

## 1. GİRİŞ

Nervus medianus, n. ulnaris ve n. radialis, üst ekstremitenin innervasyonunu sağlayan plexus brachialis'in en önemli terminal dallarındandır. Bu sinirlerin kol, önkol ve eldeki seyirleri, komşulukları, dalları, innervasyon alanları, varyasyonları ve birbirleri ile ilişkilerinin anatomistler ve klinisyenlerce iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu sinirlerin ve dallarının anatomisi klasik kitaplarda ayrıntılı olarak anlatılmasına rağmen son yıllardaki kapsamlı erişkin kadavra diseksiyonları ve nörofizyolojik çalışma bulguları klasik bilgilerde eksikliklerin ve farklılıkların varlığını göstermektedir.

Günümüzde üst ekstremitate kemik kırıklarında farklı cerrahi prosedürlerin uygulanması, obstetrik plexus brachialis paralizisi gibi sinir yaralanmalarının tamirinde periferik sinir greftlerinin kullanılması ve nörofizyolojik bulguların daha doğru değerlendirilebilmesi ancak periferik sinirlerin anatomisinin ve varyasyonlarının doğru ve tam olarak bilinmesi ile mümkündür.

Literatür araştırmasında n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis ile ilgili çok sayıda erişkin kadavrada yapılan, genellikle sinirlerin bölgesel ve tek başına incelendiği çalışmalar tespit edilirken, bu konuyla ilgili kapsamlı bir fetus çalışmasına rastlanmadı. Bu nedenlerle bahsedilen sinirlerin ve müsküler dallarının innervasyon alanlarının, varyasyonlarının ve birbirleriyle ilişkilerinin, seyirleri boyunca incelemek üzere kapsamlı bir çalışma planlandı. Ayrıca diseksiyonlar sırasında morfometrik ölçümler yapılarak, elde edilen verilerin trimestrlara, cinsiyete ve lateralizasyona (sağ-sol) göre farklılıklarını istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve böylece üst ekstremitenin intrauterin veya fetal dönemdeki gelişimini incelenmesi amaçlandı.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. EKSTREMİTELERİN EMBRİYOLOJİK GELİŞİMİ**

Birçok hipoteze dayanan deneysel test çalışmalarından detaylı bilgiler elde edilerek ekstremitte morfogeneze yönelik genel bir yaklaşım ortaya konulmuştur. Başlangıç sinyalinin nasıl oluştuğu en az bilinen konu olsada, morfogenezinin çeşitli sinyallere bağlı olarak ekstremitte tomurcuklarının gelişmesiyle başladığı bilinmektedir (1).

Lateral mezodermdeki mezenşimal hücre gruplarının aktivasyonu ile ekstremitte gelişimi başlar. Homeobox (Hox) içeren genler omurgalı ekstremitelerinin gelişimini düzenini regüle ettiği düşünülmektedir (1).

#### **2. 1. 1. EKSTREMİTE GELİŞİMİNİN ERKEN DÖNEMLERİ**

Embriyolojik gelişmenin 4. haftasında ventrolateral vücut duvarında küçük kabartılar halinde ekstremitte tomurcukları C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub> arasında belirir (2). Bu tomurcuklar başlangıçta, ekstremitte kemikleri ve bağ dokusunu oluşturacak olan mezodermin somatik plağından (lateral plak) kaynaklanan bir mezenşimal iskelet ve bunun üzerini kaplayan bir küboid ektoderm tabakasından oluşur (3). Mezenşim kitlesindeki hücrelerin proliferasyonu ile ekstremitte tomurcukları uzar. Embriyonun kranial yarısının erken gelişimi yüzünden, üst ekstremitte tomurcukları embriyo gövdesi üzerinde normalden daha aşağı pozisyonda görülmeye başlar (2, 4).

Üst ve alt ekstremitenin gelişiminin erken dönemleri birbirine benzer, aralarında 2 günlük bir fark vardır. Üst ekstremitte tomurcukları embriyolojik gelişimin 26. veya 27. gününde belirginleşirken, alt ekstremitte tomurcukları ise 28. veya 29. günlerde belirginleşirler. Ayrıca şekil ve fonksiyonları nedeniyle de el ve ayak gelişimi arasında belirgin farklılıklar vardır. Üst ekstremitte tomurcukları kaudal servikal segmentlerin karşısında, alt ekstremitte tomurcukları ise lumbal ve üst sakral segmentlerin karşısında gelişirler (2, 3).

Her bir ekstremitte tomurcuğunun apikalinde ektoderm kalınlaşarak, **apikal ektodermal kabartı (AEK)**'yı oluşturur. Ekstremitedeki mezenşimal hücreler ile AEK arasındaki etkileşim, ekstremitte gelişimi için önemlidir. Bu çok tabakalı epitelyal yapı ekstremitte tomurcuğunun gelişmesini ve büyümesini başlatan ekstremitte mezenşiminde indüksiyon etkisi gösterir. AEK'ya komşu mezenşim, farklılaşmamış ve hızla çoğalan hücrelerden oluşurken, proksimalindeki hücreler, kıkırdak kemik modellere ve kan damarlarına farklılaşır. Kemik gelişimi ve yeniden modellenmesinde, transforming büyüme faktörü-  $\beta$  gen ailesinin üyeleri, kemik morfogenetik proteinler (BMPs) ve aktivin-A önemli rol oynarlar. Palet şeklindeki ekstremitte tomurcuklarının distal uçları yassılaşarak tokaç biçimindeki el ve ayak parmakları oluşur. Yapılan deneysel çalışmalar, endojen retinoik asit'in de ekstremitte gelişimi ve şekillenmesi ile ilgili olduğunu göstermiştir (2).

Altıncı haftanın sonuna kadar el plakasındaki mezenşim dokusu yoğunlaşarak parmak uzantılarını şekillendirir. Her bir parmak çıkıntılarının tepesinde AEK parçası ilkel parmak kemiklerinin gelişmesi için mezenşimi indükler. Parmak çıkıntısı arasındaki aralık, gevşek yapıdaki mezenşim ile doldurulur. Bu mezenşim daha sonra yıkılarak parmak çıkıntıları arasında çentikler oluşur. Sekizinci haftanın sonuna doğru doku yıkımı durur ve birbirinden ayrı parmaklar oluşur. Parmaklar arasındaki doku yıkımından programlanmış hücre ölümü (apoptosis) sorumludur ve bu olay muhtemelen kemik morfogenetik proteinler aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bu hücre ve moleküler olayların engellenmesi, sindaktili denilen yapışık parmaklı el ve ayak gelişimine neden olur (2).

## 2. 1. 2. EKSTREMİTE GELİŞİMİNİN SON DÖNEMİ

Ekstremitelerin dış şekli ortaya çıkarken, mezenşim de yoğunlaşmaya başlar ve ilk olarak 6. haftada, ekstremitte kemiklerinin öncüsü olan **hyalin kıkırdak modelleri** ortaya çıkar. **Endokondral ossifikasyon**, yani ekstremitte kemiklerinin ossifikasyonu, embriyonik dönemin sonlarında başlar. Onikinci gelişim haftasına kadar, tüm ekstremitelerin uzun kemiklerinde **primer ossifikasyon merkezleri** ortaya çıkmış olur. Endokondral ossifikasyon, kemiğin diafiz bölgesinde bulunan bu merkezlerden, kıkırdak "**model**"in uçlarına doğru adım adım ilerler (3).

Doğumda, kemiğin diafiz bölümü genellikle tam olarak ossifiye olmuştur. Buna karşın epifiz olarak adlandırılan uç bölgeler kıkırdak yapılarını korurlar. Ancak, kısa bir süre sonra epifizlerde de ossifikasyon merkezleri ortaya çıkar (3).

Diafiz ve epifiz bölgelerindeki ossifikasyon merkezlerinin arasında, geçici olarak bir kıkırdak tabaka yer alır. **Epifiz plağı** adı verilen bu yapı, kemiklerin uzunlamasına büyümesinde önemli bir rol üstlenir. Bu plağın her iki tarafında da endokondral ossifikasyon süreci devam eder ve kemik tüm uzunluğuna ulaştığında, epifiz plakları kaybolur, epifiz bölgeleri kemik gövdeleri ile birleşir. Uzun kemiklerin her iki ucunda da epifiz plakları bulunurken, falankslar gibi daha kısa kemiklerde sadece bir uca bulunur. Karpal kemiklerde kemikleşme doğumdan sonraki ilk yılda başlar (2, 3).

Uzun kemikler şekillenirken, miyoblastlar biraraya toplanır ve her bir ekstremitenin tomurcuğunda büyük kas kitleleri oluşturur. Genel olarak bu kas kitlesi, dorsal (ekstensör) ve ventral (fleksör) bölüm olarak ayrılır. Ekstremitenin tomurcuğundaki mezenşim; kemikleri, ligamentleri ve kan damarlarını oluşturur. Somitlerin dermatom bölgelerinden miyogenik öncü hücreler ekstremitenin tomurcuklarına göç eder ve daha sonra miyoblastlar'a yani öncü kas hücrelerine farklılaşırlar. Yedinci haftanın başlarında, ekstremiteler ventrale doğru uzarlar. Gelişen alt ve üst ekstremitelerin rotasyonları zıt yönde ve farklı derecededir. Üst ekstremitenin, uzun eksenini boyunca 90 derece laterale döner, böylece geleceğin dirseği dorsale bakar, ekstensör kaslar ise ekstremitelerin posterior ve lateral yüzünde uzanır (2).

## 2. 2. EMBRİYONİK EKSTREMİTELERİN İNNERVASYONU

Erken ekstremitenin tomurcuk formlarında ve erken gelişim periyodunda sinir innervasyonu yoktur. Yüksek vertebralılarda sinirler iskelet primordia'nın ilk görünümünden sonra ekstremitede gelişir ve bu zaman kabaca kas kitlelerinin esas şeklini almaya başladığı zamandır. Ekstremitelerin bazı komponentleri ve sinirler arasındaki iç ilişkiler, ekstremitedeki sinirlerin morfogenetik etkilerini kapsayan, birtakım soruları ve faktörleri gündeme getirmektedir. Ekstremitenin morfogenezinin sinir desteğinden bağımsız olduğu görüşü korallontoik membranlarda, kuşlarda ve insan embriyolarında bir seri deneylerde gayet iyi bir şekilde tanımlanmıştır (1).

Medulla spinalis'den doğan **motor aksonlar**, 5. haftada ekstremitenin tomurcuklarına girer, dorsal ve ventral kas kitlesi içinde gelişir. Motor aksonlardan sonra, bunları kılavuz



olarak kullanan duyu aksonları ekstremiteler tomurcuklarına ulaşır. *Nöral krest hücreleri* (öncü Schwann hücreleri) ekstremitelerdeki motor ve duyu sinir liflerini sarar, neurolemma (Schwann hücreleri) ve *miyelin kılıfı*'nı oluşturur (1, 2).

Tek bir spinal sinir ve onun spinal ganglionu tarafından innerve edilen deri bölgesine *dermatom* denir. Beşinci haftada ekstremiteler tomurcuğunun mezenşimi içinde gelişen ekstremiteler sinir plexuslarından (plexus brachialis ve plexus lumbosacralis) periferik sinirler oluşur. Spinal sinirler, ekstremiteler tomurcuklarının ventral ve dorsal yüzlerini innerve etmek üzere segmental olarak dağılırlar. Ekstremiteler uzarken spinal sinirlerin deri dağılımı ekstremiteler boyunca gerçekleşir, ancak bundan sonra bir daha ekstremitelerin distal bölgelerine spinal sinir göçü olmaz. Dermatoma ilk düzeni, ekstremitelerin gelişimi sırasında değişime uğradığı halde, erişkinde düzgün sıranın hala korunduğu görülmektedir (2).

Bir periferik sinir tarafından innerve edilen deri alanına *kutanöz sinir alanı* denir. Kutanöz sinir alanları ve dermatomlarının oldukça fazla olarak üst üste geldiği görülür. Eğer bir bölgeyi innerve eden posterior kök kesilirse o bölgedeki dermatom düzeni, oluşan hasarın varlığını gösterir. Dermatoma alanlar üst üste geldikleri için, derinin belli bir bölgesini sadece tek bir segmental sinirin innerve etmediği görülür. Ekstremiteler dermatomları üst ekstremitelerde lateral yüzde aşağıya doğru, medial yüzde ise yukarı doğru ilerleyerek takip edilebilir. Ekstremiteler uzayıp aşağı doğru indikçe beraberinde sinirleri de taşırlar, bu da plexus brachialis'ten doğan sinirlerin oblik seyrini açıklar (2).

İnsan embriyosunun üst ekstremiteler sinirlerinin erken dönemde gelişimi Carnegie evrelemesine göre 13-21. evreler arasında şekillenir. Bu evrelendirme yönteminde temel alınan embriyonun milimetre (mm) olarak uzunluğu ve sahip olduğu somit sayısıdır.

13. evre (4-6 mm, 30 veya daha fazla sayıda somit, 28 günlük); üst ekstremiteler sinirleri C<sub>5</sub>- T<sub>1</sub> seviyelerinden m. spinalis'den çıkar.

15. evre (7-9 mm, 38 somit, 33 günlük); n. spinalisler üst ekstremitelere girmeye ve birleşerek plexus brachialis'i oluşturmaya başlar.

16. evre (8-11 mm, 37 günlük); C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub> ve T<sub>1</sub> plexus brachialis'i şekillendirir, plexus brachialis caudale doğru meyilli değildir. Nervus medianus, n. radialis ve n. ulnaris bu dönemde dirseğe ulaşır.

17. evre (11-14 mm, 41 günlük); n. medianus, n. radialis ve n. ulnaris bu dönemde el taslağına kadar uzanır.

18. evre (13- 17 mm, 44 günlük); plexus brachialis caudale doğru meyillenir.

19. evre (16-18 mm, 48 günlük); plexus brachialis daha açık bir şekilde caudale doğru eğilir.

21. evre (22- 24 mm, 52 günlük); plexus brachialis görünür biçimde caudale ve 1. costa üzerine doğru yönelir. Üst ekstremité sinirlerinin yetişkindekine benzer uyum ve düzenlemesinin tamamlandığı görülür (5, 6).

## 2. 3. GENEL İNNERVASYON BİLGİSİ

Medulla spinalis'ten sinirler segmental olarak çıkmaktadır. Her bir spinal sinir çifti simetrik olarak sıralanmış bir çift somitten gelişen sahayı innerve etmektedir. Her spinal sinir aynı zamanda sınırları belirli bir deri sahasını da innerve eder (7).

Ekstremitelerde dermatomlar çok karışık şekillenme gösterirler. Bunun nedeni gelişim sırasında ekstremité tomurcukları belirince, metamerler (erken embriyonun vücut parçaları) ekstremité uzun eksenî boyunca paralel sıralar halinde dizilirler. Ekstremitenin distal kaslarını yapacak metamerler uca doğru göçlerinde aradan çekilince, metamerler arasındaki düzenli üst üste sıralanma bu bölgelerde değişmiş ve şekil değiştirmiş olur (8, 9).

Aynı segmentlere ait myoloblastlardan meydana gelen çeşitli kaslara giden periferik sinirlerde segmentlere uygun sinir liflerinin bir araya toplanması, *plexus* (sinir ağı) adı verilen oluşumların meydana gelmesine neden olmuştur. Plexuslarda birkaç spinal sinir lifleri önce birbiri ile karışır, sonra aynı kökenli kaslara giden sinir lifleri ayrı ayrı toplanır ve tekrar ayrılmak suretiyle çeşitli periferik sinirler halinde dağılırlar (8, 9).

Üst ekstremitenin innervasyonundan sorumlu m. spinalis segmentleri C<sub>4</sub>- T<sub>2</sub> arasındadır (7, 10). Bu segmentlerden gelen afferent ve efferent sinir liflerinin önce birbirleri ile birleşmeleri, sonra göğüs, omuz ve üst ekstremité kaslarına ve bu kasları örten deri bölgelerine gitmeleri, gidecekleri kasların orijinine göre biraraya toplanmaları plexus brachialis oluşumunu ortaya çıkarır. Plexus brachialis'ten çıkan periferik sinirlerin dağıldığı kasların, menşé bakımından çok sayıda segmentten gelişmiş olması ve aynı

zamanda sayıca da çok olmalarından dolayı, bu plexus oluşumunun yapısı çok karmaşıktır (11).

## 2. 4. PLEXUS BRACHIALIS ANATOMİSİ

Plexus brachialis, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub> ve T<sub>1</sub> n. spinalisler'in ramus ventralis'lerinin birleşmesi sonucu oluşur. Plexus brachialis'in yapısına, çoğunlukla C<sub>4</sub> ve T<sub>2</sub> n. spinalis ramus anteriorlar'dan gelen bir kısım lifler de katılabilir. Plexus brachialis, C<sub>4</sub>'ün katılımı fazla ise columna vertebralis ilişkisine göre **plexus prefix**, T<sub>2</sub>'nin katılımı fazla ise **plexus postfix** olarak adlandırılır (12, 13, 14, 15).

Plexus brachialis, m. sternocleidomastoideus'un arka kenarı ile clavicula arasındaki köşede, boyun arka üçgenindedir. Arteria subclavia ile birlikte, m. scalenus anterior ve m. scalenus medius arasından geçer. Daha sonra 1. costa ile clavicula arasından geçip fossa axillaris'e uzanır (10, 16). Sensitif, somatomotor ve sempatik lifler içerir (17).

Bu sinir ağını oluşturan n. spinalisler'in ramus anteriorlar'ın birleşmesi ile öncelikle üç trunkus oluşur. Trunkustan ayrılan dallar fasikulusları oluşturur, fasikuluslardan ayrılan dallar ise periferik sinirler olarak devam eder (12).

Trunkuslar, m. scalenus anterior ve m. scalenus medius'un arasında yer alan konumlarına göre isimlendirilirler. **Truncus superior**'u; C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> ve sıklıkla C<sub>4</sub> n. spinalisler' in ramus anteriorlar'ı birleşerek, **truncus medius**'u; C<sub>7</sub> n. spinalis'in ramus anteriorlar'ı, **truncus inferior**'u; C<sub>8</sub>, T<sub>1</sub>, bazen T<sub>2</sub>'nin n. spinalisler'in ramus anteriorlar'ı birleşerek oluşturur. Trunkuslar kısa bir seyirden sonra ön ve arka dallarına ayrılırlar. Fleksör grup kaslara giden ön dallara **divisiones anteriores**, ekstensör grup kaslara giden arka dallara **divisiones posteriores** denir. Bu dallar değişik kombinasyonlarda birleşerek üç adet fasikulus oluştururlar. Fasikuluslar, a. axillaris ile olan pozisyonlarına göre isimlendirilir (10, 12, 18). Truncus superior, medius ve posterior'un arka dalları birleşerek **fasciculus posterior**'u, truncus superior ve medius'un ön dalları birleşerek **fasciculus lateralis**'i, truncus inferior'un ön dalı tek başına **fasciculus medialis**'i oluşturur. Fasikuluslardan, üst ekstremitenin innervasyonunu sağlayacak terminal dallar çıkar. (12, 19, 20).

Plexus brachialis'in üst ekstremitayı innerve eden terminal dallarından en önemlileri; fasciculus lateralis ile medialis'den gelen iki dalın birleşmesiyle oluşan *n. medianus*, fasciculus medialis'den çıkan *n. ulnaris* ve fasciculus posteriordan çıkan *n. radialis*'tir (21).

Üst ekstremitaya giden sinirler; deri ve eklemler gibi derin dokuların duyuşal innervasyonu, kasların motor innervasyonu, sempatik vasomotor sinirler ile kan damarlarının çapları üzerine etki ve ter bezlerinin sempatik sekretomotor innervasyonu gibi önemli fonksiyonları sağlarlar (22).

## 2. 5. NERVUS MEDIANUS ANATOMİSİ

Nervus medianus fossa axillaris'te, fasciculus lateralis'ten ayrılan radix lateralis nervi mediani (C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>) ile fasciculus medialis'den ayrılan radix medialis nervi mediani (C<sub>8</sub>, T<sub>1</sub>)'nin, a. axillaris'in üçüncü parçasının üzerinde birleşmesiyle oluşur. Kolda hiç dal vermeden m. biceps brachii ile m. brachialis arasında a. brachialis ve n. ulnaris ile birlikte ilerler. Fossa axillaris'te a. axillaris'in anteriorunda bulunan n. medianus, daha aşağıda a. brachialis'in lateral'inde yer alır. Kolun ortalarında a. brachialis'i önden çaprazlayarak medialine geçer. Art. cubiti'nin proksimalinde aponeurosis bicipitalis'i delerek yüzeyelleşir. Fossa cubiti'de a. brachialis'in medialinde yer alır. Bu bölgedeki dikkatsizce yapılan arteriyel girişimlerde n. medianus yaralanabilir. Fossa cubiti'den sonra m. pronator teres'in iki başı arasına girer ve bu kası innerve eder. Daha sonra önkolun fleksör yüzünün derin ve yüzeyel kasları arasında aşağıya el bileğine uzanır. N. medianus, önkolun alt kısmında yüzeyel olarak bulunur ve m. palmaris longus ile m. flexor carpi radialis'in kırışları arasında sadece deri ve fascia ile örtülü olarak bulunur. N. medianus, canalis carpi'den geçerek el ayasına gelir, burada deri ve aponeurosis palmaris tarafından örtülmüştür, derininde fleksör kas kırışları bulunur. El bileğine girer girmez deri ve kas dallarına ayrılır (12, 23).

Nervus medianus dirsek eklemine kadar olan bölümünde dal vermez. Ancak bazen m. pronator teres'e giden dalı kolun distal kısmından ayrılabilir ve dirsek eklemine de birkaç sensitif dal gönderebilir. Bunlar dışındaki tüm dallarını önkolda ve elde verir (14).

### **Nervus medianus'un önkolda verdiği dallar:**

**Rami musculares:** Önkolun fleksör yüzünün proksimal yarısında, n. medianus'tan ayrılan somatomotor dallardır. Buradaki m. flexor carpi ulnaris dışındaki tüm yüzeysel fleksör kasları (m. palmaris longus, m. flexor carpi radialis, m. pronator teres, m. flexor digitorum superficialis) innerve eden dallar verir (10, 23).

**Nervus interosseus (antebrachii) anterior:** A. interossea anterior ile birlikte membrana interossea'nın ön yüzünde, m. flexor pollicis longus ve m. flexor digitorum profundus arasında el bileğine kadar uzanır. Burada verdiği uç dallar m. pronator quadratus ile el bileği eklemine dağılır. Önkolun fleksör yüzündeki derin kaslardan m. flexor digitorum profundus'un ulnar yarısı hariç, bu kasın radial yarısı, m. flexor pollicis longus ve m. pronator quadratus'u innerve eder (12).

**Ramus palmaris nervi mediani:** N. medianus'un önkolun üçte bir alt parçasında verdiği en son dalıdır ve daima n. medianus'un radial tarafından ayrılır (24). Bu dal fascia antebrachii'yi delerek yüzeyelleşir ve retinaculum musculorum flexorum'un yüzeyelinde geçerek tenar bölge derisine dağılan medial ve lateral dallarına ayrılır (23).

### **Nervus medianus'un elde verdiği dallar**

**Rami musculares (r. recurrens):** N. medianus'un radial tarafından ayrılan kısa ve ince bir daldır. Bazen başparmağa giden sensitif sinirle birlikte seyreder ve retinaculum musculorum flexorum'un derininden geçerek tenar kaslara gider. Somatomotor liflerden oluşan bu dallar, m. abductor pollicis brevis, m. opponens pollicis ve m. flexor pollicis brevis caput superficiale'yi innerve eder (14, 25).

**Nervi digitales palmares communes:** N. medianus, retinaculum musculorum flexorum'un derininde canalis carpi'den geçer geçmez çoğunlukla sensitif liflerden oluşan ve n. digitalis palmaris communis denilen dallara ayrılır. Bu dallar genellikle 3 adettir. N. digitalis palmaris communis'lerde n. digitalis palmaris proprius denilen uç dallarına ayrılarak parmakların birbirine bakan yan kenarlarında parmak ucuna kadar uzanır (14, 26, 27).

*Nervus digitalis palmaris communis I*; radial taraftadır ve üç dala ayrılır. İlk ikisi başparmağın her iki tarafında, üçüncüsü ise işaret parmağının radial tarafında dağılır. Ayrıca üçüncü dal m. lumbricalis I'e motor dal verir (12).

*Nervus digitalis palmaris communis II*; m. lumbricalis II'ye motor dal verdikten sonra işaret ve orta parmakların kökünde ikiye ayrılarak bu parmakların birbirine bakan yüzlerinde parmak ucuna kadar uzanır (12).

*Nervus digitalis palmaris communis III*; orta ve yüzük parmakların kökünde ikiye ayrılarak bu parmakların birbirine bakan yüzlerinde parmak ucuna kadar uzanır. Yüzük parmağına uzanan dalı n. ulnaris'e r. communicans (cum nervo ulnari) denilen bir dal verir. N. digitalis palmaris communis III, bazen m. lumbricalis III'e motor dal verebilir. Bu durumda m. lumbricalis III hem n. medianus'dan hem de n. ulnaris'den innerve olur (26-30).

*Nervi digitales palmares proprii*; n. digitalis palmaris communis'lerin parmaklarda dağılan terminal dallarıdır. N. medianus'a ait olan bu lifler, dağıldığı ilk üç buçuk parmağın palmar yüzleri ile bu parmakların dorsalindeki son iki falanks üzerindeki deriyi innerve eder. Bu sinirler parmak uçlarında ikiye dala ayrılır. Bunlardan birisi parmak ucunda, diğeri de tırnak yatağında dağılır (10, 12).

## **2. 6. NERVUS MEDIANUS'UN KLİNİK ÖNEMİ**

Nervus medianus seyri sırasında dirsekte, önkolda, el bileğinde veya elde çeşitli nedenlerle hasar görebilir. En sık retinaculum musculorum flexorum'un proksimalinde delici yaralanmalar ya da cam kesikleri ile hasar görür. Lezyonlar zedelenmenin bölgesine veya düzeyine göre sınıflandırılmaktadır.

### **Nervus medianus'un dirsek bölgesindeki yaralanması**

Nervus medianus sıklıkla dirsekte, humerus'un suprakondiler kırıklarında yaralanabilir (12).

**Motor kayıp:** N. medianus'un dirsekteki kesisinde m. flexor digitorum superficialis ve m. flexor pollicis longus felç olduğundan tüm parmakların ikinci falanksları, m. flexor digitorum profundus'un radial bölümü felç olduğundan ikinci ve üçüncü parmakların son falanksları fleksiyon hareketi yapamaz. Dördüncü ve beşinci parmakların son falanksları ve m. flexor digitorum profundus'un ulnar bölümü n. ulnaris'ten innerve olduğu için zarar görmez. Önkolun pronasyonu zayıflar ve supinasyon pozisyonunda kalır. Önkol sadece m. brachioradialis'in etkisiyle belli ölçüde pronasyon hareketi yapabilir.

Musculus flexor carpi ulnaris'in ulnar kısmı sağlam olduğu için el fleksiyon ve ulnar abduksiyon hareketi yapabilir. Parmaklarda mm. interossei'nin etkisi ile metakarpofalangeal eklemlerde zayıf fleksiyon hareketi yapılabilir.

Başparmak oppozisyon ve fleksiyon hareketi yapamaz. Tenar bölge kaslarının felcine bağlı olarak tenar kabarıklık düzleşir. Kişinin başparmağı ekstensiyon ve adduksiyon pozisyonunda kalarak diğer parmaklarla aynı düzlemde kalır. El yassılaşılarak **maymun eli (ebe eli)** görünümü alır. Yüzük ve küçük parmak fleksiyon hareketi yapabilir (12).

**Duyu kaybı:** N. medianus'u hasar görmüş kişilerde 4. parmağın ortasından uzunlamasına olarak geçen çizginin dış yanında kalan parmaklarda ve el ayasının radial kısmının üzerinde duyu kaybı gözlenir (23).

**Vasomotor değişiklikler:** Duyu kaybının izlendiği alanlarda deri daha sıcak ve kurudur. Sempatik etkinin kalkmasına bağlı olarak bölgede terleme olmaz ve ancak arteriyoller genişler. Duyu kaybı olan el parmaklarında derinin kuruduğu, pullanmanın arttığı ve tırnakların kırıldığı görülür (12).

**Pronator sendrom:** N. medianus'un önkolun üst kısmındaki seyri sırasında, m. pronator teres'in başlarında meydana gelen hipertrofi nedeniyle oluşan sıkışma nöropatisidir (16).

**Nervus medianus'un önkolun ortasında yaralanması:** Bu durumda sadece işaret parmağının fleksiyon hareketi zayıflar. Diğer önkol kaslarını innerve eden dallar dirsek eklemi yakınında sinirden ayrıldığı için parmaklar fleksiyon hareketini yapabilirler (12).

***Nervus interosseus antebrachii anterior'un yaralanması:*** Görülme sıklığı tüm üst ekstremité periferik sinir paralizileri arasında yaklaşık %1 oranındadır. Kardiyak kateterizasyon için vena brachialis'e girişim sırasında, yanlış enjeksiyonlarda, anormal kas veya bant varlığında, önkol kırıklarının açık redüksiyonu gibi cerrahi prosedürlerinde sinirin hasar görebildiği bilinmektedir (31).

### ***Nervus medianus'un el bileği hizasında yaralanması***

Nervus medianus en sık el bileği eklemi yakınlarında, kaza veya intihar nedeniyle hasara uğrar (16).

***Motor kayıp:*** Parmakların fleksiyonu ve önkol pronasyonunda etkili kaslara giden sinir dalları elbileğinin proksimalinden ayrıldıklarından, bu kasların tendonları kesilmedikçe fonksiyonları etkilenmez. Eldeki m. lumbricalis I ve II'nin felcine bağlı olarak ikinci ve üçüncü parmakların son iki falanksının ekstensiyon hareketi zayıflar. Birinci falanksın ekstensiyon hareketi n. radialis etkisiyle yapıldığından etkilenmez. Tenar kaslardan m. abductor pollicis brevis, m. opponens pollicis ve m. flexor pollicis brevis'in caput superficiale'si felç olacağından tenar kabartı kaybolur. Başparmak oppozisyon hareketini yapamaz. Elin kısaç hareketi imkansızlaşır. M. adductor pollicis, n. ulnaris tarafından innerve olduğundan başparmak adduksiyon hareketini yapabilir. M. extensor pollicis longus, m. extensor pollicis brevis ve m. abductor pollicis longus n. radialis tarafından innerve olduğu için başparmak arkaya ve dışa hareket edebilir. El yassılaştı ve ***maymun eli*** görünümünü almıştır (12, 16).

***Duyu kaybı:*** İşaret ve orta parmağın tamamında tam duyu kaybı olur. Başparmağın ulnar ve dördüncü parmağın radial kenarında duyu azalması olur. R. palmaris nervi mediani lig. carpi transversum'un üzerinden geçtiği için el ayasının proksimal kısmının üzerinde duyu kaybı olmaz (14).

***Vasomotor değişiklik:*** Duyu kaybının izlendiği alanlarda deri daha sıcak ve kurudur. Sempatik etkinin kalkmasına bağlı olarak terleme olmaz ve arteriyoller genişler. Parmaklarda da pullanmanın arttığı ve tırnakların kırıldığı görülür (12).



*Nervus medianus'un canalis carpi'den geçerken sıkışması:* Ekstensor kas tendonlarının sinovial kılıflarının kalınlaşması veya karpal kemiklerin artritine bağlı ödem canalis carpi'yi daraltarak n. medianus'u sıkıştırabilir. Bu durumda n. medianus'un dallarının elde dağıldığı, ilk üçbuçuk parmakta ağrı, uyuşma, yanma hissi, parmaklarda duyu kaybı ve tenar kaslarda kuvvet kaybı ile karakterize **karpal tünel sendromu** görülebilir (32-35).

*Nervus medianus ve n. ulnaris'in el bileğinde intihar girişimi amacıyla kesilmesi:* Bu durumda elin mm. lumbricales ve mm. interossei'nin felcine bağlı olarak birinci falanks fleksiyon, ikinci ve üçüncü falanks ekstensiyon hareketini yapamaz. N. radialis sağlam olduğundan birinci falanks ekstensiyon, ikinci ve üçüncü falankslar fleksiyon konumunda kalırlar. Bu pozisyondaki ele **pençe eli** denir (12, 28) .

## 2. 7. NERVUS ULNARIS ANATOMİSİ

Nervus ulnaris, plexus brachialis'in terminal dallarından olup fasciculus medialis'in aşağıya doğru devamı şeklindedir. Fossa axillaris'te a. axillaris'in iç tarafında bulunan n. ulnaris, kolda yine a. brachialis ve n. medianus'un iç tarafında ve m. biceps brachii'nin medial kenarında yüzeysel olarak ilerler. Kolun ortalarında içe ve arkaya doğru yer değiştirerek birlikte seyrettiği oluşumlardan ayrılır ve septum intermusculare brachii mediale'yi delerek arkaya geçer. Burada m. triceps brachii'nin caput mediale'sinin iç kenarını takip ederek, humerus'un epicondylus mediale'sindeki sulcus nervi ulnaris'e gelir. N. ulnaris, a. brachialis'ten ayrıldıktan sonra kolun 1/3 distal bölümünde a. collateralis ulnaris superior ile birlikte seyreder. Sulcus nervi ulnaris'te sadece deri ve fascia ile örtülü olan n. ulnaris, elle kolaylıkla hissedilebilir. Dirseğin sert bir yere çarpılmasında, n. ulnaris'in dağıldığı önkol ve elin ulnar tarafında ağrı veya uyuşma hissedilir (12, 36, 37).

Nervus ulnaris fossa cubiti'den geçtikten sonra önkolda m. flexor carpi ulnaris'in iki başı arasında ilerler. Önkolun ortasında m. flexor carpi ulnaris ile m. flexor digitorum profundus arasında uzanır. Daha sonra m. flexor carpi ulnaris'in radial kenarı boyunca ilerler. Verdiği dallarla m. flexor digitorum profundus'un medial kısmını ve m. flexor carpi ulnaris'i innerve eder. N. ulnaris önkolun alt yarısında a. ulnaris ile birlikte ve onun iç yanında ilerler. Bilekten 5 cm yukarıda r. dorsalis ve r. palmaris dallarını verir. Bu dallarını

verdikten sonra retinaculum musculorum flexorum'un yüzeyelinden geçerek ele ulaşır. Elde r. superficialis ve r. profundus olmak üzere uç dallarına ayrılır (14).

Nervus ulnaris kolda dal vermez. Dirsek eklemine altında dallarını verir.

**Rami articulares:** N. ulnaris'in sulcus nervi ulnaris'de ilerlerken dirsek eklemine verdiği birkaç sensitif daldır (10).

**Ramus cutaneus palmaris:** Önkolun ortasında n. ulnaris'den ayrılan ve a. ulnaris'in üzerinde elin palmar yüzüne kadar uzanan bir daldır. Retinaculum musculorum flexorum'un yakınında fascia antebrachii'yi delerek yüzeyelleşir. M. palmaris brevis'e motor dallar verdikten sonra el ayası derisinde dağılır (10, 12).

**Rami musculares:** Önkolda dirsek eklemi yakınlarında ayrılan iki dal olup m. flexor carpi ulnaris ile m. flexor digitorum profundus'un ulnar bölümünü innerve eder (10).

**Ramus dorsalis nervi ulnaris:** Önkolun distal 1/3'ünden ayrılarak m. flexor carpi ulnaris'in derininden ulnar tarafa doğru ilerleyerek fascia antebrachii'yi deler ve yüzeyelleşir. El bileği dorsalinde ulnar tarafta ilerlerken iki veya üç dala ayrılır. Nn. digitales dorsales denilen bu dalların birincisi küçük parmağın dorsal yüzünün ulnar kısmında, ikincisi dördüncü ve beşinci parmakların birbirlerine bakan yüzlerinde, üçüncü dal ise üçüncü ve dördüncü parmakların birbirlerine bakan yüzlerinde ve parmağın dorsalinde dağılırlar.

El sırtının duyu innervasyonu sinirlerin dağılım alanlarındaki farklılık nedeniyle varyasyon göstermektedir. Çoğu olguda parmakların radial taraftaki 3,5'i n. radialis'ten, ulnar taraftaki 1,5'i n. ulnaris'ten innerve olur. Bazen de parmakların radial 2,5'i n. radialis'ten, ulnar taraftaki 2,5'i n. ulnaris'ten innerve olur. Bu dorsal dal küçük parmakta sadece ilk iki, yüzük parmağında ise ilk falanks üzerindeki deride dağılır. Daha distalde bulunan deriyi ise n. ulnaris'in n. digitalis palmaris proprius'undan parmağın dorsale giden dallar innerve eder. Yüzük parmağının son iki falanksının radial tarafı n. medianus'tan innerve olur (10).

**Ramus palmaris nervi ulnaris:** N. ulnaris'in terminal dalları olup, retinaculum flexorum'un yüzeyelinden ve os pisiforme'nin de radial tarafından a. ulnaris ile birlikte geçerek avuca girer. Burada m. palmaris brevis'in derininde bulunan sinir, r. superficialis ve r. profundus olmak üzere iki dalına ayrılır (10).

**Ramus superficialis:** M. palmaris brevis'e somatomotor, eminentia hypothernaris'i örten deriye sensitif dal verdikten sonra beşinci parmağın ulnar kısmına giden n. digitalis palmaris communis dallarına ayrılır. N. digitalis palmaris communis parmak kökünde n. digitalis palmaris proprius denilen iki dalına ayrılarak dört ve beşinci parmağın birbirine bakan yüzlerine dağılır. N. digitalis palmaris communis'ten ayrılan bir dal **rr. communicans (cum nervi ulnari)** n. medianus'a katılır (10, 14).

**Ramus profundus:** R. superficialis'ten daha ince olan bu dal m. abductor digiti minimi ve m. flexor digiti minimi brevis arasında ilerleyerek a. ulnaris'in derin dalı ile birlikte ossa metacarpi'lerin üst kısımları yakınında başparmağa doğru uzanır. M. opponens digiti minimi'yi delerek mm. interossei ve m. flexor digitorum profundus arasında ilerler. R. profundus'un başlangıcından m. abductor digiti minimi, m. flexor digiti minimi brevis ve m. opponens digiti minimi'yi innerve eden dallar çıkar. 3. ve 4. mm. lumbricales ve mm. interossei kaslara somatomotor dallar verir. R. profundus'un el bileği eklemine giden sensitif dalları da vardır (10, 14).

## 2. 8. NERVUS ULNARIS'İN KLİNİK ÖNEMİ

Nervus ulnaris, humerus'un epicondylus medialis kırıklarında, fossa cubiti'de, el bileğinde ve elde yaralanabilir.

### Nervus ulnaris'in dirsekteki hasarı

Nervus ulnaris en sık epicondylus medialis kırıklarında yaralanır.

**Motor kaybı:** Bu durumda m. flexor digitorum profundus'un ulnar parçası paralizik olduğu için dördüncü ve beşinci parmakların distal falanksları fleksiyon yapamaz. Elin fleksiyonu n. medianus'tan innerve olan m. flexor carpi radialis tarafından yapılır. Mm. interossei felç olduğundan hiçbir parmak adduksiyon hareketini yapamaz. Bu nedenle

parmakların arasında bir cisim tutamaz. M. adductor pollicis hasar gördüğü için başparmak adduksiyon hareketini yapamaz. Kişiden bir kağıt parçasını başparmağı ve işaret parmağı arasında tutması istenirse, m. flexor pollicis longus'a güçlü kontraksiyonla başparmağın distal falanksına fleksiyon yaptırarak bu işi başarır (**Froment belirtisi**). Eminentia hypothenaris düzleşir. Kişi elini yumruk yapmakta zorlanır (16).

Nervus ulnaris tarafından uyarılan mm. lumbricalis ve mm. interossei'deki fonksiyon kaybı nedeniyle, yüzük parmağı ile küçük parmak, art. metacarpophalangea'da fleksiyon, art. interphalangea'da ekstensiyon hareketi yapılamaz. Bu nedenle parmaklar arslan pençesi görünümündedir (**pençe el**). Bu görüntünün nedeni, m. flexor digitorum profundus'un n. medianus tarafından uyarılan bölümü ile, n. radialis tarafından uyarılan ekstensör kasların karşılanamayan etkisidir (14, 16).

**Duyu kaybı:** Hipotenar bölgede ve son 1,5 parmağın ön ile arka yüzlerinde duyu kaybı görülür.

**Kübital tünel sendromu:** N. ulnaris'in m. flexor carpi ulnaris'in iki başı arasında (kübital tünel) sıkışması sonucu olan bir tuzak nöropatidir (16). N. ulnaris'in sıkışma nöropatisi, üst ekstremitenin kompresyon nöropatileri içerisinde karpal tünel sendromundan sonra ikinci sıklıkta gözlenir. Bu durumun en önemli nedeni olarak kübital tünel'in anatomik yapısı ve n. ulnaris arasındaki ilişki gösterilmektedir. Klinikte en sık n. ulnaris'in dağıldığı alanlarda ağrı, atrofi ve parestezi ile beraberdir (38, 39).

#### **Nervus ulnaris'in el bileğinde yaralanması**

M. flexor digitorum profundus sağlam olduğundan, distal falankslarda belirgin fleksiyon ve buna bağlı çok daha belirgin **pençe el** vardır.

**Duyu kaybı:** R. dorsalis nervi ulnaris önkol ortalarında ayrıldığından bu sinir hasardan etkilenmez. R. palmaris nervi ulnaris'in duyu alanı olan elin iç yan bölümü ve son 1,5 parmağın palmar yüzü ve dorsal yüzünün orta ve distal falanksa uyan bölümünde his kaybı olur (12).

**Ulnar tünel sendromu (Guyon kanal sendromu):** Genellikle n. ulnaris'in, os hamatum ile os pisiforme arasındaki **Guyon kanalında** sıkışması ile oluşan bir tuzak nöropatisidir. Klinik, genellikle bilek veya son iki parmak ağrısıyla karakterlidir. Etiyolojisinde; yumuşak doku kitleleri, vasküler anomaliler, mesleksi nörit (çekiç veya kompresör kullanımı), distal radius, ulna ve karpal kemiklerin fraktür veya dislokasyonları, ligamentöz yapışıklıklar, anormal kas ve tendonlar bildirilmiştir (16, 40).

## 2. 9. NERVUS RADIALIS ANATOMİSİ

Fasciculus posterior, m. subscapularis'in önünde n. axillaris ve n. radialis olarak ikiye ayrılır. N. axillaris'in somatomotor dalları m. deltoideus ve m. teres minor'ü innerve eder, sensitif dalları ise yine aynı kasları örten deriye ve art. humeri'nin alt-ön tarafına dağılır (10, 41). N. radialis, kolun ve önkolun ekstensör yüzündeki kasların motor ve bu bölgenin duyu innervasyonunu sağlar.

**Nervus radialis:** Plexus brachialis'in en kalın siniri olup fasciculus posterior'dan çıkar. Başlangıçta, a. axillaris'in 3. parçasının arkasında olup, m. subscapularis, m. latissimus dorsi ve m. teres major'u önden çaprazlar. M. teres major'un alt kenarında, dış doğru yön değiştirerek corpus humeri'nin arka yüzünde, m. triceps brachii'nin caput laterale ve mediale'si arasındaki sulcus nervi radialis'te a. profunda brachii ile birlikte acromion'un yaklaşık 97- 142 mm distalinde uzanır (10, 13, 14, 41). N. radialis, distal artiküler yüzeyden ortalama 150 mm uzaklıkta orta hatta geçer ve epicondylus lateralis'ten ortalama 122 mm uzaklıkta kolun dış kısmında septum intermusculare laterale'yi deler (41, 42, 43, 44). Kolun ön kısmında m. brachioradialis ile m. brachialis ve m. extensor carpi radialis arasındaki bölmenin derininde seyrederek. Epicondylus lateralis'in anterior'undan geçerken, 1- 3 cm distalinde r. superficialis ve r. profundus (n. interosseus posterior) olmak üzere iki terminal dala ayrılır. N. radialis'in terminal dalları dışında kolda kasa, deriye ve eklemeye verdiği dalları vardır (14, 45).

### **Nervus radialis'in kolda verdiği dallar**

**Rami musculares:** Medial, lateral ve posterior olmak üzere 3 gruba ayrılarak m. triceps brachii, m. anconeus, m. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus ve m. brachialis'i innerve eder. **R. muscularis medialis;** fossa axillaris'te, kolun medial

kenarında n. radialis'den ayrılır ve m. triceps brachii'nin caput mediale ve caput longum'unu innerve eder. **R. muscularis lateralis;** septum intermusculare laterale'nin önünde n. radialis'den ayrılır ve m. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus ve m. brachialis'in lateral bölümünü innerve eder. **R. muscularis posterior;** sulcus nervi radialis'te n. radialis'ten ayrılır ve m. triceps brachii'nin caput laterale ve caput mediale'si ile m. anconeus'u innerve eder (10).

**Rami cutaneous:** N. radialis'ten üç ayrı dal halinde ayrılarak kolun ekstensör yüzünün duysal innervasyonunu sağlarlar. **N. cutaneus brachii posterior;** ince bir dal şeklinde fossa axillaris'te n. radialis'ten ayrılır. Kolun medialinde uzanarak, olecranon'nun yakınında posterior yüzünün derisinde dağılır. **N. cutaneus brachii lateralis inferior;** m. deltoideus'un alt ucu yakınlarında n. radialis'ten ayrılır. M. triceps brachii'nin caput laterale'sini, m. deltoideus'un sonlanma yeri yakınında delerek yüzeyelleşir. V. cephalica ile birlikte seyrederek kolun alt yarısı lateral bölge derisinde dağılır. **N. cutaneus antebrachii posterior;** n. cutaneus brachii lateralis inferior ile birlikte n. radialis'ten ayrılır. M. triceps brachii'nin lateral başını delerek beraber seyreder. Önce kolun lateralinde, daha sonra da önkolun dorsal tarafında elbileği eklemine kadar uzanır ve buralarda dağılır (10, 14).

**Rami articulares:** N. radialis'ten çıkıp dirsek ekleminde dağılan sensitif dallardır (12).

### **Nervus radialis'in önkolda verdiği dallar**

**Rami superficialis:** M. brachioradialis'in derininde ve önkolun radial tarafında uzanır. Önkolun üst 1/3'ünde a. radialis'e yaklaşır, orta 1/3'ünde a. radialis'in hemen lateralinde bulunur ve alt 1/3'ünde ise a. radialis'den uzaklaşarak laterale doğru m. brachioradialis'in girişini derin yüzünden ve başparmağın ekstensör kaslarını da yüzeyelinden çaprazlayarak el bileğinin dorsal tarafına gelir. Burada medial ve lateral dallarına ayrılır. **Lateral dal;** daha ince olup başparmağın radial taraf derisinde dağılır ve n. cutaneus antebrachii lateralis'in palmar dalı ile bağlantı kurar. **Medial dal;** el sırtında r. communicans ulnaris denilen bir dal aracılığıyla n. ulnaris ile bağlantı kurar. Daha sonra nn. digitales dorsales denilen dallarına ayrılır.

*Nervi digitales dorsales*; elin dorsal yüzünü örten ilk üç buçuk parmağının derisini innerve eder. Başparmağın radial tarafı ve dorsal yüzü, işaret parmağının dorsal yüzü ve orta parmağın radial yarısının dorsalini kaplayan derinin duyusunu taşır (10, 12, 14) .

***Ramus profundus (N. interosseus posterior)***: M. supinator'un iki tabakası arasında radius'un lateralinden dolanarak önkolun dorsal yüzüne geçer. Daha aşağıda yüzeyel ve derin ekstensör kaslar arasında a. interossea posterior ile birlikte ilerler. Önkolun dorsalinde üst kısımda bulunan kaslara **rr. musculares** dallarını verir. Bu dalları verdikçe incelen sinir, membrana interossea antebrachii'in dorsal yüzü ile m. extensor pollicis longus arasında **n. interosseus (antebrachii) posterior** olarak uzanır. El bileğinin dorsalinde interkarpal ve metakarpofalangeal eklemlere verdiği sensitif dallarla sonlanır (10, 12, 14).

Nervus radialis, r. superficialis ve r. profundus olarak ikiye ayrılmadan önce m. triceps brachii, m. anconeus, m. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus ve m. brachialis'i innerve eder. M. triceps brachii'nin bazen hem n. radialis'den hem de n. musculocutaneus'dan innerve olduğu bilinmektedir (46, 47). R. profundus, m. extensor digitorum, m. extensor carpi radialis brevis, m. supinator, m. extensor digiti minimi, m. extensor carpi ulnaris, m. extensor indicis, m. extensor pollicis longus, m. abductor pollicis longus ve m. extensor pollicis brevis'i innerve eder (7).

## **2. 10. NERVUS RADIALIS'İN KLİNİK ÖNEMİ**

Nervus radialis en fazla hasar gören periferik sinirlerdendir. Genellikle motor kazaları veya ateşli silah yaralanmaları sırasında oluşan humerus gövde kırıkları nedeniyle zarar görür (48, 49, 50). Literatürde (41, 42, 51, 52) humerus gövdesine posterior yaklaşımın n. radialis için nispeten daha güvenli olduğu bildirilmesine rağmen, özellikle humerus kırıklarının açık redüksiyonu ve internal fiksasyonu nedeniyle humerus gövdesine posterior yaklaşımlar sonrasında iatrojenik nedenli sinir hasarı görüldüğünü söyleyen çalışmalar da mevcuttur (53, 54). Bu çalışmalarda operasyon sonrası n. radialis paralizisinin %0- %10 oranında gözlemlendiği bildirilmiştir (51- 57).

Nervus radialis'in hasarı en sık fossa axillaris ve sulcus nervi radialis'te ilerleyen bölümünde olur.

### **Nervus radialis'in fossa axillaris'teki hasarı:**

Ençok uyumsuz koltuk değneği kullananlarda ve caput humeri kırık veya çıkıklarında sinir zedelenebilir.

**Motor kayıp;** M. triceps brachii, m. anconeus, m. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus, m. extensor carpi radialis brevis ve m. extensor digitorum kaslarının felcine bağlı olarak önkol ve elin ekstensiyon hareketi yapılamaz. **Düşük el** denilen görünüm izlenir. 2- 3 ay sonra kolun arka yüzünde atrofi gelişir.

Elin ekstensör kasları felç olduğundan bir nesneyi sıkıca tutması veya yumruk yapması olanaksızlaşır. M. supinator felç olmasına karşın önkol ve el fleksiyonda iken m. biceps brachii tarafından supinasyon hareketi yaptırılabilir. Ancak önkol ekstensiyon durumunda iken supinasyon hareketi etkin olarak yapılamaz. Mm. interossei ve mm. lumbricales sağlam olduğundan 2. -5. parmakların birinci falanksları fleksiyon, 2. ve 3. falanksları ekstensiyon hareketini yapabilir. Yine bu kaslar vasıtasıyla parmaklara abduksiyon ve adduksiyon hareketleri yaptırılabilir (12, 16).

**Duyu kaybı;** Kolun alt kısmının arka yüzündeki deride az da olsa izlenir. El sırtının dış yan bölümünde ve üç buçuk parmağın kökünün dorsal yüzünde duyu kaybı olur (12).

### **Nervus radialis'in sulcus nervi radialis'teki hasarı**

N. radialis burada kemik üzerine yaslanmış olarak seyreder. Bu nedenle devamlı kolun sert bir yere yaslanması ve humerus kırıkları sonucu kolayca zarar görebilir. Ayrıca bu bölgedeki kırığın kaynaşması sırasında oluşan tamir dokusunun içinde kalarak etkilenebilir. N. radialis'in kolun ortasında zarar görmesi halinde, kolun arka tarafındaki m. triceps brachii etkilenmez. Çünkü bu kaslara somatomotor lifler daha yukarıdan girer. Önkol ekstensiyon yapabilir ancak el ekstensiyon yapamaz (düşük el). 2- 3 ay sonra önkolun arka yüzünde atrofi gelişir (10, 12, 18) .

**Ramus profundus nervi radialis'in hasarı:** Önkolun ekstensör grup kaslarını innerve eden bu sinir özellikle caput radii kırık ve çıkıklarında zedelenebilir. R. profundus



sadece motor lif içerdiği için hasarı halinde duyu kaybı olmaz. Motor kayıp; m. triceps brachii, m. anconeus, m. brachioradialis ve m. extensor carpi radialis longus'un sinirleri sağlam olduğundan bu kasların felci görülmez. Önkol ve elin ekstensiyonu yapılabildiği için düşük el bulgusu görülmez (12, 14, 41). M. extensor carpi ulnaris paralizik olduğundan elin fleksiyonu radial deviasyonla sonlanır (16).

**Ramus superficialis nervi radialis'in hasarı:** R. superficialis sadece duysal lif taşıdığı için motor kayıp olmaz. El sırtında, elin ilk üç buçuk parmağın dorsal yüzünde parmak köklerinde duyu kaybı izlenir. Son iki falanksın duyu n. medianus tarafından alındığı için duyu kaybı olmaz (12).

***Radial tünel sendromu (N. interosseus posterior sendromu):*** Nervus radialis dirsek eklemi hizasında superficial dalı olan r. superficialis ve derin dalı n. interosseus posterior'u verdikten sonra radial tünel olarak bilinen epicondylus lateralis'ten m. supinator'un distal köşesine kadar devam eden musculoaponevrotik bir doku içerisinde uzanır. N. interosseus posterior'un radial tünel içerisindeki kompresyonu radial tünel sendromuna (n. interosseus posterior sendromu) yol açar. Bu radial sinirin en sık görülen tuzak nöropatisidir (58, 59).

Ramus superficialis n. radialis'in tuzak nöropatisi (Wartenberg sendromu) klinikte oldukça seyrek görülmekte olup ilk olarak 1922'de Stopford tarafından tanımlanmıştır. Wartenberg sendromu'nun etyolojisinde; travma, diabet, şiddetli soğuk, de Quervain hastalığı, lipoma, operasyonlar (60), m. brachioradialis ve m. extensor carpi radialis longus'un tendon kompresyonu (61) ve bu kasların varyasyonları (62) belirlenmiştir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda bulunan fetus koleksiyonundaki 50 erkek ve 50 dişi toplam 100 adet abort fetus üzerinde gerçekleştirildi.

Fetuslar %10'luk formalin kullanılarak, immersiyon yöntemiyle tespit edilmişti. Diseksiyona başlamadan önce tüm fetusların CRL (Crown Rump Length = Tepe Kık Mesafesi) uzunluklarına göre yaşları hafta olarak (13- 40 hafta) belirlenerek (Tablo 1), 2. (13- 27 hafta) ve 3. (28- 40 hafta) trimestr olarak gruplandırıldı (63). Çalışmada kullanılan tüm fetusların kol, önkol fleksör ve ekstensör yüzleri ile ellerin palmar yüzlerindeki n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in diseksiyonları yapıldı. Ölçümelerde meydana gelebilecek hatanın en aza indirilmesi amacıyla sinirlerin ve dallarının ölçümleri ve fotoğraflanması, diseksiyon işleminin yapıldığı gün ve aynı kişi tarafından gerçekleştirildi.

Çalışmada mikrodiseksiyon aletleri, 0,01 mm hassas digital kumpas (Vin), mikrocerrahi mikroskobu (Kaps Sam 62) ve fotoğraf makinası (Sony DSC- F828)'ndan yararlanıldı.

Plexus brachialis üzerinde yapılan bir çalışma için boyun ve fossa axillaris bölgeleri diseke edilmiş fetuslarda ilk olarak, fetusların kol (acromion ile olecranon arası mesafe), önkol (olecranon ile el bileği arası mesafe) ve el uzunlukları (el bileği ile orta parmak ucu), kumpas yardımıyla ölçüldü. Daha sonra n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis bulunarak, başlangıçtaki kalınlıkları ve çıkış yerlerinin boyun köküne (foramen intervertebrale) olan mesafesi ölçülerek not edildi (Şekil 1). Kol, önkol ve el uzunlukları CRL'ye, sinirlerin boyun köküne uzaklığı üst ekstremitenin toplam uzunluğuna oranlandı.

**Tablo 1.** Fetus sayılarının haftalara göre dağılımı.

| Gestasyonel Yaş (Hafta) | 13 - 17 | 18 - 22 | 23 - 27 | 28 - 32 | 33 - 40 | Toplam |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Dişi                    | 13      | 15      | 12      | 7       | 3       | 50     |
| Erkek                   | 11      | 16      | 10      | 3       | 10      | 50     |

Daha sonra dirseğe kadar deri, derialtı yağ dokusu uzaklaştırılarak, kaslar ve sinirler görünür hale getirildi. Kol hiperekstensiyona getirilerek, n. medianus, kolun fleksör yüzünde orta hatta, başlangıç yerinden fossa cubiti'ye kadar takip edildi. Seyri sırasında kolda herhangi bir dal verip vermediği incelendi. N. ulnaris, kolun fleksör yüzünde ulnar tarafta, fasciculus medialis'ten çıkışından dirsek bölgesine kadar diseke edildi ve dal verip vermediği araştırıldı. N. medianus ve n. ulnaris'in seyirleri sırasında birbirleri ile ve diğer oluşumlarla ilişkileri incelendi.

Nervus medianus ve n. ulnaris'in önkoldaki seyirlerini incelemek amacıyla, önkol hiperekstensiyona getirilerek, önce epikondylar hattın ortasından elbileğine kadar bir kesi yapılarak deri her iki yöne doğru uzaklaştırıldı. Daha sonra derialtı yağ dokusu uzaklaştırılarak m. palmaris longus, m. pronator teres, m. flexor digitorum superficialis, m. flexor carpi radialis ve m. flexor carpi ulnaris görülür hale getirildi. M. palmaris longus ve m. flexor carpi radialis el bileğindeki tendonlarından kesilerek uzaklaştırıldı. Böylece m. flexor digitorum superficialis'in lifleri arasından n. medianus'un önkoldaki seyri retinaculum musculorum flexorum'a kadar takip edildi. N. medianus'un epicondylus medialis'ten başlayan kaslara verdiği dalları incelemek için m. pronator teres'in caput humerale'si sonlanma yerinden kesilerek serbestleştirildi. Önkolun fleksör yüzündeki derin bölge kaslarını innerve eden n. interosseus antebrachii anterior'un, n. medianus'tan çıkış yeri ve kalınlığı incelenerek not edildi (Şekil 1).

Nervus ulnaris'in koldaki incelenmesinden sonra dirsek ekleminde, sulcus nervi ulnaris'in üzerindeki fascia kaldırılıp, görülür hale getirildi. Burada verdiği musküler dallarının sayısı ve gittiği kaslar belirlendi. Daha sonra n. ulnaris, m. flexor carpi ulnaris'in radial kenarı boyunca el bileğine kadar takip edildi ve a. ulnaris'le birlikte seyrettiği yer belirlendi. R. dorsalis nervi ulnaris ve r. palmaris nervi ulnaris'in çıkış yerleri not edildi.

Nervus medianus ve n. ulnaris'in eldeki seyrini belirlemek için, el hiperekstensiyon pozisyonundayken el bileğinin orta hattından orta parmağın proksimal falanksların başlangıç yerlerine kadar deride bir kesi yapılarak deri ve subkutan yağ dokusu iki yönde kaldırıldı. M. palmaris brevis ve aponeurosis palmaris kesildi. Böylece canalis carpi içerisindeki n. medianus ve r. recurrens'in çıkış yeri görünür hale getirildi. R. recurrens, retinaculum musculorum flexorum'un derinine girdiği için seyri takip edilemedi. Arcus palmaris superficialis de kaldırılarak n. medianus ve n. ulnaris'in dalları nn. digitales

palmares communes ve nn. digitales palmares proprii incelendi. Parmak innervasyonlarındaki varyasyonlar ve ilişkiler belirlendi.

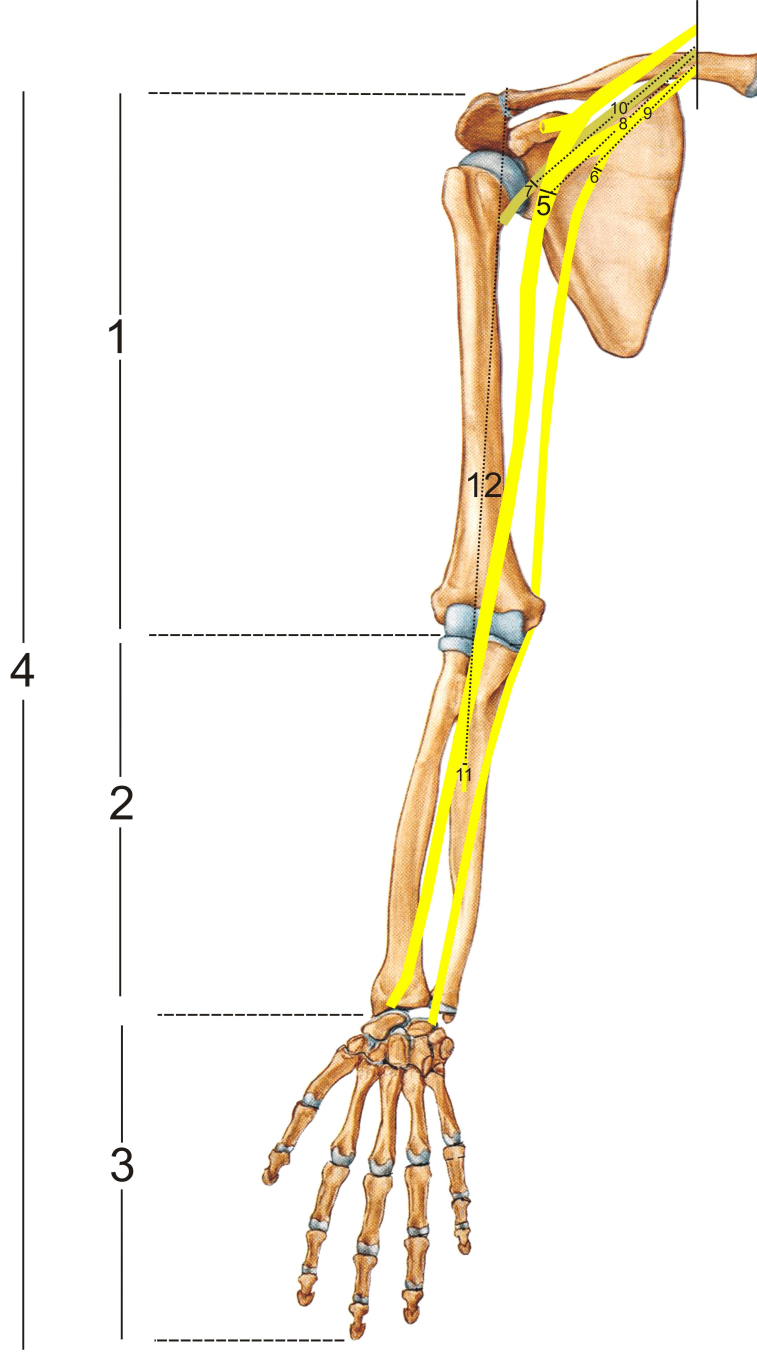
Nervus radialis, fasciculus posterior'dan çıktıktan sonra kolun proksimalinde fleksör yüzde n. medianus ve n. ulnaris ile beraber izlendi. Daha sonra kolun posterior yüzünde tam iç rotasyonda, pronasyon pozisyonunda acromion'dan epicondylar hattın ortasından geçen bir kesi yapıldıktan sonra deri ve derialtı yağ dokusu kaldırıldı. N. radialis, m. triceps brachii'nin caput laterale ve mediale arasındaki sulcus nervi radialis'te takip edildi. Burada kaslara verdiği musküler dallar not edildi. N. radialis'in koldaki ölçümleri üstte acromion altta epicondylus lateralis'e göre yapıldı.

Nervus radialis'in humerus'un arka yüzündeki spiral seyrini belirlemek için kemiğin medialindeki noktası üst sınır (proksimal sınır), lateralindeki noktası alt sınır (distal sınır) olarak kabul edildi. Alt ve üst sınırın acromion ve epicondylus lateralis'e göre ölçümleri alındı (Şekil 2). Bulunan değerler kol uzunluğuna oranlandı.

Nervus radialis'in önkolda verdiği r. superficialis ve r. profundus dallarının çıkış noktaları belirlendi kalınlıkları ölçüldü (Şekil 2) ve bulunan değerler n. radialis kalınlığına oranlandı. R. superficialis, önkolun radial tarafı boyunca takip edildi, varyasyonları not edildi. R. profundus'un, önkolun ekstensör yüzünde m. supinator'un iki tabakası arasından çıkışı gözlemlendi, çıkış yerinin olecranon'a uzaklığı ölçüldü, verdiği musküler dalların sayısı belirlendi. R. profundus bu dalları verdiğinde çok inceldiği için önkolun distalinde ve elin dorsal yüzünde takibi yapılamadı.

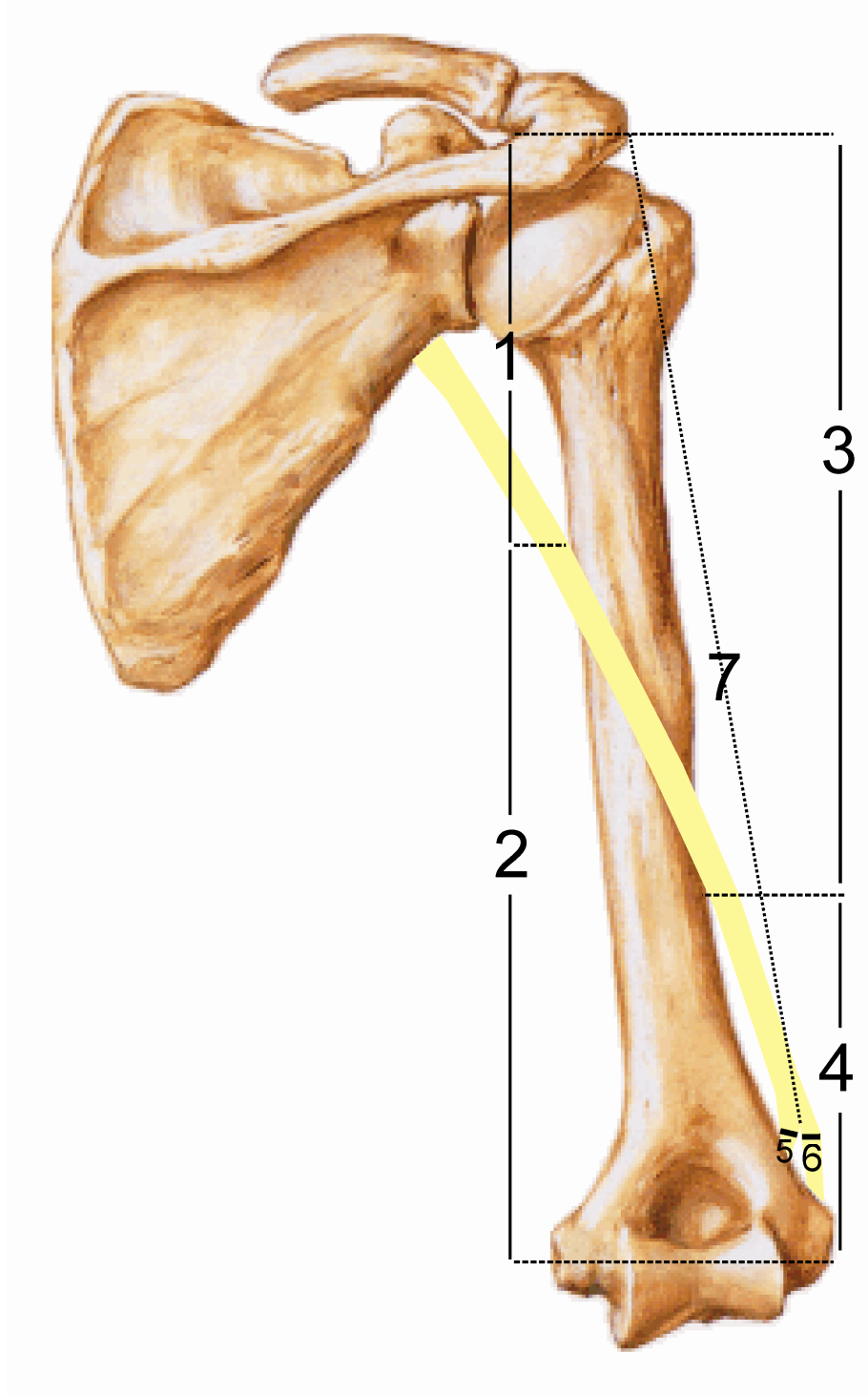
Musküler dalların varyasyonlarını daha iyi gösterebilmek için fotoğraflarla birlikte şematik çizimler kullanıldı. Sinirlerin, çok küçük olan dallarını göstermek için farklı yönlerde çekilerek fotoğraflanırken, şematik çizimlerde dalların orijinal çıkış yönü esas alındı ve çıkış sırasına göre numaralandırıldı.

Çalışmanın istatistiksel analizi SPSS for Windows 13.0 programında yapıldı. Üst ekstremité bölümlerinin ve sinirlerin ölçümleri trimestrlara göre ortalama  $\pm$  standart sapma değerleri hesaplandı. Trimestre, lateralizasyona ve cinsiyete göre karşılaştırmalarda ölçümlerin dağılım normal olmadığı için Mann-Whitney U testi kullanıldı. Parametreler arası bağlantı Spearman korelasyon katsayısı ile değerlendirildi.



**Şekil 1.** Kolun fleksör yüzünde ölçüm alınan yerler.

1. Kol uzunluğu (KU), 2. Önkol uzunluğu (OKU), 3. El uzunluğu (EU), 4. Üst ekstremité uzunluğu (ÜEU), 5. N. medianus kalınlığı (NMK), 6. N. ulnaris kalınlığı (NUK), 7. N. radialis kalınlığı (NRK), 8. N. medianus'un boyun köküne uzaklığı (NMUZ), 9. N. ulnaris'in boyun köküne uzaklığı (NUUZ), 10. N. radialis'in boyun köküne uzaklığı (NRUZ), 11. Nervus interosseus antebrachii anterior kalınlığı (NIAK), 12. Nervus interosseus antebrachii anterior'un acromion'a uzaklığı (NIAUZ).



**Şekil 2.** Kolun ekstensör yüzünde n. radialis'in ölçümleri.

1. Proksimal sınırın acromion'a uzaklığı (PS1), 2. Proksimal sınırın epicondylus lateralis'e uzaklığı (PS2), 3. Distal sınırın acromiona uzaklığı (DS1), 4. Distal sınırın epicondylus lateralis'e uzaklığı (DS2), 5. R. profundus kalınlığı (RPK), 6. R. superficialis kalınlığı (RSK), 7. Ramus superficialis ve ramus profundus'un ayrım yerinin acromiona uzaklığı (RSPU).

## 4. BULGULAR

### 4. 1. Ölçümlere ait bulgular

Çalışmada fetusların üst ekstremité gelişimini değerlendirmek amacıyla ölçülen kol, önkol, el uzunluklarının ve bunların CRL'ye oranlarının ortalama  $\pm$  SS (standart sapma) değerleri Tablo 2'de gösterildi. Bu veriler trimestr, cinsiyet ve lateralizasyon açısından Mann-Whitney U testi ile karşılaştırıldığında, fetusların uzunluk ölçümlerinde 2. ve 3. trimestr arasında anlamlı bir farklılık ( $P<0,01$ ) tespit edilirken ölçümlerin CRL'ye oranlarından elde edilen verilerde trimestrler arasında farklılık izlenmedi (Tablo 3). Tüm değerlerde dişi- erkek ve sağ- sol arasında anlamlı bir farklılık gözlenmedi (Tablo 4, 5).

Üst ekstremité uzunluk ölçümleri ve değerlerin CRL'ye oranlarının homojen dağılmadığı belirlendikten sonra korelasyon tabloları yapıldı (Tablo 6). İkinci, 3. trimestrde ve fetal dönemin tamamında GY ile ölçümler arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon (en az  $r: 0,49$ ,  $P<0,01$ ) bulundu. Korelasyonların 2. trimestrde, 3. trimestrden daha yüksek olduğu tespit edildi. Ölçüm verilerinin CRL'ye oranları ile GY arasında korelasyon izlenmedi (Tablo 6).

Nervus medianus, n. ulnaris ve n. radialis'lerin başlangıç kalınlıkları ve başlangıçlarının boyun köküne mesafelerinin trimestrlara göre ortalama  $\pm$  SS değerleri tablo 7'de gösterildi. Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılan sinirlerin kalınlık ve uzaklık ölçümlerinin 2. ve 3. trimestr arasında anlamlı farklılık ( $P<0,01$ ) gösterdiği, sağ-sol ve erkek-dişi arasında ise farklılık olmadığı belirlendi (Tablo 8, 9, 10). Çalışmadaki tüm fetus önkollarında, n. medianus'dan ayrıldığı gözlenen, n. interosseous antebrachii anterior'un başlangıç bölümündeki kalınlığı ve çıkış yerinin acromion'a uzaklığı trimestrlara göre ortalama  $\pm$  SS değerleri tablo 7'de gösterildi.

Nervus medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in kalınlık ve boyun köküne olan uzaklık ölçümleri ile kol uzunluğu, CRL ve GY ile arasındaki ilişkinin tespiti için Spearman korelasyon testi kullanılarak, 2., 3. trimestr ve fetal dönemin tamamında ölçümler ile kol uzunluğu, GY ve CRL arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon (en az  $r: 0,34$ ,  $P<0,01$ ) bulundu. Korelasyonların 2. trimestrde, 3. trimestrden daha yüksek olduğu gözlemlendi (Tablo 11, 12, 13). Uzaklık ölçümlerinin üst ekstremité uzunluğuna oranlanması ile elde edilen

değerlerin (özellikle NRUZ/ÜEU), 2. trimesterde ve fetal dönemin tamamında kol uzunluğu, GY ve CRL ile kuvvetli negatif korelasyon ( en az r: -0,15,  $P<0,01$ ) gösterdiği tespit edildi.

İkinci, 3. trimester ve fetal dönemin tamamındaki fetusların n. radialis'lerinin humerus'un arka yüzündeki seyrinin acromion ve epicondylus lateralis'e göre, üst (PS1, PS2) ve alt sınırının (DS1, DS2) ölçümlerinin ve bulunan değerlerin kol uzunluğuna oranlarının ortalama  $\pm$  SS değerleri tablo 14'de gösterildi.

Nervus radialis'in önkolda verdiği r. superficialis ve r. profundus'un başlangıç kalınlıkları ile çıkış noktalarının acromiona göre uzaklıkları ve kalınlık değerlerinin n. radialis'in kalınlığına oranları tablo 15'de gösterildi.

Tüm vakalarda n. radialis'in dalı r. profundus'un devamı olan n. interosseus posterior'un m. supinator içindeki seyrinin incelenmesinde kası deldiği noktanın epicondylus lateralis'e uzaklığı  $13,07 \pm 5,38$  (ortalama  $\pm$  SS) olarak bulundu.



**Tablo 2.** İkinci, 3. trimestr fetuslar ile tüm fetusların kol (KU), önkol (OKU), el (EU) uzunlukları ve bu değerlerin CRL'ye oranlarının ortalama±standart sapma değerleri.

| Parametreler | 2. trimestr<br>(n:154) | 3. trimestr<br>(n:46) | 2. ve 3. trimestr<br>(n:200) |
|--------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|
| KU           | 41,20±12,03            | 62,46±7,53            | 46,08±14,30                  |
| OKU          | 34,50±10,05            | 53,83±7,91            | 38,95±12,58                  |
| EU           | 24,68±8,75             | 45,16±6,14            | 29,38±11,92                  |
| ÜEU          | 100,38±30,27           | 161,45±20,12          | 114,43±38,21                 |
| KU/CRL       | 2,22±0,42              | 2,09±0,36             | 2,19±0,41                    |
| OKU/CRL      | 1,87±0,37              | 1,77±0,31             | 1,85±0,36                    |
| EU/CRL       | 1,36±0,23              | 1,32±0,23             | 1,35±0,24                    |
| ÜEU/CRL      | 5,46±0,96              | 5,19±0,85             | 5,47±0,97                    |

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu, CRL; Tepe- Kık mesafesi.

**Tablo 3.** Fetusların kol (KU), önkol (OKU), el (EU) uzunluk ölçümünün Mann-Whitney U testi ile **2. ve 3. trimestr** karşılaştırılması.

| Parametreler | 2. trimestr<br>(n:154) | 3. trimestr<br>(n: 46) | P           |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------|
| KU           | 41,20±12,03            | 62,46±7,53             | <b>0,00</b> |
| OKU          | 34,50±10,05            | 53,83±7,91             | <b>0,00</b> |
| EU           | 24,68±8,75             | 45,16±6,14             | <b>0,00</b> |
| ÜEU          | 100,38±30,27           | 161,45±20,12           | <b>0,00</b> |
| KU/CRL       | 2,22±0,42              | 2,09±0,36              | 0,04        |
| OKU/CRL      | 1,87±0,37              | 1,77±0,31              | 0,47        |
| EU/CRL       | 1,36±0,23              | 1,32±0,23              | 0,53        |
| ÜEU/CRL      | 5,46±0,96              | 5,19±0,85              | 0,41        |

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu, CRL; Tepe- Kık mesafesi.

P<0,01

**Tablo 4.** Fetusların kol (KU), önkol (OKU), el (EU) uzunluk ölçümünün Mann-Whitney U testi ile **sağ- sol** karşılaştırılması.

| Parametreler | SAĞ<br>(n:100) | SOL<br>(n:100) | P    |
|--------------|----------------|----------------|------|
| KU           | 46,49±14,42    | 45,68±14,24    | 0,71 |
| OKU          | 38,84±12,61    | 39,07±12,61    | 0,98 |
| EU           | 29,12±11,76    | 29,65±12,13    | 0,77 |
| ÜEU          | 114,45±38,27   | 114,41±38,33   | 0,97 |
| KU/CRL       | 2,20±0,41      | 2,18±0,41      | 0,82 |
| OKU/CRL      | 1,84±0,35      | 1,85±0,37      | 0,94 |
| EU/CRL       | 1,34±0,23      | 1,36±0,24      | 0,50 |
| ÜEU/CRL      | 5,39±0,94      | 5,40±0,95      | 0,79 |

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu, CRL; Tepe- Kık mesafesi.

P<0,01

**Tablo 5.** Fetusların kol (KU), önkol (OKU), el (EU) uzunlukları ölçümlerinin Mann-Whitney U testi ile **erkek- dişi** karşılaştırılması.

| Parametreler | ERKEK<br>(n:50) | DİŞİ<br>(n:50) | P    |
|--------------|-----------------|----------------|------|
| KU           | 46,96±15,34     | 45,20±13,09    | 0,49 |
| OKU          | 39,76±13,46     | 38,07±11,57    | 0,59 |
| EU           | 29,87±12,81     | 28,87±10,93    | 0,82 |
| ÜEU          | 116,53±41,05    | 112,15±34,93   | 0,62 |
| KU/CRL       | 2,27±0,49       | 2,11±0,29      | 0,01 |
| OKU/CRL      | 1,93±0,43       | 1,76±0,22      | 0,01 |
| EU/CRL       | 1,34±0,27       | 1,36±0,19      | 0,20 |
| ÜEU/CRL      | 5,55±1,15       | 5,24±0,62      | 0,41 |

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu, CRL; Tepe- Kık mesafesi.

P<0,01

**Tablo 6.** İkinci, 3. trimestr ve tüm fetusların kol (KU), önkol (OKU), el (EU) uzunlukları ile gestasyonel yaş (GY) arasındaki ilişki.

| Parametreler | 2. trimestr<br>(n:154) | 3. trimestr<br>(n: 46) | 2. ve 3. trimestr<br>(n: 200) |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| KU           | 0,77**                 | 0,53**                 | 0,86**                        |
| OKU          | 0,76**                 | 0,49**                 | 0,85**                        |
| EU           | 0,81**                 | 0,54**                 | 0,90**                        |
| ÜEU          | 0,79**                 | 0,53**                 | 0,88**                        |
| KU/CRL       | -0,01                  | 0,24                   | -0,04                         |
| OKU/CRL      | 0,06                   | 0,13                   | 0,10                          |
| EU/CRL       | -0,09                  | -0,04                  | -0,09                         |
| ÜEU/CRL      | 0,04                   | 0,19                   | -0,03                         |

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu, CRL; Tepe- Kık mesafesi.

\*\* = P<0,01

**Tablo 7.** İkinci, 3. trimestr ve tüm fetusların n. medianus, n. ulnaris, n. radialis ve n. interosseus antebrachii anterior'in başlangıç kalınlıkları (NMK, NUK, NRK, NIAK) ve n. medianus, n. ulnaris, n. radialis'in çıkış yerlerinin boyun köküne mesafesi (NMUZ, NUUZ, NRUZ), n. interosseus antebrachii anterior'in çıkış yerinin acromion'a uzaklığı (NIAUZ) ve ölçümlerin üst ekstremitenin uzunluğuna oranlarının ortalama  $\pm$  SS değerleri.

| Parametreler | 2. trimestr<br>(n:154) | 3. trimestr<br>(n: 46) | 2. ve 3. trimestr<br>(n: 200) |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| NMK          | 1,09 $\pm$ 0,41        | 1,92 $\pm$ 0,50        | 1,28 $\pm$ 0,56               |
| NUK          | 0,80 $\pm$ 0,31        | 1,38 $\pm$ 0,30        | 0,93 $\pm$ 0,39               |
| NRK          | 1,25 $\pm$ 0,45        | 2,16 $\pm$ 0,55        | 1,46 $\pm$ 0,61               |
| NIAK         | 0,39 $\pm$ 0,21        | 0,69 $\pm$ 0,25        | 0,45 $\pm$ 0,25               |
| NMUZ         | 17,04 $\pm$ 5,84       | 28,92 $\pm$ 7,58       | 19,78 $\pm$ 8,02              |
| NUUZ         | 12,06 $\pm$ 4,75       | 21,20 $\pm$ 6,24       | 14,17 $\pm$ 6,40              |
| NRUZ         | 10,64 $\pm$ 3,53       | 17,53 $\pm$ 4,72       | 12,22 $\pm$ 4,80              |
| NIAUZ        | 31,86 $\pm$ 11,26      | 54,07 $\pm$ 10,85      | 36,90 $\pm$ 14,56             |
| NMUZ/ÜEU     | 0,17 $\pm$ 0,04        | 0,17 $\pm$ 0,04        | 0,18 $\pm$ 0,48               |
| NUUZ/ÜEU     | 0,12 $\pm$ 0,02        | 0,13 $\pm$ 0,03        | 0,12 $\pm$ 0,03               |
| NRUZ/ÜEU     | 0,11 $\pm$ 0,02        | 0,11 $\pm$ 0,02        | 0,11 $\pm$ 0,02               |
| NIAUZ/ÜEU    | 0,32 $\pm$ 0,06        | 0,34 $\pm$ 0,05        | 0,32 $\pm$ 0,06               |

ÜEU; Üst ekstremiten uzunluğu.

**Tablo 8.** Fetusların n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in başlangıç kalınlıkları (NMK, NUK, NRK) ve çıkış yerlerinin boyun köküne mesafe ölçümlerinin (NMUZ, NUUZ, NRUZ) **2. - 3. trimestr** karşılaştırılması.

| Parametreler | 2. trimestr<br>n: 154 | 3. trimestr<br>n: 46 | P           |
|--------------|-----------------------|----------------------|-------------|
| NMK          | 1,09 $\pm$ 0,41       | 1,92 $\pm$ 0,50      | <b>0,00</b> |
| NUK          | 0,80 $\pm$ 0,31       | 1,38 $\pm$ 0,30      | <b>0,00</b> |
| NRK          | 1,25 $\pm$ 0,45       | 2,16 $\pm$ 0,55      | <b>0,00</b> |
| NMUZ         | 17,04 $\pm$ 5,84      | 28,92 $\pm$ 7,58     | <b>0,00</b> |
| NUUZ         | 12,06 $\pm$ 4,75      | 21,20 $\pm$ 6,24     | <b>0,00</b> |
| NRUZ         | 10,64 $\pm$ 3,53      | 17,53 $\pm$ 4,72     | <b>0,00</b> |
| NMUZ/ÜEU     | 0,17 $\pm$ 0,04       | 0,17 $\pm$ 0,04      | 0,26        |
| NUUZ/ÜEU     | 0,12 $\pm$ 0,02       | 0,13 $\pm$ 0,03      | 0,04        |
| NRUZ/ÜEU     | 0,11 $\pm$ 0,02       | 0,11 $\pm$ 0,02      | 0,93        |

ÜEU; Üst ekstremiten uzunluğu.

P<0,01

**Tablo 9.** Fetusların n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in başlangıç kalınlıkları (NMK, NUK, NRK) ve çıkış yerlerinin boyun köküne mesafe ölçümlerinin (NMUZ, NUUZ, NRUZ) **erkek - dişi** karşılaştırılması.

|          | ERKEK<br>n: 100 | DİŞİ<br>n: 100 | P    |
|----------|-----------------|----------------|------|
| NMK      | 1,34±0,62       | 1,22±0,47      | 0,43 |
| NUK      | 0,96±0,42       | 0,90±0,36      | 0,44 |
| NRK      | 1,51±0,67       | 1,40±0,53      | 0,48 |
| NMUZ     | 20,89±8,46      | 18,57±7,37     | 0,09 |
| NUUZ     | 14,80±6,73      | 13,48±5,99     | 0,25 |
| NRUZ     | 12,90±5,20      | 11,49±4,5      | 0,10 |
| NMUZ/ÜEU | 0,18±0,04       | 0,16±0,04      | 0,01 |
| NUUZ/ÜEU | 0,12±0,03       | 0,11±0,02      | 0,02 |
| NRUZ/ÜEU | 0,11±0,02       | 0,10±0,02      | 0,02 |

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu.

P<0,01

**Tablo 10.** Fetusların n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in başlangıç kalınlıkları (NMK, NUK, NRK) ve çıkış yerlerinin boyun köküne mesafe ölçümlerinin (NMUZ, NUUZ, NRUZ) **sağ - sol** karşılaştırılması.

|          | SAĞ<br>n: 100 | SOL<br>n: 100 | P    |
|----------|---------------|---------------|------|
| NMK      | 1,29±0,55     | 1,26±0,56     | 0,71 |
| NUK      | 0,97±0,41     | 0,89±0,38     | 0,16 |
| NRK      | 1,47±1,56     | 1,45±0,60     | 0,75 |
| NMUZ     | 19,78±7,90    | 19,78±8,17    | 0,89 |
| NUUZ     | 14,19±6,12    | 14,14±6,70    | 0,88 |
| NRUZ     | 12,37±4,78    | 12,08±4,84    | 0,67 |
| NMUZ/ÜEU | 0,17±0,04     | 0,17±0,04     | 0,77 |
| NUUZ/ÜEU | 0,12±0,02     | 0,12±0,03     | 0,83 |
| NRUZ/ÜEU | 0,11±0,02     | 0,11±0,02     | 0,44 |

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu.

P<0,01

**Tablo 11.** İkinci trimestr fetusların CRL, gestasyonel yaş (GY), kol uzunluğu (KU) ile n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in başlangıç kalınlıkları (NMK, NUK, NRK) ve çıkış yerlerinin boyun köküne mesafe ölçümleri (NMUZ, NUUZ, NRUZ) arasındaki korelasyon.

| Parametreler | CRL     | GY     | KU     |
|--------------|---------|--------|--------|
| NMK          | 0,64**  | 0,67** | 0,83** |
| NUK          | 0,63**  | 0,63** | 0,80** |
| NRK          | 0,70**  | 0,69** | 0,82** |
| NMUZ         | 0,58**  | 0,51** | 0,71** |
| NUUZ         | 0,62**  | 0,57** | 0,78** |
| NRUZ         | 0,51**  | 0,62** | 0,68** |
| NMUZ/ÜEU     | -0,16*  | -0,15* | -0,19* |
| NUUZ/ÜEU     | -0,08   | -0,08  | -0,06  |
| NRUZ/ÜEU     | -0,34** | 0,35** | -0,32* |

\* P<0,05 \*\* P<0,01

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu.

**Tablo 12.** Üçüncü trimestr fetusların CRL, gestasyonel yaş (GY), kol uzunluğu (KU) ile n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in başlangıç kalınlıkları (NMK, NUK, NRK) ve çıkış yerlerinin boyun köküne mesafe ölçümleri (NMUZ, NUUZ, NRUZ) arasındaki korelasyon.

| Parametreler | CRL    | GY     | KU     |
|--------------|--------|--------|--------|
| NMK          | 0,40** | 0,40** | 0,65** |
| NUK          | 0,23   | 0,22   | 0,28   |
| NRK          | 0,56** | 0,55** | 0,65** |
| NMUZ         | 0,42** | 0,42** | 0,34** |
| NUUZ         | 0,40** | 0,39** | 0,56** |
| NRUZ         | 0,53** | 0,53** | 0,58** |
| NMUZ/ÜEU     | 0,19   | 0,18   | -0,09  |
| NUUZ/ÜEU     | 0,18   | 0,17   | 0,19   |
| NRUZ/ÜEU     | 0,27   | 0,26   | 0,18   |

\* P<0,05 \*\* P<0,01

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu.

**Tablo 13.** İkinci ve üçüncü trimestr fetusların CRL, gestasyonel yaş (GY), kol uzunluğu (KU) ile n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in başlangıç kalınlıkları (NMK, NUK, NRK) ve çıkış yerlerinin boyun köküne mesafe ölçümleri (NMUZ, NUUZ, NRUZ) arasındaki korelasyon.

| Parametreler | CRL     | GY      | KU      |
|--------------|---------|---------|---------|
| NMK          | 0,79**  | 0,79**  | 0,86**  |
| NUK          | 0,78**  | 0,78**  | 0,85**  |
| NRK          | 0,81**  | 0,81**  | 0,86**  |
| NMUZ         | 0,74**  | 0,74**  | 0,79**  |
| NUUZ         | 0,74**  | 0,74**  | 0,83**  |
| NRUZ         | 0,67**  | 0,67**  | 0,75**  |
| NMUZ/ÜEU     | 0,03    | 0,03    | -0,10   |
| NUUZ/ÜEU     | 0,06    | 0,06    | 0,08    |
| NRUZ/ÜEU     | -0,19** | -0,20** | -0,20** |

\* P<0,05    \*\* P<0,01

ÜEU; Üst ekstremité uzunluğu.

**Tablo 14.** İkinci, 3. trimestr fetuslar ile tüm fetuslarda acromion ve epiconylus lateralis'e göre n. radialis'in proksimal (PS1, PS2) ve distal sınırın (DS1, DS2) uzaklık ölçümleri ile değerlerin kol uzunluğuna (KU) oranların ortalama  $\pm$  SS değerleri.

| Parametreler | 2. trimestr      | 3. trimestr      | 2. ve 3. trimestr |
|--------------|------------------|------------------|-------------------|
| PS1          | 14,96 $\pm$ 5,86 | 24,91 $\pm$ 4,63 | 17,25 $\pm$ 6,99  |
| PS2          | 37,55 $\pm$ 6,73 | 29,33 $\pm$ 9,26 | 26,24 $\pm$ 7,60  |
| DS1          | 24,54 $\pm$ 7,80 | 37,58 $\pm$ 5,29 | 27,54 $\pm$ 9,13  |
| DS2          | 24,88 $\pm$ 5,75 | 19,14 $\pm$ 7,51 | 16,66 $\pm$ 6,51  |
| PS1/KU       | 0,36 $\pm$ 0,06  | 0,40 $\pm$ 0,07  | 0,37 $\pm$ 0,07   |
| PS2/KU       | 0,64 $\pm$ 0,06  | 0,59 $\pm$ 0,06  | 0,63 $\pm$ 0,07   |
| DS1/KU       | 0,59 $\pm$ 0,08  | 0,60 $\pm$ 0,07  | 0,59 $\pm$ 0,08   |
| DS2/KU       | 0,40 $\pm$ 0,08  | 0,39 $\pm$ 0,07  | 0,40 $\pm$ 0,08   |

**Tablo 15.** İkinci ve üçüncü trimestr'deki fetuslarda n. radialis'in r. superficialis (RSK) ve r. profundus'unun (RPK) kalınlıkları ve bulunan değerlerin n. radialis'in kalınlıklarına (NRK) oranları ile r. superficialis ve r. profundus'un ayrım yerinin acromion'a mesafesinin (RSPU) ortalama  $\pm$  SS değerleri.

| Parametreler | 2. trimestr      | 3. trimestr      | 2. ve 3. trimestr |
|--------------|------------------|------------------|-------------------|
| RSK          | $0,43 \pm 0,23$  | $0,69 \pm 0,18$  | $0,49 \pm 0,24$   |
| RPK          | $0,53 \pm 0,31$  | $1,11 \pm 0,41$  | $0,74 \pm 0,39$   |
| RSK/NRK      | $0,34 \pm 0,15$  | $0,33 \pm 0,08$  | $0,34 \pm 0,14$   |
| RPK/NRK      | $0,50 \pm 0,19$  | $0,52 \pm 0,14$  | $0,50 \pm 0,18$   |
| RSPU         | $31,46 \pm 0,63$ | $50,78 \pm 7,47$ | $35,91 \pm 12,88$ |
| RSPU/ÜEU     | $0,31 \pm 0,04$  | $0,31 \pm 0,03$  | $0,31 \pm 0,04$   |

## **4. 2. Varyasyon bulguları**

Çalışmada, çift taraflı olarak yapılan diseksiyonlarda 100 adet sağ ve 100 adet sol toplam 200 adet üst ekstremitenin ekstensör ve fleksör yüzlerinde n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis diseksiyonu gerçekleştirildi. Her sinirin kol ve önkoldaki bulguları ayrı ayrı değerlendirildi. Elin palmar yüzü diseke edilerek, n. medianus, n. ulnaris ve dallarının dağılımı incelendi. Fetuslarda elin dorsal yüzünün diseksiyonu, deri, kas ve yağ dokularının gelişiminin yeterince tamamlanmaması nedeniyle gerçekleştirilemedi.

### **4. 2. 1. Nervus medianus'un seyri ve varyasyonları**

#### ***4. 2. 1. a. Nervus medianus'un koldaki seyri ve varyasyonları;***

N. medianus'un kolun fleksör yüzünde başlangıcından fossa cubiti'ye kadar olan bölümü incelendiğinde, tüm fetuslarda, kolun üst 1/2'lik bölümünde n. ulnaris ve a. brachialis'in lateralinde seyrettiği, daha sonra kolun 1/2'lik alt bölümünde ise a. brachialis'i önden çaprazlayarak medialine geçtiği saptandı. Koldaki seyri boyunca n. medianus ile n. ulnaris arasında herhangi bir anastomoz varlığı tespit edilmedi.

#### ***Görülen varyasyonlar;***

1. A. brachialis'in n. medianus'un önce medialinde seyrederken daha sonra anterior'undan dolanarak posterior'una geçmesi (Şekil 3); Bir olgu (%0,5).

2. N. medianus'u oluşturan radix medialis n. mediani ile radix lateralis n. mediani'nin normalden farklı olarak kolun 1/3 distal bölümünde birleşmesi (Şekil 4); 17 olgu (%8,5).

3. N. musculocutaneus ile n. medianus arasında bağlantı dalının bulunması; 21 olgu (%10,5). Bu bağlantıyı sağlayan dal 14 kolda (%7) n. musculocutaneus'un proximalinden (m. coracobrachialis'e giriş yeri) (Şekil 5) çıkarken, 7 kolda (%3,5) sinirin distalinden (m. coracobrachialis'ten çıktıktan sonra) (Şekil 6) geliyordu.

4. N. medianus'un kolun fleksör yüzünde (fossa cubiti'nin üzerinde) dal vermesi (Şekil 7); 2 olgu (%1). Her iki olguda da bu dalın m. pronator teres'e gittiği tespit edildi.



#### **4. 2. 1. b. Nervus medianus'un önkoldaki seyri ve varyasyonları;**

Nervus medianus'un önkolda epicondylus medialis'ten başlayan kaslara (m. pronator teres, m. palmaris longus, m. flexor carpi radialis, m. flexor digitorum superficialis) verdiği musküler dallar incelendi. Gestasyonel yaşı küçük fetuslarda kas gelişimi tamamlanmadığı için bu inceleme sadece 2. trimestr sonu (4 olgu) ve 3. trimestrdeki (46 olgu) toplam 50 fetus önkolunda yapıldı. N. medianus'tan ilk çıkan dalın 49 olguda (%98) m. pronator teres'e giderken (Şekil 8) sadece 1 olguda (%2) ilk çıkan dalın n. interosseus anterior olduğu belirlendi (Şekil 9). Musküler dallarla ilgisi olmayan, önkolun ortalarında n. medianus'tan çıkan ve çıktıktan 3,8 cm sonra tekrar n. medianus'a katılan bir dalın varlığı gözlemlendi (Şekil 10).

#### ***Musculus pronator teres'in innervasyonu;***

Musculus pronator teres'i innerve eden dallar 2 tipe ayrılarak sınıflandırıldı.

**Tip 1;** Tek kök halinde çıkan ve kasa girmeden hemen önce veya kasa girdikten sonra ikiye ayrılan dal (Şekil 8, 9, 11, 12, 13); 36 olgu (%72).

Bu dalın çıkış şekline göre iki alt grup belirlendi;

- **Tip 1a;** N. medianus'tan tek başına çıkması (Şekil 8, 9, 11, 12); 31 olgu (%62).
- **Tip 1b;** M. flexor carpi radialis'e giden dal ile beraber aynı kökten çıkması (Şekil 13); 5 olgu (%10)

**Tip 2;** M. pronator teres için n. medianus'tan kasın proksimal ve distaline giden birbirinden bağımsız iki ayrı dalın çıkması (Şekil 14, 15, 16); 14 olgu (%28).

Bu dalın çıkış şekillerine göre iki alt grup belirlendi;

- **Tip 2a;** N. medianus'tan üst ve alt iki dalın tek başlarına çıkmaları (Şekil 14, 15); 5 olgu (%10).
- **Tip 2b;** Diğer musküler dallarla beraber aynı kökten çıkmaları (Şekil 16); 9 olgu (%18)

Musculus pronator teres'e giden dalların diğer musküler dallarla ilişkisi değerlendirildiğinde; 17 olguda (%34) m. flexor carpi radialis (Şekil 13) veya m. palmaris longus'a giden dal ile (Şekil 16), 5 (%10) olguda m. flexor carpi radialis ve m. flexor digitorum superficialis ile beraber aynı kökten (Şekil 16) çıktığı belirlendi.

*Musculus flexor carpi radialis'in innervasyonu;*

- Musküler dalın m. pronator teres (Şekil 13) veya m. palmaris longus'a giden dal ile birlikte çıkması (Şekil 15); 30 olgu (%60).
- Tek dal halinde çıkması (Şekil 8, 9, 11, 14); 15 olgu (%30).
- M. flexor digitorum superficialis (Şekil 12) ve m. pronator teres ile birlikte aynı kökten çıkması (Şekil 16); 5 olgu (%10)

*Musculus palmaris longus innervasyonu;*

- Musküler dalın m. flexor carpi radialis (Şekil 15) veya m. pronator teres'e giden dal ile birlikte aynı kökten çıkması (Şekil 16); 38 olgu (%76).
- Tek dal halinde (Şekil 11); 10 olgu (%20)
- M. flexor digitorum profundus ile birlikte aynı kökten çıkması (Şekil 13); 2 olguda (%4).

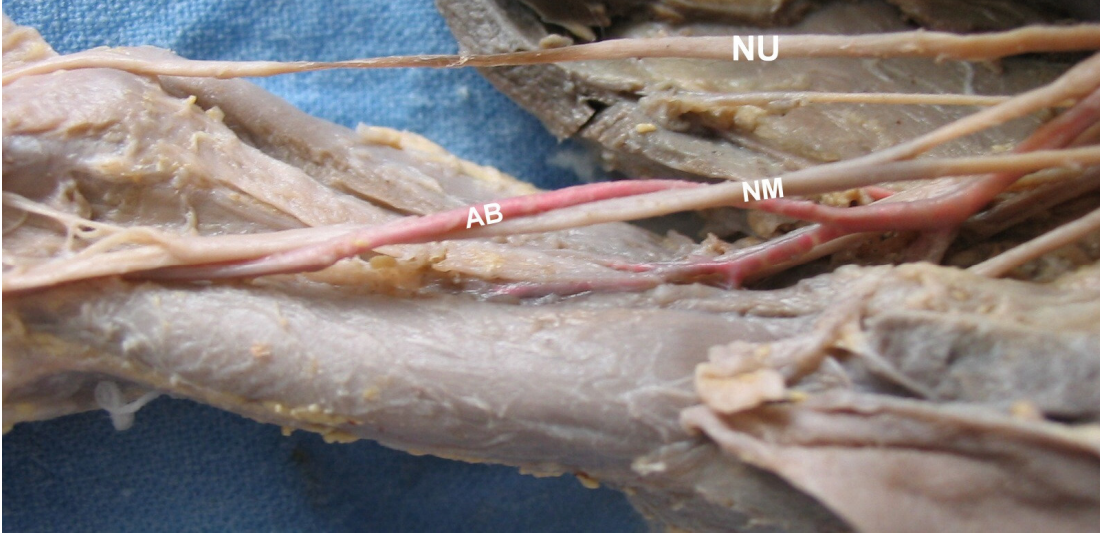
*Musculus flexor digitorum superficialis'in innervasyonu;*

Musküler dalın, 44 olguda (%64) 1 adet (Şekil 8, 9, 11, 14, 15, 16), 6 olguda (%12) 2 adet olduğu (Şekil 12) gözlemlendi.

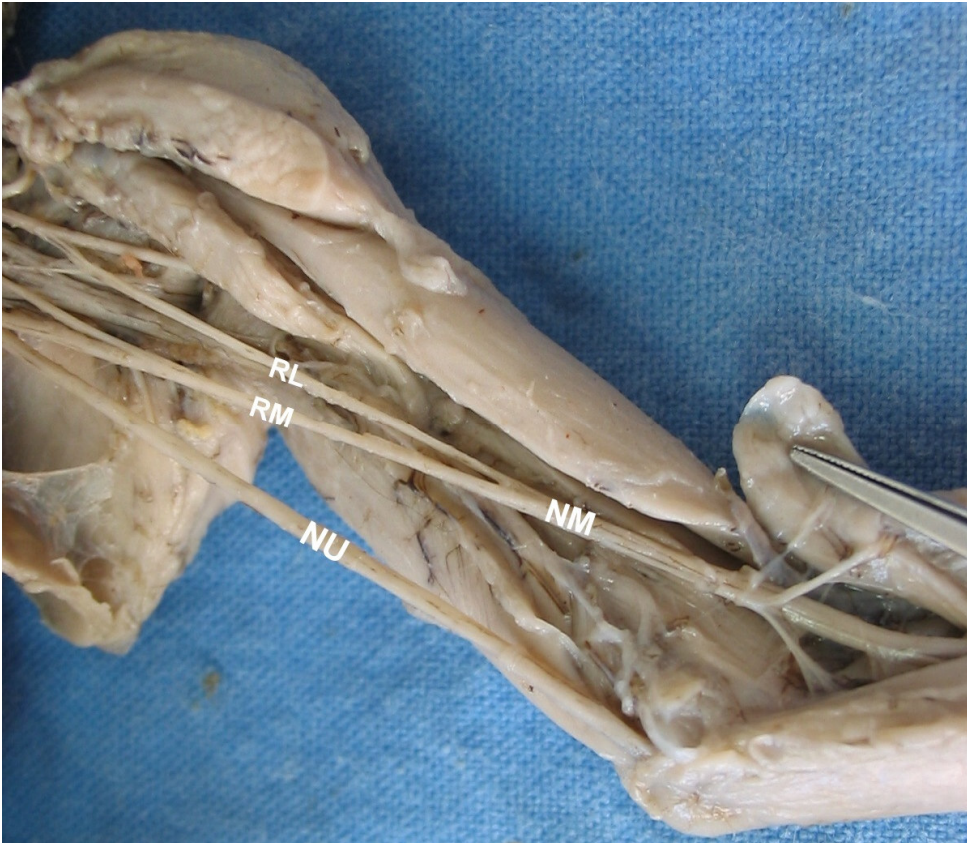
Bu dalların çıkış şekilleri incelendiğinde;

- Tek dal halinde çıkması (Şekil 8, 13, 14, 15); 32 olgu (%64)
- M. pronator teres (Şekil 12) ve/veya m. flexor carpi radialis'le birlikte aynı kökten çıkması (Şekil 12, 16); 11 olgu (%10).
- M. flexor digitorum profundus ile birlikte aynı kökten çıkması (Şekil 11); 2 olgu (%4).
- N. interosseous antebrachii anterior'dan çıkması (Şekil 9); 5 olgu (%10).

Epicondylus medialis'ten başlayan kaslar dışında m. flexor digitorum profundus'a giden dalın 7 kolda (%14) n. interosseous antebrachii anterior yerine n. medianus'tan çıktığı belirlendi (Şekil 8, 11, 12). 3 kolda (%45) bu kasa giden dal n. medianus'tan tek dal halinde çıkarken (Şekil 8), 2 kolda (%27,5) m. flexor digitorum superficialis ile (Şekil 11), 2 olguda (%27,5) m. palmaris longus'la beraber (Şekil 13) aynı kökten çıktığı bulundu.

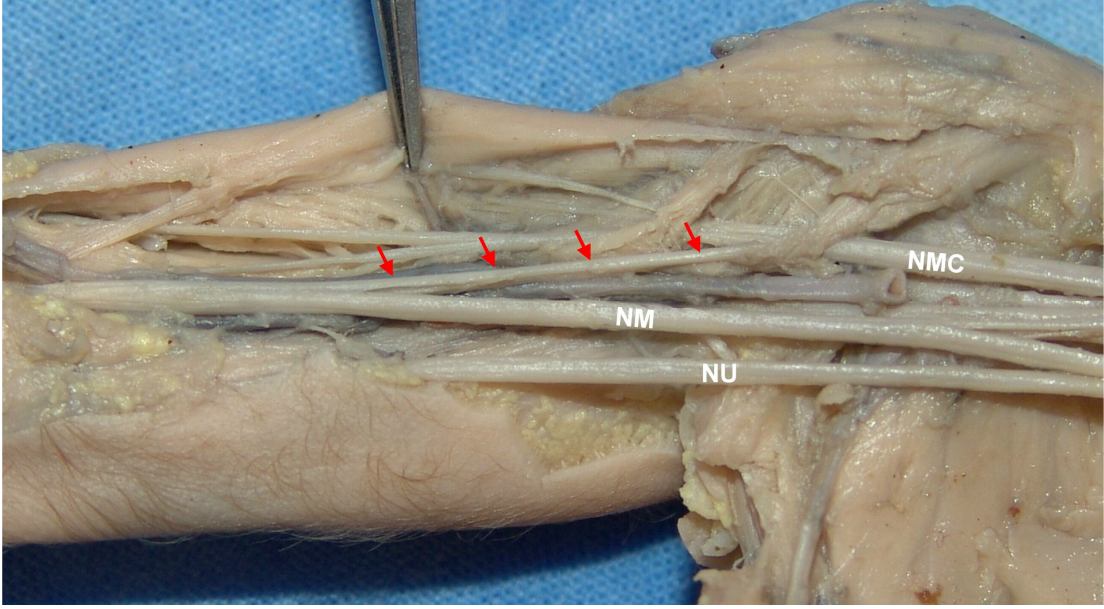


**Şekil 3.** 28 haftalık fetusta a. brachialis'in (AB) n. medianus'un (NM) önce medialinde seyrederken daha sonra anterior'undan dolanarak posterior'una geçişi. **NU:** N. ulnaris.

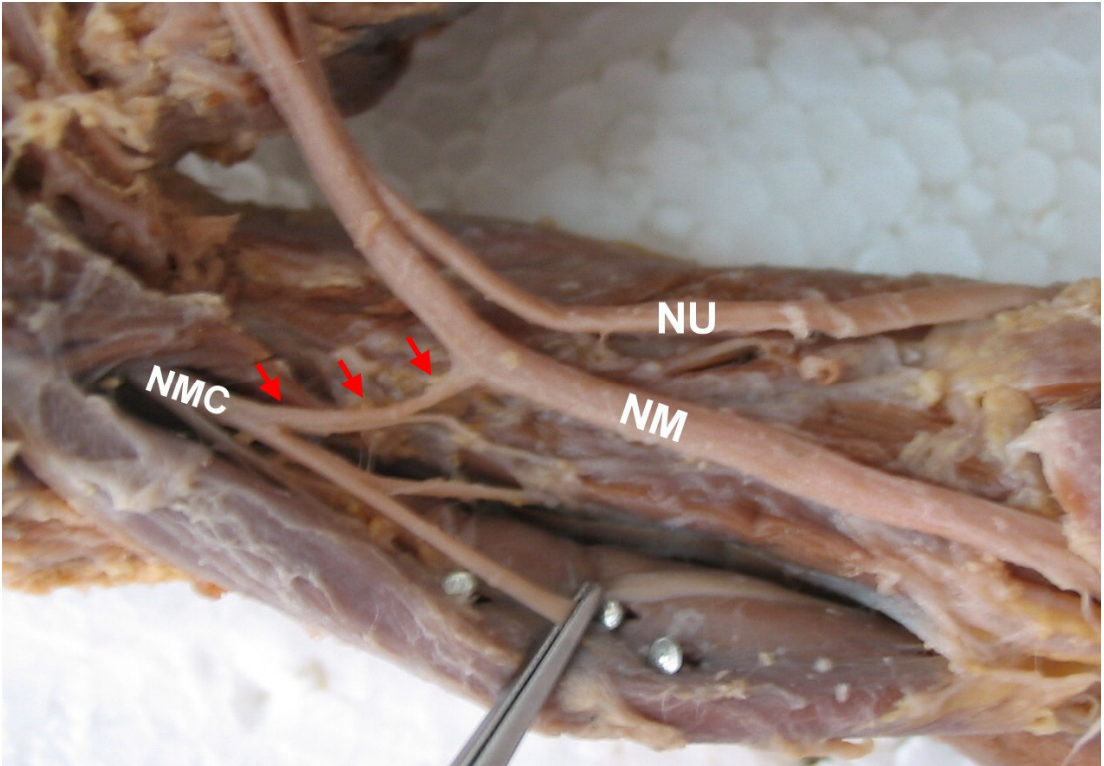


**Şekil 4.** 25 haftalık n. medianus'u (NM) oluşturan radialis medialis n. mediani (RM) ile radialis lateralis nervi mediani'nin (RL) kolun distalinde birleşmesi. **NU:** N. ulnaris

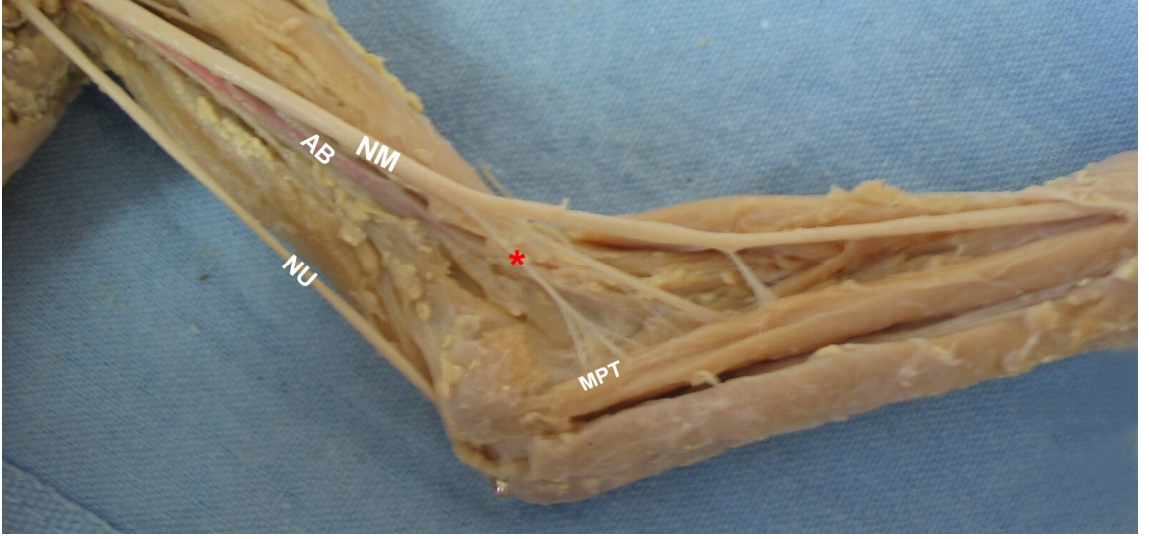




**Şekil 5.** 32 haftalık fetusta n. musculocutaneus (NMC) ile n. medianus (NM) arasında proximalden çıkan bağlantı dalı. **NU:** N. ulnaris

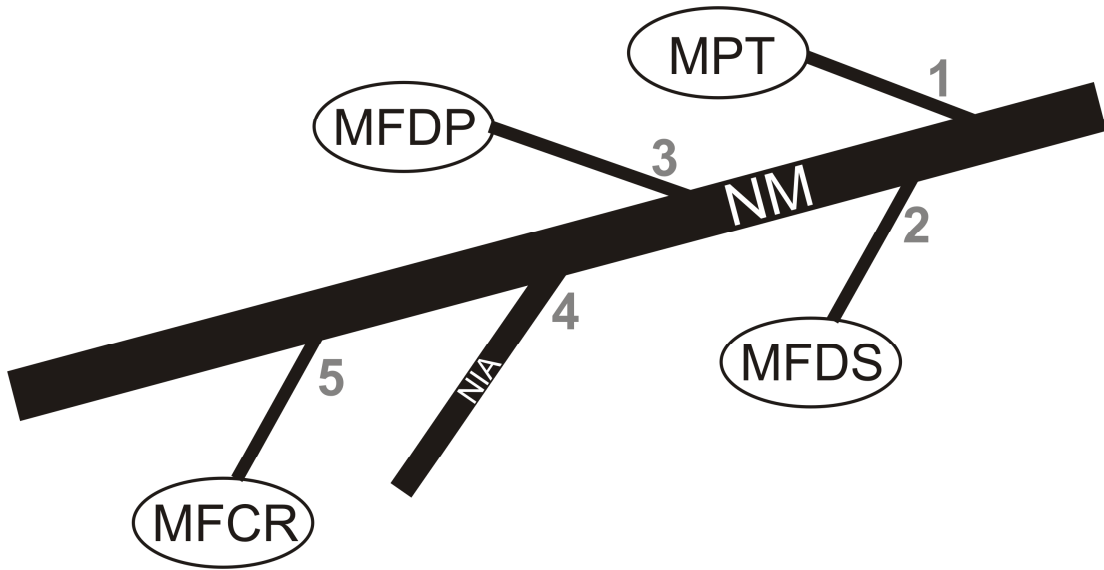
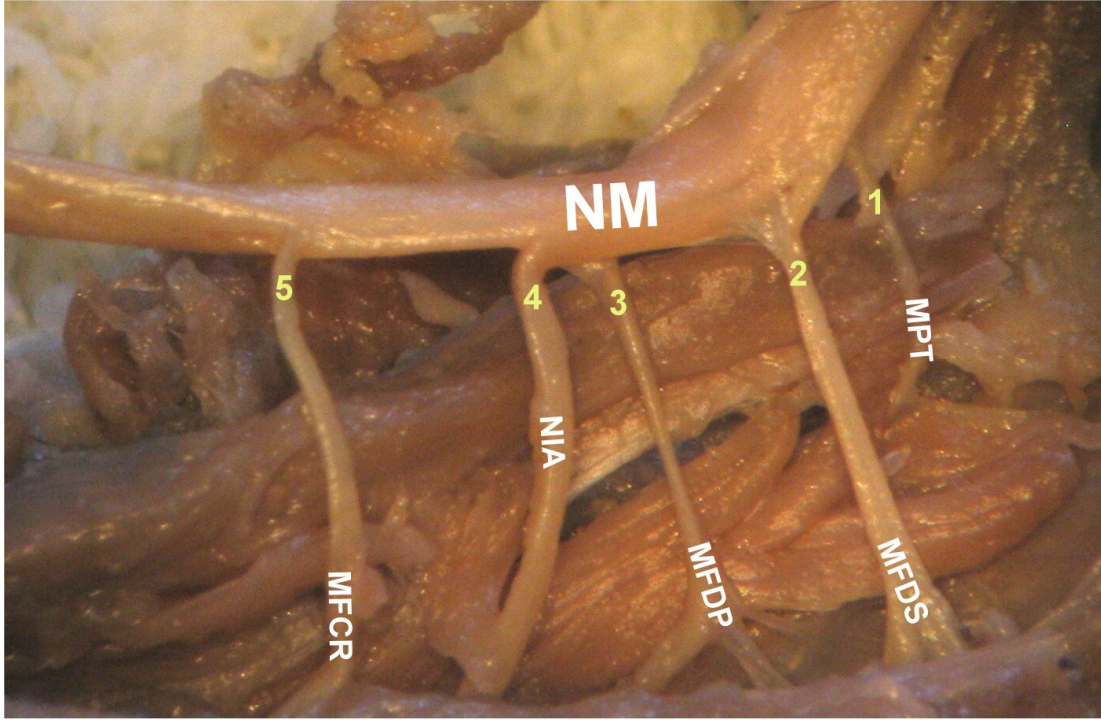


**Şekil 6.** 34 haftalık fetusta n. musculocutaneus (NMC) ile n. medianus (NM) arasında distalden çıkan bağlantı dalı. **NU:** N. ulnaris



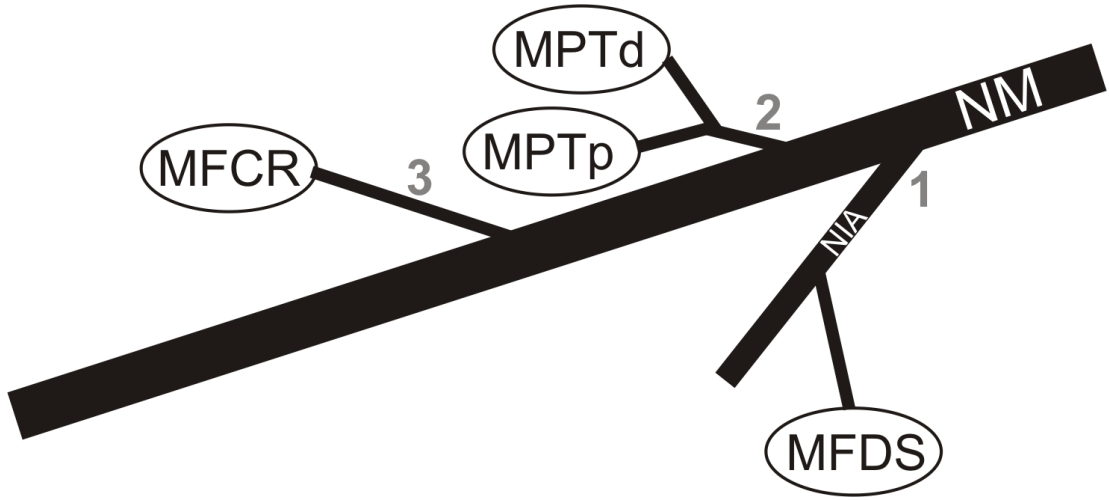
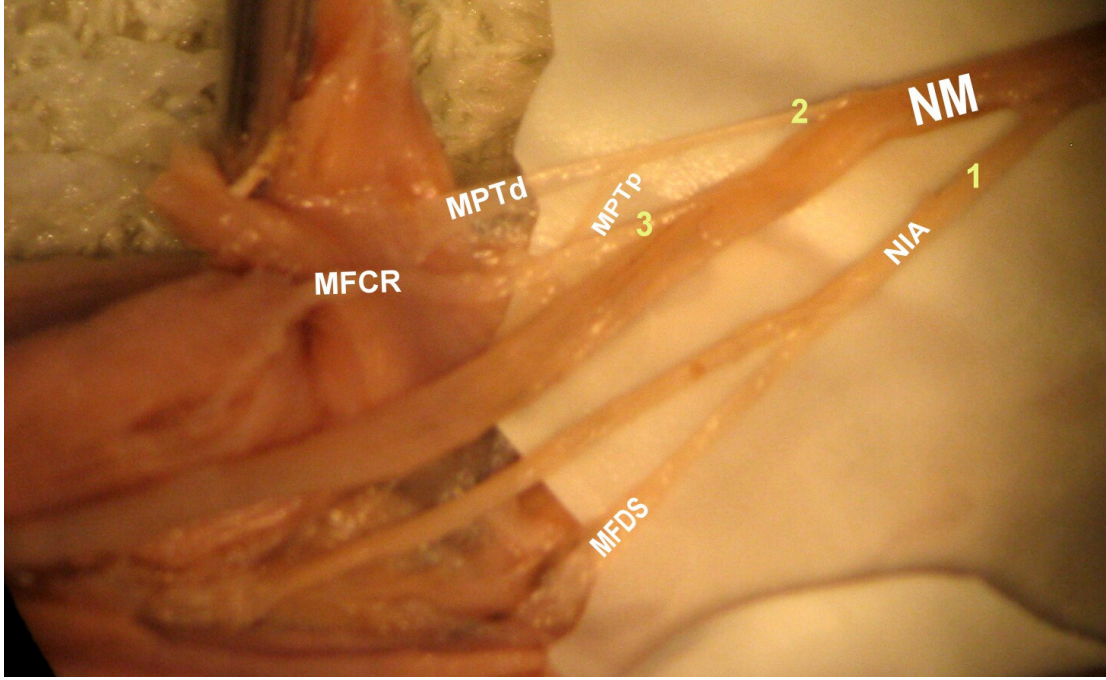
**Şekil 7.** 26 haftalık fetusta n. medianus'un (NM) fossa cubiti'nin üzerinde dal vermesi ve bu dalın m. pronator teres'e (MPT) gitmesi.

**AB:** A. brachialis, **NU:** N. ulnaris.



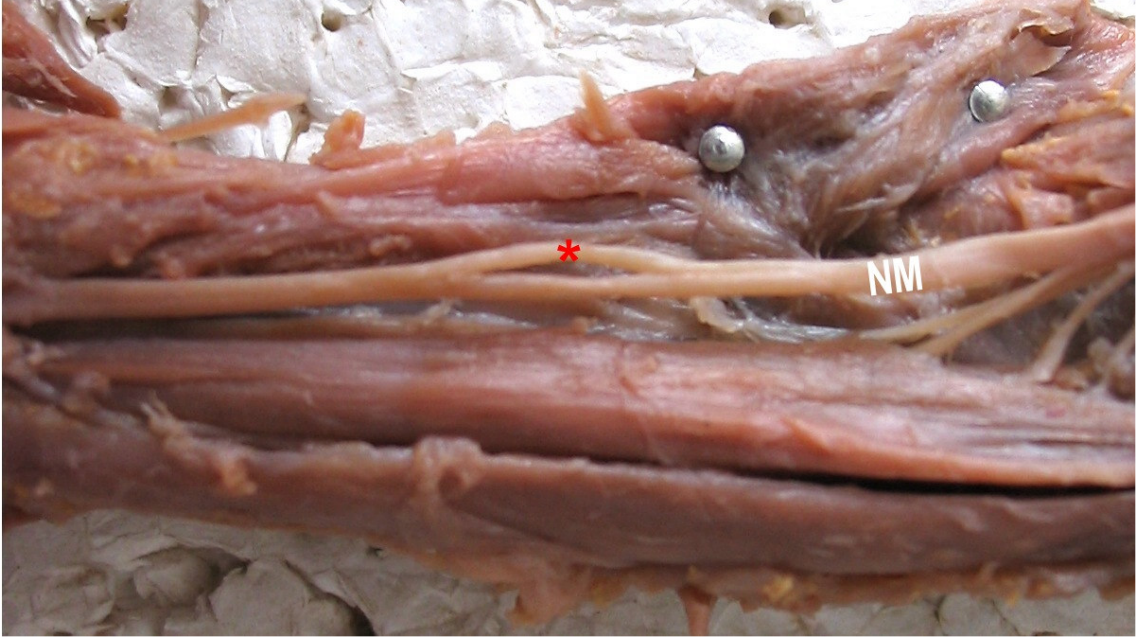
**Şekil 8.** 28 haftalık fetusta, n. medianus'un (NM) önkoldaki musküler dallarının çıkışları. **1;** M. pronator teres'e giden dal (MPT), **2;** M. flexor digitorum superficialis'e giden dal (MFDS), **3;** M. flexor digitorum profundus'a giden dal (MFDP), **4;** N. interosseus anterior (NIA), **5;** M. flexor carpi radialis'e giden dal (MFRCR).



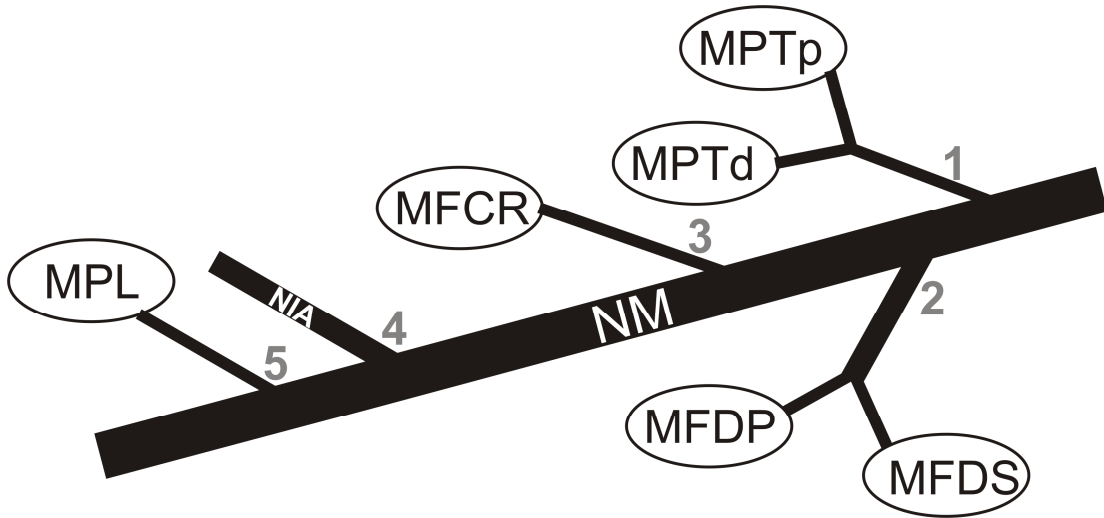
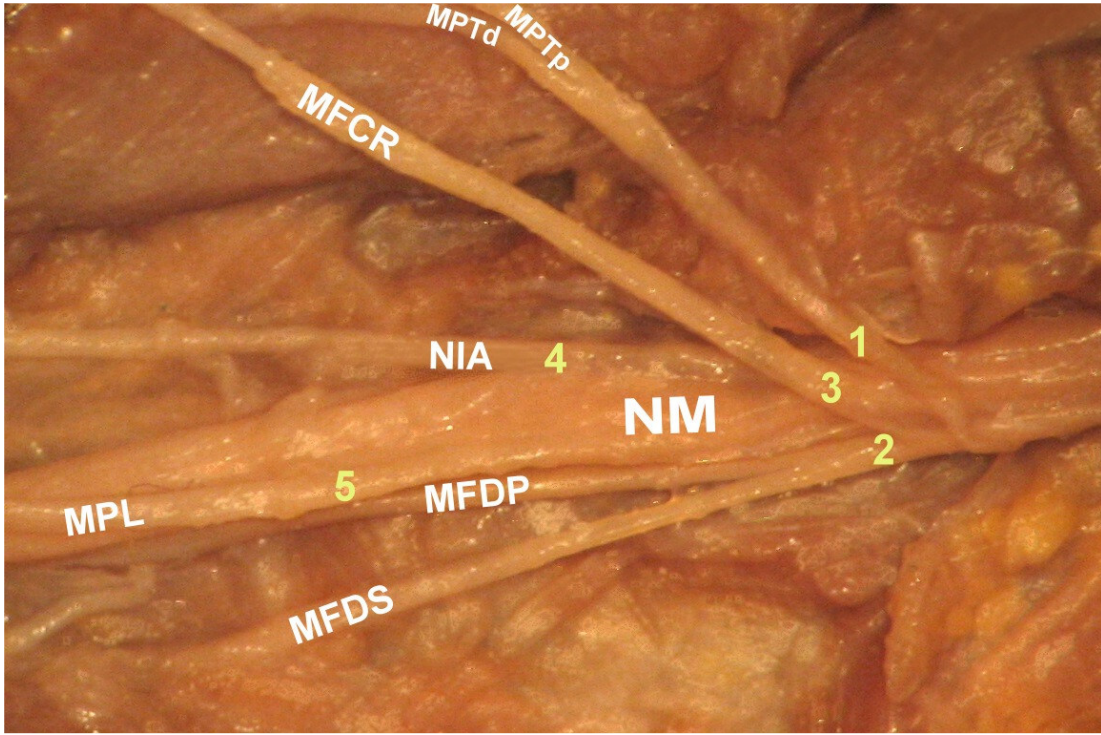


**Şekil 9.** 28 haftalık fetusta, n. medianus'un (NM) önkoldaki musküler dallarının çıkışları. **1;** N. interosseus anterior (NIA) ve m. flexor digitorum superficialis'e giden dalın (MFDS) NIA'dan çıkışı, **2;** M. pronator teres'e giden kök ve kasa girmeden önce ayrılan proksimal (MPTp) ve distal (MPTd) dallar, **3;** M. flexor carpi radialis'e giden dal (MFCR).

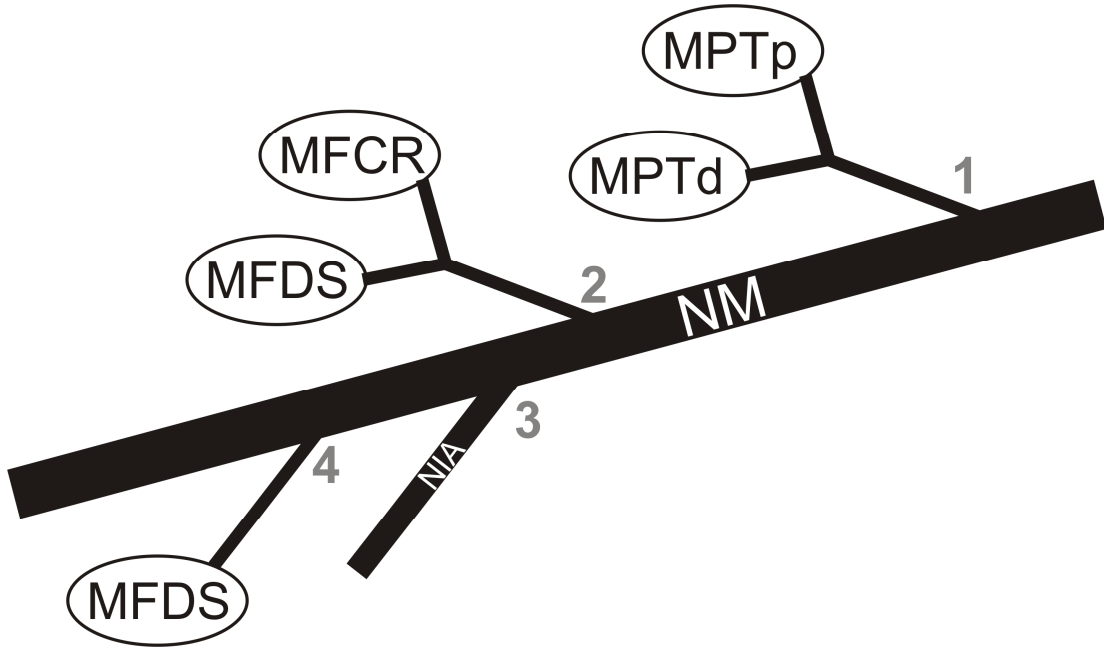
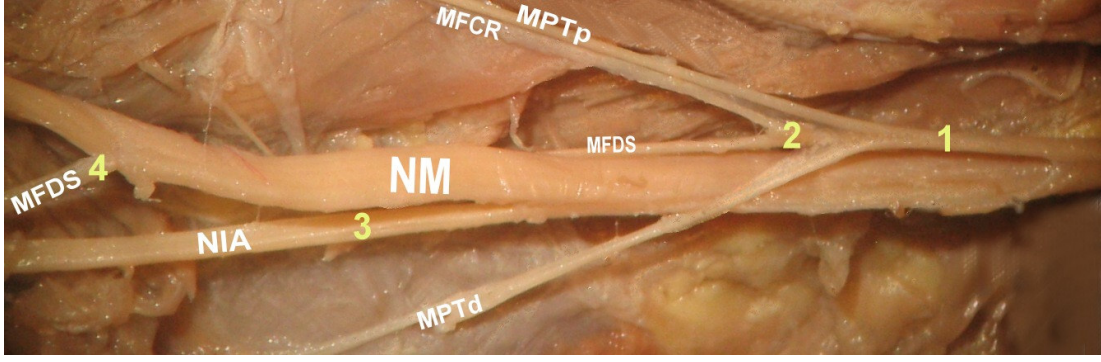




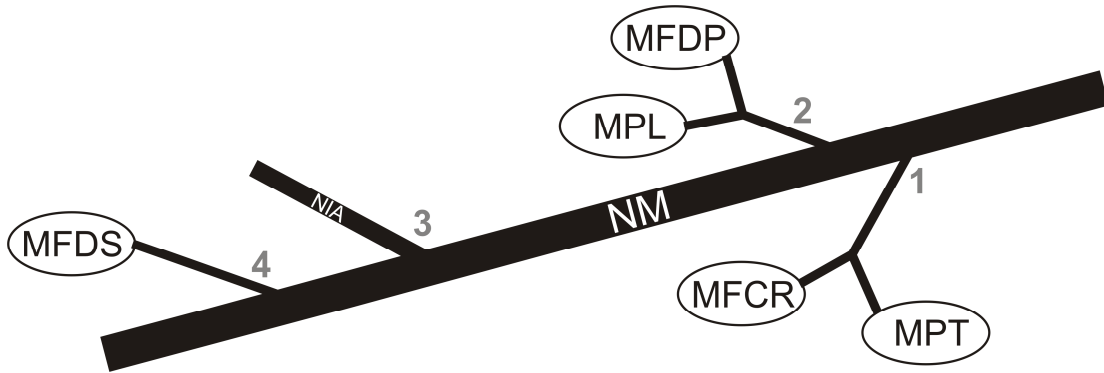
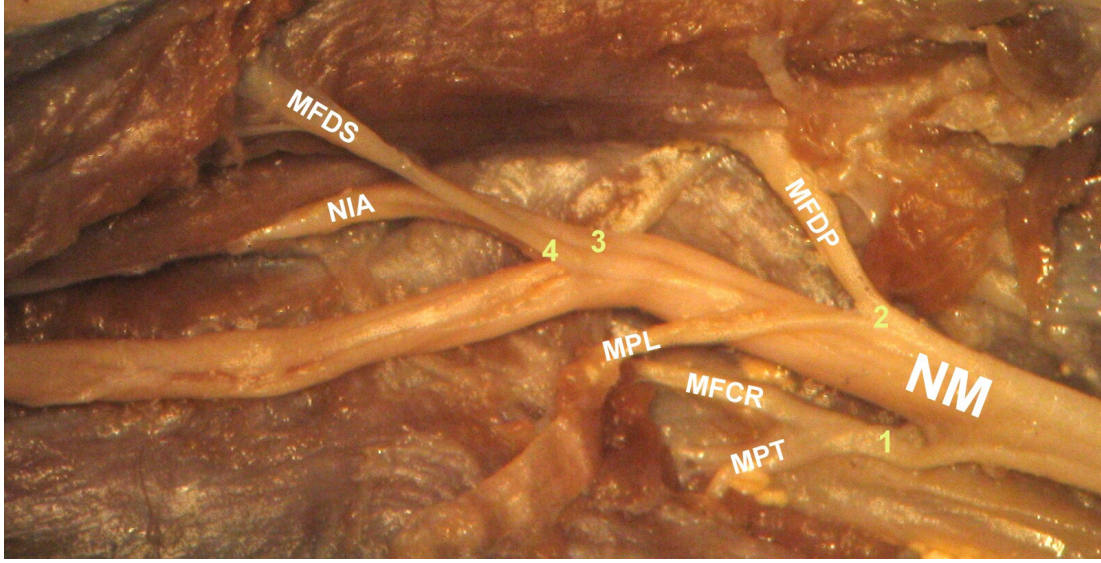
**Şekil 10.** 30 haftalık fetusta, n. medianus'tan (NM) ayrılıp tekrar sinire katılan dal (\*).



**Şekil 11.** 32 haftalık fetusta, n. medianus'un (NM) önkoldaki musküler dallarının çıkışları. **1;** M. pronator teres'e giden kök (MPTp, MPTd), **2;** m. flexor digitorum superficialis'e (MFDS) ve M. flexor digitorum profundus'a (MFDP) giden kökün çıkışı, **3;** M. flexor carpi radialis'e (MFCR) giden dal, **4;** N. interosseus anterior (NIA) **5;** M. palmaris longus'a (MPL) giden dal.

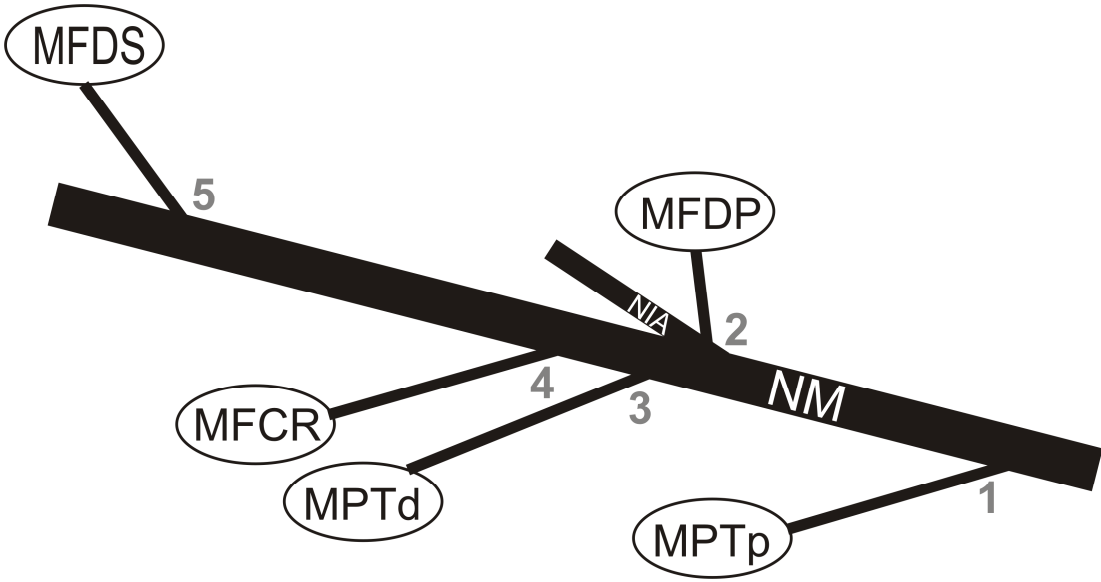
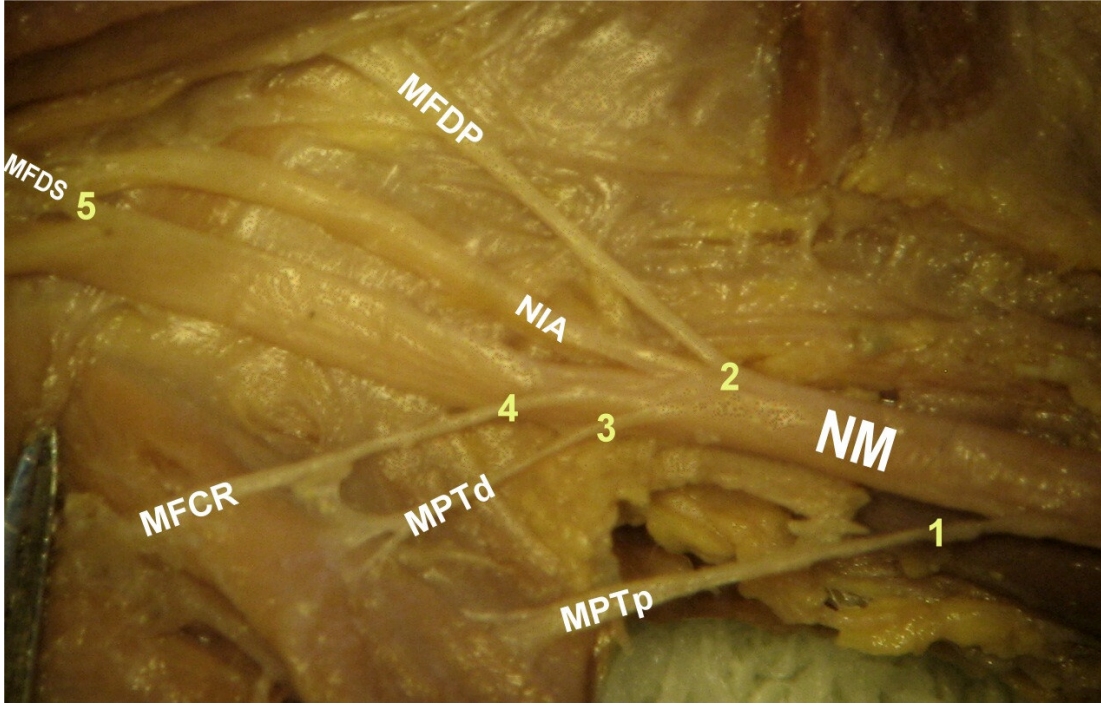


**Şekil 12.** 28 haftalık fetusta, n. medianus'un (NM) önkoldaki musküler dallarının çıkışları. **1;** M. pronator teres'e giden kök (proksimal dal; MPTp ve distal dal; MPTd), **2;** M. flexor carpi radialis'e (MFCR) ve m. flexor digitorum superficialis'e (MFDS) giden kök, **3;** N. interosseus anterior (NIA), **4;** M. flexor digitorum superficialis'e (MFDS) giden ikinci dal.

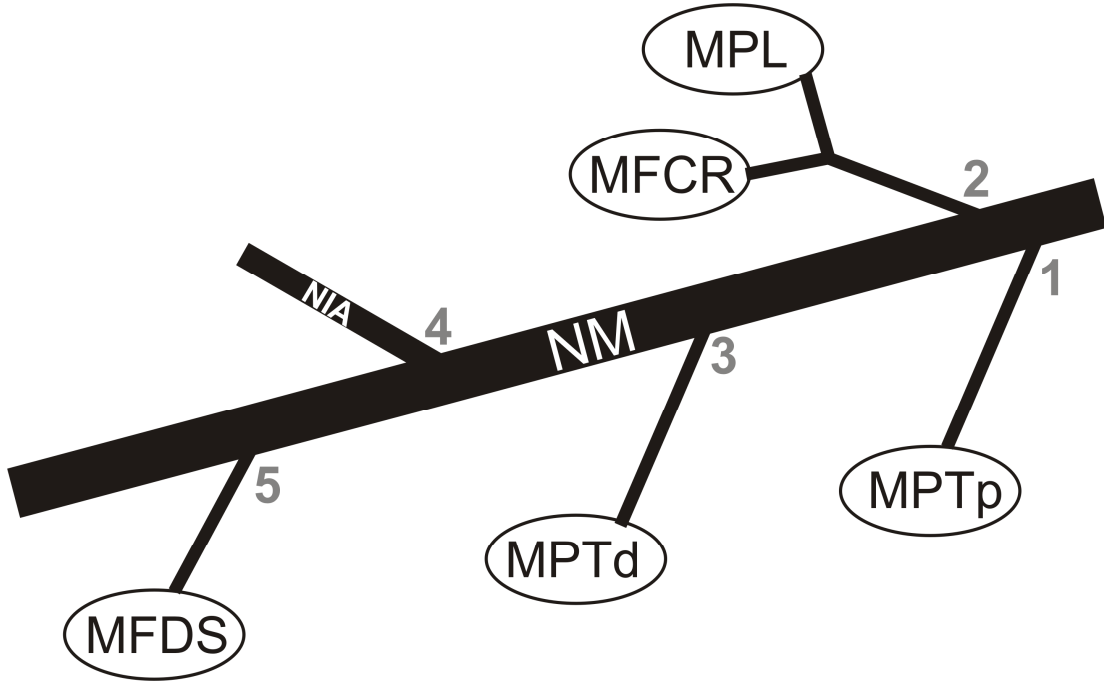
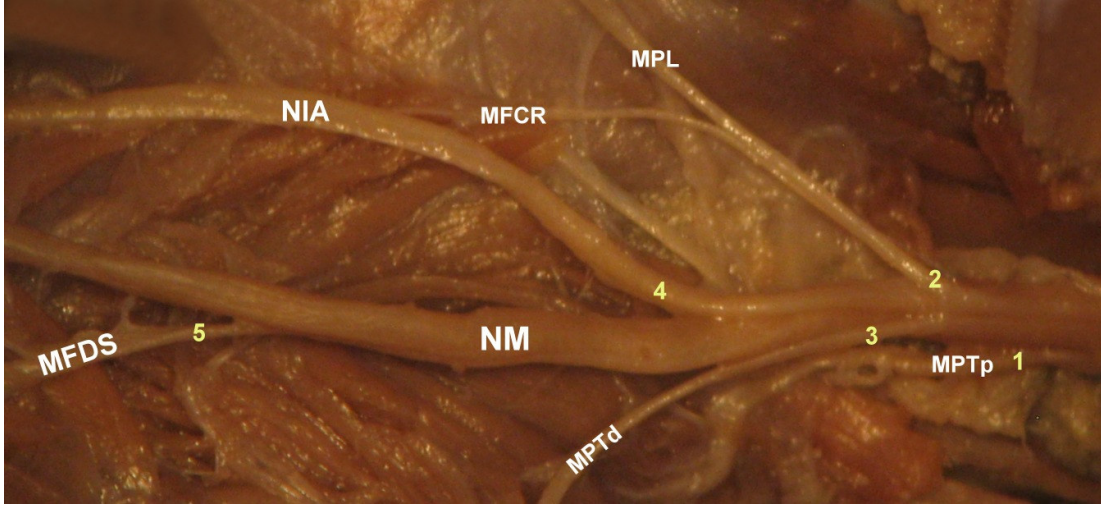


**Şekil 13.** 27 haftalık fetusta, n. medianus'un (NM) önkoldaki musküler dallarının çıkışları. **1;** M. pronator teres (MPT) ve m. flexor carpi radialis'e (MFCR) giden kök **2;** M. flexor digitorum profundus (MFDP) ve m. palmaris longus'a (MPL) giden kök **3;** N. interosseus anterior (NIA), **4;** M. flexor digitorum superficialis'e giden dal (MFDS),

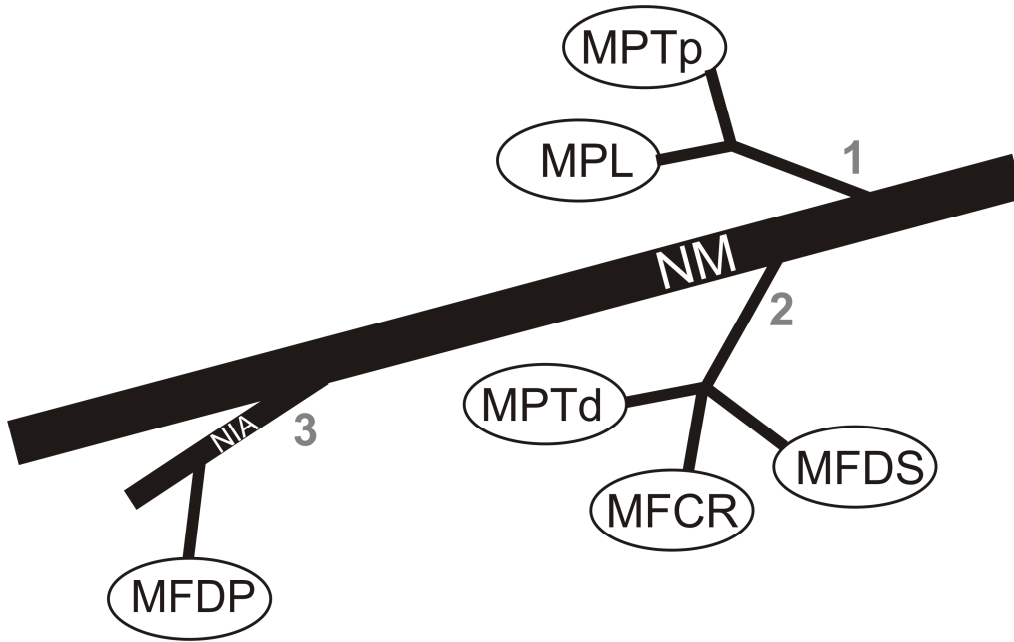
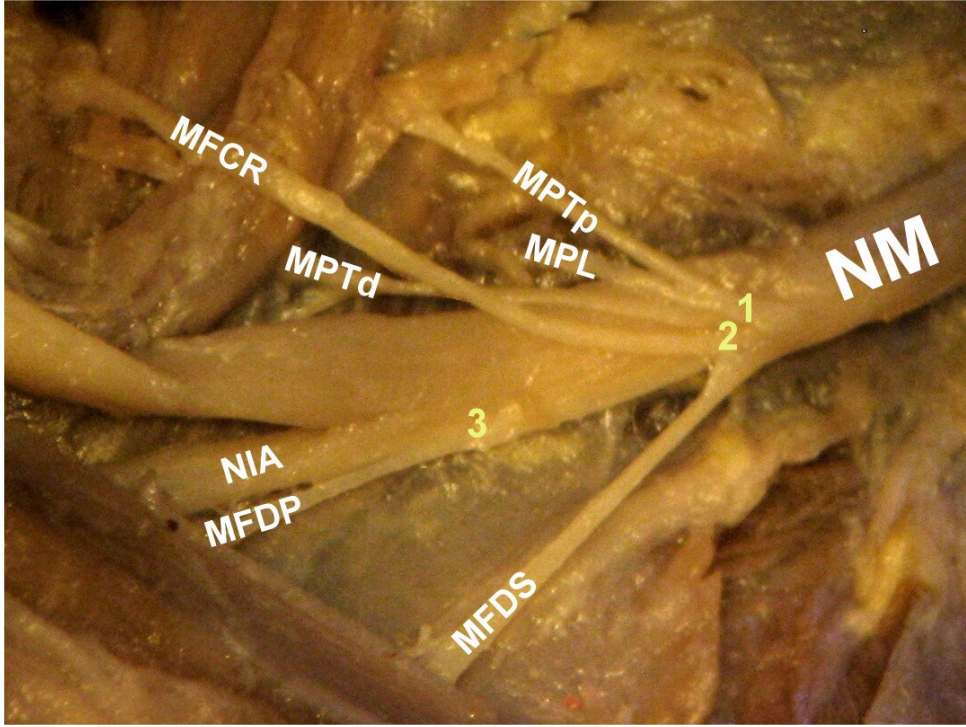




**Şekil 14.** 30 haftalık fetusta, n. medianus'un (NM) önkoldaki musküler dallarının çıkışları. **1;** M. pronator teres'in proksimal bölümüne giden dal (MPTp) (MPTd), **2;** N. interosseus anterior (NIA) ve m. flexor digitorum profundus'a (MFDP) giden dalın çıkışı, **3;** M. pronator teres'in distal bölümüne giden dal (MPTd), **4;** M. flexor carpi radialis'e (MFCR) giden dal, **5;** M. flexor digitorum superficialis'e (MFDS) giden dal.



**Şekil 15.** 28 haftalık fetusta, n. medianus'un (NM) önkoldaki musküler dallarının çıkışları. **1;** M. pronator teres'in proksimal bölümüne giden dal (MPTp), **2;** M. flexor carpi radialis'e (MFCR) ve m. palmaris longus'a giden kök, **3;** M. pronator teres'in distal bölümüne giden dal (MPTd), **4;** N. interosseus anterior (NIA), **5;** M. flexor digitorum superficialis'e (MFDS) giden dal.



**Şekil 16.** 30 haftalık fetusta, n. medianus'un (NM) önkoldaki musküler dallarının çıkışları. **1;** M. pronator teres'in proksimal bölümüne (MPTp) ve m. palmaris longus'a (MPL) giden kök, **2;** M. pronator teres'in distal bölümüne (MPTd), m. flexor carpi radialis'e (MFCR) ve m. flexor digitorum superficialis'e (MFDS) giden kök, **3;** N. interosseus anterior (NIA) ve m. flexor digitorum profundus'a (MFDP) giden dalın NIA'dan çıkışı.

#### 4. 2. 2. Nervus ulnaris'in seyri ve varyasyonları

##### **4. 2. 2. a. Nervus ulnaris'in koldaki seyri;**

Fetusların tamamında n. ulnaris, fasciculus medialis'ten çıkış yerinden itibaren dirsek bölgesine kadar kolun fleksör yüzünde ulnar tarafta a. brachialis ve n. medianus'un medialinde izlendi. Bu bölgede sinirin seyri ve diğer oluşumlarla ilişkilerinde herhangi bir varyasyona rastlanmadı.

##### **4. 2. 2. b. Nervus ulnaris'in önkoldaki seyri ve varyasyonları;**

Nervus ulnaris'in önkolda verdiği musküler dalların sayısına göre 2 tipe ayrılarak sınıflandırıldı. Tüm fetus kollarında n. ulnaris'ten ilk çıkan musküler dal m. flexor carpi ulnaris'e gidiyordu.

- **Tip 1;** N. ulnaris'ten 2 musküler dal ayrılması (Şekil 17); 177 olgu (%88,5). İlk dallar m. flexor carpi ulnaris'e, ikinci dallar m. flexor digitorum profundus'un ulnar bölümüne gidiyordu.
- **Tip 2;** N. ulnaris'ten 3 musküler dal ayrılması; 23 olgu (%11,5).  
Bu dalların m. flexor carpi ulnaris'i ve m. flexor digitorum profundus'un ulnar bölümüne dağılımına göre iki alt grup belirlendi.
  - **Tip 2a;** Musküler dalların ikisinin m. flexor carpi ulnaris'e, birinin m. flexor digitorum profundus'un ulnar bölümüne gitmesi (Şekil 18); 16 olgu (%8).
  - **Tip 2b;** Musküler dalların ikisinin m. flexor digitorum profundus'un ulnar bölümüne, birinin m. flexor carpi ulnaris'e gittiği gözlemlendi (Şekil 19); 7 olgu (%3,5).

N. ulnaris'in önkolda verdiği r. dorsalis nervi ulnaris'in 190 olguda (%95) önkolun alt 1/3'ünden (Şekil 18), 8 olguda (%4) orta 1/3'ünden (Şekil 17), 2 olguda (%1) üst 1/3'ünden (Şekil 19, 20) çıkarak m. flexor carpi ulnaris'in derininde ulnar tarafa doğru ilerlediği tespit edildi.

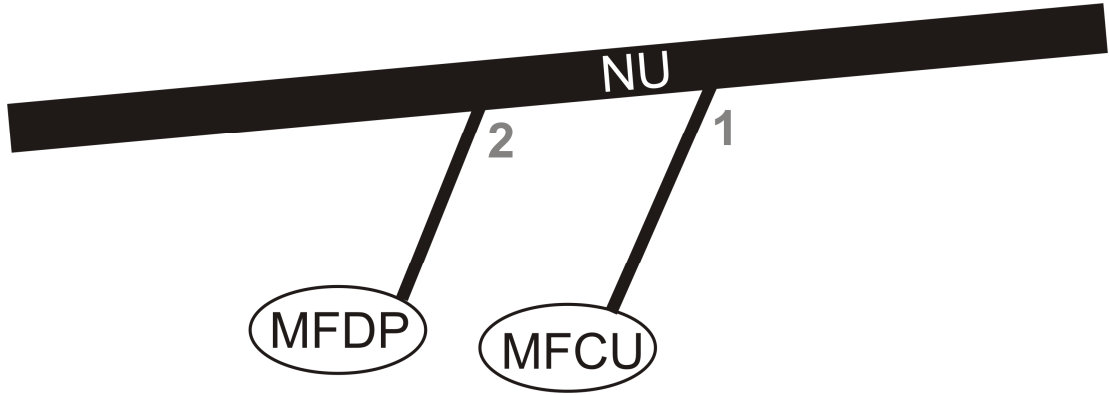
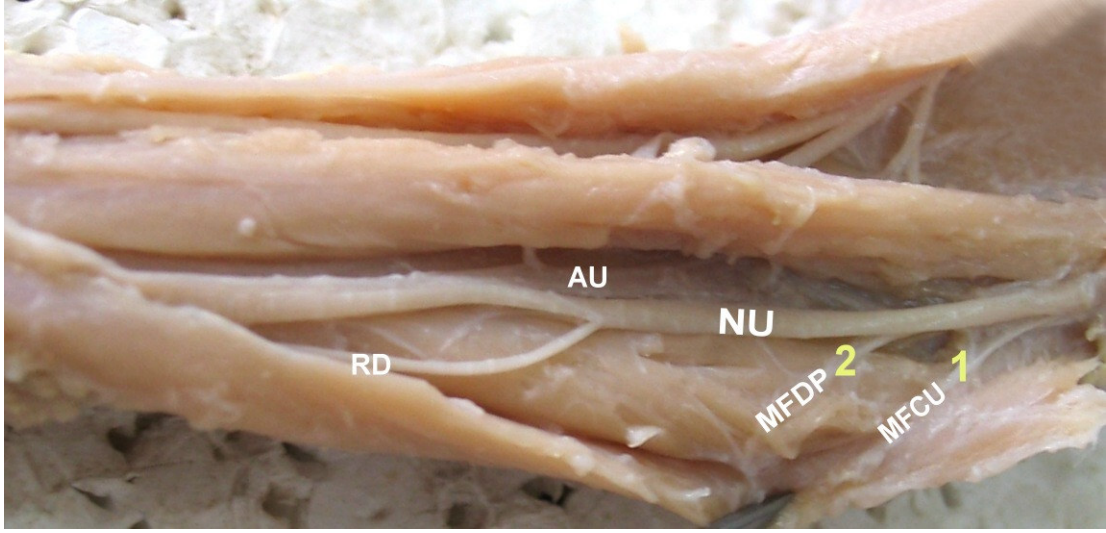


Tüm fetus önkollarında r. palmaris nervi ulnaris'in, önkolun distal 1/3'lük bölümünden n. ulnaris'ten çıktığı izlendi (Şekil 21).

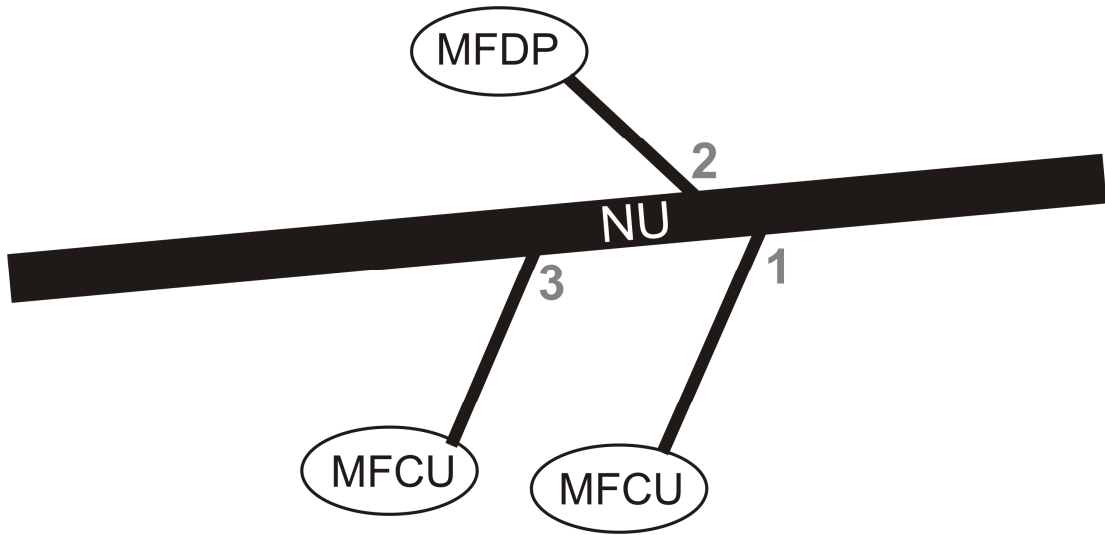
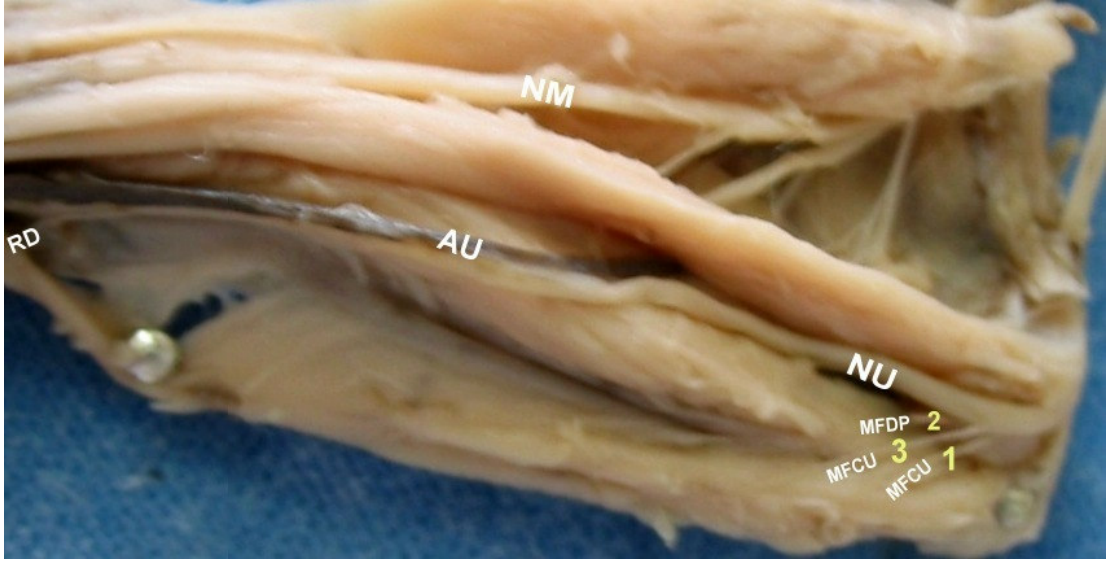
Arteria ulnaris'in tüm fetus önkollarının orta 1/3'den itibaren n. ulnaris'in medialinde seyrettiği ve normal anatomik yapıdan farklılık göstermediği belirlendi (Şekil 17, 18, 20).

#### **4. 2. 3. Önkolda n. medianus ve n. ulnaris arasındaki ilişki**

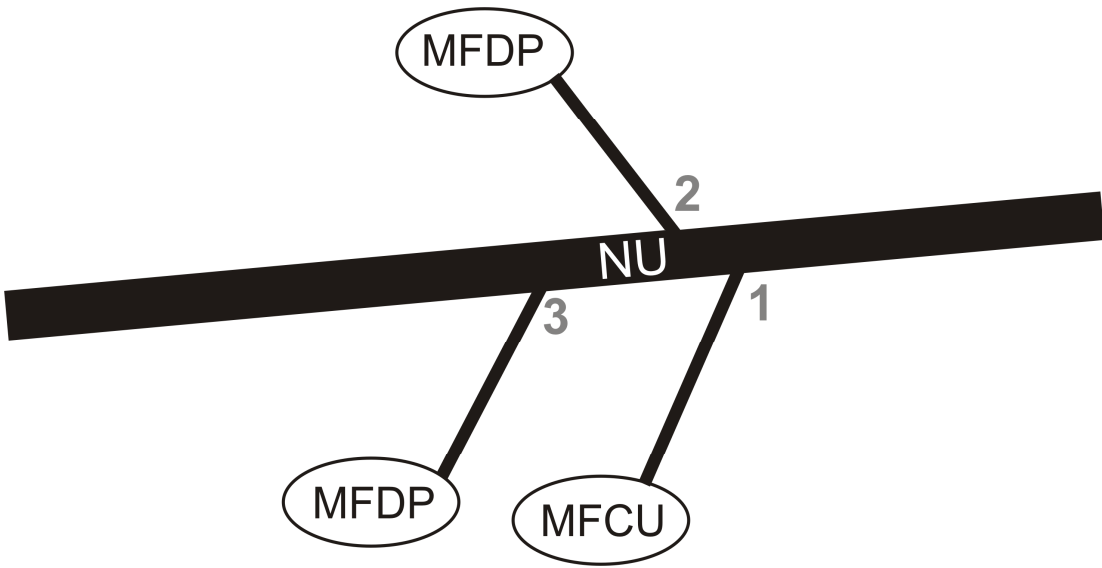
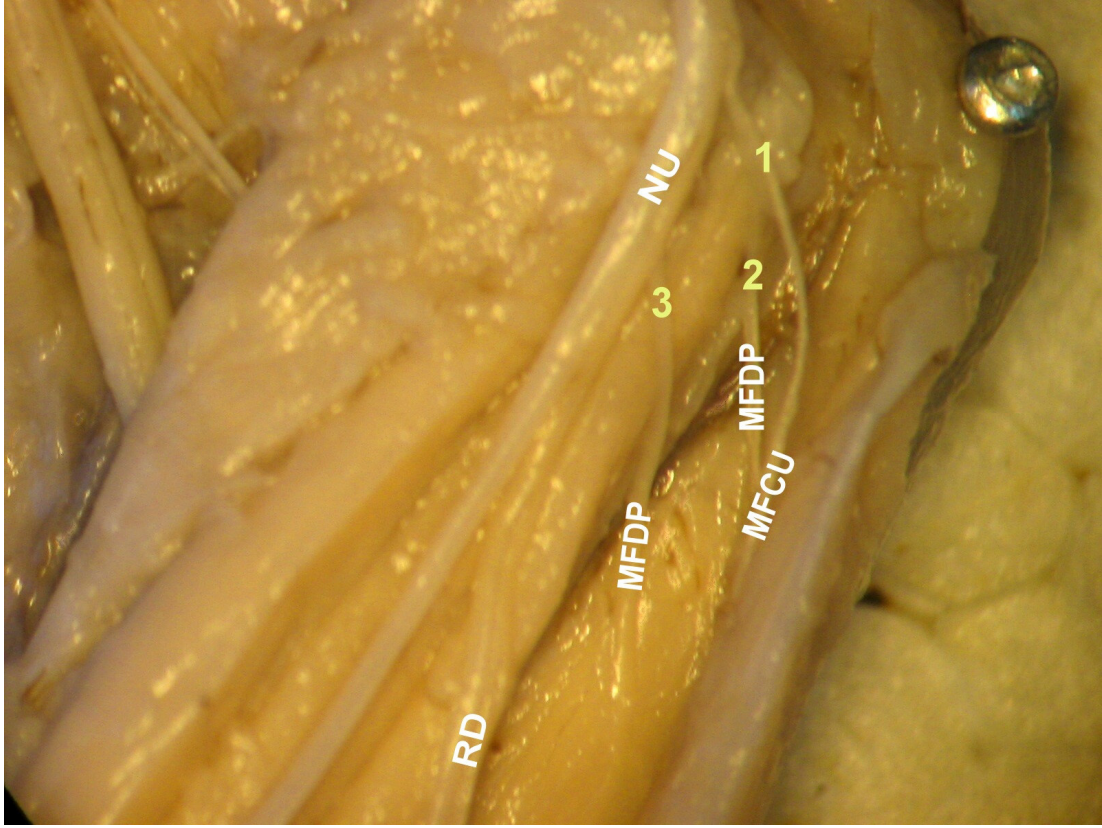
Çalışmada 15 fetus önkolunda (%7,5), n. medianus ile n. ulnaris arasında literatürde “Martin Gruber Anastomozu (MGA)” olarak belirtilen bağlantı dalı (64, 65, 66, 67, 68, 69, 70) tespit edildi. İncelemelerde bağlantı dalının tüm olgularda n. medianus'dan orijin aldığı, m. flexor digitorum profundus'un bir bölümü boyunca geçtikten sonra a. ulnaris'in arkasından geçerek n. ulnaris'e katıldığı saptandı (Şekil 22). Bu bağlantı dalının tüm olgularda tek olduğu, herhangi bir kasa giden dal vermediği belirlendi. Bir vakada (%0,5) bağlantı dalından n. ulnaris'in duyu dalı olan r. dorsalis nervi ulnaris'e katılan ince bir dalın varlığı gözlemlendi (Şekil 23).



**Şekil 17.** 27 haftalık fetusta n. ulnaris'in (NU) önkoldaki musküler dalları. **1**; m. flexor carpi ulnaris'e (MFCU) giden dal **2**; m. flexor digitorum profundus'un (MFDP) ulnar bölümüne giden dal. R. dorsalis nervi ulnaris'in (RD), n. ulnaris'in 1/3 orta bölümünden çıkışı ve a. ulnaris'in (AU) önkolun orta 1/3'ünde n. ulnaris ile birlikte seyretmesi.

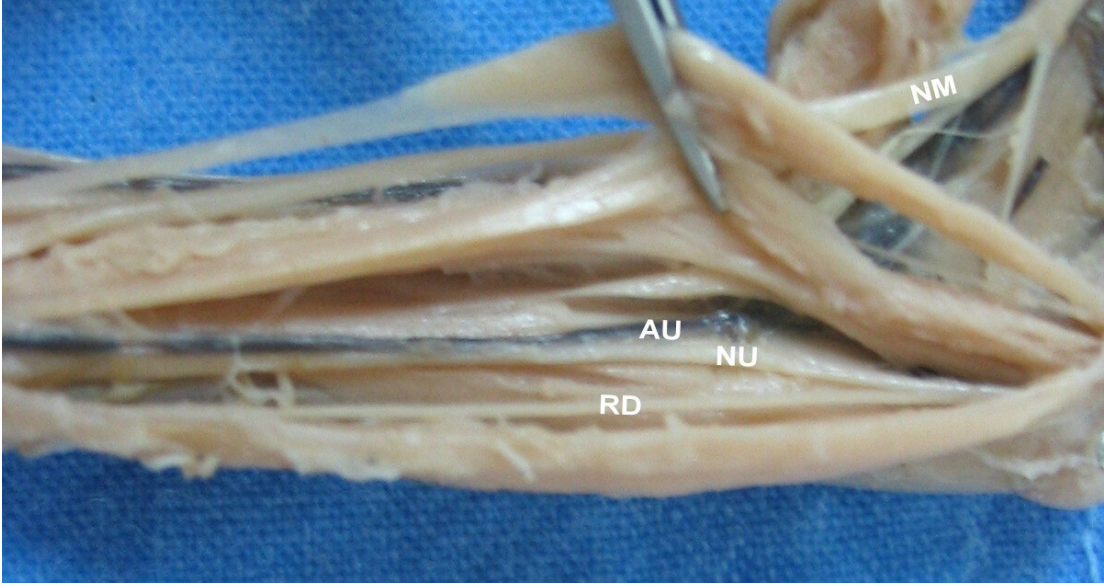


**Şekil 18.** 31 haftalık fetusta n. ulnaris'in (NU) önkoldaki musküler dalları. **1 ve 3;** m. flexor carpi ulnaris'e (MFCU) giden dallar **2;** m. flexor digitorum profundus'un (MFDP) ulnar bölümüne giden dal. A. ulnaris'in (AU) önkolun orta 1/3'ünde n. ulnaris ile birlikte seyretmesi. R. dorsalis nervi ulnaris'in (RD), n. ulnaris'ten önkolun 1/3 distal bölümünden çıkışı.



**Şekil 19.** 28 haftalık fetusta n. ulnaris'in (NU) önkoldaki musküler dalları. **1**; m. flexor carpi ulnaris'e (MFCU) giden dal **2 ve 3**; m. flexor digitorum profundus'un (MFDP) ulnar bölümüne giden dallar. R. dorsalis nervi ulnaris'in (RD), n. ulnaris'ten önkolun 1/3 üst bölümünden çıkışı.



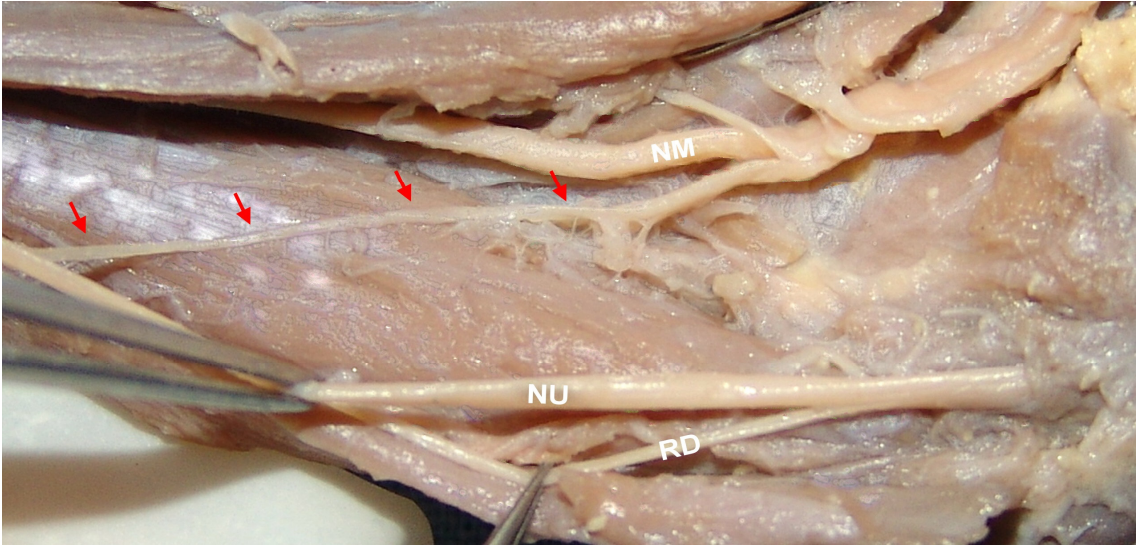


**Şekil 20.** 26 haftalık fetusta r. dorsalis nervi ulnaris'in (RD), n. ulnaris'ten (NU)önkolun 1/3 üst bölümünden çıkışı. AU; A. ulnaris, NM; N. medianus.



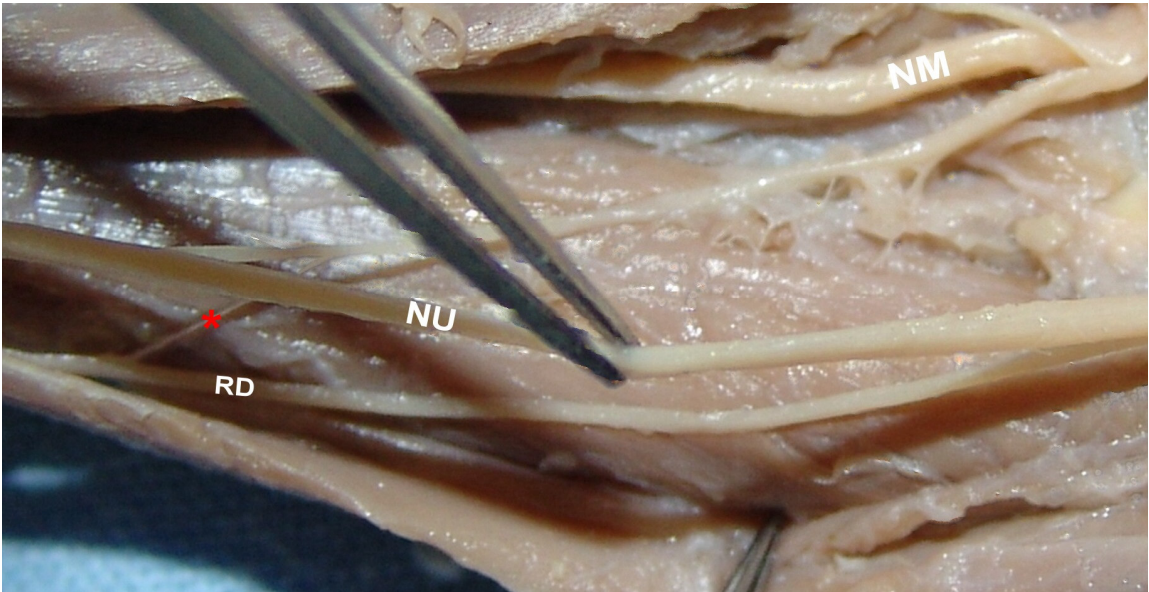
**Şekil 21.** 27 haftalık fetusta r. palmaris nervi ulnaris'in (RP), n. ulnaris'ten (NU) önkolun alt 1/3 bölümünden çıkışı.

AU: A. ulnaris, NM: N. medianus.



**Şekil 22.** 28 haftalık fetusta Martin-Gruber Anastomozu.

**NM:** N. medianus, **NU:** N. ulnaris, **RD:** R. dorsalis.



**Şekil 23.** 28 haftalık fetusta Martin- Gruber Anastomozu'ndan r. dorsalis nervi ulnaris'e (RD) giden dal (\*).

**NM:** N. medianus, **NU:** N. ulnaris.

#### **4. 2. 4. Elin palmar yüzünün innervasyonu**

Elin palmar yüzü diseke edilerek n. medianus ve n. ulnaris'in eldeki seyri ve parmak innervasyonları incelendiğinde;

Nervus medianus'un retinaculum musculorum flexorum'u geçtikten sonra 135 (%67,5) elde, 4 adet n. digitalis palmaris communis (Şekil 24) ve 65 (%32,5) elde ise 5 adet n. palmaris digitalis communis şeklinde olduğu izlendi (Şekil 25) ve 1., 2., 3. ve 4. parmakları innerve ettiği tespit edildi.

Nervus ulnaris'in, tüm ellerde 2 adet n. palmaris digitalis communis'e ayrılarak 4. ve 5. parmaklara gittiği gözlemlendi (Şekil 26).

Nervus digitales palmaris communis 1'in tenar bölgedeki dalları retinaculum musculorum flexorum'la ilişkisine göre 2 tipe ayrılarak tarif edildi.

- **Tip 1;** Bu sinirin retinaculum musculorum flexorum'u terketmeden önce 2 dala ayrılarak başparmağa gitmesi (Şekil 27); 65 el (%32,5).
- **Tip 2;** Bu sinirin retinaculum musculorum flexorum'un distal sınırını geçince 2 dala ayrılarak başparmağa gitmesi (Şekil 28); 135 el (%67,5).

#### **4. 2. 5. Elin palmar yüzünde n. medianus ve n. ulnaris ilişkisi**

Kawashima ve ark. nın (26) n. digitales palmares proprius ve aralarındaki bağlantıları tanımlamak için, başparmağın radial bölümünden küçük parmağın ulnar bölümüne doğru p1'den p10'a kadar numaralandırma sistemi uygulanarak, belirlediği 5 farklı tipin varlığı incelendi. Bu tiplerden 4'ü (tip A, B, D, E) bağlantı dalının morfolojisine göre belirlenmişken, 1 tipte (tip C) herhangi bir bağlantı yoktu. Bizim çalışmamızda n. medianus ve n. ulnaris arasında 59 elde (%29,5) bağlantı dalı bulunurken, 141 elde (%70,5) ise bağlantı tespit edilmemişti.

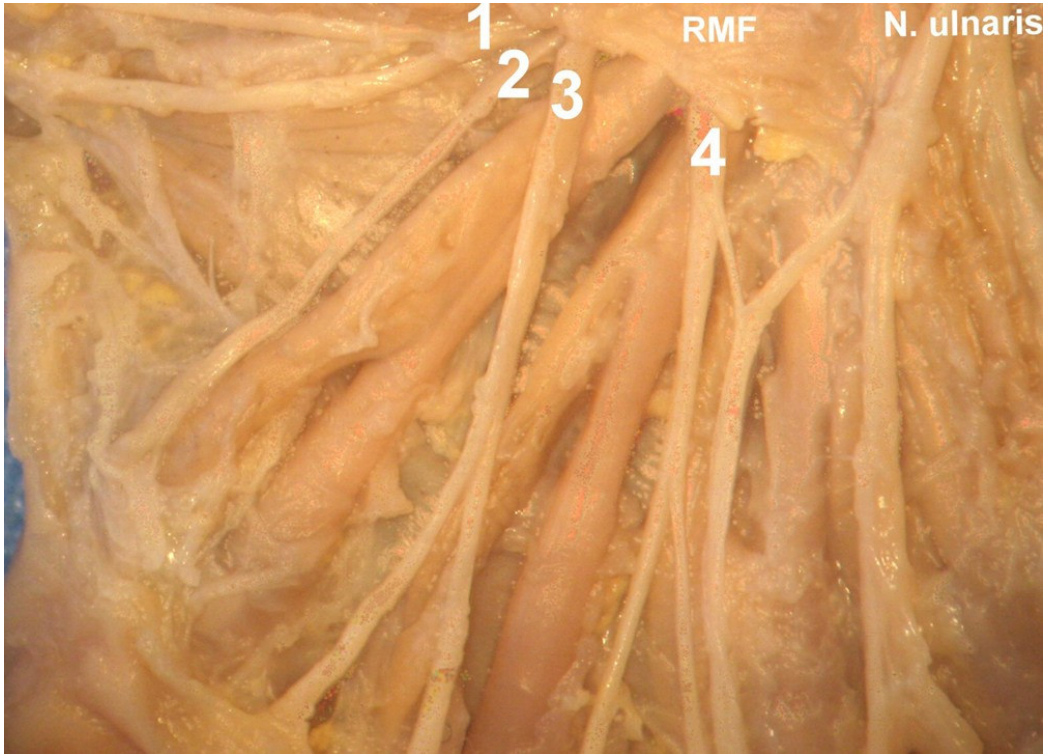
- **Tip A;** N. medianus'tan 4. n. digitalis palmaris communis'e (n. ulnaris'in dalı) giden bağlantı dalının bulunması (Şekil 29); 10 el (%5)
- **Tip B;** 3. ve 4. n. digitalis palmaris communis'ler arasında karşılıklı bağlantı dallarının varlığı (Şekil 30); 3 el (%1,5).

- **Tip C;** p1'den p7'ye kadar n. medianus'tan, p8'den p10'a kadar n. ulnaris'ten gelen dallar ve iki sinir arasında bağlantının bulunmaması (Kabul edilen temel tip) (Şekil 31); 141 el (%70,5).
- **Tip D;** N. ulnaris'ten n. medianus'un P7' sine giden bağlantı dalının varlığı (Şekil 32); 2 el (%1).
- **Tip E;** N. ulnaris'ten n. medianus'un 3. n. digitalis palmaris communis'e giden bağlantı dalının bulunması (Şekil 33); 44 el (%22).

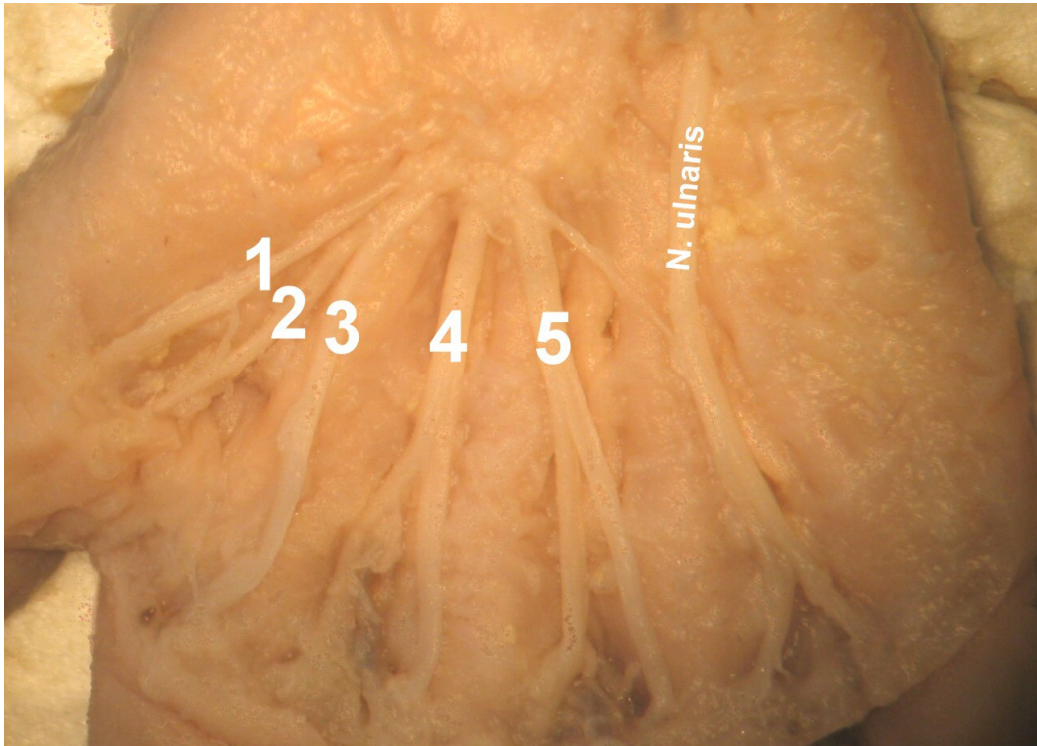
Literatürde verilen tiplendirmeden farklı olarak 1 elde (%0,5) n. medianus'tan ve n. ulnaris'ten gelen 2 bağlantı dalının birleşerek yeni bir n. digitalis palmaris proprius oluşturdukları tespit edildi (Şekil 34).

Nervus medianus ve n. ulnaris arasındaki bağlantı dallarının 13 elde (%22) retinaculum musculorum flexorum'u üzerinden çaprazladığı gözlenirken (Şekil 35), 46 elde (%88) bu dalın retinaculum musculorum flexorum'la ilişkisi tespit edilmedi (Şekil 36).

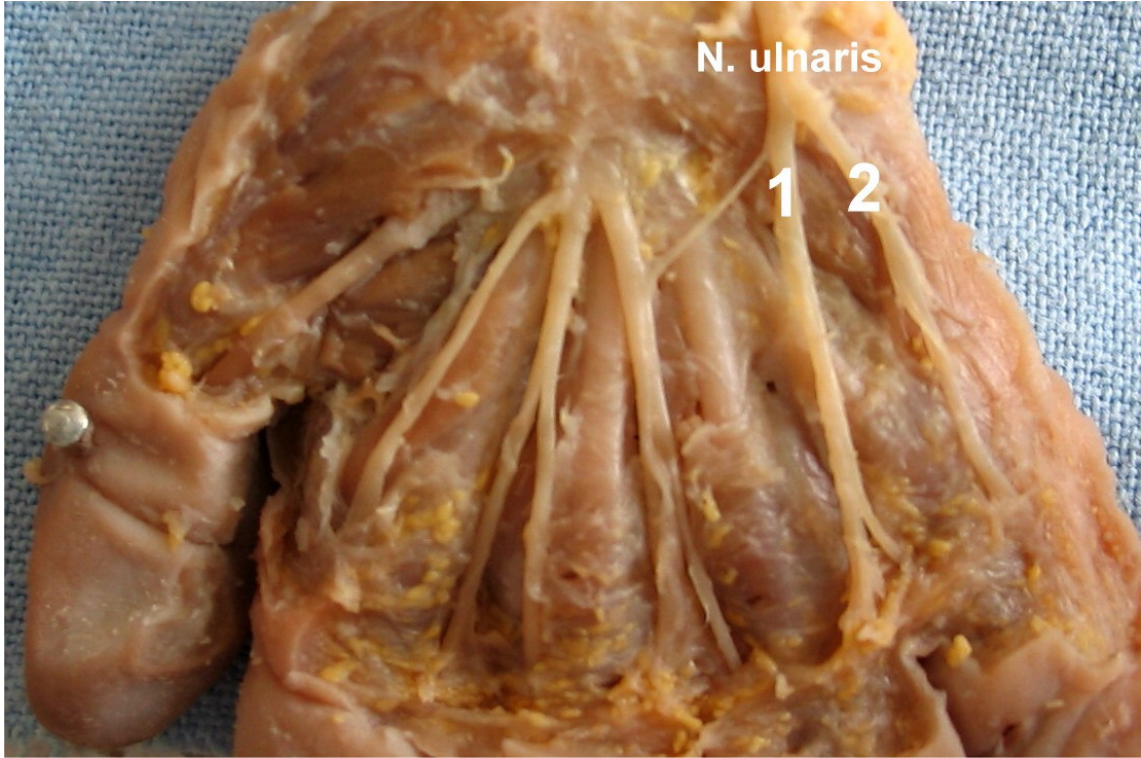




**Şekil 24.** 26 haftalık fetusta n. medianus'un elde, 4 adet n. digitalis palmaris communis'e şeklinde görülmesi. **RMF:** Retinaculum musculorum flexorum.

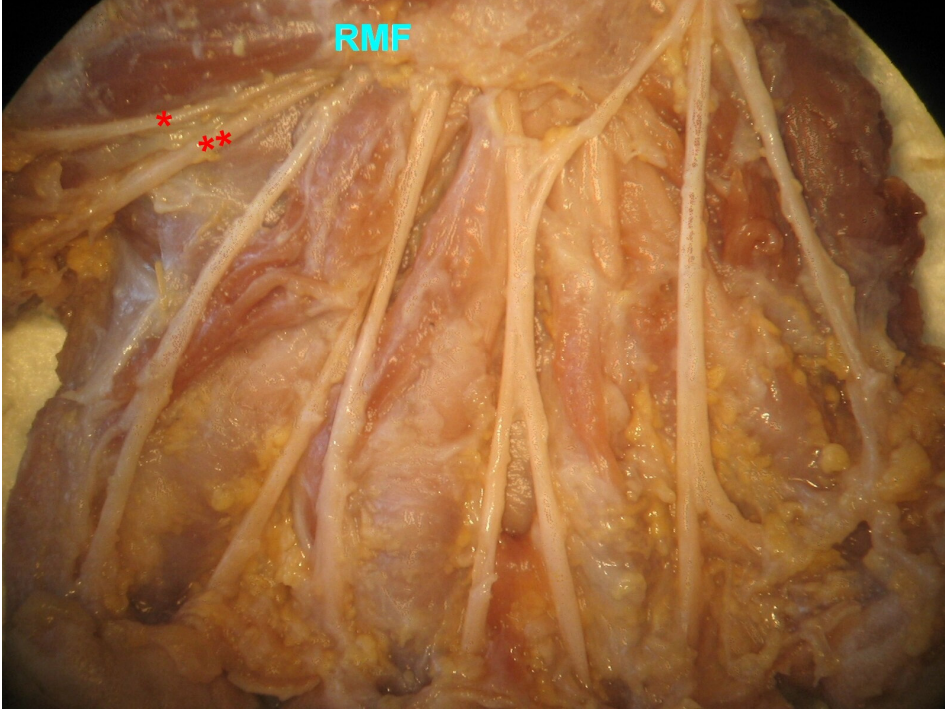


**Şekil 25.** 30 haftalık fetusta n. medianus'un elde, 5 adet n. digitalis palmaris communis şeklinde görülmesi.

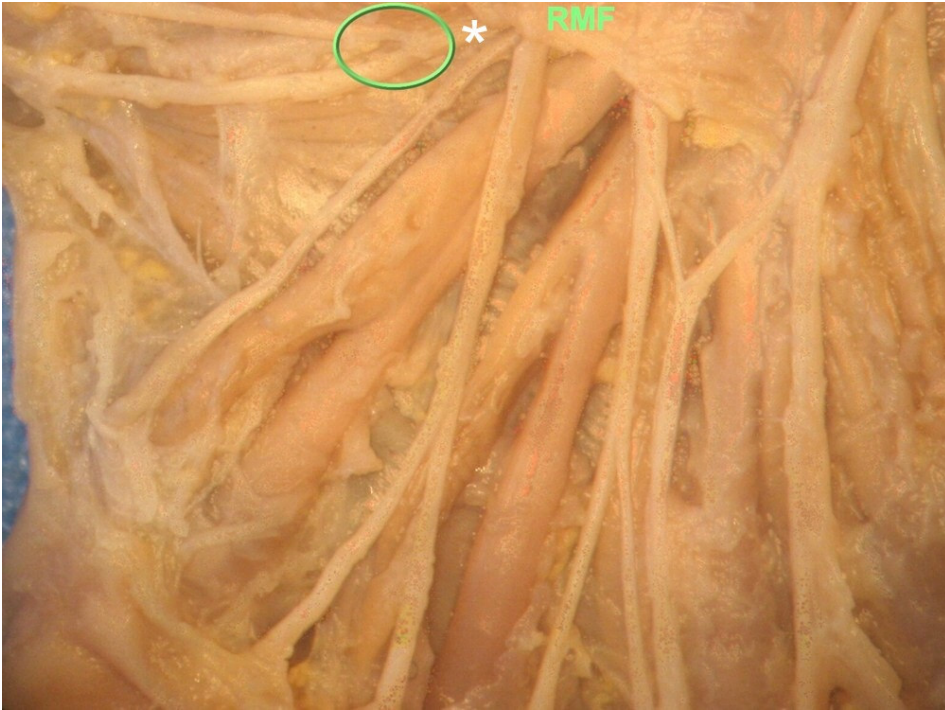


**Şekil 26.** 28 haftalık fetusta n. ulnaris'in elde, 2 adet n. digitalis palmaris communis'e ayrılması.

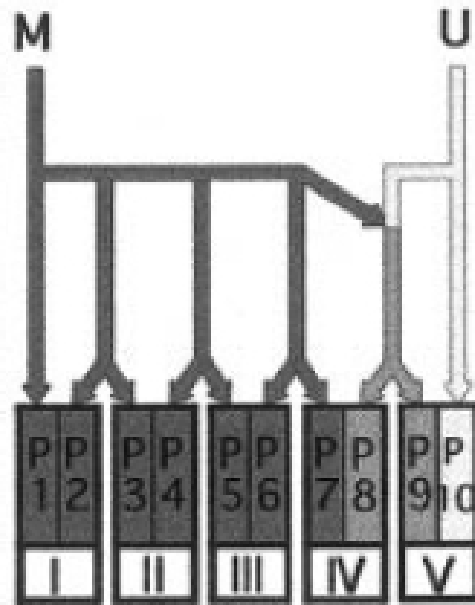
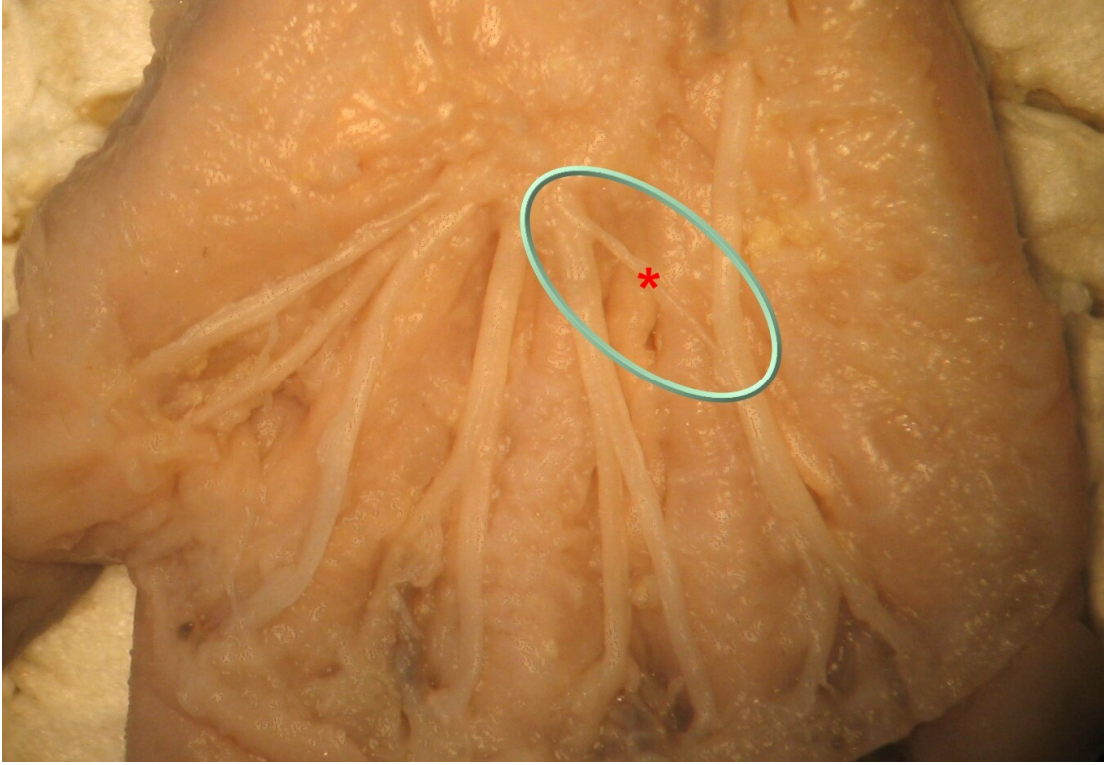




**Şekil 27.** 31 haftalık fetusta 1.n. digitalis palmaris communis'in retinaculum musculorum flexorum'un (RMF) altında 2 dala ayrılarak (\*, \*\*) başparmağa gidişi.

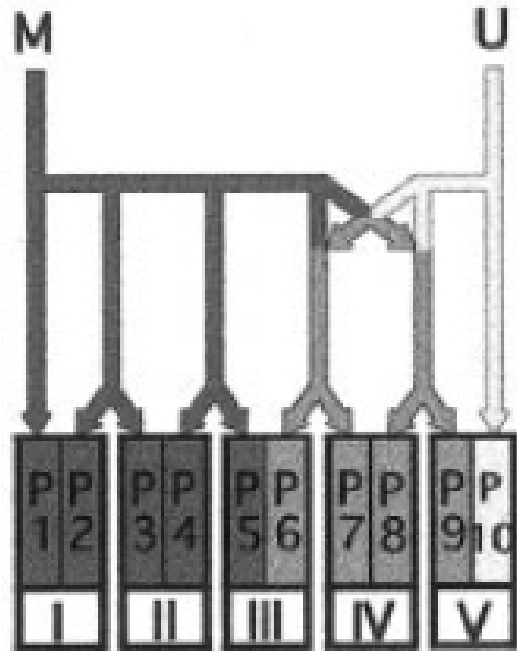
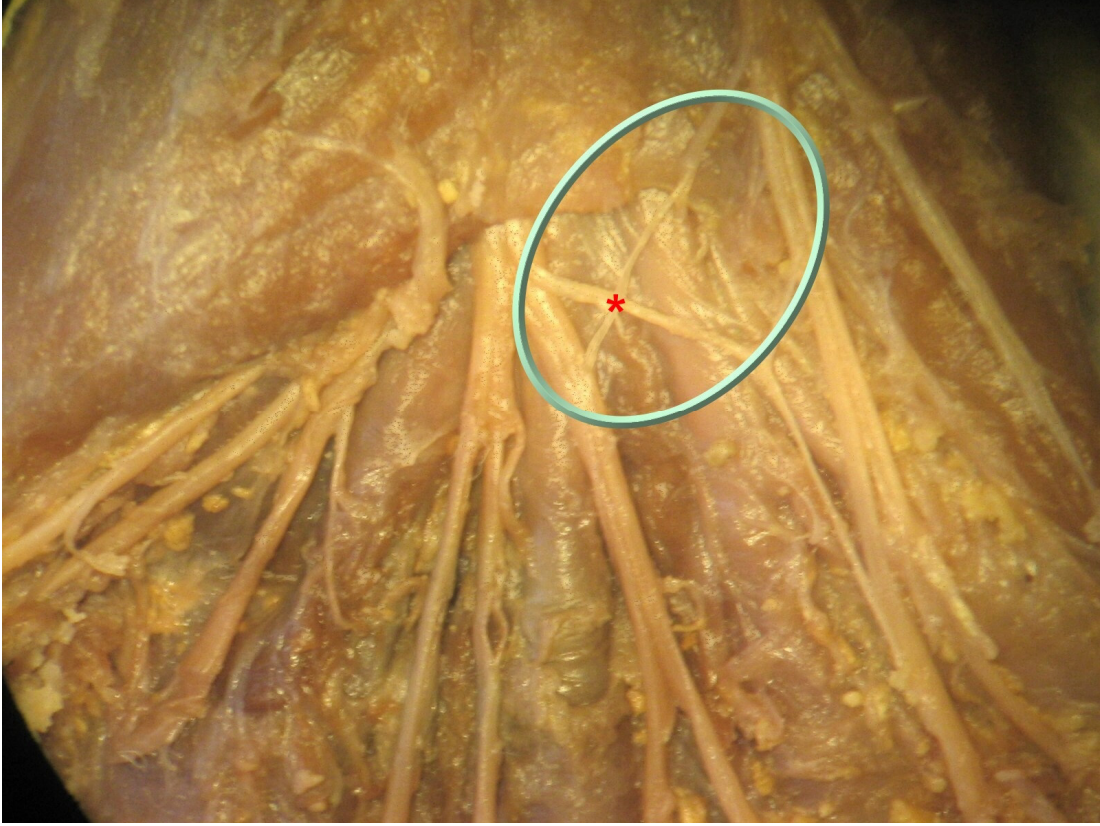


**Şekil 28.** 26 haftalık fetusta 1.n. digitalis palmaris communis'in retinaculum musculorum flexorum'u (RMF) geçince 2 dala ayrılarak (\*) başparmağa gidişi.

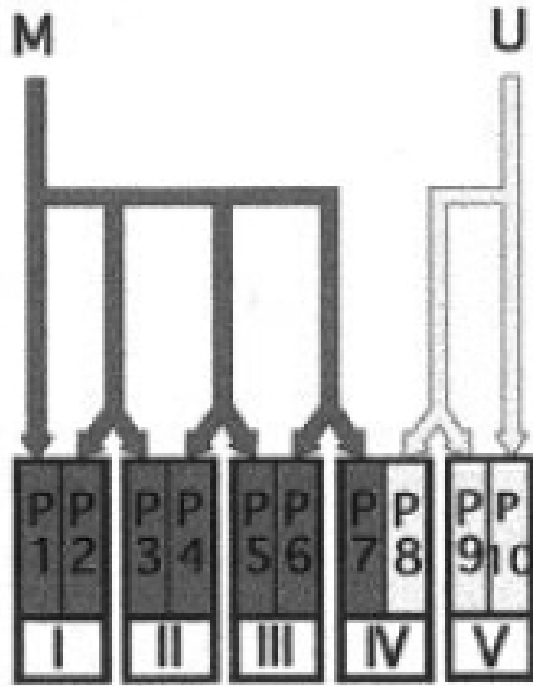


**Şekil 29.** 30 haftalık fetusta n. medianus'tan (M) (3. n. digitales palmaris communis) 4. n. digitalis palmaris communis'e giden bağlantı dalı (\*) (Tip A). Şematik çizim Kawashima ve ark. (26) alınmıştır. U: N. ulnaris

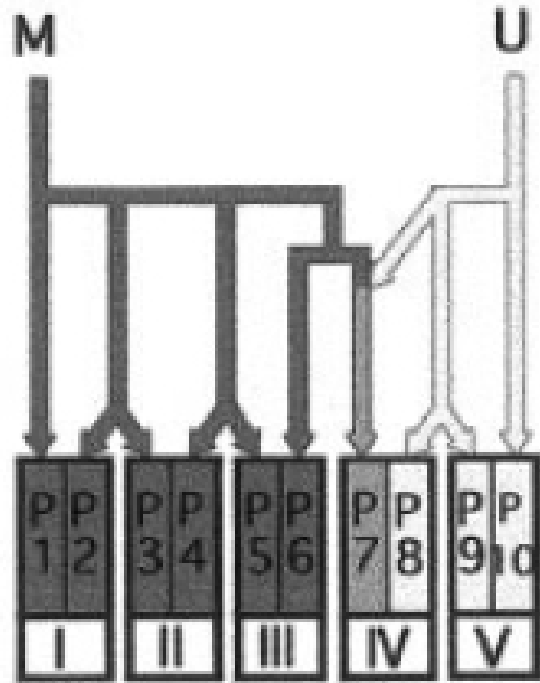
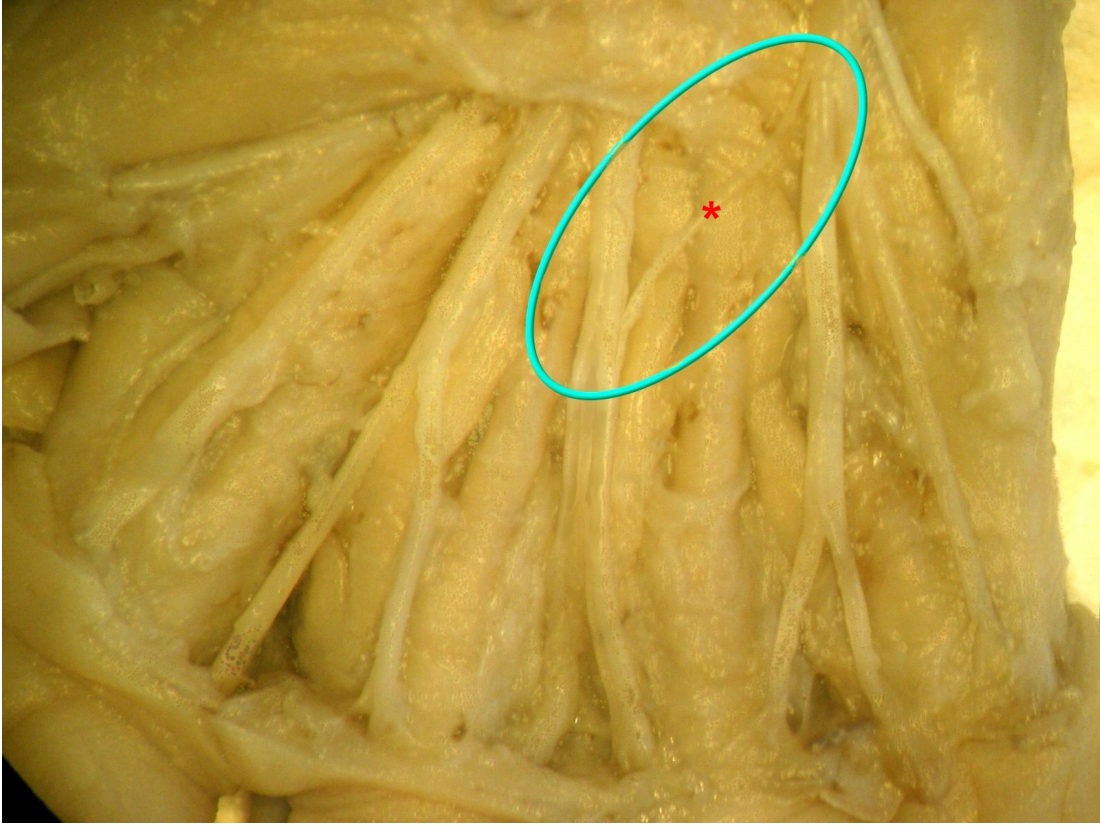




**Şekil 30.** 27 haftalık fetusta 3.- 4. n. digitales palmares communes arasında hem n. medianus'tan (M) hem n. ulnaris'ten (U) gelen bağlantı dalları (\*) (Tip B). Şematik çizim Kawashima ve ark. (26) alınmıştır.

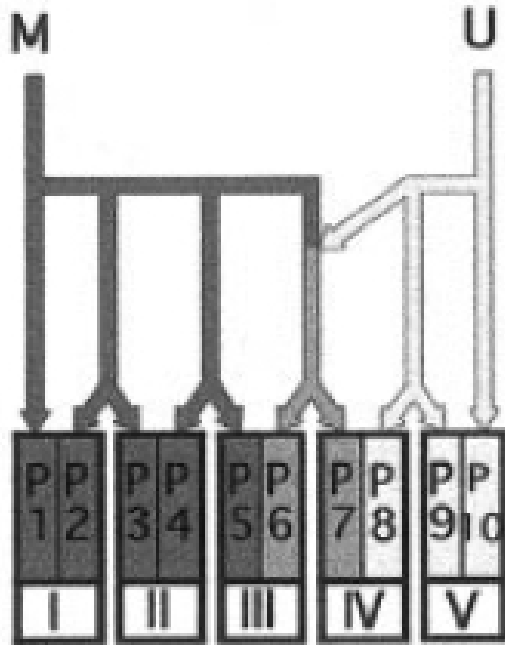
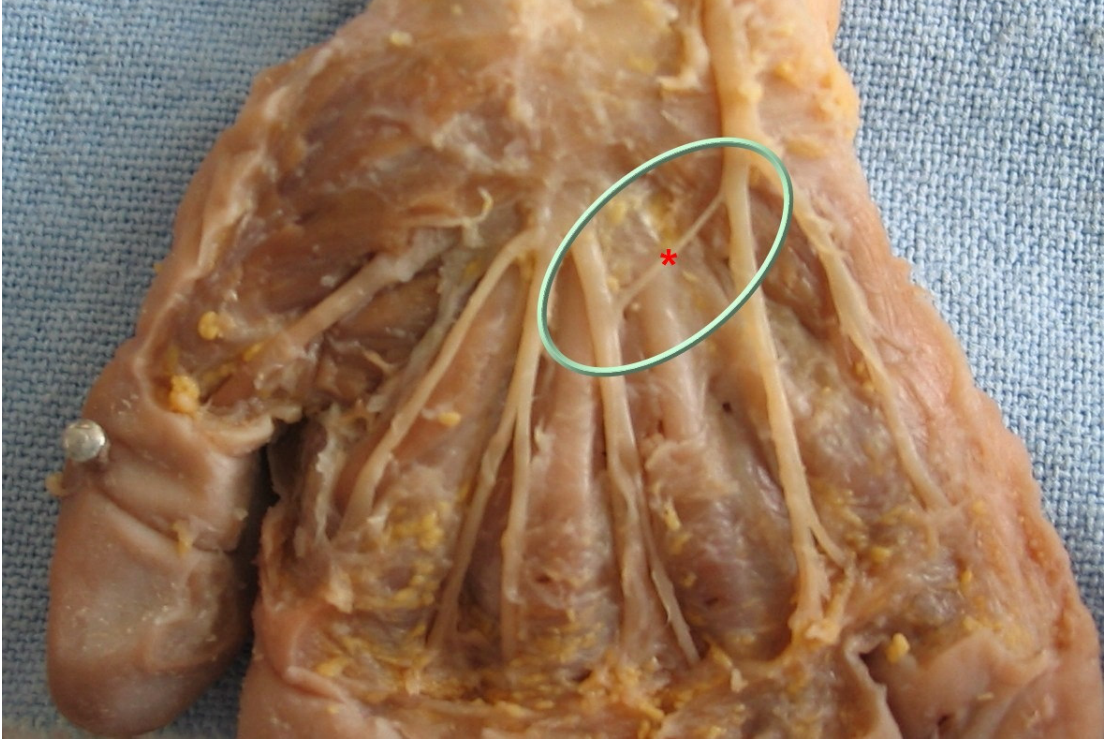


**Şekil 31.** 26 haftalık fetusta parmak innervasyonları ve bağlantı dalının yokluğu (Tip C). Şematik çizim Kawashima ve ark. nın (26) alınmıştır. **M:** n. medianus, **U:** n. ulnaris.



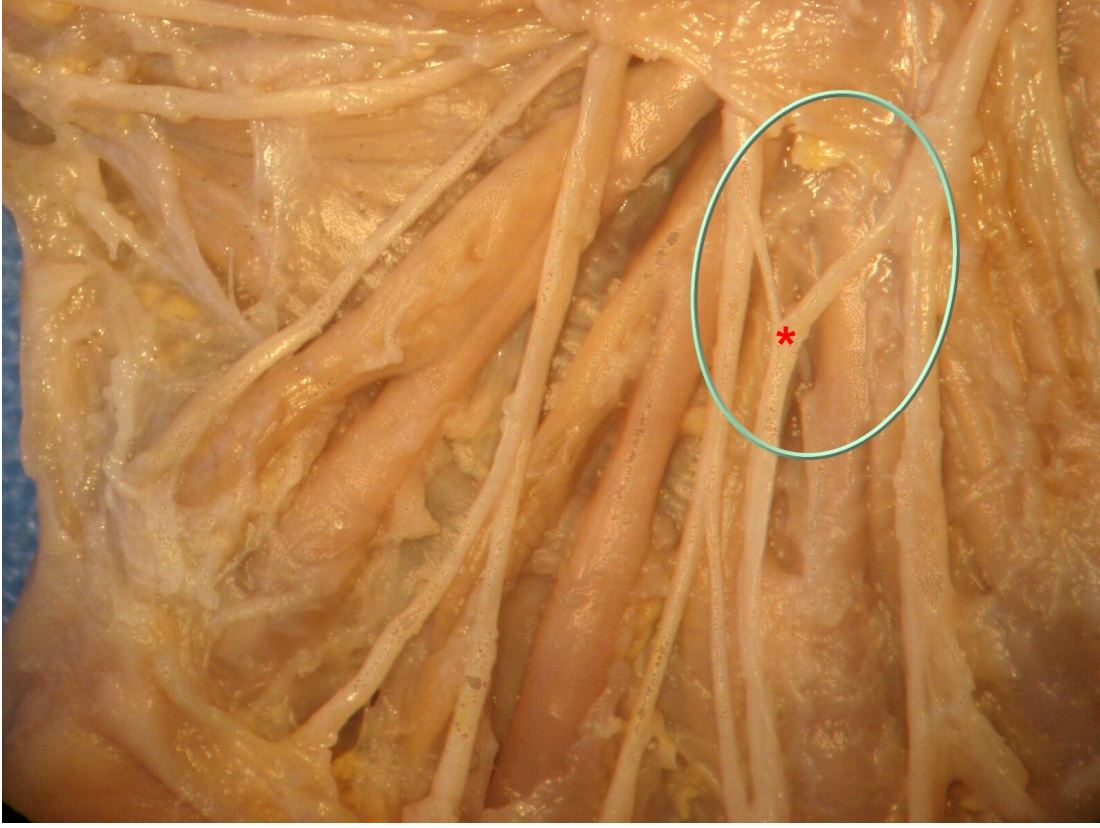
**Şekil 32.** 28 haftalık fetusta n. ulnaris'ten (U) n. medianus'un (M) P7'sine giden bağlantı dalı (\*) (Tip D) Şematik çizim Kawashima ve ark. nın (26) alınmıştır.



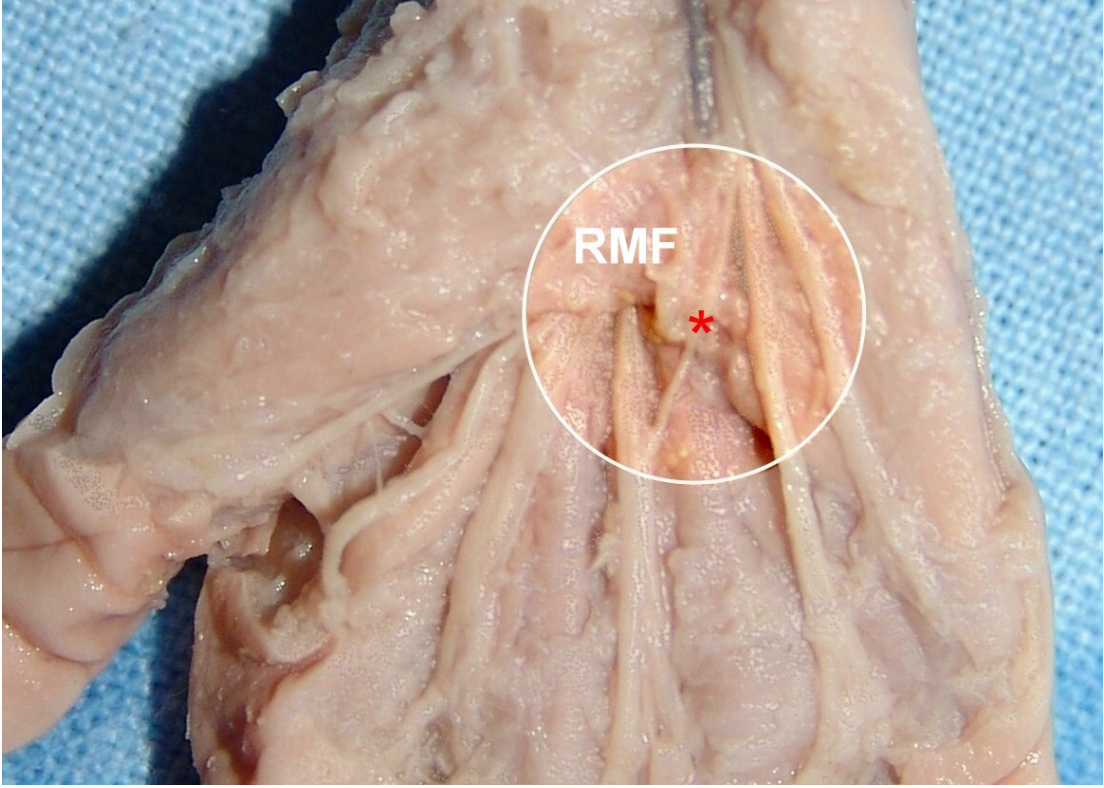


**Şekil 33.** 29 haftalık fetusta n. ulnaris'ten (U) n. medianus'un (M) 3. n. digitalis communis'e giden bağlantı dalı (\*) (Tip E). Şematik çizim Kawashima ve ark. nın yaptıkları çalışmadan (26) alınmıştır.

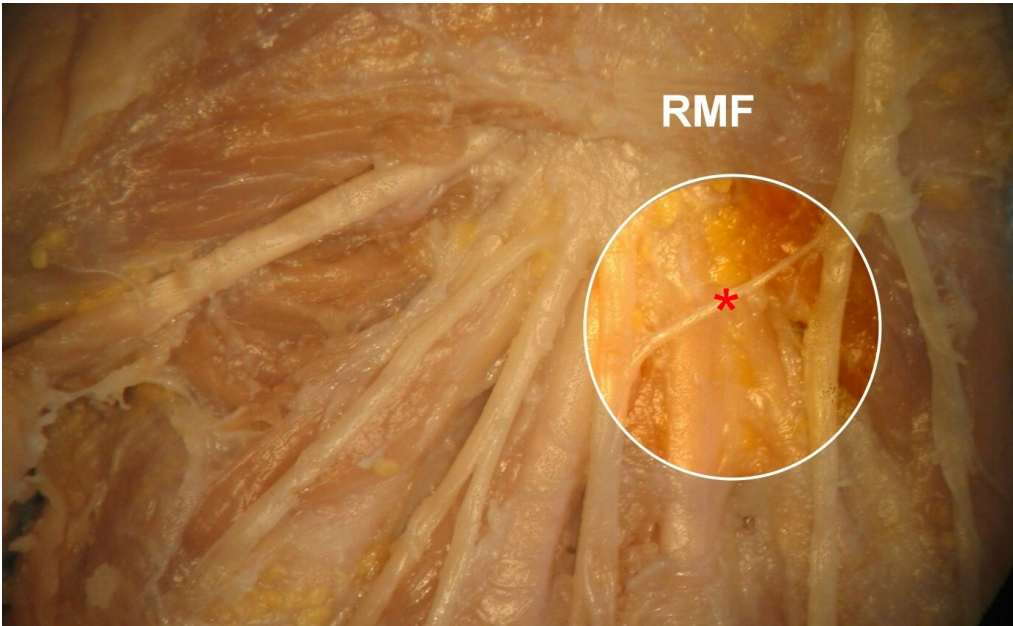




**Şekil 34.** 26 haftalık fetusta n. medianus'tan (n. digitalis communis) ve n. ulnaris'ten gelen bağlantı dallarının birleşerek yeni bir n. digitalis palmaris propius (\*) oluşturmaları.



**Şekil 35.** 25 haftalık fetusta, n. ulnaris'ten n. medianus'a retinaculum musculorum flexorum'u (RMF) üzerinden çaprazlayarak giden bağlantı dalı (\*).



**Şekil 36.** 29 haftalık fetusta retinaculum musculorum flexorumla (RMF) ilişkisi olmayan n. ulnaris'ten n. medianus'a uzanan bağlantı dalı (\*).

#### **4. 2. 6. Nervus radialis'in seyri ve varyasyonları**

##### **4. 2. 6. a. Nervus radialis'in koldaki seyri ve varyasyonları;**

Fetusların tamamında n. radialis, fasciculus posterior'dan çıkış yerinden itibaren olecranon seviyesine kadar önce kolun fleksör daha sonra ekstensör yüzünde izlendi. N. radialis'in somatomotor dalları olan rr. musculares literatürde belirtilen şekilde (10, 14) 3 ayrı grup halinde incelendi.

**Rami musculares'in medial dalı;** tüm kollarda ilk ayrılan ve m. triceps brachii'nin caput longum ve mediale'sine giden daldı. Bu dalın 153 kolda (%76,5) n. radialis'in, kolun arkasına geçtikten sonraki üst kısımdan çıktığı (Şekil 37), 47 kolda (%23,5) ise n. radialis'ten kolun ön yüzünde (fasciculus posterior'dan çıktıktan hemen sonra) ayrıldığı saptandı (Şekil 38).

**Rami musculares'in posterior dalı;** tüm olgularda kolun orta bölümünden ikinci dal olarak lateral dalın biraz üstünde veya yaklaşık aynı seviyelerde çıkarak, m. triceps brachii'nin caput laterale ve caput mediale'sine ulaştığı belirlendi (Şekil 37).

**Rami musculares'in lateral dalı;** tüm olgularda kolun orta veya alt bölümünden üçüncü dal olarak çıkarak, m. brachioradialis ve m. extensor carpi radialis longus'a gittiği belirlendi (Şekil 37).

Klasik bilgidен farklı olarak 52 kolda (%26) m. brachialis'in n. musculocutaneus'a ilaveten, kasın inferolateral segmentine n. radialis'ten giden bir somatomotor dal tespit edildi (Şekil 39).

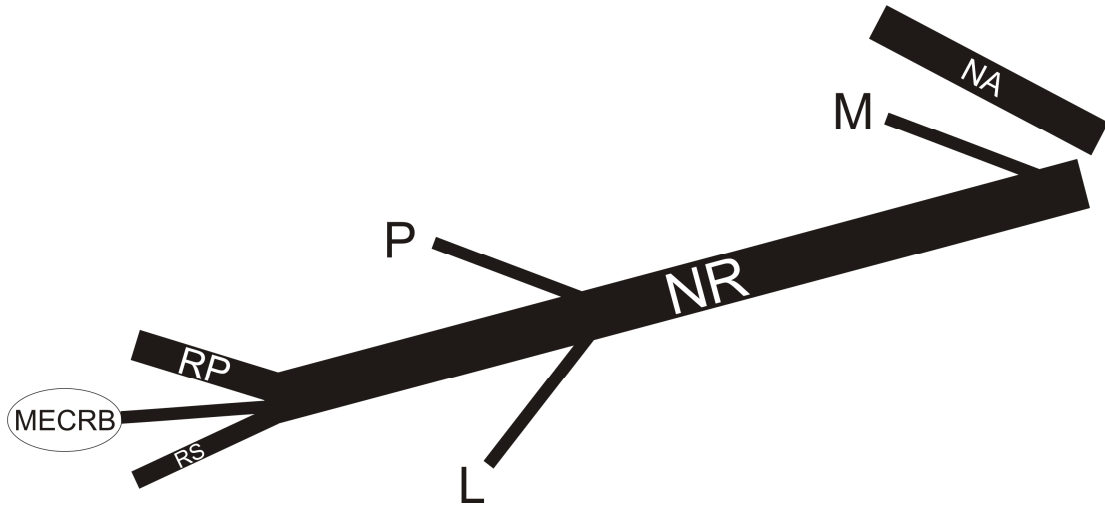
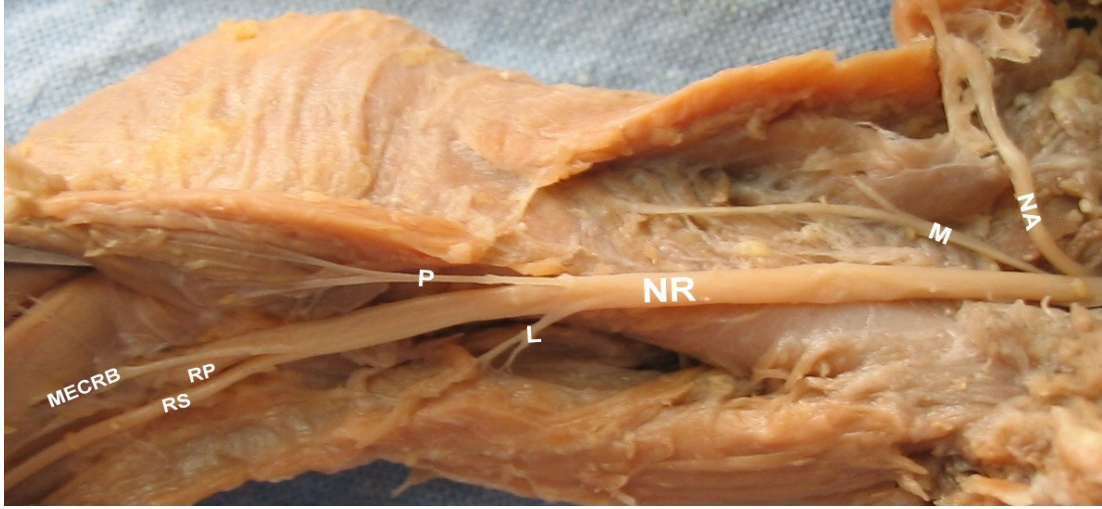
##### **4. 2. 6. b. Nervus radialis'in önkoldaki seyri ve varyasyonlar;**

Vakaların bir kısmında kas gelişimi tamamlanmadığı için sinirden çıkan dallar diseke edilmesine karşın gittiği kasların bazıları ayırt edilemedi. Fetus önkollarında n. radialis'ten çıkan ilk dalların m. brachioradialis ve m. extensor carpi radialis longus'a gittiği gözlemlendi (Şekil 39). M. extensor carpi radialis brevis'i innerve eden musküler dalın 96 olguda (%48) r. profundus'tan çıktığı (Şekil 39), 84 olguda (%42) bu dalın r.

superficialis ve r. profundus'un ayrım yerinden çıktığı (Şekil 37, 40), 20 olguda (%10) ise r. superficialis'ten çıktığı (Şekil 41) gözlemlendi.

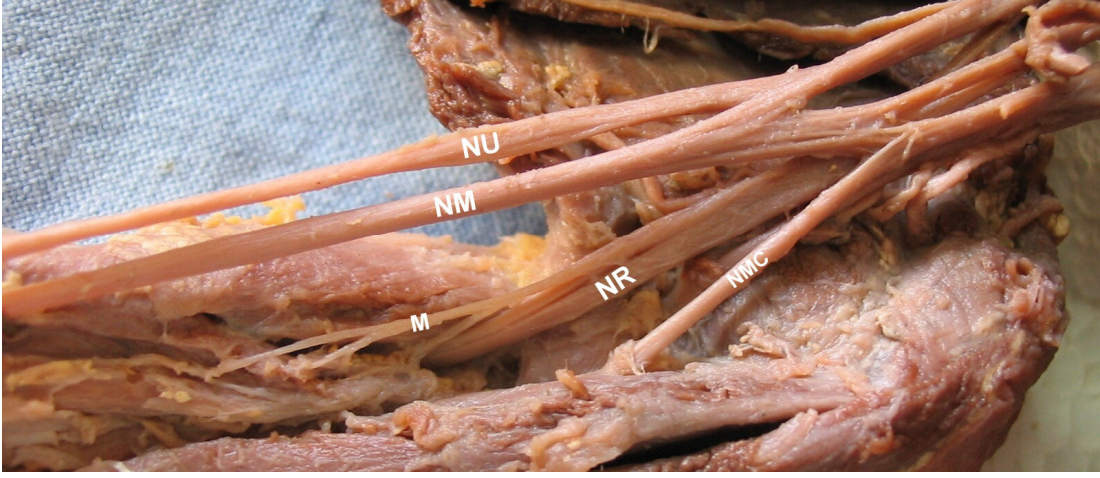
Tüm fetuslarda r. profundus'un devamı olan n. interosseus posterior'un, m. supinator'un iki tabakası arasından 2 kalın kök (lateral, medial) ve 1 küçük kök (posterior) olarak çıktığı ve daha sonra küçük dallara ayrıldığı gözlemlendi (Şekil 42). Bu dalları verdikten sonra önkolun distalinde ve elin dorsal yüzünde sinirin takibi yapılamadı.





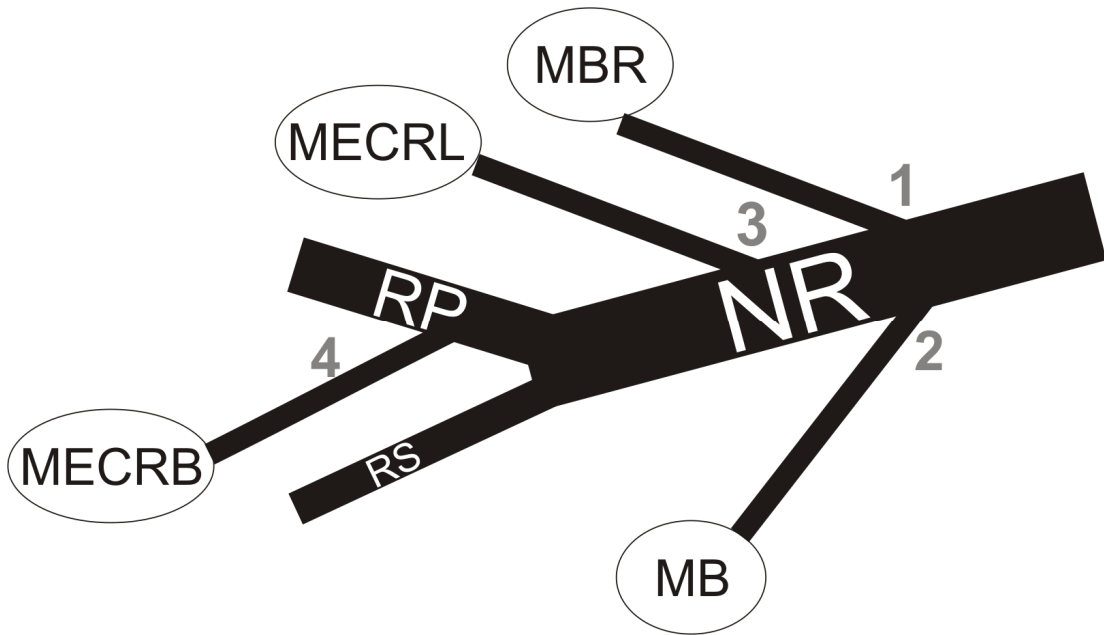
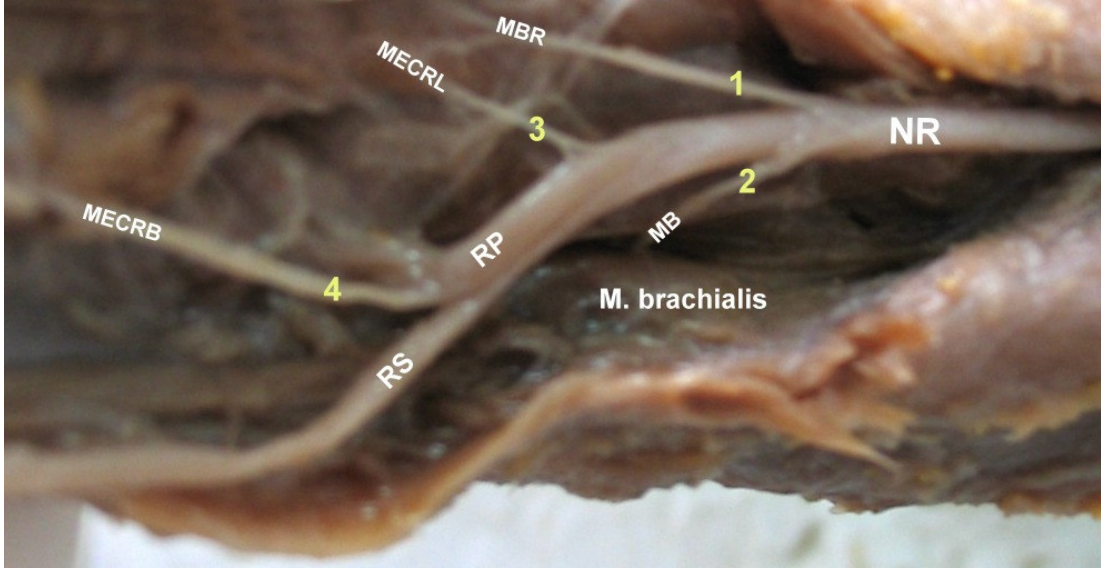
**Şekil 37.** 33 haftalık fetusta n. radialis'in (NR) kolun arka yüzündeki kasları innerve eden medial (M), lateral (L) ve posterior (P) musküler dalları.

**NA;** N. axillaris, **RP:** R. profundus, **RS:** R. superficialis, **MECRB:** M. extensor carpi radialis brevis



**Şekil 38.** 34 haftalık fetusta n. radialis'in (NR) medial msküler dalın (M), kolun ön yüzünden çıkışı.

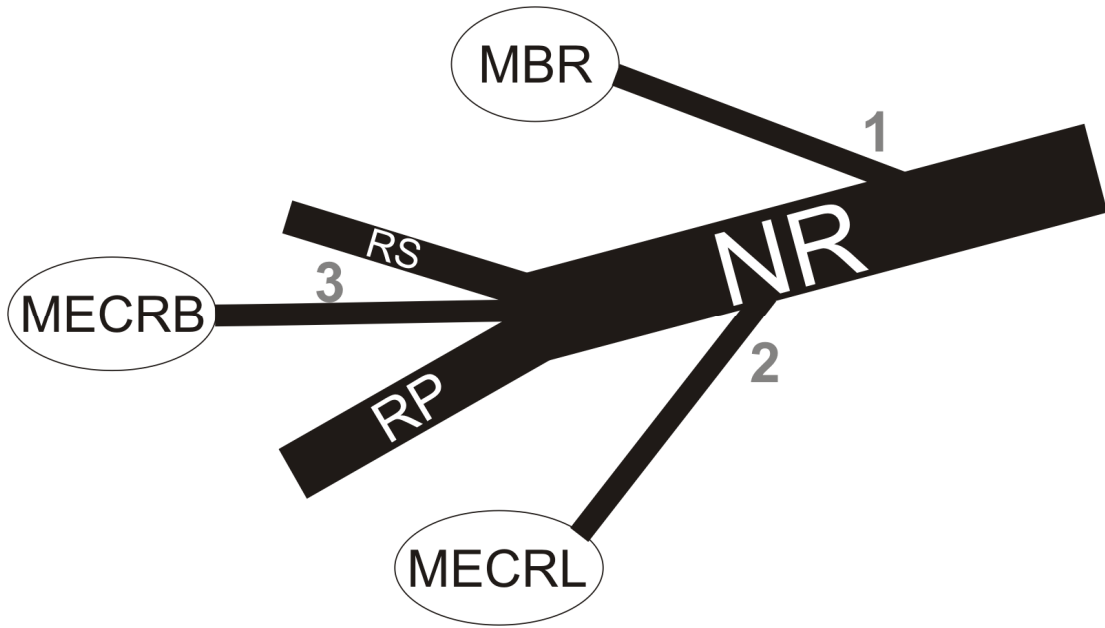
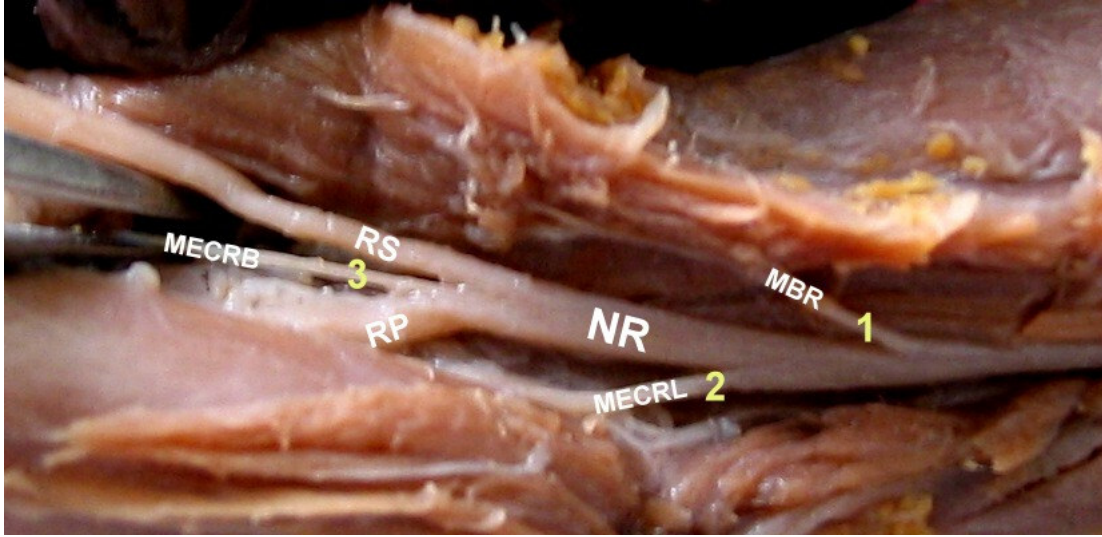
**NM:** N. medianus, **NU:** N. ulnaris, **NMC:** N. musculocutaneus.



**Şekil 39.** 27 haftalık fetusta n. radialis'in (NR) dirsek seviyesindeki dallanması. **1,3;** önkolun ekstensör kaslarına verdiği dallar, **2;** m. brachialis'e (MB) verdiği dal. **4;** m. extensor carpi radialis brevis'e (MECRB) giden dalın r. profundus'tan (RP) çıkışı.

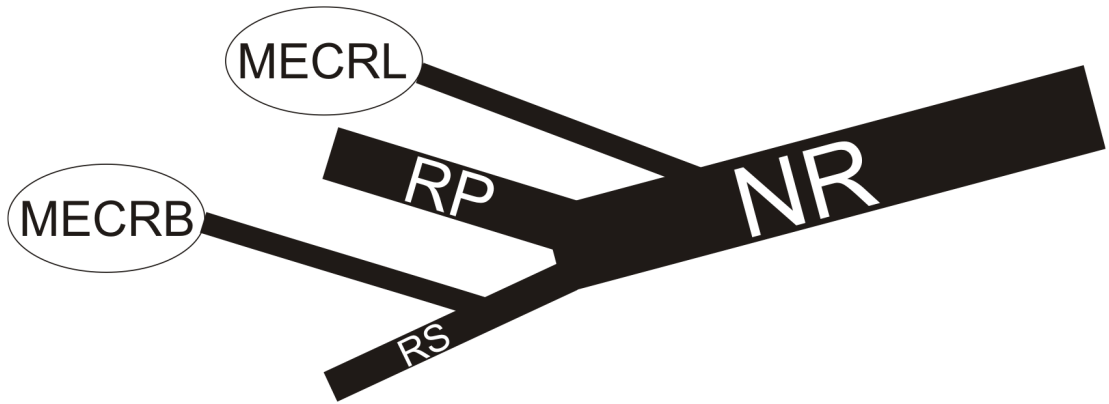
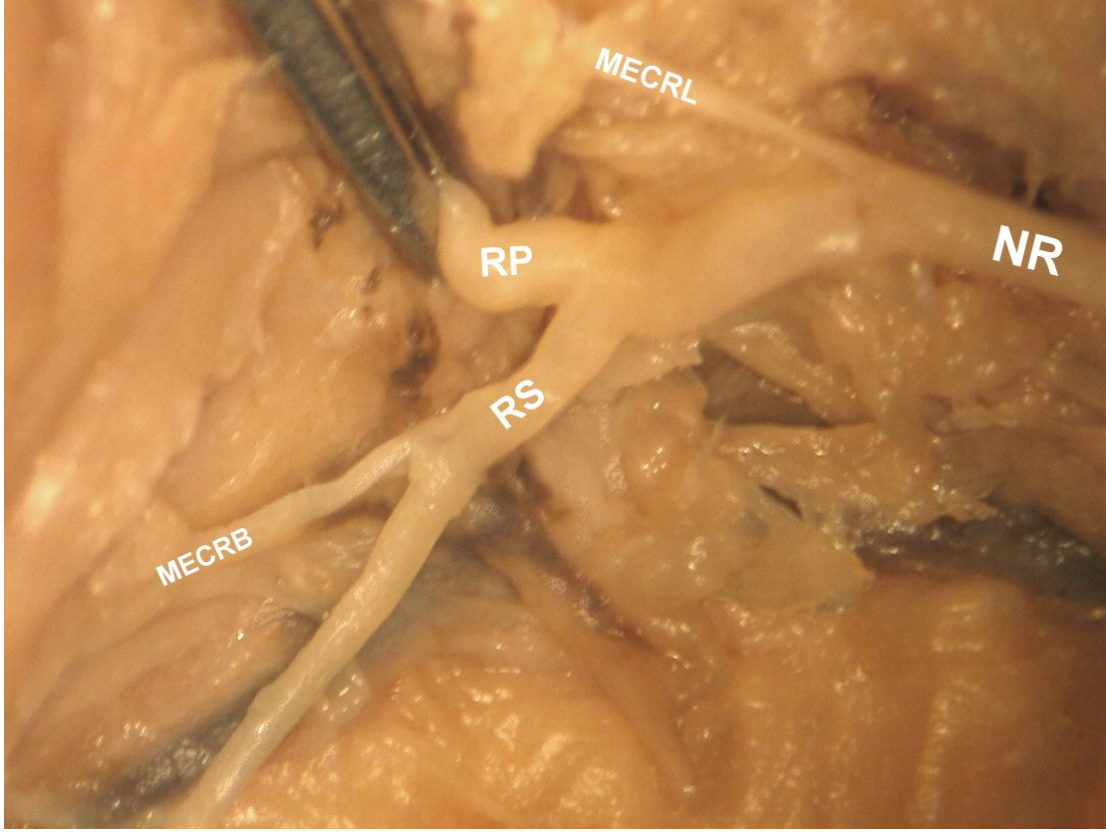
**RS:** R. superficialis, **MBR:** M. brachioradialis, **MECRL:** m. extensor carpi radialis longus.





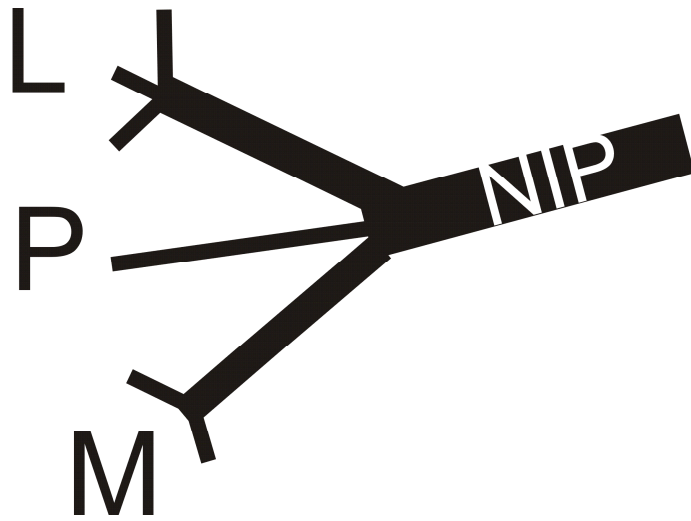
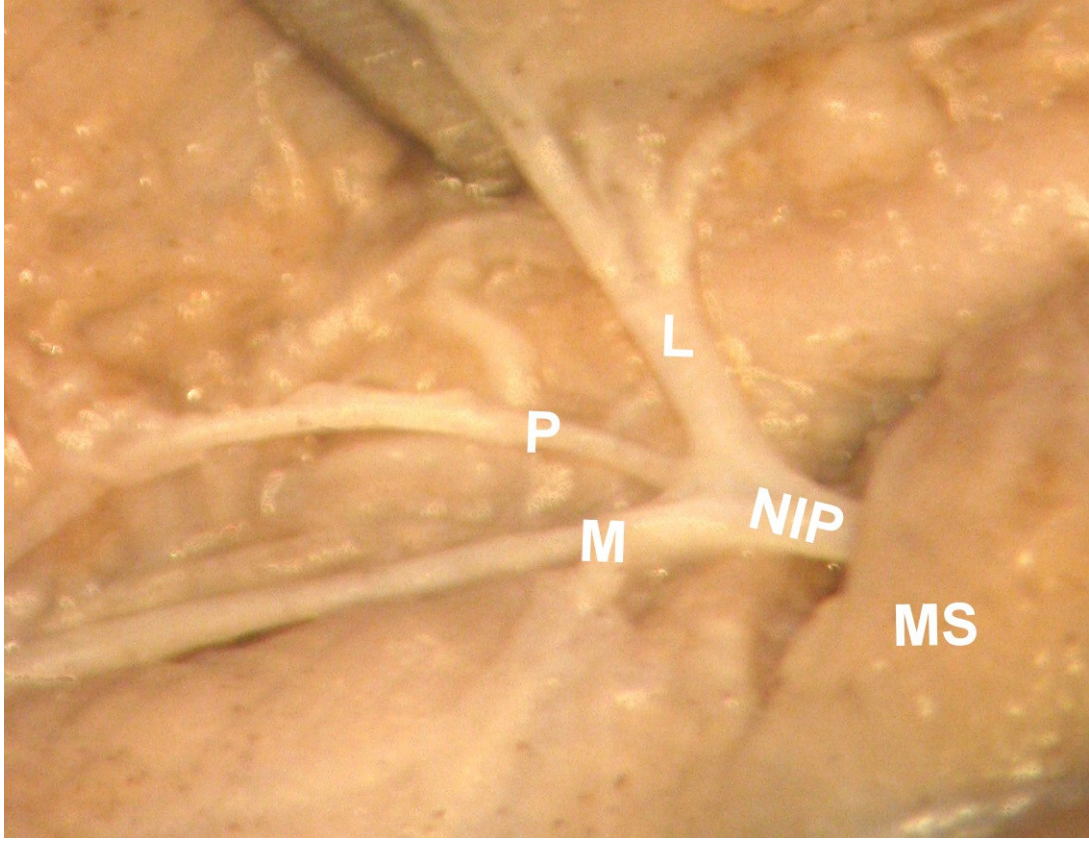
**Şekil 40.** 26 haftalık fetusta n. radialis'in (NR) dirsek seviyesinde önkolun ekstensör kaslarına verdiği musküler dallar. N. radialis'in uç dallarına ayrılma yeri ve m. extensor carpi radialis brevis'e (MECRB) giden dalın buradan çıkışı.

**RP:** R. profundus, **RS:** R. superficialis, **MBR:** M. brachioradialis, **MECRL:** m. extensor carpi radialis longus.



**Şekil 41.** 24 haftalık fetusta m. extensor carpi radialis brevis'e (MECRB) giden dalın r. superficialis'ten (RS) çıkışı.

**NR:** N. radialis, **RP:** R. profundus, **MECRL:** m. extensor carpi radialis longus.



**Şekil 42.** 24 haftalık fetusta n. interosseus posterior'un (NIP) m. supinator'dan (MS) çıkışı.  
**M:** Medial kök, **L:** Lateral kök, **P:** Posterior kök.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5. 1. Ölçüm sonuçlarının tartışılması

Gestasyonel yaştan belirlenmesinde CRL, ağırlık, kemik uzunluğu, biparietal çap gibi bazı fetal parametreler kullanıldığı ve bunlara alternatif olarak kol, önkol ve el uzunluklarının da fetal yaştan tayininde kullanılabileceğini öne süren çalışmalarla (71, 72, 73) uyumlu olarak bizim çalışmamızda da fetal dönemin tamamı ele alındığında kol, önkol ve el uzunlukları ile GY arasında çok kuvvetli pozitif korelasyon (en az  $r: 0,85$ ,  $P<0,01$ ) tespit edildi. Korelasyon katsayılarının ikinci trimester'de üçüncü trimesterden daha yüksek bulunması, 2. trimesterde ekstremitenin ve sinirlerin büyüme hızının daha fazla olmasına karşın 3. trimesterde yavaşlayarak devam ettiğini gösteren çalışmalarla (74, 75) uyumlu olarak değerlendirildi.

Çalışmamızda n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in kalınlıkları incelendiğinde;  $NRK > NMK > NUK$ , başlangıç yerleri ile boyun kökü arasındaki mesafelere bakıldığında ise;  $NMUZ > NUUZ > NRUZ$  bulunmuş olup, literatürde bu üç sinirin ölçümlerinin birlikte değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmadığı için bulgularımızı karşılaştırma imkanı bulamadık. N. medianus'un ana kaslar dalı olan n. interosseus antebrachii anterior ve n. radialis'in terminal dalları olan r. profundus ve r. superficialis incelendiğinde, 2. trimester, 3. trimester ve fetal dönemin tamamında bu dalların çıkış yerleri klasik bilgiyle uyumlu olarak üst ekstremité uzunluğunun 2/3 lük bölümünün proksimalindeydi. N. radialis'in ramus profundus'u 2. ve 3. trimesterde ve fetal dönemin tamamında r. superficialis'ten daha kalın olup, 2. trimesterde iki dalın kalınlıkları birbirine daha yakındı.

Nervus radialis'in septum intermuscularis laterale'yi delmeden önce humerus gövdesi arka yüzünden spiral şeklindeki geçiş bölümü, humerus gövde kırıkları ve cerrahisinde en çok yaralanan kısımdır. Humerus kırıkları sırasında %1,8-16, bu bölge operasyonlarında ise %0-10 oranında n. radialis paralizisi bildirilmektedir (55, 56, 76). N. radialis'in humerus arka yüzündeki spiral geçişinin proksimal ve distal sınırlarını belirleyerek operasyonlar için güvenli alanları göstermek amacıyla erişkin kadavra çalışmaları yapılmıştır (51, 54, 77- 80). Guse ve Ostrum (51) 24 erişkin kadavra kolunda n. radialis'in humerus gövdesinin arka yüzündeki spiral geçişinin acromion ve epicondylus lateralis'e göre ölçtükleri proksimal ve distal sınırlarını değerlerini kol uzunluğuna (acromion-epicondylus lateralis arası) oranlamışlardır. Çalışmada, proksimal sınırın

acromion'a uzaklığı; ortalama  $124 \pm 12$  mm, bu uzaklığın kol uzunluğuna oranı ortalama  $0,41 \pm 0,03$ , distal sınırın epicondylus lateralis'e uzaklığı;  $126 \pm 11$  mm, ölçümlerin kol uzunluğuna oranı  $0,42 \pm 0,04$  olarak belirtilmiştir. Bu oranlar çalışmamızdaki 2. trimestr (PS1/KU:  $0,36 \pm 0,06$ , DS2/KU:  $0,40 \pm 0,08$  ), ve 3. trimestr'de (PS1/KU:  $0,40 \pm 0,07$ , DS2/KU:  $0,39 \pm 0,07$ ) elde edilen değerler ile uyumludur. Guse ve ark. (51) erişkinlerde, orta hattaki cerrahi uygulamalarda kesin güvenli bölge olarak acromion'un 10 cm altı ve epicondylus lateralis'in 10 cm üstünü göstermiş ve ölçümlerin humerus uzunluğuna bağlı olduğu söylemişlerdir. Çalışmamızda fetuslarda, proksimalde kolun üst 0,18'i ile distalde alt 0,17'sinde n. radialis'in humerus ile ilişkisinin bulunmadığı tespit edilerek bu alanlar humerus cerrahisi için güvenli bölge olarak değerlendirildi. Fetustaki güvenli alanın erişkine göre daha az olması ve yaşı ilerlemesiyle güvenli alanın artmasının humerus'un proksimal ve distal uçlarından devam eden kemik büyümesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bu nedenle yenidoğan ve çocukluk döneminde bölgeye uygulanacak cerrahi girişimlerde daha dikkatli olunması gerektiği kanaatindeyiz.

## **5. 2. Varyasyonlarının tartışması**

### **5. 2. 1. Nervus medianus**

Nervus medianus'un musküler dallarının epicondylus medialis'ten başlayan kaslara (m. pronator teres, m. palmaris longus, m. flexor carpi radialis, m. flexor digitorum superficialis) dağılımı değişiklik göstermektedir. Bu kaslara giden musküler dalların araştırıldığı çalışmalarda belirtilen klasik dağılım; m. pronator teres'e giden superior ve inferior olmak üzere iki dalın, m. flexor carpi radialis ve m. palmaris longus'a giden bir kökün ve m. flexor digitorum superficialis'e giden bir dalın ayrılması olarak tanımlanmıştır (81, 82, 83).

Chantelot ve ark. (81) 50 kadavra kolunda yaptığı çalışmada m. pronator teres'e giden dalı %74 oranında tek dal veya musküler dallar ile birlikte aynı kökten ayrıldığını, %26 oranında ise superior ve inferior olarak iki dal şeklinde çıktığını belirtmişlerdir. 20 kadavra kolunda yapılan başka bir çalışmada ise sadece bir olguda (%5) m. pronator teres'e giden musküler dalın klasik dağılımda belirtilen superior ve inferior olmak üzere 2 dal şeklinde çıktığı bildirilmiştir (84). Bu çalışmalarda m. pronator teres'e giden dalın en sık %56 (81) ve %70 (84) oranlarında n. medianus'tan ilk çıkan tek dal olduğu ifade

edilmiştir. Aynı çalışmalarda bu dalın diğer musküler dallarla aynı kökten çıkması halinde, eşlik eden dalların en sık (%5) m. flexor carpi radialis ve m. palmaris longus'a gittiğini saptamışlardır. Bizim çalışmamızda, m. pronator teres'e giden dalın 5 olguda (%10) klasik tipe uygun olduğu gözlenirken, Chantelot ve ark.'nın çalışmalarına benzer şekilde bu dalın en sık (31 olguda, %62) n. medianus'tan ilk tek dal şeklinde çıktığı belirlendi. Bizim sınıflandırmamızda tip 2 (sinirin birbirinden bağımsız iki ayrı dal şeklindeki n. medianus'tan çıkışı) %28 oranında saptanmış olup, bu varyasyonun parsiyel musküler dal lezyonlarında önkolun pronasyonunun devamında avantaj sağlayabileceğini düşünmekteyiz.

Daha önceki çalışmalarda m. flexor carpi radialis'e giden dalın, en sık % 40 (81), % 50 (82), %35 (84) oranlarında klasik tipe uygun olarak m. palmaris longus'a giden dalla birlikte aynı kökten çıktığı bildirilmiştir. Aynı dalın ikinci sıklıkta %32 (81) ve %25 (84) oranlarında n. medianus'tan tek dal olarak çıktığı söylenirken, Canovas ve ark.'nın çalışmasında (82) ise ikinci sıklıkta m. pronator teres'e giden dal ile birlikte çıktığı gösterilmiştir. Çalışmamızda, adı geçen çalışmalara benzer şekilde m. flexor carpi radialis'e giden dalın %60 oranında m. pronator teres veya m. palmaris longus'a giden dal ile birlikte aynı kökten, %30 oranında ise tek dal halinde n. medianus'tan çıktığı, %10 oranında ise m. flexor digitorum superficialis ve m. pronator teres'e giden dal ile birlikte aynı kökten çıktığı bulunmuştur.

Musculus palmaris longus'a giden dal tüm çalışmalarda (81, 82, 84) birbirleriyle uyumlu olarak en sık (% 40, % 50, %35) m. flexor carpi radialis'e giden dalla birlikte aynı kökten ayrılması şeklindeki klasik tipte, ikinci sıklıkta Chantelot ve ark.'nın çalışmalarında (81, 84) tek dal olarak (%30, %25), Canovas ve ark.'nın çalışmasında (82) ise m. flexor digitorum superficialis'e giden dal ile birlikte çıktığı (%30) gösterilmiştir. Çalışmamızda benzer şekilde m. palmaris longus'a giden musküler dalın en sık (%76) m. flexor carpi radialis ve/veya m. pronator teres'e giden dal ile beraber aynı kökten, ikinci sıklıkta (%20) tek dal halinde n. medianus'tan çıktığı belirlenmiştir.

Musculus flexor digitorum superficialis'e giden dalın çalışmalarda (81, 82, 84, 85) yüksek oranlarda (%68, %40, %50, %90) klasik tipe uygun olarak n. medianus'tan çıkan tek dal şeklinde ayrıldığı bulunmuştur. İkinci sıklıkta, Chantelot ve ark.'nın çalışmalarında (81, 84) m. flexor carpi radialis ve m. palmaris longus'a (%14, %20), Canovas'ın



çalışmasında (82) ise m. palmaris longus'a giden (%30) musküler dalla beraber aynı kökten çıktığı bildirilmiştir. M. flexor digitorum superficialis'e giden musküler dalın n. interosseous antebrachii anterior'dan tek dal halinde çıktığını, Liu ve ark. (85) %10, Canovas ve ark. (82) %20 oranında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda bu dalın fetus kollarının %64'ünde tek dal şeklinde, %26'sında diğer musküler dallarla birlikte n. medianus'tan, %10'unda n. interosseous antebrachii anterior'dan tek dal olarak çıktığı gösterildi.

Klasik olarak m. flexor digitorum profundus'un ulnar bölümünün n. ulnaris'ten, radial bölümünün ise n. interosseous antebrachii anterior'dan gelen dal tarafından innerve edildiği bilinmektedir (10, 12, 14). Chantelot ve ark. (81) bu kasın radial bölümüne gelen dalın %4 oranında n. medianus'tan m. flexor digitorum superficialis'e giden dal ile beraber aynı kökten ayrıldığını, %2 oranında ise tek dal halinde n. medianus'tan çıktığını bildirmiştir. Bizim çalışmamız ile Chantelot ve ark.'nın çalışmaları karşılaştırıldığında m. flexor digitorum profundus'a giden musküler dalın m. flexor digitorum superficialis'e giden dal ile birlikte n. medianus'tan çıkması aynı oranda (%4) gözlenirken, bu dalın n. medianus'tan tek dal halinde çıkması daha sık (%6) bulundu.

Gunther ve ark. (83) 20 kadavrada yaptıkları çalışmada n. medianus'tan ayrılan dalları, m. pronator teres'e giden dal (I), m. flexor carpi radialis, m. flexor digitorum superficialis ve m. palmaris longus'a giden dallar (II), n. interosseous antebrachii anterior (III) ve m. flexor digitorum superficialis'e giden dal (IV) olmak üzere 4 ana kökte incelemişler ve tüm olgularda n. medianus'tan ilk çıkan dalın m. pronator teres'i innerve ettiğini, diğer dalların ise çıkış sıralarının farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde 199 olguda (%99,5) n. medianus'tan ilk çıkan dal m. pronator teres'e giderken sadece 1 olguda (%0,5) ilk dal n. interosseous antebrachii anterior idi.

Plexus brachialis'in terminal dallarının seyrinde sık rastlanan bağlantı n. medianus ile n. musculocutaneus arasındadır. Bu bağlantıdaki farklılıkları ve görülme sıklığını bildiren erişkin kadavralarda yapılan çalışmalar vardır. Venieratos ve Anagnostopoulou (86) 158 plexus brachialis diseksiyonunda %13,9, Choi ve ark. (87) 276 kolda %46,4 oranında bağlantı dalı tespit etmişler ve bununla ilgili farklı sınıflandırmalar yapmışlardır. Venieratos ve Anagnostopoulou (86), iki sinir arasındaki bağlantının seviyesine göre

sınıflandırmış, Choi ve ark. (87) bağlantı dalının sayısına ve konumuna göre 3 tip belirlemişler; tip I; proksimalde bir bağlantı dalı, tip II; distalde bir bağlantı dalı, tip III; farklı şekillerde iki bağlantı dalı olarak tarif edilmiş ve en sık (%72,6) tip II'ye rastlandığını rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda 15 olguda (%7,5) tespit edilen bağlantıda, Choi ve ark.'nın yapmış olduğu sınıflandırma esas alınmış ve onların sonuçlarına benzer şekilde en sık (%66,7) tip II, %33,3 oranında ise tip I bulunmuştur. Çalışmamızda birden fazla bağlantı dalı (tip III) tespit edilmemiştir. Nervus medianus ve n. musculocutaneus arasındaki bağlantının ve görülme sıklığının bilinmesi, klinik nörofizyolojinin doğru yorumlanmasında, sinirlerin disfonksiyonlarının anlaşılmasında ve omuz travmalarına anterior cerrahi yaklaşımlarda oldukça önemlidir (87).

### 5. 2. 2. *Nervus ulnaris*

Humerus distal uç kırıklarında dekompresyondan dolayı oluşan kübital tünel sendromu ve malformasyonları nedeniyle n. ulnaris'in önkoldaki dallanma paterninin bilinmesi oldukça önemlidir. N. ulnaris'ten m. flexor carpi ulnaris'e giden bir dal ve m. flexor digitorum profundus'un ulnar parçasına uzanan bir dalın ayrılması genel olarak bilinen klasik musküler dallanmadır (14). Marur ve ark. (88) 37 kadavra kolunda yaptıkları çalışmada n. ulnaris'in musküler dallarını 4 gruba ayırarak incelemişler; grup I (iki dal), grup II (üç dal), grup III (dört dal) ve grup IV (beş dal) şeklinde tanımlamışlardır. En sık olarak 18 kolda (%48,7) grup I ve 17 kolda (%45,9) grup II görülürken 1 kolda (%2,7) grup III ve 1 kolda (%2,7) grup IV belirlemişlerdir. Çalışmamızda ise Marur ve ark.'dan (88) farklı olarak n. ulnaris'ten ayrılan dal sayısının en fazla (%88,5) iki, daha az oranda (%11,5) ise üç olduğunu gözledik. Dört ya da daha fazla dal sayısına rastlamadığımız için bu dalları tip 1 ve tip 2 olarak iki grupta sınıflandırdık. Marur ve ark. (88) n. ulnaris'ten ayrılan musküler dalların seyrini izlediklediklerinde; m. flexor carpi ulnaris'e 34 kolda (%91,8) bir veya iki dal, 2 kolda (%5,5) üç dal, 1 kolda (%2,7) dört dal ulaştığını belirlemişler, m. flexor digitorum profundus'un ulnar bölümüne ise 33 kolda (%88,1) bir dal, 4 kolda (%21,9) iki dal gittiği bildirilmişlerdir. Çalışmamızda üç dalın ayrıldığını gördüğümüz tip 2'deki dalların gittikleri kaslara göre, alt grupları tip 2a ve tip 2b olarak tanımladık. Buna göre %8 oranında m. flexor carpi ulnaris'e 2 dalın (tip 2a), %3,5 m. flexor digitorum profundus'un ulnar bölümüne 2 dalın (tip 2b) gittiğini belirledik. Bu oranlar Marur ve ark.'larının (88) çalışma sonuçlarından oldukça düşüktü, kolların %92'sinde m. flexor carpi ulnaris'e ve %88,5'inde m. flexor digitorum profundus'un ulnar

bölümüne tek dal gidiyordu. Marur ve ark.'nın (88) çalışmaları ile benzer tek sonuç, tüm kollarda n. ulnaris'ten ayrılan ilk dalın m. flexor carpi ulnaris'e gitmesiydi. Bu farklılıkların araştırmacıların kullandığı kadavra sayısının düşük olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Gonzalez ve ark. (89) 39 kadavra kolunda yaptıkları çalışmada m. flexor carpi ulnaris'e giden musküler dalların sayısının 1 ile 6 arasında değiştiğini, ortalama 3 adet görüldüğünü belirlemiş ve iki kolda bu dalların epicondylus medialis'in proksimalinde n. ulnaris'ten çıktığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızdaki tüm olgularda n. ulnaris'ten çıkan musküler dallar epicondylus medialis'in distalinden ayrılmaktaydı ve m. flexor carpi ulnaris'e 1 veya 2 dal gidiyordu.

Son yıllarda n. ulnaris'ten m. flexor carpi ulnaris'e giden birden fazla dal varlığında bu dalların özellikle m. pronator teres'in dalı ile anatomik ve histometrik analizlerinin benzerliğinden dolayı parsiyel n. medianus hasarında önkolun pronasyonunun devamı için potansiyonel donör olarak kullanılabileceğini gösteren çalışmalar vardır (88, 90).

Martin Gruber Anastomozu'nun (MGA) yeniden ele alındığı bir çalışmada n. medianus'tan orijin alan bağlantı dalının, m. flexor digitorum profundus'un bir bölümü boyunca geçtikten sonra, a. ulnaris'in arkasından geçerek n. ulnaris'e katıldığı ve MGA'nın insidansının fizyolojik (%5- %40) ve anatomik (%10-%30,6) çalışmalarda birbirinden farklı bulunduğu bildirilmiştir (64). Erişkin kadavralarda görülme sıklığının %21 (91), %23 (92), %23,6 (69), %19 (88) olarak belirlendiği diğer kapsamlı çalışmalar da vardır. Srinivasan ve Rhodes (93) normal görünümlü ve trizomi 21'li fetuslarda yaptığı çalışmada bu oranı %15 olarak bildirmişlerdir. Lee ve ark. (66) ise normal bireylerde yapılan elektrodiagnostik çalışmalarda bu bağlantıyı %15-%39 olarak bulmuşlardır. Sarıkçıoğlu ve ark.'nın (94) Türk toplumunda yaptıkları anatomik (30 kadavra kolu) ve elektrofizyolojik (60 hasta kolu) çalışma sonucunda % 3,3 ve % 6,6 oranında bulmuşlar ve bu düşük oranın ırksal farklılıklara bağlı olduğunu savunmuşlardır. Çalışmamızda da diğer çalışmalardan farklı olarak, Sarıkçıoğlu ve ark.'nın sonuçlarına benzer şekilde MGA düşük oranda (%7,5) gözlenmiştir.

Literatürde Martin Gruber Anastomozu'nun tiplendirilmesi ile ilgili çok sayıda anatomik (64, 91), histolojik (69) ve elektrofizyolojik (66) çalışma mevcuttur. Niefenführ

ve ark. (64) bağlantı dalının sayısına göre patern I (bir dal) ve patern II (iki dal) olarak sınıflandırmış ve 17 kadavra kolunda (% 89,5) patern I, 2 kolda (% 10,5) patern II tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda 15 olguda saptanan bağlantı dallarının hepsi Nidenführ ve ark.'nın (64) çalışmasındaki tarif edilen patern I'e uymaktadır, patern II'ye rastlanmamıştır.

Elektrofizyolojik çalışmalarda Martin Gruber Anastomozu'nun genellikle somatomotor bir dal olduğu ve motor aksonlarını n. medianus veya n. interosseus antebrachii anterior'dan alarak ve n. ulnaris'e katıldığı gösterilmiştir (68,70). Nakashima'nın çalışmasında (91) bu anastomozun, el kaslarının anormal innervasyonunda oldukça önemli bir rol oynadığı belirtilmiş olup, n. medianus'un anastomoz öncesi lezyonlarında el kaslarının tamamen felç olduğu vakalar (n. ulnaris'in tüm sinir liflerinin n. medianus'tan geldiğinden dolayı) bildirmişlerdir.

Nervus medianus ve n. ulnaris arasında çok az görülen bir bağlantı da Marinacci Anastomozu (ters Martin Gruber anastomozu) olarak isimlendirilir. Bu anastomozda n. ulnaris'ten çıkıp n. medianus'a katılan bir bağlantı dalı mevcuttur. Sundaram ve ark.'nın (95) 200 hasta kolunda yaptıkları nörofizyolojik çalışmada 4 hastada (7 kol) bu anastomoz bildirmiş ve anastomozlu hastalarda nöropatinin hiçbir bulgusuna rastlamamışlardır. Araştırmacıların bazıları (94, 96) Martin Gruber Anastomozu'nun tespit edildiği anatomik ve elektrofizyolojik çalışmaları sırasında Marinacci Anastomozu'nu araştırmışlar ancak böyle bir bağlantı bulamamışlardır. Bizim çalışmamızda da Marinacci Anastomozu'na rastlanılmadı, iki sinir arasındaki tüm bağlantı dalları n. medianus'tan, n. ulnaris'e katılım şeklindeydi.

### **5. 2. 3. Elin palmar yüzünün innervasyonu**

Karpal tünel cerrahisinde n. medianus'un tenar bölgede verdiği dalları korumak çok önemli olduğundan, literatürde bu dalların lokalizasyonlarının belirlenmesi amacıyla tanımlanmış yüzeyel belirleyicilerin kullanıldığı bildirilmektedir (97, 98).

Elde n. medianus ve n. ulnaris arasındaki ilişki ve parmak innervasyonları hakkında az sayıda çalışma mevcuttur (26, 99, 100). Bu çalışmalarda n. medianus ve n. ulnaris arasındaki bağlantı dalının varlığına ve morfolojisine göre 5 tip belirlenmiş, elde edilen

veriler ve bizim bulgularımız tablo 16’da karşılaştırılmıştır. Buna göre çalışmamızda en sık (%70) tip C gözlenirken, en az (%1) oranda Tip D tespit edilmiştir.

**Tablo 16.** Elin palmar yüzünde n. medianus ve n. ulnaris arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı araştırmacıların ve bizim sonuçlarımızın karşılaştırması.

| <i>Araştırmacılar</i>   | <i>Diseksiyon Sayısı</i> | <i>Tip A</i> | <i>Tip B</i> | <i>Tip C</i> | <i>Tip D</i> | <i>Tip E</i> |
|-------------------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Hirasawa (99)           | 80                       | %27.5        | %45.0        | %0.0         | %0.0         | %27.5        |
| Machida (100)           | 50                       | %26.0        | %8.0         | %22.0        | %2.0         | %42.0        |
| Kawashima (26)          | 169                      | %14.2        | %3.0         | %35.5        | %0.6         | %46.7        |
| <b>Bizim çalışmamız</b> | <b>200</b>               | <b>%5.0</b>  | <b>%1.5</b>  | <b>%70</b>   | <b>%1.0</b>  | <b>%22.0</b> |

El cerrahları tarafından Berettini dalı olarak tanımlanan, n. medianus ve n. ulnaris arasındaki bağlantı Don Griot ve ark.’nın (30) çalışmalarında %4-100 olarak bildirilmektedir. Tagıl ve ark. (101) 30 erişkin kadavra elinde bu sinirler arasındaki bağlantı dalını % 60 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde bu bağlantı dalı daha düşük oranda (%30) tespit edildi. N. medianus ve n. ulnaris arasındaki bağlantı dalının zedelenmesi özellikle Guyon kanalının açılması ve karpal tünel cerrahisinde büyük tehlike arz ettiğinden, bağlantı dalının yeri, “danger zone” olarak isimlendirilmiş ve bu dalın konumunu belirlemek için çeşitli yüzeysel belirleyiciler kullanılmıştır. “Danger zone”nun sınırları radial tarafta; 3. parmağın ortasından geçen hat, ulnar tarafta; eminentia hypohenaris’in ortasından geçen hat, proksimalde; retinaculum musculorum flexorum’un distal sınırı olarak belirtilmektedir (29, 30). Çalışmamızda, önceki çalışmalarda bildirilen n. medianus ile n. ulnaris arasındaki bağlantı dalının retinaculum musculorum flexorum’un distalinde bulunduğu bilgisinden farklı olarak, n. ulnaris’ten çıkıp retinaculum musculorum flexorum’u üstten çaprazlayarak n. medianus’a katılması %22 oranında gözlenmiştir. Bu bulgumuzun, yapılacak erişkin kadavra çalışmalarında da desteklenmesi halinde “danger zone”un proksimaldeki sınırının retinaculum musculorum flexorum’un proksimal kenarına kadar genişletilebileceğini düşünmekteyiz.

#### 5. 2. 4. *Nervus radialis*

Koizumi ve ark. (102) 602 erişkin kadavra kolunda n. radialis ile n. axillaris arasındaki bağlantıları araştırmışlar, 8 kadavra kolunda m. teres major'un başlangıcının arkasında m. triceps brachii'nin caput laterale ve caput longum'u arasında uzanan bir bağlantı dalı tespit etmişler, 6 kolda (%25) bağlantı dalının n. axillaris'ten çıkıp n. radialis'e gittiğini, 1 kolda (%12,5) n. radialis'ten çıkıp n. axillaris'e gittiğini, 1 kolda (%12,5) ise karşılıklı iki dal olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda n. radialis ve n. axillaris arasında seyirleri boyunca herhangi bir bağlantıya rastlanılmadı.

Seze ve ark. (103) 20 kadavra ve 15 hasta kolunda yaptıkları bir çalışmada m. triceps brachii caput longum'unun bilinenin aksine n. radialis'ten değil, n. axillaris'ten (24 kol), fasciculus posterior'dan (9 kol) ve n. axillaris ile n. radialis'in ayrım yerinden (2 kol) orijin alan bir dal tarafından innerve edildiğini göstermişlerdir. Bu çalışmayı desteklemeyerek innervasyon dalının sadece n. radialis'den çıktığını söyleyen çalışmalar da mevcuttur (104, 105). Çalışmamız sonuçlarında da m. triceps brachii caput longum'unun n. radialis tarafından innerve edildiğini göstermektedir.

Musculus brachialis'in innervasyonun n. musculocutaneus tarafından sağlandığı bilinmesine rağmen 1968'de Ip ve Chang tarafından yapılan çalışmalarda 8 kadavrada n. radialis'in bu kasın inferolateral bölümünü innerve ettiği bildirilmiştir (106). Daha sonra yapılan çalışmalarla ikili innervasyonun %50- 81,6 oranlarında değiştiği belirtilmiştir. Bu innervasyon paterninin embriyonik dönemdeki ekstensör ve fleksör kas kitlelerinin farklı füzyonu sonucu oluştuğu söylenmiş ve humerus'a anterior yaklaşımlarda n. radialis'ten gelen dalın korunması gerektiği belirtilmiştir (46, 106, 107). Çalışmamızda n. radialis'ten m. brachialis'in inferolateral segmentine giden dal %26 oranında (52 kolda) tespit edilmiş olup bu oran daha önceki çalışmalarda bildirilenlerden oldukça düşüktür. Bu oranlardaki farklılıkların kullanılan erişkin kadavra sayılarının artırılmasıyla giderilebileceği kanaatindeyiz.

Daha önce yapılan araştırmalarda önkolun ekstensör kaslarını innerve eden n. radialis dallarının proksimalden- distale doğru sırasıyla m. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus, m. extensor carpi radialis brevis, m. supinator, m. extensor digitorum, m. extensor carpi ulnaris, m. extensor digiti minimi, m. abductor pollicis longus, m.



extensor indicis'e gittiğini bildirmişlerdir (46, 108). Bu kaslardan m. extensor carpi radialis brevis'in innervasyonu farklılık gösterdiği için önemle vurgulanmış ve kasa gelen musküler dalın, n. radialis (r. superficialis ve n. interosseous posterior'un bifurkasyon yeri), n. interosseous posterior ve r. superficialis olmak üzere 3 farklı orijini tanımlanmıştır (58, 59, 108, 109, 110). Bizim çalışmamızda m. extensor carpi radialis brevis'e giden musküler dalın daha önce belirtilen şekilde 3 farklı orijinden kaynaklandığı tespit edilmiş ve sonuçlarımız tablo 17'de diğer araştırmacıların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

**Tablo 17.** M. extensor carpi radialis brevis'in innervasyon dalının orijinini inceleyen bazı araştırmacıların ve bizim sonuçlarımızın karşılaştırması.

KS; çalışmanın yapıldığı kol sayısı, NIP; n. interosseous posterior, RS; r. superficialis, NR; n. radialis.

| <i>Araştırmacılar</i>   | <i>KS</i>  | <i>NIP</i> | <i>RS</i>  | <i>NR</i><br>( <i>bifurkasyon</i> ) |
|-------------------------|------------|------------|------------|-------------------------------------|
| Prasartritha (59)       | 60         | %2         | %43        | %55                                 |
| Kirici (110)            | 30         | %47        | %0         | %53                                 |
| Cricenti (109)          | 30         | %93        | %7         | %0                                  |
| Branovacki (108)        | 60         | %45        | %25        | %30                                 |
| Konjengbam (58)         | 52         | %59        | %39        | %2                                  |
| <b>Bizim çalışmamız</b> | <b>200</b> | <b>%48</b> | <b>%10</b> | <b>%42</b>                          |

Ramus profundus'un n. radialis'ten çıkışı ve bu dalın devamı olarak belirtilen n. interosseous posterior'un radial tüneldeki seyri erişkin kadavra diseksiyonlarında gösterilmiştir (58, 59, 111). N. interosseous posterior'un özellikle segmental n. digitalis kayıplarında greft materyali olarak uygun olduğunun anlaşılmasından sonra sinirin m. supinator'dan çıktıktan sonraki seyri ve dallanma paterni araştırılmıştır (112, 113). Bu amaçla Elgafy ve ark. (113) 30 erişkin kadvrada yaptıkları çalışmada n. interosseus posterior'un m. supinator'un iki başı arasından çıktıktan hemen sonra 6 dala ayrıldığını ve bu dallardan 1. ve 2.'nin m. extensor digitorum'a, 3.'nün m. extensor carpi ulnaris'e, 4.'nün m. extensor digiti minimi'ye, 5.'nin ise iki dala ayrılarak m. extensor pollicis longus ve extensor indicis proprius'a gittiğini bildirmişlerdir. Ay ve ark.'nın (112) 30 erişkin kadvrada bu dalın kastan lateral, posterior ve medial olmak üzere 3 ana kök halinde

çıktıktan sonra ince dallara ayrılarak kaslara gittiklerini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda Ay'ın (112) çalışmasıyla uyumlu olarak tüm fetus önkollarında bu sinirin m. supinator'dan, lateral, medial ve posterior olmak üzere 3 ana kök halinde çıkıp daha sonra ince dallara ayrıldığı gözlemlendi. Ancak gelişim yetersizliğinden dolayı gittikleri kaslar değerlendirilemedi.

Obstetrik plexus brachialis paralizisi, bebeğin doğumu sırasında plexus brachialis'in yaralanması ile oluşan bir durum olarak tanımlanmaktadır (114, 115, 116). Yenidoğanın kilosuna bağlı olarak görülme sıklığı 1000 doğumda 0,9- 2,6 olarak bildirilmektedir (115, 117). Tedavi primer hasarın derecesine bağlıdır. Küçük hasar varlığında spontan iyileşebildiği bilinmekle beraber esas tedavi metodu plexus brachialis'e veya terminal dallarına uygulanan cerrahi girişimlerdir (117, 118, 119). Günümüzde operasyonlar genellikle doğum sonrası veya erişkin travmalarını takiben spontan iyileşmeyi beklemek amacıyla 3 ay sonra yapılmaktadır. Buna rağmen son yıllarda yaralanmadan itibaren ilk üç ay içerisindeki müdahalelerde iyileşmenin arttığı sekellerin ise azaldığını bildiren çalışmalar da vardır (119, 120, 121). Bu çalışmalar yenidoğanda plexus brachialis ve terminal dallarına yapılacak cerrahi girişimler için bu yapıların anatomisinin ve varyasyonlarının iyi bilinmesi gerektiğini göstermektedir. Üst ekstremitenin sinirleri ile ilgili çok sayıda erişkin kadavra çalışması olmasına karşın fetus çalışması yetersizdir. Bu çalışmadaki (özellikle 3. trimestr) morfolometrik ölçümlerin ve varyasyon bulgularının obstetrik plexus brachialis paralizisinde uygulanacak cerrahi girişimlerde faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Son yıllarda n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in kapsamlı kadavra diseksiyonları, elektrofizyolojik çalışmalar ile sinirler arasındaki bağlantı dallarının ve farklı innervasyon paternlerinin belirlenmesi, bu sinirlerin tek başına değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir. Bu durumda özellikle sinir rejenerasyonu amaçlı nörotizasyon uygulamalarında (122, 123, 124), kemik kırıklarının tedavisinde ve iyileşme sürecinde farklılıklara yol açacağı için klinisyenlerin operasyondan önce sadece çalışacakları sinirin değil diğer iki sinirin de anatomisini iyi bilmeleri gereklidir. Bu sinirlerin bölümlerinin anatomisini ve varyasyonlarını belirleyen çok sayıda çalışma olmasına rağmen üçünün beraber incelendiği araştırma yok denecek kadar azdır. Bu nedenle 200 fetus kolunda yapılan üç sinirin anatomisinin ve varyasyonlarının incelendiği çalışmamızın özellikle bölge cerrahisiyle uğraşan uzmanlara faydalı olacağı kanaatindeyiz.

## 6. ÖZET

Nervus medianus, n. ulnaris ve n. radialis üst ekstremitenin innervasyonunu sağlayan plexus brachialis'in en önemli terminal dallarındandır. Bu sinirlerin seyrini, varyasyonlarını ve özellikle musküler dallarının innervasyon paternlerini belirlemek amacıyla, 2. trimester ve 3. trimesterdeki toplam 100 fetusun (50 dişi ve 50 erkek) 200 ekstremitesinde kol, önkol ve elin palmar yüzünde diseksiyonlar gerçekleştirildi. İncelemeler mikroskop altında yapıldı ve fotoğrafları çekildi. Uzunluk, kalınlık ve uzaklık ölçümleri 0,01 mm hassas dijital kumpas kullanılarak aynı kişi tarafından alındı. Verilerin istatistiği SPSS for Windows 13.0 programında yapıldı. Ortalamaların karşılaştırılmasında varyansların homojen olmadığı belirlendiği için Mann-Whitney U testi ve Spearman korelasyon testi kullanıldı. Çalışmada yapılan ölçümler sonucunda, n. radialis'in en fazla kalınlığa sahip olduğu ve n. medianus'un başlangıç yerinin boyun köküne en uzak mesafede olduğu bulundu. Sinirlerin kalınlık ve uzaklık ölçümlerinde 2. ve 3. trimester arasında anlamlı farklılık ( $P<0,01$ ) tespit edilirken sağ-sol ve erkek-dişi arasında farklılık izlenmedi. Diseksiyonlar sırasında 15 (%7,5) kolda n. medianus ve n. ulnaris arasında Martin Gruber Anastomozu'na rastlanıldı. 59 (%29,5) kolda elin palmar yüzünde bu iki sinir arasında bağlantı dalı tespit edildi. 52 (%26) kolda n. radialis'ten m. brachialis'in inferolateral segmentine giden bir musküler dal belirlendi. N. medianus, n. ulnaris, n. radialis'in seyri, musküler dalları, birbirleriyle ilişkileri ve varyasyonlarının özellikle bu bölgenin cerrahisiyle uğraşan uzmanlar tarafından iyi bilinmelidir.

Anahtar kelimeler: N. medianus, n. ulnaris, n. radialis

## **7. SUMMARY**

### **DETERMINATION OF THE COURSE AND THE VARIATIONS OF THE MOTOR BRANCHES OF MEDIAN, ULNAR, AND RADIAL NERVES IN HUMAN FETUSES**

Median, ulnar and the radial nerves are the most important terminal branches of brachial plexus providing upper extremity's innervation. For the purpose of determining the courses, the variations, and especially the muscular branches' innervation patterns of these nerves, dissections were made on the arms, forearms, and the palmar surfaces of 100 second and third trimester fetuses' (50 female, and 50 male) 200 upper extremities. The studies were made by means of microscope and their photos were taken. Length, thickness, and distance measurements were taken by the same person using 0,01 mm sensitive digital compas. The statistical analyses of the data were made with SPSS for Windows 13.0 program. As it was found that the variances were not homogeneous, Mann-Whitney U test and Spearman correlation tests were used in the comparison of the mean values. It was found that radial nerve was the thickest, and the distance between the starting point of median nerve and root of the neck was the highest. A considerable difference was found between second and third trimesters, on the thickness and distance measurements of the nerves, but there was no difference between right and left upper extremities, and between male and female fetuses. During the dissections, Martin Gruber Anastomosis was encountered between median and ulnar nerves on 15 (%7,5) forearms. On 59 (%29,5) arms, a connecting segment between these two nerves was determined on the palmar surface of the hands. A muscular branch going from radial nerve to inferolateral segment of brachial muscle was determined on 52 (%26) arms. The courses, muscular branches, relationships with each other, and variations of median, ulnar and radial nerves should be well known by the specialists especially working on the local surgery of this region.

Key words: Median nerve, ulnar nerve, radial nerve

## KAYNAKLAR

1. Carlson BM. Patten's Foundations of Embryology. 6<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill; 1996 p. 412-460
2. Moore K, Persaud TVN. Klinik Yönleri ile İnsan Embriyolojisi. 6. baskı. Çev. Ed. Yıldırım M, Okar İ, Dalçık Ç. Nobel Tıp Kitabevi; 2002 s. 434- 444
3. Sadler TW. Langman's Medikal Embriyoloji. 6<sup>nd</sup> ed. Baltimore:Williams &Wilkins; 1990 p. 140- 149.
4. Larsen WJ. Human Embryology. London: Churchill Livingstone; 1993 p. 281-293.
5. O'rahilly R, Gardner E. The timing and sequence of events in the development of the limbs human embryo. Anat Embryol. 1975;148:1-23.
6. Shinohara H, Naora H, Hashimoto R, Hatta T, Tanaka O. Development of the innervation pattern in the upper limb of staged human embryos. Acta Anat Basel. 1990;138(3):265-269.
7. Dere F. Anatomi (Cilt I-II). Adana 1990 s. 93-108.
8. Carola R, Harley JP, Noback Cr. Human Anatomy. Newyork: McGraw- Hill, INC, 1992. p. 318-339.
9. Tortora GJ, Anagnostakos NP. Principles of Anatomy and Physiology. 6<sup>th</sup> ed. Newyork: Harper Collins Publishers, 1990 p. 369-373.
10. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. Cilt 2. Ankara; Güneş kitabevi; 1997 s. 210-21.
11. Odar İV. Anatomi Cilt 1. Ankara; Hacettepe Taş Kitabçılık; 1986;424-455.
12. Gövsa Gökmen F. Sistemik Anatomi. İzmir; Güven Kitabevi; 2003 s. 829-841.
13. Rogers AW. Textbook of Anatomy. Newyork; Churchill Livingstone; 1992. p. 251.
14. Williams PL, Bannister LH, Berry M, et. all. Gray's Anatomy. In: Berry M, Bannister LH, Standring SM. editors. Nervous system. 38<sup>th</sup> ed. Newyork; Churchill Livingstone; 1995 p. 1266-1274.
15. Uysal İİ, Şeker M, Karabulut AK, Büyükmumcu MB, Zıylan T. Brachial plexus variations in human fetuses. Neurosurg. 2003;53:676-684.
16. Ozan H. Anatomi. Ankara; Nobel Tıp Kitabevi; 2004. s. 443-452.
17. Şakul U. Anatomi. Ankara; Ankara Üniversitesi Basımevi; 2001. s. 100-104.
18. Moore KL. Clinically Oriented Anatomy. 3<sup>th</sup> ed. Newyork; Williams and Wilkins; 1992. p. 512- 607.
19. Yıldırım M. Temel Anatomi. İstanbul; Nobel Kitabevi; 1997. s. 72-75.

20. Edwards LF. Concise Anatomy. 2<sup>nd</sup> ed. Newyork; Mcgraw- Hill Book company; 1956. p. 157-165.
21. April EW. Anatomy 2<sup>nd</sup> ed. Newyork; Williams and Wilkins; 1990 p. 57-59.
22. Snell RS. Clinical Anatomy for Medical Students. 5<sup>th</sup> ed. Newyork: Little, Brown and Company; 1995. p.393-398.
23. Uysal İİ. Nervus medianus'un klinik anatomisi ve varyasyonları. Genel Tıp Dergisi. 2003;13(2):89-93.
24. Hobbs RA, Magnussen PA, Tonkin MA. Palmar cutaneous branch of the median nerve. J Hand Surgery. 1990;15:38-43.
25. Alp M, Marur T, Akkin SA, Yalçın L, Demirci S. Ramification pattern of the thenar branch of the median nerve entering the thenar fascia and the distribution of the terminal branches in the thenar musculature. Clin Anat. 2005;18:195-199.
26. Kawashima T, Sato K, Sasaki H. Stratification of the flexor retinaculum and the course and distribution of the ulnar, median and palmar digital nerves: An anatomical study. Clin Anat. 2004;17:643-650.
27. Don Griot JPWD, Kooten EO, Zuidam JM, Prose LP, Hage JJ. Internal anatomy of the communicating branch between the ulnar and median nerves in the hand and its relevance to volar digital sensibility. J Hand Surg. 2002;27A:143-146.
28. Bas H, Kleinert JM. Anatomic variations in sensory innervation of the hand and digits. J Hand Surg. 1999;24A:1171-1184.
29. Ferrari GP, Gilbert A. The superficial anastomosis on the palm of the hand between the ulnar and median nerves. J Hand Surg. 1991;16B:511-514.
30. Don Griot JPWD, Zuidam JM, Kooten EO, Prose LP, Hage JJ. Anatomic study of the ramus communicans between the ulnar and median nerves. J Hand Surg. 2000;25A:948-954.
31. Tubbs RS, Curtis JW, Salter EG, Wellons JC, Blount JP, Oakes WJ. Quantitation of and superficial surgical landmarks for the anterior interosseous nerve. J Neurosurg. 2006;104:787-791.
32. Elliott JM. Ultrasound evaluation of patients with carpal tunnel syndrome before and after endoscopic release of the transverse carpal ligament. Clin Radiol. 2007;62:895-896.
33. Osamura N, Zhao C, Zobitz ME, An KN, Amadio PC. Permeability of the subsynovial connective tissue in the human carpal tunnel: A cadaver study. Clinical Biomechanics. 2007;22:524-528.

34. Nobuta S, Sato K, Komatsu T, Miyasaka Y, Hator M. Clinical results in severe carpal tunnel syndrome and motor nerve conduction studies. *J Orthop Sci.* 2005;10:22-26.
35. Sora MC, Strobi BG. The sectional anatomy of the carpal tunnel and its related neurovascular structures studied by using plastination. *Eur J Neurol.* 2005 May;12(5):380-4.
36. Kim Ys, Yeh LR, Trudell D, Resnick D. MR imaging of the major nerves about the elbow: cadaveric study examining the effect of flexion and extension of the elbow and pronation and supination of the forearm. *Skeletal Radiol.* 1998;27:419-426.
37. Boles CA, Kannam S, Cardwell AB. The Forearm: Anatomy of muscle compartments and nerves. *AJR.* 2000;174:151-159.
38. Green JR, Rayan GM. The cubital tunnel: Anatomic, histologic and biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999;8:466-470.
39. Huang JH, Samadani U, Zager EL. Ulnar nerve entrapment neuropathy at the elbow: Simple decompression. *J Neurosurg.* 2003;98:993-1004.
40. Bozkurt MC, Tağıl SM, Özçakar L, Ersoy M, Tekdemir I. Anatomic variations as potential risk factors for ulnar tunnel syndrome: A cadaveric study. *Clin Anat.* 2005 May;18(4):274-80.
41. Mazurek MT, Shin AY. Upper extremity peripheral nerve anatomy. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Feb;(383):7-20.
42. Gerwin M, Hotchkiss RN, Weiland AJ. Alternative operative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis with reference to the radial nerve. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78(11):1690-5
43. Mekhail AO, Checroun AJ, Ebraheim NA, Jackson WT, Yeasting RA. Extensile approach to the anterolateral surface of the humerus and the radial nerve. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999 Mar-Apr;8(2):112-8.
44. Uhl RL, Larosa JM, Siben T, Martino LJ. Posterior approaches to the humerus: when should you worry about the radial nerve?. *J Orthop Trauma.* 1996;10(5):338-40.
45. Low CK, Chew JTH, Mitra AK. A surgical approach to the posterior interosseous branch of the radial nerve through the brachioradialis. A cadaveric study. *Singapore Med J.* 1994 Aug;35(4):394-6.
46. Abrams RA, Zeits RJ, Lieber RL. Anatomy of radial nerve motor branches in the forearm. *J Hand Surg.* 1997;22A:232-237.



47. Hoppenfeld S, Deboer P. Surgical exposures in orthopaedics. Philadelphia, JB Lipincott; 1994:1-214.
48. Shah JJ, Bhatti NA. Radial nerve paralysis associated with fractures of the humerus. A review of 62 cases. Clin Orthop. 1983;172:171-176.
49. Sonneveld GJ, Patka P, Mourik JC, Broere G. Treatment of fractures of the shaft of the humerus accompanied by paralysis of the radial nerve. Injury. 1987;18:404-406.
50. Crenshaw JAH. Fractures of shoulder girdle, arm and forearm. In Crenshaw AH(ed). Campbell's operative orthopedics. Vol 2ed. St louis, Cv Mosby. 1992;1002-1006.
51. Guse TR, Ostrum RF. The surgical anatomy of the radial nerve around the humerus. Clin Orthop Relat Res. 1995;320:149-153.
52. Mills WJ, Hanel DP, Smith DG. Lateral approach for fracture treatment. J Orthop Trauma. 1996;10:81-86.
53. Pickering RM, Crenshaw JAH, Zinar DM. Intramedullary nailing of humeral shaft fractures. Instr Course Lect. 2002;51:271-278.
54. Fleming P, Lenehan B, Sankar R, Folan-Curran J, Curtin W. One-third, Two-thirds: Relationship of the radial nerve to the lateral intermuscular septum in the arm. Clin Anat. 2004;17:26-29.
55. Bell MJ, Beauchamp CG, Kellam JK, McMurtry RY. The results of plating humeral shaft fractures in patients with multiple injuries. J Bone Joint Surg. 1985;67B:293-296.
56. Dabezies EJ, Banta IICJ, Murphy CP, Ambrosia RD. Plate fixation of the humeral shaft for acute fractures, with and without radial nerve injuries. J Orthop Trauma. 1992;6:10-3.
57. Naiman PT, Schein AJ, Siffert RS. Use of ASIF compression plates in selected shaft fractures of the upper extremity. A preliminary report. Clin orthop. 1970;71:208-216.
58. Konjengbam M, Elangbam J. Radial nerve in the radial tunnel: Anatomic sites of entrapment neuropathy. Clin Anat. 2004;17:21-25.
59. Prasarthitha T, Liupolvanish P, Rojanakit A. A study of the posterior interosseous nerve and the radial tunnel in 30 Thai cadavers. J Hand Surg. 1993;18A:107-112.
60. Tosun N, Tuncay I, Akpinar F. Entrapment of the sensory branch of the radial nerve (Wartenberg's syndrome): An unusual cause. Tohoku J Exp Med. 2001;19:251-254.
61. Turkof E, Puig S, Choi SS, Zoch G. The radial sensory nerve entrapped between the two slips of a split brachioradialis tendon: A rare aspect of Wartenberg's syndrome. J Hand Surg. 1995;20:676-678.

62. Linell EA. The distribution of nerves in the upper limb, with reference to variabilities and their clinical significance. *J Anat.* 1922;5:101-112.
63. Polin RA, Fox WW. Fetal and Neonatal Physiology. In: Hensinger RN. Editor. *Standarts and Measurements: Fetus and Neonate.* Philadelphia: W. B. Saunders company; 1992: 1688-1696.
64. Niedenführ MR, Vazquez T, Parkin I, Logan B, Sanudo JR. Martin-Gruber Anastomosis revisited. *Clin Anat.* 2002;15:129-134.
65. Niedenführ MR, Vazquez T, Ferreira B, Parkin I, Nearn L, Sanudo JR. Intramuscular Martin- Gruber Anastomosis. *Clin Anat.* 2002;15:135-138.
66. Lee KS, Oh CS, Chung IH, SunWood IL. An anatomic study of the Martin- Gruber Anastomosis: electrodiagnostic implications. *Muscle Nerve.* 2005;31:95-97.
67. Brandsma JW, Birke JA, Sims DS, Carville MS. The Martin- Gruber innervated hand. *J Hand Surg.* 1986;11A:536-539.
68. Erdem HR, Ergun S, Ertürk C, Ozel S. Electrophysiological evalution of the incidence of Martin- Gruber Anastomosis in healty subjects. *Yonsei Med J.* 2002;43:291-295.
69. Shu HS, Chantelot C, Oberlin C, Alnot JY, Shao H. Martin- Gruber communicating branch: anatomical and histological study. *Surg Radiol Anat.* 1999;21:115-118.
70. Simonetti S. Electrophysiological study of forearm sensory fiber crossover in Martin- Gruber Anastomosis. *Muscle Nerve.* 2001;24:380-386.
71. Munsick RA. Simlarities of negro and caucasian fetal extremity lengths in the interval from 9 to 20 weeks of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 1987;156(1):183-185.
72. Malas MA, Salbacak A, Sulak O. The growth of the upper and lower extremities of turkish fetuses during the fetal period. *Surg Radiol Anat.* 2000;22:249-254.
73. De Biasio, Prefumo F, Lantieri PB, Venturini PL. Reference values for fetal limb biometry at 10- 14 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;19:588-591.
74. Uysal II, Karabulut AK, Salbacak A, Buyukmumcu M, Seker M. Correlation between developmental stages of the human heart and gestational ages. *Saudi Med J.* 2005 Apr;26(4):531-536.
75. Uysal İİ. Fetuslarda plexus brachialis oluşumuna katılan yapıların morfometrik analizi ve morfolojik varyasyonların araştırılması (Uzmanlık tezi). Konya: Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi ABD, 1999.

76. Lowe JB, Sen SK, Mackinnon SE. Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg.* 2002;110:1099-1113.
77. Özer H, Acar İ, Cömert A, Tekdemir İ, Elhan A, Turanlı S. Course of the innervation supply of medial head of triceps muscle and anconeus muscle at the posterior aspect of humerus. Anatomical study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2006;126:549-553.
78. Zlotolow DA, Catalano LW, Barron OA; Glickel SZ. Surgical exposures of the humerus. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:754-765.
79. Gerwin M, Hotchkiss R, Weiland A. Alternative operative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis. With reference to the radial nerve. *J Bone Joint Surg.* 1996;78A:1690-1695.
80. Bacakoglu AK, Kiray A, Muratli K, Ekin A, Ergur I. Medial transposition of the radial nerve for anterolateral plate fixation of the humerus. Cadaveric study. *Anat Sci Int.* 2007;82(2):116-120.
81. Chantelot C, Feugas C, Guillem P, Chapnikoff D, Remy F, Fontaine C. Innervation of the medial epicondylar muscles: an anatomic study in 50 cases. *Surg Radiol Anat.* 1999;21:165-168.
82. Canovas F, Moulleron P, Bonnel F. Biometry of the muscular branches of the median nerves to the forearm. *Clin Anat.* 1998;11:239-245.
83. Gunther SF, Di Pasquale D, Martin R. The internal anatomy of the median nerve in the region of the elbow. *J Hand Surg.* 1992;17A:648-656.
84. Chantelot C, Feugas C, Migaud H, Guillem P, Chapnikoff D, Fontaine C. Effect of the steindler procedure on the median nerve branches to the medial epicondylar muscles. *J Hand Surg.* 2000;25B(3):276-280.
85. Liu J, Robert WH, Pereira BP, Lau HK, Kumar VP. Distribution of primary motor nerve branches and terminal nerve entry points to the forearm muscles. *The Anat Rec.* 1997; 248: 456- 463.
86. Venieratos D, Anagnostopoulou S. Classification of communications between the musculocutaneous and median nerves. *Clin Anat.* 1998;11:327-331.
87. Choi D, Niedenführ MR, Vazouez T, Parkin I, Sanudo J. Patterns of connections between the musculocutaneous and median nerves in the axilla and arm. *Clin Anat.* 2002;15:11-17.
88. Marur T, Akkın SM, Alp M, Demirci S, Yalçın L, Ögüt T, Akgün I. The muscular branching patterns of the ulnar nerve to the flexor carpi ulnaris and flexor digitorum profundus muscles. *Surg Radiol Anat.* 2005;27:322-326.

89. Gonzalez MH, Lotfi P, Bendre A, Mandelbroyt Y, Lieska N. The ulnar nerve at the elbow and its local branching: An anatomic study. *J Hand Surg.* 2001;26B(2):142-144.
90. Boutros S, Nath RK, Yüksek E, Weinfeld AB, Mackinnon SE. Transfer of flexor carpi ulnaris branch of the ulnar nerve to the pronator teres nerve. Histomorfometric analysis. *J Reconstr Microsurg.* 1999;15:119-122.
91. Nakashima T. An anatomic study on the Martin- Gruber Anastomosis. *Surg Radiol Anat.* 1993;15:193-195.
92. Taams KO. Martin Gruber connections in South Africa. *J Hand Surg.* 1997;22B:328-330.
93. Srinivasan R, Rhodes J. The median-ulnar anastomosis (Martin-Gruber) in normal and congenitally abnormal fetuses. *Arch Neurol.* 1981 Jul;38(7):418-9.
94. Sarikcioglu L, Sindel M, Ozkaynak S, Aydın H. Median and ulnar nerve communication in the forearm: an anatomical and electrophysiological study. *Med Sci Monit.* 2003;9(9):351-356.
95. Sundaram SM, Sundar B, Arunkumar MJ. Marinacci communication: An electrophysiological study. *Neurophysiology.* 2003;114:2334-2337.
96. Amoiridis G, Vlachonikolis IG. Verification of the median-to-ulnar and ulnar-to-median nerve motor fiber anastomosis in the forearm: an electrophysiological study. *Clinical Neurophysiology.* 2003;114:94-98.
97. Eskandari MM, Yılmaz C, Oztuna V, Kuyurtar F. Topogafic Localization of the motor branch of the median nerve. *J Hand Surg.* 2005;30A:803-807.
98. Kaplan Eb. Functional and surgical anatomy of the hand surgery. Ist ed. Baltimore: Williams & Wilkins. 1996;703-710.
99. Hirasawa K. Untersuchungen über das periphere Nerven system. Plexus brachialis und die nerven der oberen extremitaten. *Arb Anat Kaiserliehen Univ Kyoto.* 1931;A2:135-137.
100. Machida N. Studoj pri la duoble nervoprovizitaj muskuloj de supraj membroj de homo. *J Nihon Univ Mcd Ass.* 1961;20:30-45.
101. Tagil SM, Bozkurt MC, Ozcakar L, Ersoy M, Tekdemir I, Elhan A. Superficial palmar communications between the ulnar ve median nerves in Turkish cadavers. *Clin Anat.* 2007;21:[Epub ahead of print].

102. Koizumi M, Kawai K, Maeda S, Okamoto K, Kodama K. Communication between the axillary and radial nerves in the human upper arm. *Ann Anat.* 1999;181:213-221.
103. Seze MP, Rezzouk J, Uzel M, Lavingnolle B, Midy D, Durandeau A. Does the motor branch of the long head of the triceps brachii arise from radial nerve? *Surg Radiol Anat.* 2004;26:459-461.
104. Lim AYT, Pereira B, Eng B, Eng M, Kumar VP. The long head of the triceps brachii as a free functioning muscle transfer. *Plast Reconstr Surg.* 2001;107:1746-1752.
105. Haninec P, Szeder V. Reconstruction of elbow flexion by transposition of pedicled long head of triceps brachii muscle. *Acta Chir Plast.* 1999;41:82-86.
106. Mahakkanukrauh P, Vichit S. Dual innervation of the brachialis muscle. *Clin Anat.* 2002;15:206-209.
107. Spinner RJ, Pichelmann, Birch R. Radial nerve innervation to the inferolateral segment of the brachialis muscle: From the anatomy to clinical reality. *Clin Anat.* 2003;16:368-369.
108. Bronavacki G, Hanson M, Cash R, Gonzalez M. The innervation pattern of the radial nerve at the elbow and in the forearm. *J Hand Surg.* 1998;23B(2):167-169.
109. Cricenti SV, De angelis MS, Didio LJA, Ebraheim NA, Rupp RE, Didio AS. Innervation of the extensor carpi radialis brevis and supinator muscles: Levels of origin and penetration of these muscular branches from the posterior interosseous nerve. *J Shoulder Elbow Surg.* 1994;3:390-394.
110. Kirici Y, Irmak MK. Investigation of two possible compression sites of the deep branch of the radial nerve and nerve supply of the extensor carpi radialis brevis muscle. *Neurol Med Chir.* 2004;44:14-19.
111. Riffaud L, Morandi X, Godey B, Brassier G, Guegan Y, Darnault P, Scarabin JM. Anatomic bases for the compression and neurolysis of the deep branch of the radial nerve in the radial tunnel. *Surg Radiol Anat.* 1999;21:229-233.
112. Ay S, Apaydin N, Acar H, Akinci M, Piskin A, Tekdemir I, Elhan A. Anatomic pattern of the terminal branches of posterior interosseous nerve. *Clin Anat.* 2005;18:290-295.
113. Elgafy H, Ebraheim NA, Yeasting RA. The anatomy of the posterior interosseous nerve as a graft. *J Hand Surg.* 2000;25A:930-935.

114. Chuang DCC, Ma HS, Borud LJ, Chen HC. Surgical strategy for improving forearm and hand function in late obstetric brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg.* 2002;109:1934-1946.
115. Korak KJ, Tam SL, Gordon T, Frey M, Aszmann OC. Changes in spinal cord architecture after brachial plexus injury in the newborn. *Brain.* 2004;127:1488-1495.
116. Dumont CE, Forin V, Asfazadourian H, Romana C. Function of the upper limb after surgery for obstetric brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg.* 2001;83B:894-900.
117. Shenaq SM, Kim JYS, Armenta AH, Nath RK, Cheng E, Jedrysiak A. The surgical treatment of obstetric brachial plexus pals. *Plast Reconstr Surg.* 2003; 113:54-67.
118. Nath RK, Melcher SE, Paizi M. Surgical correction of unsuccessful derotational humeral osteotomy in obstetric brachial plexus palsy: evidence of the significance of scapular deformity in the pathophysiology of the medial rotation contracture. *JBPPNI.* 2006;1:1-9
119. Bertelli JA, Ghizoni MF. Brachial plexus avulsion injury repairs with nerve transfers and nerve grafts directly implanted into the spinal cord yield partial recovery of shoulder and elbow movements. *Neurosurg.* 2003;52:1385-1390.
120. Soucacos PN, Verkis MD, Zoubos AB, Johnson EO. Secondary reanimation procedures in late obstetrical brachial plexus palsy patients. *Microsurg.* 2006;26:343-351.
121. Smith NC, Rowan P, Benson LJ, Ezaki M, Carter PR. Neonatal brachial plexus palsy. Outcome of absent biceps function at three months of age. *J Bone Joint Surg.* 2004;86A:2163-2170.
122. Ustün ME, Oğün TC, Büyükmumcu M. Neurotization as an alternative for restoring finger and wrist extension. *J Neurosurg.* 2001;May;94(5): 795-798.
123. Ustün ME, Oğün TC, Büyükmumcu M, Salbacak A. Selektive restoration of mototr function in the ulnar nerve by transfer of the anterior interosseous nerve. An anatomical feasibility study. *J Bone joint Surg Am.* 2001;Apr;83-A(4):549-552.
124. Ustün ME, Oğün TC, Karabulut AK, Büyükmumcu M. An alternative method for restoring opposition after median nerve injury: an anatomical study for the use of neurotisation. *J Anat.* 2001;198:635-638.

## 8. TEŞEKKÜR

Araştırma görevliliği boyunca desteğini her zaman hissettiğim Anabilim Dalı Başkanımız sayın hocam Prof. Dr. Taner ZİYLAN'a,

Bu çalışmanın her aşamasında büyük emeği olan ve sadece çalışma hayatında değil tüm yaşamımda bana danışmanlık eden sayın hocam Doç. Dr. İsmihan İlknur UYSAL'a,

Başta sinir sistemi olmak üzere anatominin tüm bölümlerini bana sevdiren sayın hocam Prof. Dr. Ahmet SALBACAK'a,

Çalışmadaki fetusların toplanmasında büyük çaba harcayan ve çalışma hayatım boyunca desteğini gördüğüm sayın hocam Prof. Dr. Mustafa BÜYÜKMUMCU'ya,

Çalışma hayatında düzenli, çalışkan ve disiplinli olmayı öğreten sayın hocam Prof. Dr. Muzaffer ŞEKER'e,

Verdiği öğretileriyle gerek mesleki, gerekse sosyal yaşamıma ışık tutan sayın hocam Prof. Dr. Ahmet Kağan KARABULUT'a,

Çalışmam süresince desteğini gördüğüm sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Işık TUNCER'e,

Araştırma görevliliğim boyunca ilgisini ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Emine Aynur ÇİÇEKÇİBAŞI'na,

Çalışmamın istatistiksel analizinde yardımcı olan sayın hocam Prof. Dr. Said BODUR'a,

Beraber çalışmaktan çok mutlu olduğum asistan arkadaşlarıma,

Çalışmamın her aşamasında büyük emek sarfeden, iyi günde ve kötü günde hep yanımda olan sevgili eşim Yrd. Doç. Dr. Kamil Hakan DOĞAN'a,

Dualarını ve yardımlarını esirgemeyen her iki aileme ve dünyanın en tatlı bebeği oğlum Mirzahan DOĞAN'a,

Sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Dr. Nadire ÜNVER DOĞAN