

T1218

T.C.

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi

Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Anabilim Dalı

# DERİ FLEBİ İSKEMİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE BİOELEKTRİKSEL EMPEDANSMETRE ÖLÇÜMLERİ

T1218/1-1

Uzmanlık Tezi

**Dr.Kemal İSLAMOĞLU**

Öğretim Üyesi

**Prof. Dr. H. Ege Özgentaş**

Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Anabilim Dalı Başkanı

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
Merkez Kütüphanesi

Antalya 1998

**Tezinden kaynakça gösterilerek yararlanılabilir.**

## TEŐEKKÜR

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakóltesi Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Anabilim Dalı' nın ilk araştırma görevlisi ve yetiştirdiği ilk uzmanı olmanın onuru ile,

Uzmanlık eğitimimi doğrudan kendisinden alma şansına sahip olduğum gerek eğitimimde gerekse tezimde çok büyük emeği geğen Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. H. Ege Özgentaş' a,

Tezimde kullanmış olduğum bioelektriksel empedansmetre cihazının hazırlanmasını sağlayan Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakóltesi Biyofizik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Piraye Yargıçoğlu ile Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Elektronik Bölümü Öğretim Görevlisi Erhan şahin' e,

İbn - i Sina Cerrahi Araştırma Ünitesi' nin olanaklarından yararlanmamı sağlayan Fiziyojoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Gülsen Öner ile tezimin deneysel kısmında büyük yardımları dokunan teknisyen Erol Nizamoğlu' na,  
teşekkürü bir borę bilirim.

Dr. Kemal İşlamoğlu

## İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
MATERYAL VE METOD.....	14
BULGULAR.....	21
İSTATİSTİKSEL BULGULAR.....	33
TARTIŞMA .....	48
SONUÇ .....	53
ÖZET.....	54
KAYNAKLAR .....	56

## GİRİŞ VE AMAÇ

Travma, geniş tümör rezeksiyonu veya ciddi yanıklar nedeniyle meydana gelen yumuşak doku defektlerinin kapatılması plastik cerrahinin ana uğraşı alanlarından biridir. Bu defektlerin kapatılmasında tercih edilen bir yöntem olan deri flepleri her zaman arzu edilen bir şekilde iyileşmeyebilir.

Flebin iskemide olup olmadığı veya nekroza gidip gitmeyeceğini önceden anlayabilmek amacıyla pek çok yöntem tanımlanmıştır. Örneğin, peroperatuar yara kenarlarında kanama olmaması veya flepde renk değişikliği gibi bulgular iskemi ve nekroz lehine kabul edilir. Ancak, bu bulgularla kesin bir yargıya varmak mümkün değildir. Çünkü, geçici vazospazm, geçici venöz dönüş bozukluğu gibi nedenlerle başlangıçta yara kenarlarından kanama olmasa veya flep rengi koyulaşsa bile sonradan bu durumun düzeldiği görülebilmektedir. Bunun aksine bazen flep rengi ve yara kenarlarının kanlanması başlangıçta iyi olsa da sonradan hematom ve dıştan bası gibi nedenlerle beslenmesi bozulmakta ve iskemiye girmektedir. Iskemiye ve yine flep prognozunu takip etmek açısından inspeksiyon dışında objektif ölçüm kriterleri gereklidir.

Klasik olarak deri flebinin canlılığını ölçmek için IV florosein testi, Doppler flowmetre, radyoizotoplar, atropin absorpsiyonu, fotopletismografi, termografi, histamin ve salin kabarcık testleri, PO<sub>2</sub> / PCO<sub>2</sub> ölçümü denenmiş yöntemlerdir. Ancak bu testlerin bazılarında doğru sonuç alınamamaktadır (1). Bazı testler ise hem çok pahalı olup hem de klinikte rutin olarak kullanıma olanağı yoktur. Kimi testleri yorumlamak için özel eğitim gereklidir.

Bu çalışmanın amacı bioelektriksel empedans ölçümlerinin deri fleplerinin canlılığını saptamakta kullanılıp kullanılmayacağını araştırmaktır. Bioelektriksel empedans, dokuların alternatif akımın geçişine karşı gösterdiği direnme demektir (2). Güvenli, non-invasive, hızlı, taşınabilir, pahalı olmayan, kullanımı kolay bir tekniktir (3). İlk olarak 1962' de Thomasset tarafından vücut bileşenlerinin ölçümü için geliştirilmiş yeni sayılabilen bir metottur. Daha sonraları ise, tüm vücut için yapılan ölçümler yanısıra daha küçük segmentlerdeki empedans farklılıklarına bakılmaya başlanmıştır. Ancak, iskemide olan ve nekroza gideceği önceden bilinen deri flebi modelindeki empedans değişikliklerini gösteren bir çalışma mevcut değildir.

Bu çalışmada deri flebinin canlılığını ölçmek amacıyla bioelektriksel empedans ölçümleri kullanılmıştır. Ratlarda tanımlanmış, MacFarlane deri flebi modeli üzerinde bioelektriksel empedans ölçümleri yapılmıştır (4). Bu flebin distal yarısının

her zaman nekroza gittiği bilindiğinden distal kısımlardaki bioelektriksel empedans değerleri ile proksimal kısımlardaki bioelektriksel empedans değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır.

## GENEL BİLGİLER

Flep perfüzyonunu monitorize edebilmek komplikasyonların önlenmesi, tanınması ve tedavisi için çok büyük önem taşır. Bu amaçla çok sayıda test kullanıma sunulmuş olsa da bunların gösterebilecekleri maksimum yararı ve yetersiz kalabildikleri noktaları iyi değerlendirmek gereklidir. Bu değerlendirmeyi yaparken pek çok faktör dikkate alınmalıdır (1):

1. Test hangi amaca yöneliktir? ( Klinik mi, deneysel mi?)
2. Tüm flebin dolaşımı hakkında fikir sahibi olabilmek için tek bir noktayı test etmek yeterli midir? Bu değerlendirme için çok sayıda noktanın test edilmesine gerek var mıdır? Free fleplerde tek noktayı test ederek fikir sahibi olunurken, lokal fleplerde çok sayıda saha araştırılmalıdır.
3. Testin yapılması ne kadar zaman alır, tekrarlanabilir mi, kan akımındaki değişimleri ne kadar zamanda saptayabilir? Bazı testler hemen sonuç verirken, bazıları dakikalar ve hatta saatler sonra sonuç verirler. Belli testler birden fazla tekrarlanamazlar. Bir grup test ise vasküler perfüzyondaki değişiklikleri saatler sonra gösterir.
4. Test, flebi aralıklı olarak mı, sürekli olarak mı monitorize edecektir?
5. Ölçüm tekniği gömülü free fleplerde kullanılabilir mi?

### Öznel Testler

Burada belirtilen testler deneyimli cerrahlar tarafından kullanılan iskemi test etme yöntemleridir :

1. Renk: Dış görünüş itibariyle pembe renkli bir flepde dolaşımın iyi olduğu düşünülür. Bunun aksine koyu renkli bir flepde ise dolaşımda bir sorun var demektir. Ancak, vücutta güneş gören ve görmeyen yerler arasındaki fark nedeniyle solukluğa bakarak arterial yetmezliğe karar vermek güçtür. Flep rengi koyulaştığı zaman ise (mavi yönde) ciddi iskemi veya venöz dönüş sorunu vardır ve bu aşamadan sonra flebin prognozunu değiştirmek güçtür.
2. Kapiller Beyazlaşma : Bu testte dokuya kısa süre bası uygulanır. Kanlanması iyi olan dokularda, bası kaldırılınca bası nedeniyle dokudan kan boşaltılmış olduğu için önce bir beyazlaşma, bunu takiben de süratli bir pembeleşme izlenir. Yaygın olarak kullanılan bu fenomen vücuttan ayrılmış bir free flepde de izlenebilir. Soluk bir deride bu fenomeni takip etmek güçtür.
3. Isı: Doğrudan flep palpe edilerek ısısının vücut ısısına göre kıyaslanması yapılır. Ancak, flep dolaşımı iyi olmadığı durumlarda bazen bir süre çevre dokuların etki-

siyle ısı iyi olarak saptanabilir. Bunun tersi olarak çevre ısının düşüklüğü dolaşımı iyi olan bir flebe yansıyarak flebin düşük ısıda palpe edilmesine neden olabilir. Bu nedenle bu yöntem güvenilir değildir.

4. Yara Kenarından Kanama: Bu testte flebin dermal düzeyinde kanama olup olmadığı araştırılır. Kanamanın olması dolaşımın iyi olduğunu gösterir. Arterial spazm olduğu durumlarda bu test yanıltıcı olabilir.

### Nesnel Testler

1. Metabolik Testler: *Doku pH' sı*: Deriye bir elektrod konularak pH sürekli monitörizasyonla izlenir (Glinz and Clodius,1972) . *Transkutanöz pO<sub>2</sub>*: Deriye yüzeyine konulan elektrodla O<sub>2</sub> sürekli takip edilir.(Serafin ve ark.1981) . İki tekniğin de dezavantajı masraflı olmalarıdır. Başlangıçta transkutanöz pO<sub>2</sub> ölçüm yöntemi çok hayranlık uyandırmışsa da günümüzde nadiren kullanılmaktadır. Doku pH ölçümleri ise doku altına aktarılan (gömülü) serbest fleplerde kullanılmaktadır.
2. Fotoelektrik Test: Bu amaçla iki tür Doppler kullanılmaktadır. 1) *Ultrason Doppler* geniş çaplı subkutan pulsatile arterlerin ses dalgalarını yakalar. 2)*Lazer Doppler (LD)* sestem çok ışığın frekans değişmelerini tespit eder.Lazer Doppler oftalmolojide göziçi kan akımını ölçmek için kullanılır. Noninvasiv olmasına karşın pahalıdır. Değerlendirme için özel eğitim ve deneyim gerektirir.

*Fotopletismografi*: 1940' lardan bu yana kullanılmaktadır. Deri tarafından absorbe edilen ışık miktarındaki değişiklikleri saptayarak sıvı volümü hakkında bilgi verir. Lazer Doppler gibi 1.5 mm derinlikteki ölçümleri yapabilir. Değerlendirme için özel eğitim ve deneyim gerektirir.

3. Sıcaklık Testleri: Yüzey sıcaklığı ölçümü, diferansiyal termometre, temperature clearance ve termography gibi değişik teknikler vardır. Sıcaklık termistor veya termocouple gibi problarla ölçülebilir. Termocouple daha hassastır. Bu yöntemle elde edilen görüntülerin yorumlanması deneyim gerektirir.
4. Vital Boyama: Fluorescein, Disulphine Blue ve vital yeşil gibi boyalar yeterli kanlanan dokularda tutulmaktadır. Sistemik olarak verilen fluoresceini tutulumu Wood lambası altında incelenmektedir. Kanlanması iyi olan dokular fluoresceini tuttukları için Wood lambası altında floresans refle vermekte, kanlanmanın kötü olduğu sahalarda bu refle görülmemektedir. Yanlış negatif veya pozitif sonuçlar verebilir ve tekrarlanması ancak 8 saat sonra yapılabilir. Az sayıda görülen anafilaksi olguları bildirilmiştir

### 5. Kantitatif Testler:

- Klerens Testi: Radyoaktif madde olarak Xe133, Na22, Kr85 ve Tc99, radyoaktif olmayan madde olarak hidrojen iyonu kullanılır. Küçük miktarda madde intradermal olarak enjekte edilir ve bu maddenin flep tarafından ne kadarının uzaklaştırıldığı ölçülür. Hidrojen iyonu ise gaz olarak inhale ettirildikten sonra flepdeki aktivitesi izlenir.
- Radyoaktif Mikrosferler: Klerens testine benzer şekilde radyoaktif mikrosferler (15 µm) deneysel ortamda hayvanın sol ventrikülüne verilir. Dokularda radyoaktivite ölçülerek kan akım hızı hakkında fikir sahibi olunabilir. Bu test üç kez tekrarlanabilir. Periferik embolizasyon yapabilir. Deneysel olarak kullanılır.
- Elektromagnetik Flowmetre: Sadece deneysel çalışmalarda kullanılmaktadır. Bir damarın lümeninin etrafında oluşan elektromagnetik saha prob ile ölçülür. Damardaki akım, elektromagnetik alanla etkileşime girer ve bu etkileşim prob tarafından akım olarak ölçülür.

6. Diğer Testler: Vital kapiller mikroskopi, mikroanjiyografi, hücrelerarası sıvı basıncı ölçümü henüz geliştirme aşamasında olan tekniklerdir.

Halen kullanımda olan testlerin özellikleriyle ilgili toplu bilgiler tablo 1' de sunulmuştur. Bu çalışmada güvenli, ucuz, taşınabilen, tekrarlanabilen ölçümlere izin veren, flebin tüm sahalarında ölçüm yapabilen bioelektriksel empedansmetre tekniği kullanılmıştır.

Bioelektriksel empedans , dokuların alternatif akımın geçişine karşı gösterdiği direnme demektir . Empedansı ölçülmek istenen dokuya iki ayrı nokta arasından sinuzoidal bir akım uygulanır ve bu iki nokta arasında oluşan voltaj farkı ölçülür. Bu fark (bioelektriksel empedans) dokunun iyonik yapısı ve hücre konsantrasyonu ile yakından ilişkilidir. Bioelektriksel empedans ölçülürken 3 ayrı dirençle karşılaşılır:

( Resim 1)

1. Birinci elektrod ile bunun saplandığı doku arasındaki direnç ( Geçiş empedansı)
2. İki elektrod arasında kalan doku kitlesinin direnci
3. İkinci elektrod ile bunun saplandığı doku arasındaki direnç ( Geçiş empedansı)

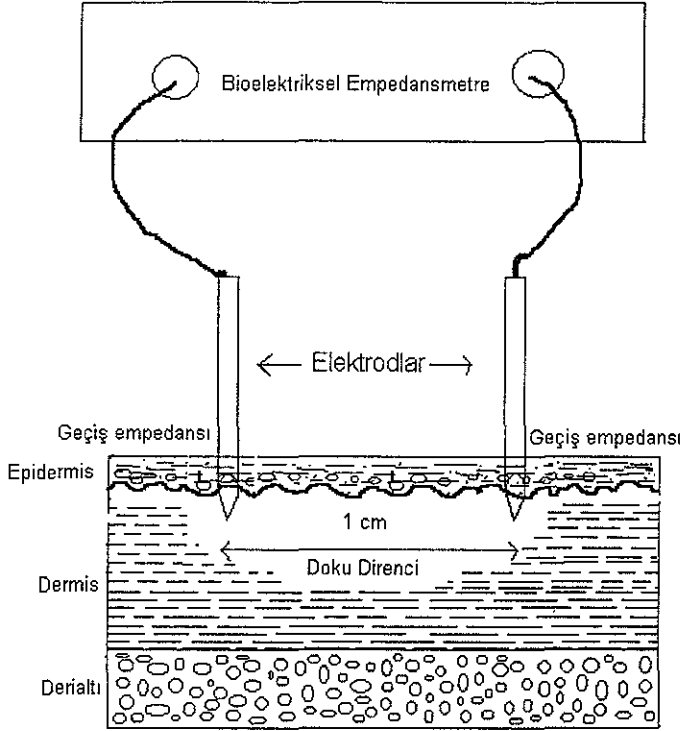
Kullanılan elektrodun özelliklerine bağlı olarak elektrod-doku geçiş empedansı, doku empedansından daha büyük olur. Ölçülen bioelektriksel empedans elektrod-doku, doku ve doku-elektrod empedansının bir toplamıdır (5).

TABLO 1 Flep Dolaşımını Gösteren Testler

Test	Uygulama Alanı	Kullanıldığı Yerler	Uygulama Sayısı	Tekrarlanabilirlik	Uygulanma Süresi	Yorum
Renk	Klinik	Deri flepleri I&E	Sonsuz	Sonsuz	Hemen	Güvenilir değil
Kapiller refill	Klinik	Deri flepleri I&E	Sonsuz	Sonsuz	Hemen	Az güvenilir + deneyim ister
Isı	Klinik	Deri flepleri I&E	Sonsuz	Sonsuz	Saniyeler	Subjektif bir test
Kanama	Klinik	Deri ve kas flepleri E	Sonsuz	Sonsuz	Saniyeler	Kesin değil
pH	Klinik ve deneysel	Deri ve gömülü flepler I&E	Tek saha	Sonsuz	Dakikalar	Güvenilir değil
pO <sub>2</sub>	Klinik ve deneysel	Deri flepleri E	Tek saha	Sonsuz	20-30 dakika	Güvenilir değil
Laser Doppler	Klinik ve deneysel	Deri ve buri-ed flepler I&E	Tek saha	Sonsuz	Sürekli	Axial flepler için çok uygun ,ama random paternliler için değil
Photoplethysmagraphy	Klinik	Deri flepleri I&E	Tek saha	Sonsuz	Dakikalar	Güvenilir değil
Yüzey ısı ölçümü	Klinik ve deneysel	Deri flepleri E	Çok saha	Sonsuz	Dakikalar	Yorumlamak çok zor
Fluorescein	Klinik ve deneysel	Deri flepleri I&E	Tüm flep	8 saatte bir	30 dakika	Yanlış - veya + sonuçlar verir. Anafilaksi yapabilir.
Radyoaktif clearance	Klinik ve deneysel	Deri ve buri-ed flepler I&E	Tek saha	8 saatte bir	30 - 60 dakika	Cihaz ve ekipman gerektirir.
Radyoaktif microspheres	Deneysel	Tüm fleplerde I&E	Sonsuz	3 kez	Saatler	Data analizi saatler sürer
Electromagnetik Flowmetre	Deneysel	Tüm ada fleplerde E	Tek saha	Sonsuz	Sürekli	Total flep akımını gösterse de nutritiv akımı belirtmez.
Atropin absorpsiyonu	Klinik ve deneysel	Tüm fleplerde I&E	Sınırlı	Çok az	Hemen	Taşikardi tehlikeli olabilir

I : Flep içi yetersizlik

E: Flep dışı komplikasyonlar (1)



Resim 1: Bioelektriksel empedans, her iki elektroda ait geçiş empedanslarıyla dokunun kendi empedansının toplamıdır.

Elektrod - doku geçiş empedansı akımın frekansı arttıkça azalmaktadır. Empe-  
dans intraselüler sıvı ve elektrolitten zengin dokularda dūřuk, yaę dokusunda ise  
yūksektir (6)

Biyolojik dokular iletken, yarı iletken veya dielektrik (Insulators= Yalıtkan) ola-  
rak sınıflanabilirler. Elektriksel ileti iyonik tiptedir ve çeşitli baz, asid, tuz ve bunların  
konsantrasyonu ve ortam ısısı ile ilgilidir. Doku empedansları rezistif ve kapasitif bi-  
leşenlerden meydana gelmektedir. Rezistans alternatif akıma karşı gōsterilen tam di-  
renme demektir. Kapasitans ise doku yūzeyleri ve hūcre zarları tarafından oluřturu-  
lan direnmedir. Tanım olarak bir kapasitor iki veya daha fazla birbirinden bağımsız  
iletken plaklardan oluşur. Bunları ayıran yalıtkan bir materyal vardır ki bu akımı de-  
polar. Vūcutta hūcre zarları teorik olarak kapasitordur. İki tabakalı polar protein-  
ler iletken plakaları, ortadaki fosfolipidler ise yalıtkan materyali oluřturur. Yūksesk  
radyofrekansda biyolojik sistemler tam olarak rezistiftir ve kapasitans sıfıra yaklaşır.  
Dūřuk frekanslarda ise kapasitans artmaya bařlar (7). Rezistif ve kapasitif bileřen-  
leri ayrı ayrı ölçmenin ek bir yarar getirmediği gōsterilmiřtir. Bu nedenle her iki  
bileřenin bir bütūn olarak ölçülmesi yeterlidir.

Bioelektriksel empedans , yaygın olarak metabolizma ve zayıflama merkezle-  
rinde kullanılır (8). Dūřuk düzey frekanslı alternatif akıma karşı, organizmada fre-  
kans bağımlı bir direnme meydana gelir. Yağ içermeyen sıvı ve elektrolit ağırlıklı  
dokular yūksesk iletici özellięe sahiptirler. Bu dokularda dūřuk empedans alınır (9).  
Buna karřın kemik veya yaę içeren dokular iletken deęillerdir. Bunlar yūksesk oranda  
direnç meydana getirirler. Genel olarak dūřuk frekanslarda akım ekstraselüler  
sıvıdan, yūksesk frekanslarda tüm sıvı kompartmanlarından iletilir (10).

Bioelektrik akımın altında yatan prensip şudur: Geometrik olarak isotropik\*  
olan bir iletkenin empedansı iletkenin uzunluğuna, yapısına, kesit alanına ve uy-  
gulanan akımın frekansına bağlıdır (Resim 2) (7). Uygulanan voltajın deri empedansı  
üzerinde artırıcı veya azaltıcı etkisi yoktur (11). Sinyal frekansı ve iletkenin içeriğinin  
sabit olduğu kabul edilirse bioelektriksel empedans iletkenin kesit alanı ve hacmiyle  
ters orantılıdır. Çünkü, kesit alanı veya hacim arttıkça iletimi sağlayacak olan tuz, a-  
sit, baz ve iyonlar da artmakta, dolayısı ile iletim artmakta buna karřılık direnç dūř-  
mektedir. Bioelektriksel empedans aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

\* Isotropik iletken: Akım yoęunluęunun bütūn yönlerde eřit olarak daęıldıęı iletken tipidir.

$$Z = \rho \cdot L / A$$

$$Z = \rho \cdot L^2 / V$$

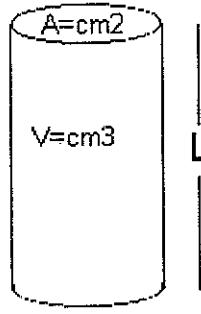
Z: Empedans (Ohm)

$\rho$ : Spesifik direnç ( ohm-cm)

L : Konduktor uzunluğu (cm)

A : Kesit (cm<sup>2</sup>)

V : Hacim (cm<sup>3</sup>)



Resim 2: Geometrik şekilli isotropik bir iletkende empedans uzunlukta ( L ) doğru, kesit alanı (A) ile ters orantılıdır

Ne var ki vücut tam anlamıyla isotropik bir iletken olarak kabul edilmez. Birincisi, kollar, bacaklar ve gövde eşit ve düzgün bir geometrik şekilde değildir. İkincisi, akciğerler ve intramusküler yağ, iletici tüm doğrultularda aynı şekilde ileriye doğru yaymazlar (Anisotropik) Üçüncüsü,  $\rho$  (Spesifik doku direnci) dokunun yapısı, iyon içeriği ve hidrasyon durumuna bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (7).

Bioelektriksel empedans ölçümleri 2 veya 4 elektrod kullanılarak yapılabilir: Buna bipolar veya tetrapolar yaklaşım da denilir (7). Bu ölçümler için kullanılan farklı merkezler tarafından geliştirilmiş farklı cihazlar mevcuttur. Örneğin, The RJL impedance analyzer (RJL systems, Detroit, MI), The Valhalla Instrument (Valhalla Scientific, San Diego, CA).

### Bipolar Yaklaşım

Total vücut sıvısı ve ekstraselüler sıvı hacmini bu yöntemle ilk kez 1962' de Thomasset ölçmüştür. Olgulara intravenöz olarak radiobromid ( Hücre dışı alanda dağılır) ve tritium ( Hücre içi alanda dağılır) verildikten sonra bu dağılım alanlarının yüksek ve düşük frekansdaki bioelektriksel empedans değerleri araştırılmıştır. Elin dorsali ve karşı taraf ayağa subdermal olarak paslanmaz çelik iğne elektrodlar yerleştirilmiştir. 10  $\mu$ A alternatif akım verilerek 1 kHz ve 100 kHz frekanslarda ölçümler yapılmıştır. Düşük frekansda direncin, radiobromidin dağıldığı ekstraselüler alanla korelasyon gösterdiğini bulunmuştur. Yüksek frekansda ise empedans tritiumun dağıldığı tüm vücut sıvıları ile korelasyon göstermiştir. Jenin ve arkadaşları (1975) bu bilgiler ışığında vücut sıvı dağılımını tespit etmişlerdir:

Total Vücut Sıvısı(TBW) = Tritium Dağılım Alanı = Yüksek Frekans

Ekstraselüler Sıvı Volümü(ECF) = Radiobromid Dağılım Alanı = Düşük Frekans

Bu oran 1.3' den büyükse sağlıklı, 1.3 ' den küçükse hastalıklı kişiler tanısına varmışlardır. Ancak, bipolar yaklaşımda iğne elektrodlar kullanılması hastayı irrite ettiği için elektrokimyasal reaksiyonları ve dolayısıyla sonuçları etkileyebilir düşünceyle tetrapolar teknik geliştirilmiştir (10).

### **Tetrapolar Teknik**

Yine bu yöntem de vücut sıvı dağılımı ve ekstraselüler sıvı miktarını hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. En büyük avantajı, yüzey elektrodları kullanmak suretiyle temas empedansını ve doku-elektrod etkileşimini minimize etmesidir. İki elektrod sağ el dorsal yüze, iki elektrod da sol ayak fleksor yüze konulmaktadır. İğne elektrodlar yerine yüzey elektrodları kullanıldığı için hasta irrite olmamaktadır (10).

### **Segmental Teknik**

Smith ve Patterson vücudun segmentlere göre ölçülmesi gerektiğini savunmuşlardır. Böylece, regional veya segmental ölçümlerin mümkün olduğu anlaşılmıştır. Herhangi bir bölgenin iki ucuna elektrod konularak aradaki direnç ölçülmüştür. Bu çalışma vücut sıvılarını ölçmeyen, lokalize bioelektriksel empedans değişikliklerini değerlendiren bir tekniktir (7), (10). En son literatürlerde bioelektriksel empedans ölçümlerinin daha spesifik ve küçük sahalarda kullanılmaya başladığını görmekteyiz.

### **Bioelektriksel Empedans Ölçümleri Güvenilir midir?**

Aynı koşullar altında yapılan bioelektriksel empedans ölçümlerinde küçük sapmalar olabilir. Lukaski 5 gün süreyle 14 erkek gönüllü üzerinde yaptığı çalışmada ölçümlerde 2% ( 0.9 - 3.4 % ) sapma olduğunu bulmuştur (10).

Bioelektriksel empedansın kullanım alanıyla ilgili literatürde saptanan dikkate değer bazı çalışmalar aşağıda sunulmuştur:

Stratum korneumun deriden su kaybına karşı bariyer görevi vardır. Stratum korneum ortadan kaldırılırsa bioelektriksel empedans değerleri düşer. Stratum korneumun rejenere olduğu durumlarda rejenerasyona paralel olarak bioelektriksel empedans değeri artar. Bioelektriksel empedans stratum korneumdaki suyun relatif konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Dolaylı olarak bioelektriksel empedans deri hidrasyonunu da gösterir (12). Ratlarda stratum korneumun bütünlüğü bozulmadığı zaman bioelektriksel empedansın yüksek olduğu, buna karşılık stratum korneumun hasarı durumunda bioelektriksel empedansın belirgin olarak düştüğü saptanmıştır.

Ratlarda oluşturulan açık yarada bioelektriksel empedans düşük iken yara iyileştikçe deri direnci de artar (13).

Ratlar üzerinde post- mortem yapılan bir çalışmada karın duvarının bioelektriksel empedans değerleri ölçülmüştür. Zamanla bioelektriksel empedansın belirgin şekilde düştüğü gösterilmiştir (14). Alt ekstremitte iskemisi olan hastalar üzerinde yapılan ölçümlerde düşük bioelektriksel empedans değerleri elde edilmiştir (15).

Bioelektriksel empedans kistik fibrozisli çocukların total vücut suyu miktarını ölçmek için kullanılmış ve sonuçlar anlamlı olarak bildirilmiştir (16).

Peritoneal dializ uygulanan hastalarda kaybedilen vücut ağırlığının protein olarak değil yağ olarak geri alındığını göstermek amacıyla kullanılmış ve sonuçlar anlamlı olarak bulunmuştur (17).

Bioelektriksel empedans ölçümleri için kullanılan elektrodların sonucu etkileyebileceği, farklı elektrodlarla farklı sonuçların alınabileceği ve çalışmalarda standart elektrodlarla çalışılması gerektiği bildirilmiştir (18), (19).

Ağız içi mukozada yapılan bioelektriksel empedans ölçümlerinde farklı derinliklerde farklı değerlerin bulunduğu gösterilmiştir. Bu nedenle hep aynı düzeyde ölçümler alınmasının önemi belirtilmiştir (20).

Deri ısısının bioempedans üzerine olan etkisi araştırılmış ve sıcakta direncin düşük, soğukta ise yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Bu durum ise sıcak veya soğukta etkilenen kan akımı ile açıklanmıştır (21). Bioelektriksel empedansın ısı değişikliği ile ilişkisinin olmadığını gösteren bazı çalışmalar varsa da bunlar doğru akımla (DC) yapılan çalışmalardır. Bioelektriksel empedansın ölçümünde alternatif akım kullanılmalıdır (22).

İrklar arasında ve hatta aynı kişide bile güneş gören ve görmeyen yerler arasında bioempedans farklılıkları açığa çıkmıştır. Bu fark melanin miktarına bağlanmıştır (23).

Prematür bebeklerde deri matürasyonunu ölçmek için bioempedansmetre kullanılmıştır. Prematür derilerindeki empedans düşük olarak bulunmuş, daha sonra deri matür hale geçtikçe empedans değerleri de yükselmiştir. Bu düşüklük deri kan akımındaki ve total su içeriğindeki fazlalıkla açıklanmıştır (24).

Hepatositlerde reperfüzyon injuriyi araştıran bir çalışmada, bioelektriksel empedansın soğuk iskemiden dolayı açığa çıkan hasarı tesbit etmede güvenilir olduğu bildirilmiştir (25).

Yine karaciğerde bir antioksidan olan glutatyonun reperfüzyon hasarını önlemedeki etkisi araştırılırken bioempedans ölçümlerinden yararlanılmıştır. Karaciğer empedansı ile karaciğer malonyldialdehit ve plazma transaminaz konsantrasyonu arasında korelasyon olduğu sonucuna varılmıştır: İskemide hücre dışı konduktans düşük iken, hücre içi konduktans yüksek bulunmuştur. Glutatyon defekti olan ratlarda intraselüler konduktans artışı bulunması (direnç düşmüş demektir) iskemiyi göstermiştir (26)

Emtestam ve Ollmar ise kontakt dermatitte deride meydana gelen hasarı erken dönemde ve objektif olarak ortaya koyma amacıyla bioelektriksel empedans ölçümleri yapmışlardır. Fizik muayenede gözle saptanamayan deri iritasyonlarını bioelektriksel empedans metre ile saptamışlardır. Sadece bioelektriksel empedans ölçümlerinin tespit edebildiği bu dönemdeki değişikliklerin sadece epidermiste olduğunu ışık mikroskopunda izlemişlerdir (27), (28). Emtestam ve Ollmar başka çalışmalarında deriyi sodium lauryl sulfat ile irrite ederek derideki lezyonun derinliğinin artması ile bioelektriksel empedans değerlerinin değiştiğini bulmuşlardır. Bu yöntemin deri iritasyonunu göstermede hassas olduğunu belirtmişlerdir (29), (30), (31).

Klein ve arkadaşları ratlarda tek taraflı karotis arteri bağlayarak beyin iskemisi yaratmışlardır. İskemik taraftaki beslenme bozukluğunu hemodinamik yöntemle bir saat sonra tespit edebilmişlerdir. Buna karşılık bioelektriksel empedans ölçümü ile 20 dakika sonra normal ve iskemik taraf arasındaki farkı ortaya koyabilmişlerdir. Bu çalışma beyin iskemisinin tespitinde bioelektriksel empedansın hemodinamik yöntemlere göre daha erken tanıya götürdüğünü göstermiştir (32).

Sasaki ve arkadaşları tarafından myokardın iskemisini ölçmek amacıyla bioelektriksel empedans metre kullanılmıştır. Köpekler üzerinde yapılan bu çalışmada ana koronerlerden bir tanesi bağlanarak, o koronerin beslediği sahanın ölçümleri yapılmıştır. 2 saat sonra myokard irreverzibl iskemii fazına girince buna paralel olarak bioelektriksel empedans değeri düşmüştür. (33)

Kolchev ise total sirkulatuar volüm kaybı olan durumlarda koyun ekstremite kasında ne yönde bioelektriksel empedans değişiklikleri olduğunu araştırmıştır. Koyunda karotis arteri açarak total kan volümünü %10 - 30 oranında azaltmıştır. Bu sırada ekstremite kasının bioelektriksel empedans değerlerini takip etmiş ve kasın elektrik iletkenliğinin arttığını (= Empedansın düştüğünü) göstermiştir (34).

Liang ve Norris tarafından yapılan bir çalışmada egzersiz sonrası sporcularda artan kan akımına paralel olarak deri direncinin de arttığı gösterilmiştir (35).

Techneium-99m verilen olgularda dokularda herhangi bir hasarın meydana gelmediği bioelektriksel empedansın kullanımıyla gösterilmiştir (36).

## MATERYAL VE METOD

Bu tez çalışması Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi İbn - i Sina Cerrahi Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırma ağırlıkları ortalama 217 gr olan 27 adet karışık cinsiyette Sprague - Dowley rat üzerinde yapılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2 Deneklerin Cins ve Ağırlıkları

Rat No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ağırlık (gr)	200	220	210	200	210	220	210	210	230	300	210	200	230	230
Cins	D	D	D	D	D	E	D	E	E	D	E	D	D	E

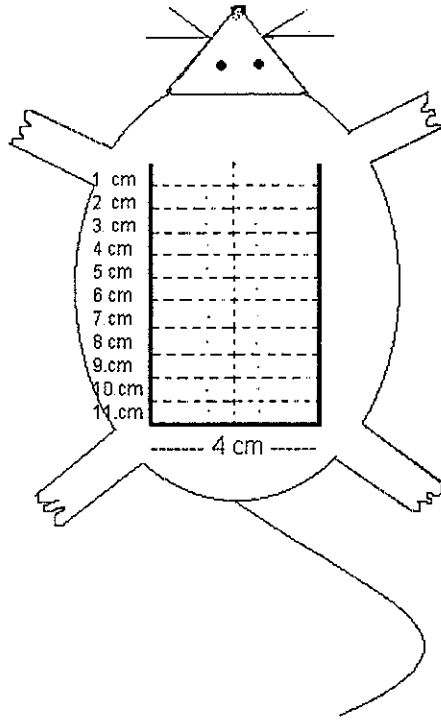
Rat No	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	ORT
Ağırlık (gr)	230	230	200	210	190	200	230	200	200	230	200	230	230	217
Cins	E	D	D	E	E	D	D	D	E	D	D	E	D	

Her hayvanda aşağıdaki standart prosedürler uygulanmıştır:

30 mgr/kg intraperitoneal ketamin anestezisinden sonra ratın sırtı traş edilmiştir. Povidone iod ile başlangıçta sırt derisi temizlenmiş, ancak daha sonra steril teknik uygulanmamıştır. Hayvanın sırtına 11x4 cm boyutlarındaki MacFarlane flebinin çizimi yapılmıştır (4) (Resim 3). Flebin tamamı birer cm aralıklı 11 transvers sahaya ayrılmıştır (Resim 3) Kontrol grubu olarak bu 11 sahanın bioelektriksel empedans ölçümleri yapılmıştır.

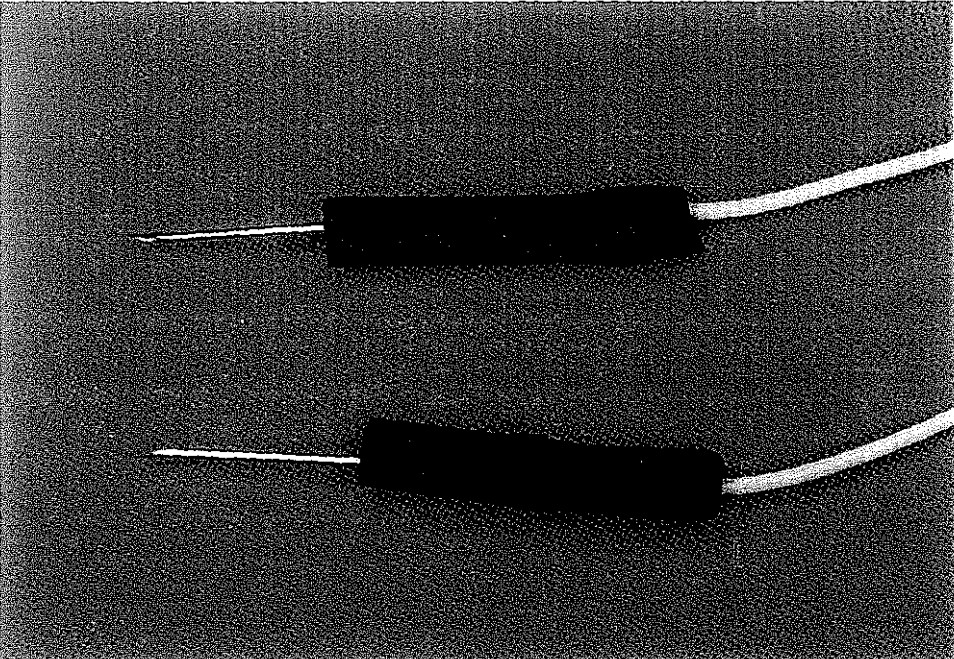
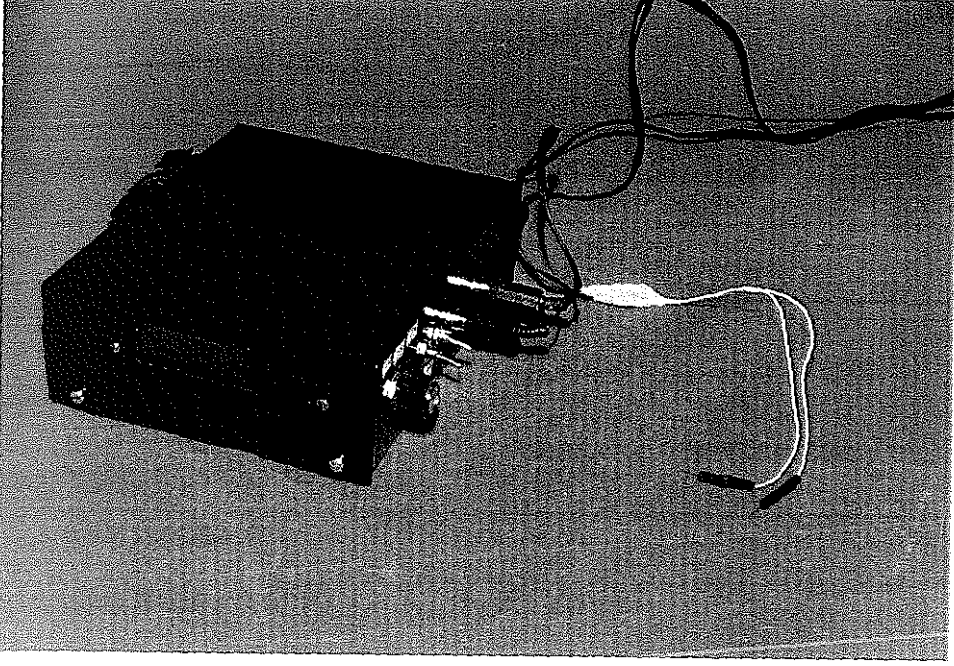
Deneyde kullanılan bioelektriksel empedansmetre, literatür ışığı altında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı laboratuvarlarında yapılmıştır (Resim 4). Teknik özellikleri tablo 3' de gösterilmiştir. Cihazın güvenilirliği değerleri bilinen dirençleri ölçülerek kontrol edilmiştir. Literatürden farklı olarak bu çalışmada gümüş elektrodlar yerine insülin iğnesi kullanılmıştır. Bu nedenle ölçülen empedanslar gümüş elektrod kullananlara göre 426 ohm daha yüksek bulunmuştur. Bu deneyde kullanılan bioelektriksel empedansmetre 0 - 1999 kOhm arası dirençleri ölçebilecek bir kapasitededir.

Ölçümler esnasında elektrodlar 1 cm aralıklı olarak deriye 1 mm saplanmış (Resim 5). Her alanın üç ayrı ölçümü yapıldıktan sonra ortalaması kaydedilmiştir. Bu kontrol ölçümlerinden sonra MacFarlane flebi kranial pediküllü olarak pannikulus karnosum ile birlikte kaldırılmış ve üzerindeki 11 bölgenin daha önce anlatıldığı şekilde ölçümleri yapılmıştır (Resim 6). Daha sonra flep 4/0 ipek ile yatağına tekrar suture edilmiştir. Bir saat sonra flepdeki 11 bölgenin bioelektriksel empedans ölçümleri yapılarak rat uyandırılmış, kafesinde standart besleme ile izlemeye alınmıştır. 3 gün



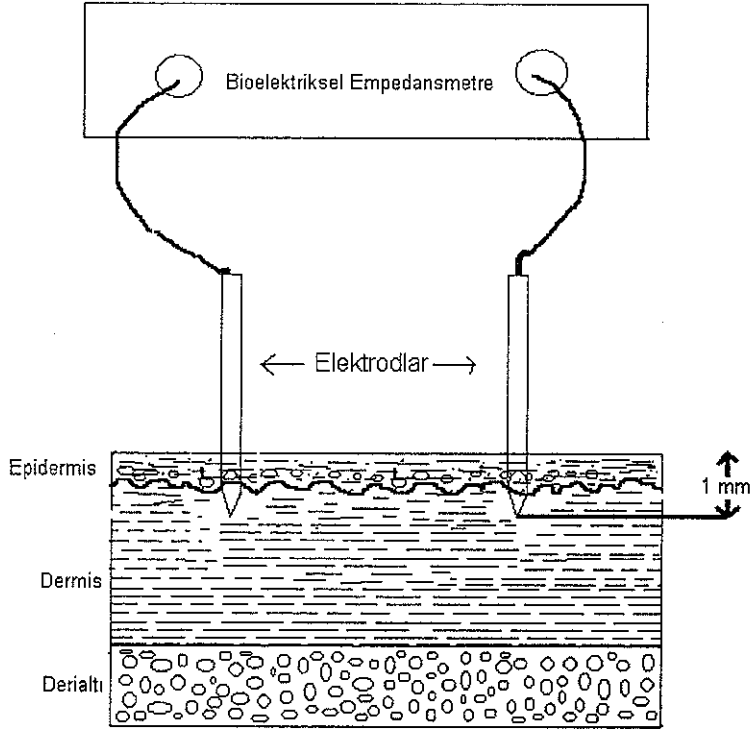
Resim 3:MacFarlane Flep Dizaynı:Ratların sırtında kranial pedikülü ve 11x4 cm olarak dizayn edilir. Bu saha 11 adet 1cm' lik transvers sahaya ayrılmıştır. Ölçümler orta hattın her iki yanından 0,5 cm uzaklıktan (elektrodlar arası 1cm) yapılmıştır.

**Resim 4 :** Bioelektriksel empedansmetre cihazı ve elektrodlar

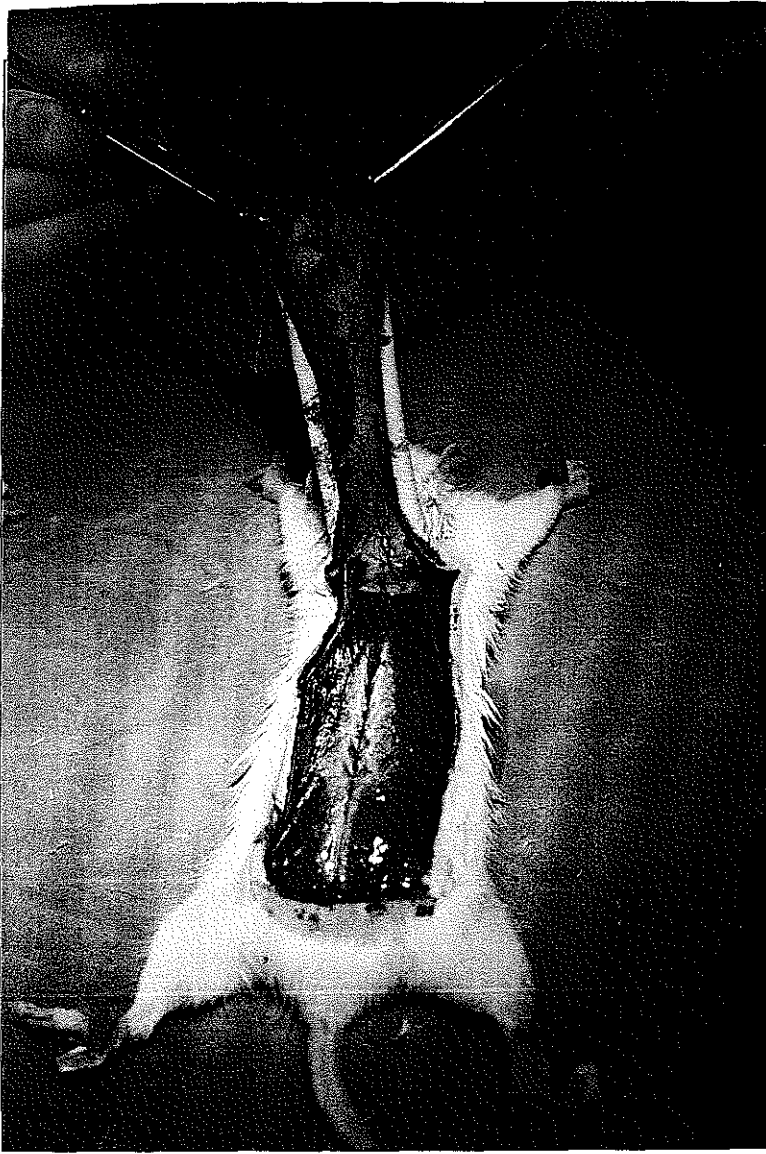


Tablo 3 Bioelektriksel Empedansmetrenin Teknik Özellikleri

Uygulanan Akımın Türü	Alternatif Akım (AC)
Uygulanan Frekans	5 kHz
Besleme Gerilimi	$\pm 9$ Volt
Çalışma Sıcaklığı	-25 °C ile + 85 °C
Giriş Rezistansı	$10^{12}$ Ohm
Giriş Sızıntı Akımı	1pA ( $1 \times 10^{-12}$ Amper)
Çalışma Aralığı	0 - 1999 kOhm = (0 - 1999) x $10^3$ Ohm
Doğruluk	$\pm \%1$ Maksimum hata



Resim 5: Ölçüm yapılırken elektrodların ucu dokuya 1 mm uzunluğunda saplanmıştır



Resim 6

McFarlane Flep Elevasyonu : Kas faciasının üzerinden ve pannikulus karnosumu içeren flep distalden proximale doğru kaldırılarak flep eleve halde iken oluşabilecek bioelektriksel empedans değişimleri takip edildi

ve 7.gün hayvanlar 30 mgr / kg ketamin ile intraperitoneal olarak uyutulduktan sonra 11 bölgenin bioelektriksel empedans ölçümleri yapılmıştır. 7. gün ölçümlerinden sonra rat aşırı doz eter ile sakrifiye edilmiştir

Deney grubu olarak flebin kaldırıldığı andaki (0. saat), 1. saattaki, 3. gündeki ve 7. gündeki ölçümler değerlendirilmiştir.

İstatistik değerlendirmede ilk olarak 20 rata ait bioelektriksel empedans ölçümlerinin bütün olarak anlamlılığına bakılmıştır. Bunun için "tekyönlü varyans analizi" testi yapılmıştır "Tukey' s pairwise comparisons" testi ile bu anlamın hangi zaman dilimleri arasında olduğu incelenmiştir ( kontrol, 0. saat, bir saat, 3. gün ve 7. gün ). Bundan sonra bütün hayvanlardaki her bir santimetre için tekyönlü varyans analizi ile değişikliklerin anlamlılığı araştırılmıştır. Bu anlamlılığın hangi zaman diliminden kaynaklandığını anlamak için " Tukey' s pairwise comparisons" testi uygulanarak kontrol, 0. saat, bir saat, 3. gün ve 7. gün karşılaştırılmıştır. Bütün testlerde  $p < 0,05$  olan karşılaştırmalar anlamlı kabul edilmiştir.

İstatistiki hesaplamalar Minitab bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.

## BULGULAR

Bu çalışmayı planlarken yaptığımız bir ön çalışmada ratların her iki kulağının anterior yüzleri, her iki lomber bölge ve karın orta kadran her iki tarafından yapılan kontrol bioelektriksel empedans ölçümlerinin ortalamasının sırttaki kontrol ölçümleriyle uyumlu olduğu ( istatistiksel olarak fark olmadığı) saptandı. Flep kaldırıldığı anda renginde gözle tespit edilebilen bir fark saptanmadı. 3. günde flebin distal kısmında renk değişikliği gözlenmeye başlandı ve 7. gün flebin beslenmeyen kısmı tam olarak nekroza gitti (Resim 7). Bütün deneklerde 6. cm' den itibaren flebin distali nekroz oldu.

Başlangıçta 20 hayvan üzerinde yapılması planlanan bu çalışmada 3 hayvan deney sırasında, 3 hayvan post-op 3. gün, bir hayvan ise post-op 6. gün öldüğü için deneyden çıkartıldı ve yerlerine 7 yeni hayvan ilave edildi. Sonuçlar deneyi tamamlayan 20 hayvan üzerinde değerlendirilmiştir. Anestezi verildikten sonra sırttaki 11 alanda yapılan ölçümler kontrol olarak alınmıştır. 20 hayvandaki kontrol, 0 saat, 1. saat, 3. gün ve 7. gündeki empedanslar ilişikteki tablolar (4 - 23)' da sunulmuştur.



**Resim 7**

Post-op 7.gün : Flep distalinde nekroz ve yara kabuğu izlenmektedir.

Tablo 4

Denek No: 1

Ağırlık: 200 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1780	1777	1800	1803	1788
2	1777	1790	1770	1804	1804
3	1768	1790	1792	1804	1790
4	1770	1798	1800	1799	1782
5	1785	1800	1783	1797	1788
6	1760	1786	1750	1800	1785
7	1778	1789	1785	1622	*
8	1786	1795	1766	1630	*
9	1764	1786	1768	1650	*
10	1775	1786	1740	1600	*
11	1794	1799	1500	1520	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 5

Denek No: 2

Ağırlık: 220 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1767	1793	1805	1760	1787
2	1790	1793	1793	1760	1790
3	1790	1802	1803	1755	1790
4	1802	1802	1800	1780	1787
5	1790	1802	1806	1785	1786
6	1800	1780	1799	1790	1765
7	1800	1750	1806	1650	*
8	1796	1793	1800	1620	*
9	1778	1796	1798	1600	*
10	1770	1798	1710	1580	*
11	1780	1785	1580	1520	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 6

Denek No: 3      Ağırlık: 210 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1770	1750	1799	1803	1809
2	1786	1760	1800	1786	1800
3	1803	1765	1812	1760	1789
4	1765	1770	1810	1779	1765
5	1786	1764	1813	1780	1764
6	1776	1751	1809	1600	*
7	1756	1798	1880	1600	*
8	1789	1800	1778	1598	*
9	1800	1778	1786	1600	*
10	1800	1778	1776	1550	*
11	1786	1784	1580	1540	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 7

Denek No: 4      Ağırlık: 200 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1780	1774	1800	1778	1787
2	1778	1786	1801	1789	1790
3	1796	1768	1769	1789	1789
4	1780	1798	1765	1780	1779
5	1776	1800	1753	1779	1778
6	1802	1803	1800	1778	1802
7	1800	1806	1789	1602	*
8	1753	1800	1777	1600	*
9	1780	1765	1730	1580	*
10	1778	1786	1690	1570	*
11	1785	1780	1550	1550	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 8

Denek No: 5

Ağırlık: 210 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1787	1753	1780	1786	1788
2	1778	1754	1798	1853	1785
3	1788	1763	1777	1754	1786
4	1802	1788	1801	1783	1764
5	1753	1785	1800	1785	1788
6	1765	1786	1788	1775	1776
7	1769	1764	1767	1600	*
8	1780	1788	1777	1580	*
9	1800	1802	1799	1603	*
10	1803	1654	1735	1600	*
11	1800	1778	1580	1598	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 9

Denek No: 6

Ağırlık: 220 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1787	1800	1786	1780	1793
2	1778	1769	1776	1750	1802
3	1788	1765	1756	1793	1802
4	1802	1753	1789	1796	1802
5	1753	1800	1800	1798	1780
6	1765	1789	1800	1775	1750
7	1788	1777	1786	1602	*
8	1780	1730	1778	1610	*
9	1789	1796	1800	1603	*
10	1800	1780	1803	1600	*
11	1805	1776	1598	1595	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 10

Denek No: 7      Ağırlık: 210 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1787	1778	1806	1783	1789
2	1786	1765	1799	1750	1777
3	1753	1763	1806	1785	1730
4	1758	1788	1800	1766	1796
5	1778	1785	1798	1768	1780
6	1785	1786	1770	1602	*
7	1790	1764	1764	1607	*
8	1800	1770	1751	1598	*
9	1802	1785	1798	1603	*
10	1784	1760	1800	1595	*
11	1786	1786	1600	1605	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 11

Denek No: 8      Ağırlık: 210 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1782	1770	1770	1786	1783
2	1789	1764	1785	1750	1750
3	1777	1751	1760	1778	1785
4	1730	1798	1763	1778	1766
5	1796	1800	1788	1788	1768
6	1780	1778	1785	1789	1715
7	1783	1806	1786	1590	*
8	1750	1799	1764	1600	*
9	1785	1806	1786	1600	*
10	1766	1800	1650	1598	*
11	1768	1798	1570	1570	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 12

Denek No: 9

Ağırlık: 230 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1788	1789	1760	1783	1763
2	1770	1777	1806	1750	1788
3	1785	1730	1799	1785	1785
4	1760	1796	1806	1766	1786
5	1770	1780	1800	1768	1764
6	1764	1788	1798	1700	1715
7	1751	1783	1770	1580	*
8	1798	1750	1785	1560	*
9	1800	1785	1760	1560	*
10	1756	1766	1732	1560	*
11	1785	1768	1600	1550	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 13

Denek No: 10

Ağırlık: 300 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1776	1770	1800	1788	1786
2	1785	1764	1801	1757	1783
3	1760	1751	1806	1778	1750
4	1763	1798	1799	1776	1785
5	1788	1800	1806	1760	1766
6	1785	1789	1800	1765	1768
7	1786	1777	1798	1480	*
8	1764	1730	1778	1500	*
9	1770	1796	1765	1480	*
10	1778	1780	1763	1520	*
11	1760	1778	1520	1500	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 14

Denek No: 11      Ağırlık: 210 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1778	1756	1778	1770	1783
2	1770	1754	1765	1767	1750
3	1785	1806	1763	1751	1785
4	1760	1799	1788	1786	1766
5	1789	1806	1785	1806	1768
6	1777	1800	1786	1767	1756
7	1730	1798	1764	1570	*
8	1796	1785	1764	1550	*
9	1780	1770	1750	1570	*
10	1786	1785	1762	1568	*
11	1783	1760	1570	1545	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 15

Denek No: 12      Ağırlık: 200 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1789	1775	1774	1783	1778
2	1776	1770	1765	1750	1767
3	1778	1785	1789	1785	1770
4	1789	1760	1777	1766	1764
5	1768	1763	1730	1768	1751
6	1806	1788	1796	1780	1798
7	1799	1785	1780	1550	1800
8	1806	1786	1759	1500	*
9	1800	1764	1767	1510	*
10	1798	1799	1789	1500	*
11	1790	1800	1598	1480	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 16

Denek No: 13 Ağırlık: 230 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1743	1779	1800	1770	1783
2	1776	1770	1786	1770	1776
3	1786	1764	1806	1785	1785
4	1789	1751	1799	1760	1767
5	1777	1798	1806	1778	1768
6	1730	1800	1800	1668	1778
7	1796	1763	1798	1546	*
8	1780	1788	1776	1545	*
9	1770	1785	1779	1570	*
10	1785	1786	1783	1560	*
11	1760	1764	1545	1530	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 17

Denek No: 14 Ağırlık: 230 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1789	1770	1763	1798	1790
2	1787	1764	1788	1770	1750
3	1760	1751	1785	1785	1765
4	1806	1798	1786	1760	1766
5	1799	1800	1764	1801	1776
6	1806	1789	1778	1700	1750
7	1800	1777	1770	1560	*
8	1798	1730	1785	1550	*
9	1770	1796	1760	1530	*
10	1769	1780	1768	1525	*
11	1760	1789	1540	1540	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 18

Denek No: 15

Ağırlık: 230 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1777	1770	1789	1776	1806
2	1785	1779	1777	1756	1799
3	1765	1773	1730	1787	1806
4	1765	1789	1796	1785	1800
5	1763	1777	1780	1801	1798
6	1788	1730	1778	1703	1775
7	1785	1796	1767	1498	*
8	1786	1780	1788	1490	*
9	1764	1770	1760	1503	*
10	1776	1785	1765	1520	*
11	1786	1798	1550	1525	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 19

Denek No: 16

Ağırlık: 230 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1763	1785	1782	1767	1780
2	1788	1780	1788	1783	1767
3	1785	1785	1789	1750	1751
4	1786	1767	1777	1785	1798
5	1764	1778	1730	1766	1789
6	1770	1806	1796	1768	1768
7	1764	1799	1780	1535	*
8	1778	1806	1770	1500	*
9	1776	1800	1785	1510	*
10	1801	1798	1760	1506	*
11	1765	1788	1490	1500	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 20

Denek No: 17

Ağırlık: 200 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1782	1770	1778	1776	1787
2	1788	1764	1770	1775	1750
3	1806	1751	1785	1782	1778
4	1799	1798	1760	1788	1766
5	1806	1800	1789	1779	1789
6	1800	1763	1777	1500	*
7	1798	1788	1730	1503	*
8	1801	1785	1796	1500	*
9	1782	1786	1780	1480	*
10	1788	1764	1670	1500	*
11	1800	1800	1450	1487	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 21

Denek No:18

Ağırlık: 210 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1783	1770	1789	1786	1778
2	1750	1785	1777	1770	1789
3	1785	1760	1730	1764	1777
4	1766	1806	1796	1751	1730
5	1768	1799	1780	1798	1796
6	1763	1806	1778	1800	1780
7	1788	1800	1782	1506	*
8	1785	1798	1788	1503	*
9	1786	1768	1780	1500	*
10	1764	1782	1678	1510	*
11	1777	1788	1522	1498	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 22

Denek No: 19

Ağırlık: 190 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1779	1783	1779	1783	1776
2	1770	1750	1788	1750	1789
3	1785	1785	1800	1785	1777
4	1760	1766	1806	1766	1730
5	1789	1768	1799	1768	1796
6	1777	1763	1806	1750	1780
7	1730	1788	1800	1510	*
8	1796	1785	1798	1500	*
9	1780	1786	1782	1499	*
10	1782	1764	1785	1498	*
11	1788	1776	1450	1470	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

Tablo 23

Denek No: 20

Ağırlık: 200 gr

cm	kontrol	0. saat	1. saat	3.gün	7.gün
1	1788	1789	1782	1789	1798
2	1782	1777	1788	1776	1776
3	1788	1730	1763	1785	1780
4	1806	1796	1788	1778	1766
5	1799	1780	1785	1778	1750
6	1806	1783	1786	1525	*
7	1800	1750	1764	1502	*
8	1798	1785	1770	1499	*
9	1770	1766	1785	1497	*
10	1785	1768	1760	1501	*
11	1760	1768	1500	1502	*

kOhm

\* Nekroza gittiği için ölçülememiştir.

## İSTATİSTİKSEL BULGULAR

20 adet rata ait bioelektriksel empedans değerleri bütün olarak tekyönlü varyans analizi ile test edildiği zaman  $p < 0,001$  olarak bulunmuştur (Tablo 24). Tukey' s pairwise comparison testinde, kontrol ile 0. saat arasında fark bulunmamıştır. Kontrol ile 1. saat, kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 1 saat, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün ve 3. gün ile 7. gün arasındaki değişiklikler istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 24) Tablolarda nekroza giden sahaların empedans değerleri boş bırakılmıştır.

Bütün hayvanlardaki her santimetredeki ortalamaların analizi aşağıdadır (Tablo 25 - 35) :

1. **CM:** Bu mesafede oluşan değişiklikler anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Tukey testi ile 0. saat ile 1. saat ve 0. saat ile 7. gün arası fark anlamlıdır ( Tablo 25).
2. **CM:** Burada oluşan değişiklikler anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Tukey testiyle 0. saat ile 1. saat ve 1. saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır ( Tablo 26).
3. **CM:** Bu mesafede anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ) ( Tablo 27).
4. **CM:** Bu noktada oluşan değişiklikler istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0,05$ ). Tukey testiyle 1. saat ile 7. gün arası fark anlamlıdır ( Tablo 28).
5. **CM:** Bu mesafede anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ) ( Tablo 29).
6. **CM:** Burada oluşan değişiklikler anlamlıdır ( $p < 0,05$ ) Kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün ve 3. gün ile 7. gün arası fark anlamlıdır ( Tablo 30).
7. **CM:** Burada oluşan değişiklikler anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Fark kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün ve 3. gün ile 7. gün arası fark anlamlıdır ( Tablo 31).
8. **CM:** Burada oluşan değişiklikler anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 3 gün, 1 saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır ( Tablo 32).
9. **CM:** Burada oluşan değişiklikler anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır ( Tablo 33).
10. **CM:** Burada oluşan değişiklikler anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Bu fark kontrol ile 1. saat, kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 1. saat, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır ( Tablo 34).
11. **CM:** Burada oluşan değişiklikler anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Kontrol ile 1. saat, kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 1. saat, 0 saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır (Tablo 35)

Tablo 36' da tüm hayvanlardaki flep ölçüm değerlerinin her bir cm için genel istatistikleri verilmektedir.



Tablo 25: 1.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

## TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ

KAYNAK	DF	SS	MS	F	p
Gruplararası	4	1918	479	3.39	0.012
Grupiçi	95	13448	142		
TOTAL	99	15366			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV	
Kontrol	20	1778.8	11.2	(-----*-----)
0.Saat	20	1775.1	12.9	(-----*-----)
1.Saat	20	1786.0	13.7	(-----*-----)
3.Gün	20	1782.4	11.1	(-----*-----)
7.Gün	20	1786.6	10.2	(-----*-----)
POOLED STDEV =		11.9		

## TUKEY'S PAIRWISE COMPARISONS

Grup Hata Oranı= 0.0500

Bireysel Hata Oranı= 0.00653

Kritik Değer = 3.93

	Kontrol	0.Saat	1.Saat	3.Gün
0.Saat	-6.76 14.16			
1.Saat	-17.71 3.21	<b>-21.41</b> <b>-0.49</b>		
3.Gün	-14.11 6.81	-17.81 3.11	-6.86 14.06	
7.Gün	-18.31 2.61	<b>-22.01</b> <b>-1.09</b>	-11.06 9.86	-14.66 6.26

0. Saat ile 1. saat ve 0. saat ile 7. gün arası fark anlamlıdır.

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi

SS : Sum of Squares : Kareler Toplamı

MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması

Tablo 26: 2.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

**TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ**

KAYNAK	DF	SS	MS	F	p
Gruplararası	4	3391	848	3.14	0.018
Grupiçi	95	25669	270		
TOTAL	99	29060			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV	
Kontrol	20	1779.4	9.5	(-----*-----)
0. Saat	20	1770.8	12.3	(-----*-----)
1. Saat	20	1786.1	12.7	(-----*-----)
3. Gün	20	1770.8	24.9	(-----*-----)
7. Gün	20	1779.1	18.1	(-----*-----)

POOLED STDEV = 16.4

1770                      1780                      1790

**TUKEY'S PAIRWISE COMPARISONS**

Grup Hata Oranı= 0.0500  
Bireysel Hata Oranı= 0.00653

Kritik Değer = 3.93

	Kontrol	0.Saat	1.Saat	3.Gün
0.Saat	-5.74 23.14			
1.Saat	-21.04 7.84	<b>-29.74</b> <b>-0.86</b>		
3.Gün	-5.79 23.09	-14.49 14.39	<b>0.81</b> <b>29.69</b>	
7.Gün	-14.09 14.79	-22.79 6.09	-7.49 21.39	-22.74 6.14

0. saat ile 1. saat ve 1. saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır.

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi

SS : Sum of Squares : Kareler Toplamı

MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması

Tablo 27: 3.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

**TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ**

KAYNAK	DF	SS	MS	F	P
Gruplararası	4	2819	705	1.97	0.106
Grupiçi	95	34064	359		
TOTAL	99	36883			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV	
Kontrol	20	1781.6	14.1	(-----*-----)
0.Saat	20	1766.9	20.7	(-----*-----)
1.Saat	20	1781.0	24.5	(-----*-----)
3.Gün	20	1777.0	15.5	(-----*-----)
7.Gün	20	1778.5	18.1	(-----*-----)

POOLED STDEV = 18.9

1760      1770      1780      1790

**TUKEY'S PAIRWISE COMPARISONS**

Grup Hata Oranı= 0.0500

Bireysel Hata Oranı= 0.00653

Kritik Değer = 3.93

	Kontrol	0.Saat	1.Saat	3.Gün
0.Saat	-1.99 31.29			
1.Saat	-16.09 17.19	-30.74 2.54		
3.Gün	-12.09 21.19	-26.74 6.54	-12.64 20.64	
7.Gün	-13.59 19.69	-28.24 5.04	-14.14 19.14	-18.14 15.14

Bu mesafede anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır.

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi

SS : Sum of Squares : Kareler Toplamı

MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması



Tablo 29: 5.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

**TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ**

KAYNAK	DF	SS	MS	F	p
Gruplararası	4	1721	430	1.55	0.195
Grupiçi	95	26448	278		
TOTAL	99	28169			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV	
Kontrol	20	1779.8	15.3	(-----+-----+-----+-----)
0.Saat	20	1789.2	13.9	(-----*-----)
1.Saat	20	1784.7	23.8	(-----*-----)
3.Gün	20	1782.6	13.9	(-----*-----)
7.Gün	20	1777.2	14.3	(-----*-----)
POOLED STDEV =		16.7		-----+-----+-----+-----
				1776.0    1784.0    1792.0

**TUKEY'S PAIRWISE COMPARİSONS**

Grup Hata Oranı= 0.0500  
Bireysel Hata Oranı= 0.00653

Kritik Değer = 3.93

	Kontrol	0.Saat	1.Saat	3.Gün
0.Saat	-24.06 5.26			
1.Saat	-19.56 9.76	-10.16 19.16		
3.Gün	-17.36 11.96	-7.96 21.36	-12.46 16.86	
7.Gün	-11.96 17.36	-2.56 26.76	-7.06 22.26	-9.26 20.06

Bu mesafede anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır.

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi

SS : Sum of Squares : Kareler Toplamı

MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması

Tablo 30: 6.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

**TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ**

KAYNAK	DF	SS	MS	F	p
Gruplararası	4	68947	17237	8.31	0.000
Grupiçi	91	188680	2073		
TOTAL	95	257627			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV	
Kontrol	20	1780.2	19.8	(-----*-----)
0.Saat	20	1783.2	19.0	(-----*-----)
1.Saat	20	1789.0	14.3	(-----*-----)
3.Gün	20	1716.8	92.1	(-----*-----)
7.Gün	16	1766.3	24.8	(-----*-----)

POOLED STDEV = 45.5

1715 1750 1785 1820

**TUKEY'S PAIRWISE COMPARİSONS**

Grup Hata Oranı= 0.0500  
Bireysel Hata Oranı= 0.00654

Kritik Değer = 3.94

	Kontrol	0.Saat	1.Saat	3.Gün
0.Saat	-43.1 37.2			
1.Saat	-48.9 31.4	-45.9 34.3		
3.Gün	<b>23.4</b> <b>103.6</b>	<b>26.3</b> <b>106.6</b>	<b>32.1</b> <b>112.4</b>	
7.Gün	-28.6 56.5	-25.7 59.4	-19.9 65.2	<b>-92.1</b> <b>-7.0</b>

Kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün ve 3. gün ile 7. gün arası fark anlamlıdır.

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi  
SS : Sum of Squares : Kareler Toplamı  
MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması

Tablo 31: 7.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

## TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ

KAYNAK	DF	SS	MS	F	p
Gruplararası	4	739875	184969	184.21	0.000
Grupiçi	76	76313	1004		
TOTAL	80	816188			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV	
Kontrol	20	1779.6	22.5	(*)
0.Saat	20	1782.9	17.4	(* -)
1.Saat	20	1783.3	28.6	(* -)
3.Gün	20	1560.7	48.9	(*)
7.Gün	1	1800.0	0.0	(-----*-----)
POOLED STDEV =		31.7		

1600      1700      1800      1900

## TUKEY'S PAIRWISE COMPARİSONS

Grup Hata Oranı= 0.0500

Bireysel Hata Oranı= 0.00657

Kritik Değer = 3.95

	Kontrol	0.Saat	1.Saat	3.Gün
0.Saat	-31.3 24.6			
1.Saat	-31.7 24.2	-28.4 27.6		
3.Gün	<b>190.9</b> <b>246.9</b>	<b>194.3</b> <b>250.2</b>	<b>194.7</b> <b>250.6</b>	
7.Gün	-111.1 70.2	-107.8 73.6	-107.4 74.0	<b>-330.0</b> <b>-148.7</b>

Kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün ve 3. gün ile 7. gün arası fark anlamlıdır

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi

SS : Sum of Squares : Kareler Toplamı

MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması

Tablo 32: 8.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

**TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ**

KAYNAK	DF	SS	MS	F	p
Gruplararası	3	788816	262939	304.83	0.000
Grupiçi	76	65556	863		
TOTAL	79	854372			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV	
Kontrol	20	1786.0	15.6	(*-)
0.Saat	20	1779.2	24.4	(*-)
1.Saat	20	1777.4	13.1	(*-)
3.Gün	20	1551.7	49.4	(-*)

POOLED STDEV =	29.4	1600	1680	1760
----------------	------	------	------	------

**TUKEY'S PAIRWISE COMPARİSONS**

Grup Hata Oranı= 0.0500

Bireysel Hata Oranı= 0.0104

Kritik Değer = 3.72

	Kontrol	0.Saat	1.Saat
0.Saat	-17.58 31.28		
1.Saat	-15.83 33.03	-22.68 26.18	
3.Gün	<b>209.92</b> <b>258.78</b>	<b>203.07</b> <b>251.93</b>	<b>201.32</b> <b>250.18</b>

Kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır.

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi

SS: Sum of Squares : Kareler Toplamı

MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması

Tablo 33: 9.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

**TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ**

KAYNAK	DF	SS	MS	F	p
Gruplararası	3	783497	261166	310.39	0.000
Grupiçi	76	63947	841		
TOTAL	79	847444			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV	-----+-----+-----+-----		
Kontrol	20	1782.3	12.7			(-*)
0. Saat	20	1784.3	13.4			(-*)
1. Saat	20	1775.9	18.3			(-*)
3. Gün	20	1552.4	51.9	(-*)		
-----+-----+-----+-----						
POOLED STDEV =	29.0		1540	1610	1680	1750

**TUKEY'S PAIRWISE COMPARİSONS**

Grup Hata Oranı= 0.0500

Bireysel Hata Oranı= 0.0104

Kritik Değer = 3.72

	Kontrol	0. Saat	1. Saat
0. Saat	-26.13 22.13		
1. Saat	-17.73 30.53	-15.73 32.53	
3. Gün	<b>205.77</b> <b>254.03</b>	<b>207.77</b> <b>256.03</b>	<b>199.37</b> <b>247.63</b>

Kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır.

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi

SS: Sum of Squares : Kareler Toplamı

MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması

Tablo 34: 10.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

**TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ**

KAYNAK	DF	SS	MS	F	p
Gruplararası	3	751217	250406	255.11	0.000
Grupiçi	76	74598	982		
TOTAL	79	825815			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV			
Kontrol	20	1782.2	13.5			(--)
0.Saat	20	1779.9	13.6			(*-)
1.Saat	20	1745.9	44.7			(--*)
3.Gün	20	1548.1	39.5	(-*)		
POOLED STDEV =		31.3		1600	1680	1760

**TUKEY'S PAIRWISE COMPARİSONS**

Grup Hata Oranı= 0.0500

Bireysel Hata Oranı= 0.0104

Kritik Değer = 3.72

	Kontrol	0.Saat	1.Saat
0.Saat	-23.8 28.3		
1.Saat	10.2 62.3	7.9 60.1	
3.Gün	208.1 260.2	205.8 258.0	171.8 224.0

Kontrol ile 3. gün, kontrol ile 1. saat, 0. saat ile 1. saat, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi

SS : Sum of Squares : Kareler Toplamı

MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması

Tablo 35: 11.Cm Bioelektriksel Empedans Ölçümlerinin Analizi

**TEKYÖNLÜ VARYANS ANALİZİ**

KAYNAK	DF	SS	MS	F	p
Gruplararası	3	1193298	397766	383.69	0.000
Grupiçi	76	78789	1037		
TOTAL	79	1272087			

GRUPLAR	N	Ortalama	STDEV	
Kontrol	20	1780.9	14.4	(-*)
0.Saat	20	1783.2	12.3	(-**-)
1.Saat	20	1544.7	47.5	(-**-)
3.Gün	20	1531.2	39.1	(*--)

POOLED STDEV = 32.2

1520 1600 1680 1760

**TUKEY'S PAIRWISE COMPARİSONS**

Grup Hata Oranı= 0.0500

Bireysel Hata Oranı= 0.0104

Kritik Değer = 3.72

	Kontrol	0.Saat	1.Saat
0.Saat	-29.0 24.5		
1.Saat	209.5 263.0	211.7 265.3	
3.Gün	222.9 276.4	225.1 278.7	-13.4 40.2

Kontrol ile 1. saat, kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 1. saat, 0. saat ile 3. gün arası fark anlamlıdır .

DF: Degree of Freedom : Serbestlik Derecesi

SS : Sum of Squares : Kareler Toplamı

MS: Mean of Squares : Kareler Ortalaması

Tablo 36 Tüm Hayvanlardaki Flep Ölçüm Değerlerinin Her Bir Cm İçin Min, Max ve Ortalama Değerleri ( kOhm)

cm → süre↓	1. Sağlıklı	2. Sağlıklı	3. Sağlıklı	4. Sağlıklı	5. Sağlıklı	6. Sağlıklı	6. Nekroz	7. Sağlıklı	7. Nekroz	8. Nekroz	9. Nekroz	10. Nekroz	11. Nekroz
Kontrol ORT	1778,7	1779,4	1781,5	1777,9	1779,8	1780,2	1780,2	1779,5	1779,5	1786	1782,3	1782,2	1780,9
Kontrol MIN	1743	1750	1753	1730	1753	1730	1730	1730	1730	1750	1764	1756	1760
Kontrol MAX	1789	1790	1806	1806	1806	1806	1806	1800	1800	1806	1802	1803	1805
0. saat ORT	1775	1770,7	1766,9	1785,9	1789,2	1783,2	1783,2	1782,9	1782,9	1779,1	1784,3	1779,9	1783,1
0. saat MIN	1750	1750	1730	1751	1763	1730	1730	1750	1750	1730	1764	1754	1760
0. saat MAX	1800	1793	1806	1806	1806	1806	1806	1806	1806	1806	1806	1800	1800
1. saat ORT	1786	1786	1781	1790	1784,7	1789	1789	1783,3	1783,3	1777,4	1775,9	1745,9	1544,6
1. saat MIN	1760	1765	1730	1760	1730	1750	1750	1730	1730	1751	1730	1650	1450
1. saat MAX	1806	1806	1812	1810	1813	1809	1809	1880	1880	1800	1800	1803	1600
3. gün ORT	1782,4	1770,8	1777	1776,4	1782,5	1756,7	1556,7	1550	1561,2	1551,6	1552,4	1548	1531,2
3. gün MIN	1760	1750	1750	1751	1760	1668	1500	1550	1480	1490	1480	1498	1470
3. gün MAX	1803	1853	1804	1799	1806	1800	1602	1550	1650	1630	1650	1600	1605
7. gün ORT	1786,6	1779,1	1778,5	1773,2	1777,1	1776,3	Nekroz	1800	Nekroz	Nekroz	Nekroz	Nekroz	Nekroz
7. gün MIN	1763	1750	1730	1730	1750	1715	Nekroz	1800	Nekroz	Nekroz	Nekroz	Nekroz	Nekroz
7. gün MAX	1809	1804	1806	1802	1798	1802	Nekroz	1800	Nekroz	Nekroz	Nekroz	Nekroz	Nekroz

## TARTIŞMA

Deri en önemli fonksiyonu olan bariyer görevini iki yolla görür : Sıvı - elektrolit ve diğer bileşenlerin kaybını önler ve aynı zamanda toksik ve zararlı istenmeyen moleküllerin alımını önler. Kuru yüzeyi elektrik iletimini sınırlar ve bu yüzden yüksek empedansa sahiptir. Deride elektrik iletimi endojen iyonların hareketlenmesi ile oluşur. Eğer deri kuru ise direk akıma karşı bir direnç gelişir. Deride iskemi gibi permeabilite artışı yapan nedenler deri direncini düşürürler. Deri direnci ölçümü bariyer bütünlüğünün kontrolü açısından da kullanılabilir (37).

MacFarlane flebi kaldırıldığında ilk saat flebin distal kısımlarında perfüzyon görülmez. 1. ve 6. saatler arasında vazodilatasyon izlenir. 72. saatte vazokonstrüktör ajanların etkisi ile perfüzyon azalır ve daha sonra perfüze olan ve olmayan sahalardan birbirinden ayırılır (38). Flep kaldırıldığı zaman distal kısımlarda venöz rezistans artması ve venöz dönüş bozulması nedeniyle daha fazla kan bulunmaktadır. Ayrıca bu fazlalık arteriovenöz şantları da çalıştırır (39) (40). Bu nedenle distalde flep kaldırıldığı anda daha fazla kan bulunabilir. Bu bölgelerin bioelektriksel empedans değeri yüksek bulunur (28).

Flep damarlarının çapı çeşitli etmenlerle değişebilir: Örneğin, humoral ( Bradykinin, histamin, prostaglandin<sub>E2</sub>, prostaglandin<sub>E1</sub>, prostasiklin, lökotrienler), fiziksel (Hipertermi) ve metabolik ( Hipoksi, asidoz, hiperkapni, laktat) faktörler damar çapını artırır. Ancak, ilk 12 - 48 saatte damar çapının artışındaki en önemli faktör sempatik sinirlerin kesilmesidir. Flep damarlarının çapını daraltan faktörler de mevcuttur. Bunlar humoral ( Epinefrin, norepinefrin, serotonin, anjiotensin II, TXA<sub>2</sub>, endotelin,) ve fiziksel (Hipotermi ve viskosite artışı) etmenlerdir. Damar çapını daraltan otokoidler ( Örneğin, TXA<sub>2</sub>) endotelde bulunur ve trombositler tarafından aktive edilirler. İskemik bölgeden salgılanan otokoidler damar çapını daraltıcı etkileriyle pedikül dahil flebin tamamının kanlanmasını azaltırlar (38)(41).

İskemik dokuda hücrenin sıvı alarak şişmesi reverzibl bir aşamadır ve dakikalarca sürer. İrreverzibl hasar, nöronlarda 3-5 dakika, myokard , hepatosit ve renal epitelde 30 dakika-iki saat; fibroblast, epidermis, skeletal kasta saatler sonra meydana gelir (39). İskemik ortamda hücreler hidrolize olmakta ortama bol miktarda iyonize mineral çıkmaktadır. Bunlar elektrik akımının iletimini artırırken bioelektriksel empedansı düşürürler (43).

Akut olarak eleve edilen MacFarlane fleblerindeki distaldeki dolaşım yetmezliğinin nedeni arterial yetmezliktir. McFarlane flebinde 6 saat sonra akım flebin

9. cm' sinde sifıra düşmektedir. İskemi olan distalde  $O_2$ , glukoz ve ATP dramatik olarak düşer.  $CO_2$  ve laktat dramatik olarak artar. cAMP önceleri düşüş gösterse de 12 saat sonra hızla artar. Bu da artmış metabolik aktiviteye karşılık gelir. Distalde anaerobik metabolizma arttığı için toksik superoksit radikalleri artar. Bunlar, xanthine metabolizması ürünü olup flep dolaşımını bozarlar. Özellikle de superoxide dismutase (SOD) bu yıkımda önemli rol oynar (10).

Deri flepleri kaldırılırken kutanöz damarlar ve sinirler feda edilmektedir. MacFarlane flebi gibi deneysel fleplerde distalde ilk 12 saat içinde iskemi düzeltilmezse nekrozla sonuçlanır. 12 - 48 saatlar arasında vazodilatasyon nedeniyle akım artsa da bundan ancak proksimal kısımlar yarar görür. Distaldeki olaylar artık geri dönüşümsüzdür. Flep iskemiye dayanabilirse 4 veya 5. günden itibaren alıcı yaktan gelen kollateral akım yardıma yetişir (38).

Genel bilgilerde belirtildiği gibi bioelektriksel empedans ölçümleri kanlanması iyi olan dokularda yüksek, kanlanması kötü olan dokularda düşüktür. Bu nedenle MacFarlane flebinde nekroza gidecek bölgelerde düşük bioelektriksel empedans değerleri ölçülmesi beklenmektedir. Burada amacımız kesinlikle nekroza gidecek alanı belirleyen kritik bir bioelektriksel empedans değerinin olup olmadığını saptamaktır.

Tablo 24' de görüldüğü gibi bütün hayvanlardaki tüm ölçümlerin genel bir değerlendirilmesi yapıldığında bioelektriksel empedans ölçümlerinin flep kaldırıldığı zaman (0. saat), kontrol grubundan farklı olmadığı saptanmıştır. Ancak, kontrol ile 1. saat, kontrol ile 3. gün, 0. saat ile 1. saat, 0. saat ile 3. gün, 1. saat ile 3. gün ve 3. gün ile 7. gün arasında flepde birtakım değişikliklerin olduğu izlenmektedir. Flepde en erken bioelektriksel empedans aktivite değişikliklerinin post - op birinci saatte başladığını söyleyebiliriz.

Santimetrelerine göre flebi ele alırsak ilk 5 cm' de hiç bir hayvanda nekroz izlenmemiştir. Ancak, flebin pedikülünde ve proksimal yarısında bioelektriksel empedans değişiklikleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu değişiklikler her bir santimetre için tek tek ele alınmıştır:

**1. CM:** Tukey testine göre 0. saat (1776,2 kOhm) ile 1. saat arasında önemli bir fark vardır. 1. saatte bioelektriksel empedans ortalaması 1786,1 kOhm'a yükselmiştir. Bu kanlanmanın artışı yönünde değerlendirilebilir. 7. günde ise bioelektriksel empedans değeri 1786,6 kOhm'dır. 1. saatteki kanlanma artışı sempatektomiye

bağlı vazodilatasyon ile açıklanabilir (38). Bu artış 7. güne kadar değişmeden devam etmiştir.

**2. CM:** Burada da 1 saatte kontrol grubuna göre (1779,4 kOhm ) bioelektriksel empedans artışı izlenmiştir ( 1786,1 kOhm). 3. günde bioelektriksel empedans kontrol grubundaki seviyesine geri dönmüştür (1770,8 kOhm). Bu değer 7. günde de devam etmiştir (1779,1 kOhm ). Bu olayı sempatektominin yarattığı vazodilatasyonun 3. günde geriye dönüşü olarak değerlendirebiliriz.

**3. CM:** Bu alanda anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

**4. CM:** Burada 1. saatte bioelektriksel empedans ölçümünde istatistiki yönden anlamsız bir yükselme görülmektedir. Ancak, 7. günde bu ölçüme göre anlamlı bir düşüş olmaktadır. Bu düşük rakam kontrol grubunun önemli ölçüde altında değildir.

**5. CM :** Bu alanda anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

6. ve 7. santimetreler bazı hayvanlarda nekroza giderken bazı hayvanlarda yaşamıştır. Yaşayan bölgelerin bioelektriksel empedansları ölçülebildiği halde nekroza giden bölgelerde bu ölçüm yapılamadığından bu değerler boş bırakılmıştır.

**6. CM:** Bu alan 4 ratta nekroza gitmiştir. Bu nedenle varyans analizi 7. gün 16 rat üzerinde yapılmıştır. Bu santimetrede 3. gün tüm ratlarda önemli ölçüde empedans düşüklüğü olmaktadır. Nekroza gitmeyen ratlarda 6. santimetrede olan kanlanma 7. günde 3. güne göre önemli ölçüde artmaktadır ( 1716,8 kOhm' dan 1766,3 kOhm' a çıkmaktadır). 7. gündeki değer ( 1766,3 kOhm ) istatistiki yönden kontrol grubundan ( 1780,2 kOhm ) farklı değildir.

**7. CM:** Bu alan 19 hayvanda nekroza gitmiştir. İstatistiki değerlendirme 6. cm ile aynıdır. Empedans 3. günde belirgin şekilde düşmekte ( 1560,7 kOhm ) ve nekroz görülmeyen tek hayvanda 7. gün normal seviyesine dönmektedir.

**8. CM:** Tüm ratlarda 7. gün nekroza gitmiştir. Burada 3. günde önemli ölçüde empedans düşüşü izlenmektedir ( 1551,7 kOhm ). Kontrol, 0. saat ve 1. saat arasında anlamlı bir fark yoktur. Diğer bir deyişle 3. gün empedansı ortalama  $1551 \pm 49,4$  kOhm olarak ölçülen hiç bir alan hayatta kalmamıştır.

**9. CM:** Bu alan tüm ratlarda 7. gün nekroza gitmiştir. Bulgular 8. cm ile aynıdır. 3. gün bioelektriksel empedansda önemli bir düşüş ( 1552,4 kOhm ) izlenmektedir.

**10. CM:** Tüm ratlarda nekroza giden bu alanda diğer santimetrelerden farklı olarak bioelektriksel empedans düşüşü 1. saatte başlamıştır (1745,9 kOhm). Bu düşüş 3. günde de devam ederek ortalama 1548,1 kOhm' a inmiştir.

**11. CM:** Bu alan tüm ratlarda 7. gün nekroza gitmiştir. Bulguları 10. santimetrenin bulgularına çok benzemektedir. Ancak, farklı olarak 10. cm' de en düşük bioelektriksel empedans değerine 3. günde ulaşırken bu santimetrede en düşük bioelektriksel empedans değerine 1. saatte ulaşılmıştır ( 1544,7 kOhm).

Çalışma bir bütün olarak ele alındığında nekroza giden santimetrelerde özellikle 3. günde önemli bioelektriksel empedans düşüşleri görülmektedir. Acaba, bioelektriksel empedans ölçümleri flebin nekroza gitme olasılığı olan bölümlerini bize önceden söyleyebilir mi? Bu soruyu daha iyi araştırabilmek için 20 hayvanda her bir santimetredeki minimum, maksimum ve ortalama bioelektriksel empedans değerleri tablo 36' da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi 6. cm 4 ratta, 7. cm 19 ratta, 8. -11. cm' ler tüm ratlarda nekroza gitmiştir ( Toplam 103 alan). Bu alanlardaki en düşük bioelektriksel empedans değeri 3. günde 19. ratta ölçülen 1470 kOhm değeridir. En yüksek değer ise 1. ve 2. ratlarda ölçülen 1650 kOhm değeridir. Nekroza giden 103 alanın ortalama bioelektriksel empedans değeri  $1549,1 \pm 46,1$  olarak bulunmuştur. Bir tek 12. ratta 3. gün 7. cm' deki bioelektriksel empedans değeri 1550 kohm ölçülmesine karşın bu saha hayatta kalabilmiştir. Diğer 19 ratta ise 3 gün 1650 kOhm ve altında bioelektriksel empedans değeri olan bütün bölgeler nekroza gitmiştir. İstisna gösteren 12. rattaki düşük değer dikkate alınmayacak olursa şu sonuca varabiliriz: Ratlardaki MacFarlane flebinde 3. gün **1650 kOhm** ve altında bioelektriksel empedans değeri olan alanlar mutlaka nekroza gidecektir.

Şüphesiz 3. gün flep dolaşımı hakkında karara varmak önlem alma açısından yeterli değildir. Bu çalışmada değerlendirilen 1. saatte flebin tümü alındığında nekroza giden tüm alanları belirleyecek bir rakam tespit edilememiştir. 1. saatte yalnızca 10. ve 11. cm' lerde bioelektriksel empedans değeri belirgin şekilde düşme göstermektedir. 10. cm için ölçülen en düşük değer 8. ratta 1650 kOhm, en yüksek değer ise 6. ratta tespit edilen 1803 kOhm olmaktadır. Bu değerlere bakarak 10. cm' nin 1 saatte nekroza gideceğine karar vermek güçtür. Ancak bu alanın 3. gün 1548 kOhm değerine düşerek tüm ratlarda nekroza gitmesi gözönünde bulundurulursa 1. saatten sonra yapılacak ölçümlerinde daha fazla düşüşler izlenebilecekti. 1. saatte 11. cm için ölçülen en düşük değer 19. ratta 1450 kOhm, en yüksek değer ise 7. ve 9. ratta tespit edilen 1600 kOhm olmaktadır. Bu alandaki ölçümler yukarıda ortaya konulan 1650 kOhm değerinin altında olduğu için 11. cm' nin nekroza gideceğini 1. saatte rahatlıkla söyleyebiliriz.

## **Klinik Uygulanabilirliği**

Bu bilgiler ışığı altında bioelektriksel empedansmetre ölçümleri klinikte deri flepleri, deri içeren kas-deri, fasya-deri flepleriyle replantasyon olgularında kanlanmanın monitorizasyonu için kullanılabilir. Bu değerlendirme sağlıklı derinin bioelektriksel empedans değeriyle iskemisi araştırılan derinin bioelektriksel empedans değeri arasında fark olup olmadığına bakılarak yapılabilir. İnsan derisi için dokuyu nekroza götürebilecek olan iskemiye gösteren sabit bir bioelektriksel empedans değeri ortaya konulabilir.

## SONUÇ

Bioelektriksel empedansmetre, 20 adet ratta MacFarlane flebinde yapılan ölçümlerde iskemiye en erken 1. saatte 10. ve 11. cm' lerdeki alanlarda tespit etmiştir. Daha sonra 3. günde iskeminin hakim olduğu 6. - 11. santimetrelerdeki bioelektriksel empedans değerleri düşük bulunmuştur. 1. saat ve 3. günde düşük empedans değerlerine ( 1650 kOhm veya altı ) sahip olan sahalar 7. gün nekroza gitmiştir. Bu yöntem nekroza gidebilecek sahaları önceden, düşük bioelektriksel empedans değerleri ile ortaya koyabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan bioelektriksel empedansmetre MacFarlane deri flebini monitorize etmede başarılı bulunmuştur.

## ÖZET

Yumuşak doku defektlerini kapatmada önemli bir yöntem olan deri fleplerini monitorize edebilmek amacıyla pek çok yöntem tanımlanmıştır. Bu çalışmada farklı bir yöntem olarak bioelektriksel empedansmetre tekniği kullanılmıştır. Bu teknik, güvenli olması, hızlı sonuç verebilmesi, ucuz olması ve kolay uygulanabilmesi nedeniyle tercih edilmiştir.

Bu çalışmada 20 adet ratın sırtında hazırlanan distal yarısının nekroza gideği önceden bilinen 11x4 cm' lik MacFarlane deri flebi modeli üzerinde bioelektriksel empedans ölçümleri yapılmıştır. Deneyde MacFarlane flebi kaldırılmadan önce ( Kontrol ), flep kaldırıldığı zaman ( 0. saat ), post - op 1. saat, 3. gün ve 7.gün flebin her bir santimetrenin bioelektriksel empedans ölçümleri yapılmıştır. Cihaz olarak literatür ışığı altında kendimizin geliştirdiğimiz bioelektriksel empedansmetre kullanılmıştır. Elektrod olarak insülin iğnesi kullanılmış olup MacFarlane deri flebi üzerindeki her bir santimetre alanda iki elektrod birbirinden 1 cm ( Orta hattan 0,5 cm) olacak şekilde 1 mm kadar dermise batırılarak ölçümler yapılmıştır.

Fleplerde post - op 1 saate kadar gözle görülür bir değişiklik saptanmamıştır. Post - op 3. gün ise distal kısımlarda solukluk izlenmiştir. Post - op 7. gün bu kısımlar tamamen nekroza gitmiştir. Bu sürede elde edilen değerler Minitab bilgisayar programıyla tekyönlü varyans analizi ve Tukey' s pairwise comparison testleri kullanılarak istatistiki değerlendirmeye alınmıştır:

MacFarlane deri flebinin ilk 5 santimetresinde iskemi ve nekroz görülmemiştir. Buralarda sempatektomiye bağlı vazodilatasyonun etkisi hakim olsa da 7. gün kontrol değerlerine ulaşılmıştır. Bu kısımdan distalde ise 1. saatte 10. ve 11. cm' lerde saptanan bioelektriksel empedans değeri düşmesi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ve buralar 7. gün nekroza gitmiştir. 3. gün 6 - 11. cm' lerde önemli düzeylerde bioelektriksel empedans değeri düşmesi saptanmıştır. 6. cm 4 ratta, 7. cm 19 ratta, 8. - 11. cm' ler tüm ratlarda olmak üzere toplam 103 alanda nekroz saptanmıştır. 1. saat veya 3. günde bioelektriksel empedans değeri 1650 kOhm veya altı olan alanlar 7. gün yaşamamıştır. Bu nedenle MacFarlane flebinde dokuyu nekroza götüreceğ değer 1650 kOhm veya altı olarak belirlenmiştir.

MacFarlane deri flebinin monitorizasyonu bioelektriksel empedansmetre ile yapıldığı zaman elde edilen sonuçlar, nekroza giden alanlarda anlamlı çıkmıştır: 1. saatte veya 3. günde 1650 kOhm veya altında ölçülen sahalar 7. gün nekroza gitmiş-

lerdir. Sonuç olarak MacFarlane flebinde hayatta kalması beklenen kısımların 1650 kOhm' un üzerinde bioelektriksel empedans değerine sahip olduğu anlaşılmıştır.

## KAYNAKLAR

- 1) Plastic Surgery , McCarthy , 1991 Vol 1:319
- 2) Clinical Applicability of Bioelectric Impedance to Measure Body Composition in Health and Disease.  
Holt TL, Cui C, Thomas BJ, Ward LC, Quirk PC, Crawford D, Shepherd RW  
Nutrition 1994 May;10(3):221-224
- 3) Bioelectrical Impedance Techniques in Medicine. Part II: Monitoring of Physiological Events by Impedance.  
Valentinuzzi ME, Morucci JP, Felice CJ  
Crit Rev Biomed Eng 1996;24(4-6):353-466
- 4) Plastic Surgery , McCarthy , 1991. Vol.1:311
- 5) Clinical Characteristics Influencing Bioelectrical Impedance Analysis Measurements.  
Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA  
Am J Clin Nutr 64: 423S-427S (1996)
- 6) The Electrical Characteristics of Human Skin in Vivo.  
Kalia YN, Guy RH  
Pharm Res 1995 Nov;12(11):1605-1613
- 7) Bioelectrical Impedance Analysis: A Review of Principles and Applications  
Kushner  
Journal Of The Am. Coll. Of Nutrition Vol. 11 No. 2 ; 199-209
- 8) Bioelectrical Impedance in Clinical Practice.  
Zarowitz BJ, Pilla AM  
DICP 23: 548-555 (1989)
- 9) Measurement and Analysis of Skin Electrical Impedance  
Yamamoto Y  
Acta Derm Venereol Suppl (Stockh) 1994;185:34-38
- 10) Applications of Bioelectrical Impedance Analysis: A Critical Review  
Lukaski  
Basic Life Sci 55: 365-374 (1990)
- 11) Effect of Increase and Decrease of Measurement Voltage on Skin Impedance  
Wu B, Hu X, Xu J  
Chen Tzu Yen Chiu 1993;18(2):104-107 (English)

**12) Homogeneous Transport in a Heterogeneous Membrane: Water Diffusion Across Human Stratum Corneum In Vivo.**

Kalia YN, Pirot F, Guy RH

Biophys J 1996 Nov;71(5):2692-2700

**13) Surgical Wound Healing Monitored Repeatedly in Vivo Using Electrical Resistance of the Epidermis**

Spence DW, Pomeranz B

Physiol Meas 1996 May;17(2):57-69

**14) Time-dependent Changes in Electrical Resistance of the Intact Abdomen During the 1-504 H Postmortem Period in Rats.**

Querido D

Forensic Sci Int 1994 Jun 28;67(1):17-25

**15) Prognostic Significance of the Results of Measuring Skin Capillary Permeability in the Terminal Stage of Lower Limb Ischemia.**

Afonin DN, Gordeev NA, Afonin PN

Med Tekh 1995 Jul;4:24-26

**16) Use of Bioelectrical Impedance Analysis to Measure Total Body Water in Patients With Cystic Fibrosis**

M. Azcue, M. Fried, P. B. Pencharz.

Journal of Pediatric Gastroenterology Nutrition, 1993 May, 16(4), 365 - 7

**17) Improved Nutritional Follow-Up of Peritoneal Dialysis Patients with Bioelectrical Impedance.**

R. Schmidt, F. Dumler, C. Cruz, T. Lubkowski, C. Kilates.

Adv - Perit - Dial. 1992. 8 : 157 - 9

**18) Assessment of Bodycomposition by Bioelectrical Impedance Analysis ; Effects of Skin Resistance on Impedance.**

F. Nakadomo, K. Tanaka, T. Hazama, K. Maeda.

G Ann - Physiol- Anthropol. 1990 Apr. 9(2) :190-14

Acta Odontol Scand 1997 Apr;55(2):88-93

**19) Conductive Differences in Electrodes Used with Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Devices.**

**20)** Electric Impedance Measurements at Six Different Anatomic Locations of Macroscopically Normal Human Oral Mucosa.

Nicander I, Rundquist L, Ollmar S

M. F. Nolan .

Physical Therapy , Vol. 71 ,Number 10 / October 1991

**21)** Body Composition Analysis by Bioelectrical Impedance : Effect of Skin Temperature .

J. R. Caton , P. A. Mole , W. C. Adams , D. S. Heustis .

Med-Sci- Sports-Exerc. 1988 Oct ;20(5) : 489-91

**22)**The Mosaic Electrical Characteristics of the Skin.

Panescu D, Cohen KP, Webster JG, Stratbucker RA

**23)** In Vivo Biophysical Characterization Of Skin Physiological Differences in Races .

E. Berardesca , J. de Rigal , J. L. Leveque , H. I. Maibach .

Dermatologica .1991 ; 182(2) :89-93

**24)** The Relationship Between Skin Maturation and Electrical Skin Impedance .

J-Dermatol- Sci. 1991 Sep; 2(5) 336-40

**25)** Measuring Impedance for Evaluating Ischemia Damage to the Human Liver in Preparation for Transplantation.

Enhard-J, Lange-R, Gersing-E, Scherer-R, Gehhard-MM, Sanchez-P, Bretschneider-HJ, Eigler-FW.

Langenbecks-Arch-Chir. 1993;378(4):233-8

**26)** Glutathione Deficiency Accentuates Hepatocellular Fluid Accumulation after Ischemia Reperfusion.

Suzuki-H,Robinson-MK,Round-JD,Gatzen-C,Wilmore-DW.

J-Surg-Res 1994 57(5):632-9.

**27)** Electrical Impedance Index in Human Skin: Measurements after Occlusion, in 5 Anatomical Regions and in Mild Irritant Contact Dermatitis.

Emtestam L. and Ollmar S.

Contact Dermatitis 1993 28:104-108 .

**28)** Electrical Impedance Applied to Non-Invasive Detection of Irritation in Skin.

Emtestam L. and Ollmar S.

Contact Dermatitis 1992 :27:37-42

- 29) Electrical Impedance Measured to Five Skin Depths in Mild Irritant Dermatitis Induced by Sodium Lauryl Sulphate**  
 Nicander I, Ollmar S, Rozell BL, Eek A, Emtestam L  
 Br J Dermatol 1995 May;132(5):718-724
- 30) Electrical Impedance for Estimation of Irritation in Oral Mucosa and Skin.**  
 Ollmar S, Eek A, Sundstrom F, Emtestam L  
 Med Prog Technol 1995;21(1):29-37
- 31) Electrical Impedance Compared with other Non-Invasive Bioengineering Techniques and Visual Scoring for Detection of Irritation in Human Skin.**  
 Ollmar S, Nyren M, Nicander I, Emtestam L  
 Br J Dermatol 1994 Jan;130(1):29-36
- 32) Prediction of Specific Damage or Infarction from the Tissue Impedance Following Experimental Brain Ischaemia in the Rat .**  
 Klein -HC , Krop Van Gastel W. , Go K.G. and Korf J.  
 Neuropathology and Applied neurobiology 1993 , 57 - 65
- 33) Simultaneous Evaluation of Cardiac Wall Motion and Myocardial Ischemic Injury by Measurement of Electrical Impedance.**  
 Sasaki E; Conger JL; Kadipasaoglu KA; Pehlivanoglu S; Frazier OH  
 ASAIO J, 1994 Jul-Sep, 40:3, M826-9
- 34) Electrical Properties of Limb Muscular Tissue in Acute Circulatory Hypoxia**  
 Kolchev AI; Nasonkin OS  
 Patol Fiziol Eksp Ter, 1994 Jul-Sep, :3, 45-6
- 35) Effects of Skin Blood Flow and Temperature on Bioelectric Impedance after Exercise.**  
 Liang MT, Norris S  
 Med Sci Sports Exerc 1993 Nov;25(11):1231-1239
- 36) Kinetics of Hypodermically Injected Technetium-99m and Correlation with Cutaneous Structures: An Experimental Study in Dogs.**  
 Kovacs FM, Gotzens V, Garcia A, Garcia F, Mufraggi N, Prandi D, Setoain J, San Roman F  
 Eur J Nucl Med 1993 Jul;20(7):585-590

**37) Textbook of Dermatology .**

Rook , Wilkinson , Ebling , Champion and Burton .

1988 Fourth Edition Vol1: 355-357

**38) Lokal Flaps and Free Skin Grafts in Head and Neck Reconstruction**

Bardach J; 1992 : 24 - 52

**39) Arterio-venous Shunting and Regional Blood Flow in Myocutaneous Island Flaps: An Experimental Study in Pigs.**

Hjortal VE

Plast Reconstr Surg 1991; 87:326 - 334

**40) Direct Monitoring of Nutritive Blood Flow in a Failing Skin Flap: The Hairless Mouse Ear Skin-Flap Model**

Barker JH

Plast Reconstr Surg 1989; 84:303 - 313

**41) Circulatory and Metabolic Events in Pig Skin Island Flaps after Arterial and Venous Occlusion.**

Heden P.

Plast Reconstr Surg 1989; 84:475 - 481

**42) Pathologic Basis of Disease ,Third Edition ; Robbins, Cotran and Kumar .**  
1984:1-13

**43) Textbook of Dermatology .**

Rook , Wilkinson , Ebling , Champion and Burton .

1988 Fourth Edition Vol1: 355-357