sistemik etkilerde belirgin olarak azalır. İlk olarak 1740 yılında Pivati iyontoforez yöntemini artrit tedavisinde kullanmıştır. Günümüzde en sık kistik fibrozisin tanısal testi için terlemeyi indüklemek amacıyla pilokarpin tekniği ile kullanılmaktadır. İyontoforez primer hiperhidrozda invaziv olmayan, güvenli, iyi tolere edilen ve etkili bir tedavi yöntemidir (Anliker ve ark., 2002). İyontoforez tedavisine bağlı nadiren deride eritem, kserozis, deskuamasyon ve vezikül oluşumu ile yanma, batma ve iğnelenme hissi oluşabilir. Ancak bu etkiler genellikle kısa sürelidir. İyontoforez, aritmi gibi kardiyak hastalığı, kalp pili, metal protezi olanlarda, epilepsi hastaları ve gebelerde kontraendikedir.

## 2.6.TERMOGRAFI

### 2.6.1. Termografi Tanım ve Tarihçesi

Termografi terimi sıcaklığın resmi anlamına gelmektedir. Termografi cisimlerin yüzeylerinin çeşitli bölgelerindeki ısı derecesini, dolayısı ile ısı farklılıklarının saptanması tekniğidir. Termogram adı verilen eldeki kayıtları fotoğrafize etmesi en üstün özelliğidir. Termal görüntüleme, kızıl ötesi görüntülemenin bir çeşididir. Kara cisim ışıması kanununa göre, termografi görünür aydınlatma olmadan cisimlerin görünmesini sağlar. Bu sistem elektromanyetik spektrumdaki 900- 14,000 nanometre veya 0.9-14 mikrometre elektromanyetik ışınları algılar. Bu ışınlardan resimler oluşturur.

Termografi aydınlatma olmadan cisimlerin görüntülenmesini sağlayan bir sistemdir. Cisim tarafından salınan ışınım miktarı sıcaklık arttıkça artar. Tüm nesnelere yüzey sıcaklıklarından dolayı az veya çok kızıl ötesi ışınım yaparlar. Termografi sayesinde bu görünmez ışınımalar görünür hale gelirler. Sıcaklığı yüksek nesnelere soğuk nesnelere bu sayede daha hızlı olarak fark edilirler.

Normal fizyolojide kızıl ötesi ışınlar ve çeşitli elektromanyetik dalgalar yolu ile deriden belirli bir ısı kaybı olmaktadır. Vücuttan yayılan kızıl ötesi ısı ışınlarının dalga boyu, ışık ışınlarının yaklaşık 10-30 katı kadar, yani 5-20 mikrometredir. İnsan vücudu ısı ışınlarını tüm doğrultulara yayar. Işınım spektrumu ve miktarı yüzey sıcaklığına güçlü bir şekilde bağlıdır. Bir cismin yaydığı termal kızıl ötesi ışınım miktarı cismin sıcaklığına, yayılımına, yüzey alanına bağlı olup ışınım miktarı sıcaklığın dördüncü kuvveti ile doğru orantılı olduğundan, sıcaklık değerindeki küçük bir değişim ışınım miktarını önemli ölçüde etkiler. Termografinin en büyük avantajı görünür bir resim verdiği için görüntülenen alanın sıcaklık karşılaşmasının yapılabilmesidir (Susam ve ark., 2002).

Termografinin aktif ve pasif olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Pasif termografide ilgilenilen cisim arka plandan doğal haliyle daha soğuk ve sıcaktır. Aktif termografide ise cisim ve arka plan arasındaki termal kontrastı oluşturabilmek için harici bir enerji kaynağı kullanılmaktadır.

1800’de güneş ışığı ile deneyler gerçekleştiren alman gökbilimci Sir William Herschel termografinin kökenini bulmuştur. Hassas civalı bir termometreden yararlanan Herschel, prizma içinden güneş ışığını geçirerek ve her rengin sıcaklığını ölçtüğü yerlere, çeşitli renklerde termometriyi tutarak, kızıl ötesi ışınımı keşfetmiştir. Böylece Herschel karanlık ötesi alana hareket ettiği zaman sıcaklığın arttığını keşfetmiştir. Yirmi yıl sonra alman fizikçi Thomas Seebeck termoelektrik etkiyi keşfetmiştir. 1829’da italyan fizikçi Leopold Noboli iki birbirine benzemeyen metal arasındaki gerilim farkının sıcaklık ile birlikte değişimini keşfetmiştir. Bu sayede yaklaşık 10 metreden gelen ışınları algılayabilecek biçimde sıcaklık pillerini geliştirmiştir. Sir William Herschel’in oğlu Sir John Herschel 1840’da Evaporagraf olarak adlandırılan bir cihaz kullanarak, ilk kızıl ötesi görüntüyü oluşturmuştur. 1880’de amerikalı gökbilimci Samuel Langley, yaklaşık 300 metreden daha uzaktaki bir inekten gelen vücut sıcaklığını algılamak için bolometreden yararlandı. Bir bolometre gerilim farkını ölçmekten çok, sıcaklıktaki değişimle ilgili olarak, elektriksel dirençteki değişimi ölçmekteydi. 1916 da amerikalı mucit Theodore Case ışık üreten dedektörlerle bir deney gerçekleştirdi. 1940-1950’lerde bu tasarımlar geliştirildi. 1970’lerde ise taşınabilir sistemler oluşturuldu. Daha sonraki dönemlerde özellikle askeri çalışmalar günümüz tiplerine eşgal temsil etmiştir (Different regions in the infrared).

### **2.6.2.Kızıl Ötesi Işınım ve Özellikleri**

Kızıl ötesi ışın (Infrared-IR), görünür ışıktan daha uzun fakat mikrodalga ışıktan daha kısa dalga boylu ısı titreşiminden ortaya çıkan yaklaşık 700 nanometre ile 1 milimetre arası ışıdır. Kızılötesi aralık X ışınları ve Gama ışınları arasındaki bölgedir. En uzun görülebilen ışık kırmızı ışık olması sebebi ile kızıl ötesi adı verilmiştir.

Nesneler oldukça geniş bir tayfta kızıl ötesi ışınım yayarlar, ancak algılayıcılar sadece belli bant genişlikleri algıladığından kızıl ötesi ışınlar bant halinde tanımlanırlar.

Güneş ışınları %47 kızıl ötesi, %46 görünür ışık, %7 mor ötesi ışınlardan oluşur. Güneş sistemi sayesinde yeryüzüne gelen ışınların çoğu yerküre tarafından absorbe edilir, bir kısmı ise atmosfere IR olarak geri gönderilir. Atmosferde bulunan su buharı sayesinde yayılan IR ışınları emilir ve yeryüzüne doğru ışına yaratır. Böylece atmosfer yüzey alanları aşırı ısınmaktan korunmaktadır.

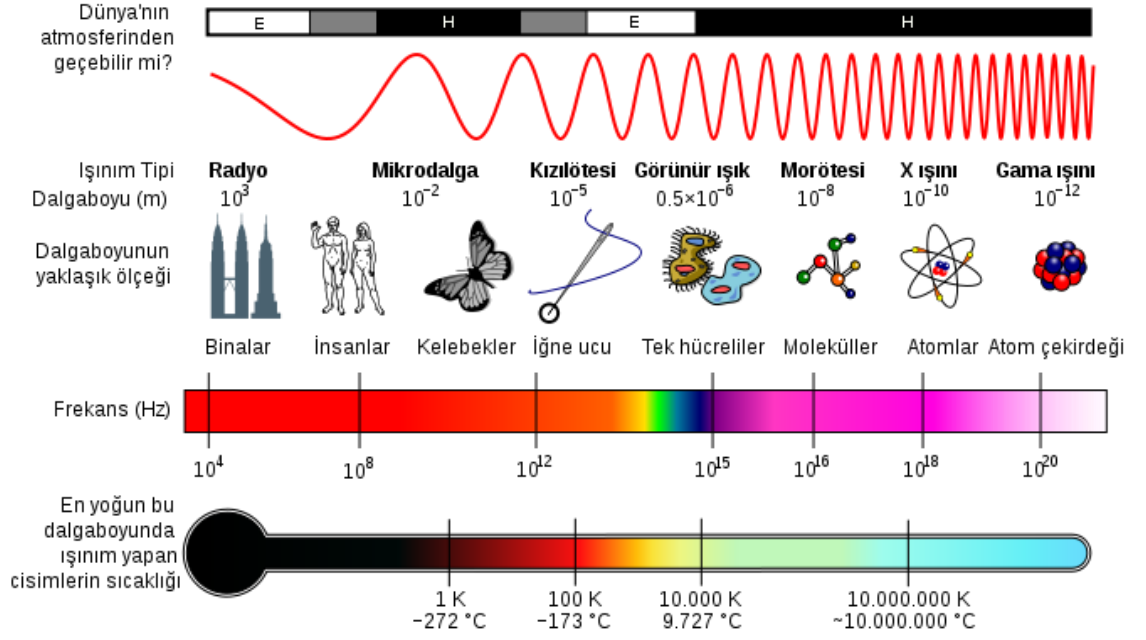
Kızıl ötesi ışınım elektromanyetik radyasyon ailesi içinde yer alan bir ışınımdır. Yani elektromanyetik enerjinin bir formudur. Dalgalar halinde iletilir ve ısıya dönüştürülürler. Bunlara termal ışıkta denmektedir. Mutlak sıfırın (-273’c) üzerindeki tüm cisimler kızıl ötesi dalga boyunda ısı enerjisi yayarlar ve atomların titreşimi cismin sıcaklığı ile doğru orantılıdır (Hurnik ve ark., 1984). 37’c lik vücudumuz yaklaşık olarak 900 nanometrelik kızıl ötesi ışına yapmaktadır. Cisimler içindeki titreşim arttıkça ışımanın şiddeti de artmaktadır. Yani moleküler vibrasyon ve rotasyon artar ise ışımada artar (Different regions in the infrared).

Kızıl ötesi ışın dalga boyuna göre dört gruba ayrılır.

**Tablo 8:Kızıl ötesi ışınımın dalga boyları**

Kısa dalga boylu	1.4-3 mikrometre
Orta dalga boylu	3-8 mikrometre
Uzun dalga boylu	8-15 mikrometre
Çok uzun dalga boylu	15-1000 mikrometre

Ayrıca yakın infrared (Near IR) 0.7-1.3 mikrometre arası ışınları tanımlamaktadır. Bu bant boyu özellikle telekomünikasyonda kullanılmaktadır (O-Bandı, E-Bandı, S-Bandı, C-Bandı, L-Bandı, U-Bandı). IR’sini tanımlayan dalga boylarının alt ve üst sınırları günümüzde tam olarak belirlenememiştir.



**Resim 8: Elektromanyetik tayf**

### 2.6.3. Termal Kameraların Özellikleri

Normal oda sıcaklığında yayılan infrared'in kaynağı cisimlerdir. Bu infrared ısı sebebi ile oluşmaktadır. Termal kameralar optik mekanik birimlerden, dedektör ve soğutucu birimler ile sinyal işleme birimlerinden oluşmuşlardır. Bu kameralar kamera merceği, ekranı, veri işleme rapor oluşturma yazılımları içeren bileşimlerden oluşur. Bu kamera merceği önce kızıl ötesi ışınımı alır ve dedektöre odaklar, dedektörde cevap verince görüntü oluşur. Bu mercekler germanyumdan yapılmıştır.

Termal kameraların en az bir merceği vardır. Görüntüleyici bir mercek kızıl ötesi ışınımı alır ve bunu kızıl ötesi bir dedektör üzerine odaklar. Dedektör cevap verir ve elektronik bir görüntü oluşturur. Termal bir kamera üzerinde bulunan mercek gelen kızıl ötesi ışınımı dedektör üzerine toplamak ve odaklanmak için kullanılır. Termal kameranın üzerinde konumlandırılmış sıvı kristal görüntü (LCD) inceleme ekranı üzerinde termal görüntü açığa çıkar. Dedektörler ve işleme elektronik cihazları, kızıl

ötesi enerjiyi işleyerek kullanabilir bilgiye dönüştürmek için kullanılır. Termal görüntüler ve ilişkin verileri içeren dijital dosyalar, farklı hafıza kartları ve doğrudan aktarım ile bilgisayarlarda depolanabilir (Different regions in the infrared).

Çeşitli malzemelerden oluşturulmuş olan farklı hassasiyet frekansına sahip dedektörler sayesinde bu ışınlar algılanmaktadır. Bu hassasiyet InGa ve As dedektörlerinde 950nm- 2250 nm arasında iken, Si dedektörlerinde yaklaşık 1100 nm dir.

Kızıl ötesi kameralar kızıl ötesi enerjiyi ölçerler. Planck formülü, Wien eşitliği ve Boltzman denklemleri esas alınarak uygun ayarlama ile cisimlerin sıcaklık dağılımlarını elde etmemizi sağlar. Bunlar cismin birim yüzeyindeki dalga boyu aralıklarında yaydığı ışımının spektral dağılımı, ışımının maksimum değeri, cismin santimetre kare yüzeyinin yaydığı toplam enerji, cismin sahip olduğu enerjinin ne kadarını ışıma yaptığının belirlendiği bir eşitlik denklemdir. Bir cismin yaydığı termal IR ışıma miktarı cismin sıcaklığına, yayılımına, yüzey alanına bağlı olup, ışıma miktarı sıcaklığın dördüncü kuvveti ile doğru orantılı olduğundan sıcaklık değerindeki küçük bir değişme ışıma miktarını önemli ölçüde etkiler (Different regions in the infrared).

Normal kameralar görüntüyü ışık sayesinde oluştururken, termal kameralar görüntüyü ısı sayesinde oluşturmaktadır. Bu tür kameralarda kullanılan objektifler çok küçük sıcaklık farkını yakalayabilen (0.01’c gibi) ve bu farklılıktan görüntü oluşturabilen özelliklerdedir. Her sıcaklık değerinde farklı IR yayılımlar olduğu ve her IR yayılımının farklı dalga boyuna sahip olmasından dolayı da bu objektifler belli sıcaklık aralıklarında görüntü verebilirler. Termal görüntü, görüntünün alındığı yüzeyin sıcaklık dağılımına bağlı olarak ortaya çıkan parametrik bir görüntüdür.

Termografik kameralarda ilk adım insan gözünün göremeyeceği elektromanyetik ışınımların görülmesi daha sonra çeşitli matematiksel algoritmalar kullanıp bunu gözle görülebilir bir resme, JPEG (160X120,320X240,640X512) formatına dönüştürülmesidir. Bu cihazların çektiği fotoğraflarda sıcak bölgeler açık renk, soğuk

bölgeler koyu renkle gösterilir. Termografi kameraları -50’c ile +2000’c arasında ışınımı tesbit edebilmektedir (Different regions in the infrared).

#### **2.6.4.Termografinin Kullanım Alanları**

- 1)Medikal görüntüleme
- 2)Veterinerlik uygulamaları
- 3)Gece görüş sistemleri ve savunma sanayi
- 4)Araştırma projeleri
- 5)Kimyasal görüntüleme
- 6)Doğal afet izlenmesi

Özellikle gece görüşü sağlaması sebebi ile askeri sistemler, savaş ekipmanları donatımı, savunma sanayinde vazgeçilmez rol oynamaktadır. Gece tam karanlığında ortam değerlendirilebilirliği açısından vazgeçilmez bir ekipmandır.

Bina bakımları, bina elektrik su tesisatları hatalarının anlaşılmasında ve yapılan gerekli müdahale sonrasında kontrolünde önemli rol oynar.

Ulaşılması tehlikeli ve güç sanayi dökümanlarının uzaktan değerlendirilmesine olanak sağlamakla birlikte güvenliği arttıran bir unsurdur (termal santrallerde).

Yangın ve dumanlı hava ortamında (özellikle itfaiyeciler) ortam güvenliği için kullanılmaktadır. Yangının kontrolünde sıcak noktaların değerlendirilmesinde kullanılırlar.

Günlük hayatta TV kumandaları bu mekanizma ile çalışmaktadır.

Bilgisayar veri aktarım sistemlerinde kullanılırlar.

Tıp ve veteriner hekimlikte, fotoğrafçılıkta kullanılır (Infrared data Association-IrDA).



### 2.6.5.Tıp ve Termografi (TIBBİ-DITI)

İnsan vücut yüzeyi simetrik bir termometre olarak görev görür. Dolayısı ile cilt üzerinden yayılan ışınların tesbitide mümkün olmaktadır. Bu ısı algılanarak termal vücut haritası çıkarılarak termal kameraların tıptaki kullanımı yaygınlaştırılmıştır.

Kızıl ötesi ışık şiddeti, ısı yayan dokunun sıcaklığı ve doku içindeki kan akışı ile doğru orantılıdır. Foton akışındaki değişimler ölçülüp analiz edilerek doku içindeki kan akışlarındaki değişim bulunur ve hastalığın fizyolojisi hakkında bilgi sahibi olunur. Termal görüntü yöntemi uygulayıcının, hastanın cilt yüzeyi sıcaklığındaki değişiklikleri görebileceği, hastaya ek bir kontrast madde ve kateterizasyon uygulamayacağı, iyonize radyasyon kullanmayacağı, invaziv olmayan bir yöntemdir. Yüzey sıcaklık dağılımından yararlanarak fizyolojik değişim ve metabolik süreçleri göstermek için kullanılır. Vücutta anormallik gösteren bölgelerdeki çok küçük ısı farklılıkları ile cilt yüzeyinden yayılan kızıl ötesi dalgalar 8-15 mikrometre dedektörler yardımı ile elektronik sistemler tarafından algılanarak elektriksel sinyale dönüştürülür. Bu sinyaller renk skalasından yararlanılarak, renkli dijital görüntülere çevrilerek, insan vücudunun termogramı (termal resmi) çıkarılır (Mike ve ark., 2009).

Termal kızıl ötesi kameralar ile cilt yüzeyinden yaklaşık 6mm derinliğe kadar ısı emilimi algılanıp termografisi çıkarılabilmektedir. Renklerin dağılımı vücut yüzeyinden yayılan kızıl ötesi ışınların miktarındaki azalmayı ya da artışı gösterir. Normal vücutta termal olarak simetri olduğundan asimetri bu yöntemle kolayca fark edilebilmektedir.

Termografi tıbbi amaçlı olarak deriden yayılan sıcaklığın (ısı dalgalarının) ölçülerek patolojik değişikliklerinin değerlendirildiği bir görüntüleme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Termografi cihazları vücuttaki 0.1’c lik ısı farkını algılayabilir. Bu nedenle termografi, sadece tanısal değil tedaviye yanıtında değerlendirilmesinde anlamlıdır.

Termografi duyarlı, tekrarlanabilir, objektif bir yöntemdir. Termal görüntüleme yöntemi modern radyolojik tekniklerle belirlenebilen anatomik ve yapısal incelemeleri tamamlayan fizyolojik bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Tablo 9:Termografinin klinik uygulamaları**

Meme kanseri ve hastalıkları
Dolaşım sistemi ve hastalıkları
Nöromusküler, Otonom sistem ve hastalıkları
Ateş tespiti (sars)
Akut ve kronik sırt ağrıları
Veterinerlik uygulamaları
Otonom sinir sistemi hastalıkları
Kas, eklem hastalıkları

Termal görüntü yönteminin diğer metodlardan avantajları

- 1)İnsan vücuduna zararları yoktur.
- 2)Non invazivdir.
- 3)Işın, radyoaktivite içermez, kontrast madde içermez.
- 4)Ağrı yaratmaz.
- 5)Tedavi öncesi ve sonrası değişimlerin saptanmasında kullanılır.
- 6)0. 1’c gibi değişimler algılanabilir.
- 7)Ağrının yerini göstermede çok duyarlıdır.
- 8)Sistemler ile elde edilen sonuçlar tamamen objektiftir ve diğer tanısal yöntemlere mükemmel uyum gösterirler.
- 9)Maliyeti ucuzdur,
- 10)Ek bir medikasyon gerektirmez.
- 11)Dakikalar içinde veri depolanabilir( Yazılım ve bilgisayar dökümantasyonu ile).
- 12)Morfolojik ve sayısal ölçüm olanağı sağlar.

Tıp fakültesinde Dijital Infrared Thermal Imaging (DITI) ve veterinerlik fakültelerinde tanı ve takip amaçlı olarak kullanılırlar. Bu sayede cilt üzerinden yayılan ışınlar ve cilt yüzey ısı değişimleri invaziv olmayan bir teknikte dedektörler tarafınca algılanarak moniterize edilir. Vücut termogramı çıkarılır.

Özellikle bu sistem avrupada son yıllarda uçak yolculuğunun artması sebebi ile uluslararası bulaşıcı hastalık kontrolü için hava yollarında kurulmuştur. Sistem günümüzde cilt sıcaklığındaki 0.1'c lik artışa duyarlı hale getirilebilmiştir.

Ayrıca Tıbbi DITI özellikle kas iskelet sisteminde ağrının lokalizasyonunun araştırılmasında son derece önemli yer almıştır. Tedavinin takibinde'de faydalanılmaktadır.

Son yıllarda erken meme kanserinin teşhisinde önem arz etmekte, bazı ülkelerde rutin uygulamalara katılmaktadır (Erdoğan., 2007).

Otonom sinir sistemi hastalıklarında veya yaralanma, hasarında sempatik ve parasempatik innervasyon bozukluğu nedeni ile oluşmuş olan cilt kan akımı değişimlerine oldukça duyarlı bir yöntemdir. Dış uyaranlar sayesinde (ısı, ışın, irritasyon) otonom sinir sistemi algı bozukluklarını doğrudan saptayabilmeyi sağlamaktadır. Sempatik ve parasempatik bozukluk sonucu değişen vasküler kan akımı neticesinde cilt üzerinde oluşan kapiller dolaşım değişimlerinin görüntülemesine karşı oldukça duyarlıdır.

Koroner arter cerrahisinde greft değerlendirilmesi amaçlı olarak kullanılan termal yöntem kalbin IR ışınmasından elde edilen termal görüntünün eş zamanlı olarak değerlendirilmesini sağlar. Koroner arter by-pass uygulanan hastalarda ameliyatın en önemli komplikasyonu, erken greft yetmezliği ve buna bağlı olarak gelişen myokard enfarktüsüdür. Greftin sağladığı kan akımını ve perfüzyonu termal görüntüleme ile saplayarak greft yetmezliği tesbit edilir. Termal görüntüleme tekniği ile greftin kan taşınması gereken myokard bölgesi ile greftten verilen sıvının sıcaklıkları arasındaki farktan dolayı oluşan görüntü termal kamera ile gözlemlenebilmektedir. Bu yöntem

aynı zamanda ameliyatın kalitesini de belirler (Van son., 1997; Shabbo., 1982; Robicsek., 1978).

Yüzeyel varisli damarların kontrolünde variköz venlerin değerlendirilmesinde, varikozel teşhisinde kullanılabilir.

İnflamasyon olan bölgenin daha başlangıç aşamasında belirlenebilirliği sebebi ile deri ve kronik ülsere yara takibinde olumlu sonuçlar alınmıştır. Eklem, tendon sinovit, vaskülit, epikondilit, kas hasarı, iskemi, derin ven trombozunda, yumuşak doku hasarında, kapiller disfonksiyonun değerlendirilmesinde, belirteç görevi görür. Hastalarda mevcut klinik lezyonun takibinde ve lezyonun sınırlarının belirlenmesinde belirteç görevi görür. Ayrıca erken tanıda etkin bir methoddur.

DITI fizyoloji ile birlikte morfolojik incelemeyi sağlayabilecek yegane yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Normal vücutta termal simetri olduğundan asimetri bu sayede kolayca fark edilmektedir.

Tüm alanlarda (Romatoloji, Nöroloji, Onkoloji, Kardiyovasküler cerrahi, Kardiyoloji, Fizik tedavi, Fizyoterapi, Spor hekimliği, Pediatri) kullanılabilirliği sebebi ile geniş spektruma sahiptir. Kızıl ötesi ışınımın kullanımı günümüzde yaygın değildir, ancak gelecekte çok daha fazla kullanım alanı sağlayacak bir yöntemdir.

### **III. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Hastalar**

Bu çalışma Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Ünitesinde Mart 2013-Eylül 2013 tarihleri arasında ileriye dönük olarak altı aylık dönemde yapıldı. Çalışma öncesinde gerekli etik kurul izinleri dahilinde proje yönetim ofisinde PYO. Tıp.1904.13.17 numarası ile destek sağlandı. Çalışma esnasında termografik analiz ve değerlendirme için Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümünden destek alınmıştır. Çalışmaya akut derin ven trombozu gelişen 10 hasta, venöz tromboz sebebi ile posttrombotik sendroma bağlı olarak iyileşmiş ve/veya aktif venöz ülseri olan 10 hasta, 10 adet normal sağlıklı birey dahil edilmiştir. Hastalarda aktif şikayetin bulunduğu ekstremiteler ile karşı sağlam alt ekstremiteleri, ve uzak ekstremiteleri olarak ön kol bölgesi çalışmaya katılmış olup üç farklı ekstremitenin termografik analizi değerlendirilmeye alınmıştır.

Sağlıklı bireylerde ise birer adet alt ve üst ekstremitenin termografik analizi değerlendirilmeye dahil edilmiştir. Seçilen hastalar 18 yaşından büyük olup gönüllü imza onamları alınarak çalışmaya katılmışlardır. Aritmi, kalp pili, metal protezi olanlar, epilepsi hastalığı olanlar ve gebeler ile diyabetik hastalar çalışmaya dahil edilmemişlerdir.

#### **3.2.Hastaların Değerlendirilmesi**

İşleme uygunluk açısından değerlendirilen hastaların hepsinden ayrıntılı anamnez alındı. Alınan anamnez ile hastanın geçirmiş olduğu venöz trombozun zamanı, risk faktörleri, şikayetleri, şayet var ise venöz ülserasyonun süresi ve tekrarı, ek hastalıklar sorgulandı. Anamnez ardından fizik muayene bulguları ile hastalar değerlendirildi. Fizik muayene esnasında hastaların ilgili ekstremitelerinde ödem, gerginlik, çap artışı, hareket bozukluğu, pigmentasyon değişimleri, periferik nabız

açıklığı, iyileşmiş ve/veya aktif ülserasyon varlığı araştırıldı. Dopler USG ile venöz hadisenin eşdeğerliliği doğrulandı. Ardından çalışma için uygun olan hastalara yapılacak olan işlem ayrıntılı olarak anlatıldı. İşlem hakkında bilgi veren imza onam belgesi okutularak onamları alındı. Hastaların işlem öncesi Klinik şiddet, Etiyoloji, Anatomi, Patofizyoloji (CEAP) sınıflaması temel alınarak sınıflandırıldı. Hastaların fizik muayene ve anamnezleri doğrultusunda CEAP sınıflamasına göre verileri kayıt edildi.

**Tablo 10:CEAP sınıflamasının açılımı**

<b>SINIF</b>	<b>AÇILIMI</b>
<b>C</b>	Klinik görünüm
<b>E</b>	Etiyolojik faktörler
<b>A</b>	Anatomik dağılım
<b>P</b>	Patofizyolojik durum

**Tablo11: CEAP Sınıflaması ve Bileşenleri**

<b>Klinik sınıflama:</b> Co: Venöz hastalık bulgusu yok C1: Telenjektazi veya retiküler venler C2: Variköz venler C3: Ödem C4: Deri ve subkutanöz deri değişikliği C4a:Pigmentasyon ve egzema C4b:Lipodermatosklerozis veya beyaz lekeler C5: İyileşmiş venöz ülser C6: Aktif venöz ülser S: Semptomatik A: Asemptomatik
<b>Etyolojik sınıflama:</b> Ec: Konjenital(Arteriovenöz fistül, Malformasyon) Ep: Primer(Kapak reflüsü) Es: Sekonder(Tromboz) En: Herhangi bir venöz sebep belirlenmemiş
<b>Anatomik Sınıflama:</b> As: Yüzeysel venler Ad: Derin venler Ap: Perforatör venler An: Venöz lokalizasyon belirlenmemiş
<b>Patolojik sınıflama</b> Pr: Reflü Po: Obstrüksiyon Pr, o :Reflü ve obstrüksiyon Pn : Venöz patofizyoloji belirlenmemiş

### 3.3.İşlem

Çalışma Macroduct ter analiz cihazı ile indüklenen ter bezlerinin ve cilt kan akımı değişiminin dijital ortamda değerlendirilerek termografik olarak analizi esasına dayatıldı. Mevcut çalışmada Macroduct ter bezi cihazı tarafınca işleme sokulan pilokarpin jelleri ter bezi uyarımı için kullanıldı.

Macroduct ter testi cihazı ter bezi iyontoforez ünitesi, kolektör ve analizör üçlü biriminden oluşmaktadır. Bu sistem ter bezi indüklenmesi amacıyla ekrin salgı

bezinin pilokarpin ile uyarılması ve ısı artışı ile  $39.5 (\pm 0.1)$  , terlemenin oluşturulması esasına dayanır. Ter bezi indüksiyonu için deri üzerine yerleştirilen pilokarpin hazır ter kitleri cihaz vasıtası ile ayrıştırılmakta ve ter bezi kanallarında iyon geçişini arttırmakta beraberinde ter bezlerini stimüle etmektedir. Pilokarpin aşırı terlemeye sebep olan kolinerjik agonisttir. Bezin uyarılması için pilokarpin uygun miktar ve zamanda (yaklaşık 7 dk) iyontofrez işlemine sokulmaktadır. Böylece testin birinci aşaması olan ter bezi indüksiyonu ile beraber cilt üzerinde lokal ısı artışı sağlanmakta ve terleme başlamış olmaktadır.

Venöz tromboz gelişen ve kontrol grubu hastalarında pilokarpin indüksiyonu sonrasında terlemenin oluşması ardından hastaların ekstremiteleri termografik kızıl ötesi kamera vasıtası ile değerlendirilmiş ve yaklaşık birer dakika aralıklarla ölçümleri kaydedilmiştir. Termografik ölçüm için test ortamına dış ortamdaki ısı ve ışık geçmesi engellenmiştir. Sistem dış ortamın ısı ve ışık yapısına duyarlı olmasına rağmen hata etkilenimi minimize edilmiştir. Hastaların termografik analizi için Almanya üretimi olan Trotec marka IC-080LV model termal kamera kullanılmıştır.



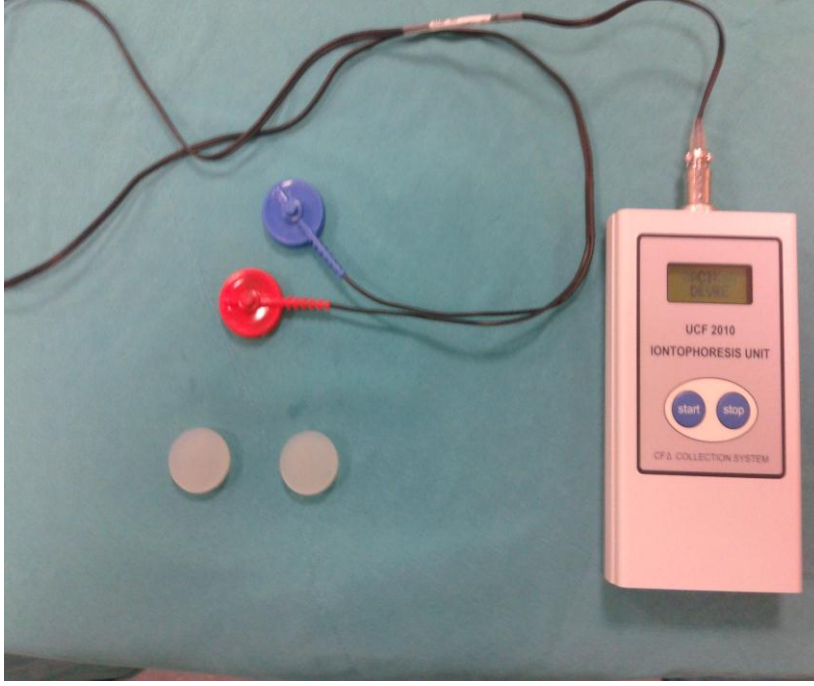
**Resim 9: Çekim esnasında kullanılan Trotec IC-080LV termografik kamera**



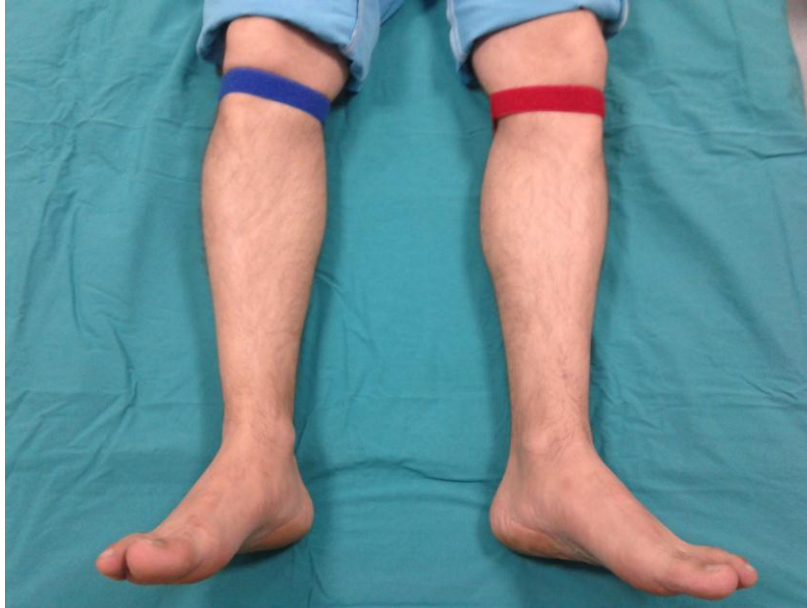
**Tablo 12:TROTEC-080LV termografik kameranın özellikleri**

- Ölçüm aralığı -20°C ila +600°C
- Doğruluk:  $\pm 2^\circ\text{C}$ , ölçüm değerinden %  $\pm 2$
- Detektör çözünürlüğü: 384 x 288 piksel
- Spektrum aralığı: 7,5 ila 14  $\mu\text{m}$
- Yüz alanı (FOV):  $24^\circ \times 21^\circ$
- Geometrik çözünürlük: 1,1 mrad
- Termik hassasiyet:  $30^\circ\text{C}$  ' de  $0,05^\circ\text{C}$
- Yüksek görüntü tekrarlama frekans 50/60 Hz
- Minimum odak mesafesi: 0,10 m
- 320x240 piksel çözünürlük fotoğraf çözünürlüğü
- Çalışma sıcaklığı:  $-15^\circ\text{C}$  ile  $+50^\circ\text{C}$  dir.

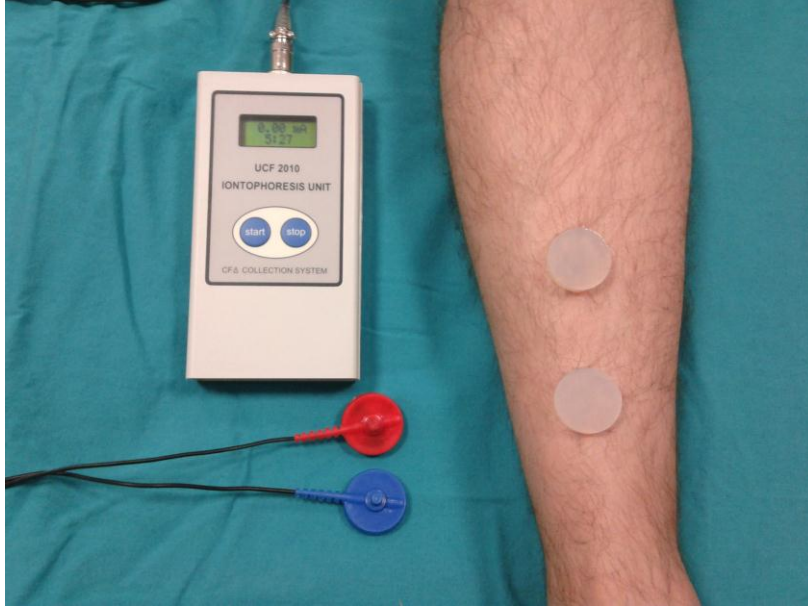
Çalışmaya dahil edilen hastalarda Pilokarpin jel ile uyarılan ekstermitelerde terleme başlamasından sonra birer dakikalık aralıklarla termografik seri ölçümler elde edilmiş olup her ekstremitte için ölçümler yaklaşık olarak 15 dakika sürdürülmüştür. Hastalar işlem öncesi 15'dk dinlendirildikten sonra işleme tabi tutulmuş ve bu amaçla hastaların efor ile terlemesi minimale indirilmiştir. Test ortamı ısısı sabit tutularak ve her test işleminde ortamda aralıklı ölçüm yapılarak ortam sıcaklığı 23.5-24.5 derece arasında sabitlenmiştir.



**Resim 10: Macroduct ter analiz cihazı ve pilokarpin jelleri**



**Resim 11: Ekstremitelerde referans noktaları**



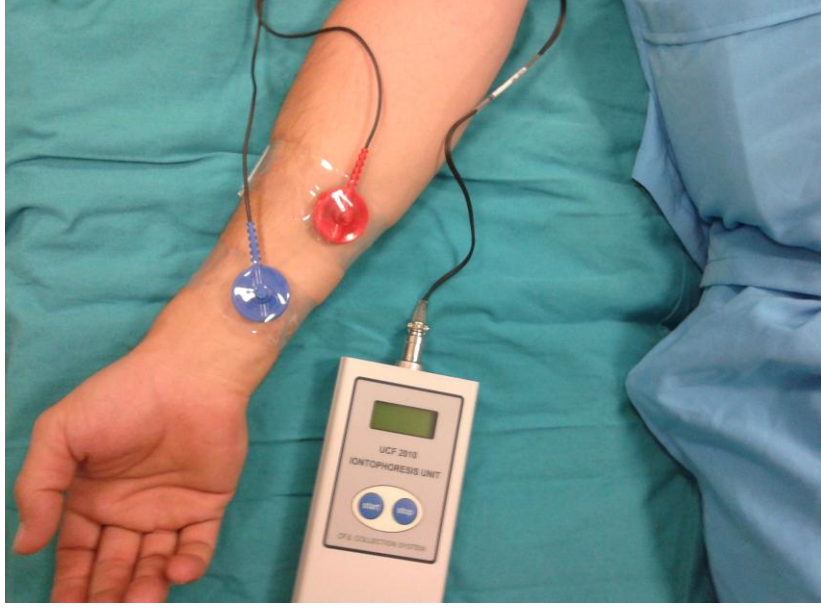
**Resim 12: Pilokarpin jellerinin alt ekstremiteye yerleştirilmesi**



**Resim 13: Alt ekstremitede Pilokarpin iyontoforezi**



**Resim 14: Pilokarpin jellerinin üst ekstremiteye yerleştirilmesi**

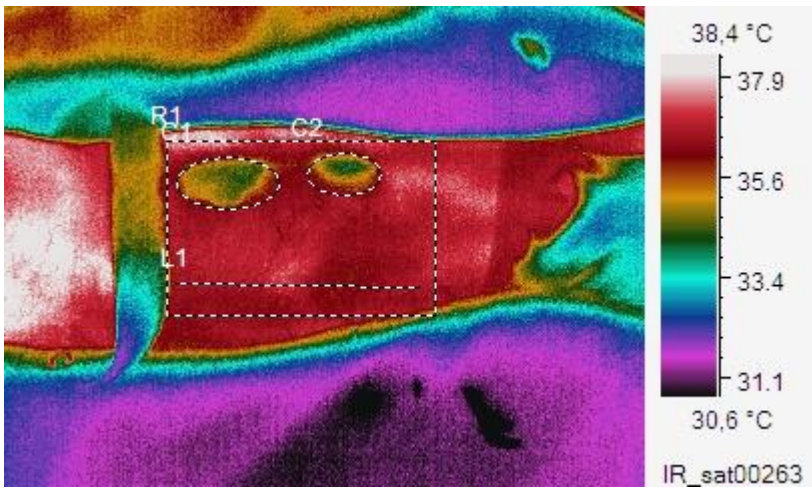


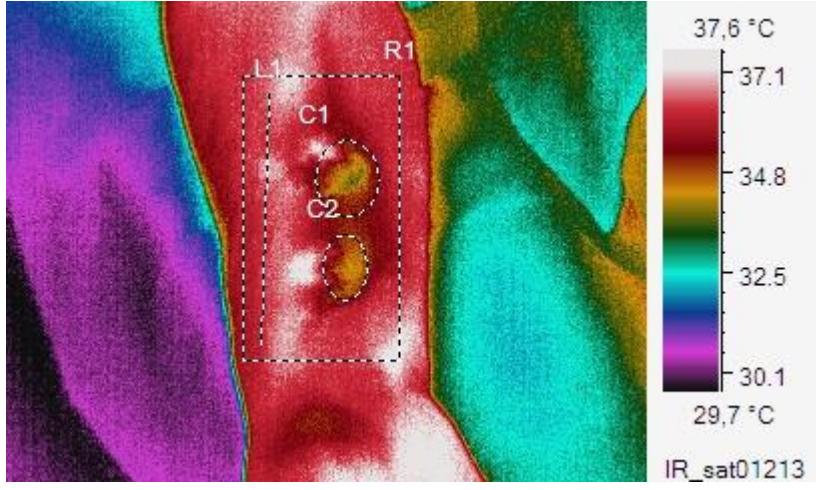
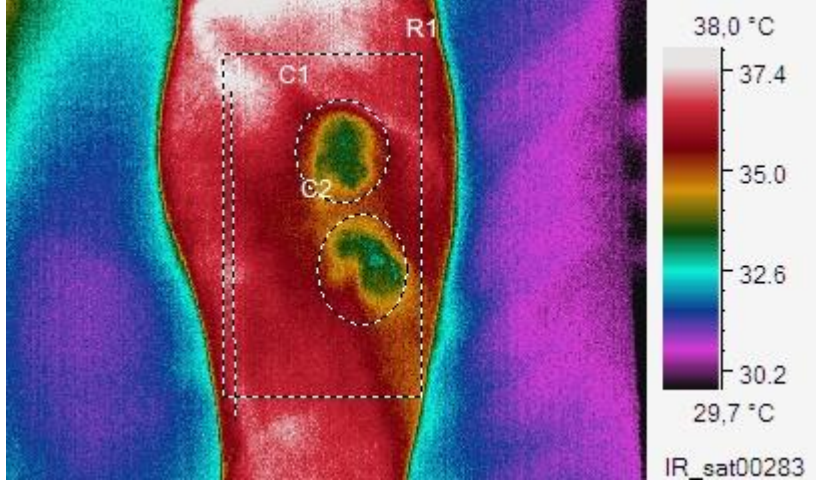
**Resim 15: Üst ekstremitede Pilokarpin iyontoforezi**

### 3.4.Yazılım ve İstatiksel Veriler

Mevcut çalışma gruplarının termografik görüntüleri Trotec IC-080LV termografik kamera çekimleri ile elde edilmiş olup, termografik görüntüler kameraya entegre olan SD kart hafızasında depolanmıştır. Depolanan termografik görüntü verileri bilgisayar ortamına aktarılarak termografik analize olanak sağlayan IC-Report Professional, IC-Report Data, IC-IR Wizard yazılımları vasıtası ile analiz edilmiştir. Kullanılan yazılım programı sayesinde görüntü analizindeki 0.1`c lik değişim dahi renk skalasında belirlenebilmiştir. Ayrıca lineer, dairesel ve kübik alanlar kesitsel olarak incelenebilmiş, kullanılan program sayesinde termografik değişim gösteren alanların 3D görüntüleri analiz edilebilmiştir. Programın bir üstünlüğü ilk çekim görüntüsünden itibaren ısı değişimi ile korele olarak zamansal değişimlerin analizine olanak vermesidir.

Resim16,17,18’de gösterildiği üzere mevcut temografik görüntü üzerinde kullanılan program yardımı ile uyarım yapılan bölgeler belirlendi. C1, C2 halkası içinde yer alan bölgeler pilokarpin ile uyarılmış cilt bölgesini temsil etmekte iken, L harfi ile işaretlenen bölgelerde indüklenen cilt dokusunun uzanımları analiz edildi. L doğrusu çalışmamızda profil alan olarak değerlendirildi. R alanı ise termografik görüntünün global alanını temsil etmektedir.



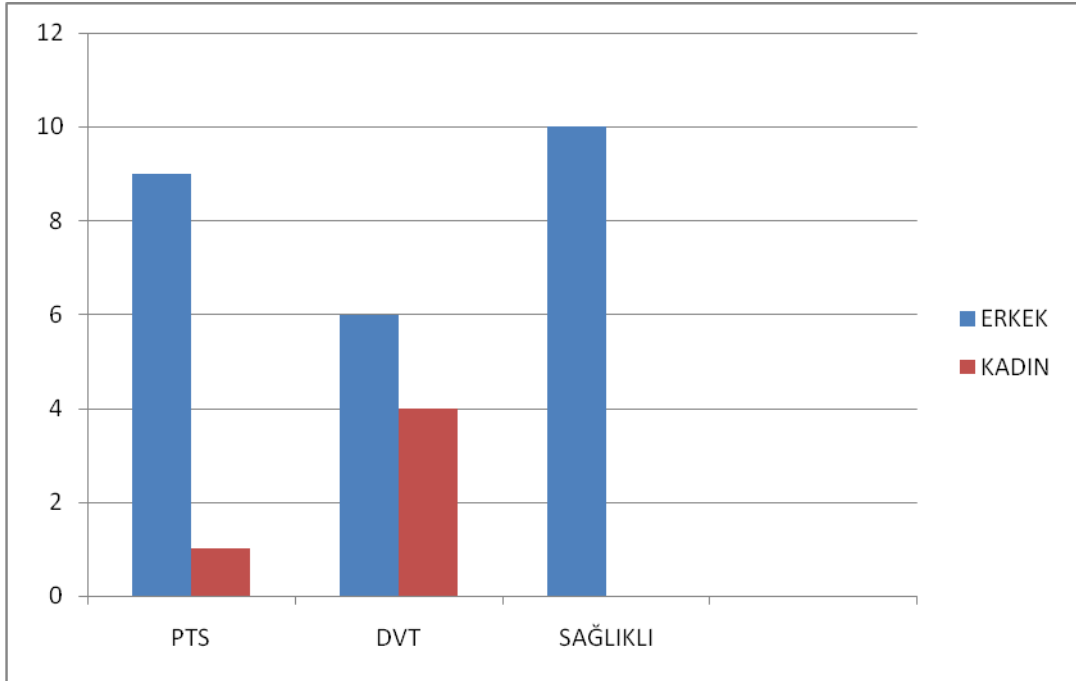


**Resim 16,17,18: Ekstremitelerde örnek termografik görüntünün profil ve global alan çizimleri**

#### 4.BULGULAR

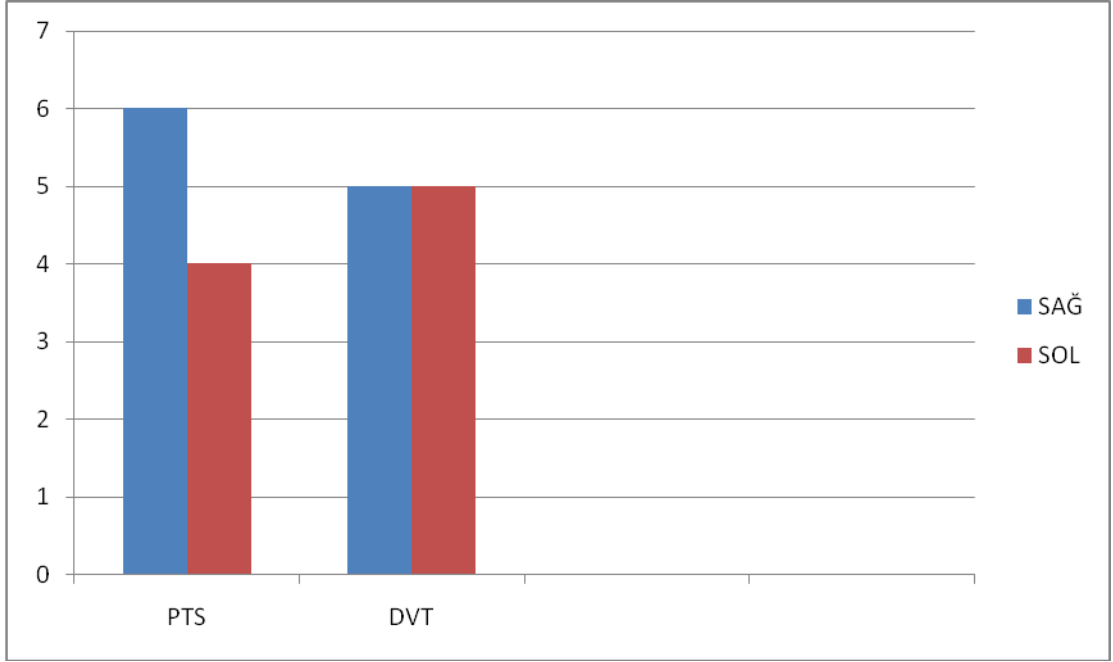
Çalışmaya dahil edilen venöz ülserli posttrombotik sendrom gelişen 10 hastanın yaş aralığı 30-72 arasında olup ortalaması  $43.2 \pm 2.1$  idi. Diğer araştırma grubu olan tek taraflı alt ekstremitte derin ven trombozu olan 10 hastanın ise yaşları 32-77 arasında olup ortalaması  $51.8 \pm 1.9$  olarak saptandı. Kontrol grubuna ait olan 10 sağlıklı bireyin yaşları 21-45 arasında olup ortalaması  $37.8 \pm 2$  idi. Çalışmaya katılan tüm bireylerin yaş ortalaması  $44.26 \pm 2.4$  olarak tesbit edildi.

Çalışmaya katılan PTS gelişen 10 hastanın 9 (%90)'u erkek, 1 (%10)'i bayandı. Akut dönemde DVT gelişen 10 hastanın 6 (%60)'sı erkek, 4 (%40)'ü bayandı. Kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edilen bireylerin 10 (%100)'ü erkekti. Hastalar ve kontrol grubunun cinsiyet dağılımını gösteren grafik şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil1: Grupların cinsiyet grafikleri**

Çalışmaya katılan kronik venöz yetmezlik sebebi ile venöz ülserle sahip olan ve PTS gelişen 10 hastanın 6 (%60)'sında sağ alt ekstremitede tutulumu saptanmış iken 4 (%40)'ünde sol alt ekstremitede tutulumuna rastlanmıştır. Akut DVT sebebi ile çalışmaya katılan 10 hastanın ise her iki alt ekstremitesinde eşit olarak (%50) tutulum gözlemlenmiştir. Ekstremitelerin tutulma oranları Şekil 2'de gösterilmiştir.



**Şekil2: Hasta gruplarında ekstremitede tutulumları**

İşlem öncesi hastalar ve kontrol grubundan ayrıntılı hikaye alınarak hastalıklarının süresi, varsa ülserasyon zamanı, ilk geçirilmiş venöz hadisenin vasfı sorgulanarak dopler USG ile fizik muayenenin korelasyonu araştırıldı. Hastalar CEAP sınıflaması kriterlerine göre değerlendirildi. Kontrol grubu hastalarının hepsi C0 (%100) olarak saptandı. PTS tanısı ile takipli olan hastalarda C5 (%60), C6 (%40) olarak tesbit edildi. Akut DVT nedeni ile işleme alınan hastaların hepsi C3 sınıflamasına dahil edildi. Hastaların işlem öncesi CEAP sınıflaması ve yüzdeleri değerlendirimi tablo 13 de verilmiştir.



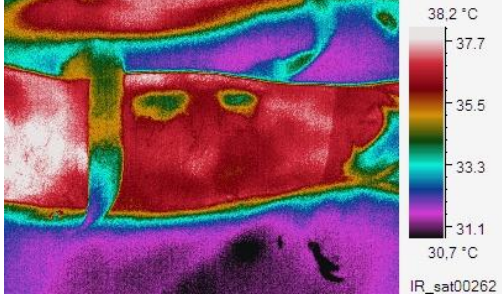
**Tablo 13: Hasta ve kontrol gruplarının CEAP sınıflaması ve yüzdeleri**

<b>CEAP</b>	<b>ALT GRUP</b>	<b>HASTALAR</b>
<b>C(KLİNİK)</b>	C0	<b>10 (%33.33)(Kontrol Grubu)</b>
	C1	
	C2	
	C3	<b>10 (%33.33)</b>
	C4	
	C5	<b>6 (%20.00)</b>
	C6	<b>4 (%13.33)</b>
<b>E(ETHİYOLOJİK)</b>	E konjenital	
	E primer	<b>13 (%65)</b>
	E sekonder	<b>7 (%35)</b>
	E belirlenmemiş	
<b>A(ANATOMİK)</b>	A yüzeysel	<b>3 (%15)</b>
	A yüzeysel- derin	
	A derin	<b>17 (%85)</b>
	A belirlenmemiş	
<b>P(PATOFİZYOLOJİK)</b>	P reflü	<b>3 (%15)</b>
	P obstrüksiyon	<b>5 (%25)</b>
	P reflü- obstrüksiyon	<b>12 (%60)</b>
	P belirlenmemiş	

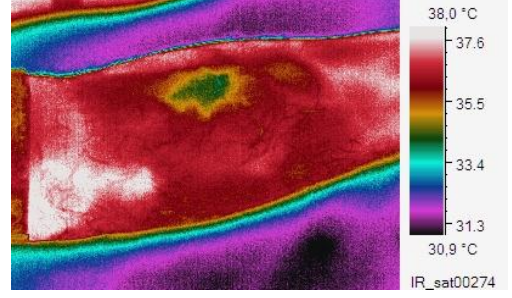
Akut DVT'lu ve PTS sebebi ile venöz ülserasyon gelişen hastalarda çalışma esnasında her iki alt ekstremitte ve bir adet üst ekstremitteye pilokarpin jeli uygulanarak cilt terlemesi indüklenmiş olup, kontrol grubunda ise birer adet alt ve üst ekstremitte çalışmaya dahil edilmiştir. Toplam 50 adet alt ekstremitte ile 30 adet üst ekstremitenin indüksiyon sonrası termografik analizi yapılmıştır.

**GRUP I: Posttrombotik sendrom gelişen hastaların termografik görüntüleri**

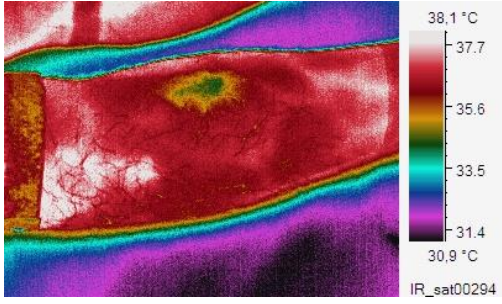
**1)Hasta ekstremite görüntüleri:**



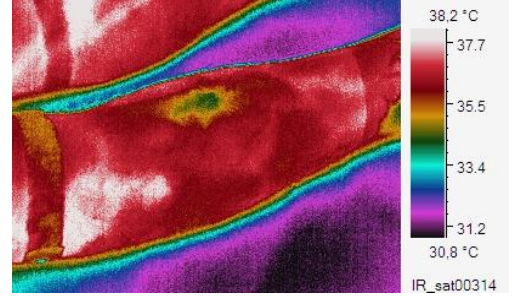
**Resim: İyontoforez sonrası 1.dk**



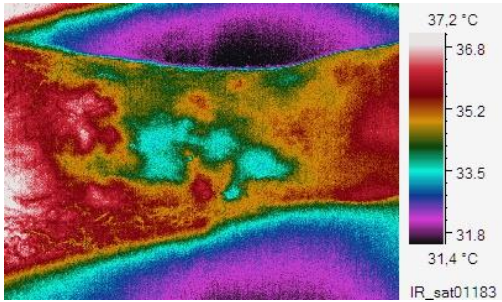
**Resim: İyontoforez sonrası 3.dk**



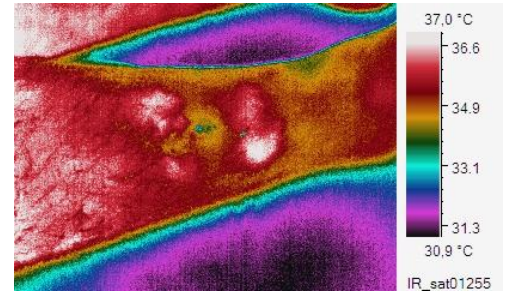
**Resim: İyontoforez sonrası 5.dk**



**Resim: İyontoforez sonrası 7.dk**

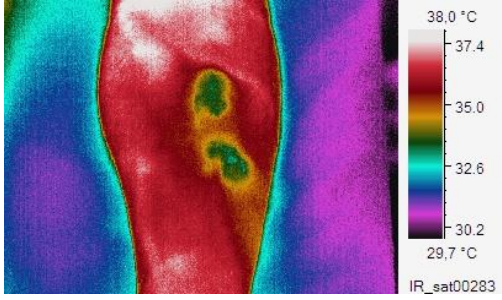


**Resim: İyontoforez sonrası 10.dk**

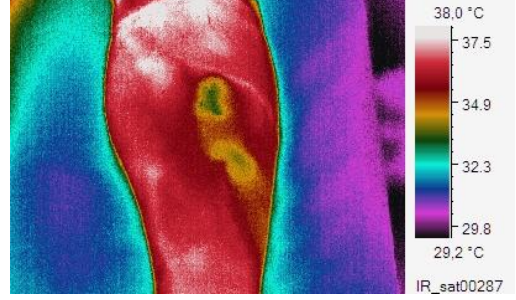


**Resim: İyontoforez sonrası 15.dk**

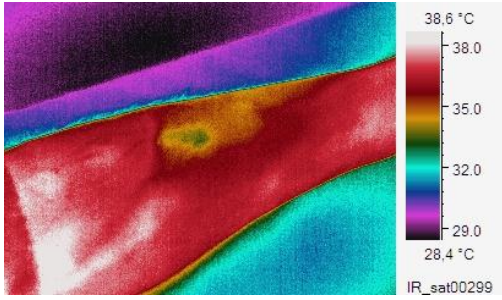
**2)Sağlam ekstremite görüntüleri:**



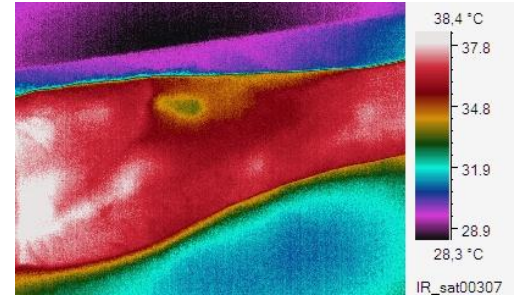
**Resim: İyontoforez sonrası 1.dk**



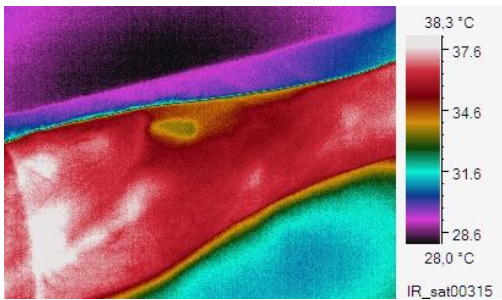
**Resim: İyontoforez sonrası 3.dk**



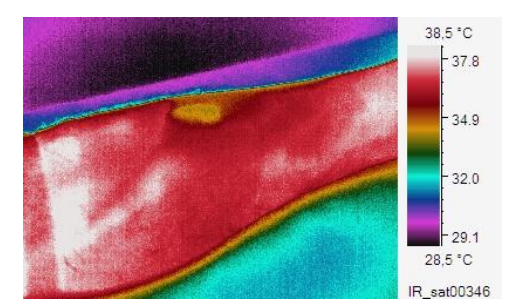
**Resim: İyontoforez sonrası 5.dk**



**Resim: İyontoforez sonrası 7.dk**

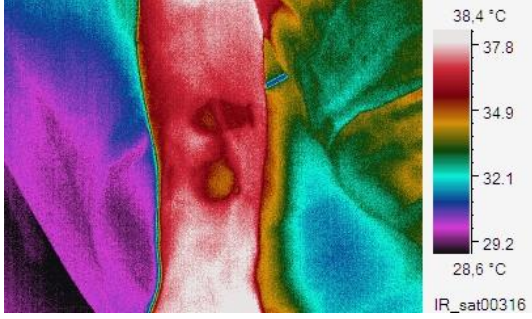


**Resim: İyontoforez sonrası 10.dk**

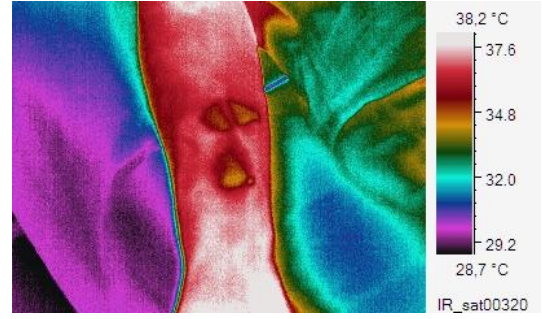


**Resim: İyontoforez sonrası 15.dk**

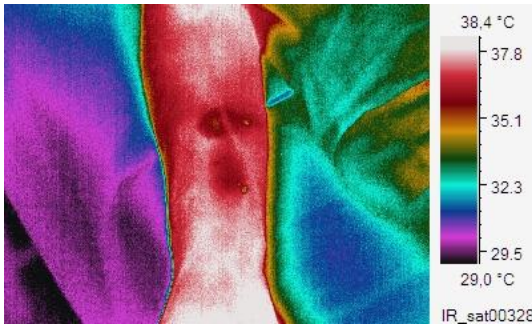
### 3)Uzak ekstremite görüntüleri: (KOL)



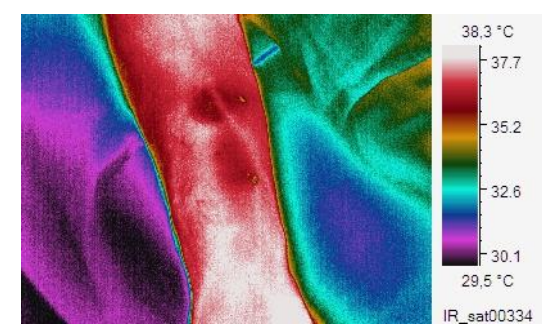
Resim: İyontoforez sonrası 1.dk



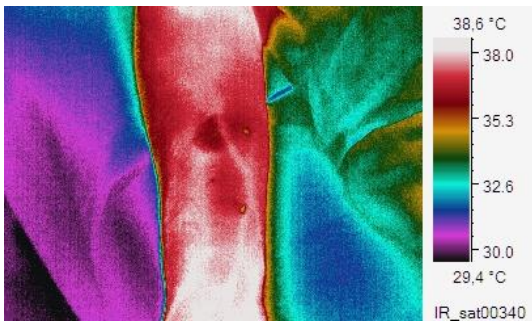
Resim: İyontoforez sonrası 3.dk



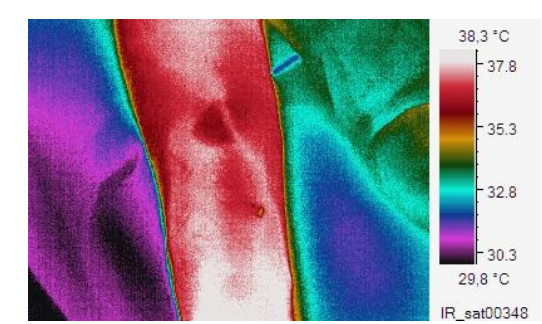
Resim: İyontoforez sonrası 5.dk



Resim: İyontoforez sonrası 7.dk



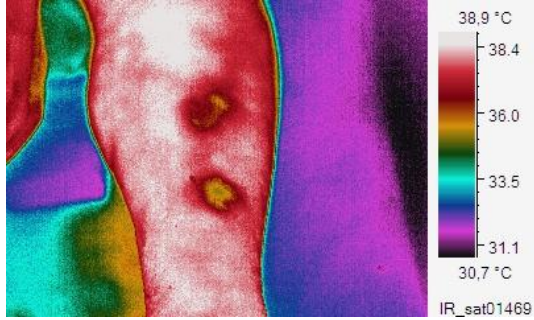
Resim: İyontoforez sonrası 10.dk



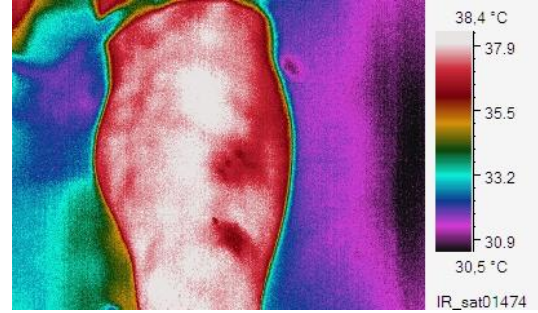
Resim: İyontoforez sonrası 15.dk

## GRUP II: Derin ven trombozu gelişen hastaların termografik görüntüleri

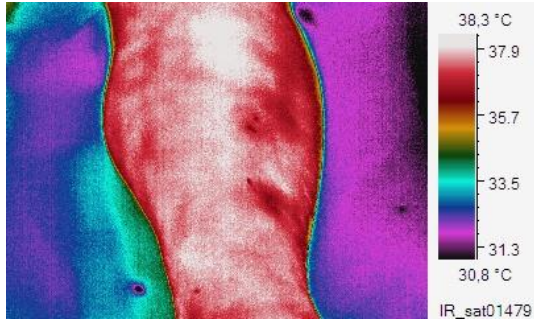
### 1)Hasta ekstremite görüntüleri:



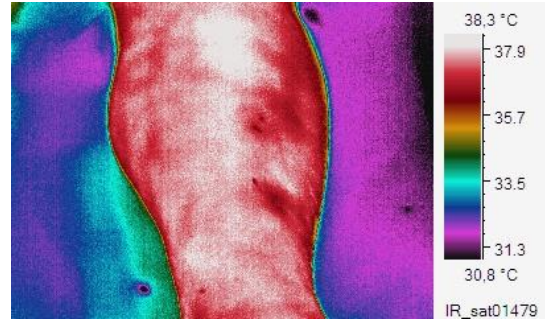
Resim: İyontoforez sonrası 1.dk



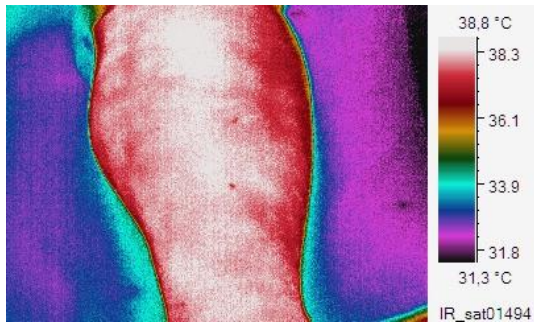
Resim: İyontoforez sonrası 3.dk



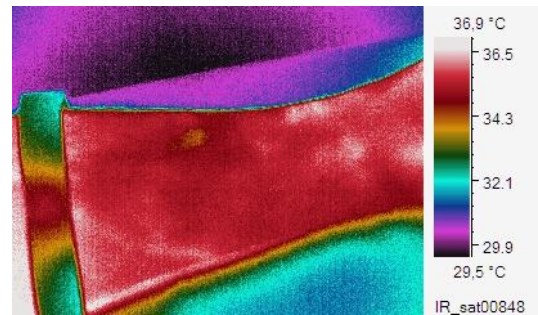
Resim: İyontoforez sonrası 5.dk



Resim: İyontoforez sonrası 7.dk

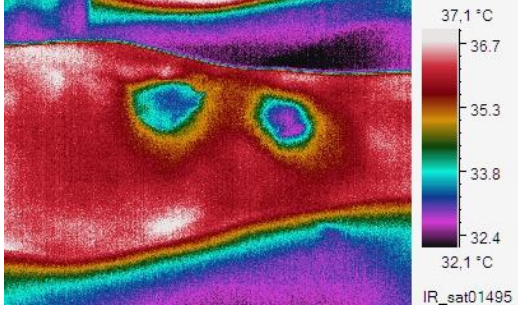


Resim: İyontoforez sonrası 10.dk

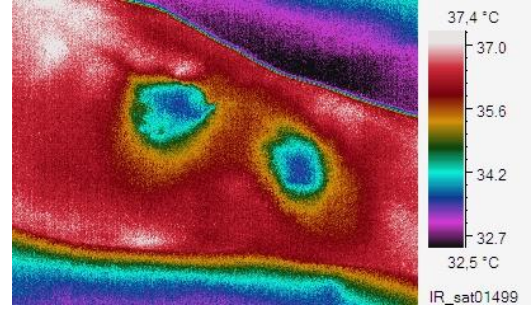


Resim: İyontoforez sonrası 15.dk

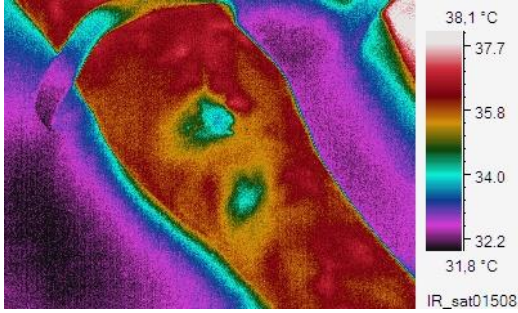
**2)Sağlam ekstremitte görüntüleri:**



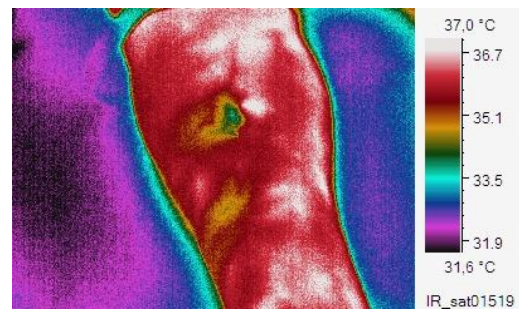
**Resim: İyontoforez sonrası 1.dk**



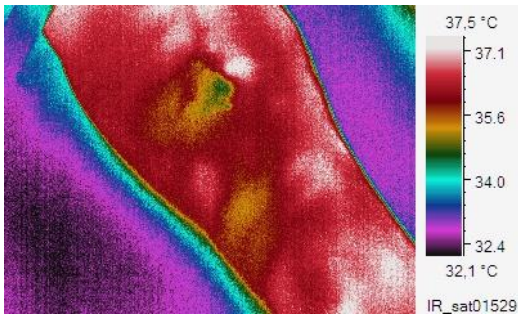
**Resim: İyontoforez sonrası 3.dk**



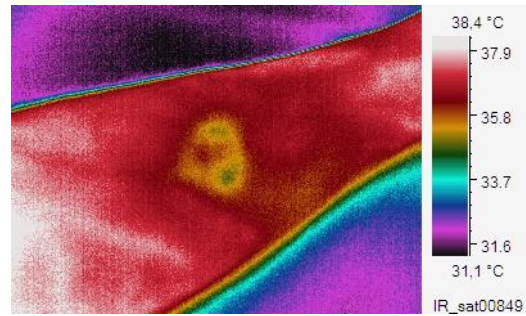
**Resim: İyontoforez sonrası 5.dk**



**Resim: İyontoforez sonrası 7.dk**

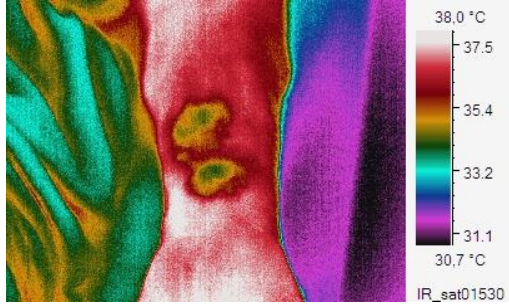


**Resim: İyontoforez sonrası 10.dk**

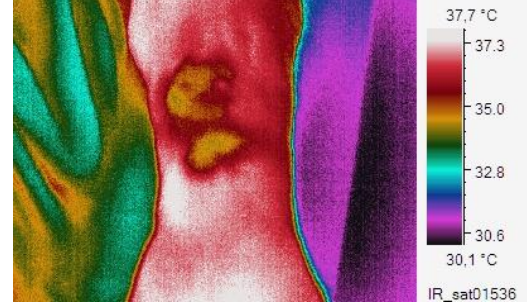


**Resim: İyontoforez sonrası 15.dk**

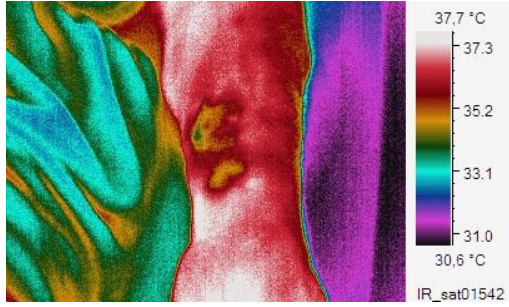
### 3)Uzak ekstremite görüntüleri: (KOL)



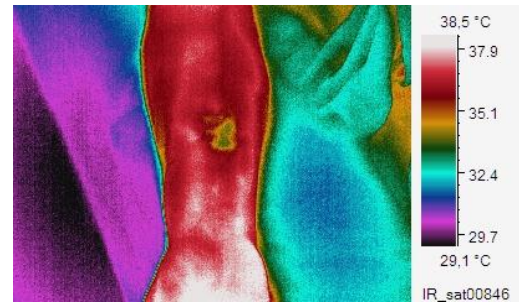
Resim: İyontoforez sonrası 1.dk



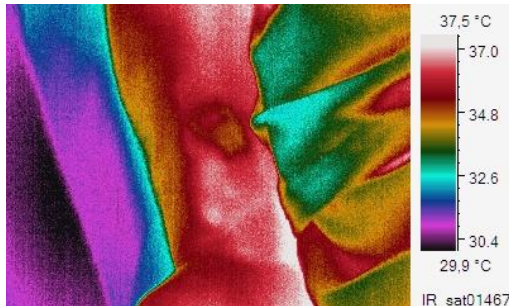
Resim: İyontoforez sonrası 3.dk



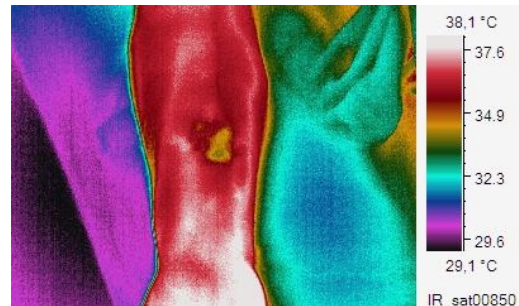
Resim: İyontoforez sonrası 5.dk



Resim: İyontoforez sonrası 7.dk



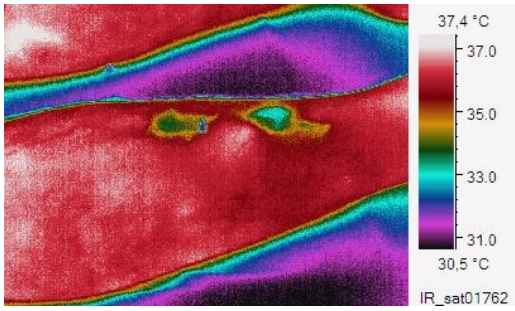
Resim: İyontoforez sonrası 10.dk



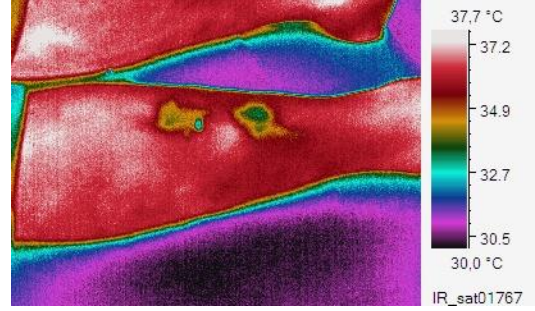
Resim: İyontoforez sonrası 15.dk

### GRUP III: Sağlıklı bireylerin termografik görüntüleri

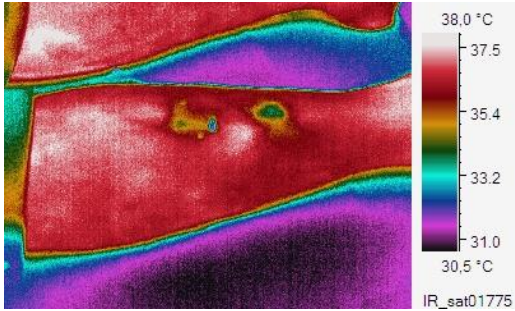
#### 1)Alt ekstremité görüntüleri:



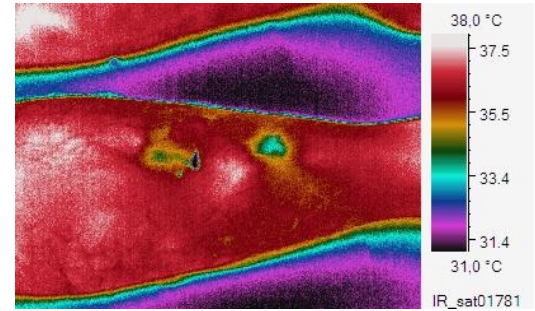
Resim: İyontoforez sonrası 1.dk



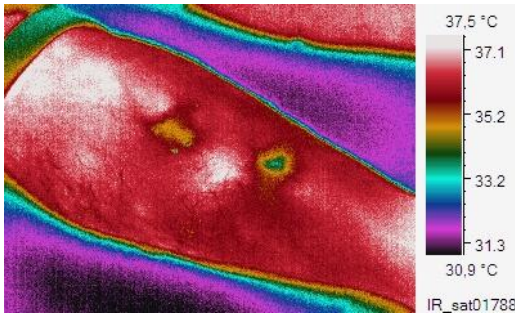
Resim: İyontoforez sonrası 3.dk



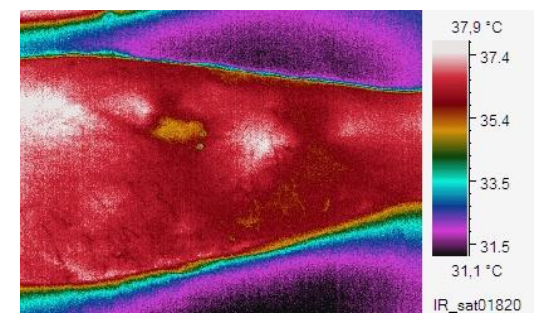
Resim: İyontoforez sonrası 5.dk



Resim: İyontoforez sonrası 7.dk



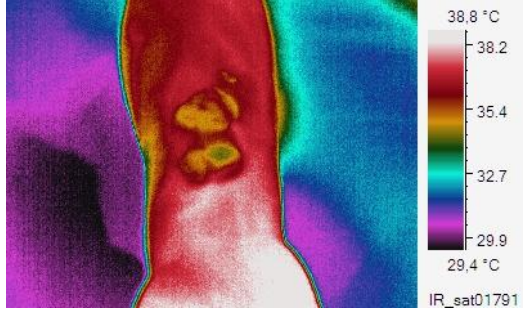
Resim: İyontoforez sonrası 10.dk



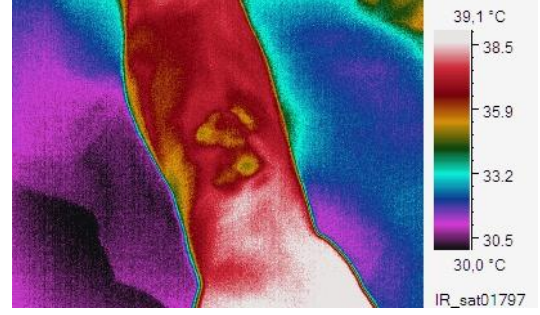
Resim: İyontoforez sonrası 15.dk



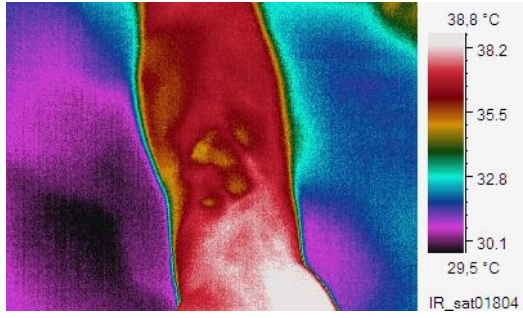
## 2)Üst ekstremité görüntüleri:



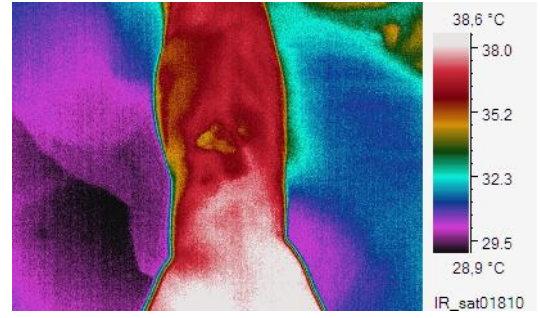
Resim: İyontoforez sonrası 1.dk



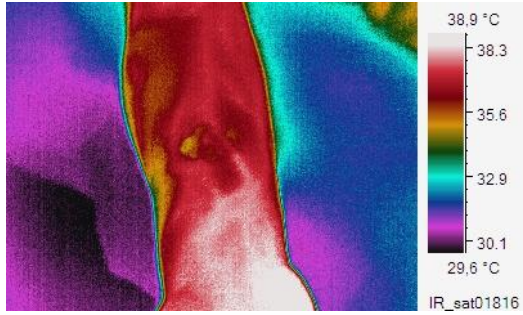
Resim: İyontoforez sonrası 3.dk



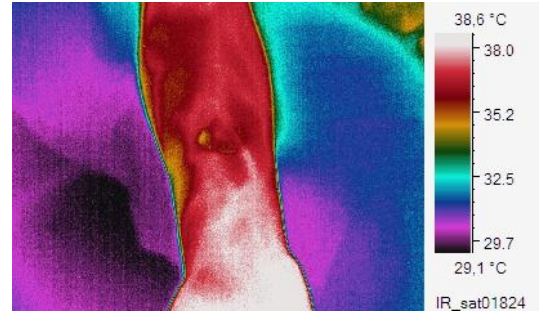
Resim: İyontoforez sonrası 5.dk



Resim: İyontoforez sonrası 7.dk



Resim: İyontoforez sonrası 10.dk

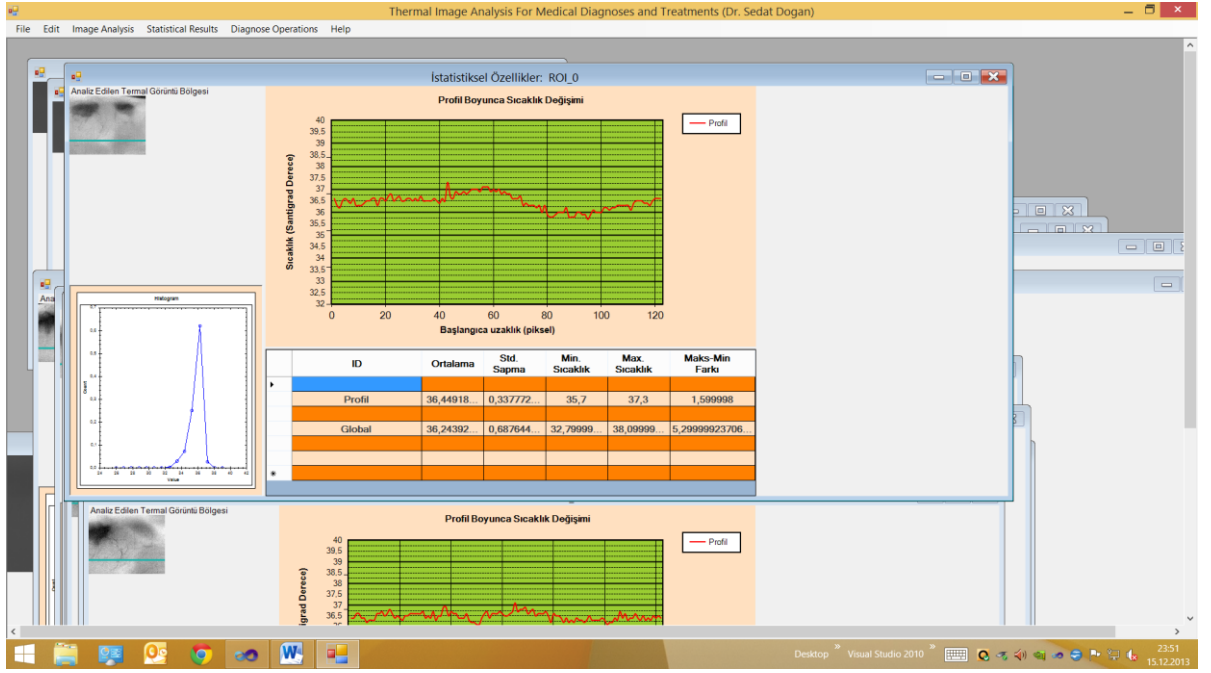


Resim: İyontoforez sonrası 15.dk

## Termal Görüntülerin Değerlendirilmesi

Her bir hastanın; hasta, sağlam ve uzak ekstremitelerinden (kol) (HE, SE, K) yaklaşık olarak 15'er dakika termal görüntüler kaydedilmiştir. Bir hastanın m tane HE, n tane SE ve p tane de K dokularından termal görüntülerin elde edildiği varsayalım. Termal görüntülerde, görüntülenen bölgedeki alanlara karşılık gelen pikseller, o bölgenin resim çekim anındaki sıcaklık değerlerini ifade ederler. HE düşünüldüğünde, m tane görüntünün her birisi eşit  $\Delta t$  zaman aralıklarında elde edilmiştir ve bu görüntüler sırasıyla  $f(t_0), f(t_1), \dots, f(t_m)$  şeklinde ifade edilebilir. Burada  $t_j = t_{j-1} + \Delta t$ 'dir. Görüntülerde, geçen  $\Delta t$  süresinde piksellerde oluşan sıcaklık değişimlerinin, o görüntülenen bölgedeki varsa patolojik nedenlerle oluştuğu düşünülebilir. Örneğin, damarlardaki kan akışının hızlanması durumunda damarlara yakın bölgelerde sıcaklık artışı doğal olarak beklenmelidir. Bu durumda burada oluşan sıcaklık artışının kanın akış hızı ve bunu etkileyen başka fiziksel parametrelerle ilişkili olduğu düşünülebilir. Diğer taraftan, görüntülenen bölgedeki piksellerin sıcaklık değişimleri alanın farklı noktalarında rastgele nitelikli farklılıklar içerebilir. Bu durumda, sıcaklık değişimlerinin lokal pikseller düzeyinde ele alınması ve yorumlanması işi, problemin eksik yapıları olması ve ayrıca sıcaklık-patoloji ilişkisini açıklayan bir fiziksel modelin bulunmaması nedeniyle olanaksızdır. Bununla birlikte, her bir görüntünün genel olarak sıcaklık değişimlerinin, eğer varsa o bölgedeki patolojik sorunla ilişkili olması gerektiğini düşünmek mantıklı bir yaklaşım olacaktır. Öyleyse, görüntülerdeki sıcaklık değişimlerinin doğrudan pikseller düzeyinde ele alınması yerine, görüntü genelinde veya görüntüden seçilen alt bölgeler düzeyinde değerlendirilmesi daha uygun bir yaklaşım olur.

Bu çalışmada, sıcaklık değişimlerini izlemek için görüntülerden seçilen anlamlı bir bölgenin hem global hem de bu seçilen bölge içerisinde belirlenen profil doğruları boyunca değişimleri incelenmiştir. Görüntüden seçilecek analiz bölgesi, olası en iyi bilgileri içerdiği düşünülen bir bölge olmalıdır. Bu bölgelere bundan sonra, "ilgilenilen bölge" anlamında ROI (region of interest) adı verilecektir. Şekil 1'de, bir hastanın ilk HE görüntüsünden seçilen ROI bölgesi ve bu bölge içerisinde belirlenmiş olan profil doğrusu gösterilmiştir.



**Şekil 3: Görüntüden seçilen ROI bölgesi ve profil doğrusu.**

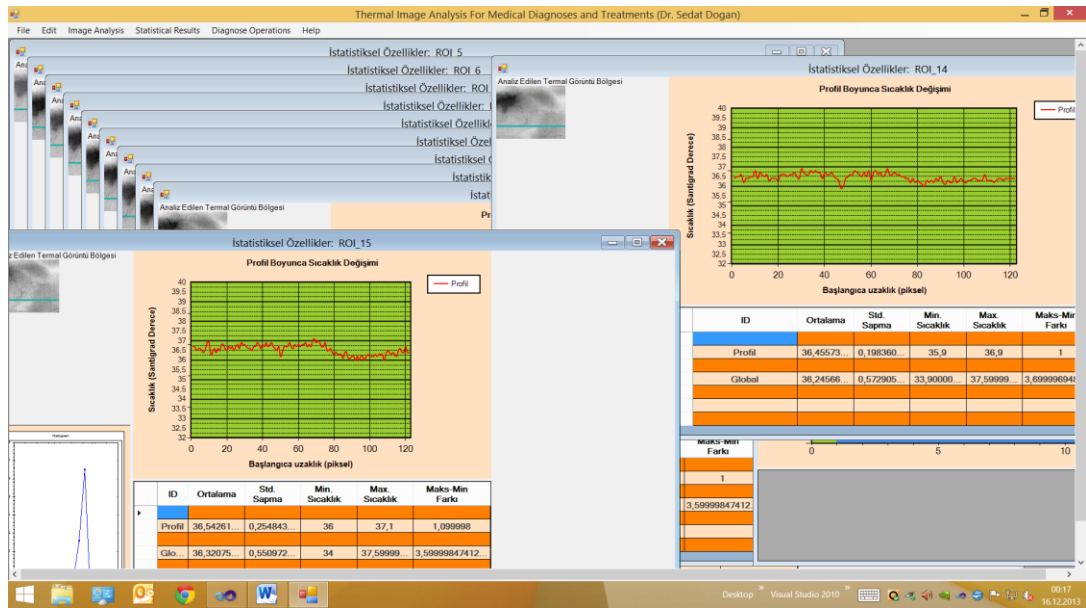
Şekilde görülen pencerede, hem global ROI bölgesinin hem de sadece profil doğrusunun sıcaklık istatistikleri görülmektedir.

### **ROI Bölgesinin Otomatik Olarak Seçilmesi**

Her bir hastanın toplam yaklaşık olarak 100 tane termal görüntüsü vardır. Bu kadar çok sayıdaki termal görüntülerden elle tek tek ROI bölgelerinin seçilmesi ve profil doğrularının işaretlenmesi hem çok zaman alıcı olmakta hem de farklı görüntülerden aynı alanların elle seçilmesi işi neredeyse olanaksızdır. Bu güçlüklerin ve ortaya çıkabilecek insan hatalarının en aza indirgenmesi için bu seçme işlemlerinin otomatik olarak bilgisayar tarafından gerçekleştirilmesi gerekir. Bu amaçla, geliştirilen termal analiz yazılımında; sadece ilk görüntüden ROI bölgesi elle seçilmekte, diğer görüntülerden bu bölgenin karşılıkları otomatik olarak bulunmaktadır. Karşılıkların otomatik olarak bulunması için çapraz-korelasyonların maksimum yapılması esasına dayanan bir görüntü eşleştirme tekniği kullanılmıştır. Otomatik olarak ROI bölgelerinin seçilmesinden sonra, seçilen her bir ROI içerisinde, ROI bölgesinin alt kenarından itibaren, yüksekliğin 1/5'i kadar uzaklıkta

otomatik olarak profil doğruları da belirlenmiştir. Şekil 3’de, örnek olarak seçilen ROI ve belirlenen profildeki ortalama sıcaklık, standart sapma, minimum ve maksimum sıcaklık değerleri ve minimum-maksimum arasındaki sıcaklık farkları tablo ile gösterilmiştir. Ayrıca tablo üzerinde görülen grafikte, profil boyunca sıcaklık değişimi çizgisel grafikte de gösterilmiştir. Yine şekil 3’de, seçilen bölgenin global histogram grafiği de görülmektedir.

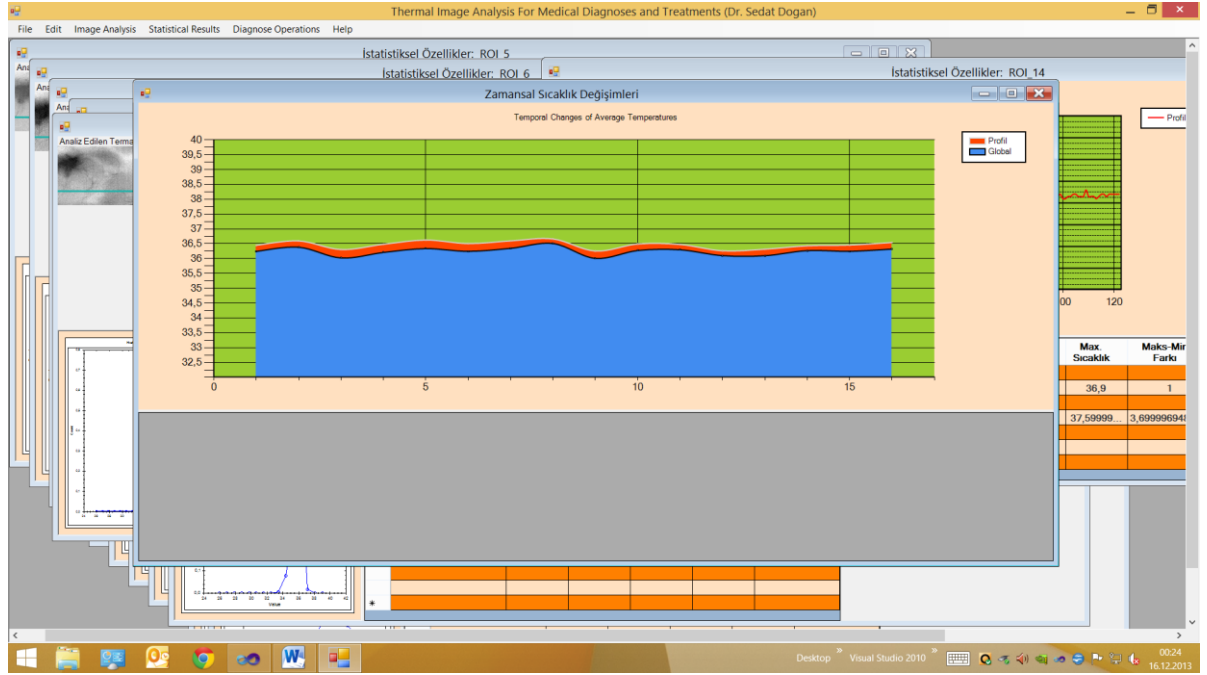
Her bir hastadan elde edilen bütün görüntüler için şekil 3’deki hesaplar yapılmakta ve görüntülenmektedir. Çalışma kapsamında yaklaşık olarak 3000 görüntünün şekil 3’deki gibi bütün gerekli bilgileri otomatik olarak hesaplanmıştır. Şekil 4’de, örnek olarak gösterilmek üzere bir hastanın HE görüntülerinden bir kaçının istatistiksel sıcaklık dağılım bilgilerinin gösterildiği ekran görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4: Bir hastanın HE ROI bölgelerinin tümü ve bunların otomatik olarak hesaplatılmış sıcaklık dağılım bilgileri.**

## Zamansal Sıcaklık Değişimlerinin Hesaplanması

Şekil 4’de görüldüğü gibi hesaplanan her bir  $f(t_i)$ , ROI bölgesinin m tane görüntüde nasıl değiştiğini de bilmek gerekir. Bunun için bu değişimler de otomatik olarak hesaplanmıştır (Şekil 5).

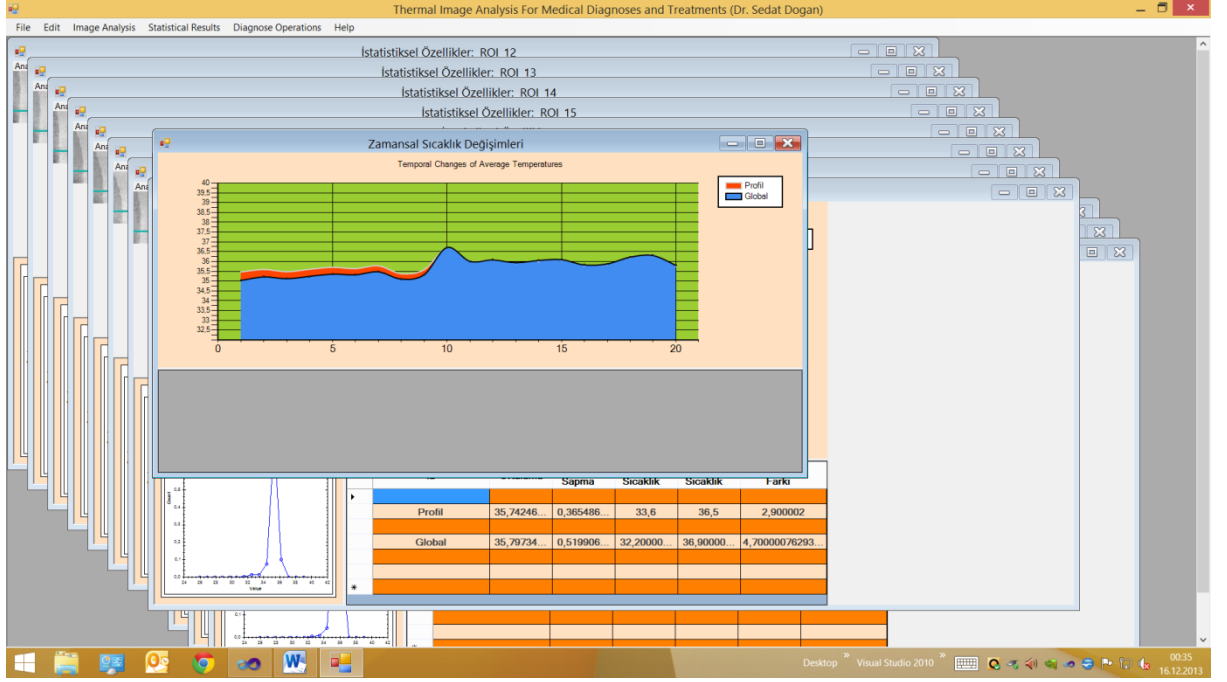


**Şekil 5. Bir hastaya ait HE ROI bölgelerinin global ve profildeki zamansal sıcaklık değişimleri.**

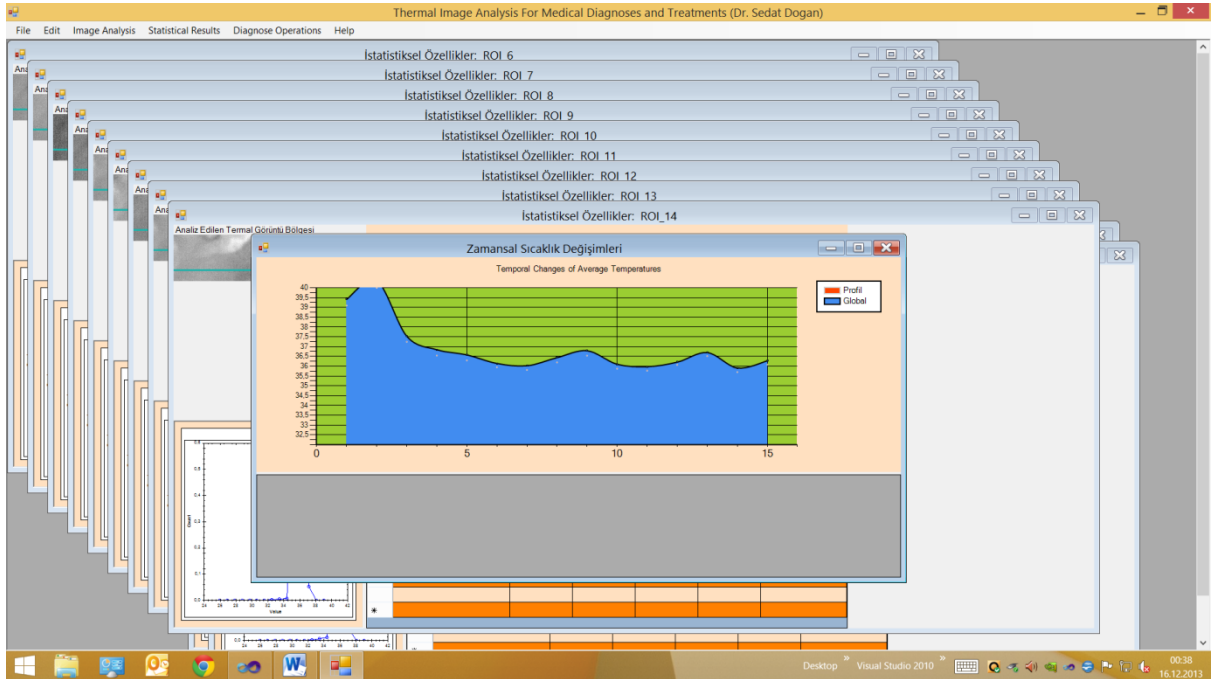
Her bir hastanın HE, SE ve K görüntülerinde zamanla değişen sıcaklık değerleri, şekil 5’deki gibi tek tek hesaplanmaktadır. Şekildeki grafiğe bakılırsa, bu hastanın hasta ekstremitesinde oluşan zamansal sıcaklık değişimleri, profil boyunca ve global olarak aynı hızda gerçekleştikleri görülmektedir. Ancak, profil doğrusu boyunca ölçülen sıcaklık ortalamaları global ortalamadan daha yüksektir.

Çalışmada, hastalık tanısının konulması için kullanılacak termal veriler her bir hastanın her bir ekstremitesinin zamansal değişim miktarlarıdır. Grafikte görülen değişimlerin sayısal miktarları her bir hasta için ayrı ayrı diske kaydedilmekte ve ileriki analizler için kullanıma hazır halde bekletilmektedir.

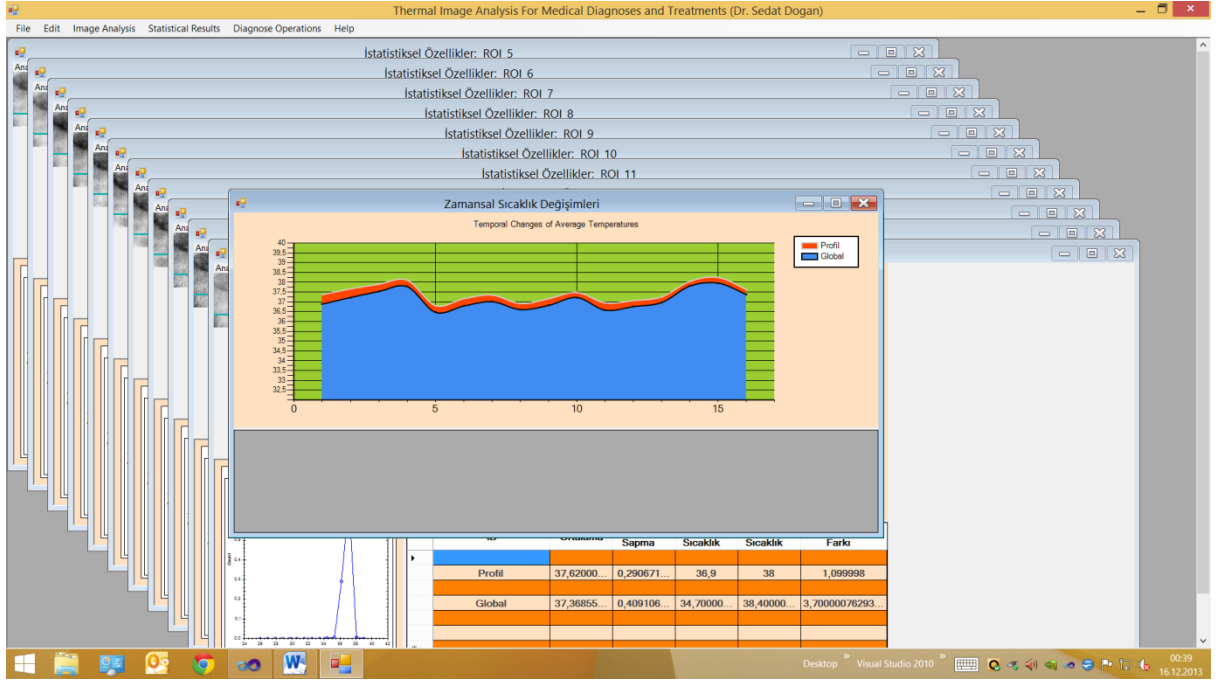
## Hastalık Tiplerinin (PTS ve DVT) sıcaklık verileriyle tanımlanması



### A) Hasta ekstremite



## B)Sağlam ekstremite



## C)Kol

**Şekil 6. Bir PTS hastasının (2 no'lu hastanın) zamansal sıcaklık değişimleri**

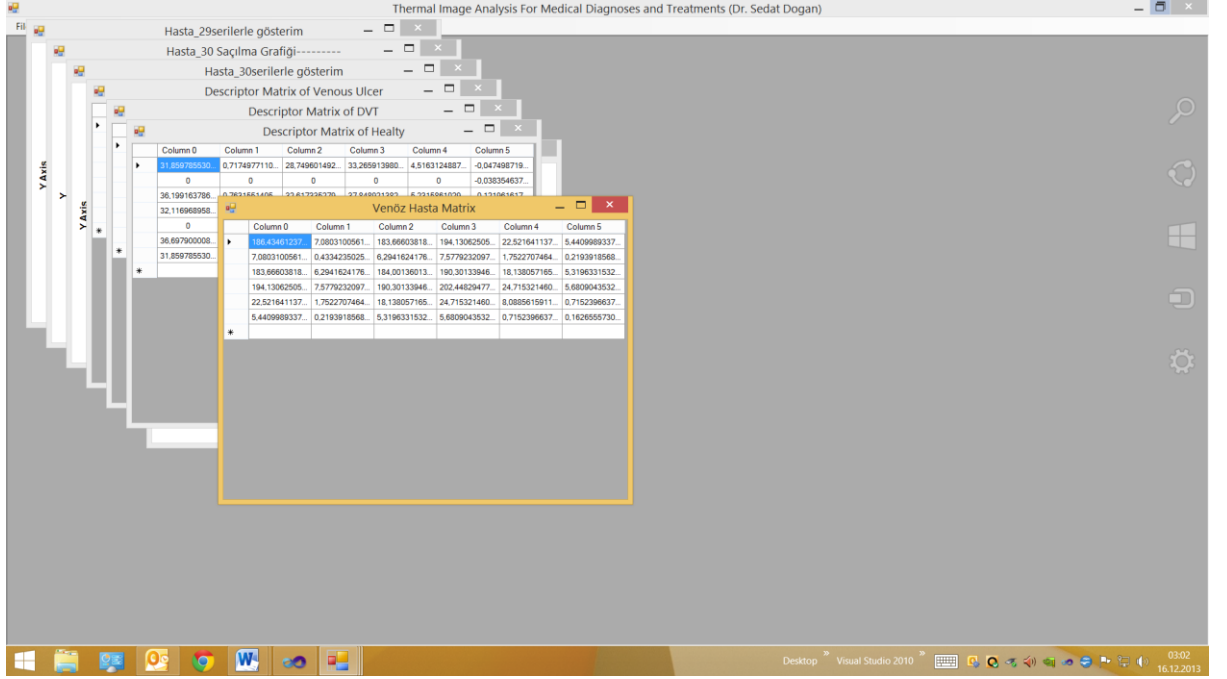
Çalışmada asıl amaç PTS ve DVT hastalarını termal görüntülerle teşhis etmektedir. Bunun için PTS ve DVT hastalarında gerçekleşen termal değişimlerin hem birbirlerinden farklarının hem de sağlıklı insanlardan farklarının ortaya konması gerekir. Bu farkları belirleyebilmek için buraya kadar açıkladığımız verilerden başka veri kaynağı olmadığı görülmelidir. Farkları ortaya koyabilmek için her bir hastanın üç ekstremitesinden alınan tüm görüntü bilgilerinin kullanılması gerekir. Zamansal sıcaklık değişimleri, aslında bu görüntülerin geçen zaman içerisinde sahip oldukları bütün istatistiksel özelliklerin bilgisini taşımaktadır. Bu nedenle, öncelikle her bir hastanın kendi görüntülerinde var olan ilişkileri ortaya çıkarmak gerekir. Bu ilişkiler, bir hastanın HE, SE ve K ekstremitelerindeki değişimlerin birbiriyle karşılıklı ilişkileridir. Bu ilişkileri en iyi şekilde tanımlamanın yolu, üç ekstremitenin zamansal

değişimleri arasındaki kovaryans değerlerinin hesaplanması yaklaşımıdır. Her bir hasta için kovaryans matrislerinin hesaplanması işleri sonraki bölümde anlatılmıştır.

## **Hasta Kovaryans Matrislerinin ve Hasta Tanım Matrislerinin Hesaplanması**

Bir hastanın hasta kovaryans matrisi her bir ekstremitedeki global ve profil değişimlerinin hem kendi içerisinde hem de diğer ekstremitelerle kovaryans ilişkilerini içermektedir. Kovaryans matrisinde ayrıca hem global hem de profil boyunca lokal sıcaklık değişim ve yönlerini ifade eden gradyen vektörleri (ya da yönlü türevleri) de hesaplanıp bunların zamansal değişimleri de kovaryans ilişkilerine eklenmiştir. Buna göre bir hasta kovaryans matrisi 6x6 boyutlarında kare simetrik bir gerçek kovaryans matrisi olarak tanımlanmıştır. Matris; HE-Global, HE-Profil, SE- Global, SE-Profil, K-Global, K-Profil, arasındaki zamansal kovaryans ilişkilerini içermektedir. Tabii ki bu her bir global ve lokal bölgelerin sırasıyla ortalama zamansal sıcaklık değişimleri, ortalama sıcaklık standart sapmalarının zamansal değişimleri, minimum ve maksimum sıcaklıkların zamansal değişimleri, maksimum-minimum zamansal sıcaklık değişimleri ve gradyen vektörlerinin zamansal değişimleri olmak üzere altı tane sıcaklık parametresi arasındaki varyans-kovaryans ilişkilerini içermektedir. Üç ekstremitte için toplam 6 lokal bölge analiz edildiği için, matrisin satırları bu altı lokal bölgeyi yukarıda verilen sıra ile ifade etmekte, sütunlar ise altı tane sıcaklık parametrelerini ifade etmektedir. Şekil 7’de, 1 no’lu venöz ülser hastasının hasta kovaryans matrisi örnek olarak gösterilmiştir.





**Şekil 7. Bir PTS hastasının (1 no'lu hastanın) hasta kovaryans matrisi.**

Şekildeki kovaryans matrisinde matrisin köşegen terimleri, bütün ekstremitelerdeki karşılık gelen sıcaklık parametresinin varyanslarını, köşegen dışındaki elemanlar ise parametreler arasındaki karşılıklı kovaryansları göstermektedir. Buna göre şekildeki matrisin sol üst köşedeki (1,1) indisli elemanı, üç ekstremitede, ortalama sıcaklık değişimlerinin hepsinin varyansını ifade etmektedir ve bu varyans değeri, 186.4346 olarak elde edilmiştir. (1,2) indisli elemanın değeri 7.0803 olup, bütün ekstremitelerdeki global-profil sıcaklıkları arasındaki zamansal değişimlerin kovaryansını ifade etmektedir. Diğer elemanlar da benzer şekilde ilgili parametrelerin global-lokal varyans ve kovaryanslarıdır. Hasta tanım matrisleri ise, 6\*6 boyutlu hasta kovaryans matrisinin en altına yeni bir satır eklenerek oluşturulmuştur. Bu yeni satır, hastanın profil boyunca lokal gradyen vektörlerinin şiddetlerini içermektedir. Buna göre bir hasta tanımlayıcı matrisi artık 7x6 boyutlu bir matristir. Sonraki bölümde anlatılan bağımsızlık testi 7x6 boyutlu hasta matrisleri için gerçekleştirilmiştir.

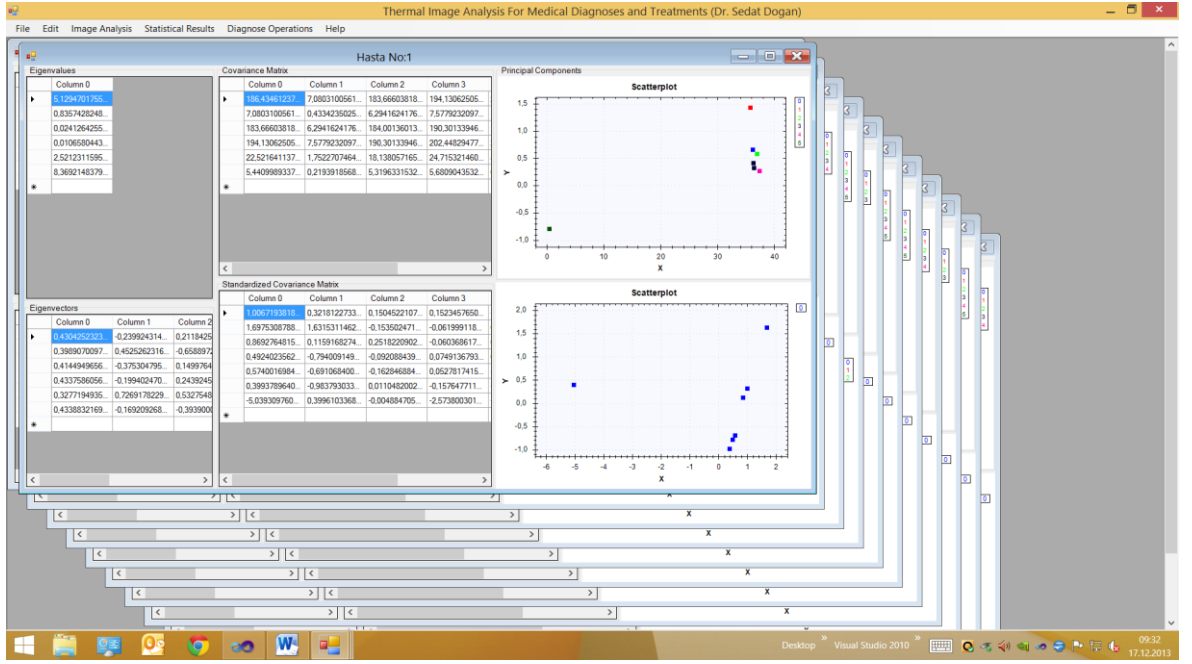
## **Hasta Tanım Matrislerinin Sıcaklık Parametrelerinin Birbirinden Bağımsız Olup Olmadıklarının Testi**

Bu çalışmada ortaya konan yaklaşım tarzı teorik olarak incelendiğinde; bir hasta tanım matrisinde bulunan her bir sıcaklık parametresinin, o hasta ile ilgili ve diğer hastalardan farklı olması beklenen kendine özgü özelliklerini temsil etmeli ve her bir parametre, diğer parametrelerden farklı bilgiler içermelidir. Bu durum şöyle de yorumlanabilir: 7 x 6 boyutlu bir hasta tanım matrisinin 42 elemanı vardır ve 42 eleman bu hasta ile ilgili veriler arasındaki 42 farklı ilişkiyi ifade etmelidir. Eğer bu elemanlardan bazıları birbirinden bağımsız değilse, bu elemanlar aslında aynı bilgileri taşıyor demektir. Örneğin 42 elemanın 10 tanesinin birbirine bağlı oldukları varsayılırsa, bu durumda bu matris aslında 42 farklı bilgiyi değil 32 farklı bilgiyi içeriyor demektir. Eğer bu bağımlı 10 parametrenin bu hastayı diğerlerinden ayıran en önemli bilgileri taşıması gerekiyor idiyse, o zaman bu bilgiler taşınamamış anlamına gelir. Hangi parametrelerin hangi önemli bilgileri taşıyıp taşımadığını bilmek mümkün değildir. Öyleyse böyle bir riski ortadan kaldıracak veya en az düzeye indirecek bir yaklaşım ortaya konmalıdır. Parametrelerin hangi bilgileri taşıdıkları bilinmese de, taşıdıkları bilgilerin toplam bilgilerin ne kadarına karşılık geldiklerini tahmin etmek mümkündür. Bunun için parametreler arasındaki korelasyon ilişkilerine bakılmalıdır. Eğer iki parametre arasında çok yüksek korelasyon varsa; birisi bilindiğinde diğerinin de bilinmesini sağlayacak şekilde doğrusal bir bağımlılık ilişkisine sahip oldukları söylenebilir ve bu nedenle de aynı bilgileri taşıdıkları söylenebilir. Buna göre parametrelerin bağımlı olup olmadıkları anlaşılabilir.

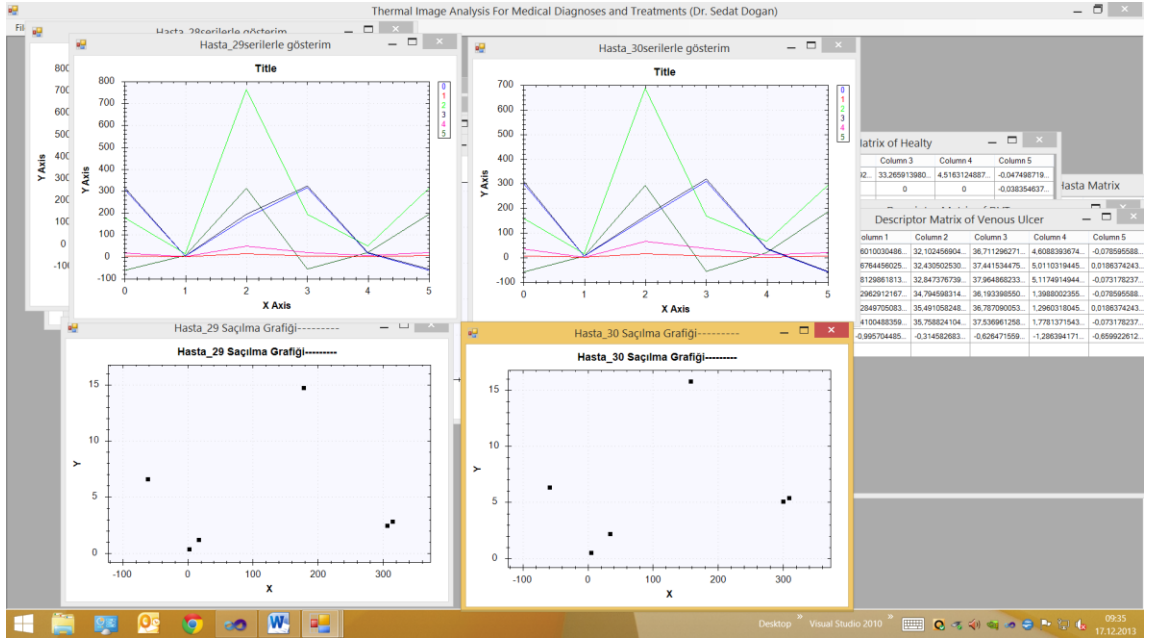
Yukarıda açıklanan bağımlılık probleminin çözümü için kullanılabilecek en iyi yaklaşımlardan birisi, “ana bileşenler analizi” (principal components analysis=PCA) yaklaşımıdır. PCA analizi için kovaryans matrisinin sütun vektörlerinin çatisını oluşturduğu bir lineer vektör uzayı tanımlanır. Çalışmada oluşturulan hasta kovaryans matrisleri için bu uzay 6-boyutlu lineer bir vektör uzayıdır. Her bir sıcaklık parametresi, uzayın bir koordinat eksenini tanımlar. Matrisin elemanları ise 6-boyutlu lineer uzayda birer nokta olarak düşünülür. Burada asıl amaç, bağımsız oldukları varsayılan (lineer bağımsız) ve bu nedenle de birbirlerine dik (ortogonal)

olan 6 tane çatı bileşeninin ifade ettiği koordinatlar arasında maksimum korelasyonlu olan koordinatları bulup, bunları daha alt boyutlu bir uzaya (daha az sayıda çatı vektörleri olan bir uzaya) izdüşürmektir. Bu yeni uzayda, her bir yeni çatı vektörüne karşılık gelen koordinatlar arasındaki korelasyonlar minimum olur yani, bileşenlerin birbirinden bağımsız bilgiler taşıdığı yeni bir uzay elde edilmiş olunur. Yeni uzayın çatı vektörleri, kovaryans matrisinin özvektörleri yönünde olur ve her bir özvektöre karşılık gelen özdeğerler, o vektör yönünde taşınan bilginin maksimum varyans değerini ifade eder. Genelde PCA dönüşümünden sonra, en büyük özdeğere sahip olan özvektör yönündeki koordinat bileşenleri, toplam bilginin yaklaşık olarak %90'ını tek başına taşıyabilmektedir.

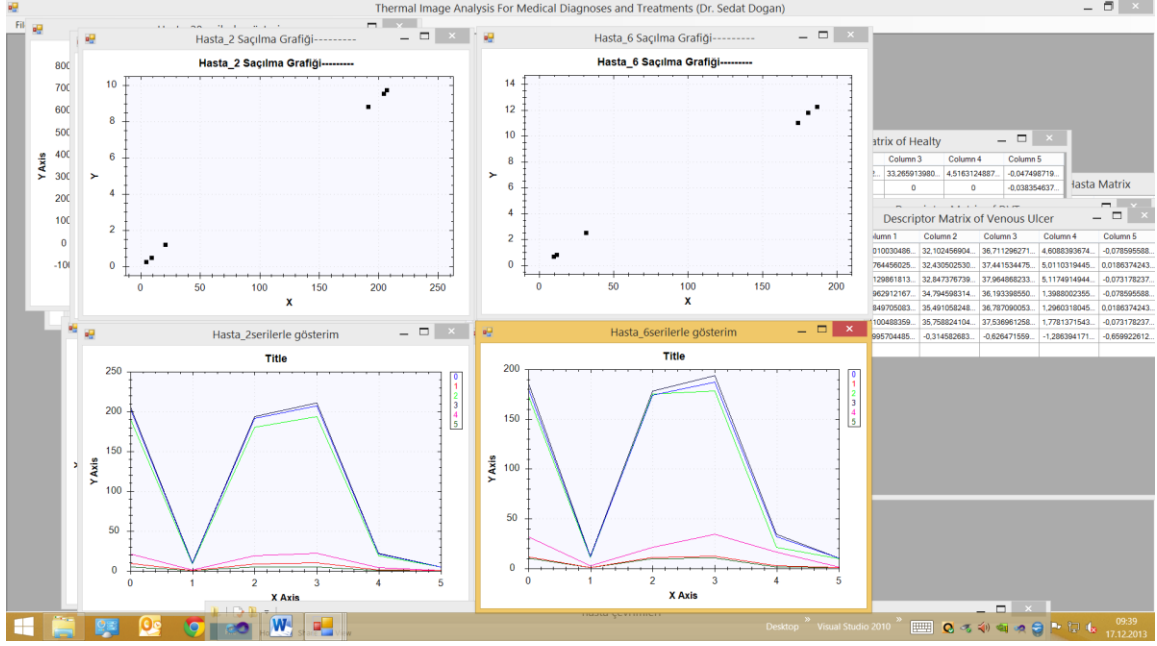
Bu çalışmada, dikkat edilirse, sıcaklık parametreleri arasında minimum, maksimum ve maksimum-minimum sıcaklık parametreleri vardır. Maksimum-minimum parametresinin minimum ve maksimum sıcaklık parametrelerine lineer bağımlı olduğu açıktır. Bu açıklığa rağmen bu fark sayesinde, olası sıcaklık hatalarının azaltılabileceği varsayılmış ve çok küçük miktarlarda da olsa bu parametrenin bu tarz rastgele hatalarla ilgili bazı bilgileri temsil edebileceği öngörülmüştür. Yapılan PCA analizlerinde, (minimum-maksimum) parametresinin, toplam bilginin yaklaşık olarak %0.3 (binde üç)'ünü temsil ettiği görülmüştür. Ancak buna rağmen bu parametre ihmal edilmemiştir. Şekil 8'da (1 no'lu) venöz ülser hastasına ait PCA analizleri gösterilmiştir. Şekilde, test edilmiş olan



Şekil 8. Bir PTS hastasının (1 no'lu hastanın) PCA analizi.



Şekil 9. Sağlıklı iki örneğin hasta matrislerinin grafik gösterimi (29 ve 30 no'lu örnekler)



**Şekil 10. Bir PTS hastasına (2 no'lu hasta) ve bir DVT hastasına (6 no'lu hasta) ait hasta matrislerinin grafik gösterimleri**

## Hastalık Gruplarının Tanımlayıcı Matrislerinin Elde Edilmesi

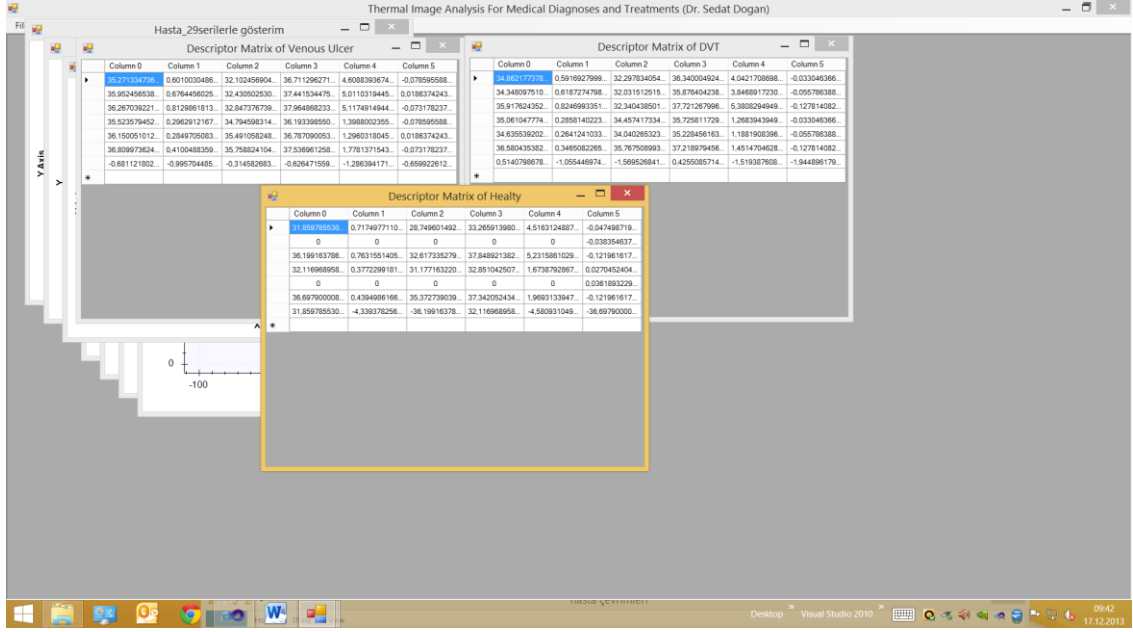
Hasta tanım matrisleri kullanılarak her bir hastalık grubunu tanımlayan tanımlayıcı matrislerin elde edilmesi gerekir. Çalışmada, venöz ülserasyon içeren PTS hastalık grubunu tanımlayan matrise “Posttrombotik sendrom Tanımlayıcı Matrisi (Descriptor Matrix of Venous Ulcer), DVT grubunu tanımlayan matrise “DVT Tanımlayıcı Matrisi” (Descriptor Matrix of DVT) ve sağlıklı grubu tanımlayan matrise ise “Sağlıklı Tanımlayıcı Matrisi” (Descriptor Matrix of Healthy) adları verilmiştir.

Hastalık tanımlayıcı matrislerinin tanımlanması için hasta tanımlayıcı matrislerini kullanmak gerekir. Buna göre bir hastalık grubunun tanımlayıcı matrisi, o hastalığa sahip bütün hasta tanım matrislerinin içerdiği bilgilerin en önemlilerini ifade ediyor olmalıdır. Bu durum teorik olarak şöyle ifade edilebilir: Bir DVT hastasının hasta tanım matrisi, nasıl olduğu bilinmeyen bir DVT hastalık tanım matrisi ile ifade edilen bir istatistiksel dağılımdan türemiş olmalıdır. Benzer şekilde bir posttrombotik sendrom hastasının, hasta tanım matrisi ise yine nasıl olduğu bilinmeyen bir venöz ülserli PTS hastalık tanım matrisi ile ifade edilen bir istatistiksel dağılımdan türemiş

olmalıdır. Aynı şeyler sağlıklı insanlar için de geçerli olmalıdır. Buradaki problem, nasıl oldukları bilinmeyen hastalık tanım matrislerinin belirlenmesi problemdir.

Bilinmeyen hastalık tanım matrislerini belirleyebilmek için kullanılacak bilgiler, her bir hastalık grubuna ait olan hasta tanım matrisleridir. Başka da hiçbir bilgi yoktur. Ancak, hasta tanım matrislerinin hepsinin aynı dağılımdan türemiş olması gerektiğini varsaymak gerekir. Bu durumda aslında her bir hasta tanım matrisi, bilinmeyen hastalık tanım matrisinin gerçekleşmiş bir olayı olarak ele alınmalıdır. Bu durumda bu gerçekleşen olay, bilinmeyen hastalık matrisin bir örnek alt kümesi olarak düşünülebilir. Bilinmeyen hastalık matrisinin sütun vektörlerinin oluşturduğu lineer bir vektör uzayı vardır. Bu hastalık grubuna ait tüm hastaların hastalık matrisleri de bu lineer uzay içerisinde bulunmalıdır. Ayrıca, her bir hasta matrisinin sütun vektörlerinin oluşturduğu hiper-düzlemler, bilinmeyen hastalık matrisinin sütun vektörlerinin oluşturduğu hiper-düzlemlere eşit uzaklıklarda olmalıdır. Başka bir ifadeyle, hastalık tanım matrisi, o hastalığa sahip olan her bir hasta tanım matrisinin dengeleyici hiper-düzlemlerinden oluşmuş olmalıdır. Bu varsayımları gerçekleştiren bir hastalık tanım matrisini optimizasyon ile hesaplamak mümkündür. Bunun için en küçük kareler yöntemi kullanılabilir. Yani, her bir hasta matrisinin bilinmeyen hastalık matrisine uzaklıkları en küçük olacak şekilde bir hastalık tanım matrisi bulunabilir.

Bu yaklaşıma göre hesaplanmış olan üç hastalık grubunun hastalık tanım matrisileri Şekil 11'de verilmiştir. Bu matrisler, geliştirilen yazılımla otomatik olarak optimizasyonla hesaplanmıştır.



**Şekil 11. Venöz Ülser(PTS), DVT ve sağlıklı insan gruplarını tanımlayan Tanımlayıcı (Descriptor) matrisler.**

### **Hasta Tanım Matrislerinin Sınıflandırılması (Hastalara Tanının Konulması)**

Önceki bölümlerde anlatıldığı şekilde elde edilen hastalık tanım matrisleri, klinik uygulamalarda hastalara tanı koymak için kullanılacak matrislerdir. Çalışmada önerilen yöntemde, gelen hastanın ilk önce hasta, sağlam ve kol ekstremitelerinin termal görüntüleri elde edilir. Bu görüntüler geliştirilen yazılım ile değerlendirilip hastanın hasta tanım matrisi elde edilir. Elde edilen hasta tanım matrisi, önceki çalışmalarda elde edilmiş olan hastalık tanım matrisleri ile karşılaştırılır. Yeni hastanın hasta matrisi hangi hastalık tanım matrisine daha yakınsa, o hastalığa sahip olduğu tanı olarak söylenebilir.

Özet olarak açıklanan yukarıdaki süreci gerçekleştirebilmek için, hasta matrislerini hastalık tanım matrisleri ile karşılaştıracak bir karşılaştırma yönteminin olması gerekir. Bunun için çalışmada kullanılan yaklaşımlara göre elde edilmiş olan hastalık tanım matrislerinin hasta matrislerine uzaklıklarını karşılaştırmak en uygun yöntemdir. Bunun için bir hastanın hasta tanım matrisi ile her bir hastalık grubuna ait

hastalık tanım matrisleri arasındaki Frobenius Norm uzaklıkları hesaplanmalıdır. Hastalık matrisinin en yakın olduğu (Frobenius normu en küçük olan) hastalık tanım matrisi hangisi ise, hasta o hastalık grubuna aittir denir.

Aşağıdaki tabloda, önerilen karşılaştırma yaklaşımıyla gerçekleştirilen sınıflandırma sonuçları gösterilmiştir. 20 tane hasta matrisinin önceden hesaplanmış hastalık tanım matrisleriyle arasındaki uzaklıkları hesaplanmıştır. Örneğin 1 numaralı hastanın hastalık tanım matrisi, PTS hastalık tanım matrisine daha yakındır. Bu nedenle 1 no'lu hastaya konulacak tanı PTS'dur. Tabloda, konulan tanı, klasik tekniklerle konulan tanı ile uyumlu ise "tanının doğruluğu" sütununda karşısına D, uyumsuz ise Y yazılmıştır. Tablodan görüldüğü gibi, 20 hastadan 16 tanesine doğru teşhis konulabilmiş ve kalan 4 tanesine ise yanlış teşhis konulmuştur. Bu teşhis için termal görüntülerden başka hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Bu sonuçlara göre önerilen yöntem %80 doğrulukta hastalık tanısı koyabilmektedir.



**Tablo 14:TEST sonuçları**

Sıra No	Hasta No	Venöz Hastalık Matrisine Uzaklık	DVT Hastalık Matrisine Uzaklık	Sağlıklı Hastalık Matrisine Uzaklık	Sonuç	Tanınım doğruluğu D/Y
1	H1	5,1007990995719261	7,2311069432576609	110,84830893446193	PTS	D
2	H2	5,3078598525460512	8,157446027777226	113,92780814728175	PTS	D
3	H3	7,5200138238740637	6,9070168647583747	109,71354370525594	DVT	Y
4	H 4	6,0716855672430876	7,5518787666956078	111,94226385032154	PTS	D
5	H 5	10,087108409355649	6,7675678346372719	104,71249594051768	DVT	D
6	H 6	9,5139357812928846	7,80871612039185	108,49054668794292	DVT	D
7	H 7	8,184343186100536	4,8638532194096493	104,61456276689763	DVT	D
8	H 8	4,1842885500555766	6,6516150260871676	111,83829072676286	PTS	D
9	H 9	9,1163300513696335	5,4018606736634789	104,07622581565613	DVT	D
10	H 10	6,5805628262119766	4,190231101401527	107,06724011314235	DVT	D
11	H 11	5,8555289245989606	3,8739832364231161	107,79636235778096	DVT	Y
12	H 12	4,6727585662062907	5,272706597290763	110,51069742396835	PTS	Y
13	H 13	6,9347431367814476	5,086710469680825	106,89753799829441	DVT	D
14	H 14	5,4152980347959767	8,8307811018039715	115,79042560316152	PTS	D
15	H 15	6,9107459347635762	10,372511906284364	117,44928079908362	PTS	Y
16	H 16	7,7646873603011493	4,7976398362788721	104,8149552028277	DVT	D
17	H 17	6,3756884056389032	8,9747606917591973	113,28259327433069	PTS	D
18	H 18	4,8013080541271869	3,6158023223360196	108,67413331906505	DVT	D
19	H 19	5,9600189099623773	7,3818003950037339	112,4102252529236	PTS	D
20	H 20	141,6123089250313	138,32897476184726	100,43012008928042	sağlık lı	D

**Toplam doğru teşhis sayısı: 16**  
**Yanlış teşhis sayısı: 4**  
**Doğruluk oranı: 16/20=0.8= % 80**

Bu ilk çalışmada, termografi ile damar hastalıklarının teşhisinde çok büyük bir başarı elde edilmiştir. Başka hiçbir veri kullanılmadan sadece termal görüntülerle %80 doğrulukta tanı konulabilmektedir.

Ancak, bu doğruluk oranını %98 düzeylerine çıkarabilmek mümkün görülmektedir. Bunun için çalışmada önerilen yaklaşımların daha da detaylı olarak ele alınması ve non-linear uzaylarda hastalık gruplarının tanımlanmasının çok daha iyi sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Bu yaklaşımlar üzerine çalışmalarımız devam edecektir.

## 5.TARTIŞMA ve SONUÇLAR

1644 yılında Schenk tarafından tanımlanmış olan DVT (Cooper., 2003) venöz endotel hasarı, venöz kapakçık harabiyeti sebebi ile tanısı önemli hastalık grubudur. Hastalık klinik bulgularını hızlı bir şekilde belli etmektedir. Bu durum bireylerin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilen, epidemiyolojik ve sosyoekonomik sonuçlarıyla önemli bir klinik tablodur. Orta prevalansı, belirli mâliyetlerde tanı ve tedavisinin olması ancak yaratabileceği morbid ve mortal komplikasyonları sebebi ile önem kazanan ciddi bir problemdir.

Hastalığın temel patolojisinde oklüzyon, endotel hasarı, dilatasyon ve buna bağlı olarak kapak yetmezliği söz konusudur. Hastalık bu sebeple aşamalı bir şekilde ilerlemektedir. Önemli olan nokta kapak yetmezliği ortaya çıkmadan hastalığın tesbiti ve tedavisinin planlanmasıdır. Böylece ortaya çıkaracağı sosyoekonomik kayıplar minimize edilebilecektir.

Günümüz şartları içerisinde tanısız birden çok radyolojik ve etiyolojik parametreleri bulunan hastalığın, belirli bir tarama testi bulunmamaktadır. Klinisyen daha önceden belirlenmiş risk faktörleri ışığında hastaları profilaksiye almaktadır (Ho ve ark., 2005).

DVT'na ikincil bir durum olarak ortaya çıkan PTS'un ise belirli bir tedavisi bulunmamaktadır. Hastalığa semptomatik yaklaşımla birlikte palyatif tedavi ile yaklaşılmaktadır. Bu durum ise hastalığın gelişmeden tanısının konması, DVT'nun engellenmesi sonucunu doğurmaktadır (Decousus ve ark., 2003).

Çalışmamızda 20 hastadan 3'er adet ekstremitte ve 10 sağlıklı bireyden 2 adet ekstremitte olmak üzere toplam 80 adet ekstremitte termografik olarak görüntülenmiştir. Bu ekstremitelerin 50'si alt ekstermite, 30'u üst ekstremitte olarak rapor edilmiştir. 2691 adet vücut termogramı oluşturulmuştur.

Uygulanan pilokarpin jellerine bağlı cilt üzerinde lokal eritem 2 hastada tesbit edilmiş olup (%6.66667) eritem yaklaşık 6 saat içinde tedavisiz olarak kaybolmuştur. Ayrıca 5 hasta (16.66)'da Macroduct cihazının cilt üzerine uygulamış olduğu elektriksel akımı hissettiğini belirtmiş olup işlemin sonlandırılmasına gerek görülmemiştir. İşlem esnasında majör bir komplikasyon gelişmemiştir.

1800'l yıllar başında güneş işınları üzerinde deneyler yaparak termografinin temellerini atan Alman gökbilimci Sir William Herschel, ve takip eden dönemde 1840 yılında Sir William Herschel'in oğlu Sir John Herschel tarafınca ilk görünür kızıl ötesi görüntünün oluşturulması üzerine kızıl ötesi kameralar geliştirilmiştir. Günümüz Şartlarında bu kameralar halen geliştirilmeye devam etmektedir (Different regions in the infrared). Tıp alanında kullanımının temeli ise 1970'li yıllarda atılmıştır. Romatoloji, Nöroloji, Onkoloji, Kardiyovasküler cerrahi, Kardiyoloji, Fizik tedavi, Fizyoterapi, Spor hekimliği, Pediatri kliniklerince kullanımı son yıllarda arttırılmıştır.

Clark ve ark., (1980) 17 yenidoğan bebek üzerinde farklı ekstremiteleri kullanarak termografik değerlendirme ile deri sıcaklığı ölçümü yapmışlardır. Eş zamanlı olarak termometrik ölçümler almışlardır. Aynı çalışmayı yetişkin bireyler ile karşılaştırmışlar ve yenidoğan vct ısı dağılımının yetişkin bireylerden belirgin bir Şekilde farklılıklar içerdiğini tesbit etmişlerdir.

Hay ve ark., (2004) okul ağı öncesi 94 çocukta, ateş tesbiti amacı ile timpanik termometre ve kızıl ötesi termometre kullanımını karşılaştırmışlardır. %21 hastada kızıl ötesi termometrenin yaklaşık 0.98 standart sapma oranı ile daha duyarlı olduğunu tesbit etmişlerdir.

Harry ve ark., (2004) ağrısı olan 24 hastanın cilt bölgesinin termografik olarak analizini araştırmışlardır. Bu alışma esnasında vücudun termal simetrisinden yararlanmışlardır. Tıpkı bizim çalışmamızda olduğu gibi istenilen bölge anlamına gelen ROI bölgesini tesbit etmişlerdir. ROI bölgesi tesbitinde WEİNER ve NİKEL denklemleri kullanmışlardır. Anormal olan alanlar bu sayede tesbit edilebilmiştir.

Prasal ve ark., (2010) kardiyovasküler hastalıklarda damar içi aterosklerotik plakların araştırılması amaçlı termografi kullanarak akut koroner sendrom ön tanısını araştırmışlardır. Bizim çalışmamızda olduğu gibi çalışmalarını enflemasyon üzerine kuramlandırmışlardır. Çalışma esnasında intravasküler termografi kullanmışlar ve anlamlı sonuçlar elde etmişlerdir.

Herman., (2011) dinamik termografi kullanarak cilt kanserlerini oluşturduğu inflemasyondan faydalanarak araştırmıştır. Çalışmasında temel olarak bizim çalışmamızda olduğu gibi cilt kanserlerinin non invaziv bir yöntem kullanarak erken teşhis edilmesini amaçlamıştır. Bu sayede kızıl ötesi ışınların bazı cilt kanserlerinde erken teşhis sağlayabileceğini rapor etmiştir.

Cooper., (1973) ekstremitede ısı artışı olan 35 olguda, flebografi ile 17'sinde DVT tesbit etmiş olup, bu olguların 16'sında ciddi termografik ısı artışı tesbit etmiştir. Yapılan bu çalışma bizim çalışmamız ile korelasyon göstermektedir.

Lindhagen ve ark., (1982) 112 postoperatif hastada egzersiz öncesi ve sonrasında termografik görüntüleme kullanarak, hastalarda eş zamanlı fibrinojen ile korelasyonunu araştırmışlardır. Yapılan çalışma neticesinde termografik analiz ile yüksek fibrinojen kan düzeyleri arasında korelasyon tesbit edilmiştir.

Verheye ve ark., (2004) özel bir kateter yardımı ile domuz ve tavşan denek kullanarak intravasküler termografi kullanmışlardır. Çalışmaları ile korelasyon sağlamak amacı ile eş zamanlı olarak intravasküler USG ile endotel harabiyeti ve hasarını göstermişlerdir. Sonuçta termografi koroner arterler için güvenilir bir analiz yöntemi olarak saptanmıştır.

Bagavathiappan ve ark., (2009) periferik vasküler hastalıklarda termografi kullanarak cilt kan akımındaki azalmayı tesbit etmiş olup tedavi, izlem ve tanının doğrulanmasında termografinin güvenilir bir yöntem olabileceğini rapor etmişlerdir.

Patil., (1970) alt ekstremite perforan venlerinin tesbitinde sıkı bir kompresyondan sonra, cilt ısısında hızlı değişim olan bölgeleri termografi yardımı ile tesbit etmiştir. Çalışma doğrultusunda kompresyonun açılması ile birlikte perforan venlerde ani dilatasyon ve beraberinde eşlik ettiği cilt düzeyinde ani ısı artışı olduğunu tesbit etmiştir. Bu yöntemi %60 olarak güvenilir bulmuştur.

Mercer ve ark., (2008) termografik analizi:10 venöz staz hastasında ortaya çıkmış olan yaraların iyileştirilmesinde kızıl ötesi ışınların farklı bir dalga boyunu kullanmış ve derinin lokalize ısıtılması, aynı zamanda ısıtılan bölgenin görüntülenerek iyileşme derecesinin tesbitini analiz etmişlerdir. Kendi çalışmamızda tedavi öncesi ve sonrasında uyaranlar sabit kalmak koşulu ile Mercer'in çalışması ile korelasyon gösterebilmektedir. Tedavi sonrasında aynı hastanın termografik incelemesi ile verilen tedavinin sonuçları araştırılabilmektedir.

Khawar ve ark., (2009) dijital termografi ile kardivasküler risk analizi yapmışlardır. Bilinen kardiyak hastalığı olmayan 133 kişide reaktif hiperemi sonrasında damar fonksiyonlarını termografik olarak değerlendirmiş kardiyak risk analizi ile korele etmiştir. Aynı çalışmanın bir benzeri 2009 yılında Van der Wall tarafından bağımsız olarak yapılmıştır. Van der Wall'ın sonuçları Khawar ve ekibi ile birliktelik göstermektedir.

Susam ve ark., (2002-2005) koroner by pass operasyonu esnasında, ekstra kardiyak by pass'ların açıklığının izlenmesinde termografik analiz kullanmışlardır. Termografik görüntüleme kullanarak iki farklı soğuklukta kardiyoplejik ajanın neo vasküler yapılardan verilerek anastomoz geçisi ve perfüzyonu hakkında bilgi sahibi olmuşlardır

Çalışmamızda termografik ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda, venöz ülserasyon gösteren posttrombotik sendrom ve derin ven trombozunda mevcut inflamatuvar süreç saptanabilmiştir. Ortaya çıkan inflamasyonun derecesinin posttrombotik sendromda daha fazla olduğu görüntülenebilmiştir.

Ortam sabitliği sağlanmak koşulu ile aynı uyaran miktarı ile yapılan çalışmada farklı grup hastalar ve normal bireyler arasında alınan, uyarana tepki farklı tesbit edilmiştir. Venöz ülserasyonla birlikte gelişen posttrombotik sendromda dış uyarana verilen cevabın çok daha fazla olduğu tesbit edilmiştir.

Derin ven trombozuna sahip olan hastalar ile sağlıklı grup karşılaştırıldığında ise derin ven trombozuna sahip hastalarda uyarana birlikte yayılım çok daha fazla olarak görüntülenmiştir.

Çalışma bir ilke önderlik etmekte olup orjinalliğe adaydır. Bulgulardan da anlaşılabilirliği gibi, üç farklı grup hastada yapılan termografik ölümlerin değerleri gruplar arasında farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmanın amacı standartizasyondan çok sistemin gvenilebilirliği üzerine kurulanmıştır. Çalışmanın standartize edilebilmesi için çok daha fazla rneklemeleme ihtiyaı doğmaktadır. Bunun için hastalar üzerinde başka bir uyaran sayesinde termografik analizlerin karşılaştırılması gerekir. Sistemin geçerliliği bu sayede daha doğru ve kalıcı kılınabilecektir. İlk bölümlerde anlatılan derin ven trombozu ve posttromboflebik sendrom tanısında yeri olan radyolojik görüntüleme yöntemleri temelleri kanıtlanmış tanısalsal yöntemlerdir. Bu yöntemlerde aynı termografik analizler gibi matematiksel denklemlere dayanmaktadır. Matematiksel denklemlerin varlığı ise bize aslında sistemin temellerinde güvenilirlik olduğunu belirtmektedir.

Sistemin anlık sonuç vermesi, veri depolama olanağının olması, depolanmış olan veriler üzerinde geçmişe dönük analizler yapılabilirliği, uygun yazılım desteği ile istenilen veriye kısa zamanda ulaşılabilirliği, ölüm istenilen bölgenin büyüklüğünün istenilen boyutta, şekilde, doğrultuda seilebilirliği, hastanın iyonize radyasyona maruz kalmaması, invaziv bir işlem olmaması, kontrast madde maruziyeti doğurmaması, belirgin avantajıdır. Ancak mevcut çalışmanın ilk kez yapılmış olması, derin cilt altı dokular hakkında bilgi vermemesi, daha çok sayıda hastada çok yönlü analizinin gerekliliği, yazılım desteklerinin arttırılmaya ihtiyaç duyması, sistemin dezavantajıdır. Bu sebeple mevcut çalışma ilerdeki daha kompleks olan çalışmalara örnek teşkil edebilecektir.

Bu ilk çalışmada, termografi ile damar hastalıklarının teşhisinde çok büyük bir başarı elde edilmiştir. Başka hiçbir veri kullanılmadan sadece termal görüntülerle %80 doğrulukta tanı konulabilmektedir.

Ancak, bu doğruluk oranını %98 düzeylerine çıkarabilmek mümkün görülmektedir. Bunun için çalışmada önerilen yaklaşımların daha da detaylı olarak ele alınması ve non-linear uzaylarda hastalık gruplarının tanımlanmasının çok daha iyi sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Bu yaklaşımlar üzerine çalışmalarımız devam edecektir.

### **Sistemin geliştirilebilmesi için gerekenler**

1. Görüntü kalitesi ve çözünürlüğü daha yüksek olan termal kamera kullanılması,
2. Mevcut görüntü analizi için kullanılan yazılımların ve matematiksel denklemlerin kolay ulaşılabilirliğinin sağlanması,
3. Sistemin önceki tanısal metodlarla karşılaştırılması ve geçerliliğinin kanıtlanması,
4. Sistemle uyumlu olan sanal bellek hafızası oluşturularak daha geniş serilerde belleğin fonksiyonelliğinin artırılması.
5. Basit fiziksel modelleme sağlanarak sistemin kullanıcı kolaylığı açısından tek kompakt şekilde tasarlanması.

## 7. KAYNAKLAR

1. Anderson FA Jr, Spencer FA. 2003. Circulation. 17; 107(23 Suppl 1): I9- 16
2. Anliker MD, Kreyden OP. 2002. Tap water iontophoresis. Curr Probl Dermatol: 30: 48- 56
3. Arıncı K, Elhan A. 2006. Anatomi 2. Cilt 4. Ankara Öncü Basımevi; 100- 102
4. Arseven O, Sevinç C, Alataş F, Ekim N, Erkan L, Fındık S ve ark. 2009. Türk Toraks Derneği. Türk toraks derneği Pulmoner Tromboembolizm Tanı ve Tedavi Uzlaşısı Raporu.10: 1- 46
5. Badeer HS. 2001. Hemodynamics for medical students. Am J Physiol /Adv Physiol Educ) 25: 44
6. Bagavathiappan S, Saravanan T, Philip J, Jayakumar T, Raj B, Karunanithi R, Panicker TM, Korath MP, Jagadeesan K. 2009. J Med Phys. 34(1): 43- 7
7. Bell AL, Cavorsi J. 2008. Phys Ther. 88(12):1517- 24
8. Bellet JS. 2010. Diagnosis and treatment of primary focal hyperhidrosis in children and adolescents. Semin Cutan Med Surg. 29(2): 121- 6
9. Bengisun U, Tagil SM, Elhan A. 2003. Accessibility of calf perforating veins from the superficial posterior compartment: an anatomic dissection study. Eur J Vasc Endovasc Surg. 25; 552- 555
10. Blum K, Chen AL, Chen TJ, Downs BW, Braverman ER, Kerner M, Savarimuthu S, Bajaj A, Madigan M, Blum SH, Reinl G, Giordano J, Dinubile N. 2010. Cases J. 10; 3: 54



- 11.Bozkurt AK, Demirkılıç U, Topçuoğlu Ş, Gürbüz A, Yazıcıoğlu L, Küçüker ŞA ve ark. 2008. Türk Kalp Damar Cerrahisi Derneği. Periferik Arter ve Ven Hastalıkları Tedavi Klavuzu. Öncü Basımevi. Ankara.
- 12.Browse NL. 1983. Br Med J (Clin Res Ed). 18; 286(6382): 1920- 2
- 13.Cardinal M, Phillips T, Eisenbud DE, Harding K, Mansbridge J, Armstrong DG. 2009. BMC Dermatol. 31; 9: 2
- 14.Carter CJ. 1994. The natural history and epidemiology of venous thrombosis. Prog Cardiovasc dis. 36: 423- 38
- 15.Cantürk T. 2008. Ter bezi hastalıkları. Dermatoloji. Ed. Tüzün Y,Gürer MA, Serdaroğlu S, Oğuz O, Aksungur VL. İstanbul Nobel Tıp Kitapevleri
- 16.Chan LS, Lo JL, Kumana CR, Cheung BM. 2013. Hong Kong Med J. 19(2): 109- 15
- 17.Chatterjee SS. 2012. Indian J Plast Surg. 45(2): 266- 74
- 18.Cheung BM, Chan LS, Lauder IJ, Kumana CR. 2012. Hong Kong Med J. 18 Suppl 3: 31- 4
- 19.Clark RP, Stothers JK. 1980. J Physiol. 302: 323- 33
- 20.Crăiniceanu Z, Olariu S, Bloancă V, Farca I, Bodog F, Matusz P, Bratu T. 2013. Chirurgia (Bucur). 108(1): 112- 5
- 21.Crişan S, Vesa S, Pestrea C, Herghea D, Vornicescu D, Chirilă M, Crişan IM. 2010. Med Ultrason. 12(2): 114- 9
- 22.Cooke E.D, Pilcher M.F. 1973. British Medical Journal, Thermography in Diagnosis of Deep Venous Thrombosis, 2, 523-526
- 23.Cooper WJ, Groce III J. 2001. Advances in the diagnosis and treatment of deep venous thrombosis and pulmoner embolism; 16: 7- 17

- 24.Davies AH, Lees TA. 2009. Venous Disease Simplified. Arıncı H. (Çev ed). Venöz Hastalıklara Temel Yaklaşım, Birinci Baskı, İstanbul, Zeta Yayıncılık.
- 25.Decousus H, Epinat M, Guillot K, Quenet S, Boissier C, Tardy B. 2003. Superficial vein thrombosis: risk factors, diagnosis, and treatment. *Curr Opin Pulm Med*:393- 397
- 26.Demir M. 2003. Dahili Hastalıklar grubunda venöz tromboembolizm oluşumunun engellenmesi. *Prospect*: 5(2); 34- 38
- 27.Demirkılıç U, Doğancı S., 2007.Varis tedavisinde cerrahi yöntemler. Edit., A. Kürşat Bozkurt, Mehmet Yıldırım. Kronik Venöz Yetersizlik, İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fakültesi yayınları, s,121-134
- 28.Devecioğlu Ö, DüNDAR S, Demir M, Karadoğan İ. 2004. Tromboz El Kitabı. Türk Hematoloji Derneği Yayınları, Ankara.
- 29.“Different regions in the infrared” <http://en.wikipedia.org/wiki/Infraredimaging>
- 30.Drake RL, Vogl W, Mitchell AD. 2006. Tıp Fakültesi Öğrencileri için Anatomi, Çeviri Editörü: M. Yıldırım, Güneş Kitabevi, Ankara,
- 31.Dumville JC, Worthy G, Soares MO, Bland JM, Cullum N, Dowson C, Iglesias C, McCaughan D, Mitchell JL, Nelson EA, Torgerson DJ. 2009. VenUS II team. *Health Technol Assess*. 13(55): 1- 182
- 32.Erdoğan B. 2007. Meme kanseri tanısında kızıl ötesi görüntüleme yöntemi. Uzmanlık tezi. s 4- 9
- 33.Falk VI, Walther TI, Kitzinger H, Rauch T, Autschbach R, Mohr FW. 1998. An Experimental Approach to Quantitative Thermal Coronary Angiography. *Thorac Cardiovasc Surg*. 46; 25- 27
- 34.Faundez-Zanuy, M. And Mekyska, J. 2011. ”On the Focusing of thermal images”, *Pattern Recognition Letters*. 1548- 1557

- 35.F.J. I.Fowkes, J.F. Price and F.G.R. Fowkes. 2003. Incidence of Diagnosed Deep Vein Thrombosis In the General Population: Systematic Review. Eur J Vasc Endovasc Surg. 25(1) 1- 5
- 36.Franco JA, Kovaleski B, Vanags K, Schrier M. 1974. West J Med. 120(5): 419-20
- 37.Franzeck UK, Haselbach P, Speiser D, Bollinger A. 1993. Yale J Biol Med. 66(1): 37- 46
- 38.Gazerani P, Arendt-Nielsen L. 2011. Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol. 3 (3): 202- 9
- 39.Gerotziafas GT, Samama MM. 2004. Curr Opin Pulm Med. Prophylaxis of venous thromboembolism in medical patients. 10: 356-365.
- 40.Gul KM, Ahmadi N, Wang Z, Jamieson C, Nasir K, Metcalfe R, Hecht HS, Hartley CJ, Naghavi M. 2009. Vasc Med. 14(2): 143- 8
- 41.Harding KG, Morris HL, Patel GK. 2002. BMJ. 324(7330): 160- 3
- 42.Hay AD, Peters TJ, Wilson A, Fahey T. 2004. Br J Gen Pract. 54(503): 448-50
- 43.Herman C, Cetingul MP. 2011. J Vis Exp. 5; (51)
- 44.Herry CL, Frize M. 2004. Biomed Eng Online. 3(1):19
- 45.Ho WK, Hankey GJ, Lee CH, Eikelboom JW. 2005. Venous thromboembolism: diagnosis and management of deep venous thrombosis. MJA 2005; 182; 476- 481
- 46.Hull RD, Raskob GE, Rosenbloom D, Panju AA, Brilledwards P, Ginsberg JS, et al. 1990. Heparin for 5 days as compared with 10 days in the initial treatment of proximal venous thrombosis. N Engl J Med;322:1260-4

- 47.Hurnik. JF, De Boer. S, Webster. A.B. 1984. "Detaction of health disorder in dairy cattle utizing e thermal infrared scanning technique". J Anim. Sci., 64: 1071-1073
- 48.Kahn SR. 2010.Hematology Am Soc Hematol Educ Program. 216- 20
- 49.Kearon C, Kahn SR, Agnelli G, et al. 2008. Antithrombotic Theraphy for Venous Tromboembolic Disease. American College of Chest Physicians Evidence Based Clinical Practice Guidelines: 133; 454- 545
- 50.Kelechi TJ, Mueller M, Zapka JG, King DE. 2011. J Adv Nurs. 67(11): 2337- 49
- 51.Kenney WL, Munce TA. 2003. Aging and human temparature regulation. J Appl Physiol 95: 2598
- 52.Khanna AK, Singh S. 2011. Thrombosis. 2012;2 012: 520604
- 53.Klein SJ, Vedantham S. 2012. Semin Intervent Radiol. 29(1): 23- 8
- 54.Köksal C, Alsalehi S, Kocamanz Ö, Sungur H. 2010. Kronik venöz yetmezlik tedavisi. Koşuyolu Kalp Dergisi. 13(2), 28-33
- 55.Kurtoğlu M. 2010. Long-term efficacy and safety of once-daily enoxaparin plus warfarin fort he outpatient ambulatory treatment of lower-limnd deep vein trombosis in the trombotek trial. Journal of Vascular Surgery. Aug 21
- 56.Laino L, Di Carlo A. 2010. Eur J Dermatol. 20(2): 175- 80
- 57.Lascasas- Porto CL, Milhomens AL, Virgini-Magalhães CE, Fernandes FF, Sicuro FL, Bouskela E. 2008. Microvasc Res. 76(1): 66- 72
- 58.Lindhagen A, Bergqvist D, Hallböök T, Lindroth B. 1982. Br Med J (Clin Res Ed). 284(6332): 1825- 6
- 59.Liu S, Bluemke DA. 2009. Int J Cardiovasc Imaging. 25(8): 867-8

60.Liu YC, Margolis DJ, Isseroff RR. 2011. J Invest Dermatol. 131(4): 818-2728

61.Lloyd, J. M. 1975. Thermal Imaging Systems, Plenum Press

62.LP Gartner, JL Hiatt. 2007. Color Textbook of Histology, 3th Edition. Elsevier Saunders, Philadelphia

63.Marchiori A, Verlato F, Sabbion P, Camporese G, Rosso F, Mosena L, Andreozzi GM, Prandoni P. 2002. Haematologica. 87(5): 523- 7

64.Martin C. Viviani X, Saux P, Gouin F. 1999. Upper-extremity deep vein thrombosis after central venous catheterization via the axillary vein. Crit Care Med. 27: 2626- 9

65.Mattar EH. 2011. Indian J Dermatol. 56(1): 19- 24

66.Maze MJ, Skea S, Pithie A, Metcalf S, Pearson JF, Chambers ST. 2013. BMC Infect Dis. 13: 141

67.Meissner MH, Gloviczki P, Bergan J, et al. 2007. Primary chronic venous disorders. J Vasc Surg; 46: 54- 67

68.Mercer JB, Nielsen SP, Hoffmann G. 2008. Ger Med Sci. 6: Doc11.

69.MH Ross,W Pawlina. 2011. Histology a Text and Atlas, 6th Edition. Wolters Kluwer, Lippincott Williams&Wilkins, London

70. Mike. R, Dunbar. M.S et al. 2009. Use of infrared thermography to detect thermographic changes in mule deer (*Odocoileus hemionus*) experimentally infected with foot and mouth disease. Journal of Zoo and Wildlife Medicine. 40(2): 296–301,

71.Modern İlaç Rehberi. 2012. Medical Tribüne Yayıncılık. Ankara.

- 72.Moran,M. J., and H.N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, John Wiley and Sons Inc., 2004
- 73.Morano J, Raju S. 1990. Chronic venous insufficiency: assessment with descending venography. Radiology. 174(2), 441-444
- 74.Morrison SF. 2004. Central pathways controlling Brown adipose tissue thermogenesis. News Physiol Sci. 19: 67
- 75.Myers DD. 2012. Expert Rev Cardiovasc Ther. 10(7): 839- 41.
- 76.Nael R, Rathbun S. 2009. Treatment of varicose veins. Curr Treat Options Cardiovasc Med.11: 91-103
- 77.Ng DK, Chan CH, Chow PY, Kwok KL. 2004. Br J Gen Pract. 54(508): 869
- 78.Norheim AJ, Mercer J. 2011. Tidsskr Nor Laegeforen. 131(18): 1758- 9
- 79.Oyar O, Gülsoy U. 2003. Tıbbi görüntüleme fiziği. İnan Basımevi. İzmir; 197-218
- 80.Padberg FT Jr. 2005. CEAP classification for chronic venous disease. Dis Mon;51; 176- 182
- 81.Patil KD, Williams JR, Williams KL. 1970. Br Med J. 1(5690): 195- 7
- 82.Petherick ES, Cullum NA, Pickett KE. 2013. PLoS One. 8(3): e58948
- 83.Prandoni P, Bernardi E, Marchiori A, Lensing AW, Prins MH, Villalta S, Bagatella P, Sartor D, Piccioli A, Simioni P, Pagnan A, Girolami A. 2004. BMJ. 329(7464): 484- 5
- 84.Prasał M, Sawicka KM, Wysokiński A. 2010. Kardiol Pol. 68(9): 1052- 6
- 85.O'Meara S, Tierney J, Cullum N, Bland JM, Franks PJ, Mole T, Scriven M. 2009. BMJ. 338: b1344

- 86.Ramelat A.A, Boisseau M.R, Allegra C. Venous-active drugs in the management of chronic venous disease. An international consensus statement: current medical position, prospective views and final resolution. *Clin. Hemorheol. Microcirc.* 33(4), 309–319.
- 87.Roaldsen KS, Biguet G, Elfving B. 2011. *Clin Rehabil.* 25(3): 275- 86
- 88.Robicsek F, Master TN, Svenson RH. 1978. Thermographic study of coronary blood flow through saphenous veins grafts. 84 pp. 858- 864
- 89.Rolfe MW, Solomon DA. 1999. Lower extremity venography: still the gold standard. *Clin Pract*;59;1195- 1203
- 90.Rosales A, Slagsvold CE, Jørgensen JJ, Sandbaek G. 2009. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 129(22): 2378- 80
- 91.Rosen T, Chang B, Kaufman M, Soderman M, Riley DC. 2012. *Crit Ultrasound J.* 16; 4(1): 4
- 92.Rowen M, Dorsey TJ, Hepps SA. 1973. *Calif Med.* 118(2): 18- 23
- 93.Ruckley CV, Bradbury AW, Stuart W. 1997. *BMJ.* 19; 315(7101): 189
- 94.Sakakibara Y, Shigeta O, Ishikawa S, Hiramatsu Y, Jikuya T, Onizuka M, et al. . 1999. Upper extremity vein thrombosis: Etiologic categories; precipitating causes, and management *Anjiology.* 50: 547- 53
- 95.Samková A, Lejhancová K, Hak J, Lukes A. 2012. *Acta Medica (Hradec Kralove).* 55(2): 78- 82
- 96.Saseedharan S, Bhargava S. 2012. *Int J Crit Illn Inj Sci.*2(1) 21- 6
- 97.Schmidt WD, Liebold K, Fassler D, Wollina U. 2001. *J Invest Dermatol.* 116(4): 531- 5

98. Shabbo FP, Rees GM. 1982. Thermography in assessing coronary artery saphenous graft patency and blood flow. *Cardiovasc Research*. 16pp. 158- 162
99. Shuran M, Nelson RA. 1991. *Am J Clin Nutr*. 53(6): 1361- 7
100. Skene AI, Smith JM, Doré CJ, Charlett A, Lewis JD. *BMJ*. 1992 Nov 7; 305(6862): 1119-21.
101. Sloan JB, Soltani K. 1986. Iontophoresis in dermatology. *J Am Acad Dermatol*; 15: 671- 84
102. Spencer FA, Emery C, Lessard D, Goldberg RJ. 2007. Worcester Venous Thromboembolism Study. *Am J Med*. 120(8): 678- 84
103. Steins A, Hahn M, Jünger M. 2001. *Clin Hemorheol Microcirc*. 24(3): 147- 53
104. Susam. M. 2005. "Koronar arter cerrahisinde termal görüntüleme kullanarak greft değerlendirilmesi" uzmanlık tezi, 9-13
105. Susam M, Sönmez B, Öztürk C, Aksel B, Tükenmez F. 2002. Termal görüntüleme ile kardiyak perfüzyon ölçümü. *Biyomut 2002 resmi bildirgesi*, pp 7-12
106. Sundqvist SB, Hedner U, Kullenberg HK, Bergentz SE. 1981. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 25; 283(6286): 265-7
107. Suzuki T, Wada K, Wada Y, Kagitani H, Arioka T, Maeda K, Kida K. *Tohoku J. 2010. Exp Med*. 222(2): 89- 95
108. Takatsu H, Fujiwara H. 1999. *J Nucl Med*. 40(12): 2036- 7
109. Taylor J. 2011. *Eur Heart J*. 32(7): 780- 1
110. Tokoro S, Satoh T, Okubo Y, Igawa K, Yokozeki H. 2009. *Acta Derm Venereol*. 89(5): 505- 8



- 111.Tünerir B, Şenel M, Beşoğul Y, Sevin B, Kural T, Aslan R. 1998. Akut derin ven trombozunun başlangıç tedavisinde streptokinaz ve heparinin karşılaştırılması. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi;6:240-8
- 112.Türk Kalp Damar Cerrahisi Derneği Periferik Arter ve Ven Hastalıkları Tedavi Klavuzu Ankara, Öncü Basımevi, 2008, 97-123.
- 113.Ugail H, Wilson MJ. 2005. Theor Biol Med Model. 3; 2: 28
- 114.Uhi JF, Gillot C. 2007. Embryology and three-dimensional anatomy of the superficial venous system of the lower limbs. Phlebology. 28: 18- 24
- 115.Van der Wall EE, Schuijf JD, Bax JJ, Jukema JW, Schaliş MJ. 2010.Int J Cardiovasc Imaging. 26(2): 249- 52
- 116.Van Son JAM, Falk V, Diegeler A, Mohr FW. 1997. Thermal coronary angiography for intraoperative patency control of coronary arteries in congenital heart defekts. Ann Thorac Surg. 64: 1499- 1500
- 117.Verheye S, De Meyer GR, Krams R, Kockx MM, Van Damme LC, Mousavi Gourabi B, Knaapen MW, Van Langenhove G, Serruys PW. 2004. Eur Heart J. 25(2): 158- 65
- 118.Wakefield TW, Henke PK. 2010. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 30(12): 2337- 8
- 119.Webster H. L,Quirante C.G. 2000. Micro-flowcell conductometric sweat analysis for cytic fibrosis diagnosis. Ann Clin Biochem. 37, 399-407
- 120.Wells PS, Anderson DR, Bormanis J, et al. 1993. Strain gauge pletysmography fort he detection of venous thrombosis, J Biomed Eng. 15: 135- 9
- 121.Wilkinson JD. 1967. Proc R Soc Med. 69(7): 513- 5

122.Won SH, Lee YK, Suh YS, Koo KH. 2013. Yonsei Med J. 1; 54(3): 801-2

123.Xu RX, Huang K, Qin R, Huang J, Xu JS, Ding L, Gnyawali US, Gordillo GM, Gnyawali SC, Sen CK. 2010. J Vis Exp. 8;(46)

124.Yılmaz S. 1994.Alt Ekstremitte Venöz Sistem Anatomisi ve Ultrasonografi İncelemesi. 27. Ulusal Radyoloji Kongresi Kurs Kitabı sy: 94-100

125.Yukisawa S, Fujiwara Y, Yamamoto Y, Ueno T, Matsueda K, Kohno A, Suenaga M. 2010.Br J Radiol. 83(994): 850- 3

126.Zierler BK. 2004. Circulation. 30; 109(12 Suppl 1): I9- 14