

**T.C.**  
**HARRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**AKSİLLER BLOK YAPILAN ÜST EKSTREMİTE**  
**CERRAHİSİNDE NEAR İNFRARED SPEKTROSKOPİSİ**  
**(NIRS) KULLANILARAK DOKU OKSİJENİZASYONUNUN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**  
**Dr. Maruf SÜRÜCÜ**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Şaban YALÇIN**  
**Yrd. Doç. Dr. Mahmut Alp KARAHAN**

**ŞANLIURFA**  
**2016**

**T.C.**  
**HARRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**AKSİLLER BLOK YAPILAN ÜST EKSTREMİTE**  
**CERRAHİSİNDE NEAR İNFRARED SPEKTROSKOPİSİ**  
**(NIRS) KULLANILARAK DOKU OKSİJENİZASYONUNUN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**  
**Dr. Maruf SÜRÜCÜ**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Şaban YALÇIN**  
**Yrd. Doç. Dr. Mahmut Alp KARAHAN**

Bu tez, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Kurulu (HÜBAK) tarafından 22.04.2015 tarih ve 15068 proje numarası ile desteklenmiştir.

**ŞANLIURFA**  
**2016**

## TEŞEKKÜR

Harran Üniversitesi Tıp Fakóltesi Anestezi ve Reanimasyon Anabilim Dalında yapmış olduğum uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren ve tez danışman hocam Sayın Doç. Dr. Şaban Yalçın'a, ayrıca saygıdeğer hocalarım; Doç. Dr.Hasan Hüsnü Yüce'ye, Yrd.Doç. Dr.Harun Aydođan'a, Yrd.Doç. Dr. Ahmet Küçük'e, Yrd.Doç. Dr. Nuray Altay'a, Yrd.Doç Dr. Mahmut Alp Karahan'a, Yrd.Doç. Dr. Evren Büyükfırat'a, Yrd.Doç Dr.Aytekin Yeşilay'a yardımlarını ve desteklerini sürekli gördüğüm, iyi kötü birçok anı paylaştığım, araştırma görevlisi ve tekniker arkadaşlarıma, tezimin tüm istatistik çalışmalarında bana yardım eden sayın Suzan Havliođlu'na, hayatım boyunca hiçbir desteği benden esirgemeyen anne ve babama,

Araştırma görevliliğimin her aşamasında resmi yazışmalar ve birçok konumda, engin bilgi birikimi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan, değerli personel şubesi çalışanlarından Murad ALKAN, Mehmet YÜKSEKYAYLA ve Tevrat ZERAY'a, sonsuz sevgi ve saygılarımı sunar, teşekkür ederim.

Dr.Maruf SÜRÜCÜ

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA NO

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLolar DİZİNİ	IV
GRAFİKLER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
RESİMLER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR	VIII
ÖZET	X
ABSTRACT	XII
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2. 1. Tarihçe	3
2. 2. Pleksus Brakialisin Anatomisi	3
2.2.1. Brakial Pleksusun Kökleri, Gövdeleri, Bölümleri, Kordları ve Terminal Sinirleri	4
2.2.2. Üst Ekstremitenin Motor İnnervasyonu	6
2.2.3. Üst Ekstremitenin Duyusal İnnervasyonu	7
2.2.4. Üst Ekstremitenin Sempatik İnnervasyonu	8
2.2.5. Aksiller Sinir	8
2.2.6. Radyal Sinir	9
2.2.7. Muskulokutanöz Sinir	9
2.2.8. Median Sinir	10
2.2.9. Ulnar Sinir	10
2.2.10. Periferik Sinir Anatomisi	10
2.3. Sinir Bloklarında Nörofizyoloji ve Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizması	12

2. 4. Pleksus Brakiyalis Bloğunda Uygulanan Yöntemler	12
2.4.1. Aksiller Blok Yönteminde Teknikleri	13
2.4.2. Transarteriyel Teknik	13
2.4.3. Parestezi Tekniğı	14
2.4.4. Sinir Stimölasyonu Tekniğı	14
2.4.5. Ultrasonografi Tekniğı	15
2. 5. Brakiyal Pleksus Bloğunun Aksiller Girişim Tekniğı	24
2.5.1. Aksiller Blok Endikasyonları, Kontrendikasyonları	24
2.5.2. Aksiller Blok Komplikasyonları	25
2. 6. Lokal Anestezikler	27
2.6.1. Tanımı, Etki Mekanizması	27
2.6.2. Lokal Anesteziklerin Farmakolojisi	27
2.6.3. Lokal Anesteziklerin Farmakokinetiğı	28
2.6.4. Lokal Anesteziklere Bağlı Sistemik Reaksiyonlar	28
2.6.5. Bupivakain	29
2. 7. Near İnfrared Spektroskopi(NİRS)	31
3. MATERYAL VE METOD	35
4. BULGULAR	37
5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇ	47
KAYNAKLAR	48
7. EKLER	54

## TABLO LİSTESİ

## SAYFA NO

<b>Tablo-1:</b> Kordlardan Ayrılan Dallar Ve Sinir Kökleri	5
<b>Tablo-2:</b> Üst Ekstremitenin Motor İnnervasyonu, İlgili Kaslar Ve Fonksiyonları	6
<b>Tablo-3:</b> Pleksus Brakiyalis Blok Yöntemlerinin Karşılaştırılması	13
<b>Tablo-4:</b> Çeşitli Şekillerde Yapılan Brakiyal Pleksus Bloğunun Yan Etki Komplikasyonlarının Karşılaştırması	26
<b>Tablo-5:</b> Çalışmamıza Ait Demografik Veriler	36
<b>Tablo-6:</b> Blok Yapılmayan-Karşı Koldaki Ortalama StO2 Değerleri	39
<b>Tablo-7:</b> Blok Yapılan Koldaki Ortalama StO2 Değerleri	40



## GRAFİK LİSTESİ

## SAYFA NO

<b>Grafik-1:</b> Kalp Tepe Atımının Ortalama Değerleri	37
<b>Grafik-2:</b> Değişik Zamanlara Ait Sistolik Kan Basıncı Değerlerinin Dağılımı	38
<b>Grafik-3:</b> Değişik Zamanlara Ait Diyastolik Kan Basıncı Değerlerinin Dağılımı	38
<b>Grafik-4:</b> Aksiller Blok Yapılmayan(Kontrol) Taraftaki StO <sub>2</sub> Değerlerinin Dağılımı	39
<b>Grafik-5:</b> Aksiller Blok Yapılan Koldaki Sto <sub>2</sub> Değerlerinin Dağılımı	40
<b>Grafik-6:</b> Blok Yapılan Ve Yapılmayan Kollardaki Sto <sub>2</sub> Değerleri	41

## ŞEKİL LİSTESİ

## SAYFA NO

<b>Şekil-1:</b> Pleksus Brakiyalis Ve Dalları	5
<b>Şekil-2:</b> Üst Ekstremitenin Duyusal İnnervasyon Bölgelerinin Dağılımı	7
<b>Şekil-3:</b> Periferik Sinirin Mikroskopik Yapısı	11
<b>Şekil-4:</b> Ses Dalgası Frekansları	16
<b>Şekil-5:</b> Frekans ve Penetrasyon	17
<b>Şekil-6:</b> Lineer, Konveks Proplar ve Görüntülerin Oluşum Özellikleri	18
<b>Şekil-7:</b> Bupivakainin Yapısı	30
<b>Şekil-8:</b> StO <sub>2</sub> ; Mikrosirkülasyondaki Hemoglobin Oksijen Doygunluğu	32



## RESİM LİSTESİ

## SAYFA NO

<b>Resim-1:</b> Ultrason Yardımı İle Sinirin Tespit Edilmesi	20
<b>Resim-2:</b> Ultrason Rehberliğinde Periferik Sinir Bloğunun Uygulanması	21
<b>Resim-3:</b> Inspectra™ StO2 Spot Check - Model 300	33
<b>Resim-4:</b> StO2 ölçümü	34



## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>StO<sub>2</sub></b>	:Doku Oksijen Satürasyonu
<b>NIRS</b>	:Near İnfrared Spektroskopisi
<b>Mv</b>	:Milivolt
<b>RİVA</b>	:Rejyonel intravenöz Anestezi
<b>Na</b>	:Sodyum
<b>K<sup>+</sup></b>	:Potasyum
<b>Ca<sup>++</sup></b>	:Kalsiyum
<b>O<sub>2</sub></b>	:Oksijen
<b>ml</b>	:Mililitre
<b>mA</b>	:Miliamper
<b>ms</b>	:Milisaniye
<b>EKG</b>	:Elektrokardiyografi
<b>US</b>	:Ultrasonografi
<b>MHz</b>	:Megahertz
<b>PSS</b>	:Periferik Sinir Stimulatörü
<b>CT</b>	:Computerized Tomographi(Bilgisayarlı Tomografi)
<b>PABA</b>	:Paraaminobenzoik asit
<b>HCO<sub>3</sub></b>	:Bikarbonat
<b>SSS</b>	:Santral Sinir Sistemi
<b>HCl</b>	:Hidroklorik asit
<b>dk</b>	:Dakika
<b>kg</b>	:Kilogram
<b>KVS</b>	:Kardiyovasküler Sistem
<b>ATP</b>	:Adenozin Trifosfat
<b>mg</b>	:Miligram

<b>nm</b>	:Nanometre
<b>O2</b>	:Oksijen
<b>DKB</b>	:Diyastolik Kalp Basıncı
<b>ASA</b>	:American Society of Anesthesiologists (Amerikan Anestezi Topluluğu)
<b>SAB</b>	:Sistolik Arter Basıncı
<b>KAH</b>	:Kalp Atım Hızı
<b>NIAB</b>	:Noninvasiv Arteriyel Basınç
<b>OAB</b>	:Ortalama Arter Basıncı
<b>SPSS</b>	:Statistical Packeting Software for Science
<b>SpO2</b>	:Periferik Oksijen Satürasyonu

## ÖZET

### **Aksiller Blok Yapılan Üst Ekstremitte Cerrahisinde Near İnfrared Spektroskopisi (NIRS) Kullanılarak Doku Oksijenizasyonunun Değerlendirilmesi.**

**Dr. Maruf SÜRÜCÜ,**

**Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi**

Bu çalışmamızda üst ekstremitte operasyonlarında; nörostimülasyon ve ultrason kullanılarak aksiller blok yapılan hastalarda Near İnfrared Spektroskopisi (NIRS) kullanılarak doku oksijenizasyonunu değerlendirmeyi amaçladık.

Harran Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Etik Kurul ve hastaların onayı alındıktan sonra el, ön kol, kol cerrahisi geçirecek ASA("American Society of Anesthesiologists") I-II grubuna giren 18-65 yaş arası 30 hasta çalışmaya alındı. Tüm hastalara ultrason eşliğinde nörostimülasyon tekniği kullanılarak aksiller blok uygulandı. Çalışmamız kontrollü, randomize ve çift kör olarak yürütüldü. Veriler SPSS 15.0 programında değerlendirildi ve istatistiksel analizde tekrarlayan ölçümler için ANOVA testi, iki tarafın doku oksijen saturasyonunun(StO<sub>2</sub>) karşılaştırması için Paired Samples T Testi kullanıldı.

Aksiller blok için; %0,5 bupivakain 100 mg (24 mL) %0,9 serum fizyolojik (16 mL) ile toplam 40 mL'lik lokal anestetik solüsyon hazırlandı. 10 ml radyal sinir bölgesine, 10 ml median sinir, 10 ml ise unlar sinir, 10 ml de muskulokutanöz sinir bölgesine enjekte edildi. İşlem öncesi bazal, 1.,5.,10.,15.,20.,25.,30.dakikalardaki noninvasiv arteriyel kan basıncı(NİAB), kalp hızı, periferik oksijen saturasyonu ve periferik doku oksijen saturasyonu(StO<sub>2</sub>) takipleri yapıldı.

Aksiller blok yapılan kolda 1.,5.,10.,15.,20.,25. ve 30.dakikalardaki StO<sub>2</sub> ölçümü, istatistiksel olarak bazal değere göre artmış olarak bulundu (p<0,05). Ortalama StO<sub>2</sub> değerleri kendi aralarında karşılaştırıldığında 15.,20.,25. ve 30.dakikalardaki StO<sub>2</sub> ölçümü, istatistiksel olarak blok yapılan tarafta blok yapılmayan tarafa göre daha yüksek bulunmuştur (p<0,05). Bu çalışma, aksiller sinir bloğu sonrası doku oksijen saturasyonunun (StO<sub>2</sub>) noninvasiv olarak ölçülebildiğini ve blok yapılan kolda blok tam oturana kadar arttığını gösterdi. Bu değişiklik blok yapılmayan-diğer kolda olmadı.

Sonuç olarak; Üst ekstremitte operasyonlarında uygulanan aksiller blokajda Near İnfrared Spektroskopisi (NIRS) kullanılarak iki ekstremitte doku oksijenizasyonu saturasyonu (StO<sub>2</sub>) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:**Brakiyal pleksus, Aksiller blok, Near İnfrared Spektroskopisi, Doku oksijenizasyonu, Rejyonal anestezi



## **ABSTRACT**

### **Assessment Of Tissue Oxygenation Using Near Infrared Spectroscopy (NIRS) In Upper Extremity Axillary Block Surgery.**

**MarufSÜRÜCÜ, MD**

**Specialty Thesis, Department of Anesthesiology and Reanimation**

In this study, we aimed to evaluate tissue oxygenation using Near Infrared Spectroscopy (NIRS) in patients undergoing axillary block through neurostimulation and ultrasound in upper extremity operations.

After receiving written informed consent and Harran University Research and Application Hospital Ethics Committee Approval, 30 patients in the age range of 18 to 65 years were included in this study, all of whom will undergo hand, forearm and arm surgery and fall into ASA (“American Society of Anesthesiologists”) I-II group. Ultrasound-guided axillary block was applied to all patients using neurostimulation technique. Our study was conducted as the double-blind randomized controlled trial (RCT). Data were analyzed using SPSS 15.0 software. In the statistical analysis, ANOVA and Paired Samples T Test were used for, respectively, repeated measures and comparison of tissue oxygen saturation (StO<sub>2</sub>) of both sides.

A total of 40 mL of local anesthetic solution, including bupivacaine 100 mg (0.5%) (24 ml) and physiological saline solution (0.9%) (16 mL), were prepared for axillary block. 10 ml each was injected into radial nerve, median nerve, ulnar nerve and musculocutaneous nerve. Noninvasive arterial blood pressure (NIABP), heart rate, peripheral oxygen saturation and peripheral tissue oxygen saturation (StO<sub>2</sub>) were measured/monitored at baseline, 1st, 5th, 10th, 15th, 20th, 25th and 30th minutes prior to the procedure.

StO<sub>2</sub> measurement of arm with axillary block at 1st, 5th, 10th, 15th, 20th, 25th and 30th minutes has been found to be statistically increased when compared to baseline (p <0.05). When compared with mean StO<sub>2</sub> values between each other, StO<sub>2</sub> measurement of blocked side at 15th, 20th, 25th and 30th minutes has been determined to be more statistically significant than non-blocked side (p <0.05). This study demonstrates that tissue oxygen saturation (StO<sub>2</sub>) following axillary nerve block can noninvasively measure and increases until block fits completely into its place at blocked arm. Such a change cannot observe in non-blocked other arm.

In conclusion, there has been found a significant correlation between tissue oxygenation saturation (StO<sub>2</sub>) values of two limbs using Near Infrared Spectroscopy (NIRS) in axillary blockage operations of upper extremity.

**Keywords:** Brachial plexus, Axillary block, Near Infrared Spectroscopy, Tissue oxygenation, Regional anesthesia



## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Periferik sinir bloğu rejyonal anestezide yaygın olarak kullanılan bloklardandır. Kalp, böbrek, solunum sistemi hastalıklarında, göğüs travmalarında ve diyabetik hastalarda olduğu gibi genel anestezinin riskli olduğu durumlarda periferik sinir blokları daha avantajlı koşullar sağlar.

Brakiyal pleksus blokajı; üst ekstremitede gerçekleştirilecek cerrahi girişimlerde ve ağrı tedavisinde kullanılabilen periferik sinir blokajıdır. Blokaj, pleksus ya da terminal dallarının innerve ettiği alanı kapsayan bölge ile sınırlıdır; diğer bölgelerde vücudun fizyolojik düzeni olduğu gibi kalır. (1).

Aksiller blok, brakiyal pleksusun aksiller alanda bloke edilmesi tekniğidir. Brakiyal pleksus sinirleri, aksiller arter ile beraber bir kılıf içinde, ulaşılması zor olmayan bir konumda aksillada bulunurlar. Anatomik yapısı itibariyle daha güvenilir ve kolay ulaşılır bir durumdadır bundan dolayı hasta tarafından da daha kolay kabul edilmektedir(1). Aksiller brakiyal pleksus bloğu yan etkisi az, uygulanması kolay, başarı oranı yüksek bir işlem olduğundan ve postoperatif analjezi sağladığından özellikle ön kolu içeren üst ekstremitte cerrahilerinde kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Periferik sinir blokajının başarıya ulaşması için blokaj yapılırken en iyi yaklaşımın ve yöntemin seçilmesi, doğru ilacın uygun volüm ve konsantrasyonda kullanılması gerekmektedir(1). Ancak operasyona başlayabilmek veya bloğun yeterliliğini değerlendirmek için geleneksel yöntem olan hasta ile işbirliği gerektiren duyuşal uyarılara yanıt kaybı tekniği kullanılır.

Başarılı periferik sinir blokajı, sempatik liflerin bloke olmasına bağılı olarak lokal vazodilatasyon, artmış lokal kan akımı ve cilt sıcaklığında bir miktar artma görülür. Ancak, yoğun bir ameliyathane, özellikle ameliyat öncesi veya sırasında blok yeterliliğini teyit etmek için bu klinik bulgular yeterince hızlı görünmeyebilir ve klinik karar verme için kullanılamayabilir. Bloğun başarısı için hasta kooperasyonu gerektirmeyen, hızlı değerlendirme sağlayan non invaziv yöntemlere ihtiyaç vardır(2).

Near İnfrared Spektroskopisi(NIRS) cilt üzerine yerleştirilen bir sensör altındaki dokuyu aydınlatmak için yakın kızılötesi ışığı kullanarak belirli kalibre dalga boylarını iletir yansımaları ölçer ve doku oksijen doygunluğu indeksi sağlayan noninvaziv bir yöntemdir. Işığın dokudaki yayılımı ve emilimi mikrodolaşımdaki hemoglobine bağılı oksijen miktarına bağılıdır(3).



Hipotezimizi; başarılı üst ekstremitte periferik sinir bloklarının oluşturduğu lokal etkilerinin NIRS yöntemi ile ölçülen doku oksijen doygunluğu seviyelerinde tespit edilebilir artışlar üretmesi olarak belirledik. Hipotezimiz doğrultusunda NIRS yöntemi kullanarak aksiller blok ile ortaya çıkan değişikliklerin mikrodolaşımı ve doku oksijen saturasyonunu etkileyip etkilemediğini tespit etmeyi ayrıca NIRS ın periferik sinir blokların yeterliliğini değerlendirmek için güvenilir ve objektif bir yöntem olup olmadığını araştırmayı amaçladık.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Tarihçe

Brakiyal pleksus bloğu, ilk uygulanan rejyonel anestezi yöntemlerinden biri sayılır. Halsted; 1925'te boyunda infiltrasyon anestezi kullanarak ortaya çıkarılan brakiyal pleksusun köklerine kokain injeksiyonu yaptığını ve sonra pleksusun kordları ve periferik sinirleri küme halinde cerrahi olarak serbestleştirildiğini bildirmiştir(4).

İlk perkütanöz bloğu; 1911 yılında Hirschel ve Kulenkampff, aksiller ve supraklaviküler bölgeyi kullanarak yapmıştır. Burnham, aksiller blok yapılırken perivasküler anlayışını ilk olarak 1958'de kullanmış, Winnie ise; brakiyal pleksusun modifiye aksiller perivasküler metodunu 1975'de tanımlamıştır.

1987'de Cockings aksiller brakiyal pleksus bloğunun transarteriyel tekniğini tanımlamıştır. Selander tarafından 1977'de tanımlanan kateter tekniği, Vester Andersen tarafından 1982'de aksiller bölgeye adrenalin ile 40ml %1 mepivakainin enjeksiyonu yapılarak tanımlanmıştır(4).

Aksiller blokaj için, 16 ile 50 ml arasında birçok ideal volüm kullanılmıştır. Vester Andersen 1983'te aksiller blok tekniğinde volümün etkisini araştırmak için bir çalışma yapmıştır. Aynı teknikle yüksek volümler kullanılarak aksiller sinir analjezi insidansının arttığı bulunmuştur. Vester Andersen 1984'te başka bir çalışmada, aksiller blokta lokal anesteziklerin çeşitli konsantrasyonlardaki etkilerini araştırmıştır.

### 2.2. Pleksus Brakiyalisin Anatomisi

Brakiyal pleksus üst ekstremité bloklarında primer hedef bölgedir. Bundan dolayı pleksus brakiyalisin(C5-T1) anatomisinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Anatomi iyi bilindiği takdirde farklı hastalara farklı bölgesel teknikler uygulanabilir ve her bir tekniğin avantajından yararlanılabilir(5).

Pleksus brakiyalis üst ekstremité motor fonksiyonlarının tamamından, duysal fonksiyonlarının da tamamına yakınından sorumludur. Omuzun ön bölgesinin cildi yüzeysel servikal pleksus(C1-C4) tarafından innerve edilir. Bu sinir kökleri kendi transvers çıkıntılarının lateralinde toplanır, sternokleidomastoid kasının arkasında platismadan çıkar. Özellikle omuz cerrahilerinde bu bölgeye yapılacak olan blok pleksus brakiyalis bloğunu tamamlar. Mediyal ve proksimal üst kol cildini innerve

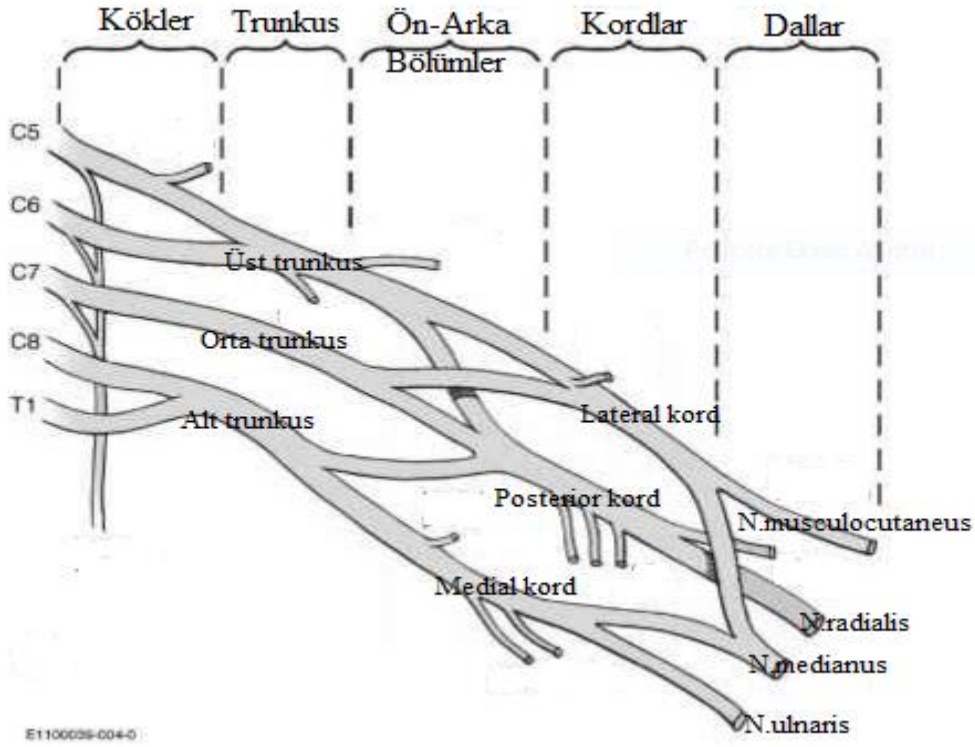
eden Mediyal brakial kutanöz sinir(C8- T1) ve İnterkostobrakial sinir(T2) kılıf içinde seyretmediğinden dolayı özellikle kolda turnike uygulanacaksa, turnike ağrısını önlemek için ayrı ayrı bloke edilmelidirler(4,5,6).

### **2.2.1. Pleksus Brakiyalis'in Kökleri, Gövdeleri, Bölümleri, Kordları Ve Terminal Sinirleri**

Pleksus brakiyalis 5. ile 8. servikal (C5-8) sinirlerin ön dalları ve 1. torakal (T1) sinirin büyük kısmının katılması ile oluşmaktadır. Pleksusa 4. servikal sinir (C4) ve 2. torakal sinir (T2) de katılabilir. Sinir kökleri intervertebral foramenden aksillaya doğru devam ederken, bir takım ayrılmalar ve birleşmelerden sonra, sırası ile kökler(roots), gövdeler(trunkus), bölümler(divisions), kordlar(kords) ve en son terminal sinirleri oluşturur. Pleksus brakiyalis'ten çıkan periferik sinirler torakohumeral kaslarda, omuz ve üst taraf kaslarında ve bu bölgenin cildinde dağılır(7).

Pleksus brakiyalis'in en proksimal kısmı aşağıda klavikula, önde M. Sternokleidomastoideus ve arkada M. Trapeziusun oluşturduğu boynun posterior üçgeninde lokalizedir(7). Platisma, derin fasya, M. skalenius anterior ve deri pleksus'un ön yüzünü oluşturur. C5,C6,C7,C8 ve T1 spinal sinirlerinin ön kökleri (ventral ramileri), pleksus brakiyalis'in köklerini oluşturur. Mediyal ve anterior skalen kaslar arasında üst, orta ve alt olmak üzere üç trunkus oluşmaktadır. C5 ve C6'nın kökleri, intervertebral foramenden çıktıktan sonra lateral olarak ilerler ve M. Skalenis medius'un mediyal sınırı yakınında birleşerek üst trunkusu, C7'nin ön kökleri orta trunkusu, C8 ve T1'in ön kökleri M. skalenius anterior'un arkasında birleşip alt trunkusu oluşturmaktadır. Her bir trunkus, birinci kostanın lateral ve inferioru ile klavikulanın altından geçerken anterior(ön) ve posterior(arka) bölümlere ayrılır. Bu anatomik bölünme önemlidir, çünkü üst ekstremitenin ön kısmını innerve edecek olan nöral yapılar, arka kısmı innerve edecek olanlardan ayrılır. Bölümler klavikulanın altından geçerken aksillanın apeksine girer ve birleşip lateral, mediyal, posterior kordları oluştururlar(5,6,8). Üst ve orta trunkusun anterior bölümleri birleşip lateral kordu, alt trunkusun anterior bölümü mediyal kordu, her üç trunkusun posterior bölümleri birleşip posterior kordu meydana getirmektedir(5,6).

Pektoralis minör kasının lateralinde her bir kord büyük dallar verdikten sonra major terminal sinirler olarak sonlanır. Lateral kord median sinirin lateral dalını verir ve muskulokutanöz sinir olarak sonlanmaktadır. Mediyal kord median sinirin mediyal dalını verir ve ulnar sinir olarak sonlanmaktadır. Posterior kord ise aksiller siniri verir ve radial sinir olarak sonlanmaktadır(4,5,6). Pleksus brakiyalis'in dalları şekil-1'de gösterilmiştir(9).



Şekil-1: Pleksus brakiyalis ve dalları(9)

Tablo-1: Kordlardan ayrılan dallar ve sinir kökleri

<b><u>Posterior Kord</u></b>	
N.aksillaris	C5,C6
N.radialis	C5,C6,C7,C8
N.torakodorsalis	C6,C7,C8
N.subskapularis	C5,C6
<b><u>Lateral Kord</u></b>	
N.pektoralis lateralis	C5,C6,C7
N.muskulokutaneus	C5,C6,C7
N.medianus lateral kökü	C5,C6,C7
<b><u>Mediyal Kord</u></b>	
N.medianus mediyal kökü	C8,T1
N.pektoralis mediyalis	C8,T1
N.ulnaris	C8,T1
N.kutaneus brakii mediyalis	C8,T1
N.kutaneus antebrakii mediyalis	C8,T1

## 2.2.2. Üst Ekstremitenin Motor İnnervasyonu

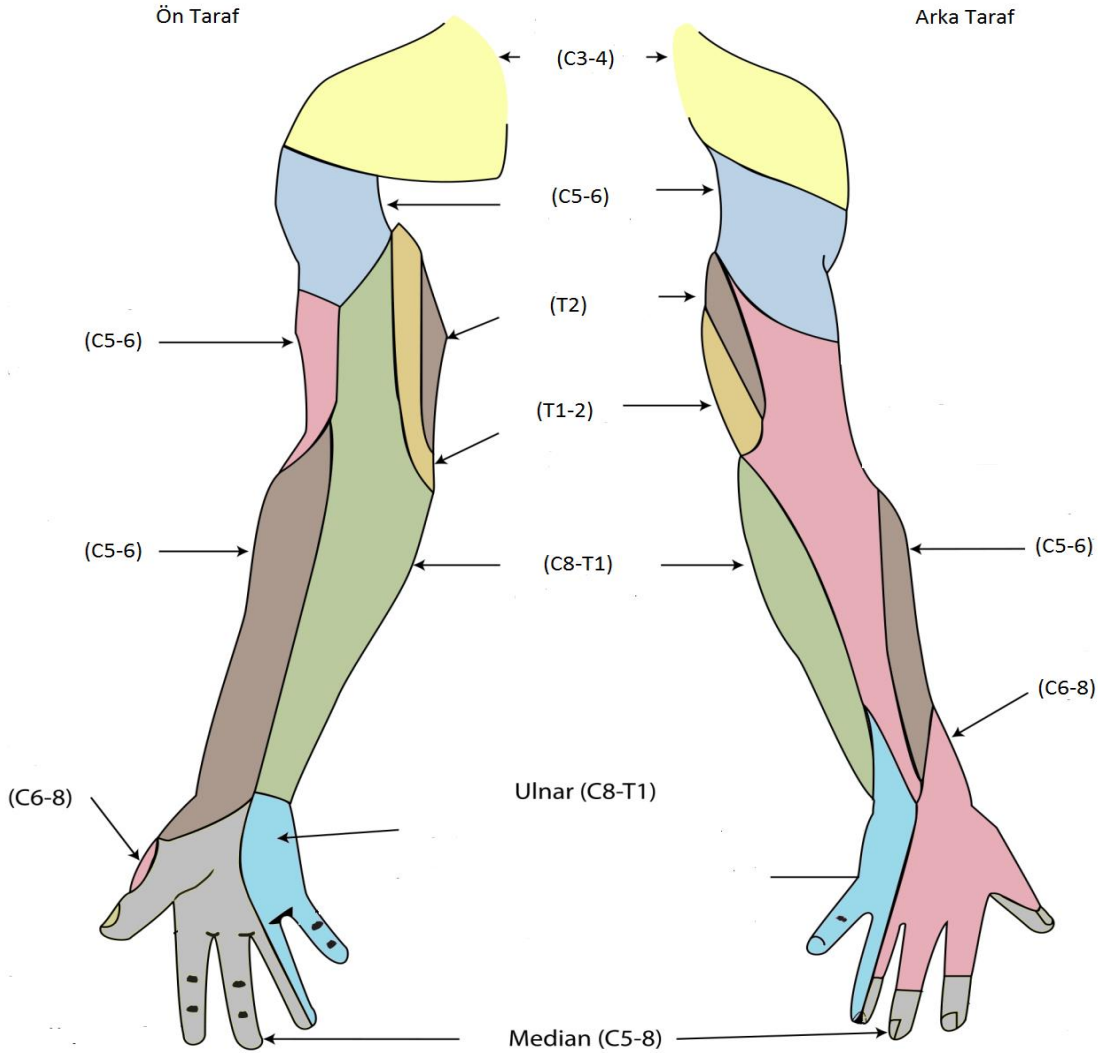
Üst ekstremitayı innerve eden sinirler, bunların etkilediği kaslar ve fonksiyonları Tablo-2’de özetlenmiştir.

**Tablo-2:** Üst ekstremitenin motor innervasyonu, ilgili kaslar ve fonksiyonları

<b>Sinir</b>	<b>Kas</b>	<b>Fonksiyon</b>
N.aksillaris	Deltoideus	Kola abduksiyon, iç rotasyon, dış rotasyon
	Teres minor	Kola dış rotasyon
N.supraskapularis	Supraspinatus	Kol abduksiyonu
	İnfraspinatus	Kola dış rotasyon, abduksiyon, adduksiyon
N.subskapulares	Subskapulares	Kola iç rotasyon, abduksiyon
	İnfraspinatus	Kola dış rotasyon
	Teres major	Kola iç rotasyon
N.muskulokutaneus	Korakobrakiyalis	Kola iç rotasyon, adduksiyon
	Biseps brakii	Ön kola supinasyon, fleksiyon, kola adduksiyon, abduksiyon
	Brakiyalis	Ön kola fleksiyon
N.radiyalis	Triseps brakii	Ön kola ekstansiyon
	Brakioradiyalis	Ön kola fleksiyon
	Ekst.karpi radiyalis	Bilek eklemine ekstansiyon
	Ekst.digitorum	Parmaklara ekstansiyon
	Ekst.karpi ulnaris	Bilek eklemine ekstansiyon, ulnar abduksiyon
	Supinator	Ön kola supinasyon
	Add.pollisis longus	Başparmak abduksiyonu
N.medianus	Pronator teres	Ön kol pronasyonu
	Fleks.karpi radiyalis	Elin bilekten fleksiyonu
	Palmaris longus	Elin bilekten fleksiyonu
	Fleks.digitorum superfisialis	Elin bilekten fleksiyonu
	Fleks.pollisis longus	Baş parmak fleksiyonu
	Pronator quadratus	Ön kol pronasyonu
N.ulnaris	Fleks.karpi ulnaris	Bilek fleksiyonu, elin ulnar abduksiyonu
	Fleks.digitorum profundus	Parmakların fleksiyonu
	El iç kasları	Parmakların fleksiyonu, abduksiyonu, adduksiyonu

### 2.2.3. Üst Ekstremitenin Duyusal İnnervasyonu

N.aksillaris omuz bölgesinin, N. interkostobrakiyalis, koltuk altı bölgesinin en tepesinin, N. kutaneus brakii mediyalis kolun iç tarafındaki derinin, N.muskulokutaneus ön kolun dış yan kısmının, N. kutaneus antebraki mediyalis ön kolun iç tarafının el bilek eklemine kadar uzanan bölgesinin duyusal innervasyonunu sağlar. N. radiyalis elin dorsal yüzünün dış bölümü, başparmak ile 2. ve 3. parmakların dorsal yüzünün duyusal innervasyonunusağlamaktadır. Ayrıca N. radiyalis kolun arka yüzünün ve ön kolun dış tarafının bileğe kadar olan bölgesinin de duyusal innervasyonunu sağlamaktadır. Plexus brakiiyalis'in duyusal innervasyon bölgeleri aşağıda gösterilmektedir(Şekil-2)(5).



Şekil-2:Üst ekstremitenin duyusal innervasyon bölgelerinin dağılımı(5)

N. Ulnaris, elin her iki yüzünün mediyal üçte birinin, küçük parmağın tamamının, 2. ve 3. parmakların ulnar yarımının ve orta parmağın 1. falanksının duyusal innervasyonunu sağlar. Elin

palmar yüzünün dış yarımının ve baş, işaret, orta parmak ve yüzük parmağının lateral yarımının, işaret ve orta parmakların 2-3. falankslarının dorsal bölümünün, yüzük parmağının dış yarısını örten derinin duyusal innervasyonu ise N.medianus tarafından sağlanır.

#### **2.2.4. Üst Ekstremitenin Sempatik İnnervasyonu(7,10)**

Sempatik preganglionik lifler, medulla spinalis'te C8, T1-L1-L2 spinal segmentler arasındaki kolumna intermediolateraliste bulunan hücrelerin miyelinli aksonal uzantılarıdır. Üst ekstremitayı innerve eden preganglionik sempatik liflerin hücre gövdeleri spinal kordun T2-3. segmentleri olup, bir kısmı paravertebral ganglionlarda, bir kısmı ise prevertebral ganglionlarda sinaps yaparak sonlanırlar. Üst ekstremiteye giden preganglionik lifler ganglion servikotorasikum(ganglion stellatum)'da sonlanmaktadır. Postganglionik miyelinsiz lifler ise sempatik zincirden itibaren gri kominikan dallarla C5-8 ve T1 segmentlerinde pleksus brakialis'e katılır. C5-6 sinirlerinin kökleri, tek tek ganglion servikale medium'dan, C7-8 sinirlerinin kökleri ganglion servikale inferius ve ganglion stellatum'dan, T1'in kökü ise ganglion stellatum'dan veya ganglia torasika 1 yada 2'den gri kominikan dal alır.

Postganglionik sempatik lifler, pleksus brakialis'in somatik lifleri ile birlikte devam eder, distalde ekstremitenin arteriyel damarlarında, damar duvarının mürsküler tabakasında ve venler üzerinde dağılmaktadır.

#### **2.2.5. Aksiller Kılıf**

Aksiller kılıf, pleksus brakialis'in nörovasküler yapılarını çevreleyen bir bağ dokusudur. Orijinal tanımıyla kılıf, birinci kostanın üstünden aksillada distal bir noktaya uzanan ve burada mediyal intermürsküler septumun ön yüzeyi ile birleşen yoğun bir tübüler yapıdır. M. skalenius medius ve posterior'u ayıran prevertebral fasyanın devamıdır. A. aksillaris, V. aksillaris, N. medianus, N. ulnaris, N. radiyalis'in bunun merkezinde gevşek olarak bulunduğuna inanılmaktaydı. Böylelikle lokal anestezi hacmi birincil faktör olmak kaydıyla, kılıfın herhangi bir bölgesine yapılacak tek enjeksiyonla başarılı bir blok elde etmek mümkündür(5). Ancak, birçok araştırmacı, tübüler aksiller kılıf konseptini sorgulamıştır(11).

Bu araştırmacılar kılıfın, pleksusu çevreleyen ve ayrı bir fasyal septa oluşturmak üzere içe çıkıntı yapan ince fibröz doku katmanlarından oluşan çok kompartmanlı bir yapı olduğunu belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar bu kompartmanların, enjekte edilen solüsyonların çevresel

yayılımını fonksiyonel olarak engelleyebileceğini, bu nedenle maksimal blokaj için her bir kompartmana ayrı ayrı enjeksiyon yapılması gerektiğini bildirmektedirler.

Kompartmanların arasında proksimal bağlantılar tanımlanmıştır, bu da tek enjeksiyon tekniklerinin başarısını sağlamış olabilir. Bu nedenle, aksiller kılıfın kompartmanlaştırılmış tanımı genel olarak kabul görmüşse de, klinik öneminin gözlenmesi gerekmektedir(5).

**Aksiller Sinir:** Aksiller sinir, brakiyal pleksusun radyal siniri oluşturmadan önce posterior kordundan çıkar. Aksiller sinir, teres minor ve deltoid kaslarını innerve eder. Lateral kutanöz brakiyal sinir aksiller sinirin duysal dalıdır ve triseps kasının baş kısmı ile kasın posterior tarafının distal üçte ikisi üzerindeki deriyi innerve eder(12).

### **2.2.6. Radyal Sinir**

Pleksus brakiyalisin en geniş dalı olan radyal sinir, posterior kordun devamı şeklinde oluşur. Radyal sinir, pektoralis minör kasının alt sınırından başlar, teres major ve latissimus dorsi kasının tendonlarının önünden ve brakiyal arterin üst parçası ile aksiller arterin üçüncü parçasının arkasından aşağı ve laterale doğru iner. Kolda aşağı inerken, humerusun arkasında ve çevresinde, muskulospiral oluğun içinde, daha sonra terminal dalların ortaya çıktığı, ön kolun alt anterior bölümüne ulaşır. Oluk içindeyken, ön kolun dorsal yüzünü innerve eden dorsal antebraikiyal kutanöz siniri verir. Koldaki motor dalları; ankoneus, triseps, brakiyoriyadialis kasları ve ön kol kaslarının ekstensor ve supinatör grubunun üst bölümüne gider. Radyal sinir, tüm basparmağın dorsal tarafını ve işaret, orta parmakların dorsal tarafı ile yüzük parmağının lateral(radyal) yarısının dorsal tarafını, fakat son üç tanesinde sadece distal interfalangial ekleme kadar innerve eder(12).

### **2.2.7. Muskulokutanöz Sinir**

Muskulokutanöz sinir lateral kordun ana terminal dalıdır. Bu sinir korokobraikiyal kası delerek biceps brakii ile brakiyal kasın arasından geçerek kolun lateral yüzeyine uzanır. Güçlü ön kol fleksörlerinin üçünün(korokobraikiyalis, biceps brakii ve brakiyal kas) motor innervasyonunu sağlar. Bu sinirin duysal devamı olan lateral kutanöz antebraikiyal sinir, ön kol anteriorunun radyal yarısı üzerindeki derinin duysunu alır(12).



### **2.2.8. Median Sinir**

Lateral kord, muskulokütanöz sinir olarak sonlanmadan hemen önce, median sinirin lateral başlangıcını verir. Lateral başlangıç, mediyal kord tarafından verilen mediyal başlangıç ile birleşip median siniri oluşturur. Kolda A.biceps brakii'nin mediyalindeki sulkus bisipitalis mediyalis'te A.brachialis ve N.ulnaris ile birlikte aşağı doğru uzanır. Musküler ve kütanöz dalları vermek üzere ele geçer. Median sinir, ön kolun pek çok fleksör ve pronator kaslarına motor lifler sağlar; M.fleksör karpi ulnaris ve M.fleksör dijitorum profundus'un ulnar yarısı dışında tüm kasları innerve eder. El içindeki motor lifler; ilk iki Mm. Lumbrikales, M.abduktor pollisis brevis, M.opponens pollisis, M.fleksör pollisis brevisin süperfisiyal kası ve M.fleksör pollisis longusun tendonunun süperfisiyalisinde uzanan tenar kasları innerve eder. Duyusal lifler ise; dördüncü parmağın lateral yarısı ve ilk üç parmağın palmar tarafındaki deri ve aynı parmakların dorsal tarafın distal ucundaki deriyi innerve eder(12).

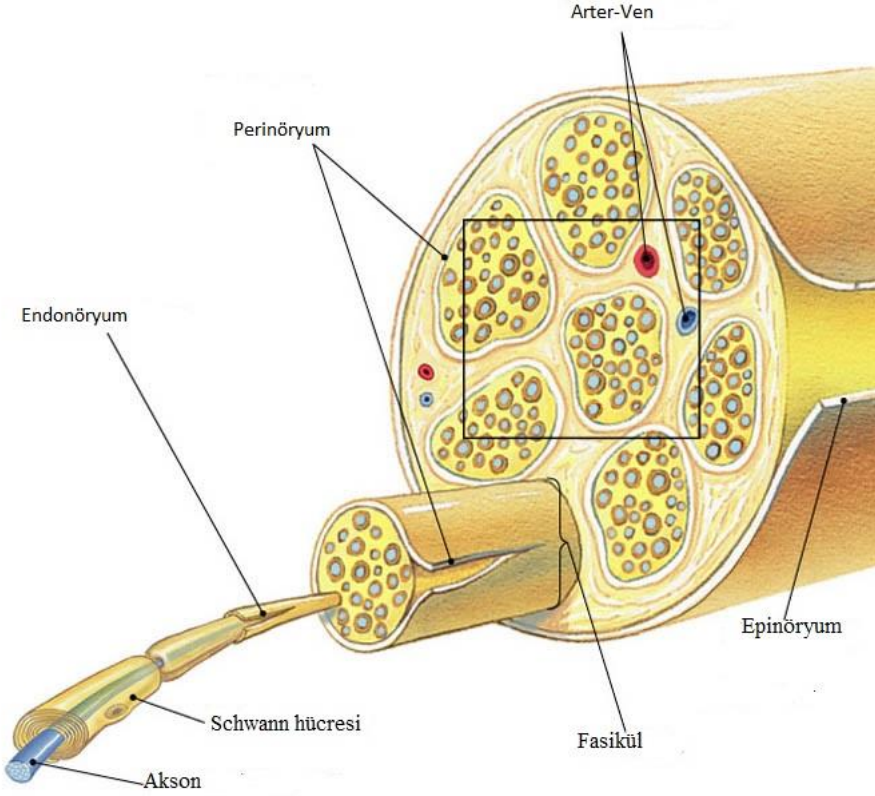
### **2.2.9. Ulnar Sinir**

Ulnar sinir, mediyal kordun ana terminal dalı olarak oluşmaktadır. Bu sinir, kolun ortasına kadar aksiller arterin mediyalinde aşağı doğru iner. Kolun ortasında, triseps kasının mediyal başlangıcı üzerindeki oluk içinde inişine devam ederek, dorsal ve lateral olarak kıvrılır. Buradan humerusun mediyal epikondilinin arkasına ilerler ve daha sonra ön kolun ulnar bölgesinden elin içine doğru gider. Ön kolda motor dalları; M.fleksör karpi ulnaris ile M.fleksör dijitorum profundus'un ulnar yarısına ve interosseöz kaslara, ilk ikisi haricindeki Mm. Lumbrikaleslere gider. Ulnar sinir ön kolda duyusal dallar vermez; fakat el içinde bu sinir, genellikle küçük parmağın ve el ile yüzük parmağının mediyal yarısının dorsal yüzünün derisini innerve eder(12).

### **2.2.10. Periferik Sinir Anatomisi**

Periferik sinirin en dış katmanı, yani epinöryum, intervertebral foramen'de sinir kökünün dura'sının devamı olarak gevşek bağ dokudan oluşur. Bu hareketsiz destek doku içinde, aksonlar, kendilerini çevreleyen bir kılıf olan perinöryum aracılığıyla demetler halinde organize olmuştur. Demetlerin içindeki endonöryum, aksonların arasındaki bağ dokuyu temin eder. Perinöryum, endonöral çevreyi tıpkı pia-araknoid'in merkezi sinir sistemi için yaptığı gibi kontrol eden, metabolik olarak aktif çoklu epitelyum katmanları içermektedir. Endonöral damarların endotelyumu ve perinöryum, bir difüzyon bariyeri sağlayarak, demetler için "kan-sinir bariyeri" görevini alır(13).

Periferik sinirin mikroskopik yapısı aşağıdaki gösterilmiştir(Şekil-3)(14).



**Şekil-3:** Periferik Sinirin Mikroskopik Yapısı(14)

Tek bir sinir, aksoplazma içine gömülmüş aksondan oluşur. Akson sinir hücre sitoplazmasının uzantısı şeklindedir. Herhangi bir kesintiye uğramaz. Aksoplazma, aksolemma adı verilen bir kılıfın içinde yer alır. Nörolemma, aksolemmadan miyelin kılıf denilen bir lipid tabaka ile ayrılmaktadır. Miyelin kılıf nörolemmal hücrelerden türemektedir. Bazı liflerde miyelin bulunmamaktadır. Miyelin kılıf düzenli aralıklarla kesintiye uğrar. Miyelinin olmadığı bu bölümlere ranvier boğumları adı verilir. Schwann hücreleri miyelin sentezinden sorumlu hücrelerdir. Miyelin kılıfın kalınlığı akson çapı ile doğru orantılıdır. Miyelinli sinirlerde impuls iletimi ranvier boğumları arasında atlamalı olarak devam etmektedir.

Sinir lifleri A,B,C grubu lifler olarak sınıflandırılmaktadır. A lifleri de;  $A\alpha$ ,  $A\beta$ ,  $A\gamma$  ve  $A\delta$  lifleri olarak sınıflandırılmaktadır. A lifleri miyelinli liflerdir. **Aa lifleri** motor liflerdir. **Aβ lifleri** ise dokunma duyusu ve propriyoseptif duyuyu da taşır. **Aγ lifleri** motor(kas içiği) lifleridir. **Aδ lifleri** dokunma, soğuk, ısı duyularından sorumlu liflerdir. **B lifleri** preganglionik otonomik liflerdir, **C lifleri** ise ağrı ve ısı duyusunu ileten liflerdir(13,15).

### 2.3. Sinir Bloklarında Nörofizyoloji Ve Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizması

Sinir impulsu veya aksiyon potansiyeli aksonun membranındaki iyonik kanalların aktivitesindeki değişikliğe bağlı oluşmaktadır. Akson zarı permeabilitesindeki değişiklik miyelinsiz sinirlerde sinir boyunca, miyelinli sinirlerde ise yalnız ranvier boğumlarında içeriye doğru iyon akımı şeklinde olur. Boğumlar arasındaki miyelinli bölüm, akımın ranvier boğumlarından pasif olarak yayılımı ile depolarize olmaktadır.

Elektriksel uyarı, sinir membranının Na<sup>+</sup>'a karşı istirahat halinde düşük olan geçirgenliğinin(-90 Mv'dan) aniden ve ileri derecede artmasını(+30 Mv) ve aksiyon potansiyelinin oluşmasını sağlar. Na<sup>+</sup> hücre dışı ortamdaki, hücre içine, konsantrasyon gradiyentiyle pasif bir şekilde geçer. Depolarizasyon başlamasından sonra hücre membranının K<sup>+</sup> 'a olan geçirgenliği artar ve konsantrasyon gradiyentine uyarak K<sup>+</sup> hücre dışına çıkar. Akson zarının Na<sup>+</sup>'a karşı geçirgenliğinin azalması ve K<sup>+</sup>'a karşı geçirgenliğinin artması membran potansiyelinin istirahat potansiyeli durumuna dönmesine(repolarizasyon) sebep olur(16).

Voltaj kapılı Na<sup>+</sup> kanallarının blokajı lokal anestezik etkisinin primer özelliğidir(17). Lokal anesteziklerin Na<sup>+</sup> kanalları içindeki özel bir reseptöre bağlandıkları düşünülmektedir(18,19). Buna bağlı olarak sinir lifleri ve diğer uyarılabilir hücrelerde;

- Aksiyon potansiyelinin yükseliş hızını yani depolarizasyon hızını düşürürler,
- Aksiyon potansiyelinin amplitüdünü azaltırlar veya tamamen ortadan kaldırırlar,
- SSS'de eksitasyon eşiğini azaltırlar,
- İmpuls iletim hızını yavaşlatırlar ve iletimi tam bloke ederler.

### 2.4. Pleksus Brakialis Bloğunda Uygulanan Yöntemler

Pleksus brakialis; interskalen, supraklavikular, infraklavikular, aksiller ve terminal sinir uçları gibi farklı yerlerden bloke edilebilir. Bloğun yeri, dağılımı, avantajları ve dezavantajları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir(4,6)(Tablo-3).

**Tablo-3:** Pleksus Brakiyalis Blok Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Teknik	Tutulmuş alan	Avantajları	Dezavantajları
<b>İnterskalen</b>	Omuz,humerus, ön kol, dirsek	Kolay Derin dokuları tutar	Alt dermatomlar(C8- T1) ve C4 tutulmayabilir
<b>Aksiller</b>	El, ön kol	Kolay teknik Düşük komplikasyon riski	Ağrılı kola pozisyon vermek zor N. muskulokutaneus tutulmayabilir
<b>Supraklavikular perivasküler</b>	Omuz dışında bütün kol	Çok yaygın dağılım	Pnömotoraks riski, kilolu hastalarda zor
<b>Infraklavikular</b>	Kol, ön kol, bilek, el	Kolay teknik, kateter uygulamaları ile özellikle postop ağrı kontrolü	Pnömotoraks riski,damar hasarı, toksisite riski
<b>RİVA</b>	El, ön kol	Kolay teknik, düşük başarısızlık riski	Turnike ağrısı, toksisite riski, postoperatif analjezi sağlamaz
<b>Periferik sinir bloğu</b>	Sinirin innerve ettiği alan	Kolay teknik, uzun süren etki	Blok alanı sınırlı,çok sayıda enjeksiyon gerekir

#### 2.4.1. Aksiller Blok Teknikleri

Pleksus brakiyalis aksiller bölgede nörovasküler bir kılıf içinde yer alır. Kılıfın sınırları içine yapılan enjeksiyonlar bu bölgede anestezi oluşturur. Aksiller blokaj; transarteriyel, parestezi, sinir stimülasyonu, ultrason, perivasküler infiltrasyon gibi değişik yöntemler kullanılarak uygulanabilmektedir(6,8). Aksiller blokta başarı, aksilla anatomisinin kesitsel olarak bilinmesiyle orantılıdır. Özellikle aksiller arter tüm yöntemler için kılavuzluk görevi görür. Median sinir arterin üst kısmında, ulnar sinir aşağısında, radial sinir ise arka tarafında yer alır. N. Muskulokutaneus ise korakobrakiyalis kasi içinde seyredir. Yeterli bir anestezi için bu dörtlü sinir grubuna(median, ulnar, radial, muskulokutaneus) ek olarak kolda turnike kullanılacaksa interkostobrakial ve mediyal brakial kutanöz sinirlerin de bloke edilmesi gerekir(4).

#### 2.4.2. Transarteriyel Teknik

Aksiller arter en proksimalde tespit edilir, immobil iğne tekniği ile 22-gauge, 1,5-inç iğne arter kanı aspire edilene kadar ilerletilir. Sert bir dokudan geçiş hissi iğnenin fasiyayı delmesi ile meydana gelir. Ancak fasial klik olarak adlandırılan bu belirtilere dayanılarak yapılan enjeksiyonların taze

kadavralarda sinir lifleriyle karşılaşmadığı gösterilmiştir. Arterin önüne ve arkasına 20 ml lokal anestezi verilir. Bazıları lokal anesteziğin tamamını(40 ml) arterin önüne yada arkasına vermeyi uygun bulurken, bazıları bölünmüş dozları tercih eder. Enjeksiyon sonrasında kılıfın distaline bası uygulaması ve kolun abduksiyona alınması lokal anesteziğin sefale doğru yayılmasını sağlar. Bu yöntemin en önemli dezavantajları intravasküler enjeksiyon, aksiller hematom ve buna bağlı oluşabilecek sinir kompresyonudur(4,6,20).

### **2.4.3. Parestezi Tekniği**

İğne tek, spesifik yada birden çok parestezi elde etmek için aksiller artere doğru yönlendirilir(4,6). Tek yada birden fazla parestezi sağlanmasına bakılmaksızın genellikle total 40 ml lokal anestezi enjekte edilir. Bu teknik yüksek başarı oranlarına sahip olmakla birlikte parestezi araştırılması sırasında nöropraksi gelişme riski mevcuttur(5). Arter pulsasyonunun zor alındığı, hasta kooperasyonunun iyi olmadığı ve sinir stimülasyonunun kötü olduğu durumlarda tercih edilebilecek bir yöntemdir(4,6,20).

### **2.4.4. Sinir Stimülasyonu Tekniği**

Pleksusun innerve ettiği alanda sinir stimulatörü yardımı ile sinire uyarı verilir, uyarılmış kontraksiyon elde edilerek sinir bulunmaya çalışılır. N.medianus stimülasyonu sırasında ön kolun pronasyonu, bileğin palmar fleksiyonu, parmak orta falanklarının fleksiyonu, 2.ve 3. parmak distal falanklarının fleksiyonu ve baş parmak fleksiyonu görülür. Ulnar sinir stimülasyonu sırasında bileğin ulnar fleksiyonu, 3.,4.,5.parmak adduksiyonunu sağlar. N.radiyalis stimülasyonu sırasında; dirseğin ekstansiyonu, bileğin ekstansiyonu, ön kolun ve elin supinasyonu, parmakların ekstansiyonu görülür.

N. muskulokutaneus aksillaya girdiği noktada korakobrakialis kası içinden geçer ve bu nedenle aksiller arterle arasında mesafe bulunur. N.muskulokutaneus stimülasyonu ile dirsek fleksiyonu görülür. N.muskulokutaneus anestezi arterin posterioruna ve sefaline yapılan enjeksiyonlarla sağlanabilmektedir(4,6,20). N.muskulokutaneus ve N.medianus nabzın sefalinde, N.radiyalis ve N.ulnaris nabzın kaudalinde yer alır. Sefalde N.ulnaris, N.radiyalis'e göre daha yüzeysel, kaudalde ise N. medianus N. Muskulokutaneus'a göre daha yüzeysel seyredir. Sinir stimulatörü iğne ucunun sinire olan yakınlığı hakkındablogu yapan kişiye objektif bilgiler verir(6,20). Periferik sinir stimulatörleri ile kalın lifler ince liflere oranla daha kolay ve hızlı stimüle edilir. Böylece kalın **Aa** motor lifleri, stimülasyonları ağrı oluşturan **Aδ** ve **C lifleri** uyarılmaksızın stimüle olur. Sinir stimülasyonu yalıtımlı ve sadece iğne ucunda akım veren özel iğneler ile yapılmaktadır. 0,1-0,6mA'lık

sabit doğru akımlarla oluşturulan kas kontraksiyonları iğne sinire yaklaştıkça artar ve daha az akım gerektirir. Pratikteki uygulama; 1-1,5 mA olan başlangıç değerlerini 0,1 ms'den aşağı değerlere çekip, iğnenin sinir liflerinin kabul edebildiği son akım çıktısı olan 0,2-0,8 mA' e kadar yaklaştırılmasıdır.

Optimal pozisyon 0,5mA veya daha az akımla oluşur(21). 1-2 ml lokal anestezi enjeksiyonu ile kas kontraksiyonu azalır. Modern yalıtılmış iğnelerin, eski yalıtılmamış iğnelere oranla daha iyi lokalizasyonlar tespit ettiği gösterilmiştir. Kısa bevel ve teflon ile yalıtılmış iğneler sinir lokalizasyonunu daha iyi tespit eder, travma riskini azaltır. Sinir stimulatörünün katot(-) ucuna teflon ile yalıtılmış iğne bağlanmalıdır. Negatif kablo iğne ucuna bağlandığı zaman daha düşük akım gerekir. Stimulatörün anot(+) kısmına bağlanan zemin elektrodu olarak EKG elektrodları kullanılır. Üst ekstremité için elektrod genellikle omuz ve ya ön kola takılır. Tek bir kas kontraksiyonunun olduğu bölgeye 40ml lokal anestezi enjeksiyonu uygulanması ve ya genellikle bölünmüş dozlarda (10 ml) her bir sinir bölgesine ayrı ayrı enjeksiyonlar tercih edilebilmektedir(4,6).

#### **2.4.5. Ultrasonografi Tekniği**

Ultrasonografi(US) eşliğinde sinir bloğu ilk kez La Grange ve ark. tarafından 1978'de rapor edilmiş, Doppler US eşliğinde supraklaviküler brakiyal pleksus bloğu uygulanmış ve başarı % 98 olarak bildirilmiştir. İzleyen dönemde US kullanımı ile ilgili yayınlar enderdir. Son 5 yılda US'nin rejyonel bloklarda kullanımı artmıştır. Ülkemizde 1993 yılında Güzeldemir ve Üstünsöz tarafından aksiller sinire US eşliğinde kateter yerleştirilerek blok uygulanmıştır. Son yıllarda rejyonel anesteziye US kullanımının blok başarısını yükselttiği, komplikasyonları azalttığı ve lokal anestezi dozunu düşürdüğüne ait yayınlarda büyük bir artış olmuştur(22,23).

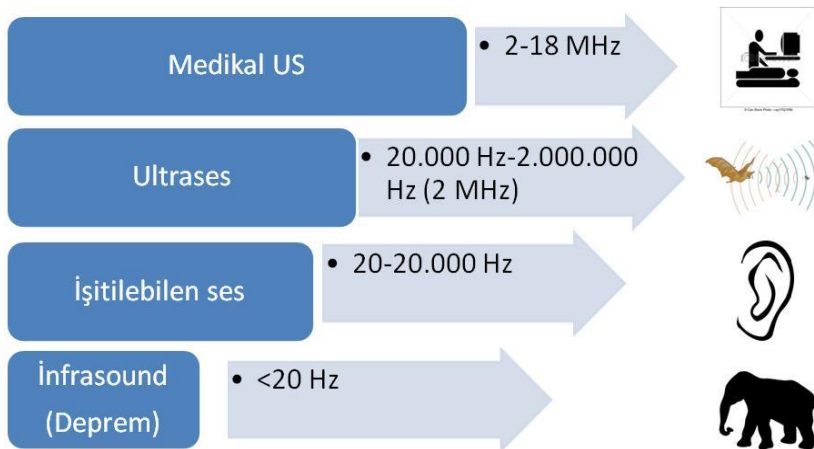
US, günümüzde kardiyak görüntüleme ve kardiyak output monitörizasyonunda, vasküler girişimlerde, basit tanısal işlemlerde ve aspirasyon uygulamalarında(plevral effüzyon, abseler) rutin olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde US kullanımındaki en önemli kısıtlayıcı etmen kişilerin eğitimidir. Bu nedenle dünya ve Avrupa kongrelerinin çalıştaylarında yoğun olarak US ve sonoanatomî eğitimi verilmektedir(24,25). Son yıllarda ülkemizde de Rejyonel Anestezi Derneği'nin katkılarıyla rejyonel anesteziye US kullanımı ile ilgili konferanslar düzenlenmekte ve eğitim verilmektedir.

Ultrasonografinin rejyonel anestezide kullanımı son yıllarda artmış durumdadır. Günümüzde artmış çözünürlüklü yüksek frekanslı probalar arter, ven, kas, tendon ve sinirler gibi nispeten daha yüzeysel yapıların görüntülenmesine olanak sağlamaktadır. Genellikle 1 -5 cm'lik derinlikteki anatomik yapılar kolay görüntülenebilir. Portatif iki boyutlu US klinisyene hastanın sonoanatomisini, yüzeysel anatomik işaret noktalarından bağımsız ve eşzamanlı olarak sunarak, iğnenin doğru bir biçimde ilerletilmesini sağlar. US'ye doppler teknolojisinin eklenmesi yanında, hava yolu sağlanması, santral venöz kateter, arter kateteri yerleştirilmesi gibi girişimlerdeki rolüyle, anestezi ve yoğun bakımda US kullanımını çok fazla yaygınlaştırmıştır.

US ile başarılı bir blok için, ilgili anatomik yapıların ne olduğunun ve ekranda ortaya çıkan görüntünün hangi anatomik yapılara ait olduğunun bilinmesi gerekir. Sonoanatomisi olarak isimlendirilen bu ekran görüntülerini US kullanan kişinin iyi bilmesi gerekir. US ile sonoanatomisi bilgisini geliştirmenin en iyi yolu sinir yapılarını görmek için blok yapmadan önce çeşitli fantomlar (jel içeren kapalı kutular, içine tel yerleştirilen kuzu veya hindi budu gibi) üzerinde pratik yapmaktır. Bu çalışma US probu, iğne ve US görüntüsü arasında koordinasyonu sağlayacak ve iğnenin US görüntüsünde önceden nasıl görüldüğü hakkında faydalı bilgiler verecektir.

**Ultrasonografinin Temel Prensipleri:** Ses, cisimlerin titreşimi sonucu meydana gelir. US'da kullanılan enerji yüksek frekanslı sestir. US yöntemi, vücuda yüksek frekanstaki ses dalgaları gönderip, farklı dokulardan yansımalarını (eko) saptama temeline dayanır. Kulağın duyacağı sınırdan daha yüksek frekanslı sese ultrason (ultrases) denir. Medikal US'larda genellikle 2-18 MHz'lik ultrason kullanılır(Şekil-4), (26,27,28,29,30).



Şekil-4:Ses Dalgası Frekansları

Yüksek titreşimi elde etmek için piezo-elektrik (basınç-elektrik) olayı kullanılır. Kuartz gibi bazı kristaller elektrik enerjisi ile genişleyip daralarak titreşerek ses oluştururlar ve kendilerine gelen sesi de yine aynı yöntemle elektrik enerjisine çevirirler. Bu şekilde enerjiyi çeviren aletlere transduser(çevirici) denir. US aygıtlarında transduser olarak seramik diskler kullanılır. Transduser'i taşıyan başlığa ise prob adı verilir.

**Seslerin dokulara yayılımı:** Ses dokuya geçerken, absorpsiyon ve yansımaya nedeniyle yoğunluğu azalır. Absorpsiyon sesin frekansı, dokunun absorpsiyon katsayısı ve doku kalınlığı ile doğru orantılıdır. Yansımaya ise dokuların ses dalgasına gösterdiği direnç (akustik impedans) farklılıkları ile yakından ilişkilidir.

**Frekans:** Frekans, birim zaman (saniye) içerisindeki titreşim sayısıdır. Hertz, saniye başına düşen dalga sayısını ifade eder, frekans birimidir (Kilohertz = 1000 Hertz; Megahertz = 1.000.000). Frekans, çözümleme gücü ve sesin penetrasyonu ile ilişkilidir (Şekil-5). Frekans arttıkça dalga boyu kısalır. Buna bağlı olarak görüntünün kalitesi de artar. Fakat sesin derinlere inme yeteneği de hızla kaybolur. Bu nedenle yüzeysel yapılar yüksek frekanslı problemlerle incelenirken derin yapılarda frekansı düşük tutmak gerekir. Yüzeysel incelemede lineer şekilli ve yüksek frekanslı transduserler seçilirken, derin yapılar incelenirken konveks şekilli ve daha düşük frekanslı transduserler tercih edilir. Ses dalgaları doku içerisinde ilerlerken farklı akustik empedansa sahip ortamlar arasındaki geçiş yüzeyleri ile karşılaştığında yansır, kırılır ve saçılır. İki ortam arasındaki fark çok fazla olduğunda (hava-doku gibi) ses tamamen yansır. Bu nedenle uygulamalarda prob ile doku arasına jel sürülerek yansımaya azaltılır.



Şekil-5: Frekans ve penetrasyon



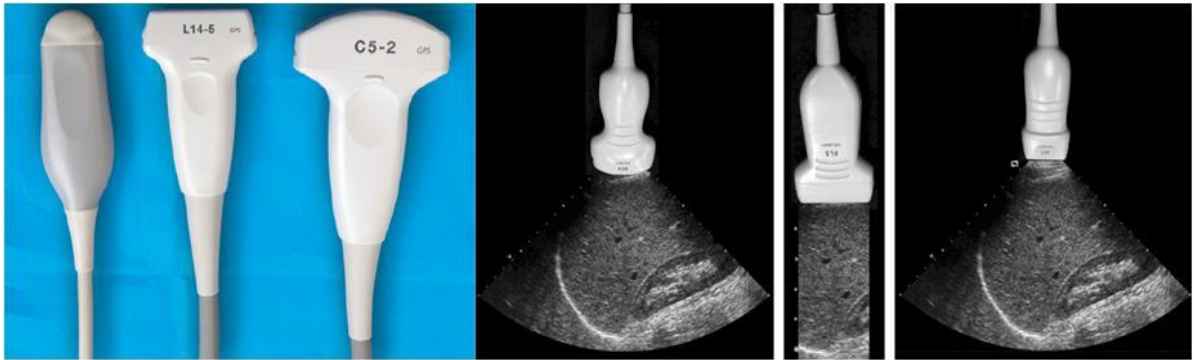
Ultrason cihazının yapısı genel olarak 3 kısımdan oluşur;

1. Sesi Yayan Ve Yankıları Toplayan Kısım(Prob)
2. İşlem Birim Ve Zaman Sayıcı
3. Kayıt Ünitesi

**1.Prob:**Piezo elektrik olay ile elde edilen ses dokudan geri yansır ve geri yansıyan sese bağlı kompresyon etkisi oluştuğunda süreç tersine dönerek elektrik akımı üretilir. Hem alıcı hem verici özelliği taşıyan kristal çok sayıda ses “pulse”u göndererek bunların yansımalarını resim elemanlarına(frame) dönüştürülmek üzere algılar. Bu şekilde enerji çeviren materyallere “transduser” denir. Prob ise transduser, destek elemanları, diğer elektronik devre elemanlarını taşıyan ve hastaya temas eden kısım olmakla beraber terminolojide genellikle transduser ve prob kelimeleri eşanlamlı olarak kullanılmaktadır.

Günümüzdeki US cihazları “real time US” (gerçek zamanlı US) özelliğindedir. Frame sayısının saniyede 16 ve üzerinde olması nedeniyle, göz bu resimleri devamlı ve akıcı bir görüntü olarak algılar. Her prob için anahtar özellik frekans olmakla birlikte kristallerin probda dizilme şekillerine ve ses yayma özelliklerine göre de sınıflandırılırlar. Frekanslarına göre yüksek-orta-düşük frekanslı diye ayrılabilirler. Yüksek frekanslılar(10 MHz üzerinde), cilt yüzeyinden 3 cm’e kadar olan yapılar (interskalen brakial pleksus, yüzeysel sinirler, yüzeysel damarlar) için idealdirler. Orta frekanslılar (5-10 MHz ) 3-6 cm’lik yapılar (İnfraklavikular brakial pleksus, siyatik sinir, derin vasküler yapılar) için kullanılır. Düşük frekanslılar (5 MHz altında) derin yapılar için kullanışlıdır.

Prob üzerindeki kristallerin lineer dizildiği problar lineer prob olarak isimlendirilirken, konveks yerleşenler konveks prob olarak adlandırılır(Şekil-6). Konveks problarda görüntü alanı yüzeyde dardır, derine gittikçe genişler. Böylece engelleyici bir yapı ile karşılaşılma olasılığına karşı giriş kapısı küçültülmüş olur.



**Şekil-6:** Lineer ve Konveks problar ve görüntülerin oluşum özellikleri

a) **US'da Görüntü Oluşumu:** Medikal US'da da prob ile oluşturulan ses dalgaları hastaya gönderilir ve bu ses dalgalarının geri dönenleri yine prob tarafından toplanarak elektriksel sinyallere dönüştürülerek US cihazı tarafından işlenir. Bu sinyaller farklı US modlarında farklı görüntüler oluştururlar.

### **US Modları**

a) **Amplitüd Modu (A-Mod):** Ses yankıları bir grafik şeklinde kaydedilir ve ölçümler yankı amplitüdü ve yankılar arası mesafe üzerinden kantitatif olarak yapılır. Modern cihazlarda kullanılmamaktadır.

b) **Brightness Modunda (Parlaklık Modu – B Mod):** Ses yankılar şiddetleriyle doğru orantılı olarak parlak noktalar şeklinde izlenir. Bu yöntem günümüzdeki iki boyutlu görüntülemeyi mümkün kılmaktadır.

c) **Motion Modu (Hareket Modu – M Mod):** Hareketli yapılardan yansıyan ekolar zaman-pozisyon grafiği şeklinde kaydedilir. Hızlı hareketlerin değerlendirilmesi oldukça faydalıdır. Günümüzde aynı ekran üzerinde Hem B hem de M mod da değerlendirme yapılabilmektedir.

d) **Doppler modu (D mod):** Sabit frekansla ses veren hareketli bir kaynak yaklaştıkça daha tiz (artmış frekans, kulağa gelen sesin dalga sayısı artmıştır) uzaklaştıkça daha pes (azalmış frekans, kulağa gelen sesin dalga sayısı azalmıştır) işitilir. Buna Doppler kayması adı verilir. Damardan akan kanın içerisindeki kanın kırmızı hücreleri gibi şekilli elemanlar hareketli yapılardır. Ses bu yapılardan yansır. Gönderdiğimiz sesle yansıyan sesin arasındaki frekans değişikliğini (Doppler kayması) saptayarak akımın yönünü ve hızını belirleyebiliriz.

**Ultrasonografi Eşliğinde Rejyonel Anestezinin Avantajları:** Günümüzde periferik sinir blokları anatomik işaret noktalarından yararlanılarak sinir stimulatörü kılavuzluğunda gerçekleştirilmektedir.

Ancak, en uygun koşullarda bile bu bloklar “kör” yöntemlerdir. Oysa US rehberliği, daha elverişli bir alternatif yöntem sunmaktadır. US ile rejyonel blok yapılırken iğne ile sinir ilişkisinin eşzamanlı olarak görüntülenmesi sağlanır(23,31,32)(resim-1).

**US Rehberliğinde Rejyonel Anestezinin Avantajları:**Hedef sinir veya sinirlerin, kendisini çevreleyen komşu yapılarla (örneğin, arterler, venler, akciğer, diğer sinirler gibi) beraber görüntülenebilmesi ve tanımlanabilmesi(32,33).

Hastalar arasındaki anatomik farklılıklardan etkilenmemesi (örneğin, vücut yapısı, anatomik değişiklikler)(34,35).

İğnenin hedef sinire mesafesinin, açısının ve rotasının saptanabilmesi(36).

İğne hedefe yaklaştırılırken eşzamanlı (real-time) olarak görüntülenebilmesi ve iğneye yön verilebilmesi(37).

Lokal anestezi verilirken sinirin çevresine dağılımının ve yerleştirilen kateterin görüntülenebilmesi(38,39),

Genel anestezi uygulanan hastalarda işlemin güvenle uygulanabilmesi(örneğin, çocuklar) ve başarısızlık durumunda işlemin tekrarlanılabilmesi(40,41).

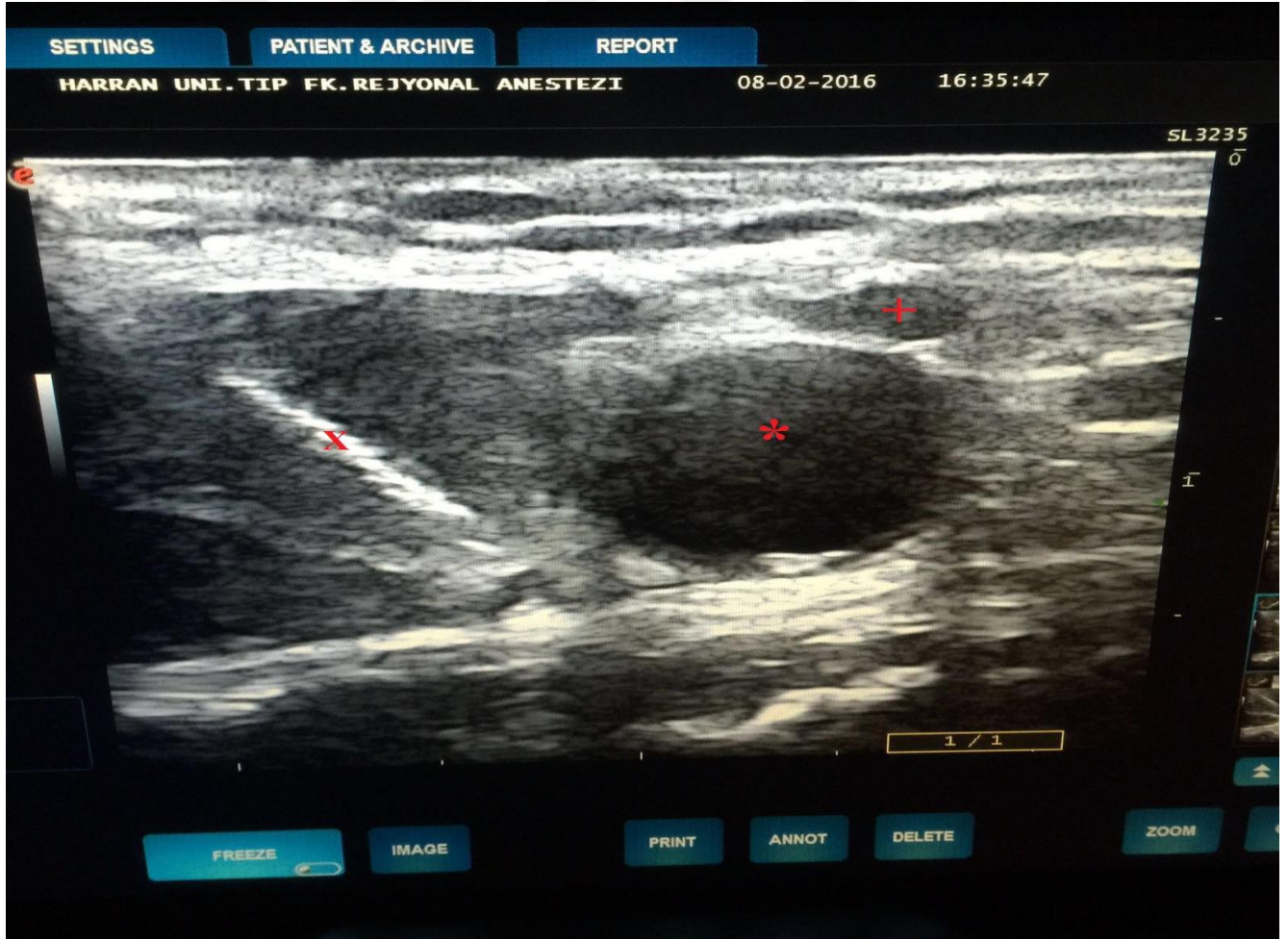
Taşınılabirlik ve emniyet (iyonize radyasyondan etkilenilmemesi)(40). İstenmeyen etkilerin seyreltilmesi (örneğin, lokal anesteziğin intranöral enjeksiyonu, intravasküler enjeksiyonu)(42,43).

Sinir stimülasyonu sırasında ağrılı kas kontraksiyonlarının azaltılması (örneğin, kırık olgularında)(41).

a) Verilen toplam lokal anestezi dozunun azaltılması ve buna bağlı olarak oluşabilecek sistemik lokal anestezi toksisitesinin insidansında azalma(43),

b) Hızlı etki başlangıç zamanı(38),

c) Blok kalitesinde artma(35,38,39).



**Resim-1:**Ultrason Yardımı İle Sinirin Tespit Edilmesi

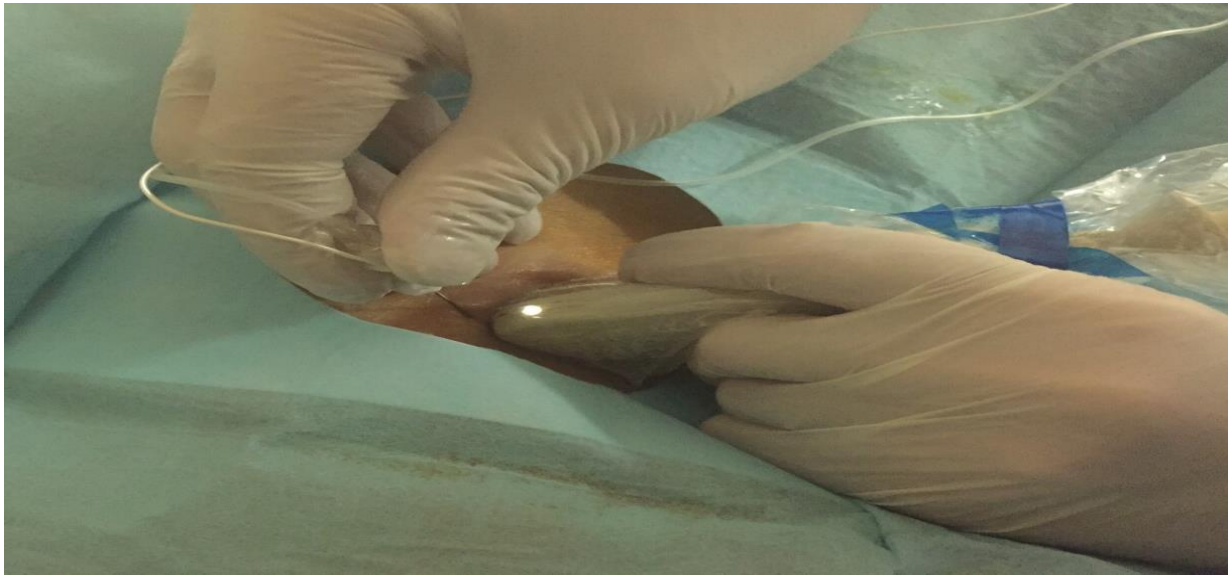
X:Stimuplex® iğne\*:Aksillerarter+:Aksiller ven

**Rejyonel Anestezi Ekipman:** Sinirlerin ses dalgalarıyla görüntülenebilmesi için yüksek çözünürlüklü görüntü sağlayan yüksek frekansta ses dalgalarına gereksinim duyulur. Bant aralığı 5-12 veya 8-14 MHz olan geniş bantlı transdüserler yüksek frekans aralığında kusursuz çözünürlük ve düşük frekans aralığında (2-5 MHz) ise iyi bir penetrasyon derinliği(5-10 cm) sağlarlar. En çok kullanılan prob yüksek frekanslı(6-11 MHz), lineer(düzlemsel, çizgisel) probdur(6-11 MHz). Bunlar genelde yüzeysel olan sinir ve pleksuslar (örneğin, interskalen brakiyal sinir bloğu, aksiller sinir bloğu, el bileğinden mediyan sinir bloğu) için iyi bir görüntü sağlarlar. Daha düşük frekanslı eğri çizgisel(curvilinear) prob daha derin yapılar için kullanılabilir(örneğin, siyatik sinir, psoas kompartman bloğu, epidural aralığın saptanması).

**İğne ve Prob Kullanım Yöntemleri:** Ultrason rehberliğinde yapılan rejyonel anestezi için yalıtılmış iğne, tuohy iğne, spinal iğne veya enjektör iğnesi kullanılabilir(44,45). Pratik uygulamada genelde özel yalıtılmış sinir stimulatörü iğneleri kullanılmaktadır. Kliniğimizde de rejyonel bloklar US rehberliğinde periferik sinir stimulatörü ileyalıtılmış iğneler kullanılarak uygulanır(Resim-2).

**İdeal iğnenin özellikleri şöyle sıralanabilir:(44,46)**

- a) İğnenin, özellikle uç kısmının iyi görüntülenebilmesi,
- b) Tüm dokularda uygulanabilmesi,
- c) Tüm açılardan iyi görülebilmesi,
- d) İğnenin dış sınırlarının görüntüsünün kesin olması,
- e) Düşük artefakt oluşturması,
- f) Akustik gölgelenme yapmaması,
- g) İğnenin çevreleyen dokudan çok iyi ayırt edilebilmesi.



**Resim-2:** Ultrason Rehberliğinde Periferik Sinir Bloğunun Uygulanması

Ne yazık ki, bu özellikleri barındıran ideal bir iğne tipi yoktur. Çalışmalardan sağlanan verilere göre, iğnenin cilde giriş açısı dikleştikçe, görünülebilirliği azalır(46). Blok sırasında kullanılan bütün iğneler US ile benzer görüntü verseler de, daha büyük iğneler ve bazı iğne ucu tiplerinin(örneğin, Tuohy) daha parlak ekosu vardır ve iğnenin kendisi akustik gölgelenme oluşturur. US dalgasının yanında iğnenin hangi açıyla ilerletildiği de çok önemlidir; eğer iğne probun yüzüne paralel ise iğnenin yansımaları daha fazla olacaktır(45,46). Blok uygulanırken optimal olan iğnenin cilde 45° açıyla girmesidir. Bu şekilde iğnenin en iyi görüntüsü yakalanabilir.

### **US ile görüntüleme prob 3 temel hareket ile kullanılmalıdır:**

**1. Probu kayan hareketleri;** cilt yüzeyinden sinirin uzunlamasına izlenmesi, prob ile sinir kısa aks veya uzun aks boyunca görüntülenebilir.

**2. Rotasyon hareketi;** hedefteki sinir veya blok iğnesinin uzun aksının bulunmasında, algılayıcının(probun) saat yönünde ve tersindeki hareketlerinden yararlanır.

**3. Açılma hareketleri;** prob ile siniri en iyi geliş açısı(90°) ile bulmamızı sağlayan probun cilt ile yaptığı açıyı değiştirerek yapılan harekettir.

Rejyonel anestezide görüntüleme yapılırken US dalgasıyla elde edilen görüntü ya iğnenin kesitsel olarak görüldüğü kısa aks görünümünü ya da iğnenin longitudinal olarak görüldüğü uzun aks görünümünü şeklinde olur. Her iki görünümün de kendine özgü avantajları vardır, fakat genellikle iğne uygulanan yöntemlerde iğneyi ciltten geçirirken sinirin görüntü içerisinde tutulması daha kolay olduğundan dolayı uzun aks tercih edilmektedir(47).

Uzun aks tekniğinde iğnenin izlediği yol, kısa aks tekniğine göre üç kat daha uzun olmaktadır. İğne kullanımında tek güvenilir yöntem, iğnenin tüm işlem boyunca görüldüğü yöntemdir. Kısa aks tekniğinde iğne görüntüsü nokta şeklindedir, probun altında sürekli gözlenmez ve doku hareketinden ya da lokal anestezinin dağılımından iğnenin yeri bulunmaya çalışılır.

### **Bu Yaklaşımların Avantaj Ve Dezavantajları Vardır:**

Uzun aks yaklaşım ile iğnenin ultrason probu altında izlenebilir. İğne çizgi şeklinde izlenir.

Uzun aks yönteminde iğnenin izlediği yol kısa aks yöntemine göre 3 kat daha uzundur.

Kısa aks yaklaşımda iğnenin yönü sinir stimülasyonu tekniğindeki gibidir.

**4. Kısa aks yaklaşım;** bu yaklaşım ile iğnenin ultrason probu altında izlenmesi olası değildir. İğne görülmez, görülse dahi nokta şeklinde görülebilir. Kısa aks yaklaşımda yaklaşım yolunun kısa olması hasta için daha konforludur.

Kısa aks yaklaşımda özel ekojenik ‘parlak (beyaz)’ dizaynının yokluğunda keskin iğne ucunun lokalizasyonu zor olabilir. Bu yüzden sıvı enjeksiyonu sırasında doku genişlemesini, iğne ilerlemesi sırasında dorsal ultrason gölgesini veya lokal doku hareketlerini gözlemleyerek iğne ucunun pozisyonu anlaşılmalı çalışılır.

**1. Ultrasonografi Kullanım Yöntemi:** Prob, hedef pleksus veya sinir üzerindeki cilde hafifçe yerleştirilir, jel veya alkollü sprey kullanılarak havasız bir temas sağlar. Öncelikli olarak pleksusa yakın arter ve venlerin tanınması daha önemlidir. Üst ekstremitede özellikle aksiller arter, subklavyan arter, alt ekstremitede femoral arter ve popliteal arter bloklarda bize yardımcı olacak sonoanatomik işaret noktalarıdır. Sonoanatomide en kolay anlaşılan yapılar genelde damarsal yapılardır. US probu ile hafif bir basınç uygulanması genellikle arterlerin venlerden ayırt edilmesini sağlar (arterler pulsatile, venler sıkıştırılabilir anekoik ve nonpulsatildir). Görüntü kalitesi; derinlik, tarama parametreleri ve gücün ayarlanmasıyla daha iyi hale getirilebilir. Hedef görüntü ortaya alınıp, cilde girişim yapılacak yerden nazikçe bastırılır ve böylece lokal anestezi yapılacak olan en uygun yer bulunur. Alan %10'luk polividon-iyot solüsyonu ile silinir, örtülür ve prob steril kılıfa konur. Hava ultrason için en kötü ortamdır (dalga'nın %99'u doku-hava ara yüzeyinden yansıtılır) ve probun üzerine yeterli miktarda jel konularak ortamdaki havanın uzaklaştırılması sağlanır. Seçilen herhangi bir iğne (yalıtımlı veya yalıtsız) probun uzun aksı boyunca veya kısa aksı boyunca ilerletilir. Cilt geçildikten sonra, iğne US probu altında izlenmelidir, sonra iğne hedefe yönlendirilerek sinirin yakınında uygun pozisyon verilir. US ile bir periferik sinir stimulatörü beraber kullanılabilir. Bu; pozisyonun doğrulanmasına, sinirin tanınmasına ve eğitim çalışmalarına katkı sağlar. Son olarak, önceden hazırlanmış lokal anestezi solüsyonundan 3-5 ml verilir ve solüsyonun dağılım alanı (sinirin çevrelendiği) izlenir. Lokal anestezi verilirken sinir çevresindeki dağılımı hiperekoik görüntü oluşturur ve bu görüntü “ayçöreği manzarası veya hale oluşumu” olarak isimlendirilir.

Lokal anesteziğin yayılımının direkt olarak US yardımı ile görüntülenebilmesi etkili sinir bloğu için uygulanan dozu azaltmaktadır. Verilen toplam lokal anestezi dozunu azaltmak yaşlı hastalarda veya siyatik sinir blokları gibi yüksek dozların kullanıldığı rejyonel anestezi yöntemlerinde lokal anestezi toksisite riskini azaltmaktadır. US kullanımının en önemli faydalarından biri lokal anestezi dozunu azaltabilmektir(43). Üst ekstremité bloklarında kör tekniklerle 30-40 ml lokal anestezi kullanılırken US eşliğinde 15-20 ml ile başarılı bir blok gerçekleştirilebilmektedir(36,37).

**Artefaktlar:**Artefakt, işlem sırasında kullanılan inceleme elemanlarından kaynaklanan, görüntüdeki herhangi bir bozulma veya hata olarak isimlendirilebilir. Görüntü artefaktları planlanan işlemde ciddi sorunlara yol açabilmektedir(48).

En önemli görüntüleme artefaktları şunlardır:

**Akustik:** Yansıtma oranı yüksek yüzeyler (kemik gibi) neredeyse bütün ses dalgalarının tamamına yakını yansıtırlar ve derindeki yapıların üzerinde bir gölge oluştururlar. Bir yapının indirgeme katsayısının kendinden daha derinde olana göre daha fazla olması sebebi ile daha derindeki yapının normalden daha hipoeoik görünmesine akustik gölgelenme adı verilir. Genellikle kemiğin altında yer alan yapılar görüntülenirken akustik gölgelenmeye rastlanır.

**Anatomik:** Anatomik artefaktlar normal veya aberran doku yapılarıdır. Bu yapılar hedef sinire benzerler ve sıklıkla uygulayıcının hedefini karıştırmasına neden olurlar. En sık görülen anatomik artefaktlar; tendon ve kaslar, kan damarları ve lenf nodlarıdır(49). Doku ayırt edilemediği zaman şu yöntemler denenebilir;

- 1.Sinirin tahmin edilen anatomik seyri boyunca izlenmesi,
- 2.Hedefi doğrulamak için sinir stimulatörü kullanılması.

**Diğerleri:**

**a) Post-Kistik Artış:**Sıvıyla dolu yapıların(kist gibi), geniş venler/arterler arkasında parlaklığın fazla olmasına neden olmasıdır.

**b) Hava:** Ultrason dalgası havanın içinden geçemez, bu nedenle havayla dolu kaviteler içerisinden görüntü almak çok zordur. Ciltle prob arasında havasız bir temas sağlamak için prob üzerinde bir jel katmanı oluşturulmalıdır. Cilt üzerinde hava kabarcığı kalırsa bu ekranda siyah ve anekoik olarak görülür ve görüntünün bozulmasına neden olur(44).

Brakiyal pleksus bloğunda bilgisayarlı tomografi(CT), floroskopi gibi görüntüleme yöntemleri denenmektedir. Blok başarısının yüksek olduğu bildirilmektedir(35,36,43).

## 2.5. Brakiyal Pleksus Bloğunun Aksiller Girişim Tekniği

### 2.5.1. Aksiller bloğun endikasyonları ve kontrendikasyonları

Brakiyal pleksusun aksiller blok yöntemi ile bloke edilmesi nispeten güvenli ve kolaydır. Fazla hacimlerde lokal anestezi kullanıldığında bile blok alanı sınırlı kalabilmektedir. N.aksillaris ve N.muskulokutaneus %25'in üzerinde bir oranla bloke edilemeyebilir çünkü pleksusu aksillada yukardan terk ederler. Aksiller bloğun endikasyon alanları; N.ulnaris ve N.radiyalis'in innervasyon

alanını içine alan ön kol ve elde yapılacak olan cerrahi işlemlerdir. Yapılacak cerrahi işlem ön kol ve elin lateral bölümünü içeriyorsa N.kutaneus lateralis ve N.radiyalis'in de bloke edilmesi gerekmektedir(19).

Aksiller blok outpatient(günübirlik) ve pediatrik yaş grubunda da ideal bir yöntem olmakla birlikte, omuz ve kol cerrahisinde uygulanabilirliği sınırlıdır. Aksiller blok; kooperasyon kurulamayan, kanama diyatezi olan yada antikoagülan kullanan, bölgesel enfeksiyonu bulunan, lokal anestezi toksisitesi olan, periferik nöropati yada periferik damar hastalığı(Burger hastalığı gibi) olanlarda kontrendikedir(4,5).

### **2.5.2. Aksiller Bloğun Komplikasyonları**

Aksiller blok yapılırken blok uygulama teknikleri, kullanılan lokal anestezipler, kullanılan iğneler ve iğne girişimlerinin sayısına göre komplikasyonlar gelişmektedir. Aksiller blok yapılırken; enjeksiyon yeri vital organlara uzak olduğu için subaraknoid, subdural enjeksiyon, pnömotoraks gibi diğer brakial pleksus bloğu yöntemlerinde ortaya çıkabilen komplikasyonlar görülmemektedir(4,19).

Aksiller blok uygulamasında görülen en belirgin komplikasyonlar sinir hasarı ve sistemik toksisitedir(5).

İğne ve kateterin sebep olduğu travma, kullanılan vazokonstrüktörlerin etkisi, nöral ödem, buna bağlı gelişen iskemik yaralanma ve nörotoksisite rapor edilmiştir(49,50).

Kısa iğnelerle yapılan bloklarda uzun bevel iğnelerle yapılan bloklara oranla daha az oranlarda nörotoksisite rapor edilmiştir(51). Birçok anesteziist birden fazla enjeksiyonun travma ve özellikle nörolojik komplikasyon riskini artırdığını düşünürken(52), birden fazla enjeksiyonla yapılan bir çok vakada nörolojik komplikasyon bildirilmemiş yada daha az oranlarda bildirilmiştir. Aksiller blok uygulaması sonrası A.aksillaris üzerinde meydana gelen psödoanevrizma da nöropatiye yol açabilmektedir(53).

Parestezi aranması tekniğinde postoperatif nöropati gelişme riski diğer aksiller blokaj yöntemlerinden daha fazla görülmektedir(6). Yüksek volümlerde lokal anestezi enjeksiyonu ve/veya intravasküler enjeksiyon, özellikle transarteriyel teknikte olmak üzere lokal anesteziğe bağlı sistemik toksisiteye neden olmaktadır(20,54,55). Blokaj yapılırken sık aspirasyonlar intravasküler enjeksiyonu önleyebilir, ancak tamamen ortadan kaldırmaz(4,19).



Kontrendikasyon yoksa intravasküler enjeksiyonun belirlenmesinde lokal anesteziğe eklenecek adrenalin faydalı olabilir(56).

Aksiller kılıf, kılıfın içi ile dışını ayıran bir bariyer görevi alır, lokal anesteziğin serbest difüzyonuna engel olmaktadır. Kılıf içine enjekte edilen lokal anestetikler dolaşıma kılcal damar ağı yada transarteriyel emilim yolu ile ulaşırlar. Kılıf dışına, yani bitişik kasların içine yapılan enjeksiyonlarda sistemik yayılım yüzeyi artmaktadır(7).

İntranöral enjeksiyon yanıcı bir ağrı ile kendini gösterir, hatalı enjeksiyonlara karşı uyarıcı olan bu bulgunun varlığında iğnenin yeri yeniden değerlendirilmelidir.

Aksiller bloğun nadir görülen diğer komplikasyonları hematom ve enfeksiyondur(1,4,5).

**Tablo-4:** Çeşitli Şekillerde Yapılan Brakiyal Pleksus Bloğunun Yan Etki Ve Komplikasyonlarının Karşılaştırılması

Yan etki- komplikasyon	Aksiller	Supraklaviküler	Supraklaviküler İnterskalen	Yorumlar
Vertebral arter enjeksiyonu	-	+/-	++	Nadir fakat öldürücü
Subaraknoid/Epidural enjeksiyon	-	+	++	Nadir fakat tehlikeli
Frenik sinir bloğu	+/-	++	+++	Sıklığı %36-90 genellikle asemp.
Rekürren laringeal sinir blogu	-	+	+	Sıklığı %1.5-6
Stellat gangliyon Blogu	+	++	+++	Sıklığı %50-90
Pnömotoraks	+/-	+++	+	Sıklığı %0.6-25 genellikle asemptomatik

## 2.6. Lokal Anestezikler

### 2.6.1. Lokal Anesteziklerin Tanımı, Etki Mekanizması

Vücuttaki bütün sinir hücrelerinde, nöronlarda ve diğer uyarılabilir yapılarda depolarizasyon dalgasının oluşumunu ve yayılımını engelleyen ve bu yapılarda geçici motor, duyu ve otonomik fonksiyon kaybına yol açan ilaçlara lokal anestezikler denmektedir(17). Uyarılabilir hücre membranlarında  $Na^+$  kanallarının blokajını sağlayarak etki ederler. Her tip sinir lifi lokal anesteziklerden farklı düzeylerde olsa da etkilenmektedir. Sinir lifi boyunca uyarının iletilmesini bloke eden minimum lokal anestezik konsantrasyonuna  $C_m$ (minimum anestezik konsantrasyon) denir.  $C_m$ 'yi etkileyen etmenler; sinir lifinin çapı, ortamın pH değeri,  $Ca^{++}$  konsantrasyonu ve sinir impuls hızıdır. Myelinsiz C lifleri lokal anesteziklerden en erken etkilenir böylece ağrı ile ısı duyusu en erken, somatik motor güç en son bloke olur. Klinik olarak fonksiyon kaybı sırasıyla; ağrı, ısı, dokunma, proprioseptif duyu ve iskelet kas tonusunun kaybı şeklindedir(57,58).

### 2.6.2. Lokal Anesteziklerin Farmakolojisi

Lokal anestezikler zayıf baziktirler ve sekonder veya tersiyer amin yapısına sahiptirler(17,59). Lokal anestezikler, ara zincirinde ester veya amid bağı gelmesine göre aminoesterler ve aminoamidler olarak iki sınıfa ayrılır. İki sınıf arasındaki esas farklılıklar; kimyasal stabilite, metabolizma yeri ve allerjik reaksiyon yapma potansiyelidir. Aminoamid yapılı lokal anestezikler karaciğerdeki mikrozomal enzimlerce yıkılmaktadırlar, allerjik reaksiyon yapma potansiyelleri düşüktür. Aminoester yapısındakiler paraaminobenzoik asit(PABA) türevidirler ve plazma kolinesterazı tarafından yıkılırlar. Metabolik yan ürünü olan PABA allerjen bir üründür ve bunlarda allerjik reaksiyonlara daha sık rastlanmaktadır.

Lokal anesteziklerin etkilerinin başlama süreleri, lipid çözünürlüğü ve proteinlere bağlanma özellikleri ile ilişkilidir. Lokal anestezikler etkilerinin başlama süreleri açısından üç ana grupta incelenmektedir;

**Düşük potensli (kısa etki süreli):** Prokain, 2-kloroprokain

**Orta potensli (orta etki süreli):** Lidokain, mepivakain, prilokain

**Yüksek potensli (uzun etki süreli):** Bupivakain, tetrakain, etidokain, ropivakain, levobupivakain.

### 2.6.3. Lokal Anesteziklerin Farmakokinetiği

**Emilim:** Lokal anesteziklerin uygulandıkları yerden emilerek sistemik dolaşıma geçmesini; uygulanan toplam doz, enjeksiyonun yeri (bloğun tipi), ilacın Ph'sı, ilacın yağda erirliği ve vazokonstriktör madde eklenmesi ile fizikokimyasal ve farmakolojik özellikleri belirler. Yağda erirlik lokal anestezinin potensini belirler(60).

**Dağılım:** Lokal anesteziklerin büyük bir kısmı plazmada proteinlere ( $\alpha$ -1 asit glikoprotein ve albumin) bağlanır. Proteinlere bağlanma etki süresini belirler. Amid tipi lokal anestezikler daha çok proteine bağlanmaktadır. Lokal anestezikler kan-beyin bariyerini ve plasenta engelini kolaylıkla geçer, gastrointestinal sistemden absorbe olmazlar. Amid tipi lokal anestezikler vücutta yaygın olarak dağılırken, ester tipi lokal anesteziklerinin ömürleri kısadır, hızla yıkılırlar(57,58,60).

**Metabolizma ve Atılım:** Ester tipi lokal anestezikler, plazma kolinesterazı tarafından hidrolize edilirler, son yıkım ürünleri allerjik reaksiyonlara neden olabilir. Amid grubu lokal anestezikler, karaciğerde mikrozomal enzimler tarafından hidrolize edilirler, ortaya çıkan anilin deriveleri methemoglobinemiye yol açabilir, karaciğer hastalıklarında özellikle amid tipi lokal anesteziklere bağlı toksisite görülebilir(60).

### 2.6.4. Lokal Anesteziklere Bağlı Sistemik Reaksiyonlar

Sistemik etkiler daha çok kardiyovasküler sistemde ve santral sinir sisteminde görülmektedir. Lokal anesteziklere karşı gelişen reaksiyonların ancak %1'i aşırı duyarlılığa bağlı olup, dozu çok önemli değildir. Allerjik reaksiyonlar, ester grubu lokal anesteziklerde daha sık olup, hızlı bir şekilde ortaya çıkar ve yaygın anjionörotik ödem, ürtiker, hipotansiyon, nefes darlığı, eklem ağrıları, bulantı ve kusma ile kendini gösterir(18). Lokal anesteziklere karşı oluşan reaksiyonların % 99'u ise yüksek kan düzeyine bağlı gelişen toksik reaksiyonlardır. Bu reaksiyonlar, ilacın yanlışlıkla damar içine enjekte edilmesi, damardan zengin bölgelerde sinir bloğunun yapılması, inflamasyonlu bölgelere uygulandığında emilimin hızlı olması sonucu ya da tirotoksikoz, karaciğer yetmezliği, hipoproteinemi ve şiddetli anemi gibi detoksifikasyon mekanizmalarının bozulduğu durumlarda ortaya çıkabilmektedir(18).

Lokal anestezipler lipofilik özelliklerden dolayı kan-beyin bariyerini rahatlıkla geçerler ve toksisite belirtileri önce merkezi sinir sisteminde ortaya çıkar. İlk olarak ağız çevresinde ve dilde uyuşma, baş dönmesi, sersemlik, kulak çınlaması, nistagmus, bulantı ve kusma görülür. Daha sonra huzursuzluk, sinirlilik, titreme, kas seğirmeleri ve konvülsiyon görülür. En sonunda da apne kardiyovasküler kollaps ve koma gelişir(61).

### **2.6.5. Bupivakain (Marcaine®)**

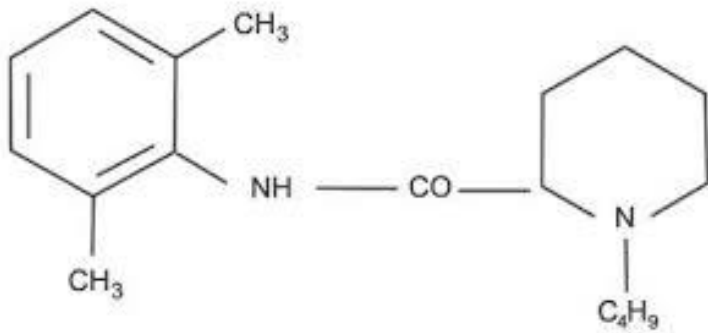
Amid tipi lokal anestezi ajandır. Etkisi hızlı başlar ve uzun süre devam eden bir ajandır. Piperidin halkası üzerine butil grubu eklenerek oluşturulmuştur. Kimyasal yapısı; L-n Butyl-Piperidin 2 carboxyl acid-2-6 dimethylanilid-Hydrochlorid'dir(Şekil-7). Etki süresi en uzun olan lokal anesteziplerden biridir(3-5 sa). Lidokainden 3-4 kat daha etkili fakat toksisitesi 4 kat daha fazladır. Kısa etkili lokal anestezi ajanlara oranla daha lipofiliktir(62). Plazma klirensi 0.58 lt/dk, eliminasyon yarılanma süresi 2.7 saat ve hepatik ekskresyon oranı 0.40'tır. Başta  $\alpha$ -1 asit glikoprotein olmak üzere plazma proteinlerine % 96 oranında bağlanmaktadır. Plasentayı kolaylıkla geçer. Plazma proteinlerine bağlanma oranı anneye göre fetüste daha düşüktür. Spinal anesteziye %0,5-0,75 konsantrasyonunda ve 0,2-0,3 mg/kg dan kullanılır. Spinal anestezi için kullanıldığında anestezi etkinliği 3-4 dk içinde başlamakta ve 3,5-4 saat devam etmektedir (60,63,64).

Bupivakainin uzun etkisine karşın, motor blok yapıcı etkisi duyuşsal blok yapıcı etkisinden daha azdır. Bu özelliğinden dolayı doğum analjezisi ve postoperatif analjeziye popüler bir ajan haline gelmiştir. Bupivakain, rejyonel intravenöz anestezi(RİVA), presakral ve paraservikal bloklar için uygun değildir(59,60). Solüsyonun pH değeri 4.5 - 6.5 olup, pKa değeri ise 7.7'dir. Fizyolojik pH'da %33 oranında noniyonize baz şeklinde bulunmaktadır. Karaciğerde glukuronid konjugasyonu ile metabolize olmaktadır. Yarı ömrü erişkinde yaklaşık olarak 9 saat, fetüste ise 8 saat civarındadır(65). Bupivakainin toksik doz konsantrasyonu 4-5  $\mu$ g/ml dir. Karaciğer fonksiyonları normal olan bir bireyde kullanılan total doz 2-2.5 mg/kg'ı geçmemelidir. Erişkin hasta için maksimum önerilen doz 200 mg'dır, eğer adrenalin eklenirse 250 mg geçmemelidir. Tekrarlanan dozlar ilk dozun yarısı veya ¼ ü kadar tekrarlanabilir, fakat 24 saatte maksimum 400 mg'ı geçmemelidir(60,62,66). Sistemik toksik etkisi daha çok KVS ve SSS üzerine olmaktadır(63).

**SSS Üzerine Etkileri:** Bupivakain ile oluşan santral sinir sistemi toksisitesinde ilk önce serebral korteksteki inhibitör yollar ve daha sonra tüm sistemler deprese olduğundan belirtiler önce stimülasyon şeklinde sonra ise depresyon şeklinde ortaya çıkmaktadır. Kortikal uyarılma ile

huzursuzluk, baş ağrısı, baş dönmesi, kulaklarda uğultu, nistagmus, ağız çeresinde ve dilde uyuşma, titreme ve kas seyirmeleri daha sonrada konvülsiyon görülür. Medullar merkezlerin uyarılması ile kan basıncı ve kalp hızında artma, solunum sayısında artma ve ritminde değişiklik, bulantı, kusma görülür. Depresyon belirtileri olarak da oryantasyon bozukluğu, sedasyon, bilinç kaybı, arteryel kan basıncında düşme, kalp atım hızında azalma veya durma ve apne gelişir(59,63,64).

Bupivakain toksisitesinin tedavisi oldukça zordur, toksisite özellikle asidoz ve hipoksi ile şiddetlenir. Bupivakain toksisitesinin neden olduğu kardiyovasküler arrest resüsitasyona çok dirençlidir(59,63,64).



**Şekil-7:** Bupivakainin Kimyasal Yapısı

Bupivakainin proteinlere yüksek oranda bağlanması ve lipide yüksek çözünürlüğü ajanın kalpteki iletim sisteminde birikerek refrakter re-entry aritmilere neden olur, bu da resüsitasyonun zorluğuna ve mortalitenin yüksek olmasına neden olmaktadır(67).

Bupivakainin R ve S olmak üzere iki tane izomeri bulunur. R izomeri, S izomerine oranla A - V iletimini belirgin şekilde uzatır. Bupivakainin kardiyak etkilerinin, kalsiyum kanalları ve intrasellüler kalsiyum akımı ile negatif etkileşmesine ve mitokondrilerde ATP sentezi üzerine olan olumsuz etkilerine bağlı olduğu bulunmuştur. Ayrıca bupivakain miyokard kontraksiyon gücünü azaltır, depolarizasyon hızını ve aksiyon potansiyel amplitüdünü düşürür(60,65,68).

**Kardiyovasküler Sisteme Etkileri:** Bupivakain kardiyotoksitesi muhtemelen hem direk hem indirekt kardiyak etkileri sonucu oluşur. Direk etkileriyle kardiyak debide azalma, hipotansiyon, kardiyak arreste yol açabilecek ventriküler taşikardi, bradikardi ve kalp bloğu göstergesi olan EKG değişiklikleri görülür. İndirek etki kardiyak innervasyonun sempatik blokajını ve diğer SSS ile ilgili mekanizmaları içerebilir. Miyokardial Na<sup>+</sup> kanallarının blokajı da kardiyotoksisiteye neden olabilir. Yüksek dozda hızla verildiğinde veya ven içine yanlışlıkla enjeksiyon yapıldığında; önce A-V ileti

bloke olur. QRS kompleksinde genişleme, hipotansiyon, bradikardi gelişebilir ve oldukça sık olarak ventriküler taşikardi, ventriküler fibrilasyon sonrası asistoli görülür. Bupivakain ile oluşan kardiyotoksisite resusitasyona oldukça zor cevap verir. Asidoz, hipoksemi ve hiperkapni varlığı bupivakainin kardiyotoksisitesini şiddetlendirir(59,63,64).

## 2.7. Near İnfrared Spektroskopi(NİRS)

Near İnfrared Spektroskopi(NİRS)'nin fiziksel prensipleri daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak bildirilmiştir(69,70). NiRS, kas dokusu gibi biyolojik bir dokunun oksijenizasyonu hakkında non invaziv ve nispeten düşük maliyetli bilgi elde edebilen bir tekniktir. Farklı dalga(680-800nm) boylarındaki yakın kızıl ötesi ışığın ölçüm yapılan alanda oksijenlenmiş ve oksijenlenmemiş hemoglobin molekülleri tarafından farklı oranda absorbe edilmesi prensibi ile çalışır ve oksijenlenmiş hemoglobinin total hemoglobine oranı yüzde olarak ifade edilir. Ölçüm yapılırken lokal oksijen satürasyonunu verir, pulsatile gerektirmez. Pulse oksimetre ise arteriyel kandaki sistemik oksijen satürasyonunu gösterir, pulsatile gerektirir.

**Near İnfrared Spektroskopi(NİRS)'Nin Tipik Uygulama Alanları;**ilaç, gıda,zirai ilaç kalite kontrolü, tıbbi teşhis(kan şekeri, pulse oksimetre gibi), fonksiyonel beyin görüntüleme, spor hekimliği ve bilim, elit spor eğitimi, ergonomi, rehabilitasyon, yenidoğan incelemesi, üroloji(mesane kasılması), nöroloji(nörovasküler çalışmalar).

Cilt üzerine yerleştirilen bir sensör altındaki dokuyu aydınlatmak için yakın kızılötesi ışığın belirli kalibre dalga boylarını kullanır. Işığın dokudaki yayılımı ve emilimi mikrodolaşımdaki hemoglobine bağlı oksijen miktarına bağlıdır. Büyük damarlardan geçen ışık genelde absorbe edilirken, sensöre ulaşan ışık genelde küçük kan damarlarından(arteriol, kapiller ve venüller) gelir, bu ölçüm için daha iyi bir durum sağlar(71,72).

Absorbe olmayan ışık cihaza geri döner ve cihaz tarafından oksijenize hemoglobinin toplam hemoglobine oranını saptamak için analiz edilir ve yüzde StO<sub>2</sub> olarak ifade edilir(StO<sub>2</sub> =mikrosirkülasyondaki hemoglobin oksijen doygunluğu)(Şekil-8)(73).

Inspectra™ StO<sub>2</sub> Spot Check - Model 300 mikrodolaşımdaki hemoglobin oksijen satürasyonunu(StO<sub>2</sub>) ölçen bir parametredir. Bütün hastaların periferik doku oksijen satürasyonunu değerlendirmek amacıyla elin tenar bölgesine yerleştirilen prob aracılığı ve NIRS teknolojisi ile ölçüm

yapan InSpectra™ StO<sub>2</sub> Spot Check - Model 300(Hutchinson Technology Inc., Hutchinson, MN, USA) cihazı kullanılarak StO<sub>2</sub> takipleri yapıldı(Resim-3).

Near İnfrared Spektroskopi (NIRS) avantajları;

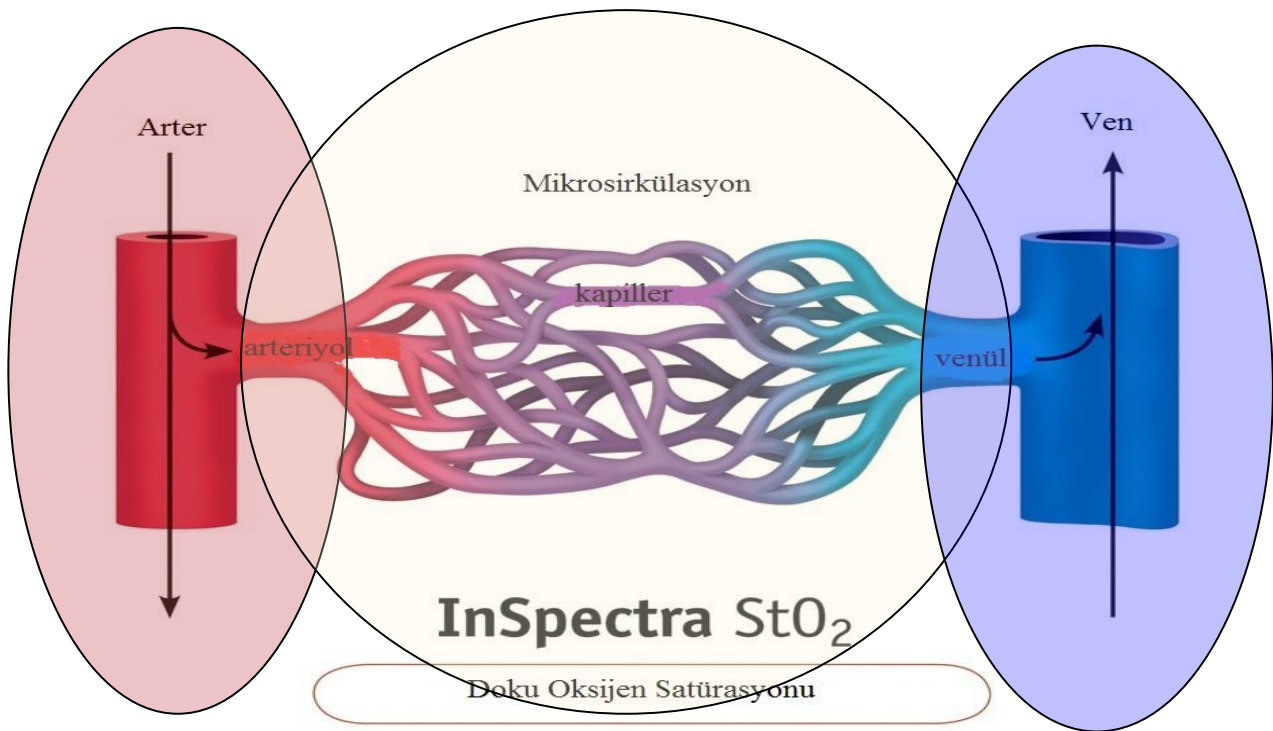
a) Ölçüm ve sonuç bildirimini oldukça hızlıdır,

b) Ölçüm sırasında kişiye herhangi bir zararı yoktur,

c) Ölçüm sırasında kimyasal madde sarfıyatı olmayacağı için herhangi bir tehlikesi yoktur.

Ayrıca, kimyasal atık oluşturmayacağı için çevre dostu kabul edilir.

d) Klasik ölçümlerde olduğu gibi her bir analiz için özel cihaz veya ekipmanlara ya da diğer laboratuvar malzemelerine ihtiyaç yoktur. Dolayısıyla kullanım maliyeti diğer analizlere kıyasla oldukça ucuzdur. Ayrıca kullanılan sensör tek kullanımlık değildir, tekrar kullanılabilir.



Şekil-8:StO<sub>2</sub>;Mikrosirkülasyondaki Hemoglobin Oksijen Doygunluğu(73)



**Resim-3:**InSpectra™ StO2 Spot Check - Model 300

StO<sub>2</sub>, Dokuya yeterli O<sub>2</sub> dağıtımının noninvaziv ölçümüdür. Dolayısıyla StO<sub>2</sub>, doku oksijenasyonunun direkt ölçümüdür ve mikrodolaşıma iletilen oksijen ve doku tarafından tüketilen oksijen arasındaki dengeyi yansıtır. StO<sub>2</sub>, şok ve müdahalelerde gerçek zamanlı olarak değişir. Düşük StO<sub>2</sub> yüksek mortalite ile ilişkili olarak değerlendirilmektedir. StO<sub>2</sub> rehberliğinde resüsitasyon, yoğun bakımda kalış süresini azaltır.

**Sto2 Ölçümü:**yukarıda da bahsettiğimiz gibi StO<sub>2</sub> ölçümü thenar eminence(tenarkabartı)dan ölçülür. Tenar kabartı periferik kaptır ve yaş, cinsiyet, ödem, yağ dokusu ve cilt renginden minimal olarak etkilenir(Resim-4).





**Resim-4:StO2 ölçümü**

### 3. MATERYAL METOD

Etik kurul onayı ve hastaların onamı alındıktan sonra Harran Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Ortopedi ve Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalları tarafından el, ön kol, kol cerrahisi geçirecek ASA(“American Society of Anesthesiologists”) I-II grubuna giren 18-65 yaş arası 30 hasta çalışmaya alındı. Çalışmaya dahil olmak istemeyen hastalar; Aksiller bloğun kontrendike olduğu hastalar, Kooperasyon kurulamayanlar, Böbrek yetmezliği olanlar, Karaciğer yetmezliği olanlar, gebe ve emzirenler ile ASA III-IV-V grubu hastalar çalışma dışı olarak kabul edildi. Anestezi işlemler aynı anestezi uzmanı tarafından gerçekleştirildi.

Operasyon öncesinde gece 24'den itibaren; tüm hastaların oral alımları kesildi, 2 ml/kg/saat hızında Isolyte® dengeli elektrolit solüsyonu başlandı. Hastalara operasyon sabahı sedasyon uygulanmadı. İşlemden önce her hastaya el sırtı veya antekübital bölgeden 18-20 G kanül ile damar yolu açılarak 10 ml/kg volümünde %0,9'luk izotonik NaCl solüsyonu ile volüm replasmanı yapıldı. Standart monitörizasyon (EKG, SpO<sub>2</sub>, NIAB) yapıldı. Bazal sistolik arter basıncı (SAB) ve kalp atım hızı (KAH) kayıt edildi. Near infrared spektroskopi (NIRS) probu hastaların hem blok yapılacak üst ekstremitenin avuç içine (tenar kısma) hemde diğer ekstremitenin avuç içine (tenar kısma) konularak bazal doku oksijen saturasyonu (StO<sub>2</sub>) kayıt edildi.

Ultrason ile aksiller arter tespit edildi ve nörostimülatör ile brakiyal pleksus dalları kontrol edilerek aksiller blok uygulandı. Operasyon odasına alındıktan sonra tüm olgulara elektrokardiyografi (EKG), noninvaziv ortalama arter basıncı(OAB) ve periferik oksijen saturasyonu(SPO<sub>2</sub>) monitörizasyonu yapıldı. Kol aksiller alanla 90 derece abduksiyonda, ön kol ise kola göre 90 derece açı yapacak şekilde pozisyon verildi. Aksiller bölgeye gerekli sterilizasyon işlemleri yapıldıktan ve blok sahası steril olarak örtüldükten sonra 1 cc %2 lidokain ile lokal anestezi yapıldı. Daha sonra aksiller arter palpasyonu yapıldı. Hastalara palpe edilen yerin hemen üzerinden ve altından taşınabilir ultrason cihazı yardımı ile (MyLab™Sat portable ultrasound, Italy)frekans 2-18 MHz (MyLab™Sat Linear Probe, Italy) olan 4 cm lik lineer ultrason probu ile ucuna nörostimülatör (StimuplexDig®, B-Braun, Germany) takılmış olan 22G 50 mm elektrik kaçağına karşı izole edilmiş iğne ile (Stimuplex®, B-Braun, Germany) in plane teknikle aksiller bölgeden geçen brakiyal pleksusun terminal dalları (mediyan, ulnar, radyal ve muskulokutaneus) motor yanıtı 0,2-0,5 mA'lik elektriksel uyarı verilerek değerlendirildi. Parmakların yada el bileğinin ekstansiyonu radyal sinir için, ikinci ve üçüncü parmakların fleksiyonu median sinir için, dördüncü ve beşinci parmakların fleksiyonu yada yumruğun addüksiyonu ulnar sinir için yeterli cevap olarak değerlendirildi. Brakiyal pleksusun bu terminal

dallarından en az üçü tespit edildikten sonra ultrason probuna dik olarak iğne ile ayrı ayrı lokal anestezi enjeksiyonu yapıldı.

Blok için; 24ml %0,5 bupivakain ve 16ml %0,9 serum fizyolojik ile toplam 40 ml'lik lokal anestezi solüsyon hazırlandı. Tüm hastalara hazırlanan solüsyondan total 40 ml(24ml bupivakain+ 16ml %0,9 serum fizyolojik), volümde kullanıldı. Verilen elektriksel uyarıya(0,2-0,5 mA) cevaben yeterli kas kasılması gözlemlendikten ve aspirasyon testini takiben her sinir etrafına hazırlanan solüsyondan eşit hacimde (10ml) enjekte edildi.

Aksiller blok uygulaması tamamlandıktan sonra duyu ve motor blok 30 dk. içinde her 5 dakikada bir değerlendirildi, ayrıca her 5 dakikada bir hastanın periferik oksijen saturasyonu(SpO2), kalp atım hızı, noninvasif arter basıncı(NİAB) ve her iki kolun doku oksijen saturasyonu(StO2) kayıt altına alındı. Blok oturma süresi 30 dakika olarak kabul edildi. Hasta 30. Dakikada duyu bloğu seviyesi "pin-prick" testi ve motor blok derecesi "Bromage" skalası ile değerlendirildi. Sonra hastaların cerrahi işlemine izin verildi.

"Bromage" skalası (0: Blok yok, kolunu kaldırabiliyor, 1: Motor güç azalmış ancak kol hareketli, 2: Kol hareketsiz ancak parmaklar hareketli 3: Tam blok, elde ve kolda hareket yok) kullanıldı.

"Pin-prick" testi (0: Duyu bloğu yok, 1: Dokunma hissi var, ağrı yok, 2: Dokunma hissi ve ağrı yok) kullanıldı.

Çalışmamızda elde edilen veriler SPSS (ver:15.0) programına yüklenerek istatistiksel analizinde;

a) Tekrarlayan ölçümler için ANOVA testi,

b) İki tarafın doku oksijen saturasyonunun(StO2) karşılaştırması için Paired Samples T Testi kullanıldı.

Veriler tablolarda aritmetik ortalama ve standart sapma şeklinde belirtilip yanılma düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

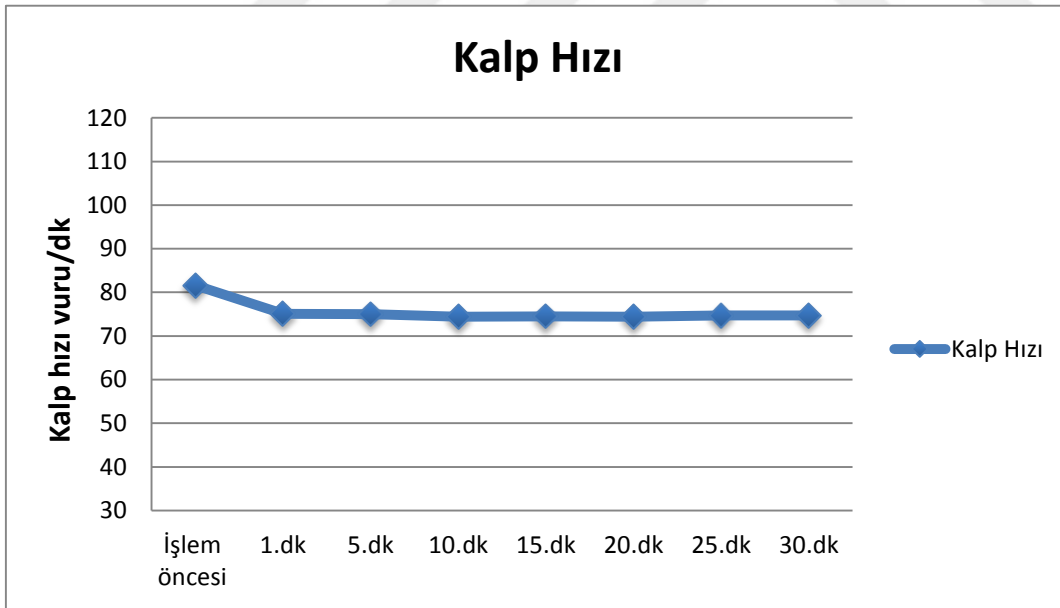
#### 4.BULGULAR

Çalışmamızda herhangi komplikasyon ve yan etkiye rastlanmadı. Çalışmaya toplam 30 kişi dahil edildi, bunların 19 (%63,33)'u kadın, 11 (%36,66)'i erkek cinsiyet idi(Tablo-5) gruplar arası farklılık önemsizdir( $p>0,05$ ). Hastaların çoğu orta yaş yetişkinlerdi(yaş ort. 42,5). Bütün hastalarda, yapılan sinir bloğunun intraoperatif anestezi veya postoperatif analjezi için etkili olduğu tespit edilmiştir, hiçbir hasta cerrahiden sonra ağrıdan muzdarip olmadı.

**Tablo-5:**Çalışmamıza ait demografik veriler

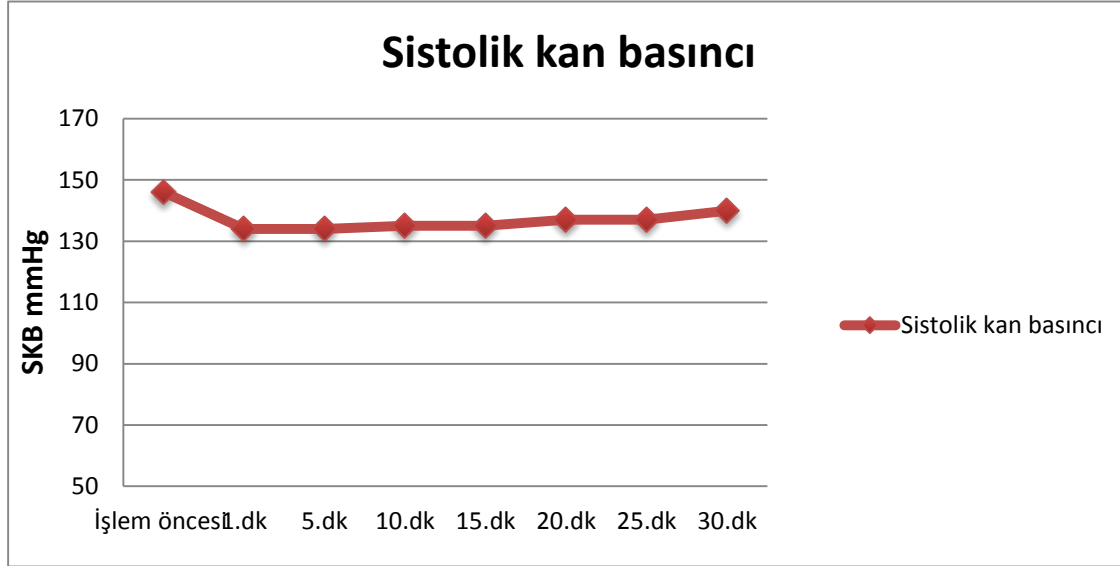
Grup	Dağılım	Yüzde(%)
Yaş	Ort:42,5	
Cinsiyet	E:11 K:19	E:36,7 K:63,3
ASA sınıflaması	ASA-1:12 ASA-2:18	ASA-1:40 ASA-2:60
Ek hastalık	Yok:12 Var:18	Yok:40 Var:60

Değişik zamanlarda ölçülen kalp tepe atımı bazale göre anlamlı olarak azalmış bulundu(Grafik-1).



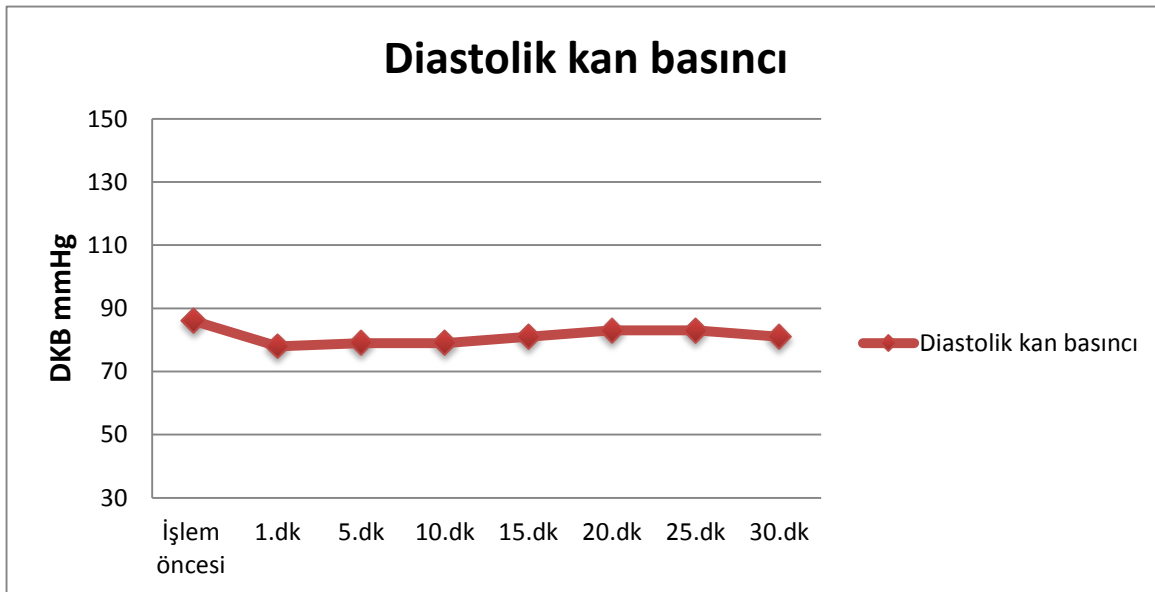
**Grafik-1:**Kalp Tepe Atımının Ortalama Değerleri

Bireylerin değişik zamanlarda ölçülen sistolik kan basınçları karşılaştırıldığında bazale göre, 1.dakika(p:0,027), 5.dakika(p:0,012), 10.dakika(p:0,011) ve 15. Dakika(p:0,05)ölçümlerinde anlamlı azalma bulunmuştur, diğer zamanlarda [20. dakika(p:0,229), 25.dakika(p:0,333) ve 30.dakika(p:0,259)] ölçülen sistolik kan basınçları arası farklılık önemsiz bulunmuştur(Grafik-2).



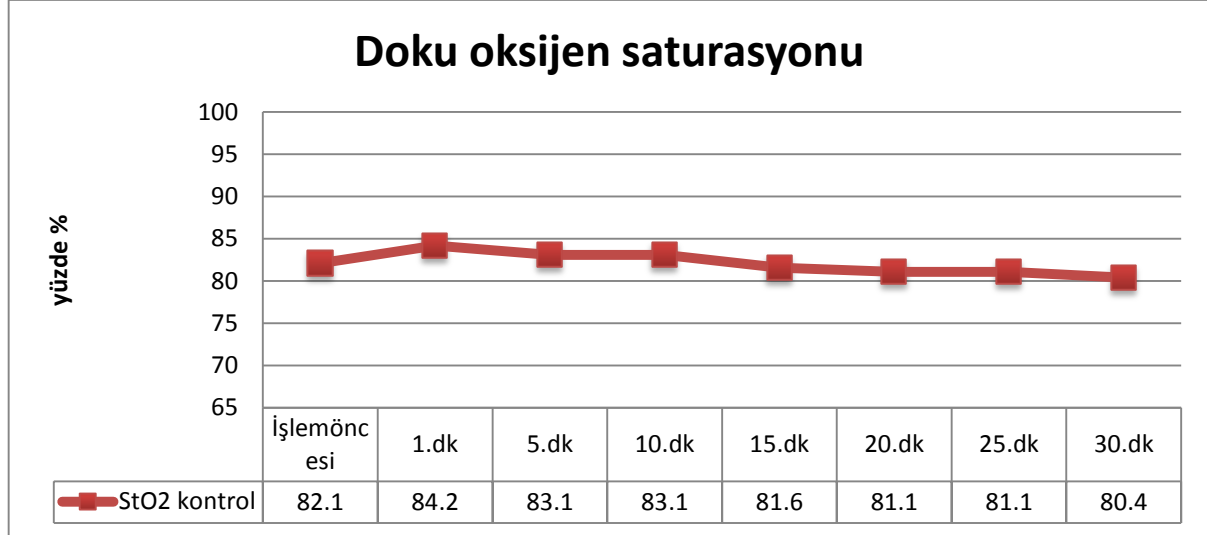
**Grafik-2:**Değişik Zamanlara Ait Sistolik Kan Basıncı Değerlerinin Dağılımı

Bireylerin değişik zamanlarda ölçülen diyastolik kan basınçları karşılaştırıldığında bazale göre, 1.dakika(p:0,004), 5. dakika(p:0,003) ve 10. dakika (p:0,009) ölçümlerinde anlamlı azalma bulunmuştur, diğer zamanlarda[15.dakika(p:0,136) 20. Dakika(p:0,084), 25.dakika(p:0,421) ve 30.dakika(p:0,118) ] ölçülen diyastolik kan basınçları arası farklılık önemsiz bulunmuştur(Grafik-3).



**Grafik-3:**Değişik Zamanlara Ait Diyastolik Kan Basıncı Değerlerinin Dağılımı.

Bireylerin aksiller blok yapılmayan tarafta; 1.dakika(p:0,151), 5.dakika(p:0,171), 10.dakika(p:0,42), 15.dakika(0,151), 20.dakika(p:0,511), 25.dakika(p:0,215) ve 30.dakika(p:0,093)'da ölçülen doku oksijen satürasyonu(StO2) karşılaştırıldığında bazale göre, anlamlı fark bulunmamıştır(Grafik-4).



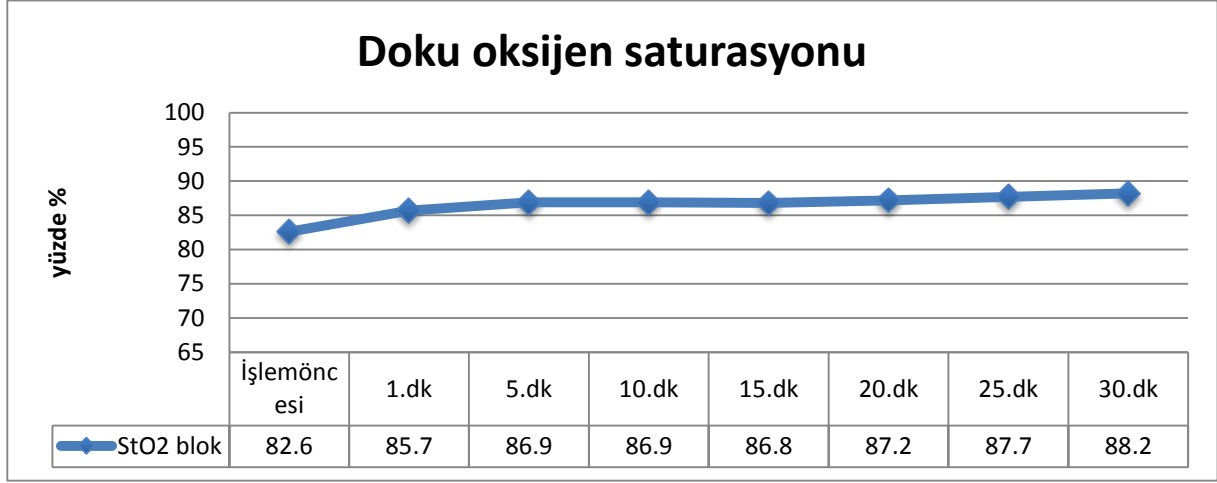
**Grafik-4:**Aksiller Blok Yapılmayan(Kontrol) Taraftaki Sto2 Değerlerinin Dağılımı

Blok yapılmayan-karşı koldaki 1.dakika, 5.dakika, 10.dakika, 15.dakika, 20.dakika, 25.dakika ve 30.dakikada ölçülen doku oksijen satürasyonu(StO2) ortalama değerleri aşağıda gösterilmiştir(Tablo-6).

**Tablo-6:** Blok Yapılmayan-Karşı Koldaki Ortalama Sto2 Değerleri

	İşlem öncesi	1.dk	5.dk	10.dk	15.dk	20.dk	25.dk	30.dk
StO2 kontrol	82,1	84,2	83,1	83,1	81,6	81,1	81,1	80,4

Bireylerin aksiller blok yapılan tarafta; 1.dakika(p:0,382), 5.dakika(p:0,067), 10.dakika(p:0,057), 15.dakika(p:0,005), 20.dakika(p:0,003), 25.dakika(p:0,001) ve 30.dakika(p:0,00)'da ölçülen doku oksijen satürasyonu(StO2) karşılaştırıldığında 15.dakika(p:0,005), 20.dakika(p:0,003), 25.dakika(p:0,001) ve 30.dakika(p:0,00)'da bazale göre ve karşı taraf-blok yapılmayan tarafa göre ölçülen doku oksijen satürasyonu(StO2) değeri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur(Grafik-5).



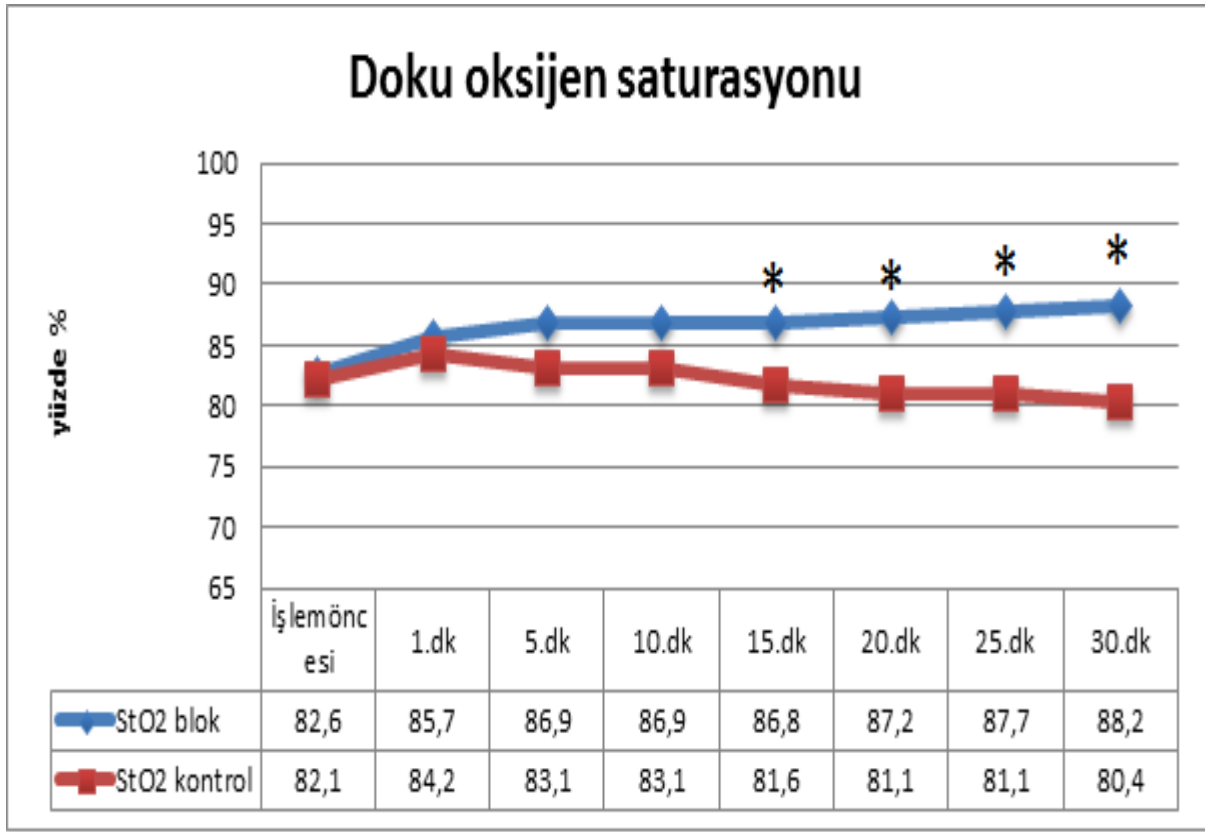
**Grafik-5:** Aksiller Blok Yapılan Koldaki StO2 Değerlerinin Dağılımı

Blok yapılan koldaki 1.dakika, 5.dakika, 10.dakika, 15.dakika, 20.dakika, 25.dakika ve 30.dakikada ölçülen doku oksijen saturasyonu(StO2) ortalama değerleri aşağıda gösterilmiştir(Tablo-7).

**Tablo-7:**Blok Yapılan Koldaki Ortalama StO2 Değerleri

	İşlem öncesi	1.dk (p:0,382)	5.dk (p:0,067)	10.dk (p:0,057)	15.dk (p:0,005)	20.dk (p:0,003)	25.dk (p:0,001)	30.dk (p:0,00)
StO2 blok	82,6	85,7	86,9	86,9	86,8	87,2	87,7	88,2

**Periferik Sinir Bloğu Sonrası Doku Oksijenizasyonundaki Değişiklikler:** İstatiksel olarak ortalama StO2 değerleri blok yapılan tarafta karşı tarafa göre; 15.,20.,25.ve 30.dakikalarda anlamlı olarak yüksek bulundu( $p<0,05$ ). Ortalama StO2 değeri blok yapılan tarafta 1. dakikada 85,7 iken diğer kolda 84,2 idi. Ortalama StO2 değeri blok yapılan tarafta 30. dakikada 88,2'ye çıkarken diğer kolda ise 80,4 oldu(Grafik-6).



**Grafik-6:**Blok Yapılan Ve Yapılmayan Kollardaki StO2 Değerleri

(\*):İşaretili dakikalarda istatikselsel olarak ortalama StO2 değerleri blok yapılmayan tarafa göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur( $p<0,05$ ).



## 5. TARTIŞMA

Yaptığımız çalışmanın amacı NIRS yöntemi kullanarak aksiller blok ile ortaya çıkan değişikliklerin mikrodolaşım ve doku oksijen saturasyonu üzerine etkisini değerlendirmek ve uygulanan bloğun başarısını ölçebilmektir. Çalışmamız sonucunda aksiller blok yapılan ekstremitelerde; 15.dakika (p:0,005), 20.dakika (p:0,003), 25.dakika (p:0,001) ve 30.dakika (p:0,00)'da bazale ve blok yapılmayan ekstremitelere göre ölçülen doku oksijen saturasyonu değeri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur.

Genel anestezinin indüksiyonunda, idamesinde ve uyanma aşamasında oluşturduğu yan etkiler nedeniyle günümüzde uygun operasyonlar için giderek artan oranda rejyonal anestezi teknikleri tercih edilmektedir. Rejyonal anestezi birçok avantajı nedeniyle üst ekstremitelerde cerrahisinde sıklıkla tercih edilen bir anestezi tekniğidir. Analjezik ve antiemetik tüketiminin az olması, derlenme odası ve hastanede kalış sürelerinin kısa olması, ağrı kontrolüne ılımlı geçişin sağlanması, ekstremitelerde kan akımının artması, refleks sempatik distrofi sıklığının teorik olarak düşük olması, daha az üriner retansiyon olması ve trakeal entübasyonun gerekli olmaması gibi etkenler rejyonal anestezinin genel anesteziye oranla belirgin üstünlükleri olarak kabul edilmektedir(74).

Rejyonal anestezi içinde periferik sinir blokları cerrahi anestezi düzeyinin ve postoperatif analjezinin sağlanmasında, düşük yan etki sıklığıyla, ekstremitelerde başarılı bir seçenek olarak tercih edilir(75). Üst ekstremitelere yönelik bloklar, alt ekstremitelere bloklarına göre daha sık uygulanmaktadır.

Üst ekstremitelerde cerrahisinde anestezi veya analjezi amacıyla brakial pleksus blokajının güvenle kullanılacak etkin bir yöntem olduğu görüşü benimsenmektedir(75). Pleksus brakialis bloğu yapılacak olan hastada, kullanılacak tekniğin ve girişim yönteminin seçiminde ameliyatın diagnostik, terapötik veya operatif amaçlı olması, ameliyatın yeri ve süresi, postoperatif analjezi ihtiyacı, hastanın genel durumu, ek bir hastalığının mevcudiyeti (respiratuar, renal vs.) ve operasyonun gününbirlik olup olmaması gibi çeşitli faktörler gözönünde bulundurulur(76).

Rejyonal anestezide başarılı bir blok için temel gereksinim, lokal anestezinin sinir dokusunun etrafında uygun bir şekilde uygulanmasıdır. Bu nedenle, bloke edilecek periferik sinirin lokalizasyonunun iyi bilinmesi, başarılı bir rejyonal bloğun anahtarıdır. Günümüzde sinir lokalizasyonunun belirlenmesi için periferik sinir stimulatorü, parestezi, transarteriyel veya direnç kaybı yöntemlerinden biri kullanılmaktadır. Ancak, bu yöntemlerin hepsi kör yapılan işlemler olup,

blok yapılırken iğnenin sinirle olan ilişkisi ve iğne aracılığıyla verilen lokal anesteziğin nereye dağıldığı tam olarak kestirilememektedir. Ultrasonografi yardımı ile sinirin lokalizasyonunun bulunması sırasında, sinir stimulatörü ile sinirin hangi noktasına ulaşıldığı ve lokal anesteziğin sinirin ne kadar yakınına dağıldığı eşzamanlı olarak görülebilmektedir. Ultrasonografinin rejyonal blok uygulamasındaki en önemli avantajları hasta üzerindeki cerrahi stresi, lokal anesteziğin dozunu ve komplikasyonları azaltmasıdır(77,78).

Ultrasonun eş zamanlı görüntüleme sağlaması ve arter ven ayırımını yapabilmesi rejyonal anestezide çok önemli avantaj sağlamaktadır. Ultrason kılavuzluğunda imkansız veya zor rejyonal uygulamalar dahi yapılabilir hale gelmiştir. Günümüzde periferik sinir blokları anatomic işaret noktalarından yararlanarak sinir stimulatörü ile gerçekleştirilmektedir. Ancak, en uygun koşullarda dahi bu bloklar “kör” yöntemlerdir. Oysa ultrason rehberliği, alternatif bir yöntem sunmaktadır. US ile rejyonal blok uygulanırken iğne ile sinir ilişkisinin eşzamanlı görüntülenmesi sağlanır(79). Liu FC(80) ve arkadaşları, ikili enjeksiyonla nörostimulasyon tekniği ve ikili enjeksiyonla ultrason tekniğinin başarı oranını %90 olarak komplikasyon oranını ise nörostimulasyon tekniğinde %20, ultrason grubunda ise %0 olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda tüm hastalarda yeterli blok düzeyine rastlandı ayrıca hiçbir hastada komplikasyona rastlanmadı.

Liisananti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, (45 ml ve %0,5 konsantrasyonda) ropivakain, levobupivakain ve bupivakain arasında duysal blok kalitesi açısından 5., 10. ve 15. dakikalarda anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır. 45. dakikada anestezi ropivakain ve bupivakain gruplarında levobupivakain grubuna göre daha siktir. Duysal ve motor blok oluşmama sıklığı 45.dakikada her 3 grupta da benzer saptanmıştır. Total duysalbloksüresilevobupivakain grubunda ortalama 17,1±6,5 saat, bupivakain grubunda ortalama 17,8±7,2 saat ve ropivakain grubunda ise ortalama 15,0±5,4 saat bulunmuştur. Gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Total motor blok süreleri ise, levobupivakain grubunda ortalama 19,5±8,0 saat, bupivakain grubunda ortalama 19,3±7,7 saat ve ropivakain grubunda 17,3±6,6saat olarak bulunmuştur. Her 3 ilaçta da duysal ve motor blok değerlendirmelerinde etkinlik açısından fark olmadığı tespit edilmiştir(81).

Hickey ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, brakial pleksus bloğunda %0,25 bupivakain ile %0,25 ropivakain karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada %0,25 ropivakainin etkinliği duysal bloğun başlangıç ve devam süreleri, ek sinir bloğu açısından %0,25 bupivakaine eşdeğer olduğu tespit edilmiştir. Her iki ilacın %0,25’lik konsantrasyonu yüksek başarısızlık oranı nedeniyle brakial pleksus blokajı için yetersiz bulunmuştur. Yüksek oranda ek blok ihtiyacının olması, uygulanan konsantrasyonun anestezi için yeterli olmadığını göstermiştir. Bu sebeplede her iki lokal anesteziğin

brakial pleksus anesteziinde %0,5 konsantrasyonlarının kullanılmasını önermişlerdir(82). Çalışmamızda %0,5 bupivakain kullanılmış olup hem motor hem de duyuşsal blok, herhangi bir problem ile karşılaşılmadan başarılı birşekilde elde edilmiştir.

Blok için ideal bir ilaçta aranan şartlar; sensoriyal blok başlangıç zamanının hızlı olması, motor bloğun sensoriyal bloktan daha erken geri dönmesi, analjezi devam ederken hastanın kolunu hareket ettirebilmesi şeklinde sıralanabilir(83).

Bloğun etkinliğı belirlemek için ilgili ekstremitenin cildin sıcaklığının artması, hastanın ilgili uzvunun soğuk olduğunu belirtmesi, hasta ile iletişim içinde olarak yapılanpinprick testi gibi geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Ancak kullanılan bu yöntemler ve belirtiler hem yavaş hem de belirsiz olup bloğun başarılı veya başarısız olmasını gösteren objektif kriterler değildir. Genel anestezi, derin sedasyon altında veya başka sebeplerden geribildirim sağlamak için hastaların blok başarısını ölçen objektif bir değerlendirme önemlidir.

Periferik sinir bloğunun etkinliğini ölçmek adına yeni yöntemler üzerinde çalışmalar bulunmaktadır. Tüm çalışmalarda ana hedef blok yapılacak sinirin bulunduğu alanda sempatik blokajın gerçekleştirilmesi sonucu oluşan artmış kan akımı üzerindedir. Perfüzyon İndeksi, Periferik Akış İndeksi, renkli doppler sonografi ve ciltteki elektrik direnç değışimi bu yöntemler arasında yer alır (2,84,85,86).

Rejyonel anesteziye sempatik aktivitenin azalmasına bağılı olarak subkutan doku oksijen doyunluğu etkilenebilir. Bu prensibe dayanarak non invaziv ve hızlı bir şekilde periferik sinir bloklarının başarısı değerlendirilebilir. NIRS farklı dalga boylarındaki yakın kızıl ötesi ışığın ölçüm yapılan alanda oksijenlenmiş ve oksijenlenmemiş hemoglobin molekülleri tarafından farklı oranda absorbe edilmesi prensibi ile çalışan, oksijenlenmiş hemoglobinin total hemoglobine oranı yüzde olarak ifade eden, kas dokusu gibi biyolojik bir dokunun oksijenizasyonu hakkında non invaziv ve nispeten düşük maliyetli bilgi veren bir tekniktir. NIRS ile beraber doku oksijen satürasyondaki değışiklikler bloğun yoğunluğunu ve derinliğı hakkında bize ön bilgi verebilir.

NIRS serbest flep onarımlarında, minimal invaziv kardiyotorasik işlemlerde, vasküler ve ortopedik nedenlere bağılı olarak meydana gelen kompartman sendromunun erken tespitinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca kolorektal cerrahi popülasyonda ameliyat sonrası oluşan enfeksiyonların deri altı doku hipoperfüzyonları ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Anestezi pratiğinde serebral oksijen satürasyonu için kullanımı ön plana çıkmaktadır. NIRS yöntemi ile serebral rejyonel

doku saturasyonu ölçümü yapılmaktadır. Bu yöntemle elde edilen değerler ölçüm yapılan bölgenin %75 venöz, %20 arteriyel, %5 ise kapiller kompartmanını temsil etmektedir. NIRS yöntemi ile ölçülen serebral rejyonal oksijen saturasyonu ile ilgili eleştiriler olmasına rağmen trend monitörü olarak kullanımı FDA tarafından onaylanmıştır. Erişkin kalp cerrahisinde, NIRS ile serebral rejyonal oksijenizasyon takibinin yapıldığı hastalarda; postoperatif kognitif fonksiyon bozukluklarında, nörolojik komplikasyonlarda ve hastanede kalış gibi diğer sonuç parametreleri üzerine olumlu yönde etki yaptığı gösterilmiştir. Ayrıca NIRS'in pediatrik hastalarda somatik (karaciğer, böbrek, mezenter) kullanımı da vardır. Bir diğer konu da NIRS'in anestezi derinliği hakkındaki çalışmalarındaki yeridir. NIRS prefrontal korteksdeki Hb ve HbO2 konsantrasyon değerlerini ölçerek farklı anestezi türleri ve konsantrasyonlarına karşı hassasiyet gösterir(87).

NIRS in rejyonal anestezi alanında kullanımı ile ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Okano(88) ve arkadaşları, NIRS kullanımının stellate ganglion bloğunun başarısı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Periferik sinir bloğunu takiben doku oksijenlenmesi ve perfüzyonundaki değişiklikleri saptamak için bir grupta NIRS diğer gruba ise pulse oksimetri, deri sıcaklığı ve oksijen elektrodları kullanılmış. NIRS'in klinik olarak stellate ganglion bloğunu başarılı bir şekilde doğruladığı sonucuna varmışlar. Bununla birlikte diğer yöntemlerin üst ve alt periferik sinir bloğunu takiben deri altı doku oksijenlenmesini ölçmede yetersiz kaldıkları görülmüştür.

Tsai ve arkadaşları üst ekstremitte elektif ortopedik cerrahi yapılacak 15 vakada brakiyal pleksus blokajı (interskalen, supraklavikular, infraklavikular, aksiller) yapmışlar, her iki ekstremitede (opere olacak ekstremitte ile sağlam ekstremitte) rejyonal oksijen saturasyonlarını incelenmişler. Bloklar için 0.5 % bupivikain  $30.7 \pm 4.6$  ml hacim ile uygulanmış. Blok sonrası bazal 5. ,10. ,15. ,20. dk oksijen saturasyonları ölçülmüş. Bazal olarak farklılık olmasa da 5.dakikadan itibaren blok yapılan ekstremitte oksijen saturasyonunda yaklaşık %15 lik artışlar gözlenmiş ve bu artışlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir(89).

Tighe ve arkadaşları, tsai ve arkadaşlarının çalışmasına benzer bir çalışma yapmışlar. 40 elektif hastaya operasyon yapılacak ekstremitteye periferik sinir blokajı(servikal paravertebral sinir bloğu, femoral sinir bloğu, infraklavikular sinir bloğu, siyatik sinir bloğu) yapılmış, etkinliğini ve diğer ekstremitte ile farkını 5 er dakika aralıklarla NIRS yöntemi ile ölçmeye çalışmışlar. Bloklar için 5 mg/ml veya 7.5 mg/ml ropivakain 20–30 ml hacim ile uygulamışlar. İlk alınan StO2 değerleri her iki ekstremitte yüksek bulunmuş iken blok etkinliğini gösterdikçe değerler yükselmeye başlamıştır. Ancak bu çalışmada blok başarısızlığı olmamasına karşın duyu ve motor blok başlangıçlı StO2 değerleri arasındaki detaylı olarak korelasyon sağlanamamıştır(90).

Tsai ve arkadaşları brakial plexus bloklarından interskalen, supraklavikular, infraklavikular ve aksiller blok tekniklerini uygulamıştır. Kullandıkları lokal anestezi ve verilen doz çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Tighe ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada ise alt ve üst ekstremiteler pleksus blokları (servikal paravertebral sinir bloğu, femoral sinir bloğu, infraklavikular sinir bloğu, siyatik sinir bloğu) uygulanmıştır. Birden fazla lokal anestezi farklı dozlar ile kullanılmıştır. Çalışma sonucu ise tam bir korelasyon görülememiştir. Periferik sinir bloklarının etkinliği üzerinde yapılan her iki çalışmaya kıyasla bizim çalışmamızda tek bir çeşit blok uygulanmıştır. Sonuçlarımız Tsai ve arkadaşlarınıninkine benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda aksiller blok uyguladığımız 30 hastanın hiçbirinde desatürasyon, solunumsal yan etkiler veya semptomlar gibi bulgulara rastlamadık.

Bu çalışmanın bulgularından yola çıkarak rejyonel anestezide özellikle periferik sinir bloklarının başarısının veya etkinliğinin değerlendirilmesinde noninvaziv ve kantitatif doku oksijen doygunluğu ölçümlerinde  $StO_2$  artışları dikkate alınmalıdır. Yakın gelecekte noninvaziv ve kantitatif ölçümler sağlayan NIRS-tabanlı teknolojiler periferik sinir bloklarında yer alacağı kanaatindeyiz.

## 6. SONUÇ

1. Aksiller blok yapılan ve yapılmayan üst ekstremitenin doku oksijenisasyonu Near İnfrared Spektroskopisi(NIRS) kullanılarak değerlendirildi; blok yapılan kolda doku oksijen satürasyonu(StO2) bazal değere ve blok yapılmayan tarafa göre yüksek bulunduğu,

2. Aksiller blok yapıldıktan sonra bloğun başarısını değerlendirmek için Near İnfrared Spektroskopisi(NIRS) kullanılarak doku oksijen satürasyonu(StO2) ölçümünün faydalı bir yöntem olduğu,

3. Üst ekstremitte cerrahisi yapılacak hastalarda aksiller blok uygulamasının başarılı ve güvenilir bir yöntem olduğu,

4. Bloğun ultrason eşliğinde ve nörostimulatör kullanılarak yapılması hemodinamik parametreleri fazla etkilemediği ve ciddi yan etkilere yol açmadığı,

5. Yapılacak olan ekstremitte ameliyatlarında aksiller bloğun uygun teknikle birlikte rutin uygulamaya alınarak daha sık olarak kullanılması gerektiği,

6. Bu konuda daha fazla çalışmanın yapılması gerektiği kanısına varıldı.

## KAYNAKLAR

1. Sarkılar G, Ünalı H. Aksiller yaklaşımla brakiyal pleksus blokajında levobupivakain ile levobupivakain ve prilokain kombinasyonunun karşılaştırılması. Selçuk üniv. Anest. ve Rean. AD. Uzmanlık Tezi 2008.
2. Galvin EM, Niehof S, Verbrugge SJ, Maissan I, Jahn A, Klein J, van Bommel J. Peripheral flow index is a reliable and early indicator of regional block success. *Anesth Analg*. 2006;103(1):239–43.
3. D. E. Myers, L. D. Anderson, R. P. Seifert et al., “Noninvasive method for measuring local hemoglobin oxygen saturation in tissue using wide gap second derivative near-infrared spectroscopy,” *Journal of Biomedical Optics*, vol. 10, no. 3, p. 034017, 2005.
4. Wedel DJ, Horlocker TT. Nerve Blocks. 3rd ed. Miller’s RD(ed). *Anesthesia*, Sixth ed. Philadelphia Churchill Livingstone 2005;1685-719.
5. Neal JM, Hebl JR, Gerancher JC, Hogan QH. Brachial plexus anesthesia: essential of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:402-28.
6. Erdine S. Regional Anestezi. 1. baskı. Nobel tıp kitabevleri, Bst. 2005, s.83-108.
7. Odar O.V. Anatomi. 12. Baskı. Elif matbaacılık, Ank. 1980; 444-55.
8. Klein SM, Evans H, Nielsen KC, Tucker MS, Warner DS, Steele SM. Peripheral nerve block techniques for ambulatory surgery. *Anesth Analg* 2005;101:1663- 76.
9. <http://www.clicktocurecancer.info/brachial-plexus/general-overview-of-the-brachial-plexus.html>.
10. Çimen A. Anatomi. 4. Baskı. Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1994; 653- 61.
11. Partridge BL, Benirschke K. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: implications for anesthesia. *Anesthesiology* 1987;66:743-7.
12. Jankovic D, Wells C. Regional Nerve Blocks. 2nd ed. Berlin-Vienna 2001;7: 58-73.
13. Whiteside JB, Wildsmith JAW. Developments in local anaesthetic drugs. *Br J Anaesth* 2001;87:27-35.
14. Frederic H. Martini, Judi L. Nath, Edwin F. Bartholomew *Fundamentals of Anatomy and Physiology* 2012; 438.
15. Erdine S. Sinir blokları, 1. baskı, Emre matbaacılık, Bst. 1993;112-3.
16. Kayaalp O. Rasyonel Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji. Hacettepe Tas Kitapçılık, Ank 2000; 8(1): 789-99.
17. Butterworth J, Strichartz G. Molecular mechanism of local anesthesia: a review. *Anesthesiology* 1990;72:711-34.

18. Collins VJ: Local anesthetics: Principles of Anesthesiology. 3th edition. Collins VJ (ed). Lea&Febiger, Philadelphia 1993;1232-40.
19. Kayaalp SO: Lokal anestezipler: Tıbbi Farmakoloji. Besinci baskı. Feryal Matbaacılık. Ankara 1990;1691 -714.
20. Urmev WF. Upper extremity blocks. Bn: Regional Anesthesia and Analgesia, (ed). Brown DL, WB Saunders Philadelphia, 1996; 254-78.
21. Carles M, Pulcini A, Macchi P, Duflos P, Raucoules-Aime M, Grimaud D. An evaluation of the brachial plexus block at the humeral canal using a neurostimulator (1417 patients): the efficacy, safety and predictive criteria of failure. *Anesth Analg* 2001;92:194-8.
22. Kossoff G. Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg* 2000; 24:134-42.
23. Chapman GA, Johnson D, Bodenham AR. Visualisation of needle position using ultrasonography. *Anaesthesia* 2006; 61:148-58.
24. Bodenham AR. Ultrasound imaging by anaesthetists: training and accreditation issues. *Br J Anaesth* 2006; 96:414-7.
25. Sandhu NS. Ultrasound imaging of brachial plexus. *Anesthesiology* 2004; 100:1325-6.
26. Acil Tıpta Ultrasonografi Çalıştayı, İzmir (Ultrasona giriş ve Fiziği) 2010.
27. Ultrasound Imaging for Vascular Access and Regional Anesthesia. Brian.A.Pollard2012;1-48.
28. Basic Physics of Ultrasound.( <http://www.usgraweb.hk/>)
29. Fundamentals of Ultrasound Imaging ([www.dynamicultrasound.org/dugphysics](http://www.dynamicultrasound.org/dugphysics))
30. Basics of Ultrasound Imaging – Springer (<http://www.springer.com/978-1-4419-1679-2>)
31. Schafhalter-Zoppoth I, McCulloch CE, Gray AT. Ultrasound visibility of needles used for regional nerve block: an in vitro study. *Reg Anesth Pain Med* 2004; 29:480-1.
32. Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2005; 94:7-17.
33. Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, Fitzgerald R, Gosch M, Weinstabl C. Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg* 1994; 78:507-13.
34. Perlas A, Chan VW, Simons M. Brachial plexus examination and localization using ultrasound and electrical stimulation-a volunteer study. *Anesthesiology* 2003; 99: 429-35.
35. Greher M, Kapral S. Is regional anesthesia simply an exercise in applied sonoanatomy? aiming at higher frequencies of ultrasonographic imaging. *Anesthesiology* 2003; 99:250-1.
36. Sinha SK, Abrams JH, Weller RS. Ultrasound-guided interscalene needle placement produces successful anesthesia regardless of motor stimulation above or below 0.5 mA. *Anesth Analg* 2007; 105:848-52.
37. Duggan E, El Beheiry H, Perlas A, et al. Minimum effective volume of local anesthetic for ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2009; 34:215-8.
38. Marhofer P, Schrogendorfer K, Wallner T, Koinig H, Mayer N, Kapral S. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Reg Anesth Pain Med* 1998; 23:584-8.



39. Ting PL, Sivagnanaratnam V. Ultrasonographic study of the spread of local anaesthetic during axillary brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1989; 63:326-9.
40. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *Anaesthesia* 2004; 59:642-6.
41. Willschke H, Bösenberg A, Marhofer P, et al. Ultrasonographic guided ilioinguinal/iliohypogastric nerve block in pediatric anesthesia - what is the optimal volume? *Anesth Analg* 2006; 102:1680-4.
42. Perlas A, Brull R, Chan VW, McCartney CJ, Nuica A, Abbas S. Ultrasound guidance improves the success of sciatic nerve block at the popliteal fossa. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33:259-65.
43. Retzl G, Kapral S, Greher M, Mauritz W. Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus. *Anesth Analg* 2001; 92:1271-5.
44. Nichols K, Wright LB, Spencer T, Culp WC. Changes in ultrasonographic echogenicity and visibility of needles with changes in angles of insonation. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14:1553-7.46. Denny NM. Editorial I: Location, location, loca-tion! Ultrasound imaging in regional anaesthesia. *Brit J Anaesth* 2005; 94:1-3.
45. Bondestam S, Kreula J. Needle tip echogenicity. A study with real time ultrasound. *Invest Radiol* 1989; 24:555-60.
46. Sites BD, Brull R, Chan VW, et al. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part I: understanding the basic principles of ultrasound physics and machine operations. *Reg Anesth Pain Med* 2007; 32:412-8.
47. Chin KJ, Perlas A, Chan VW, Brull R. *Reg Anesth Pain Med*. Needle visualization in ultrasound-guided regional anesthesia: challenges and solutions. 2008; 33:532-44.
48. Matalon TA, Silver B. US guidance of interventional procedures. *Radiology* 1990;174:43-7.
49. Sites BD, Brull R, Chan VW, et al. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part II: A pictorial approach to understanding and avoidance. *Regional anesthesia and pain medicine* 2007; 32:419-33.
50. Myers RR, Heckman HM. Effects of local anesthesia on nerve blood flow: Studies using lidocaine with and without epinephrine. *Anesthesiology* 1989;71:757- 62.
51. Myers RR, Kalichman MV, Reisner LS, Powell HC. Neurotoxicity of local anesthetics:altered perineurial permeability, edema, nerve fiber injury. *Anesthesiology* 1986;64:29-35.
52. Rice AS, McMahon SB. Peripheral nerve injury caused by injection needles used in regional anaesthesia: influence of bevel configuration, studied in a rat model. *Br J Anaesth* 1992;9:433-8.
53. Sia S. A comparison of injection at the ulnar and the radial nerve in axillary block using triple stimulation. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:514-8.
54. McGlade DP, Kalpokas MV, Mooney PH, Chamley D, Mark AH, Torda TA. A comparison of 0.5 % ropivacaine and bupivacaine for axillary brachial plexus. *Anaesth Intensive Care* 1998;26:515-20.
55. Ott B, Neuberger L, Frey HP. Obliteration of the axillary artery after axillary block. *Anaesthesia* 1989;44: 773-4.
56. Knudsen K, Beckman Suurküla M, Blomberg S, Sjövall J, Edvardsson N. Central nervous and cardiovascular effects of i.v infusions of ropivacaine, bupivacaine and plasebo in volunteers. *Br J Anaesth* 1997;78:507-14.

57. Kayhan Z. Klinik Anestezi. 2. Baskı. Logos Yayıncılık, İstanbul 1997;489- 98.
58. Morgan GE, MiKAHail MS, Murray MJ (ed). Clinical Anesthesiology. McGraw- Hill 2001; 233-41.
59. Kayhan Z. Klinik Anestezi. 2. Baskı. Logos Yayıncılık, istanbul 1997;270- 3.
60. De Jong RH. Local anesthetic pharmacology:Regional Anesthesia and Analgesia. 1th edition. Brown DL (ed). WB Saunders. Philadelphia, 1996, pp.124-142.
61. Müller M, Litz RJ, Hübler M, Albrect DM. Grand mal convulsion and plasma concentrations after intravascular injection of ropivacaine for axillary brachial plexus blockade. Br J Anaesth 2001;87:784-7.
62. Morgan G.A., Maged S.M., Clinical Anesthesiology, Appleton Lange, Los Angeles, 2002;19: 220-32.
63. Colins VJ: Lokal anesthetics: Principles of Anesthesiology, Cilt 2, Lea & Ferbiger, Philadelpia, 1993;1232-1281,1445-1512.
64. Tucker GT, Mather LE: Properties, absorption and disposition of local anesthetic agents: Neural Blockade in Clinical Anesthesia and Management of Pain. 3 th edition. Cousins MJ. Bridenbaugh PO (eds) Lippincott-Raven, Philadelphia 1998; 55-95.
65. Crews JC, Foreman AS, Weller RS, et al. Onset, duration, and dose tolerability of levobupivacaine 0.5 % for axillary brachial plexus neural blockade (abstract). Anesthesiology 1998; 89(3A) Suppl: 894-5.
66. Howe JB: Local anesthetics: in Anesthetic Physiology and Pharmacology. McCaughey W, Clarke RJS, Fee JPH, Wallace WFM (eds) Churchill Livingstone. New York. 1997; 83-100.
67. Göktuna S. Tek taraflı inguinal herni operasyonlarında İntratekal 0.5% Hiperbarik bupivakain ile 0.5% Hiperbarik Bupivakain -Morfin Kombinasyonu Uygulamalarının Hemodinamik Stabilité, Duyusal ve Motor Blok ve Postoperatif Analjezisi Açısından Karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi. 2006.
68. Denson DD, Behbehani NM, Gregg RV. Enantiomer-specific effects of an intravenously administered arrhythmogenic dose of bupivacaine on neurons of the nucleus tractus solitarius and the cardiovascular system in the anesthetized rat. REG anesth 1992; 17: 311-6.
69. Ferrari, M., T. Binzoni, and V. Quaresima, "Oxidative metabolism in muscle," Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, Vol. 1997; 352: 667-83.
70. Delpy, D. T., and M. Cope., Estimation of optical pathlength through tissue from direct time of flight measurement, Phys. Med. Biol., Vol. 1988; 33: 1433-42.
71. Ferrari, M., L. Mottola, and V. Quaresima, "Principles, techniques, and limitations of near infrared spectroscopy," Can J Appl Physiol., Vol. 2004;29: 463-87.

72. Blasi, R. A. D., M. Ferrari, A. Natali, G. Conti, A. Mega, and A. Gasparetto, "Noninvasive measurement of forearm blood flow and oxygen consumption by near infrared spectroscopy," *J. Appl. Physiol.*, Vol. 1994;76: 1388-93.
73. [http://www.htibiomeasurement.com/amm/themes/default\\_shared/pdf/5018006b\\_inservice\\_booklet.pdf](http://www.htibiomeasurement.com/amm/themes/default_shared/pdf/5018006b_inservice_booklet.pdf).
74. Hadzic A, Arliss J, Kerimoğlu B. A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day case surgeries. *Anesthesiology* 2004; 101(1):127- 32.
75. Schulz-Stubner S. Brachial plexus anesthesia and analgesia, *Anaesthesist* 2003;52(7): 643-56.
76. Erdine S. Sinir blokları. Emre Matbaacılık. İstanbul; 1993; 49-80, 113-28.
77. Liu GY, Chen ZQ, Jia HY, Dai ZG, Zhang XJ. The technique comparison of brachial plexus blocks by ultrasound guided with blocks by nerve stimulator guided. *Int J ClinExp Med*. 2015 Sep 15;8(9):16699-703.
78. Elshamaa HA. Stress response in shoulder surgery under interscalene block, randomized controlled study comparing ultrasound guidance to nerve stimulation. *Saudi J Anaesth*. 2015 Oct-Dec;9(4):359-64.
79. Royse CE, Sha S, Soeding PF, Royse AG. Anatomical study of the brachial plexus using surface ultrasound. *Anaesth Intensive Care* 2006;34(2):203–10.
80. Liu FC, Liou JT, Tsai YF, Li AH, Day YY, Hui YL, Lui PW. Efficacy of ultrasound-guided axillary brachial plexus block: a comparative study with nerve stimulator-guided method. Department of Anesthesiology, Chang Gung Memorial Hospital, Linkou. *Chang Gung Med J*. 2005 Jun;28(6):396-402.
81. Liisanantti O, Luukkonen J, Rosenberg PH. High dose bupivacaine, levobupivacaine and in axillary brachial plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48(5):601-6.
82. Hickey R, Rowley CL, Candido KD, Hoffman J, Ramamurthy S, Winnie AP. A comparative study of 0,25% ropivacaine and 0,25% bupivacaine for brachial plexus block. *Anesth Analg* 1992;75(4):6026.
83. Petronella RMJ, Amanda JV, Dudley JB, Philip MH. A comparison of %1 prilocaine with %0.5 ropivacaine for outpatient-based surgery under axillary brachial plexus block. *Anaesth Analg*. 2001;93: 187-91.
84. Ebert B, Braunschweig R, Reill P. [Quantification of variations in arm perfusion after plexus anesthesia with color dopplersonography]. *Anaesthesist*. 1995 Dec;44(12):859-62.
85. Kus A, Gurkan Y, Gormus SK, Solak M, Toker K. Usefulness of perfusion index to detect the effect of brachial plexus block. *J Clin Monit Comput*. 2013 Jun;27(3):325-8.

- 86.** Smith GB, Wilson GR, Curry CH, May SN, Arthurson GM, Robinson DA, Cross GD. Predicting successful brachial plexus block using changes in skin electrical resistance. *Br J Anaesth.* 1988 May;60(6):703-8.
- 87.** Hernandez-Meza G, Izzetoglu M, Osbakken M, Green M, Izzetoglu K. Near-infrared spectroscopy for the evaluation of anesthetic depth. *Biomed Res Int.* 2015;2015:939418.
- 88.** Okano T, Okuda Y, Kimura Y, Mishio M, Shinohara M, Kitajima T. Use of near-infrared spectroscopy to evaluate stellate ganglion block. *Reg Anesth Pain Med* 2001; 26: 186-7.
- 89.** Tsai PB, Tokhner V, Li J, Kakazu C. A new application for near-infrared spectroscopy in regional anesthesia? *J Anesth.* 2011 Feb;25(1):140-1.
- 90.** Tighe PJ, Elliott CE, Lucas SD, Boezaart AP. Noninvasive tissue oxygen saturation determined by near-infrared spectroscopy following peripheral nerve block. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011 Nov;55(10):1239-46.

## 7. EKLER

HARRAN ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ Etik Kurul Kararı	
TARİH	: 12/12/2014
OTURUM	: 12
SAAT	: 15:00

14/12/26	<p><b>Karar:</b> Üniversitemiz Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç.Dr. Şaban YALÇIN'ın sorumlu araştırmacı olduğu "<b>Aksiller Blok Yapılan Üst Ekstremitte Cerrahisinde Near İnfrared Spektroskopisi (NIRS) Kullanılarak Doku Oksijenisasyonunun Değerlendirilmesi</b>" başlıklı çalışmaya Etik Kurul Onayı verilmesine,</p> <p>Oybirliğiyle / Oyçokluğuyla karar verilmiştir.</p> <p><b>ASLI GİBİDİR</b></p> <p>Doç.Dr. Hakan CAMUZCUOĞLU Etik Kurul Başkanı</p>
----------	--