

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ**

**TRİGEMİNAL GANGLİON'UN  
VE  
TRİGEMİNAL RADYOFREKANS RİZOTOMİ  
İLE İLİŞKİLİ ANATOMİK YAPILARIN MORFOLOJİSİ**

**Dr. Emre Yağız SAYACI**

**BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA  
2020**



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ**

**TRİGEMİNAL GANGLİON'UN  
VE  
TRİGEMİNAL RADYOFREKANS RİZOTOMİ  
İLE İLİŞKİLİ ANATOMİK YAPILARIN MORFOLOJİSİ**

**Dr. Emre Yağız SAYACI**

**BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Ali SAVAŞ**

**ANKARA  
2020**

# KABUL VE ONAY

Düzenleme tarihi: 24/12/2014

## ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

|                                 |                                          |                             |
|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN</b> |                                          |                             |
| Adı, Soyadı                     | : EMRE YAĞIZ SAYACI                      | Sınav tarihi:<br>05/08/2020 |
| Anabilim/Bilim Dalı             | : BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI |                             |
| Tez Danışmanı                   | : Prof.Dr.ALİ SAVAŞ                      |                             |

|                                                                                                                       |                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER</b>                                                                                    |                                                                                                          |
| Tezin Başlığı: Trigeminal Ganglion'un Ve Trigeminal Radyofrekans Rizotomi İle İlişkili Anatomik Yapıların Morfolojisi |                                                                                                          |
| Tezin Niteliği:                                                                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> Ana Dal Uzmanlık Tezi <input type="checkbox"/> Yan Dal Uzmanlık Tezi |
| Kaçıncı tez sınavı olduğu:                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3              |

|                                                                                                           |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>III. KARAR</b>                                                                                         |  |
| Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak                       |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Kabulüne                                                              |  |
| <input type="checkbox"/> Reddine                                                                          |  |
| <input type="checkbox"/> Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine                         |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Oy birliği <input type="checkbox"/> Oy çokluğu ile karar verilmiştir. |  |

|                                                                                                 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>IV. AÇIKLAMALAR</b>                                                                          |  |
| Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız |  |
| Tezin Niteliği: <input checked="" type="checkbox"/> Ana Dal Uzmanlık Tezi                       |  |

**Jüri Başkanı**  
Prof.Dr.ALİ SAVAŞ  
Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

*Ali Savaş*

**Jüri Üyesi**  
Doç. Dr. GÖKMEN KAHILOĞULLARI  
Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

*Gökmen Kahioloğulları*

**Jüri Üyesi**  
Prof.Dr.PINAR ÖZİŞİK  
Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

*Pınar Özışık*

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada emeği geçen ve titiz çalışmalarıyla katkıda bulunan Anabilim Dalımız Öğretim Üyelerinden sayın Doç. Dr. Gökmen KAHİLOĞULLARI'na,

Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi sayın Prof. Dr. Ayhan CÖMERT ve asistanları Dr. Ali Can KORKMAZ ve Dr. Yiğit GÜNGÖR'e,

Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi Karabük Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Bölümü'nde görevli Dr. Öğretim Üyesi Tuğba MORALI GÜLER'e,

Ankara Yüksek İhtisas Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği'nde görevli Dr. Yahya Efe GÜNER'e,

Patoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi sayın Prof. Dr. Aylin HEPER ve Öğretim Görevlisi Dr. Cevriye CANSIZ ERSÖZ'e çok teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi, beceri ve deneyimleriyle bana yol gösteren, eğitimimde büyük emeği geçen Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı sayın hocalarım, Prof. Dr. Atilla ERDEM'e, Prof. Dr. Yusuf Şükrü ÇAĞLAR'a, Prof. Dr. Ağahan ÜNLÜ'ye, Prof. Dr. Ayhan ATTAR'a, Prof. Dr. Hakan TUNA'ya, Prof. Dr. Hasan Çağlar UĞUR'a, Doç. Dr. Melih BOZKURT'a, Doç. Dr. İhsan DOĞAN'a, Doç. Dr. Onur ÖZGÜRAL' a ve Doç. Dr. Ümit EROĞLU'na saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasının her aşamasında yol gösteren, her adımının başarıyla tamamlanması için var gücüyle çalışan, vizyonu ile fark yaratarak ileri görüşlülüğünü ve desteğini esirgemedi bu tezin ortaya çıkmasını sağlayan Anabilim Dalımız öğretim üyesi tez danışmanım sayın Prof. Dr. Ali SAVAŞ'a çok teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| KABUL VE ONAY.....                                                         | i   |
| ÖNSÖZ.....                                                                 | ii  |
| İÇİNDEKİLER.....                                                           | iii |
| SİMGE VE KISALTMALAR.....                                                  | v   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                       | vi  |
| RESİMLER DİZİNİ.....                                                       | vii |
| TABLolar DİZİNİ.....                                                       | ix  |
| 1. GİRİŞ.....                                                              | 1   |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                                     | 2   |
| 2.1 Kraniofasial Nosiseptif sistem ve Trigeminal Ganglionun Anatomisi..... | 2   |
| 2.2 Kavernöz Sinüsün Anatomisi.....                                        | 4   |
| 2.3 Trigeminal Nevralji ve Cerrahi Tedavi Yöntemleri.....                  | 5   |
| 2.4 Trigeminal Radyofrekans Rizotomi ve Elektrotları Tarihçesi....         | 6   |
| 2.5 Çalışmanın Amacı.....                                                  | 8   |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM.....                                                    | 9   |
| 3.1 Hastada Trigeminal RF Rizotomi Uygulaması.....                         | 9   |
| 3.2 Trigeminal RF Elektrotları.....                                        | 10  |
| 3.3 Trigeminal RF Elektrotlarıyla In Vitro Lezyon Yapılması.....           | 11  |
| 3.4 Kadavra Özellikleri.....                                               | 12  |
| 3.5 Trigeminal RF Elektrotlarıyla Kadavrada Foramen Ovale'den Giriş.....   | 12  |
| 3.6 Kadavra Diseksiyonu.....                                               | 13  |
| 3.7 Kadavra'da Direkt Grafi Çalışması.....                                 | 15  |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 3.8 Trigeminal Ganglionun Eksizyonu ve Histopatolojik        |    |
| İncelenmesi.....                                             | 15 |
| 4.BULGULAR.....                                              | 17 |
| 4.1 Hastada Trigeminal RF Uygulamasında Elektrotların Direkt |    |
| Grafide Gösterilmesi.....                                    | 17 |
| 4.2 Trigeminal RF Elektrotlarıyla In Vitro Lezyon Çapının    |    |
| Gösterilmesi.....                                            | 19 |
| 4.3 Kadavrada Elektrot-Ganglion İlişkisi.....                | 20 |
| 4.4 Kadavra’da Direkt Grafi Çalışması.....                   | 27 |
| 4.5 Morfometrik Ölçümler.....                                | 28 |
| 4.6 Trigeminal Ganglionun Eksizyonu ve Histopatolojik        |    |
| İncelenmesi.....                                             | 33 |
| 5. TARTIŞMA.....                                             | 36 |
| 6. SONUÇLAR.....                                             | 41 |
| ÖZET.....                                                    | 42 |
| SUMMARY.....                                                 | 44 |
| KAYNAKLAR.....                                               | 46 |

## SİMGE VE KISALTMALAR

AP: Anteroposterior

BOS: Beyin Omurilik Sıvısı

CN: Cranial Nerve (Kranial Sinir)

GSPN: Greater superficial petrosal nerve

ICA: Internal karotid arter

MC: Meckel's Cave

MSS: Merkezi Sinir Sistemi

MVD: Mikrovasküler Dekompresyon

RF: Radyofrekans rizotomi

TG: Trigeminal Ganglion

TN: Trigeminal Nevralji



## ŞEKİLLER DİZİNİ

**Şekil 1:** Kavernöz sinüs koronal kesit. Trigeminal sinir dalları ve komşulukları.....4



## RESİMLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Resim 1:</b> <b>A)</b> Trigeminal RF-Rizotomi sırasında foramen ovale'ye perkütan giriş. <b>B)</b> RF jeneratörü. <b>C)</b> RF rizotomi için foramen ovaleye perkütan giriş sırasında kullanılan guide ve 19G kanül. <b>D)</b> Kıvrık ve düz uçlu RF elektrotları. Elektrot-jeneratör bağlantı kablosu.....                                                                                      | 9  |
| <b>Resim 2:</b> Düz ve kıvrık elektrot çap ve farklılıkları. Düz elektrodun ucu, kanülün göbeğinde işaret edildiği gibi, kanülün ucunun ötesine değişken bir miktarda uzanmaktadır (Tew JM, van Ioveren HR, Caputi F. Percutaneous electrocoagulation of the trigeminal nerve in the treatment of trigeminal neuralgia. Radionics procedure technique series. Burlington, MA: Radionics; 1990)..... | 10 |
| <b>Resim 3:</b> <b>A)</b> Yumurta akına RF jeneratörüyle lezyon yapılması. <b>B)</b> Kullanılan elektrot kitinde düz elektrodun kanül dışına uzanan miktarının ölçümü.....                                                                                                                                                                                                                          | 11 |
| <b>Resim 4:</b> Kadavra başında perkütan foramen ovale'ye giriş.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 12 |
| <b>Resim 5:</b> Yüksek hızlı drill ile kraniotomi çevrilmesi. Kemik flep kaldırılması ile görüntülenen dura mater ve orta meningeal arter. Duranın açılmasıyla ekspozite olan korteks. Frontal ve temporal loblar arasında Sylvian fissür.....                                                                                                                                                      | 14 |
| <b>Resim 6:</b> Meckel's Cave ve trigeminal sistern görünümü. (temporal lob çıkarıldıktan sonra)..                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 14 |
| <b>Resim 7:</b> Kadavra direkt grafi pozisyonları (soldan sağa sırayla basis cranii, lateral, AP).....                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 15 |
| <b>Resim 8:</b> <b>A)</b> Trigeminal ganglion ile postganglionik ve retrogasserian liflerin mikroskop altında rezeksiyonu. <b>B)</b> Retrogasserian lifler ile elektrot ilişkisi. <b>C)</b> Rezeksiyon sonrası formaline konan spesimen.....                                                                                                                                                        | 16 |
| <b>Resim 9:</b> Kafa kaidesi grafisiyle iğnenin foramen ovale ile olan ilişkisinin saptanması. Kafa kaidesi grafisinde iğnenin lokalizasyonu teyit edildi.....                                                                                                                                                                                                                                      | 17 |
| <b>Resim 10:</b> Trigeminal RF-Rizotomi uygulamasında iğnenin lokalizasyonunun lateral grafi ile teyit edilmesi. Kullanılan elektrot, genellikle trigeminal sinir üçüncü dal tutulumlarında kullanılan düz elektrot.....                                                                                                                                                                            | 18 |
| <b>Resim 11:</b> <b>A)</b> III. dal tutulumlarında inferiora doğru konumlandırılan kıvrık uçlu elektrot. <b>B)</b> I. ve II. dal tutulumlarında, superiora doğru konumlandırılan kıvrık uçlu elektrot.....                                                                                                                                                                                          | 18 |
| <b>Resim 12:</b> Yumurta akında rizotomi elektroduyla lezyon oluşturulması (ok).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 19 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Resim 13:</b> Kadavrada kanülün trigeminal sistern içindeki görüntüsü. Kanülün ilerletilmesiyle oluşan dura yırtığı (ok ucu) ve dura propria altında kanülün trasesi (ok).....                                                                                                     | 20       |
| <b>Resim 14:</b> Kadavrada kanülün kavernöz sinüse aşama aşama dayanması, delinmesi.....                                                                                                                                                                                              | 21       |
| <b>Resim 15:</b> Kadavrada kanülün trigeminal sisternde ilerleyişi, kavernöz sinüs durası kaldırılmadan önce (sol) ve sonra (sağ).....                                                                                                                                                | 21       |
| <b>Resim 16:</b> Kadavrada düz ve kıvrık elektrotların dura, ganglion ve lifler ile ilişkisi.....                                                                                                                                                                                     | 22       |
| <b>Resim 17:</b> Kadavrada kanül konumu (kavernöz sinüs durası kaldırılmışken).....                                                                                                                                                                                                   | 22       |
| <b>Resim 18:</b> Ganglion kaldırılmasıyla görüntülenen CN 4, CN 6, ICA ve ganglion ilişkisi.....                                                                                                                                                                                      | 23       |
| <b>Resim 19:</b> Greater superficial petrosal nerve konumu. Kesikli çizgiler, trigeminal ganglionun ve dallarının çıkarılmadan önceki konumlarını göstermektedir.....                                                                                                                 | 24       |
| <b>Resim 20:</b> Düz ve kıvrık uçlu elektrotların yumurta akında oluşturulan lezyon baz alınarak projekte edilen harabiyet etki alanları.....                                                                                                                                         | 25-26    |
| <b>Resim 21:</b> Kadavrada radyo-opak telin topografik görüntüsü. Kadavrada çekilen direkt grafilerde (soldan sağa; kafa tabanı, lateral, AP) foramen ovalenin yeri radyo-opak tel ile işaretli izlenirken kanül ucu petroklival açıda ganglion komşuluğunda olarak teyit edildi..... | 27       |
| <b>Resim 22:</b> Trigeminal ganglion hematoksil-eozin histopatolojik kesitler. Büyütülmüş resimler, preganglionik ve postganglionik liflerin oryantasyonunu göstermektedir.....                                                                                                       | 33-34-35 |
| <b>Resim 23:</b> Büyütülmüş resimde ganglion hücreleri arasındaki stroma dokusuna eşlik eden glial hücreler görülmekte.....                                                                                                                                                           | 35       |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                        |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Tablo 1:</b> Kadavralarda morfometrik ölçümler..... | 28-29-30-31 |
|--------------------------------------------------------|-------------|



## 1.GİRİŞ

Trigeminal ganglion ve komşuluğundaki anatomik yapılar, MSS'deki en karmaşık anatomiye sahip yapılardandır. Bu bölge cerrahisi teknik olarak da zor olmakla birlikte komplikasyon oranı da yüksektir. Foramen ovale, trigeminal nevralji için perkütan trigeminal rizotomi gibi prosedürlerde büyük cerrahi ve tanısal öneme sahiptir. Trigeminal nevraljinin kronik ve medikal tedaviye yanıt vermeyen ağrı semptomunun ortadan kaldırılmasında ganglion trigeminale'ye uygulanan girişimsel müdahaleler günümüzde yaygınlık göstermektedir. Ganglionun yerleşiminin kraniyumun korunaklı ve ulaşılması güç bir noktasında olması, komşu çevre yapıların topografik önemi nedeniyle bu bölgeye yapılacak girişimlerde nervus trigeminus'un ve duyusal ganglionu olan ganglion trigeminale'nin anatomik özelliklerinin bilinmesi klinisyenler açısından önemlidir. Bu çalışmada trigeminal nevraljinin etkin tedavi prosedürlerinden biri olan perkütan radyofrekans rizotominin etki mekanizmasının kadavra üzerinde çalışılması, elektrot yerleşimi ile rizotomi lezyonu arasındaki ilişkinin ortaya konması, hedef ile komşu anatomik yapılar arası ilişkinin tedavi etkinliğindeki rolünün belirlenmesi, trigeminal ganglion'un histopatolojik kesitlerinin incelenerek preganglionik ve postganglionik sinir liflerinin ganglion içerisindeki somatotopik organizasyonun gözlemlenmesi gösterilmiştir.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1 Kraniofasial Nosiseptif Sistem ve Trigeminal Ganglion'un Anatomisi

Ağrı, tanımlanması son derece zor ve tanımı üzerinde fikir birliğine varılmamış bir kavramdır. Uluslararası Ağrı Araştırmaları Teşkilatı (IASP) tarafından “Vücudun herhangi bir yerinden kaynaklanan, gerçek ya da olası bir doku hasarı ile birlikte bulunan, hastanın geçmişteki deneyimleriyle ilgili, duysal, afektif ve hoş olmayan bir duyu” olarak tanımlanır (Merskey ve ark., 1979).

Her ağrıda olduğu gibi kafa ya da yüz bölgesindeki ağrılarda, ağrıya yaklaşım açısından, ağrının başlangıç şekli, karakteri, zamanı, eş zamanlı şikâyetleri, lokalizasyonu, azaltan ya da arttıran durumları, süresi, şiddeti, tetikleyicileri, komşu yapılar ile olan ilişkisi ve ağrının zamansal ilişkilendirilmesi gerekmektedir (Nazlikul, 2013). Nevraljik ağrılar çok ani başlar ve kısa sürer, belli zaman aralıklarında tekrar eder ve atakların arasında ağrısız dönemler vardır. Bu tip ağrılar kraniyal ya da periferik sinirin innervasyon alanı içinde algılanır. Kendiliğinden ortaya çıkabildiği gibi belli bir tetikleyicinin etkisi ile de oluşabilir (Zhang ve ark., 2013).

Nervus trigeminus, en kalın kraniyal sinir olup, radix motoria denilen başlıca çiğneme kaslarını inerve eden küçük kök ile radix sensoria denilen başın büyük bölümünden duyu alan somatosensitif lif leri kapsayan geniş bir kökten oluşur. Radix sensoria, mandibula köşesi dışında kalan yüz derisinin tümü, vertex'in arkasına kadar olan saçlı deri ile ağız ve burun boşluğu, dilin 2/3 önü, paranazal sinüsler, fornix pharyngis mukozası, konjonktiva, membrana tympanica'nın dış yüzünün bir kısmı, dura mater ve beyin venöz sinüslerinin bir bölümünün duyusunu sağlar (Karabekir ve ark., 2007).

Ganglion trigeminale (ggl. semilunale; Gasser ganglionu) os temporale'nin pars petrosa'sının (pyramis) ön yüzünde tepe kısmına yakın olarak bulunan impressio trigeminalis'deki sığ çukurluğa yerleşir. Bu

ganglionun arka kenarından çıkan santral uzantıdan oluşan radix sensoria, gangliondan ayrıldıktan sonra sinus petrosus superior ile tentorium cerebelli'nin altından arka içe ilerleyerek beyin sapında mezensefalon, pons ve bulbus (medulla oblongata) seviyelerinde yer alan üç duysal çekirdekte sonlanır. Bu çekirdeklerden pons'da yer alan nucleus principalis nervi trigemini adını alır ve asıl duysal nükleus olarak tanımlanır. Nervus trigeminus'un inervasyon alanlarından, yani yüz bölgelerinden algılanan dokunma duyusunu alır. Diğer çekirdek mezensefalonda yer alan nucleus mesencephali nervi trigemini'dir. Çiğneme kasları, eksternal göz kasları ve yüz kaslarından gelen proprioceptif duyuyu alır. Üçüncü duysal çekirdek ise nucleus spinalis nervi trigemini olup bulbusta yerleşir. Ağrı ve ısı duyusunun algılanmasından sorumludur. Ganglion trigeminale'ye plexus caroticus'dan gelen postganglionik sempatik lifler de katılır. N. trigeminus'un ganglionun ön kenarından çıkan periferik uzantıları n. ophthalmicus, n. maxillaris ve n. mandibularis'i oluşturur. N. ophthalmicus ve dalları sadece duysal liflerden oluşur; göz küresi, gözyaşı bezi, üst göz kapağı, frontal sfenoid paranazal sinüsler, burun ve alın derisi ile saçlı derinin vertex'e kadar olan bölümü, ekstraoküler göz kaslarından gelen proprioceptif duyuyu da içeren sensitif duyuyu algılar. N. maxillaris de salt duysal sinirdir. Kavernöz sinüsün dış yan duvarında seyreder ve foramen rotundum yoluyla fossa pterygopalatina'ya ulaşır. Daha sonra fissura orbitalis inferior'dan geçerek orbitaya gelir ve n. infraorbitalis adıyla uç dal olarak devam eder. Bu uç dal foramen infraorbitalis'den geçip fossa canina'ya ulaşır ve epikantus lateralis ile angulus oris'den laterale doğru oluşturulan hayali çizginin arasındaki yüz bölgesinin deri duyusunu alan dallarına ayrılarak sonlanır. N. mandibularis en kalın ve hem duysal hem de motor lifler içeren üçüncü daldır. Duysal lifler alt çenenin diş eti ve dişleri, şakak bölgesinin büyük kısmı ile yüzün alt bölge derisi, alt dudak, dilin 2/3 ön kısmı, yanak mukozası, aurikula, membrana tympani ve dış kulak yolunun bir bölümünün somatosensitif liflerini içerir (Karabekir ve ark., 2007).

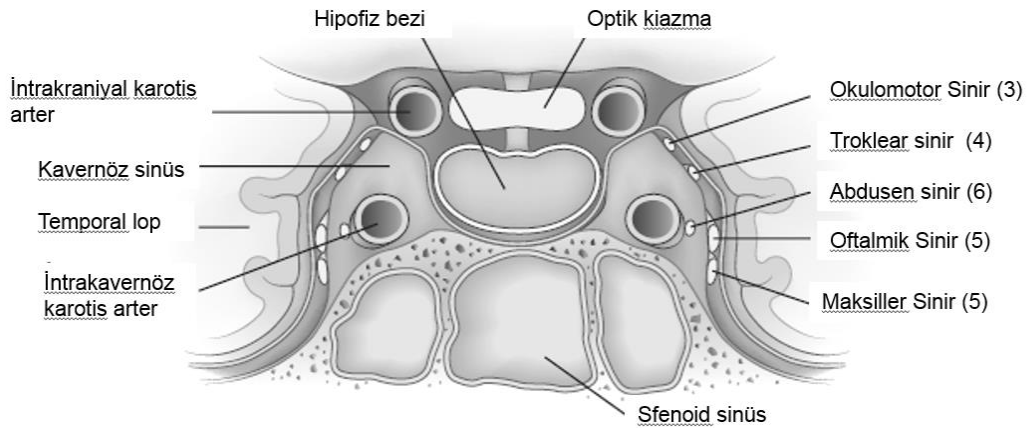
Greater superficial petrosal nerve (GSPN), Meckel's Cave (Meckel's kavitesi)'e posterolateral olarak konumlanır ve dura altında fasiyal sinir

hiatusundan medial olarak seyreder. Daha önceki yapılan anatomik çalışmalarda Meckel's Cave'in ICA'nın hemen üzerinde seyrettiği tespit edilmiş ve TG ve ICA arasında periosteal bir tabaka veya oldukça ince kemikli lamina olduğu görülmüştür. Petröz ICA'nın horizontal segmentinin lateral sınırı boyunca seyreden GSPN, genikulat ganglionda sonlanarak bu bölge cerrahisinde önemli landmark'ları oluşturur (Arslan ve ark., 2011).

Abdusens sinir, petroklinoïdal ligamanın altından geçerek Dorello'nun kanalına Meckel's Cave ve trigeminal gangliyonun medialinde seyrederek girer. Kavernöz sinüs içinde sinir, karotis arterinin etrafında lateral olarak kıvrılır ve V1'e medial ve paralel uzanarak devam eder (Harrigan ve Chandler, 1998; Kanpolat ve ark., 1999).

Tuba auditiva orta kulak ve farinks arasında uzanır. Proksimal üçte biri kemik yapıdan, distal üçte ikisi membranöz yapıdan oluşur. Membranöz kısım, foramen ovale ile yakın bir ilişkiye sahiptir ve foramen ovale'nin posteromedialine konumlanır (Ugur ve ark., 2004).

## 2.2 Kavernöz Sinüsün Anatomisi



**Şekil 1:** Kavernöz sinüs koronal kesit. Trigeminal sinir dalları ve komşulukları.



Kavernöz sinüs internal karotid arterin kavernöz segmentinin trasesi boyunca duranın katlantıları ile oluşur. Orbita, Sylvian fissür, orta ve anterior fossa venlerinin sonlandığı baziller, süperior ve inferior petrozal ve interkavernöz sinüslerin serbest bağlantılar kurduğu venöz bir kavşaktır. Kavernöz sinüs, internal karotid arterin kavernöz segmenti ve dallarını, sempatik pleksus, III., IV. ve VI. kranial sinirler ve V. sinirin birinci dalı, pek çok venöz oluşum ve boşluk içerir (Şekil 1).

Posterior duvarın lateral kenarı Meckel's kavitesinin ostiumunun hemen medialindedir ve anteriorda sinüsün alt kenarı medial ve lateral duvarların birleştiği yerde oftalmik sinirin lateral duvardaki trasesinin hemen altından posteriorda ise Gasser ganglionunun 1/3 üst ve orta parçalarının birleştiği yerin medialindedir. Sadece Meckel's kavitesinin medial duvarının üst parçası ve Gasser ganglionunun üst parçası kavernöz sinüsün lateralindedir. Böylece yaklaşık olarak Meckel's kavitesinin tamamı kavernöz sinüs posterior parçasının altında ve lateralindedir (Şekil 1). Meckel's kavitesi önden posterior fossaya uzanır, ostiumu aşağıda petrozal sırtın medial parçası yukarda süperior petrosal sinüs, medialde kavernöz sinüsün lateral kenarı arasında yer alır (Rhoton ve Congress Of Neurological Surgeons, 2003).

### **2.3 Trigeminal Nevralji ve Cerrahi Tedavi Yöntemleri**

Trigeminal nevroalji (TN), kraniyofasiyal nevroaljilerin en tipik örneğidir. Trigeminal nevroalji, etiyolojisi bugün için bile tam olarak bilinmeyen, paroksizmal, trigeminal sinirin bir veya daha fazla dalının inerve ettiği sahaya yayılan şiddetli ağrı ataklarıyla karakterize bir hastalıktır. Ağrılı tik / Tic de douloureux / trifasial nevroalji de denilir. İnsidansı 4-5/100.000 olarak bildirilmiştir (Acarkan ve Nazlikul, 2015).

Nevroaljik ağrı dokunma, yemek yeme, su içme, yüz yıkama, konuşma gibi aktivitelerle tetiklenebilen, keskin ve kısa süreli bir ağrıdır. TN'in tam olarak etiyolojisi bilinmemekle birlikte Trigeminal sinirin vasküler bir yapı tarafından

baskı altında olması serebellopontin aç ıksplorasyonunda en sık karşılaşılan bulgu olmuştur (Acarkan ve Nazlikul, 2015).

Trigeminal nevr alji fizyopatolojisi, modern tıbb a göre kesinlik kazanmamış kliniklerden biridir. En yaygın ve kabul gelen açıklamaların başında Gasser gangliyonu veya gerisindeki afferent trigeminal köklerde osteofibrotik değ iş ikliklerin varlığı gelir. Retrogasserian bölgedeki bu mikroskobik lezyonlar karotis internadaki vasküler değ iş melerdir. Fizyopatolojinin incelendiğı elektron mikroskopik çalış malar a göre; trigeminal sinirlerin köklerinde geniş çaplı myelinli liflerin kılıf ı üzerinde sınırlı segmental demiyelinizasyon şeklinde değ iş iklikler vardır (Acarkan ve Nazlikul, 2015).

TN, karbamazepine başlangıçta iyi yanıt verir. İlaçla tedavi edilemeyen trigeminal nevr aljinin tedavisi cerrahidir ancak bunun tek bir yöntemi yoktur. Trigeminal Radyofrekans (RF) rizotomi, mikrovasküler dekompresyon (MVD) (Janetta operasyonu), gliserol rizolis, trigeminal ganglion balon kompresyonu ve radyasyon-cerrahisi gibi birbirine üstünlükleri veya dezavantajları bulunan birçok cerrahi yöntem tedavide etkili olabilir. Bu yöntemler içinde, RF ve MVD'nin birinin diğ erine üstünlüğü kanıtlanmamıştır (Savas A ve ark., 2019).

## **2.4 Trigeminal Radyofrekans Rizotomi ve Elektrotları Tarihçesi**

Farklı bir hastalık varlığı olarak TN'nin ilk tanımı Fehr ve Schmidt tarafından 1688 yılına kadar uzanmaktadır. Trigeminal RF rizotomi, trigeminal sinirin retrogasserian liflerine foramen ovale yoluyla özel bir iğ ne elektrod sistemiyle perkütan olarak ulaş ıp RF enerjisiyle lezyon yapma temeline dayanmaktadır. İlk TN tedavi girişimi, Harris'in trigeminal gangliyon a alkol enjekte etmesiyle 1910'da gerçekleşmiştir. Kısa bir süre sonra, 1914'te, Hartel, foramen ovale'ye erişmek için günümüzde de perkütan enjeksiyonlarda hala kullanılan bir yöntem tanımladı. Harris yaklaşımını açıkladıktan sadece 2 yıl sonra, Rethi TN'yi trigeminal sinir ve ganglionun elektrokoagülasyonu ile tedavi etmeye çalıştı. Elektrot tasarımındaki sınırlamalar nedeniyle, bu işlem trigeminal sinir ve çevresindeki yapılara istenmeyen yaralanma sonucu yüksek

komplikasyon oranlarını beraberinde getirdi. Sweet'in, 1974'te trigeminal köklerin radiofrekans termokagülasyonunu tarif ettiği yazı yayımlandı; elektriksel stimülasyon ve sıcaklık izlemesine izin vermek için kısa etkili anestezi ajanların kullanılmasıyla, yöntemlerinin hassas lezyon oluşturulmasının önü açıldı. Sonraki yıllar boyunca Nugent, tekniği ince bir kordotomi tipi elektrot kullanarak geliştirdi. Sonrasında da Tew ve Taha, daha düşük komplikasyon oranlarıyla yüksek ağrı rahatlama sağlayan günümüzde de kullandığımız kavisli termistör uçlu elektrotları tanıttı (Wang ve ark., 2016).

Trigeminal RF Rizotomi deneyim ve dikkat isteyen güvenli bir uygulamadır. Uygulamanın ağrıyı kontrol oranının %97,6'ya ulaştığı seriler vardır (Kanpolat ve ark., 2001; Savas ve ark., 2019). İşlem sonrası korneal refleksin yokluğu veya azalmasına bağlı keratit, masseter disfonksiyonuna yönelik çiğneme güçlüğü, ağrılı disestezi, geçici kranial sinir felci, rinore, karotikokavernöz fistül gibi nadir yan etkiler bildirilmiştir (Kanpolat ve ark., 2001; Savas ve ark., 2019).

Trigeminal nevraljili hastalarda, trigeminal ganglionda RF enerjisiyle perkütan olarak lezyon yapılması TN tedavisinde en çok uygulanan invaziv yöntemlerden biridir. RF rizotominin TN'de tercih edilme nedeni etkinliğinin yüksek, riskinin düşük olmasıdır. 5 yıldan uzun süreli izlemde ağrı nüks oranı artmakla birlikte girişimin tekrarlanabilir olması kümülatif etkinliğini arttırmaktadır (Kanpolat ve ark., 2001; Savas ve ark., 2019).

Trigeminal nevraljinin tedavisinde kullanılan diğer etkili yöntemler içerisinde mikrovasküler dekompresyon, gliserol rizotomi, balon kompresyon tekniği ve radyocerrahi alanının radyoşirürjikal lezyonu gelmektedir. Mikrovasküler dekompresyon, TN tedavisinde etkin bir yöntemdir. Genellikle genel durumu uygun idiopatik TN olgularında kullanılır. Yıllık rekürrens oranı %2'dir. En deneyimli merkezlerde bile mortalite düşük de olsa mevcuttur. Özellikle genç hastalar için duyu bozukluğu yapmaması nedeniyle tecrübeli cerrahlar tarafından yapılabilmesi halinde etkin bir uygulamadır. Ağrı kontrolü sonuçları itibarıyla, bir veya birden fazla RF-rizotomi uygulanmasının ortalama yıllık %3'lük ağrı rekürrensi olasılığı göz önüne alındığında tek bir MVD

uygulamasına göre bir dezavantajı bulunmamaktadır (Kanpolat ve ark., 2001; Savas ve ark., 2019).

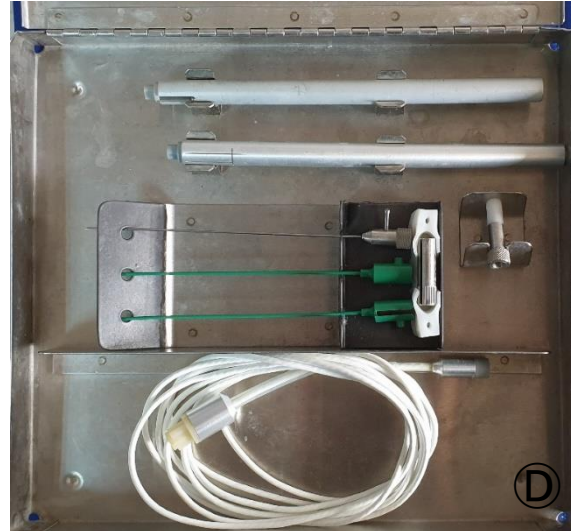
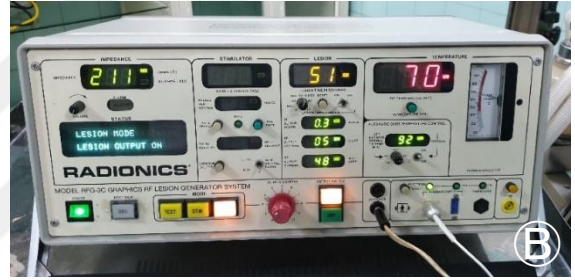
## **2.5 Çalışmanın Amacı**

Bu çalışma ile trigeminal ganglion ve trigeminal RF rizotomi ile ilişkili anatomik yapıların rizotomi sırasında kullanılan elektrotlar ile anatomik ilişkisinin kadavra üzerinde gösterilmesi, elektrotların çap ve uzunluklarının ganglion üzerinde lezyon oluşumu sırasında etkinliğine katkısının belirlenmesi, trigeminal ganglion anatomisinin cerrahi açısından incelenmesi ve bu doğrultuda işlemin daha etkili ve daha sağlıklı yapılması açısından veriler elde etmek amaçlanmıştır.

### 3.GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1 Hastada Trigeminal RF Rizotomi Uygulaması

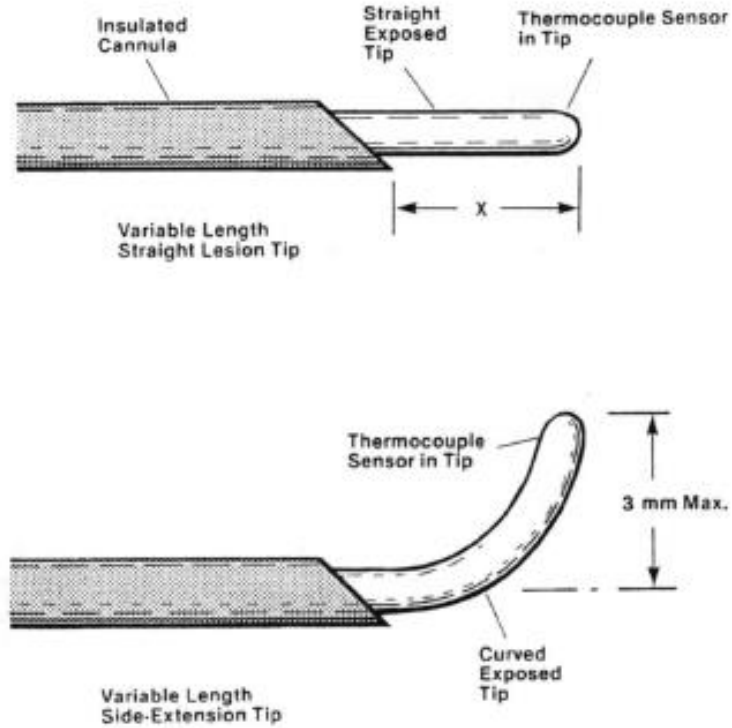
RF rizotomide kullanılan sistemler özel hazırlanmış iğne elektrot sistemleri ve RF jeneratöründen oluşur. Hastalarda ve kadavra çalışmasında Radionics (Burlington MA, ABD) firmasına ait jeneratör, RF ekipmanları ve TEW elektrot kitleri kullanılmıştır (Resim 1).



**Resim 1:** A) Trigeminal RF-Rizotomi sırasında foramen ovale'ye perkütan giriş. B) RF jeneratörü. C) RF rizotomi için foramen ovaleye perkütan giriş sırasında kullanılan guide ve 19G kanül. D) Kıvrık ve düz uçlu RF elektrotları. Elektrot-jeneratör bağlantı kablosu.

Uygulamada hasta röntgen masasına sırt üstü yatırılır, vital monitörizasyonu sağlanır (Resim 1). Uygulama, hasta kooperasyonunu koruyarak hastanın duyacağı ağrı en aza indirgenecek şekilde sedasyon ve analjezi sağlanarak yapılır. Cerrahi alanın antiseptik ile temizliği sağlanır. Dudak komissürünün 2,5-3 cm lateralinden girilerek özel iğneyle, ağız mukozasını delmeden fossa pterygoidea'ya ulaşılır (Resim 1). İğne sisteminin anatomik lokalizasyonu radyolojik olarak değerlendirildikten sonra, elektrot yerleştirilir ve elektrofizyolojik kontrolü yapılır. Stimulasyonla aynı taraf yüz yarısında trigeminal dermatomal alanlara yayılan elektriklenme tarzında cevaplar alınır. Çene hareketleri motor liflerin uyarılma belirtisidir. Stimülasyonla elektrot sisteminin lokalizasyonu elektrofizyolojik olarak teyit edildikten sonra 60-70 °C arasında 60 saniyelik lezyon yapılır.

### 3.2 Trigeminal RF Elektrotları

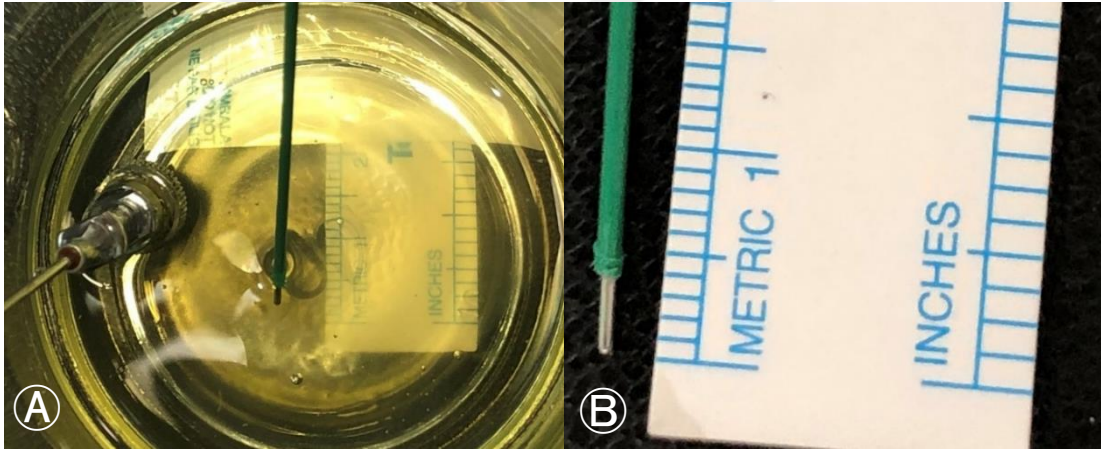


**Resim 2:** Düz ve kıvrık elektrot çap ve farklılıkları. Düz elektrodun ucu, kanülün göbeğinde işaret edildiği gibi, kanülün ucunun ötesine değişken bir miktarda uzanmaktadır.

(Tew, J.M., van Loveren, H.R., Caputi, F. (1990). Percutaneous electrocoagulation of the trigeminal nerve in the treatment of trigeminal neuralgia. Radionics procedure technique series, Radionics, Burlington, MA.)

Arzu edilen analjeziyi elde etmek için doğrultu dışı bir yönde daha geniş bir lezyona ihtiyaç duyulduğunda, düz elektrot çıkarılarak kanülün kendisini çıkarmaya veya yeniden yerleştirmeye gerek kalmadan kıvrık uçlu elektrot yerleştirilerek kullanılır. Kıvrık uçlu elektrodun doğrultu dışına uzanan miktarı maksimum 3 mm olacak şekilde değişmektedir (Resim 2) (Tew ve ark., 1990).

### 3.3 Trigeminal RF Elektrotlarıyla In Vitro Lezyon Yapılması



**Resim 3: A)** Yumurta akına RF jeneratörüyle lezyon yapılması. **B)** Kullanılan elektrot kitinde düz elektrodun kanül dışına uzanan miktarının ölçümü.

Yumurta akı üzerine RF elektrodu ile hastada yapılan benzer işlem uygulanarak lezyon yapıldı. Oluşan lezyon çapı kadavradaki elektrot etrafında projekte edilerek işlemin etki alanı gösterilmeye çalışıldı. Elektrodun mandren dışında kalan kısmı 4 mm olarak ölçülerek hesaplamaya dahil edildi (Resim 3) (Cosman ve Cosman, 2005).



### 3.4 Kadavra Özellikleri

Kadavra diseksiyonları, anatomik yapıların belirlenmesi ve cerrahi girişimlerin tanımlanmasında yıllardır önemli yer etmiştir. Bu çalışmada da, anatominin gerçeğe daha yakın ve dokuların daha iyi muhafaza edilmesi sebebiyle taze donmuş kadvralar kullanıldı. Taze donmuş kadvralarda dokular canlı dokuya daha yakın, cerrahi açıdan çalışılması daha kolay ve elde edilen bilgiler gerçekte yakın uyumluluk göstermektedir. Çalışma, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı diseksiyon salonlarında, 4 adet taze donmuş kadavra kafası kullanılarak yapıldı. İntrakraniyal, ekstrakraniyal veya sinonazal patolojik özellikleri olmayan; kanülasyonla arteria karotis internalardan kırmızı, vena jugularis internalardan mavi silikon/lateks enjekte edilmiş taze donmuş kadavra kafaları incelendi.

### 3.5 Trigeminal RF Elektrotlarıyla Kadavrada Foramen Ovale'den Giriş



Kadavra başı, doğru konumlandırmayı sağlamak için bir kafa tutucu ile sabitlendi (Resim 4). İki taraflı kraniotomi ve diseksiyon için uygun hale getirildi.

Kadavralarda foramen ovale'ye giriş, canlı hastada RF rizotomi uygulamasında tanımlandığına benzer şekilde gerçekleştirildi.

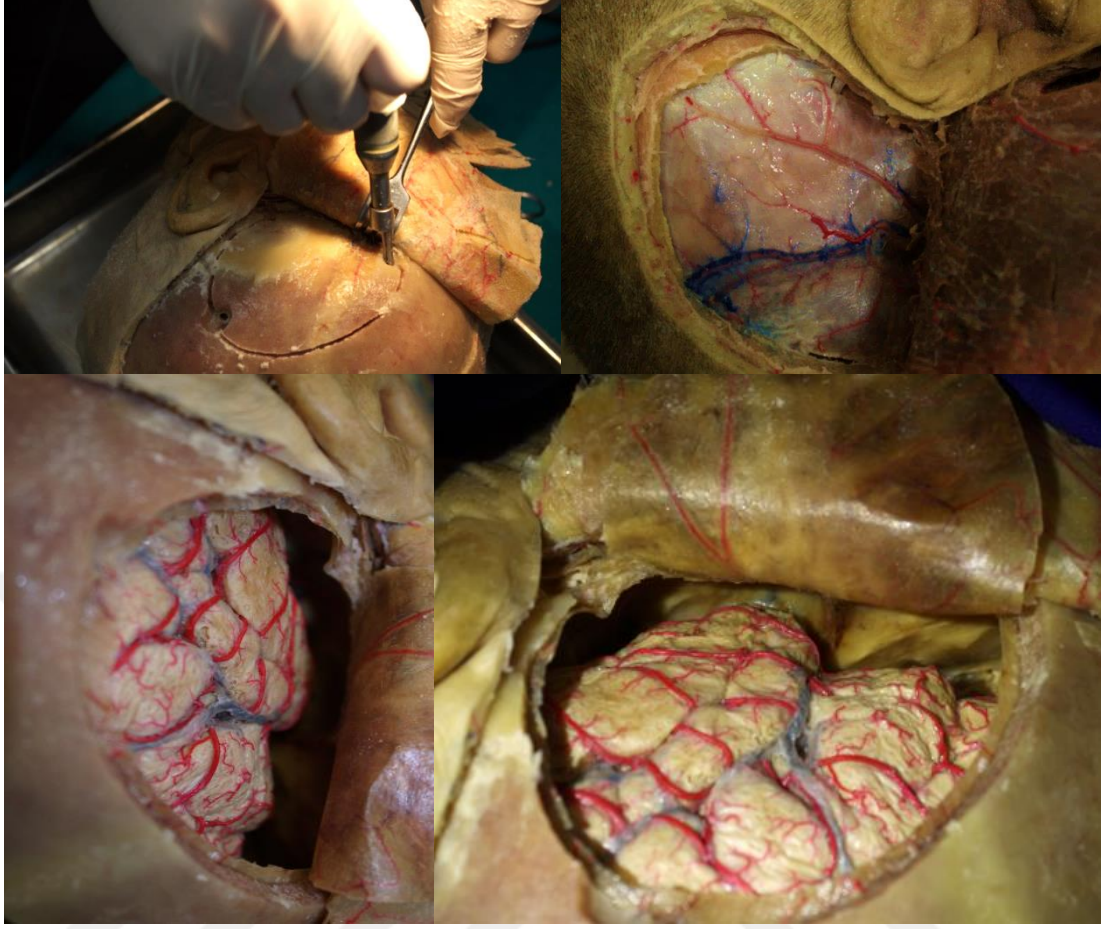
**Resim 4:** Kadavra başında perkütan foramen ovale'ye giriş.



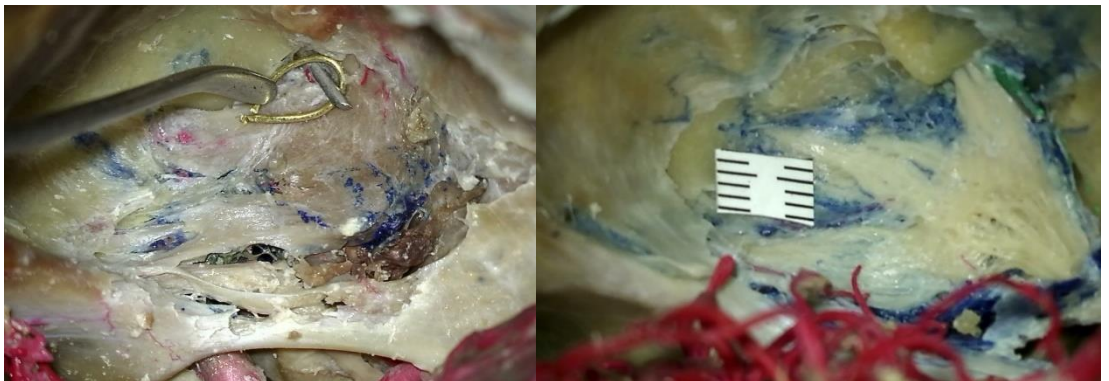
### 3.6 Kadavra Diseksiyonu

Kadavra kafalarında foramen ovale'den perkütan yolla elektrotlar aracılığıyla girilerek ponksiyon yapıldı ve trigeminal sisterne ulaşıldı. Bilateral frontotemporal kraniyotomiye uyacak şekilde soru işareti şeklinde cilt insizyonlarıyla girilerek skalp dokusu geçildi (Resim 5). Oluşan cilt flebinin devrilmesiyle ortaya çıkarılan kemikte yüksek hızlı drill ile burr hole'ler açılarak temporal kraniotomileri çevrildi. Duranın açılmasının ardından sylvian fissür izlendi. Pterional yaklaşımla temporal pol de dahil olmak üzere superior temporal girus'tan başlanarak neokortikal rezeksizyon yapıldı, tentorium serbest kenarı ve temporobazale ulaşılana kadar ilerlendi. Temporal lobektomisi tamamlanarak Meckel's Cave ve trigeminal sisternin ekspozе edilmesi bu şekilde sağlandı.

MC, TG ve nörovasküler yapılar arasındaki ilişkiler gözlendi ve kaliper kullanılarak morfometrik ölçümler alındı. Tüm diseksiyonlar ve ölçümler sırasında Zeiss OPMI Pico-MCS-3U (Carl Zeiss, Almanya) model cerrahi mikroskop kullanıldı (Resim 6).



**Resim 5:** Yüksek hızlı drill ile kraniotomi çevrilmesi. Kemik flep kaldırılması ile görüntülenen dura mater ve orta meningeal arter. Duranın açılmasıyla ekspozite olan korteks. Frontal ve temporal loblar arasında Sylvian fissür.



**Resim 6:** Meckel's Cave ve trigeminal sistern görünümü. (temporal lob çıkarıldıktan sonra)

### 3.7. Kadavra'da Direkt Grafi Çalışması

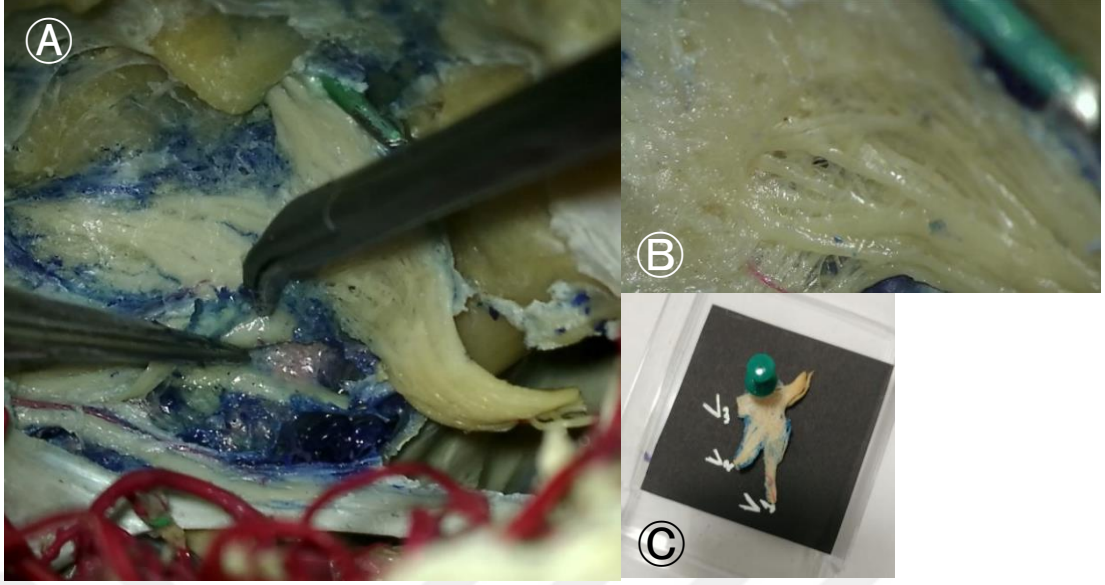


**Resim 7:** Kadavra direkt grafi pozisyonları (soldan sağa sırayla basis cranii, lateral, AP)

Elektrodun ucunu ve Gasser ganglionu ile ilişkisini belirlemek için radyo-opak malzeme kullanıldı. Radyo-opak malzeme eşliğinde kadavraların direkt grafileri çekilerek elektrot konumunun radyolojik doğrulamaya esas görüntüleri elde edildi (Resim 7).

### 3.8. Trigeminal Ganglionun Eksizyonu ve Histopatolojik İncelenmesi

Ardından, preganglionik sinir liflerinin ganglionsdaki presentasyonu ve ilişkisinin histopatolojik olarak detaylı incelenebilmesi için trigeminal ganglionlar mikrocerrahi aletler ve mikroskop yardımıyla çıkarılarak formalin fiksasyonuna konuldu ve preparat örnekleme için patoloji birimine verildi (Resim 8).



**Resim 8:** **A)** Trigeminal ganglion ile postganglionik ve retrogasserian liflerin mikroskop altında rezeksiyonu. **B)** Retrogasserian lifler ile elektrot ilişkisi. **C)** Rezeksiyon sonrası formaline konan spesimen.



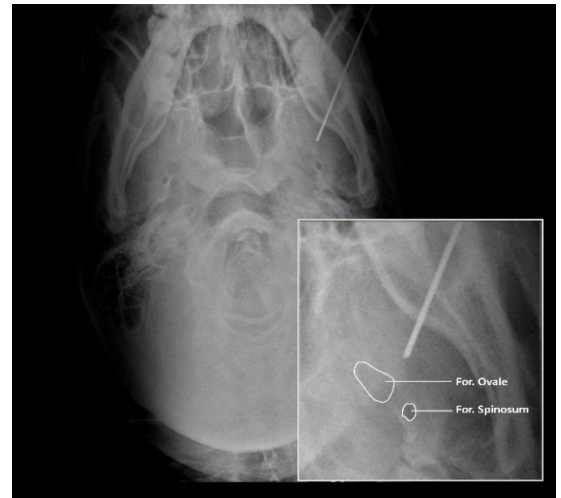
## 4.BULGULAR

### 4.1 Hastada Trigeminal RF Uygulamasında Elektrotların Direkt Grafide Gösterilmesi



**Resim 9:** Kafa kaidesi grafisiyle iğnenin foramen ovale ile olan ilişkisinin saptanması. Kafa kaidesi grafisinde iğnenin lokalizasyonu teyit edildi.

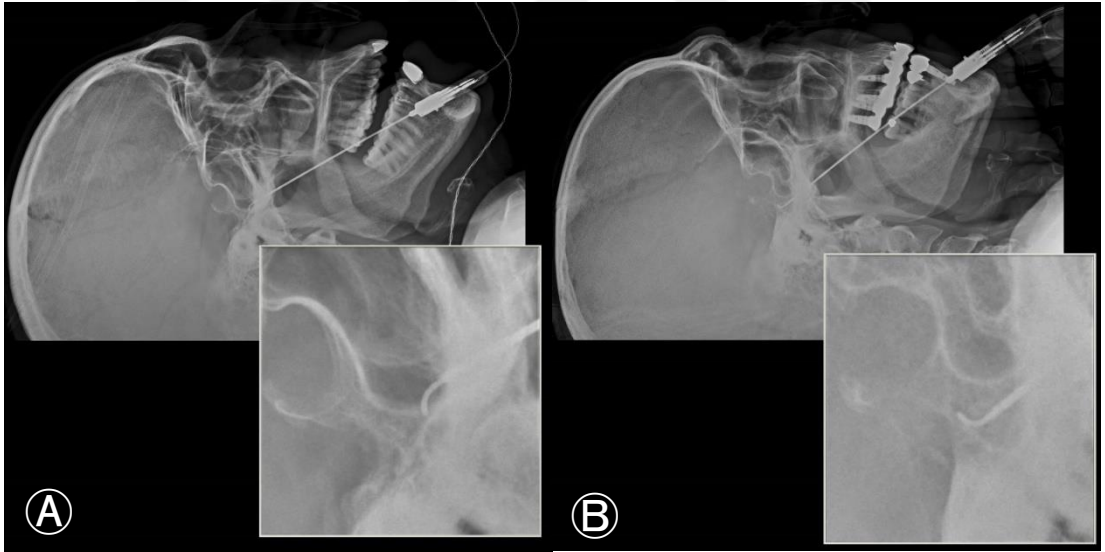
Kafa kaidesi grafisiyle veya skopiyle iğnenin foramen ovaleyle ilişkisi saptandı ve foramen ovale geçilerek retrogasserian liflere ulaşıldı. Kafa kaidesi grafisinde foramen ovale ve foramen spinosum görülerek iğnenin lokalizasyonu gösterildi (Resim 9).





**Resim 10:** Trigeminal RF-Rizotomi uygulamasında iğnenin lokalizasyonunun lateral grafi ile teyit edilmesi. Kullanılan elektrot, genellikle trigeminal sinir üçüncü dal tutulumlarında kullanılan düz elektrot.

Ganglionun konumu genellikle lateral planda klivus ile petroz apeks bileşkesine yakındır. Bu durum, lateral pozisyonda elde edilen röntgen grafi ile doğrulandı (Resim 10).

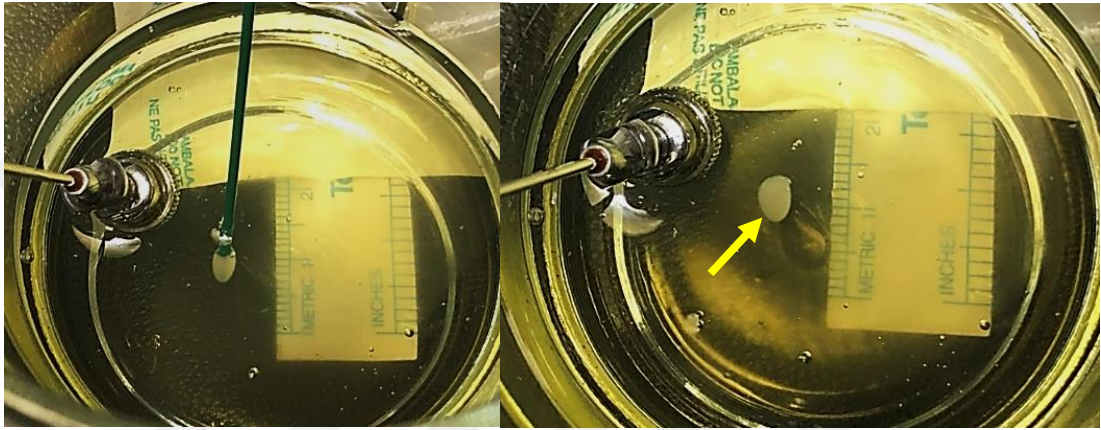


**Resim 11: A)** III. dal tutulumlarında inferiora doğru konumlandırılan kıvrık uçlu elektrot.

**B)** I. ve II. dal tutulumlarında, superiora doğru konumlandırılan kıvrık uçlu elektrot.

Trigeminal sinirin I ve II. dal tutulumlarında genellikle ucu eğimli elektrot kullanılırken, III. dal tutulumlarında düz elektrot tercih edilir. Yine III. dal tutulumları için ucu eğimli elektrot inferiora doğru konumlandırılarak, I.ve II. dal tutulumlarında ucu superiora doğru konumlandırılarak kullanılabilir (Resim 11).

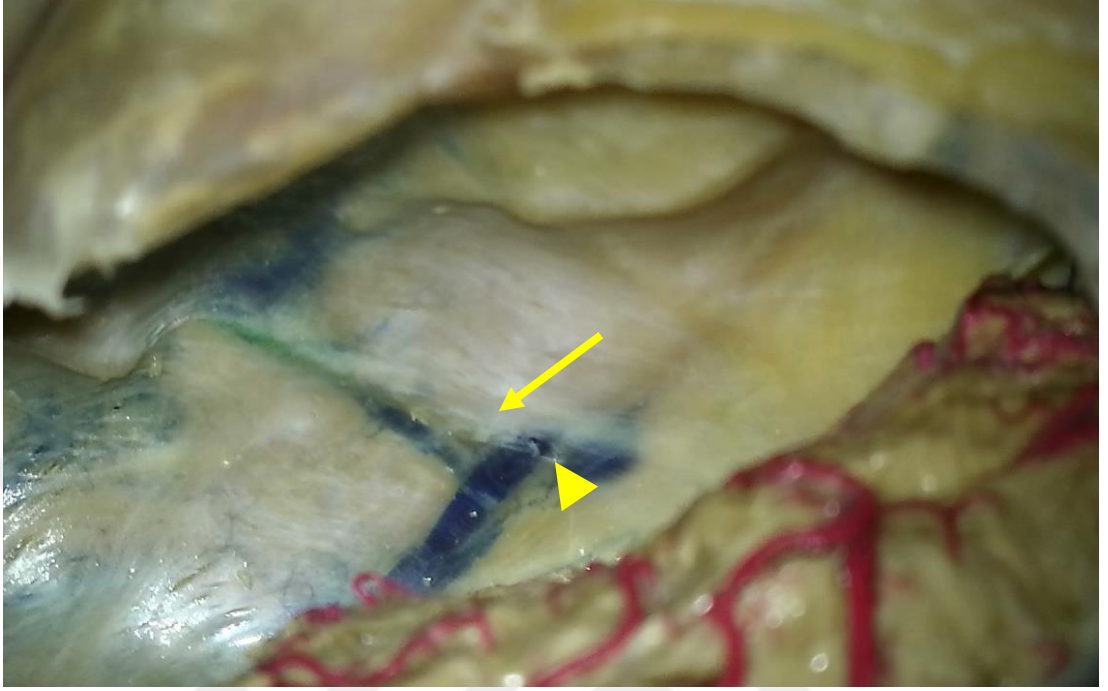
#### 4.2 Trigeminal RF Elektrotlarıyla In Vitro Lezyon Çapının Gösterilmesi



**Resim 12:** Yumurta akında rizotomi elektroduyla lezyon oluşturulması (ok).

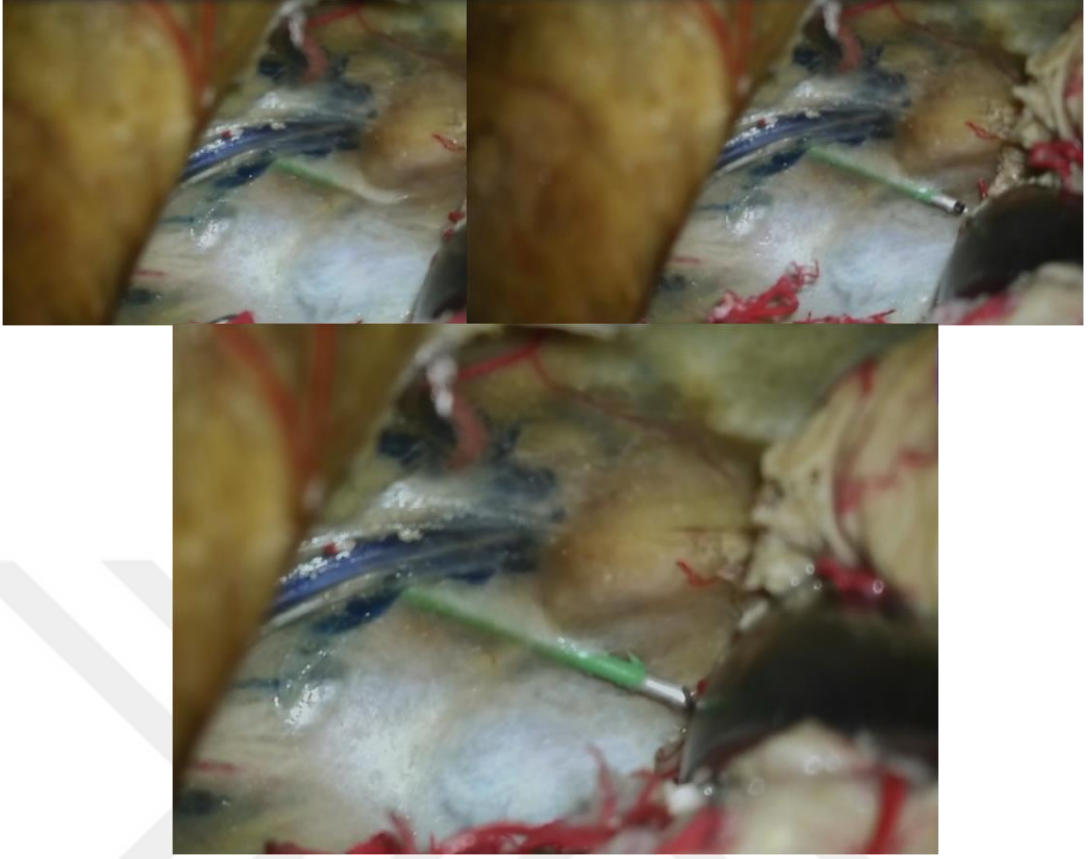
Elektrodun mandren dışında kalan kısmı hesaba katılarak hastada uygulandığı gibi 60-70 °C arasında 60 saniyelik sürede yumurta akında oluşan lezyon, elipsoid şekilli ve 5x4 mm olarak gözlemlendi (Resim 12).

#### 4.3 Kadavrada Elektrot-Ganglion İlişkisi



**Resim 13:** Kadavrada kanülün trigeminal sistem içindeki görüntüsü. Kanülün ilerletilmesiyle oluşan dura yırtığı (ok ucu) ve dura propria altında kanülün trasesi (ok).

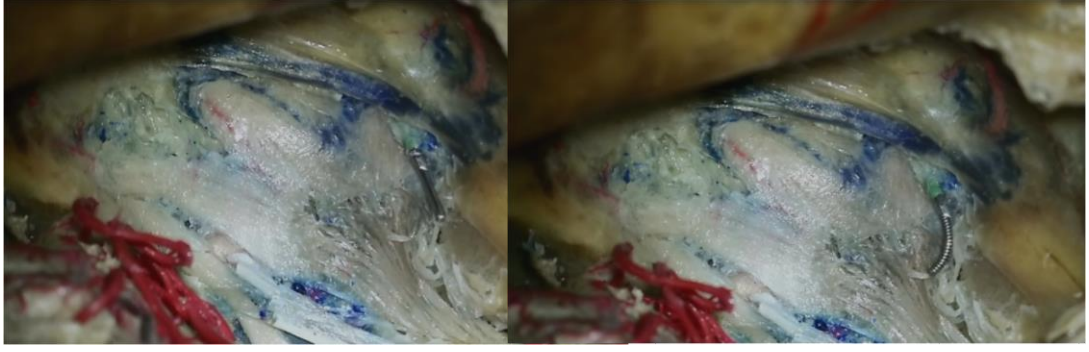




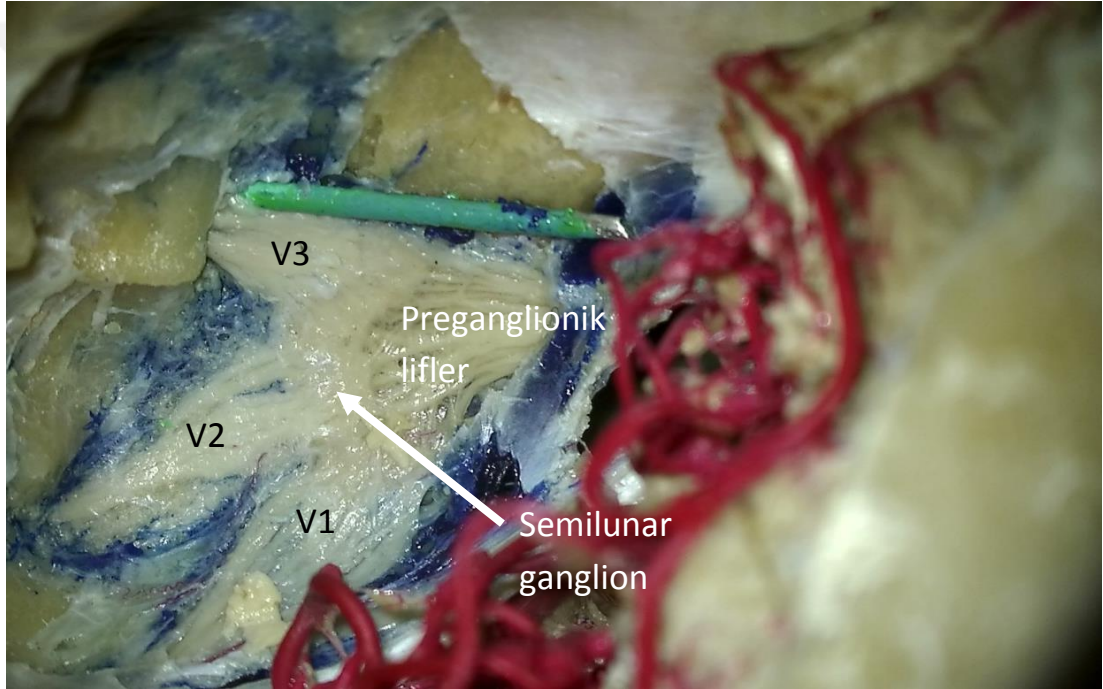
**Resim 14:** Kadavrada kanülün kavernöz sinüse aşama aşama dayanması, delinmesi.



**Resim 15:** Kadavrada kanülün trigeminal sistemde ilerleyişi, kavernöz sinüs durası kaldırılmadan önce (sol) ve sonra (sağ).



**Resim 16:** Kadavrada düz ve kıvrık elektrotların dura, ganglion ve lifler ile ilişkisi.



**Resim 17:** Kadavrada kanül konumu (kavernöz sinüs durası kaldırılmışken).

Trigeminal ganglionun her üç dalı ile elektrodun ilişkisi ve kontakt durumu, elektrodun trigeminal pleksusa uzanımı ve duranın elektrot iğnesi tarafından delinme mesafesi ölçümler aracılığıyla ortaya konarak rizotomi sırasında kullanılan düz ve kıvrık elektrotların termokoagülasyon yapılırken Meckel's Cave içerisindeki gerçek topografik konumları açığa çıkarıldı (Resim 13, 14, 15, 16, 17).

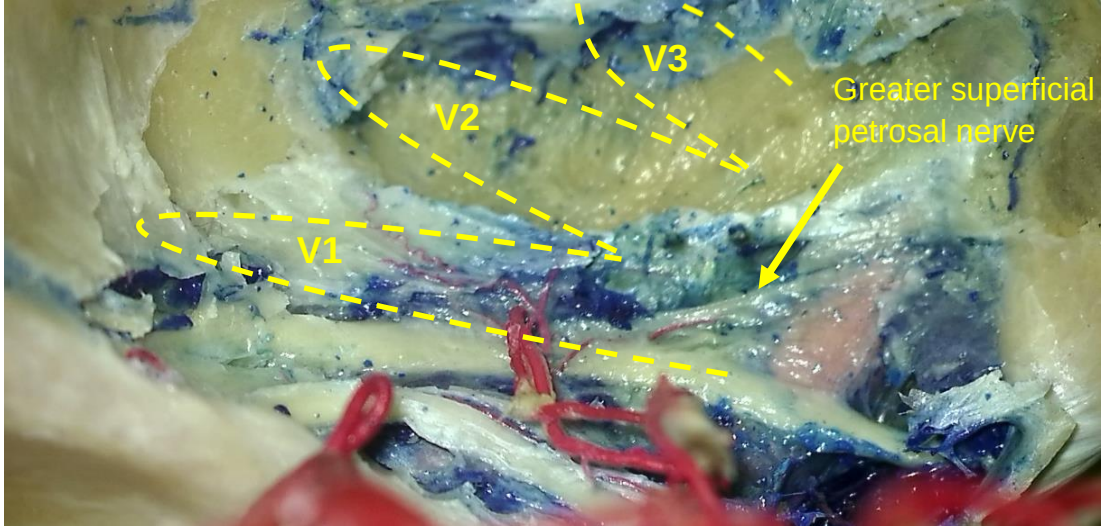
Kanülün kadavrada ilerletilmesi sırasında kavernöz sinüs durasının adeta bariyer görevi görerek elektrotların gangliona lezyon oluşturarak etki etmesinde önemli rol oynadığı gösterildi. Kanülün ilerletilmesi ile duranın bir yerden sonra delinerek hedef dokudan uzak konumlandığı izlendi (Resim 14).



**Resim 18:** Ganglion kaldırılmasıyla görüntülenen CN 4, CN 6, ICA ve ganglion ilişkisi.

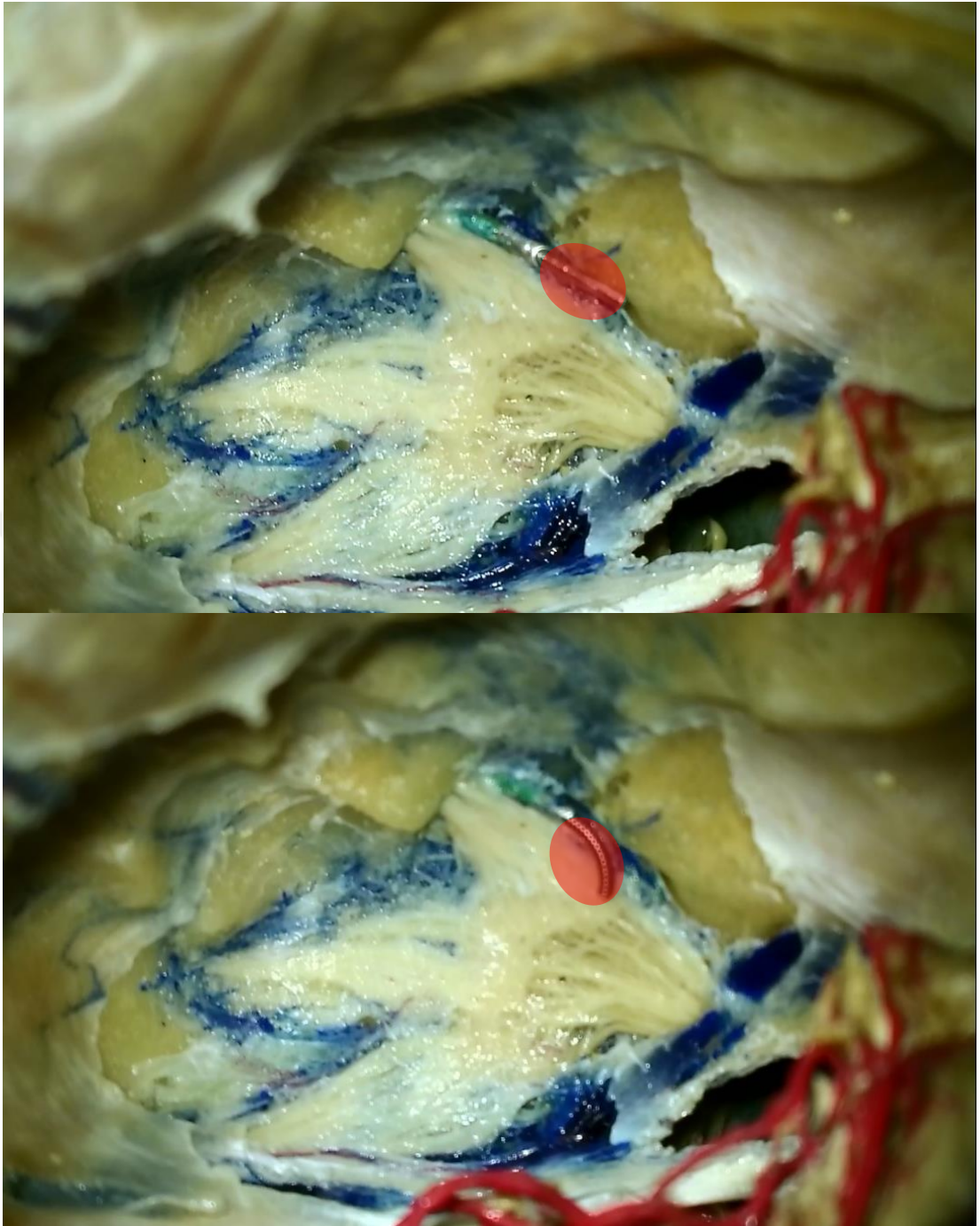
Ganglionun kaldırılmasıyla CN 4, CN 6 ve internal karotid arterin trigeminal sinirler ve ganglion ile yakın komşuluğu gözlemlendi (Resim 18).





**Resim 19:** Greater superficial petrosal nerve konumu. Kesikli çizgiler, trigeminal ganglionun ve dallarının çıkarılmadan önceki konumlarını göstermektedir.

Greater superficial petrosal nerve (GSPN) ile trigeminal ganglion ve dallarının yakın komşuluğu ganglion çıkarıldıktan sonra demonstre edildi (Resim 19).



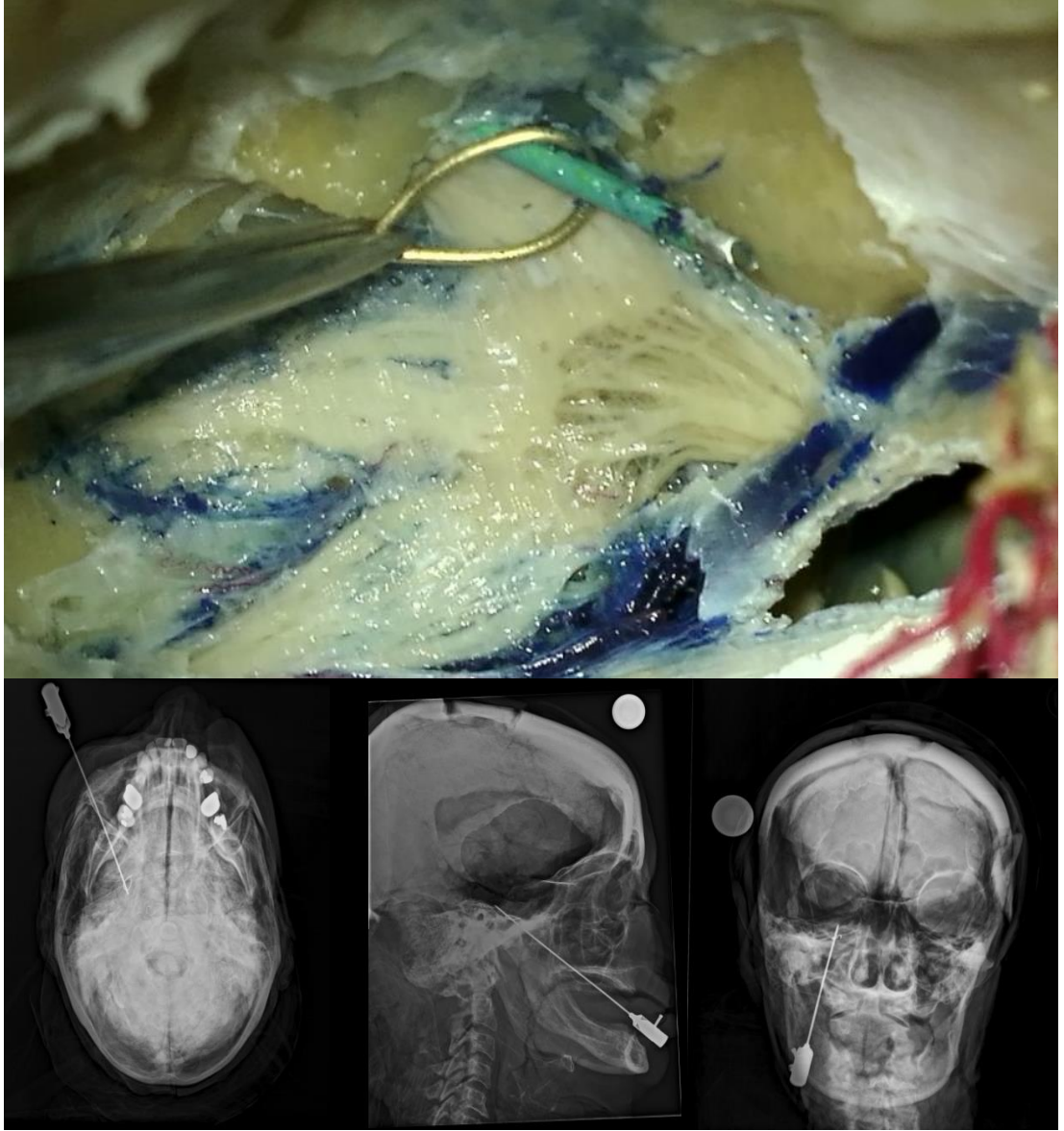


**Resim 20:** Düz ve kıvrık uçlu elektrotların yumurta akında oluşturulan lezyon baz alınarak projekte edilen harabiyet etki alanları.

Lezyon sınırlarının resim üzerindeki işaretlenmesiyle yapılan projeksiyonda lezyonun ganglionda sınırlı bir alanda etkili olduğu izlenmekle beraber, bu gözlem RF elektrodunun durayı delmeden duranın baskısıyla oluşturan elektrot kontakt etkisiyle daha geniş alanda harabiyet oluşturduğu savını desteklemektedir (Resim 20).



#### 4.4 Kadavrada Direkt Grafi Çalışması



**Resim 21:** Kadavrada radyo-opak telin topografik görüntüsü. Kadavrada çekilen direkt grafilerde (soldan sağa; kafa tabanı, lateral, AP) foramen ovalenin yeri radyo-opak tel ile işaretli izlenirken kanül ucu petroklival açıda ganglion komşuluğunda olarak teyit edildi.

Hastada çekilen grafilerle kadavrada çekilen grafiler karşılaştırıldığında mandren ucunun petroklival açıda görüldüğü lateral grafilerle örtüştüğü teyit edilmiştir (Resim 21).

#### 4.5 Morfometrik Ölçümler

**Tablo 1:** Kadavralarda morfometrik ölçümler.

| mm \                                           | Taraf | SPESİMEN<br>1 | SPESİMEN<br>2 | SPESİMEN<br>3 | SPESİMEN<br>4 |
|------------------------------------------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Foramen ovale<br>çapı (V3)                     | Sağ   | 5.92          | 4.53          | 4.93          | 4.08          |
|                                                | Sol   | 3.03          | 3.51          | 4.83          | 3.65          |
| Foramen<br>rotundum çapı<br>(V2)               | Sağ   | 3.61          | 4.70          | 4.02          | 3.04          |
|                                                | Sol   | 2.73          | 3.35          | 3.57          | 4.22          |
| Fissura<br>orbitalis<br>superior çapı<br>(V1)  | Sağ   | 3.11          | 2.52**        | 3.44          | 3.68          |
|                                                | Sol   | 5.23          | 3.36          | 4.28          | 2.98          |
| TG uzunluğu                                    | Sağ   | 13.39         | 13.22         | 12.49         | 15.62         |
|                                                | Sol   | 12.66         | 14.01         | 14.29         | 13.18         |
| TG genişliği                                   | Sağ   | 3.58          | 4.07          | 14.12         | 4.67          |
|                                                | Sol   | 3.83          | 5.10          | 4.76          | 8.19          |
| V3 foramen<br>ovale - TG                       | Sağ   | 4.23          | 6.12          | 2.79          | 4.58          |
|                                                | Sol   | 5.64          | 5.52          | 2.46          | 6.88          |
| V2 foramen<br>rotundum - TG                    | Sağ   | 14.97         | 12.22         | 11.08         | 10.17         |
|                                                | Sol   | 12.01         | 12.72         | 8.32          | 13.82         |
| V1 fissura<br>orbitalis<br>superior - TG       | Sağ   | 22.15         | 17.72         | 14.16         | 16.41         |
|                                                | Sol   | 19.31         | 19.61         | 12.71         | 21.73         |
| Dural yırtılma -<br>foramen ovale              | Sağ   | 16.43         | 13.85         | 4.22          | 9.71          |
|                                                | Sol   | 9.19*         | 13.31         | (-)**         | 15.12         |
| Mandren ucu -<br>TG                            | Sağ   | 10.62         | 8.85          | 2.95          | 4.34          |
|                                                | Sol   | 7.58          | 5.42          | 0             | 3.96          |
| Mandren ucu -<br>foramen ovale                 | Sağ   | 5.18          | 5.82          | 5.48          | 8.15          |
|                                                | Sol   | 6.14          | 6.27          | 4.96          | 10.28         |
| Mandren ucu -<br>foramen<br>rotundum           | Sağ   | 22.08         | 16.23         | 18.10         | 18.61         |
|                                                | Sol   | 21.35         | 19.11         | 12.59         | 18.44         |
| Mandren ucu -<br>fissura orbitalis<br>superior | Sağ   | 27.04         | 24.17         | 25.75         | 24.77         |
|                                                | Sol   | 27.16         | 25.99         | 18.35         | 24.56         |



|                                                      |     |                  |                  |                  |                  |
|------------------------------------------------------|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Foramen ovale - foramen rotundum                     | Sağ | 18.53            | 13.48            | 13.27            | 15.68            |
|                                                      | Sol | 15.74            | 13.24            | 13.69            | 11.09            |
| Foramen rotundum - fissura orbitalis superior        | Sağ | 10.80            | 10.83            | 14.15            | 10.23            |
|                                                      | Sol | 8.41             | 12.16            | 10.42            | 11.01            |
| Foramen ovale - fissura orbitalis superior           | Sağ | 26.48            | 23.54            | 22.11            | 22.63            |
|                                                      | Sol | 23.98            | 21.46            | 18.64            | 24.08            |
| Kafa içindeki mandren uzunluğu                       | Sağ | 87.47            | 79.64            | 99.29            | 82.74            |
|                                                      | Sol | 88.70            | 92.71            | 94.62            | 81.20            |
| Perkütan foramen ovale'ye uzaklık                    | Sağ | 82.29            | 73.82            | 93.81            | 72.59            |
|                                                      | Sol | 82.56            | 86.44            | 89.66            | 70.92            |
| TG - sinus petrosus superior                         | Sağ | 7.40             | 10.75            | 7.74             | 8.63             |
|                                                      | Sol | 11.57            | 8.62             | 13.62            | 11.27            |
| Mandren ucu - sinus petrosus superior                | Sağ | 15.00            | 15.75            | 10.19            | 13.64            |
|                                                      | Sol | 16.82            | 13.52            | 13.62            | 14.65            |
| Foramen ovale - sinus petrosus superior              | Sağ | 14.64            | 19.20            | 14.47            | 16.10            |
|                                                      | Sol | 20.72            | 17.33            | 18.15            | 18.73            |
| Foramen rotundum - sinus petrosus superior           | Sağ | 11.05            | 11.19            | 12.55            | 11.59            |
|                                                      | Sol | 10.65            | 11.91            | 12.84            | 11.80            |
| Fissura orbitalis superior - sinus petrosus superior | Sağ | 0 (Temas ediyor) | 0 (Temas ediyor) | 0 (Temas ediyor) | 0 (Temas ediyor) |
|                                                      | Sol | 0 (Temas ediyor) | 0 (Temas ediyor) | 0 (Temas ediyor) | 0 (Temas ediyor) |
| Eminentia arcuata - TG                               | Sağ | 30.38            | 24.18            | 29.39            | 29.14            |
|                                                      | Sol | 23.22            | 11.88            | 29.48            | 25.67            |
| Zygoma'nın posterior kökünün medial kenarı - TG      | Sağ | 33.30            | 37.06            | 37.11            | 32.75            |
|                                                      | Sol | 37.40            | 28.43            | 33.24            | 36.53            |
| TG - nervus trochlearis                              | Sağ | 10.47            | 9.02             | 10.34            | 7.76             |
|                                                      | Sol | 11.02            | 6.98             | 9.82             | 9.27             |

|                                                            |     |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| TG - nervus oculomotorius                                  | Sağ | 15.77 | 12.73 | 12.78 | 20.66 |
|                                                            | Sol | 14.91 | 12.22 | 12.89 | 18.92 |
| TG - arteria carotis interna bifurkasyo                    | Sağ | 17.07 | 17.21 | 18.01 | 17.43 |
|                                                            | Sol | 20.14 | 18.37 | 23.06 | 20.52 |
| TG - nervus opticus                                        | Sağ | 23.55 | 17.95 | 22.97 | 21.49 |
|                                                            | Sol | 24.79 | 23.33 | 25.09 | 24.40 |
| Mandren ucu - nervus trochlearis                           | Sağ | 17.41 | 14.23 | 11.04 | 10.40 |
|                                                            | Sol | 18.09 | 13.25 | 9.82  | 13.72 |
| Mandren ucu - nervus oculomotorius                         | Sağ | 18.96 | 16.98 | 14.13 | 23.16 |
|                                                            | Sol | 21.48 | 18.25 | 12.89 | 21.56 |
| Mandren ucu - arteria carotis interna bifurkasyo           | Sağ | 24.97 | 25.55 | 21.59 | 24.03 |
|                                                            | Sol | 25.17 | 27.17 | 23.06 | 25.13 |
| Mandren ucu - nervus opticus                               | Sağ | 27.76 | 27.87 | 24.41 | 26.68 |
|                                                            | Sol | 30.33 | 29.21 | 25.09 | 28.21 |
| V3 çapı (ganglion çıkışı)                                  | Sağ | 7.07  | 5.80  | 6.89  | 5.79  |
|                                                            | Sol | 6.06  | 5.82  | 5.70  | 5.11  |
| V2 çapı (ganglion çıkışı)                                  | Sağ | 5.49  | 6.05  | 6.10  | 3.25  |
|                                                            | Sol | 7.65  | 5.86  | 5.49  | 3.06  |
| V1 çapı (ganglion çıkışı)                                  | Sağ | 5.00  | 4.57  | 5.12  | 2.54  |
|                                                            | Sol | 4.37  | 5.07  | 3.63  | 2.84  |
| Mandrenin foramen ovale'den geçtiği yerin arcus'a uzaklığı | Sağ | 2.17  | 2.82  | 2.78  | 2.31  |
|                                                            | Sol | 1.31  | 1.68  | 2.87  | 1.35  |
| Mandren ucu - foramen ovale arcusu uzaklığı                | Sağ | 7.76  | 7.66  | 6.64  | 9.12  |
|                                                            | Sol | 7.57  | 6.64  | 5.12  | 11.55 |
| V3 - foramen ovale potansiyel dura boşluğu                 | Sağ | -     | 2.36  | 1.73  | 0.94  |
|                                                            | Sol | 2.14  | 2.41  | 2.08  | 1.91  |
| TG - impressio trigeminale                                 | Sağ | 10.21 | 12.12 | 11.38 | 14.21 |
|                                                            | Sol | 14.39 | 9.34  | 13.56 | 11.83 |

|                                      |     |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Mandren ucu - impressio trigeminale  | Sağ | 9.69  | 15.32 | 12.92 | 13.72 |
|                                      | Sol | 12.78 | 14.76 | 13.56 | 14.37 |
| Mandren ucu - V2/V3 birleşim noktası | Sağ | 7.56  | 5.31  | 7.22  | 9.34  |
|                                      | Sol | 8.67  | 6.70  | 3.40  | 4.64  |
| Mandren ucu - TG                     | Sağ | 6.63  | 4.08  | 2.84  | 4.08  |
|                                      | Sol | 6.66  | 4.41  | 2.30  | 2.53  |
| TG kalınlığı (yüksekliği)            | Sağ | 2.01  | 3.43  | 3.09  | 2.84  |
|                                      | Sol | 2.75  | 2.52  | 3.38  | 2.85  |

Spesimen 1 sağ taraf trigeminal ganglion çıkarıldıktan sonra yapılan ölçümlerde V1 uzunluğu 24.46 mm, V1 çapı 2.30 mm olarak ölçüldü.

Spesimen 1 sol tarafta mandrenin foramen ovale'den ilerletilmesiyle dural yırtılma gerçekleşmedi. Bunu engelleyen kemik bariyer izlendi. Ölçüm, kemik bariyer ile foramen ovale arası mesafe olarak hesaplandı. (\*)

Spesimen 2 sağ taraf trigeminal ganglion çıkarıldıktan sonra yapılan ölçümlerde V1 çapı 3.29 mm olarak ölçüldü. (\*\*)

Spesimen 3 sol tarafta duranın esnek olduğu ve dural yırtılmanın gerçekleşmediği görüldü. (\*\*\*)

Spesimen 3 sağ tarafta frontal ağırlıklı geniş bir araknoid kist izlendi. RF mandreninin ideal posterolateral girişi izlenmemiş olup, posterior girişin foramen ovale'yi ortaladığı görüldü.

Spesimen 3 sol tarafta RF mandreninin ganglionun direkt temas ettiği izlendi. (\*\*\*\*)

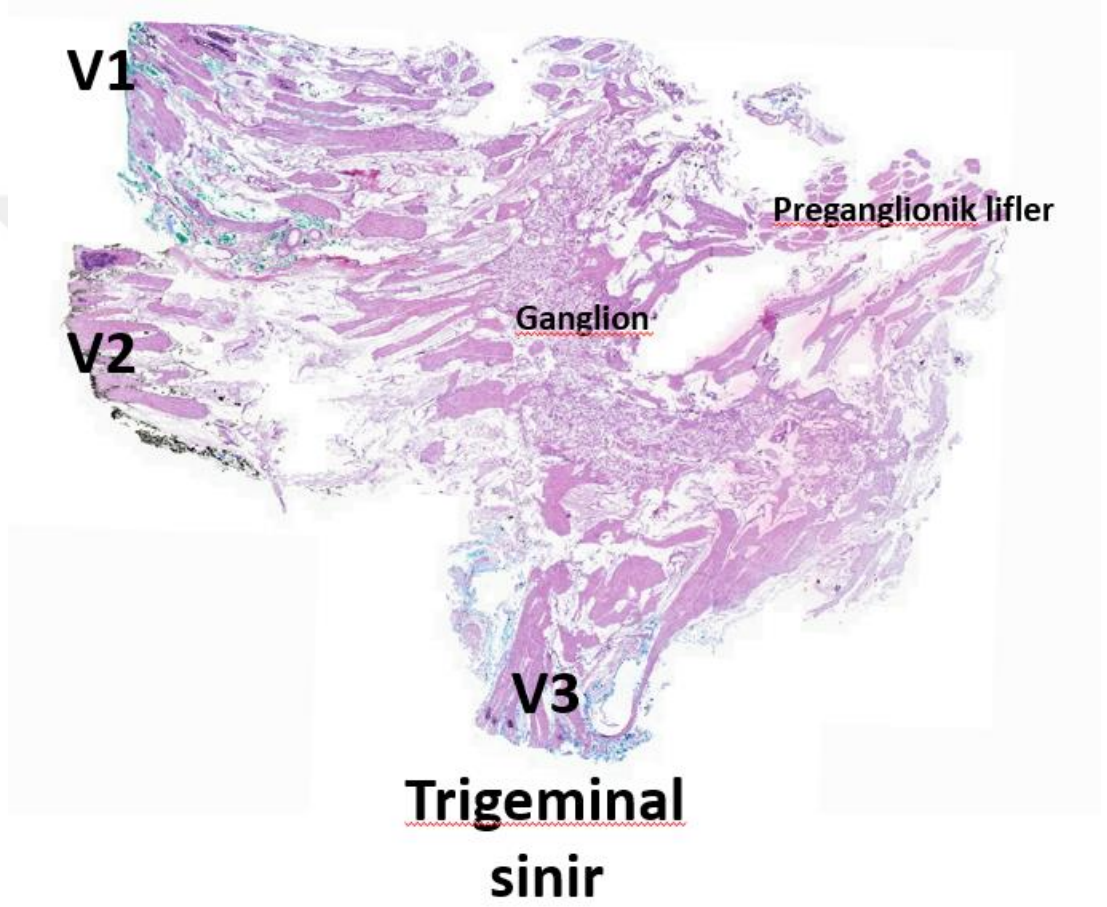
Ölçümlerde çap uzunlukları en uzun diagonal uzaklık olarak alındı. Perkütan girişim sonrasında foramen ovale'den çıkan mandrenin durayı hemen delmediği görüldü. Mandrenden ilerletilen elektrodun dura propria'ya paralel seyrederek gangliona indirekt etki ettiği gözlemlendi.

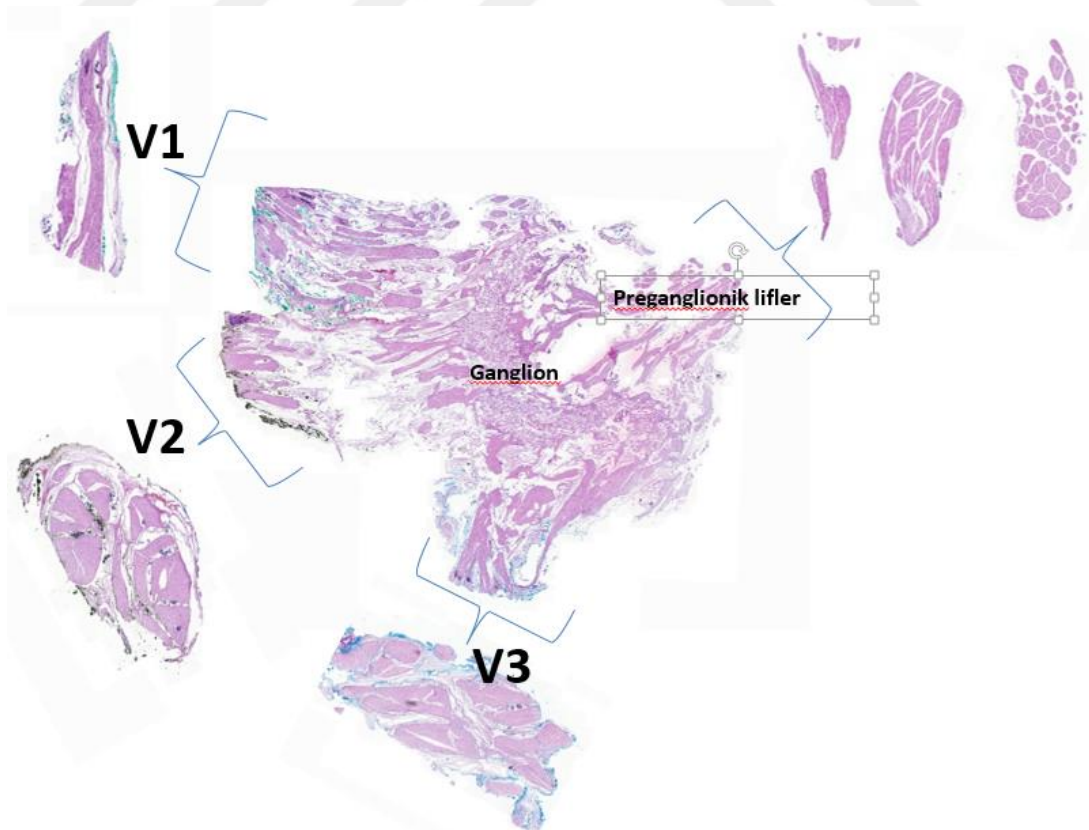
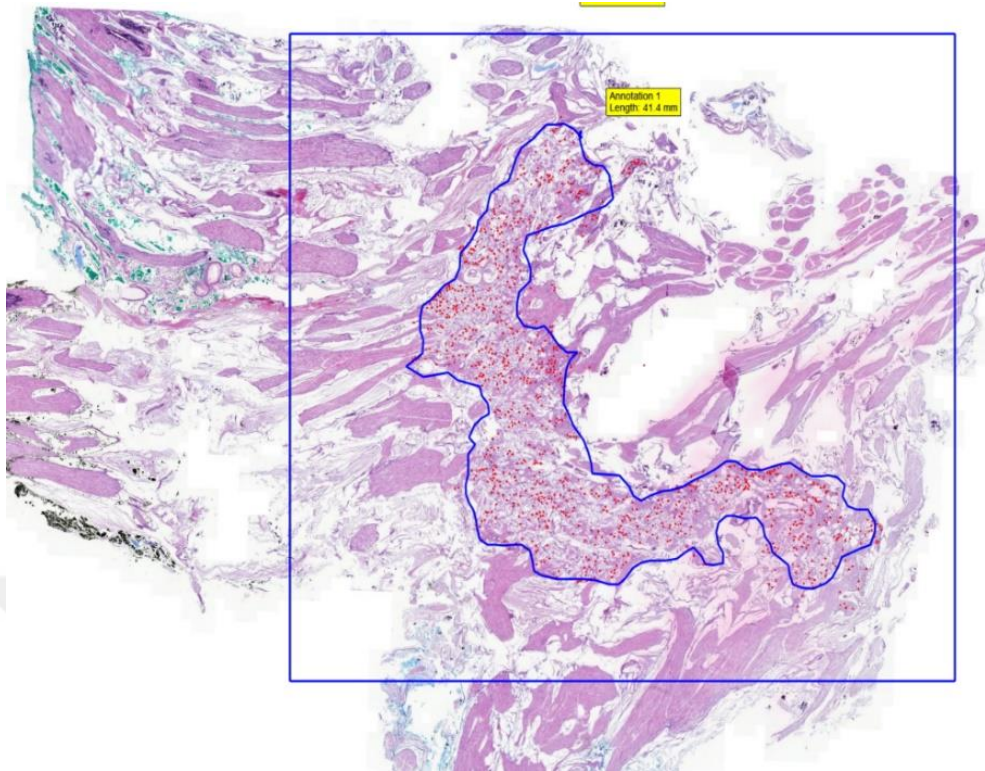
Foramen ovale çapı ortalama 3.128, foramen rotundum çapı ortalama 3.655, fissura orbitalis superior çapı ortalama 3.575, TG uzunluğu ortalama 13.607, TG genişliği ortalama 6.040, foramen ovale - TG uzaklığı

ortalama 4.777, foramen rotundum - TG uzaklığı ortalama 11.913, fissura orbitalis superior - TG uzaklığı ortalama 17.975, dural yırtılma - foramen ovale mesafesi ortalama 11.690, mandren ucu - TG uzaklığı ortalama 5.465, mandren ucu - foramen ovale uzaklığı ortalama 6.535, mandren ucu - foramen rotundum uzaklığı ortalama 18.313, mandren ucu - fissura orbitalis superior uzaklığı ortalama 24.723, foramen ovale - foramen rotundum uzaklığı ortalama 14.340, foramen rotundum - fissura orbitalis superior uzaklığı ortalama 11.001, foramen ovale - fissura orbitalis superior uzaklığı ortalama 22.865, kafa içindeki mandren uzunluğu ortalama 88.296, perkütan foramen ovale'ye uzaklık ortalama 81.511, TG - sinus petrosus superior uzaklığı ortalama 9.950, mandren ucu- sinus petrosus superior uzaklığı ortalama 14.148, foramen rotundum - sinus petrosus superior uzaklığı ortalama 11.697, fissura orbitalis superior - sinus petrosus superior uzaklığı ortalama 0, eminentia arcuata - TG uzaklığı ortalama 25.417, zygoma'nın posterior kökünün medial kenarı-TG uzaklığı ortalama 34.477, TG - nervus trochlearis uzaklığı ortalama 9.335, TG - nervus oculomotorius uzaklığı ortalama 15.110, TG - arteria carotis interna bifurkasyo uzaklığı ortalama 18.976, TG - nervus opticus uzaklığı ortalama 22.946, mandren ucu - nervus trochlearis uzaklığı ortalama 13.495, mandren ucu - nervus oculomotorius uzaklığı ortalama 18.426, mandren ucu - arteria carotis interna bifurkasyo uzaklığı ortalama 24.583, mandren ucu - nervus opticus uzaklığı ortalama 27.445, ganglion çıkışında V3 çapı ortalama 6.030, ganglion çıkışında V2 çapı ortalama 5.368, ganglion çıkışında V1 çapı ortalama 4.142, mandrenin foramen ovale'den geçtiği yerin arcus'a uzaklığı ortalama 2.161, mandren ucu - foramen ovale arcusu uzaklığı ortalama 7.757, V3 - foramen ovale potansiyel dura boşluğu mesafesi ortalama 1.938, TG - impressio trigeminale uzaklığı ortalama 12.130, mandren ucu - impressio trigeminale uzaklığı ortalama 13.390, mandren ucu - V2/V3 birleşim noktası arasındaki uzaklık ortalama 6.605, mandren ucu - TG uzaklığı ortalama 4.191, TG kalınlığı(yüksekliği) ortalama 2.858 mm olarak ölçüldü (Tablo 1).

#### 4.6 Trigeminal Ganglionun Eksizyonu ve Histopatolojik İncelenmesi

Ganglionlar direk lama yatırılıp hematoksilen-eozin ile boyandıktan sonra tanjansiyel kesitler yapılarak incelendi, preganglionik ve postganglionik sinir uçları ayrıca kesilip enine inceleme yapılarak preparat görüntüleri elde edildi.

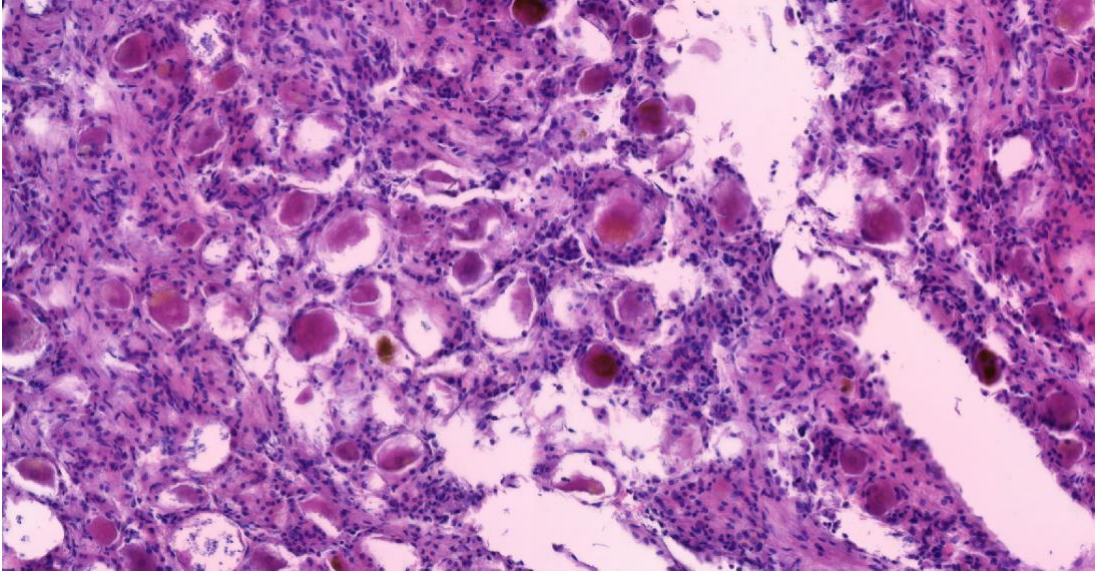






**Resim 22:** Trigeminal ganglion hematoksisilen-eozin histopatolojik kesitler. Büyütülmüş resimler, preganglionik ve postganglionik liflerin oryantasyonunu göstermektedir.

Ganglion hücrelerinin bulunduğu alanda (içteki mavi çizili alan) gösterildiği üzere her bir ganglion hücresi kırmızı ile işaretlendi (Resim 22). Resim 23'te görülen mavi çizgili alan ganglion hücrelerinin nükleuslarının bulunduğu bölgeyi ifade etmekte olup rizotomide hedeflenen retrogasserian liflerin bulunduğu preganglionik alandan gelen liflerin ve post ganglionik liflerin sinaps kavşağını oluşturmaktadır. Post ganglionik liflerde (V3'te) motor rootlet'ler anterior, duyuusal rootlet'ler daha posterior yerleşimli görülmüştür.



**Resim 23:** Büyütülmüş resimde ganglion hücreleri arasındaki stroma dokusuna eşlik eden glial hücreler görülmekte.



## 5.TARTIŞMA

Trigeminal nevroj (TN) yüzyıllardır bilinen fakat fizyopatolojisi tam olarak ortaya konulamamış ve tedavisinde birlik sağlanamamış bir hastalıktır (Peker ve Pamir, 2002). IASP (Uluslararası Ağrı Çalışmaları Birliği)' nin tanımına göre; TN, trigeminal sinirin bir veya birden fazla dalının dağılım alanında ani, genellikle tek taraflı, çok kısa süreli, batıcı ve tekrarlayan ağrı olması durumudur (Merskey ve International Association For The Study Of Pain, Task Force On Taxonomy, 2002).

Trigeminal nevroj (TN) tek ya da çift taraflı trigeminal sinirin duysal dallarının tutulumuyla karakterize bir hastalıktır. Trigeminal sinirin üç dalından herhangi biri, ikisi veya üçü birden tutulabilir. En sık maksiller ve mandibular dallarda tutulum görülürken, tutulum daha düşük bir oranla da oftalmik dalda görülür. TN'nin görülme sıklığı 50 yaş üzeri bireylerde daha sık olmasına rağmen literatüre 3 yaşındaki hastalarda görüldüğüne dair kayıtlar da bulunmaktadır. Kadınlar da erkeklere oranla 3 kat daha fazla görüldüğü bildirilmiştir (Samadian ve ark., 2015).

Uluslararası baş ağrısı topluluğu (International Headache Society) TN tanısı konulması için en az üç defa gelişmiş unilateral yüz bölge ağrısının, en az bir veya daha fazla trigeminal sinir dalıyla ilişkili bölgede olması ve ağrının bölgeye daha önceden uygulanan radyoterapi ile ilgili olmaması koşulu bulunduğunu belirtmiştir. Bu koşulların yanında teşhis konulabilmesi için hastada başka bir nedenle nörolojik bir hasar bulunmaması ve ağrının başka bir hastalıkla ilişkilendirilmemiş olması gereklidir (Nicola Montano ve ark., 2015).

TN'de açık, fiziksel ve laboratuvar bulguları olmaması nedeniyle çoğu vakada teşhis konulabilmesi oldukça uzun ve zor bir süreç olmaktadır. Hastaları ileri derecede rahatsız eden bu ağrının nedenlerini anlamak ve ağrıyı gidermek için günümüze kadar birçok çalışmalar yapılmıştır.

Hastalığın ilaçla tedavisinde, ağrıların paroksizmal oluşu nedeni ile epilepsi analogu olduğu düşünülerek kullanılan karbamazepin ve fenitoin gibi antikonvulsan ilaçlar yaygın olarak kullanılmaktadır.

İlaçların ağrı kontrolünde başarılı olamadığı, hastanın ilaçların olası yan etkilerini tolere edemediği durumlarda, hastaların sistemik başka problemleri sebebiyle ve bu problemlere bağlı kullandığı ilaçlarla uygulanacak medikal tedavinin etkileşime girme riski nedeniyle girişimsel tedavi seçenekleri değerlendirilebilir. Mikrovasküler dekompresyon, parsiyel duyu rizotomisi, perkütan radyofrekans termokoagülasyonu, perkütan gliserol gangliosizi, perkütan balon mikrokompresyonu, radyocerrahi gibi pek çok cerrahi tedavi seçeneği TN'de uygulanmaktadır.

Periferik destrüktif girişimler (periferik alkol blokajı, periferik nörektomi, sublabial bölgeden girilerek infraorbital sinir tahrip edilmesi, nörotoksik kimyasal veya elektrokoter kullanımı) ile başlayan cerrahi tedavi, bu girişimlerin kısa süreli olması nedeniyle yıllar içinde giderek daha proksimale, gangliona ve preganglionik liflere doğru hedef değiştirme yönelimi ortaya çıkmıştır (Peker ve Pamir, 2002).

RF rizotomi, perkütan yaklaşım ile hasta ile koopere olunarak ve en az ağrı verilerek, ama aynı zamanda kontrollü yapılacak şekilde geliştirilmiş bir tedavi metodudur (Wilkins, 1990). Tedavinin prensibi myelinsiz ağrı liflerinin termokoagülasyonla irreversible etkilenmesidir (Aykol ve Celtikci, 2014).

Perkütan girişim teorikte oldukça pratik, ancak kör olarak orifisium zygomatium'un altında yer alan fossa infra temporalis bölgesinden foramen ovale'ye yönelerek impressio trigeminale'yi belirleyip Gasser ganglionuna ulaşılarak gerçekleştirilen bir yöntemdir (Day, 2001; Almeida ve ark., 2006).

Foramen ovale'ye perkütan girişimler pratik ve diğer cerrahi girişimlere göre daha az invaziv yollarla trigeminal nevralji tedavisi için önemli bir tedavi seçeneğidir. Ganglionun oturduğu impressio ve yakın komşuluklarının oldukça karmaşık anatomisi nedeniyle anatomik belirteçler girişim başarısı açısından yüksek önem arz etmektedir.

Foramen ovale'ye posterolateral ideal girişimin elektrodun ganglionu tutma şeklini de doğrudan ilgilendirdiği kadavralar üzerinde gösterilmiştir. Posterolateral giriş V2 ve V3 liflerinin hedef alındığı durumlarda etkiliyken, V1 liflerinin hedef alındığı hastalarda foramen ovaleye daha medial giriş amaçlanmalıdır. Ancak pek çok hekim, bu giriş yönünü ayırt etmemektedir. Elektrodun foramen ovaleden çıkış yönünün manipülasyonu hem anatomik alandaki darlık açısından hem de çevre vasküler ve anatomik yapıların hasarı açısından ciddi bir meydan okumadır (Peris-Celda ve ark., 2013).

Hem yanlış hem de doğru iğne yerleşimi ile foramen ovale'ye perkütan girişim sonucu olarak çok sayıda komplikasyon bildirilmiştir. İnferior orbital fissürde iğne yerleşimine sekonder görme kaybı bildirilmiştir (Egan ve ark., 2001).

Internal karotis arterin temporal kemikteki karotis kanalına girişinde delinmesi mümkündür (Peris-Celda ve ark., 2013).

Tuba auditiva orta kulak ve farinks arasında uzanır ve orta kulaktaki basıncı düzenler. Kemik yapı ve membranöz yapı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Membranöz kısım, foramen ovale ile yakın bir ilişkiye sahiptir. Foramen ovale penetrasyonu sırasında, tuba auditiva kolayca delinebilir. Bu aşamada BOS gözlemlenirse, Meckel's Cave ve tuba auditiva arasında bir fistül oluşabilir. BOS daha sonra tuba auditiva'dan nazofarenkse ve daha sonra koanalardan geçerek rinore gelişmesine sebep olabilir. Çevredeki yumuşak dokuların yoğunluğu ve foramen ovale üzerini sarması nedeniyle nadir gözlenen bir komplikasyon olup spontan rezolüsyon sıklıkla eşlik etmektedir (Ugur ve ark., 2004).

İğnenin doğru yerleşimi sonrasında iğnenin medial veya lateral yer değiştirmesi veya daha derine ilerletilmesi kaynaklı çok sayıda komplikasyon ortaya çıkabilir. Karotiko-kavernöz fistül, prosedürün nadir fakat ciddi bir komplikasyonudur. Petrolingual ligamanın medialinde yerleşen iğne ucuyla ilişkili olabilir (Peris-Celda ve ark., 2013).

Yüzün bir tarafında kızarma, trigeminal nevralji atağını takip edebilir, Gasser gangliyonunun termokoagülasyonu sonrası ve sonrasında da benzer

şekilde gelişebilir. Kızarma yanıtının, trigeminal kökte beyin sapından çıkan liflere, fakat esas olarak Gasser ganglionuna katılan ve trigeminal sinirin üç bölümünün her birine dağılan greater superficial petrosal nerve (GSPN) liflerine bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (Drummond ve ark., 2013). Bizim çalışmamızda da elektrodun trigeminal sinir ve GSPN'e olan yakınlığı gösterilmiştir.

Greater superficial petrosal nerve, parasempatik, tat ve duyu lifleri taşır. Bu lifler ayrıca deep petrosal sinirden postganglionik sempatik lifler taşır. Bu anatomik düzenleme fasial sinire ve greater ve deep petrosal sinirlerin, trigeminal siniri kendi otonomik lifleri için bir ekspres yol olarak kullanmalarına izin verir (Nturibi ve Bordoni, 2020).

Abdusens sinir, petroklinoïdal ligamanın altından geçerek Dorello'nun kanalına Meckel's Cave ve trigeminal ganglionun medialinde seyrederek girer. Kavernöz sinüs içinde sinir, karotis arterinin etrafında lateral olarak kıvrılır ve V1'e medial ve paralel uzanarak devam eder. Harris ve Rhoton'un bir çalışmasında vakaların % 84'ünde - çalışmamızda da Resim 18'de gösterildiği gibi - karotis arterin trigeminal sinirin bir kısmının altında açığa çıktığı gösterilmiş olup; bu durumda, kemik yapı değil, sadece duranın trigeminal siniri ve bitişik nöral ve vasküler yapıları ayırdığı görülmüştür. Özellikle V1 dalının hedeflendiği trigeminal RF rizotomi hastalarında bu sebeple abducens paralizisinin işlem sonrası komplikasyon olarak görülme olasılığı daha yüksektir ve trigeminal radyofrekans rizotomiden sonra bu anatomik varyasyon nedeniyle ortaya çıktığı öngörülmüştür (Harris ve Rhoton, 1976; Harrigan ve Chandler, 1998; Kanpolat ve ark., 1999).

Troklear sinir kavernöz sinüse okülomotor sinir posterolateralinde seyrederek girer ve okülomotor sinirin altında, oftalmik sinirin hemen üstünde konumlanır. V1 dalının hedeflendiği rizotomi vakalarında sonra hasarlanma olasılığı ve V2/V3 dallarının hedeflendiği vakalara göre daha yüksektir (Peris-Celda ve ark., 2013).

Okülomotor, troklear ve abducens sinirin birbirleriyle ve trigeminal ganglionlar yakın komşulukları, trigeminal RF rizotomi sırasında bu kranial

sinirleri hasarlanmaya açık hale getirmektedir. Bu komplikasyon olasılığını minimize edebilmek için elektrot ucunun lateral grafide petoklival açının 4 mm'den daha fazla ilerde olmadığıнын teyit edilmesi yol göstericidir (Peris-Celda ve ark., 2013).

Bu çalışmada taze donmuş kadavralar kullanılarak anatomik diseksiyon yapılabilmesi ve foramen ovale'den kanülün gerçek hastaya uygun şekilde ilerletilebilmesi sağlanmıştır. Yapılan diseksiyon ve ölçümlerin insana en yakın mesafeleri vermesi, kadavraların formalin fiksasyonu öncesi tazeyken kullanılması ile mümkün kılınmıştır.

Trigeminal rizotominin etkinliğinde anahtar nokta elektrot ucunun lokalizasyonudur. Milimetrik farklılıkların önem arz ettiği ve lezyon alanını önemli ölçüde değiştirdiği anatomik olarak gösterilmiştir. Ancak yine de etkinliğin devam etmesinin duranın delinmemesine ve ganglionun etrafını saran BOS ilişkili trigeminal sisternin de RF ile gelen elektriksel stimulusun iletilmesinde rol oynadığı düşüncesini akla getirmektedir.

Trigeminal RF rizotomide uygulama alanı trigeminal sinirin ganglion ve retrogasserian lifleridir. Uygulamanın ganglionun periferinde yapılması hem komplikasyonlarının oranını yükseltir, hem de başarı oranını düşürür.

Yaptığımız çalışma ile kanülün dolayısıyla elektrot ucunun ganglion içinde olmadığı ve trase boyunca gangliona hiç girmediği ilk kez ortaya konmuştur. Kavernöz sinüs üzerini örten durayla ile devamlılık gösteren Meckel's Cave'in üzerini örten duranın meningeal tabakası ile ganglion arasındaki mesafede ilerleyen elektrodun petroklival açıdan daha ileriye itilmesinin durayı delebileceği ve rizotomi hedefi olan ganglion ve retrogasserian liflerden daha da uzaklaşacağı gösterilmiştir. Trigeminal sistern mesafesinin geniş olmasının RF rizotomi etkinliğini düşüreceği, anatomik varyasyonların da tedavinin başarısında, etkinliği ve nüks oranında önemli rol oynadığı düşünülmüştür.

## 6.SONUÇLAR

Bu çalışma ile trigeminal ganglion ve elektrot konumu ile ilgili objektif bilgiler elde edilmiştir. Kullanılan elektrotların, trigeminal sinirin her üç dalına uzanımı konusunda veriler elde olunmuştur. Elektrot iğnesi, dura, trigeminal ganglion, trigeminal pleksus ilişkisi ilk kez net olarak ortaya konmuştur.

Çalışmamızda kullanılan elektrot ölçüleri ve elektrot dizaynının işlem için optimal olduğu sonuçlarla desteklenmiştir. İşlem sırasında oluşabilecek komplikasyonlar komşu anatomik yapıların üzerinden gösterilmiştir.

Çalışmamızda kanül ve elektrodun tüm kadavralarda foramen ovale'nin posteriorundan girdiği ve amaçlandığı gibi elektrodun retrogasserian liflerin üzerine konumlandığı görülmüştür. Elektrodun konumlandığı alanın retrogasserian lifler olduğu histopatolojik çalışma ile de doğrulanmıştır.

Çalışmamızda kanül ucunun lateral direkt grafide petroklival açının ötesine geçtiğinde durayı delerek subdural mesafeye girdiği anlaşılmıştır. Dolayısıyla trigeminal RF rizotomi uygulaması sırasında kanülün petroklival açının ötesine ittirilmesine gerek bulunmamaktadır.

Foramen ovale'den geçerek ganglionu hedefleyen elektrotların dura propria'yı delmeden, ganglion ve preganglionik liflere tam girmeden duranın elektrot üzerine baskı yapmasıyla sağlanan kontakt etkisiyle lezyon yaptığı, bu sayede in vitro olarak gösterilen lezyon etki alanından daha geniş bir alanda etki göstererek sinir liflerinde harabiyet yarattığı ve trigeminal nevralji tedavide bu şekilde etkin olduğu ilk kez bu çalışma ile gösterilmiştir.

Radyofrekans rizotominin tedavi başarısı, lezyonun etki ettiği alanla doğrudan ilişkilidir; tedavi etkinliği ve sürdürülebilirliğini artırmak adına yapılacak benzeri anatomik çalışmalar bu mekanizmanın anlaşılmasında yol gösterici olacaktır.



## ÖZET

### **Trigeminal Ganglion'un ve Trigeminal Radyofrekans Rizotomi ile İlişkili Anatomik Yapıların Morfolojisi**

Trigeminal nevralji, kraniyofasiyal nevraljilerin en tipik örneğidir. Trigeminal nevralji, etiyojisi bugün için bile tam olarak bilinmeyen, paroksizmal, trigeminal sinirin bir veya daha fazla dalının inerve ettiği sahaya yayılan şiddetli ağrı ataklarıyla karakterize bir hastalıktır. Trigeminal ganglion ve komşuluğundaki anatomik yapılar, merkezi sinir sistemindeki en karmaşık anatomiye sahip yapılardandır. Bu bölge cerrahisi teknik olarak da zor olmakla birlikte komplikasyon oranı da yüksektir. Foramen ovale, trigeminal nevralji için perkütan trigeminal rizotomi gibi prosedürlerde büyük cerrahi ve tanısal öneme sahiptir. RF (Radyofrekans) rizotomide kullanılan sistemler özel hazırlanmış iğne elektrot sistemleri ve buna ilave RF jeneratöründen oluşur.

Bu çalışma ile trigeminal ganglion ve trigeminal RF rizotomi ile ilişkili anatomik yapıların rizotomi sırasında kullanılan elektrotlar ile anatomik ilişkisinin kadavra üzerinde gösterilmesi, elektrotların çap ve uzunluklarının ganglion üzerinde lezyon oluşumu sırasında etkinliğine katkısının belirlenmesi, trigeminal ganglion anatomisinin cerrahi açısından incelenmesi ve bu doğrultuda işlemin daha etkili ve daha sağlıklı yapılması açısından veriler elde etmek amaçlandı. Bu doğrultuda anatominin gerçeğe daha yakın ve dokuların daha iyi muhafaza edilmesi sebebiyle taze donmuş kadvralar kullanıldı. İki taraflı diseksiyon sonrası bilateral frontotemporal kraniyotomiye takiben temporal lobların cerrahi olarak çıkarılması sağlandı. Meckel's Cave ve kavernöz sinüsleri açığa çıkardıktan sonra trigeminal sistern, foramen ovale'den perkütan yolla elektrotlar aracılığıyla girilerek ponksiyon yapıldı. Elektrodun ucunu ve Gasser ganglionu ile ilişkisini belirlemek için radyo-opak malzeme kullanıldı. Meckel's Cave, trigeminal ganglion ve nörovasküler yapılar arasındaki ilişkiler gözlemlendi ve kaliper kullanılarak morfometrik ölçümler alındı. Trigeminal ganglionun her üç dalı ile elektrodun ilişkisi ve kontakt

durumu, elektrodun trigeminal pleksusa uzanımı ve duranın elektrot iğnesi tarafından delinme mesafesi de bu ölçümler aracılığıyla ortaya konarak rizotomi sırasında kullanılan düz ve kıvrık elektrotların termokoagülasyon yapılırken Meckel's Cave içerisindeki gerçek topografik konumları açığa çıkarıldı. Ardından, trigeminal ganglionlar, mikrocerrahi aletler ve mikroskop yardımıyla çıkarılarak formalin fiksasyonunu takiben patoloji biriminde preparat olarak örneklendirilerek preganglionik ve postganglionik sinir liflerinin gangliondaki prezentasyonu ve ilişkisi histopatolojik olarak incelendi.

Kullanılan elektrotların, trigeminal sinirin her uç dalına uzanımı konusunda veriler elde edildi. Elektrot iğnesi, dura, trigeminal ganglion, trigeminal pleksus ilişkisi ilk kez net olarak ortaya kondu. Çalışmamızda kullanılan elektrot ölçüleri ve elektrot dizaynının işlem için optimal olduğu sonuçlarla desteklendi. İşlem sırasında oluşabilecek komplikasyonlar komşu anatomik yapıların üzerinden gösterildi. Kanül ve elektrodun tüm kadavralarda foramen ovale'nin posteriorundan girdiği ve amaçlandığı gibi elektrodun retrogasserian liflerin üzerine konumlandığı görüldü ve bu durum, histopatolojik çalışma ile de doğrulandı. Kanül ucunun lateral direkt grafide petroklival açının ötesine geçtiğinde durayı delerek subdural mesafeye girdiği anlaşıldı. Foramen ovale'den geçerek ganglionu hedefleyen elektrotların dura propria'yı delmeden, ganglion ve preganglionik liflere tam girmeden duranın elektrot üzerine baskı yapmasıyla sağlanan kontakt etkisiyle lezyon yaptığı, bu sayede in vitro olarak gösterilen lezyon etki alanından daha geniş bir alanda etki göstererek sinir liflerinde harabiyet yarattığı ve trigeminal nevralji tedavisinde bu şekilde etkin olduğu ilk kez bu çalışma ile gösterildi.

Radyofrekans rizotominin tedavi başarısı, lezyonun etki ettiği alanla doğrudan ilişkilidir. Bu mekanizmanın anlaşılması; tedavi etkinliği, başarısı ve sürdürülebilirliğini artırmak adına yapılacak benzeri anatomik çalışmalar sonucunda olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Trigeminal Ganglion, Meckel's kavitesi, Trigeminal Nevralji, Radyofrekans Rizotomi

## **SUMMARY**

### **Morphology of Trigeminal Ganglion and Anatomic Structures Associated with Trigeminal Radiofrequency Rhizotomy**

Trigeminal neuralgia is the most typical example of craniofacial neuralgia. Trigeminal neuralgia is a disease of unknown etiology, characterized by severe episodes of paroxysmal, spreading to the site where one or more branches of the trigeminal nerve are innervated. The trigeminal ganglion and its adjacent anatomical structures have one of the most complex anatomies in central nervous system. This region surgery is technically difficult, also the complication rate is also high. Foramen ovale has great surgical and diagnostic importance in procedures such as percutaneous trigeminal rhizotomy for trigeminal neuralgia. Systems used in RF (Radiofrequency) rhizotomy consist of specially prepared needle electrode systems and additional RF generator.

With this study, we aim to show the anatomical structures associated with trigeminal ganglion and trigeminal RF rhizotomy on the cadaver and their relationship with the electrodes used during rhizotomy, to determine the contribution of the diameter and length of the electrodes to the effectiveness of the lesion formation on the ganglion, to investigate the surgical aspect of the trigeminal ganglion anatomy and to obtain data on performing this procedure more effective in this direction. Accordingly, fresh frozen cadavers were used because the anatomy was closer to reality and the tissues were preserved better. After bilateral dissection, temporal lobes were surgically removed following bilateral frontotemporal craniotomy. After exposing Meckel's Cave and cavernous sinuses, the trigeminal cistern was punctured by entering through the electrodes from the foramen ovale percutaneously. Radio-opaque material was used to determine the tip of the electrode and its relationship with the Gasser ganglion. Relationships between Meckel's Cave, trigeminal ganglion and neurovascular structures were observed and morphometric measurements were taken using caliper. The relationship of the electrode with the three branches of the trigeminal ganglion and contact status, the extension

of the electrode to the trigeminal plexus, and the puncture distance of the dura by the electrode needle were revealed through these measurements, and the real topographic positions of the straight-tip and curved-tip electrodes used during rhizotomy and thermocoagulation were revealed. Afterwards, the trigeminal ganglia were removed under the microscope with the help of microsurgical instruments and sampled in the pathology unit following the formalin fixation and the presentation and relationship of preganglionic and postganglionic nerve fibers in the ganglion were examined histopathologically.

Data were obtained on the extension of the electrodes used to all three branches of the trigeminal nerve. Electrode needle, dura, trigeminal ganglion, trigeminal plexus relationship was clearly demonstrated for the first time. The electrode dimensions and electrode design used in our study being optimal for the procedure were supported with results. Complications that may occur during the procedure were shown on adjacent anatomical structures. It was observed that the cannula and the electrode entered the posterior of the foramen ovale in all cadavers, and the electrode was positioned on retrogasserian fibers as intended and this was also confirmed via the histopathological study. When the cannula tip extended beyond the petroclival angle on the lateral plain X-ray, it was understood that it entered the subdural space by piercing the dura. It has been shown that the electrodes that target the ganglion passing through the foramen ovale make the lesion with the contact effect provided by dura itself pressing the electrode, without piercing the dura propria, without entering the ganglion and preganglionic fibers, thereby causing damage in nerve fibers in a wider area than the lesion area shown in vitro. It was the first time that this effect was shown to work via this pathway in treatment of trigeminal neuralgia.

Treatment success of radiofrequency rhizotomy is directly related to the area affected by the lesion. Understanding of this mechanism will be the result of similar anatomical studies to increase the effectiveness, success and sustainability of the treatment.

**Key Words:** Trigeminal Ganglion, Meckel's Cave, Trigeminal Neuralgia, Radiofrequency Rhizotomy

## KAYNAKLAR

- Acarkan, T. , Nazlikul, H. (2015). Trigeminal nevraltide nralterapi. *Bilimsel Tamamlayıcı Tıp Reglasyon ve Nral Terapi Dergisi*, 9(2): 7–11.
- Almeida, D.B., Hunhevicz, S., Bordignon, K., Barros, E., Mehl, A.A., Burak Mehl, A.C., de Faria, R.A., Prandini, M., Ramina, R. (2006). A model for foramen ovale puncture training: Technical note. *Acta Neurochirurgica*, 148(8): 881–883.
- Arslan, M., Avci, E., Deda, H., Elhan, A., Tekdemir, I., Tubbs, S., Baskaya, M.K., Silav, G., Yilmaz, E. (2012). Anatomy of Meckel's Cave and the trigeminal ganglion: anatomical landmarks for a safer approach to them. *Turkish Neurosurgery*, 22(3): 317–323.
- Aykol, S., Celtikci, E. (2014). Deneyimlerimiz ışığında trigeminal nevraltide retrogasserian termokoagülasyon. *Türk Nrořirji Dergisi*, (24)2: 68–72.
- Cosman, E.R., Cosman, E.R. (2005). Electric and thermal field effects in tissue around radiofrequency electrodes. *Pain Medicine*, 6(6): 405–424.
- Day, M. (2001). Neurolysis of the Trigeminal and Sphenopalatine Ganglions. *Pain Practice*, 1(2): 171–182.
- Drummond, P.D., Gonski, A., Lance, J.W. (1983). Facial flushing after thermocoagulation of the Gasserian ganglion. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 46(7): 611–616.
- Egan, R.A., Pless, M., Shults, W.T. (2001). Monocular blindness as a complication of trigeminal radiofrequency rhizotomy. *American Journal of Ophthalmology*, 131(2): 237–240.
- Harrigan, M.R., Chandler, W.F. (1998). Abducens nerve palsy after radiofrequency rhizolysis for trigeminal neuralgia: case report. *Neurosurgery*, 43(3): 623–625.
- Harris, F.S., Rhoton, A.L. (1976). Anatomy of the cavernous sinus. *Journal of Neurosurgery*, 45(2): 169–180.

- Kanpolat, Y., Savas, A., Berk, C. (1999). Abducens nerve palsy after radiofrequency rhizolysis for trigeminal neuralgia: case report. *Neurosurgery*, 44(6): 1364.
- Kanpolat, Y., Savas, A., Bekar, A., Berk, C. (2001). Percutaneous controlled radiofrequency trigeminal rhizotomy for the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia: 25-year experience with 1600 patients. *Neurosurgery*, 48(3): 524–534.
- Karabekir, H., Mas, N., Ertekin, T., Yıldızhan, S., Öztürk, U. (2007). Ganglion trigeminale'ye radyofrekans termokoagülasyon uygulamasında anatomik belirleyiciler. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 8(3): 45–49.
- Merskey, H., Albe Fessard, D., Bonica, J.J., Carmon, A., Dubner, R., Kerr, F.W.L., Lindblom, U., Mumford, J.M., Nathan, P.W., Noordenbos, W., Pagni, C.A., Renaer, M.J., Sternbach, R.A., Sunderland, S. (1979) Pain terms: a list with definitions and notes on usage. Recommended by the IASP subcommittee on taxonomy. *Pain*, 6: 249–252.
- Merskey, H., International Association For The Study Of Pain, Task Force On Taxonomy. (2002). *Classification of chronic pain : descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms*. IASP, Seattle.
- Nazlikul, H. (2013). Nöralterapi ve regülasyon tıbbına göre migren tanımı ve tedavisi. *Bilimsel Tamamlayıcı Tıp Regülasyon ve Nöral Terapi Dergisi*, 0(17): 10–17.
- Nicola Montano, N., Conforti, G., Di Bonaventura, R., Meglio, M., Fernandez, E., Papacci, F. (2015). Advances in diagnosis and treatment of trigeminal neuralgia. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 11: 289–299.
- Nturibi, E., Bordoni, B. (2020). *Anatomy, head and neck, greater petrosal nerve*. StatPearls, StatPearls Publishing, Treasure Island (Florida).
- Peker, S., Pamir, N. (2003). Trigeminal nevralji tarihçesi. *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 13: 227–234.

- Peris-Celda, M., Graziano, F., Russo, V., Mericle, R.A., Ulm, A.J. (2013). Foramen ovale puncture, lesioning accuracy, and avoiding complications: microsurgical anatomy study with clinical implications. *Journal of Neurosurgery*, 119(5): 1176–1193.
- Rhoton, A.L., Congress Of Neurological Surgeons. (2003). *Rhoton cranial anatomy and surgical approaches*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Samadian, M., Bakhtevvari, M.H., Nosari, M.A., Babadi, A.J. and Razaei, O. (2015). Trigeminal neuralgia caused by venous angioma: a case report and review of the literature. *World Neurosurgery*, 84(3): 860–864.
- Savas, A., Bayatli, E., Ozgural, O., Eroglu, U. (2019). Trigeminal nevralkji tedavisinde radyofrekans rizotomi. *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 29(2): 140–146.
- Tew, J.M., van Loveren, H.R., Caputi, F. (1990). *Percutaneous electrocoagulation of the trigeminal nerve in the treatment of trigeminal neuralgia*. Radionics procedure technique series, Radionics, Burlington, MA.
- Ugur, H.C., Savas, A., Elhan, A., Kanpolat, Y. (2004). Unanticipated complication of percutaneous radiofrequency trigeminal rhizotomy: rhinorrhea: report of three cases and a cadaver study. *Neurosurgery*, 54(6): 1522–1526.
- Wang, J.Y., Bender, M.T., Bettgowda, C. (2016). Percutaneous procedures for the treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurgery Clinics of North America*, 27(3): 277–295.
- Wilkins, R.H. Historical perspectives. In *Trigeminal Neuralgia*. (ed R.L. Rovit, R. Murali, P.J. Jannetta), pp 1–25. Williams & Wilkins: Baltimore.
- Zhang, J., Yang, M., Zhou, M., He, L., Chen, N., Zakrzewska, J.M. (2013). Non-antiepileptic drugs for trigeminal neuralgia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.



