T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOTOKURYELERDE NERVUS MEDİANUS, ULNARİS VE RADİALİS'İN SİNİR İLETİ HIZLARININ İNCELENMESİ

Yıldız YENER

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Anatomi Programı için Öngördüğü
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

KOCAELİ
2024

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOTOKURYELERDE NERVUS MEDİANUS, ULNARİS VE RADİALİS'İN SİNİR İLETİ HIZLARININ İNCELENMESİ

Yıldız YENER

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Anatomi Programı için Öngördüğü
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Tuncay ÇOLAK

Etik Kurul Uygunluk Onayı
Tarih:10.11.2022 Karar No:KÜ GOKAEK-2022/18.02 Proje No:2022/267

KOCAELİ

2024

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Tez Adı: MOTOKURYELERDE NERVUS MEDİANUS, ULNARİS VE RADİALİS'İN SİNİR İLETİ HIZLARININ İNCELENMESİ

Tez Yazarı: Yıldız YENER
Tez Savunma Tarihi: 23.05.2024
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tuncay ÇOLAK

Bu çalışma, sınav kurulumuz tarafından Anatomi Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

SINAV KURULU ÜYELERİ		
ÜNVANI	**ADI SOYADI**	**İMZA**
BAŞKAN (ÜYE)		
DANIŞMAN		
ÜYE		
ÜYE		
ÜYE		
ÜYE		

Onay

Bu tez Kocaeli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla onaylanmıştır.

.... /.... /20…
Prof. Dr. Sema Aşkın KEÇELİ
KOÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Motokuryelerde Nervus Medianus, Ulnaris ve Radialis'in Sinir İleti Hızlarının İncelenmesi

Amaç: Motokuryelik, uzun süreli motorsiklet kullanımını gerektiren ve bu nedenle çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilen bir meslektir. Ergonomik olmayan sürüş koşulları, uzun süreli titreşim etkisi ve çevresel faktörler motosiklet sürücülerinde anatomik ve nörofizyolojik deformasyonlara neden olabilir. Çalışmamızın temel amacı; motokuryelerin n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'lerine ait EMG parametrelerini belirlemek ve olası sinir ileti değişimlerini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza deney grubu olarak meslekte en az beş yılını doldurmuş 50 motokurye ve kontrol grubu olarak 50 gönüllü olmak üzere 100 erkek katılımcı dahil edilmiştir. Tüm olguların antropometrik ölçümleri (üst ekstremite, kol, ön kol, el ve parmakların uzunlukları ve çevreleri) alınarak dinamometre ile el kavrama kuvveti ölçülmüştür. Yüzeyel EMG ile n. medianus, n. ulnaris ve n. radilis'in koltukaltı, dirsek, dirsekaltı ve bilek bölgelerinden motor ve duyu amplitüd, latans ve sinir ileti hızları ölçülüp istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Kontrol ve deney grupları karşılaştırıldığında; deney grubunda sol ektremiteye ait n. medianus ve n. ulnaris duyu amplitüd verilerinde anlamlı düşüş belirlenmiştir ($p<0,05$). Ayrıca; deney grubuna ait motor EMG ölçümlerinde sol n. radialis sinir ileti hızında anlamlı düşüş olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Sonuç: Çalışmamız motokuryelerde uzun süreli motor kullanımının üst ekstremite sinir yapıları üzerinde belirgin nörofizyolojik değişikliklere yol açtığını göstermektedir. Özellikle; sol ekstremitede n. medianus ve n. ulnaris'in duyu amplitüd'lerinde ve n. radialis'in motor ileti hızında anlamlı düşüşler tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, motokuryelerin mesleki maruziyetinin nöroanatomik fonksiyonlar üzerinde olumsuz etkiler bıraktığını göstermektedir. Elde edilen bulguların, uzun süreli motosiklet kullanımı için ergonomik düzenlemelerin ve koruyucu stratejilerin geliştirilmesine katkı sunabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: Sinir ileti hızı, motokurye, elektromiyografi

ABSTRACT

Examination of Nerve Conduction Velocities of Medianus, Ulnaris and Radialis Nerves in Motocouriers

Object: Being a motorcycle courier is a profession that requires long-term use of motorcycles and can therefore cause various health problems. Non-ergonomic riding conditions, long-term vibration effects and environmental factors can cause anatomical and neurophysiological deformations in motorcycle riders. The primary objective of our study is to determine the EMG parameters of the nerve medianus, nerve ulnaris and nerve radialis in motorcycle couriers and to investigate potential changes in nerve conduction.

Method: Our study included 100 male participants, 50 motorcycle couriers who had completed at least five years in the profession as the experimental group and 50 volunteers as the control group. Anthropometric measurements (lengths and circumferences of total upper extremities, arms, forearms, hands and fingers) were taken in all cases and hand claw strength was measured with a dynamometer. Motor and sensory amplitude, latency and nerve conduction velocities were measured and statistically evaluated with EMG from the axilla, forearm, elbow and wrist regions of nerve medianus, nerve ulnaris and nerve radilis.

Results: When the control and experimental groups are compared; a significant decrease was determined in the nerve medianus and nerveulnaris sensory amplitude of the left extremity in the experimental group ($p<0.05$). Moreover; it was determined that there was a significant decrease in the left nerve radialis nerves conduction velocity in the motor EMG measurements of the experimental group ($p<0.05$).

Conclusions: Our study shows that long-term motorcycling of motor couriers causes significant neurophysiological changes on the upper extremity nerves. In particular, significant decreases were detected in the sensory amplitudes of nerve medianus and nerve ulnaris and the motor conduction velocity of nerve radialis in the left extremity. These results show that occupational exposure of motorcycle drivers has negative effects on neuroanatomical functions. We are of the opinion that the findings obtained may contribute to the development of ergonomic regulations and protective strategies for long-term motorcycle use.

Key words: Nerve conduction velocity, motocourier, electromyography

TEŞEKKÜR

Doktora eğitim sürecimde desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesinden yaralandığım çok kıymetli danışman hocam, Anatomi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Tuncay ÇOLAK'a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Doktora eğitimim boyunca, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocalarım Prof. Dr. Belgin BAMAÇ ve Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN ORHA'ya teşekkür ederim.

Tezimin tamamlanması için, görüşleriyle tezime katkı sağlayan Prof. Dr. Hamit Macit SELEKLER'e, mesai saatleri dışındaki kıymetli vaktini tezimdeki EMG ölçümleri için ayıran Uzman Dr. Elif SARICA DAROL'a teşekkür ederim.

Her daim yanımda olan, sevgileri ve fedakarlıkları ile bana güç veren, başta canım abim olmak üzere, kıymetli aileme teşekkür ederim.

Her zaman desteğini ve sonsuz sevgisini hissettiğim, bu süreci tamamlamama vesile olan, canım eşim Mehmet Deniz YENER'e tüm kalbimle teşekkür ederim.

ORJİNALLİK BİLDİRİMİ

Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum "Motokuryelerde Nervus Medianus, Ulnaris ve Radialis'in Sinir İleti Hızlarının İncelenmesi" başlıklı tezimde başka kaynaklardan yararlanılarak kullanılan yazı, bilgi, şekil, tablo ve diğer malzemeler kaynakları gösterilerek verilmiştir. Tezimde yer alan deneysel çalışmalar/araştırmalar bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yapılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Yukarıda belirtilen hususlar bir intihal programı (Turnitin vb.) kullanılarak test edilmiş olup, doğruluğunu beyan ederim.

…….. / ….. / 2024
Adı Soyadı Yıldız YENER
İmza

İÇİDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT v
TEŞEKKÜR vi
ORJİNALLİK BİLDİRİMİ vii
SİMGELER VE KISALTMALAR ix
ŞEKİLLER x
TABLOLAR xi
1.GİRİŞ 1
1.1. Üst Ekstremite Embriyolojisi 1
1.2. Üst Ekstremite Anatomisi 6
1.2.1. Üst Ekstremite Kemikleri 6
1.2.2. Üst Ekstremite Eklemleri 14
1.2.3. Üst Ekstremite Kasları 20
1.3. Plexus Brachialis Anatomisi 32
1.4. Sinir İleti Çalışmaları 42
1.4.1. Motor Sinir İleti Çalışmaları 43
1.4.2. Duyu Sinir İleti Çalışmaları 46
2. AMAÇ 47
3. YÖNTEM 48
3.1. Çalışma Grubu 48
3.2. Çalışmada Kullanılan Ölçümler 48
3.2.1. Antropometrik Ölçümler 49
3.2.2. El Kavrama Kuvveti Ölçümü 51
3.2.3. EMG Ölçümleri 52
3.3. İstatistiksel Analizler 56
4. BULGULAR 57
5. TARTIŞMA 85
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 93
7. KAYNAKLAR 94
8. ÖZGEÇMİŞ 100
9. EKLER 101
9.1. EK-1 Etik Kurul Onayı 101
9.2. EK-2 OLGU RAPOR FORMU 102

SİMGELER VE KISALTMALAR

A: Arteria

AEK: Apikal Ektodermal Kabarıklık

Amp: Amplitüd

Art: Articulatio

Artt: Articulationes

BKAP: Birleşik Kas Aksiyon Potansiyeli

Çev: Çevre

DSAP: Duyu Siniri Aksiyon Potansiyeli

Ekst: Ekstremite

EMG: Elektromyografi

g: Gram

inc: Incisura

Lat: Latans

Lig: Ligamentum

Ligg: Ligamenta

m/sn: metre/saniye

M: Musculus

Mm: Musculi

mm: milimetre

N: Nervus

Nn: Nervi

NCS: Sinir İleti Çalışmaları

NCV: Sinir İleti Hızı

Ort: Ortalama

PAZ: Polarize Aktivite Zonu

Proc: Processus

r: Korelasyon katsayısı

SS: Standart Sapma

Uz: Uzunluk

ŞEKİLLER

Şekil 1. 1. Clavicula (Netter, 2011'den alınmıştır.) 7
Şekil 1. 2. Scapula arkadan (a) ve lateralden (b) görünümü; (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.) 9
Şekil 1. 3. Humerus önden ve arkadan görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.).... 10
Şekil 1. 4. Radius önden (a), arkadan (b) ve medialden (c) görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.) 11
Şekil 1. 5. Ulna önden (a), arkadan (b) ve lateralden (c) görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.) 12
Şekil 1. 6. Manus kemikleri önden Ossa Carpi, Ossa Metacarpi ve Ossa digitorum (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.) 13
Şekil 1. 7. Art.sternoclavicularis önden görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.) .. 15
Şekil 1. 8. Art.acromioclavicularis önden görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)16
Şekil 1. 9. Art.humeri önden görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.) 17
Şekil 1. 10. Art.cubiti ve eklem yüzlerinin görünümü (Netter, 2011'den alınmıştır.)..... 18
Şekil 1. 11. Articulationes manus önden görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.). 19
Şekil 1. 12. Üst Ekstremite Kasları (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)..... 21
Şekil 1. 13. Kol Kasları Önden Görünüşü (Netter, 2011'den alınmıştır.)..... 23
Şekil 1. 14. Kol Kasları Önden Görünüşü (Netter, 2011'den alınmıştır.)..... 24
Şekil 1. 15.Önkol Ön Kompartman Yüzeyel Grup Kasları (Netter, 2011'den alınmıştır.) 26
Şekil 1. 16. Önkol Ön Kompartman Derin Grup Kasları (Netter, 2011'den alınmıştır.).... 27
Şekil 1. 17. Önkol Arka Kompartman Yüzeyel Grup Kasları (Netter, 2011'den alınmıştır.) 29
Şekil 1. 18. Önkol Arka Kompartman Derin Grup Kasları (Netter, 2011'den alınmıştır.). 31
Şekil 1. 19. El kasları görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.) 32
Şekil 1. 20. Plexus brachialis (Netter, 2011'den alınmıştır) 33
Şekil 1. 21. Nervus Medianus (Netter, 2011'den alınmıştır.) 38
Şekil 1. 22. Nervus Ulnaris (Netter, 2011'den alınmıştır.) 40
Şekil 1. 23. Nervus Radialis (Netter, 2011'den alınmıştır.)..... 42
Şekil 1. 24. Kas Aksiyon Potansiyeli 45
Şekil 3. 1. Antropometrik Ölçümler……50
Şekil 3. 2. El Kavrama Kuvveti Ölçümü..... 52
Şekil 3. 3. Nörofizyolojik Ölçümler..... 53
Şekil 3. 4. EMG Cihazı 54

TABLOLAR

Tablo 4.1. Kontrol ve deney gruplarının demografik verilerinin karşılaştırılması 57
Tablo 4.2. Kontrol ve deney gruplarının antropometrik ölçümlerinin karşılaştırılması 57
Tablo 4.3. Kontrol ve Deney grubu dinamometre kuvvet ölçümlerinin karşılaştırılması .. 58
Tablo 4.4. Kontrol ve deney gruplarının duyu EMG ölçümlerinin karşılaştırılması..... 58
Tablo 4.5. Kontrol ve deney gruplarının motor EMG ölçümlerinin karşılaştırılması 59
Tablo 4.6. Deney grubu duyu EMG ölçümlerinin taraflar arasında karşılaştırılması..... 60
Tablo 4.7. Kontrol grubu duyu EMG ölçümlerinin taraflar arasında karşılaştırılması..... 61
Tablo 4.8. Deney grubu motor EMG ölçümlerinin taraflar arasında karşılaştırılması 62
Tablo 4.9. Kontrol grubu motor EMG ölçümlerinin taraflar arasında karşılaştırılması 63
Tablo 4.10. Deney grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile yaş, boy, kilo ve çalışma yılı arasındaki korelasyon analizi..... 64
Tablo 4.11. Kontrol grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile yaş, boy ve kilo arasındaki korelasyon analizi 67
Tablo 4.12. Deney grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile kol çevresi, önkol çevresi ve bilek çevreleri arasındaki korelasyon analizi..... 70
Tablo 4.13. Kontrol grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile kol çevresi, önkol çevresi ve bilek çevreleri arasındaki korelasyon analizi..... 73
Tablo 4.14. Deney grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile üst ekstremite uzunluğu ve dinamometre kuvvet ölçümleri arasındaki korelasyon analizi 77
Tablo 4.15. Kontrol grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile üst ekstremite uzunluğu ve dinamometre kuvvet ölçümleri arasındaki korelasyon analizi 80
Tablo 4.16. Deney grubu sağ ve sol taraflar arasında sinir ileti hızları korelasyon analizi 84
Tablo 4.17. Kontrol grubu sağ ve sol taraflar arasında sinir ileti hızları korelasyon analizi 84

1.GİRİŞ

Sinir ileti çalışmaları (NCS) ve elektromiyografiyi (EMG) periferik sinir yaralanmasının klinik muayenesinde önemli rol oynamaktadır (Kamble, Shukla, & Bhat, 2019). NCS, periferik sinir sisteminde aksiyon potansiyelinin başlaması ve uyarı bölgesinden belli bir uzaklıkta sinir yanıtının kaydedilmesi olarak tanımlanabilir (Oğuz, Dursun, & Dursun, 2004).

Titreşimli elektrikli aletler içeren manuel çalışmanın, periferik sinir sistemi ve kas-iskelet sistemi üzerinde olumsuz sağlık etkileriyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Nilsson, Hagberg, Burström, & Kihlberg, 1994; Cherniack ve ark., 2004). Hareketlerin sürekli tekrarı, sürekli kas kuvvetleri ve aşırı dirsek pozisyonları gibi çeşitli faktörlerde, semptomlu veya semptomsuz periferik sinir sistemini etkilemektedir (Bagçeci ve ark., 2011; Özbek, Bamaç, Budak, Yenigün, & Çolak, (2006).

Motosikletler, düşük ve orta gelirli ülkelerde kullanılan en yaygın ulaşım araçlarından biridir (Sumit, Ross, Brijs, Wets, & Ruiter 2021). Günlük teslimat işleri, kuryeleri iş gereksinimleriyle ilgili ergonomik risklere maruz bırakmakta ve bu bireylerde sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Kuryelerde, kolilerin kaldırılması, taşınması, motosiklet kullanımı ve uzun sürüş saatlerinden dolayı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları gelişebilmektedir. Kuryelerin çalışma koşulları ve riskleri hakında literatürde az sayıda çalışma mevcuttur (Egozi, Reiss-Hevlin, Dallasheh, & Pardo, 2022).

1939'dan bu yana sinir iletim hızını (NCV) etkileyen belirleyicilerine ilişkin çalışmaların sayısında artış gözlenmektedir (Esteves ve ark., 2020). Yapılan literatür çalışmalarında insanlarda üst ekstremitede sinir sıkışması prevelansının yaklaşık olarak %3,4 olduğu rapor edilmiştir (Bamaç ve ark., 2014).

Sinir iletim hızını etkileyen yaş, cinsiyet, boy, vücut kitle indeksi, üst ve alt ekstremite, sıcaklık gibi çeşitli faktörler bulunmaktadır (Chouhan, 2016; Esteves ve ark., 2020; Taksande, Rawekar, & Kumar, 2022). Parmak genişliği, ekstremite dominantlığı, kol uzunluğu ve ölçümlerin yakınlığı da sinir ileti hızını etkileyen antropometrik faktörler arasında yer almaktadır (Esteves ve ark., 2020).

1.1. Üst Ekstremite Embriyolojisi

İnsanın prenatal dönem gelişiminin erken aşamalarında başlayan üst ekstremitelerin oluşumu, embriyonun başlangıç fazında kendini gösteren aşamalı bir süreçtir. Bu süreç, ilk olarak embriyolojik olarak uzuv tomurcukları'nın görünümüyle karakterize edilir. Bu

embriyolojik tomurcuklar, ilerleyen haftalarda üst ekstremitenin temel yapılarını oluşturacak şekilde gelişim gösterir. Embriyolojik gelişimin bu aşaması, genetik sinyallerin ve hücresel farklılaşmanın koordinasyonu altında gerçekleşir (Sadler, 2017).

Embriyonun dördüncü haftasının sonlarında, kollar ve bacaklar için temel oluşturacak uzuv tomurcukları, vücudun ventrolateral yüzeylerinde, küçük histolojik yapılar olarak ortaya çıkar. Bu evre, üst ekstremitelerin anatomik yapısının ilk adımlarının atıldığı hayati bir dönemi işaret eder. Uzuv tomurcuklarının görünümü, üst ekstremitelerin morfolojik ve fonksiyonel gelişiminin başlangıcını temsil eder ve embriyonik gelişimin bu dönemi, hücrelerin farklılaşmasını, büyümesini ve sonraki organizasyonunu yönlendiren moleküler ve genetik mekanizmalar tarafından düzenlenir. Bu süreç, embriyolojik ve fetal gelişim sırasında kritik öneme sahiptir. Ekstremite tomurcuklarının oluşumu, embriyonun lateral plak mezodermisinin somatik katmanından türeyen mezenkimal dokudan kaynaklanır. Bu dokular, ileride ekstremitelerin kemik ve bağ dokularının temelini oluşturacak yapıdır. Uzuv tomurcuklarını kaplayan kübik hücrelerden oluşan ektodermal tabaka, gelecekte ekstremitelerin iskelet ve deri yapısının gelişiminde önemli bir rol oynar. Bu etkileşim, ekstremitelerin gelişimi için kritik bir temel sağlar ve ekstremitelerin nihai form ve fonksiyonlarının belirlenmesinde merkezi bir role sahiptir (Moore ve Persaud, 2009).

Uzuvların gelişim aşamasında; ekstremitelerin distal kısımlarındaki mezenşimal dokuların başlattığı moleküler sinyallerin ektodermi kalınlaştırması sonucu apikal ektodermal kabarıklık (AEK) denilen embriyolojik yapılar oluşur. AEK, uzuv tomurcuklarının en uç noktasında bulunan ektodermal tabakayı kalınlaştıran bir yapıdır. Bu yapı, hücre bölünmesini teşvik eden fibroblast büyüme faktörleri salgılar ve bu sayede uzuv büyümesini desteklerken, aynı zamanda altındaki mezodermal dokunun son aşamada farklılaşmasını engeller. AEK, uzuv gelişiminin dorsoventral ekseninin düzenlenmesinde kritik bir rol oynayan Wnt gen ailesine ait üyelerin ifadesini de yönlendirir. Bu süreç, uzuvların biçimlenmesi ve gelişiminde hayati bir öneme sahiptir. Bu karmaşık sinyal yollarının, uzuv gelişimi ve morfogenezi üzerinde derin etkileri vardır (Sadler, 2017).

Apikal ektodermal kabarıklık (AEK), altında bulunan mezenkimal kaynaklı doku alanı üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. AEK'e yakın konumlanmış mezenkimal alanlar; dinamik bir büyüme sergileyen ve henüz özelleşmemiş hücre kümeleri olarak işlev görürken, AEK'den uzakta yer alan mezenkimal bölgeler kıkırdak ve kas gibi daha özelleşmiş dokulara dönüşme sürecine girer. Bu düzenleme, uzuv gelişiminin proksimal'den distal'e doğru ilerlemesine olanak sağlar. Bu mekanizma, uzuv gelişimi için zorunlu olan ve vücuttaki

uzuvların doğru şekilde ve zamanında biçimlenmesini sağlayan kritik bir adımdır (Moore ve Persaud, 2009).

Gelişimin erken evrelerinde; Polarize Aktivite Zonu (PAZ) ekstremite tomurcuklarının tabanında konumlanmış mezodermal hücrelerce zenginleştirilmiş bir bölgedir. PAZ, ekstremitenin ön-arka ekseninin düzenlenmesinde ve parmakların şekillenmesinde oldukça önemli bir rol üstlenir. Bu süreç içinde "sonik hedgehog" protein ailesine ait komplekslerin aktivasyonu merkezi bir öneme sahiptir. Sonik hedgehog, kemik morfogenetik proteinler (BMP) ve Hoxd gen ailesini etkinleştirerek, ekstremitelerin ve parmakların uygun konumlanması için gerekli olan yapısal temeli oluşturmaktadır. Bununla beraber; retinoik asit de ekstremitelerin polarizasyonu, yani uzuvların doğru yönlendirilmesi ve şekillendirilmesi üzerinde kritik bir etkiye sahiptir (Sadler, 2017).

Üst ekstremitelerin anatomik gelişimi; C4-C8, T1 ve T2'e ait omurilik segmentlerine denk gelen somitlerden başlamaktadır. Bu somitler, beşinci hafta boyunca miyotomlar olarak bilinen ve kas hücrelerinin öncüsü olan miyoblastları içeren mezodermal hücrelerin kaynağını oluşturur. Bu hücreler, gelişmekte olan ekstremitelerin tomurcuklarına doğru göç eder ve burada, kas yapısının temelini oluşturacak şekilde anterior-posterior olmak üzere iki ayrı yoğunlaşma meydana getirir. Zaman içinde, bu miyoblastlar farklılaşır ve anatomik olarak ayırt edilebilen üst ekstremitenin kas yapısını oluşturacak şekilde ayrışırlar. Bu süreçteki miyoblastların farklılaşması ve kas dokusunun oluşumu, embriyonun kas-iskelet sisteminin temelini atar (Moore ve Persaud, 2009).

Posterior yoğunlaşma, üst ekstremitenin ekstansiyon ve supinasyon hareketlerini sağlayan kasları oluşturur. Posterior yoğunlaşma, üst ekstremitenin arka bölümündeki kas gruplarını (omuz kasları, scapular kaslar, brachium-antebrachium arka kompartman kas gruplar) oluşturmaktadır. Bu kaslar, üst ekstremitenin hareket kabiliyetinde temel rol oynar ve gelişim süreci boyunca farklılaşarak işlevsel yapılarını kazanır. Anterior (ön) yoğunlaşma ise üst ekstremitenin flexor ve pronator kaslarının kaynağını oluşturur. Bu iki yoğunlaşma, üst ekstremitelerin gelişimi sırasında kritik öneme sahiptir ve her biri, kolların ve ellerin çeşitli hareketlerini mümkün kılan farklı kas gruplarının oluşumundan sorumludur. Posterior yoğunlaşma tarafından oluşturulan kaslar, kolu geriye doğru uzatma ve dışa doğru çevirme (supinasyon) gibi hareketleri sağlarken, anterior yoğunlaşma tarafından oluşturulan kaslar, kolu içe doğru çevirme (pronasyon) ve bükme (fleksiyon) hareketlerini destekler (Moore ve Persaud, 2009).

Ekstremitelerin gelişim aşamasında; bölgesel hücresel biyolojik sinyallerin erken sinir liflerinin büyüme yönünü belirlediği bilinmektedir. Ancak; kaslar sinir liflerinin spesifik

hedeflere yönlendirilmesi için özelleşmiş sinyaller sunmamaktadırlar. Bunun yerine, C5-C8 ve T1 omurilik segmentlerinden kaynaklanan ventral primer ramuslar, ekstremitelerin tomurcuklarının tabanına ulaşır ve üst ekstremitenin ön bölgesinde, üst gövde, orta gövde ve alt gövde olmak üzere özgün bir düzenleme ile farklılaşırlar. Bu düzenleme, kas ve sinir dokularının doğru şekilde entegre olmasını ve böylece ekstremitelerin işlevsel ve koordineli hareket kabiliyetini mümkün hale getirir. Bu organizasyonun sağlanması, ekstremitelerin karmaşık hareketlerini gerçekleştirebilmesi için önemlidir ve sinir-kas sistemi arasındaki doğru entegrasyon, motor fonksiyonlar ve duysal geri bildirim mekanizmalarının etkin çalışmasını sağlar (Sadler, 2017).

Üst ekstremitelerin kas yapısının oluşum sürecinde, mezodermal dokunun arka kısmındaki genişleme, posterior kordonun oluşumunu tetiklerken, anterior bölgedeki büyüme ise medial ve lateral kordonların şekillenmesine yol açar. Bu kritik aşama, üst ekstremite kaslarının morfolojik ve işlevsel diferansiyasyonunu sağlar. İlerleyen gelişim aşamalarında, posterior kordon aksiller (C5, C6) ve radial (C5-C8, T1) sinir dallarına bölünür, bu durum arka yoğunlaşma bölgesinden kaynaklanan kas gruplarının sinirsel beslenmesini garanti altına alır. Bu diferansiyasyon, üst ekstremitelerin hareketlerini kontrol eden karmaşık kas-sinir ağına katkıda bulunur ve ekstremitelerin işlevsel hareketlerini mümkün kılar. Bu süreç, kas ve sinir sistemlerinin entegrasyonu açısından önemli olup, nöromüsküler koordinasyonun temelini atar (Moore ve Persaud, 2009).

Ekstremite kaslarının gelişim süreci, kompleks ve koordineli bir moleküler ve hücresel etkileşimler ağı tarafından yönlendirilir. Bu sürecin ileri aşamalarında, ön yoğunlaşmadan gelişen kas gruplarına innervasyon sağlayan önemli sinir dalları, özel bir düzenleme izler. Medial ve lateral kordonlar, muskulokutanöz (C5-C7), ulnar (C8, T1) ve median (C5-C8, T1) sinirlere dallanarak, ekstremite kaslarının doğru sinirsel bağlantılarla donatılmasını sağlar. Bu dallanma, kasların işlevsel hareketler gerçekleştirebilmesi için gereklidir ve ekstremitelerin koordineli hareket kabiliyetinin temelini oluşturur (Sadler, 2017).

Somitlerden kaynaklanan mezoderm, yani miyotomlar, ekstremite tomurcuklarına göç ederek ön ve arka yoğunlaşmaların oluşumunu tetiklerler. Bu süreç, C5-T1 omurilik segmentlerinden çıkan ventral primer ramusların nöral tüpten ayrılması ve üst, orta ve alt gövde içinde geniş bir yeniden düzenlenme sürecine girmesiyle devam eder. Her bir gövde, kendi içinde arka ve ön bölümlere ayrılır; arka bölümler özellikle arka yoğunlaşma alanı içine büyüyerek arka kordonu oluştururken, ön bölümler ise ön yoğunlaşma alanı içine büyüyerek medial ve lateral kordonları meydana getirirler. Bu aşamalı gelişim; üst ekstremite kasları ve sinirlerinin uygun şekilde işlevsel bir bütünlük kazanmasını sağlar. Bu

detaylı organizasyon, ekstremitelerin karmaşık hareketlerini mümkün kılan motor ve duysal sinir ağlarının oluşumunu destekler. Arka kordon, genellikle ekstremitelerin ekstansiyon ve supinasyon hareketlerinden sorumlu kaslara, medial ve lateral kordonlar ise fleksiyon ve pronasyon hareketlerini kontrol eden kaslara bağlanır. Bu yeniden düzenleme süreci, ekstremitelerin çok yönlü hareket kabiliyetinin temelini oluşturur (Moore ve Persaud, 2009).

Üst ekstremite tomurcuğunun gelişimi, embriyonik yaşamın dördüncü haftasında koronal düzlemde beliren minik bir çıkıntı ile başlar ve altıncı haftaya kadar süregelen bir evrim süreci izler. Bu dönemde tomurcuk, yatay bir hareketle sagittal düzleme geçer. Altıncı ile sekizinci haftalar arasında ise, üst ekstremitelerin yanal olarak 90 derece dönmesi ile dirseklerin arka tarafı dışa dönük hale gelir. Bu dönüş, ekstansör kasların arka tarafta, fleksör kasların ise ön tarafta yer almasını sağlar. Bu rotasyon, embriyonun segmental yapıdaki innervasyon düzenini (dermatomları) değiştirir ve yetişkin anatomisinde gözlenen segmental innervasyon düzeninin oluşumunu tetikler (Sadler, 2017).

Üst ekstremitelerin embriyo döneminde gerçekleşen 90 derecelik lateral rotasyonu, segmental sinir dağılımını önemli ölçüde etkiler ve bu durum, yetişkin anatomisindeki özgün segmental sinir düzenlemesinin temelini oluşturur. Embriyonik dönemde düz bir hat boyunca düzenlenmiş segmental sinirler, bu rotasyon sonucunda, yetişkinde üst ekstremitenin anatomik pozisyonuna uygun olarak yeniden düzenlenir. Başparmak sagittal düzlemde yukarı bakacak şekilde konumlandırıldığında, düzenli bir dermatom yapısı ortaya çıkar. Bu yapıda, C4 dermatomu üst ekstremitenin en üst noktasından başlayarak, orta parmağa dek olan C7 dermatomuna kadar distal olarak uzanır. Daha sonra, üst ekstremitenin alt sınırından itibaren, T2 dermatomuna kadar proksimal olarak devam eder (Moore ve Persaud, 2009).

Lateral mezodermal plak, üst ekstremitelerin kemik yapısının gelişiminde merkezi bir rol oynar. Bu yapısal eleman, scapula, clavicula, humerus, radius, ulna, el bileği kemikleri (carpal), el tarak kemikleri (metacarpal) ve parmak kemikleri (phalanges) gibi üst ekstremitelerdeki temel kemik yapılarının oluşumundan sorumludur. Kemiklerin oluşumu çoğunlukla endokondral kemikleşme süreciyle gerçekleşir; bu süreç, öncelikle kıkırdak bir modelin oluşumunu ve sonrasında bu modelin kemik dokuya dönüşümünü içerir. Ancak, clavicula hem membranöz hem de endokondral kemikleşme süreçlerini kapsayan özgün bir gelişim sergiler, bu da onu üst ekstremitelerdeki diğer kemiklerden ayrıcalıklı kılar (Sadler, 2017).

Kemik oluşumunun zamanlaması, gebeliğin belirli haftalarında dikkat çekici aşamalarla ilerler. Gebeliğin beşinci haftasında, ekstremitelerin gelişiminde kritik bir rol

oynayan lateral mezodermal plak yoğunlaşır. Altıncı haftaya geldiğimizde, bu yoğunlaşmış mezoderm, üst ekstremite kemiklerinin kıkırdak modellerini oluşturacak biçimde kondrifikasyon sürecine girer. Yedinci ve dokuzuncu haftalar arası ise, özellikle clavicula, humerus, radius ve ulna gibi kemiklerde kemikleşme merkezleri belirginleşir. Clavicula, vücuttaki ilk kemikleşen kemik olarak öne çıkar ve bu özellik, onun gelişimsel biyolojide özel bir yer tutmasına neden olur (Moore ve Persaud, 2009).

Gebeliğin beşinci haftasında lateral mezodermal plakta başlayan yoğunlaşma, altıncı haftada kıkırdak modellerinin oluşumuyla devam eder. Bu modeller, gelecekteki kemiklerin ilk taslağını oluşturur. Yedinci ve dokuzuncu haftalarda ise, kemiklerin uzun kısmı olan diyafizde, primer kemikleşme merkezleri belirmeye başlayarak, kemik dokusu oluşum sürecine girer. Bu süreç, doğuma kadar devam eder ve bu dönemde scapula, metacarpal ve phalangesler gibi yapılar da dahil olmak üzere, çeşitli kemiklerde primer kemikleşme merkezleri görülür. Ancak, kemiklerin diyafizi kemikleşirken, epifizleri yani kemiklerin uç kısımları kıkırdak formunda kalmaya devam eder (Sadler, 2017).

İnsan embriyosunun üst ekstremite sinirlerinin gelişimi Carnegie Evrelemesi'ne göre 13-21. evreler arasında gerçekleşir. Bu süreçte, embriyonun uzunluğu ve somit sayısı temel alınır. 13. evrede, üst ekstremite sinirleri C5-T1 seviyelerinden spinal korddan çıkar. 15. evrede, spinal sinirler birleşerek brakiyal pleksusu oluşturmaya başlar. 16. evrede, C4-C8 ve T1 seviyelerinden gelen sinirler, median, radial ve ulnar sinirleri ile dirseğe ulaşır. 17. evrede bu sinirler el taslağına kadar uzanır. 18-19. evrelerde, brakiyal pleksus kaudal yöne doğru ilerler. 21. evrede üst ekstremite sinirleri yetişkin pozisyonunu alır. Bu son aşamada; insan embriyosuna ait üst ekstremite sinirleri yetişkin bir bireydekine benzer bir morfoloji ile gelişimini tamamlar (Moore ve Persaud, 2009).

1.2. Üst Ekstremite Anatomisi

Simetrik şekilde sağ ve sol olarak thorax'ın iki yanında bulunan üst ekstremite, vücudumuzun en hareketli bölümü olmasının yanında, elin ince motor becerilerinde önemli role sahiptir (Yıldırım, 2016a)

1.2.1. Üst Ekstremite Kemikleri

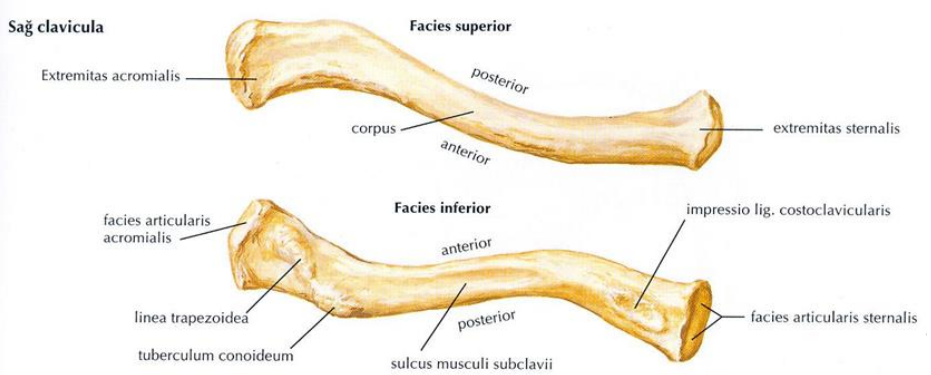
Üst ekstremite kemikleri, ossa cinguli membri superioris (omuz kavşağı kemikleri) ve ossa membri superioris liberi (üst ektremite serbest kemikleri) olmak üzere iki grupta incelenmektedir (Arıncı ve Elhan, 2005).

1.2.1.1. Ossa Cinguli Membri Superioris

Clavicula ve scapula, omuz kavşağı kemiklerini oluşturmaktadır (Taner, 2017).

Clavicula

Ossifikasyonu ilk başlayan kemik olan clavicula (köprücük kemiği), 1.costa'nın üzerinde ve horizontale yakın yerleşmiş, S harfi şeklinde uzun bir kemiktir. Medialde sternum'un manubrium sterni'si ile eklem yapan ucuna extremitas sternalis, lateralde scapula'nın acromion'u ile eklem yapan ucuna extremitas acromialis adı verilir (Şekil 1.1). Bu iki ucu arasında kalan bölümüne corpus clavicula denir. Corpus clavicula'nın medial 2/3'ü önde konveks, lateral 1/3'ü ise önde konkavdır. Clavicula'nın üst yüzü düz olduğundan deri altında kolayca palpe edilebilir. Alt yüzü ise kas ve fascialar tutunduğu için pürtüklüdür. Extremitas sternalis'in sternum ile eklem yapan facies articularis sternalis yüzü bulunur. Bu eklem yüzü alta doğru devam ederek, corpus clavicula'nın 1/3 medial kısmında m. subclavius'un tutunduğu sulcus musculi subclavii yer alır. Daha medial'inde 1.costa'yı claviculaya bağlayan impressio lig.costoclavicularis bulunur. Bu ligament omuzun elevasyonunu sınırlandırır. Clavicula ile 1.costa'nın arasından a.subclavia ve plexus brachialis'in dalları geçer. Extremitas acromialis'in acromion ile eklem yapan facies articularis acromialis yüzü bulunur. Extremitas acromialis'in alt yüzünde tuberculum conoideum adlı bir çıkıntı bulunur. Bu çıkıntıya lig.conoideum tutunmaktadır. Tuberculum conoideum'dan öne dışa doğru linea trapezoidea isimli oblik çizgiye lig.trapezoideum tutunur. Bu iki ligament birlikte scapula'da proc.coracoideus'a yapışan lig.coracoclavicularis isimli bağı oluşturur (Yıldırım, 2016a).

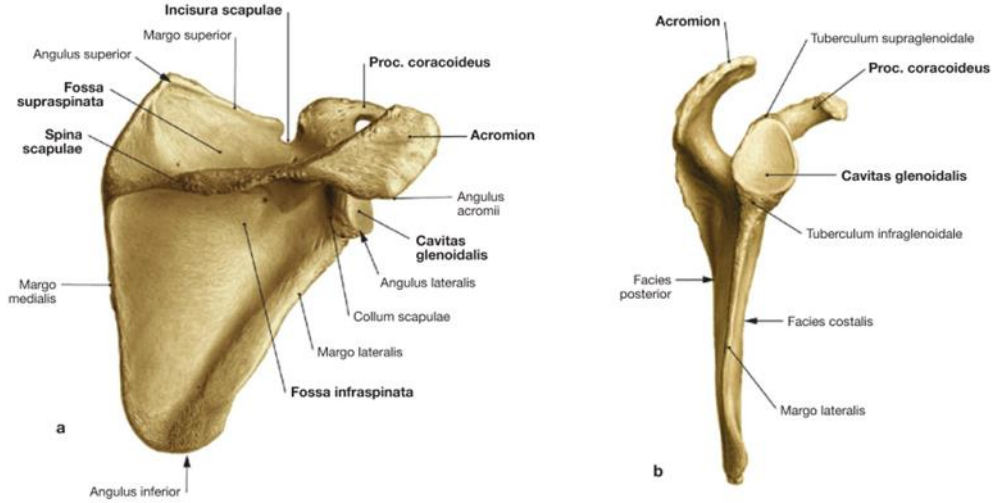


Şekil 1. 1. Clavicula (Netter, 2011'den alınmıştır.)

Scapula

Üçgen biçiminde yassı bir kemik olan scapula (kürek kemiği), 2-7. costae hizasında dorsumda yer alır. Ön yüzüne facies costalis (anterior) denir. Kaburgalara bakan bu yüzde m.subscapularis'in doldurduğu fossa subscapularis adı verilen bir bir çukur bulunur. Arka yüzüne facies posterior denir. Bu yüzde bulunan spina scapulae'nın üstünde yer alan çukura fossa supraspinata, altında yer alan daha büyük çukura fossa infraspinata adı verilir. Bu çukurları aynı isimli kaslar doldurur. Spina scapulae laterale doğru genişleyerek omuz eklem çukurunun üst tarafında acromion olarak devam eder. Acromion'un clavicula ile eklem yapan yüzüne facies articularis claviculae denir. Art.acromioclavicularis adı verilen bu eklem scapulanın ana gövdesinin ve buna tutunan kasların lateral'inde bulunur. Bu eklemin altında art.humeri yer alır. Bu sayede scapula ile üst ekstremitenin ağırlığı dengelenmiş olur. Bu ik eklem arasında ise lig.coracoclaviculare bulunur. Scapula'nın superolateral'inde art.humeri adı verilen omuz eklemini yapacak olan cavitas glenoidalis bulunur (Şekil 1.2). Bu eklem yüzünün üstünde tuberculum supraglenoidale ve altında tuberculum infraglenoidale isimli çıkıntılar bulunur. Tuberculum supraglenoidale ile inc.scapula arasındaki gaga şeklindeki çıkıntıya proc.coracoideus denir (Moore, Dalley, & Agur, 2014).

Scapula'nın margo superior, margo inferior ve margo lateralis olmak üzere üç kenarı vardır. Margo superior, lateralde proc.coracoideus'un köküne kadar uzanarak, ikisi arasında kalan çentiğe inc scapula denir. Bu çentiği lig.transversum scapulae superius kapatarak bir deliğe dönüştürür. Bu delikten n.suprascapularis geçer. Margo lateralis, angulus lateralis'te sonlanır. Margo medialis'te spina scapula'nın başlangıç yeri olan trigonum spinae adı verilen bir üçgen bulunur. Her ik tarafın trigonum spinae'sı arasında uzanan hayali çizgiye linea interspinalis olarak adlandırılır. Bu çizgi yaklaşık 4.torakal vertebra hizasında denk gelerek, akciğerin üst ve alt loblarının izdüşümleri ayırt edilir. Margo medialis ve margo lateralis, scapulanın alt köşesinde angulus inferior olarak birleşir. Bu köşe 7.torakal vertebra hizasındadır. Margo medialis ve margo superior, birleşerek angulus lateralis'i oluşturur. Angulus lateralis'e geniş ve kalın olması sebebiyle caput scapula'da denir. Caput scapula ile corpus scapula arasında kalan bölümü collum scapula denir. Margo lateralis ve margo superior, 2.torakal vertebra hizasında angulus superior'u oluşturur (Ozan, 2004).



Şekil 1. 2. Scapula arkadan (a) ve lateralden (b) görünümü; (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

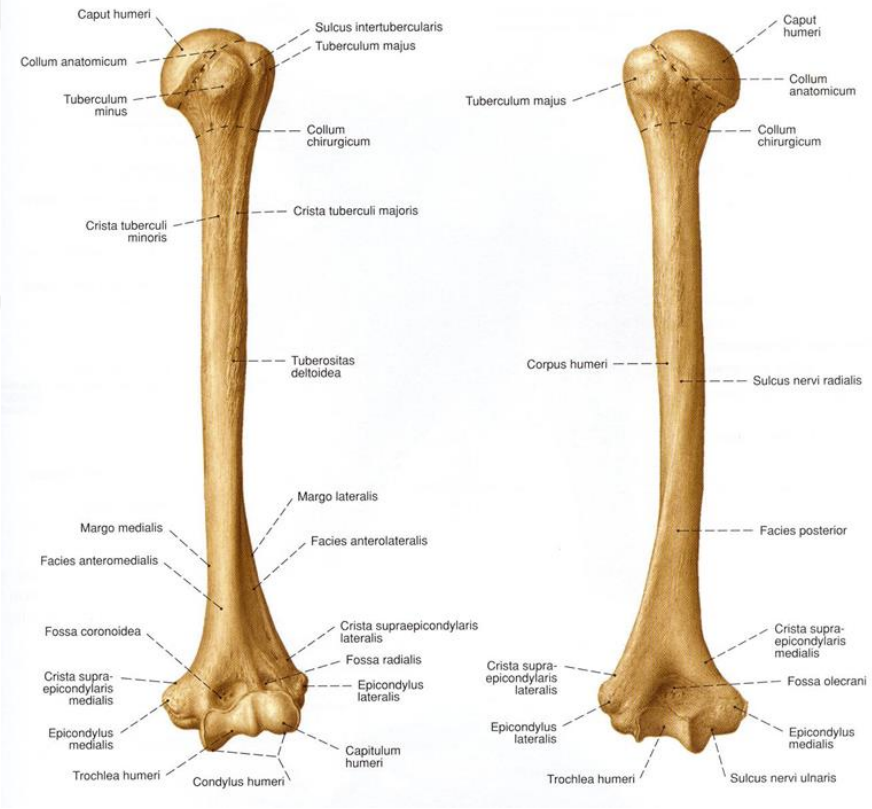
1.2.1.2. Ossa Membri Superioris Liberi

Kol, önkol ve el kemikleri, serbest üst ekstremite kemiklerini oluşturmaktadır (Moore ve ark., 2014).

Humerus

Üst ekstremitenin omuzdan dirseğe kadar olan bölümüne brachium (kol) denir. Kolda bulunan tek kemik olan humerus, üst ekstremitenin en uzun ve en kalın kemiğidir. Humerus'un üst ucuna extremitas proximalis denir. Bu ucunda scapula'nın cavitas glenoidalis'i ile eklem yapan, küre şeklindeki caput humeri bulunur. Caput humeri'nin aşağısında, kasların yapışma yeri olarak, öndeki küçük çıkıntıya tuberculum minus, dış yandaki büyük çıkıntıya ise tuberculum majus adı verilmektedir. İki çıkıntının arasından aşağıya doğru seyreden oluğa sulcus intertubercularis denir. Bu oluktan, m.biceps brachii'nin caput longum'unun tendonu ve a.circumflexa humeri anterior'un bir dalı geçmektedir. Tuberculum minus crista tuberculi minoris, tuberculum majus ise crista tuberculi majoris olarak aşağıya doğru devam eder. Caput humeri ile tuberculum minus ve majus arasında collum anatomicum (anatomik boyun), tuberculum'ların bittiği kemiğin en zayıf yeri olan collum chirurgicum (cerrahi boyun) bulunur (Şekil 1.3). Humerus'un corpus'u üst kısmı silindirik, alt kısmı ise üçgene yakın şekildedir. Corpus humeri'nin üst kısmının ön dış yüzünde m.deltoideus'un tutunduğu tuberositas deltoidea bulunur. Tuberositas deltoidea'nın altından geçerek yukarıdan aşağıya, arkadan öne doğru oblik

seyreden oluğa sulcus nervi radialis adı verilir. Bu oluğun içinde n.radialis ve a.profunda brachii yer alır. Humerus'un alt ucuna extremitas distalis denir. Bu ucu genişleyerek crista supracondylaris lateralis ve crista supracondylaris medialis'i oluşturur. Epicondylus medialis ve epicondylus lateralis daha distalde yer alarak, fleksör ve ekstensör kasların tutunma yeri olarak görev yapar. Epicondylus medialis'in altında n.ulnaris'in geçtiği sulcus nervi ulnaris bulunur. Epicondylus'lar arasında kalan uç bölüme condylus humeri adı verilmektedir. Condylus humeri'deki capitulum humeri lateral'de caput radii ile, trochlea humeri medial'de ulna'nın inc.trochlearis'i ile eklem yapmaktadır. Makara şeklindeki trochlea humeri'nin ön tarafında, önkol fleksiyondayken ulna'nın proc.coronoideus'unu içine alan fossa coronoidea bulunur. Arkada ise önkol ekstansiyondayken ulna'nın olecranon'unun oturduğu fossa olecrani ile radius'un caput radii'sinin oturduğu fossa radialis bulunur (Yıldırım, 2016a).

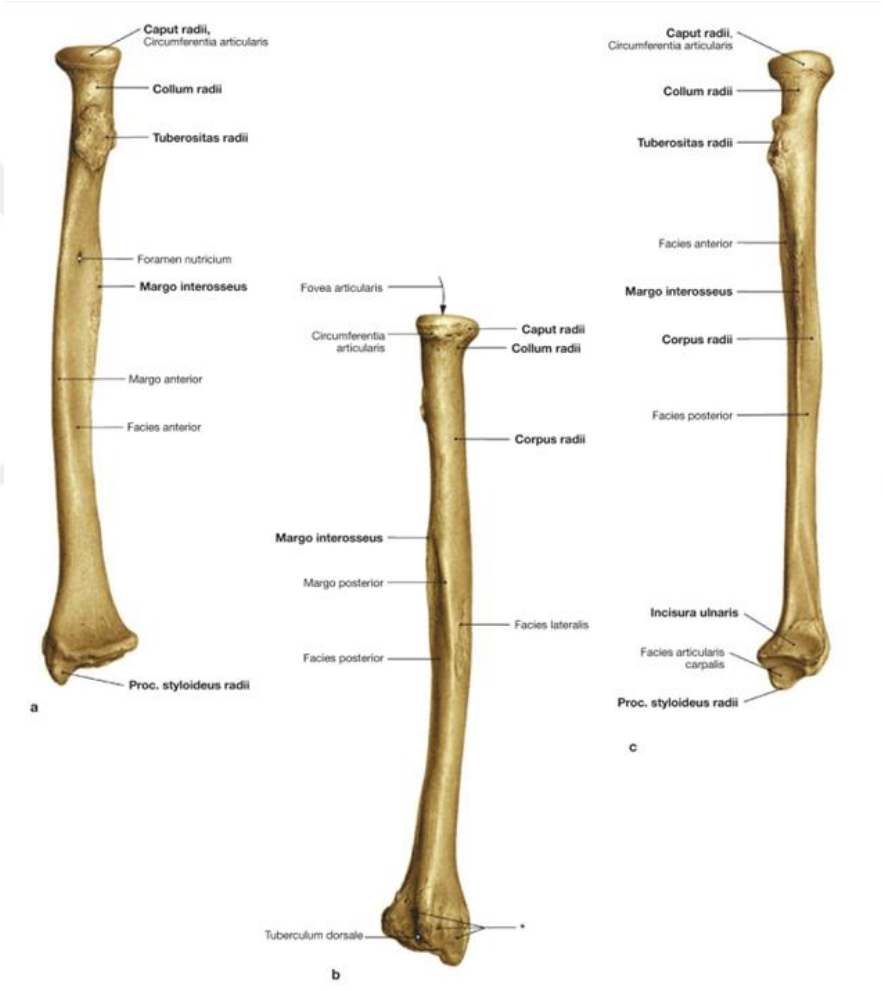


Şekil 1. 3. Humerus önden ve arkadan görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

Radius

Önkoldaki iki kemikten biri olan radius (döner kemik), anatomik pozisyonda lateralde bulunan uzun kemiktir. Radius'un üst ucu olan extremitas distalis'in silindir şeklindeki başına caput radii adı verilmektedir. Caput radii'deki eklem yüzüne fovea capitis radii denir.

Caput radii, collum radii ile corpus radii'ye bağlanır. Collum radii'nin anteromedialinde, m. biceps brachii'nin sonlandığı tuberositas radii adı verilen bir çıkıntı bulunur. Transvers kesitlerde üçgen şeklinde görülen corpus radii, üç yüz ve üç kenara sahiptir. Margo anterior ve posterior, tuberositas radii'den aşağıya doğru küt bir şekilde uzanırlar. Margo interosseus ise keskin bir kenardır. Radius ve ulna arasındaki bulunan bu kenara membrana interossea antebrachii tutunur. Raius'un alt ucu olan extremitas distalis'in medialde caput ulnae ile eklem yapan inc.ulnaris'e, lateral tarafta proc.styloideus adı verilen bir çıkıntıya sahiptir (Şekil 1.4). Bu uçta el kemikleri ile eklem yapan facies articularis carpalis bulunur (Arıncı ve Elhan, 2005).



Şekil 1. 4. Radius önden (a), arkadan (b) ve medialden (c) görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

Ulna

Önkoldaki iki kemikten biri olan ulna (dirsek kemiği), anatomik pozisyonda medialde bulunan uzun kemiktir. Ulna'nın üst ucu, humerus ve radius ile alt ucu sadece radius'la

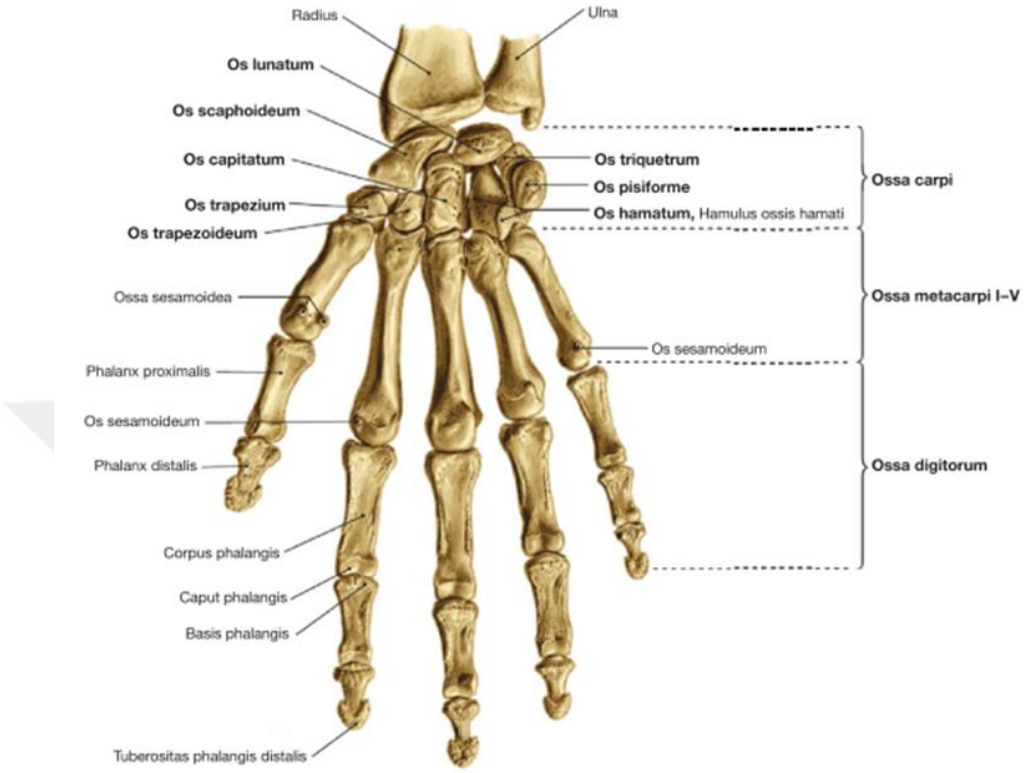
eklem yapmaktadır. Ulna'nın extremitas proximalis adı verilen üst ucunda iki çıkıntı vardır. Bunlardan arkadaki büyük çıkıntı olan olecranon'a m.triceps brachii'nin tendonu tutunur. Olecranon'un aşağısında önde kalan küçük çıkıntıya proc.coronoideus denir. Olecranon ile proc.coronoideus arasında kalan önedi çentik inc. trochlearis adını alır (Şekil 1.5). Proc.coronoideus'un aşağısında önünde kalan, tuberositas ulnae adı verilen pürtüklü alana m. brachialis'in tendonu tutunur. Proc.coronoideus'un dış tarafında radius ile eklem yapacak olan inc.radialis adı verilen bir çentik bulunmaktadır. Inc.radialis'ten aşağıya doğru, crista musculi supinatoris uzanır. Üst ucuna göre daha ince olan alt ucuna ise extremitas distalis adı verilir. Alt ucunda caput ulnae denilen küçük bir baş bulunur. Caput ulnae'nın posteromedial'indeki çıkıntıya proc.styloideus ulnae denir. Caput ulnae'nın etrafında, radius'un inc.ulnaris'i ile eklem yapan, circumferentia articularis adı verilen bir yüzü vardır. Ulna'nın corpus ulnae adı verilen gövdesinin üç yüzü ve üç kenarı vardır. Keskin kenar olan margo interosseus'a membrana interossea tutunur (Arıncı ve Elhan, 2005).



Şekil 1. 5. Ulna önden (a), arkadan (b) ve lateralden (c) görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

Ossa manus

Toplam 27 kemikten oluşan el kemikleri; ossa carpi, ossa metacarpi ve ossa digitorum manus olarak üç gruba ayrılır (Şekil 1.6), (Ozan, 2004).



Şekil 1. 6. Manus kemikleri önden Ossa Carpi, Ossa Metacarpi ve Ossa digitorum (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

Ossa carpi

El bileği kemikleri 8 adet olup, dört proksimal, dört distal sıra halinde yerleşmiş kısa kemiklerdir. Proksimal sırada lateral'den medial'e doğru; os scaphoideum, os lunatum, os triquetrum, os pisiforme bulunur (Taner, 2017). Proksimal sıradaki ilk üç kemik ön koldaki radius ile eklem yaparlar. Distal sırada lateral'den medial'e doğru; os trapezium, os trapezoideum, os capitatum, os hamatum bulunur. Distal sıradaki kemikler ise kendilerine uyan sıradaki metakarpal kemiklerle eklem yaparlar (Yıldırım, 2016a). İki sıra halinde yan yana dizilmiş karpal kemiklerin dorsal tarafı konveks, palmar tarafı konkav'dır. Konkav tarafta ikisi proksimalde, ikisi distalde dört adet çıkıntı bulunur. Bu çıkıntılardan proksimal'dekilerden lateral'deki tuberculum ossis scaphoidei, medial'deki os pisiforme'dir. Distal'dekilerden lateral'deki tuberculum ossis trapezii, medial'deki hamulus ossis hamati'dir (Arıncı ve Elhan, 2005). Palmar tarafta, medial'de os pisiforme ve os

hamatum, lateral'de os scaphoideum ve os trapezium tarafından oluşturulan oluğu retinaculum flexorum, canalis carpi adı verilen bir kanal haline getirir. Bu kanaldan dokuz adet önkol fleksör kas tendonu ve n.medianus geçer. Tendonların kanaldan geçen siniri sıkıştırması, klinikte karpal tünel sendromu olarak adlandırılır. Os hamatum, os pisiforme, lig.pisohamatum ve retinaculum flexorum arasında kalan kanala canalis ulnaris (guyon kanalı) denir. Bu kanaldan n.ulnaris ve a.ulnaris geçer. N.ulnaris bu kanalda sıkışabilir (Moore ve ark., 2014).

Ossa metacarpi

5 adet ince, uzun kemik olan el tarak kemikleri, lateral'den medial'e doğru roma rakamları ile metacarpale I, II, III, IV, V olarak numaralandırılır. Proximal uçlarına basis, gövdelerine corpus, distal uçlarına caput adı verilir. Proksimalde distal sıradaki ossa carpi'lerle, distalde phalanges proximales ile eklem yaparlar (Taner, 2017).

Ossa digitorum manus

14 adet olan el parmak kemikleri, baş parmakta phalanx proximalis ve distalis olmak üzere iki, diğer parmaklarda phalanx proximalis, media ve distalis olmak üzere üç adettir. Proximal uçlarına basis phalangis, gövdelerine corpus phalangis, distal uçlarına caput phalangis denilmektedir. Phalanx distalis'te tuberositas phalangis distalis adı verilen tümsek bulunur. Bu tümseğin dorsal yüzünde tırnak yatakları bulunur (Yıldırım, 2016a).

1.2.2. Üst Ekstremite Eklemleri

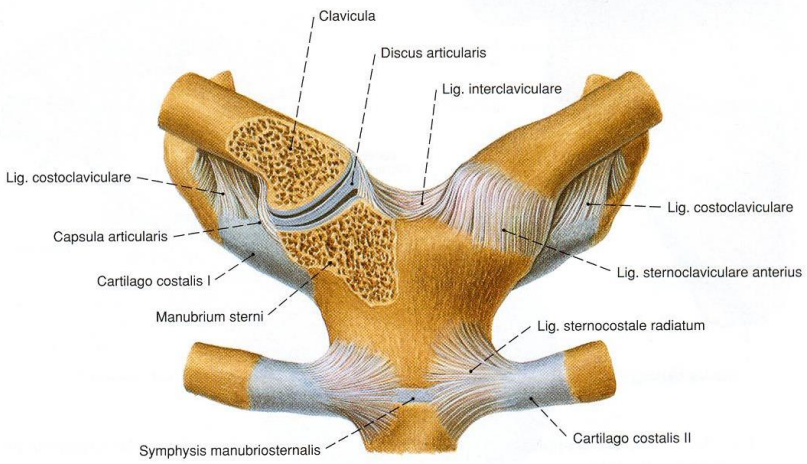
Üst ektremite kemiklerindeki sınıflandırma gibi articulationes cinguli membri superioris (omuz kavşağı eklemleri) ve articulationes membi superioris liberi (serbest üst ekstremite eklemleri) olarak iki grupta incelenir (Ozan, 2004).

1.2.2.1. Articulationes Cinguli Membri Superioris

Omuz kavşağında art.sternoclavicularis ve art.acromioclavicularis incelenir. Fonksiyonel bütünlüğü sağlamak amacıyla art.humeri de bu grupta incelenir (Moore ve ark., 2014).

Art.sternoclavicularis

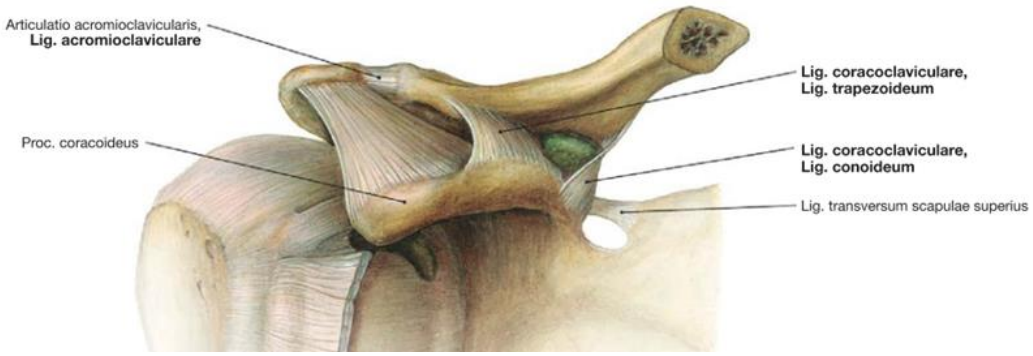
Sternum'un inc.clavicularis'i ile clavicula'nın medial ucundaki facies articularis sternalis'i arasında oluşan, üst ekstremiteyi gövdeye bağlayan tek eklemdir. Yapısal olarak sellar tip olan bu eklem, fonksiyonel olarak spheroid tipindedir (Moore ve ark., 2014). Ancak bu eklemi plana tipi kabul edenler de vardır. Bu eklemin eklem yüzleri birbirine uyumlu olmadığı için, eklem boşluğunu ikiye ayıran discus articularis'i bulunur (Arıncı ve Elhan, 2005). Bu eklemin dayanıklılığı discus articularis'e ve eklemin bağlarına bağlıdır. Eklem kapsülünü, önden lig.sternoclaviculare anterius, arkadan lig.sternoclaviculare posterius, yukarıdan lig.interclaviculare, alttan lig.costoclaviculare destekler (Şekil 1.7). Ayrıca, lig.interclaviculare ve lig.costoclaviculare eklemin stabilizasyonunda önemli role sahiptir (Taner, 2017).



Şekil 1. 7. Art.sternoclavicularis önden görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

Art.acromioclavicularis

Scapula'nın acromion'undaki facies articularis clavicularis ile clavicula'nın lateral ucundaki facies articularis acromialis arasında oluşan, plana tipinde bir eklemdir. Eklem yüzleri arasında genellikle tam olmayan bir discus articularis bulunur Eklem kapsülünün üst yüzünde lig.acromioclaviculare bulunur (Şekil 1.8). Lig.coracoclaviculare, clavicula ile scapula'nın proc.coracoideus'unu birbirine bağlayan aksesuar bir bağdır. Ancak eklemin stabilizasyonunu esas olarak bu ligament sağlamaktadır. Bu ligament aynı isimli iki çıkıntıdan başlayıp, scapula'nın proc.coracoideus'unda sonlanan lig.trapezoideum ve lig.conoideum olarak iki bölümü bulunur (Ozan, 2004).

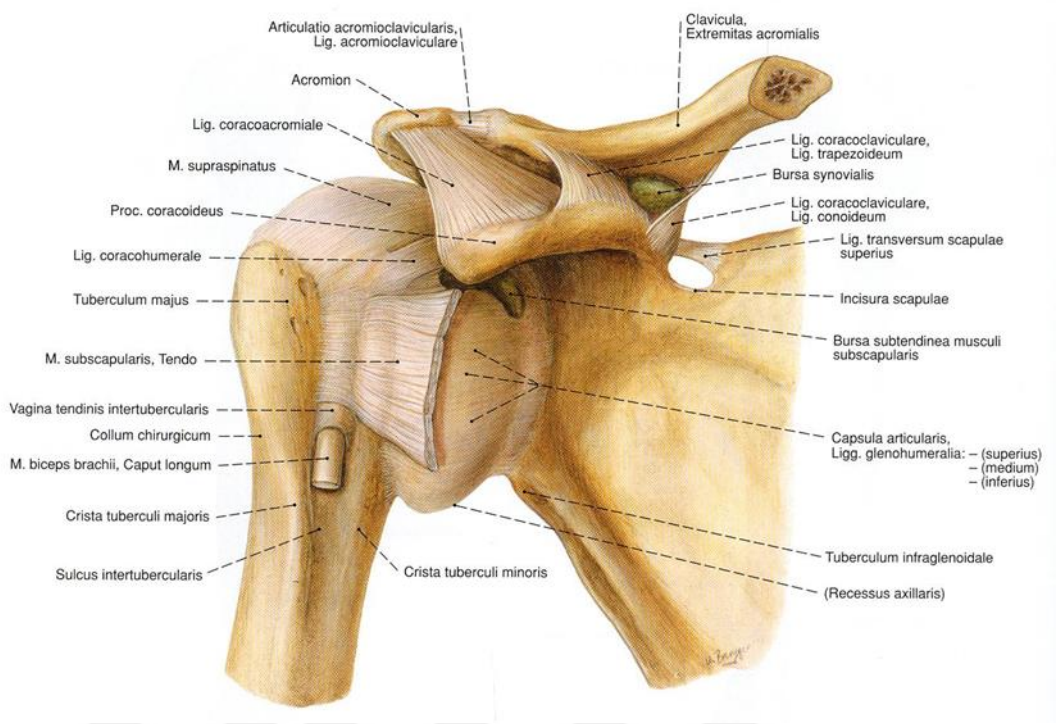


Şekil 1. 8. Art.acromioclavicularis önden görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

1.2.2.2. Articulationes Membi Superioris Liberi

Art.humeri (glenohumeralis)

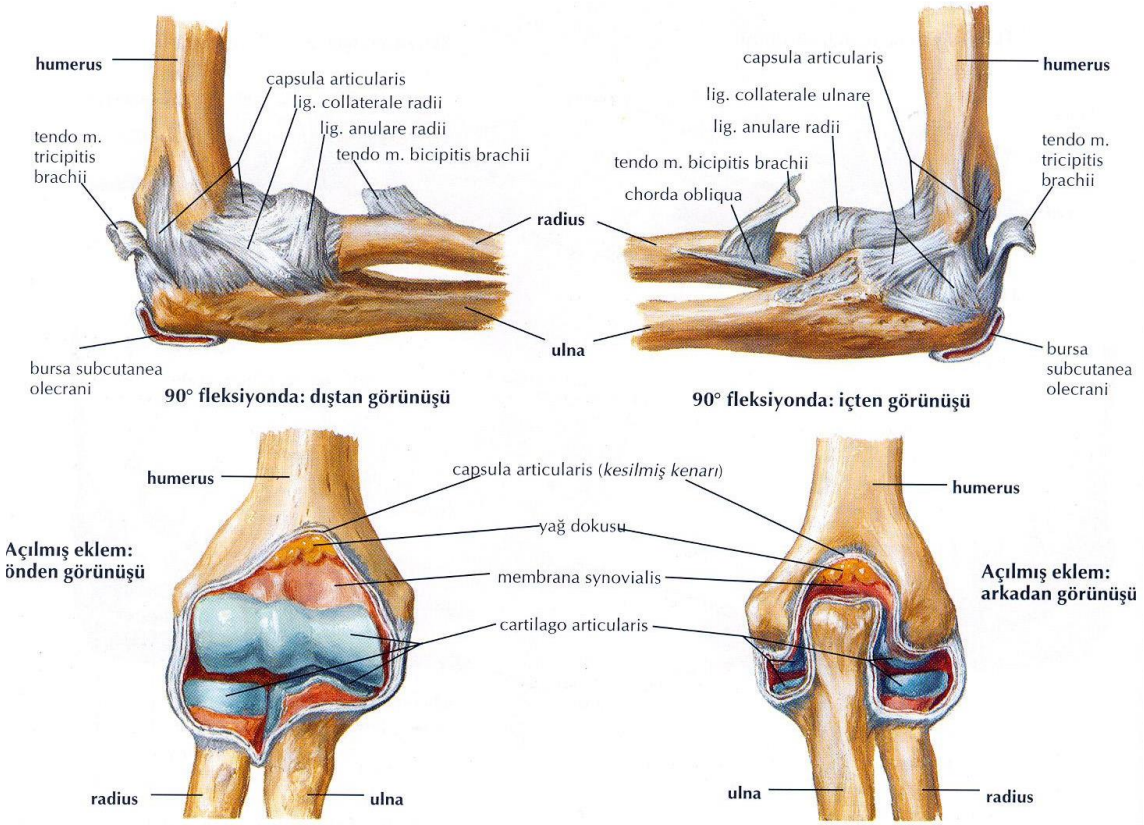
Spheroid tipte bir eklem olan omuz eklemi, humerus'un caput humeri'si ile scapula'nın cavitas glenoidalis'i arasında oluşur. Cavitas glenoidelis, caput humeri'yi tamamen içine alabilen bir çukur olmadığından kıkırdak yapı olan labrum glenoidale, etrafını sararak derinleştirir. Lig.glenohumeralia superius, medius ve inferius eklemi önden destekleyen esas bağlarıdır (Şekil 1.9). Eklemi üstten lig.coracoacromiale, arkadan rotator cuff kasları, alttan m.triceps brachii'nin caput longum'nun tendonu destekler. Eklem kapsülünün içinden, m.biceps brachii'nin caput longum'unun tendonu geçerek tuberculum supraglenoidale'ye tutunur. Lig.transversum humeri, tuberculum majus ve minus arasından uzanarak, m.biceps brachii'nin caput longum'unun tendonunu sulcus intertubercularis'te sabitler. Art.humeri'nin çevresinde yer alan bursa subacromialis, bursa subdeltoidea ve bursa subtendinea klinik açıdan önemlidir (Moore ve ark., 2014).



Şekil 1. 9. Art.humeri önden görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

Art.cubiti

Dirsek eklemi, humerus'un alt ucu ile radius ve ulna'nın üst uçları arasında oluşan birleşik eklemdir Trochlear tipte art.humeroulnaris, spheroid tipte art.humeroradialis ve trochoid tipte art.radioulnaris proximalis olarak üç ayrı eklemden oluşmaktadır. Ancak üç eklem bir bütün olarak ele alındığında sadece fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini yaparak trochlear tipte gibi çalışır. Art.humeroulnaris, humerus'un trochlea humuri'si ile ulna'nın inc.trochlearis'i arasında yer alır. Art.humeroradialis, humerus'un capitulum humeri'si ile radius'un caput radii'sinin fovea articularis'i arasında yer alır. Art.radioulnaris proximalis, radius'un circumferentia articularis'i ile ulna'nın inc.radialis'i arasında yer alır. Dirsek ekleminin stabilizasyonunu lig.anulare radii ve membrana interossea antebrachii sağlar (Şekil 1.10). Eklemi bunun dışında lig.collaterale ulnare ve lig.collaterale radiale adı verilen iki kuvvetli ligament stabilize eder (Waschke, Böckers, & Paulsen, 2016).



Şekil 1. 10. Art.cubiti ve eklem yüzlerinin görünümü (Netter, 2011'den alınmıştır.)

Art.radioulnaris distalis

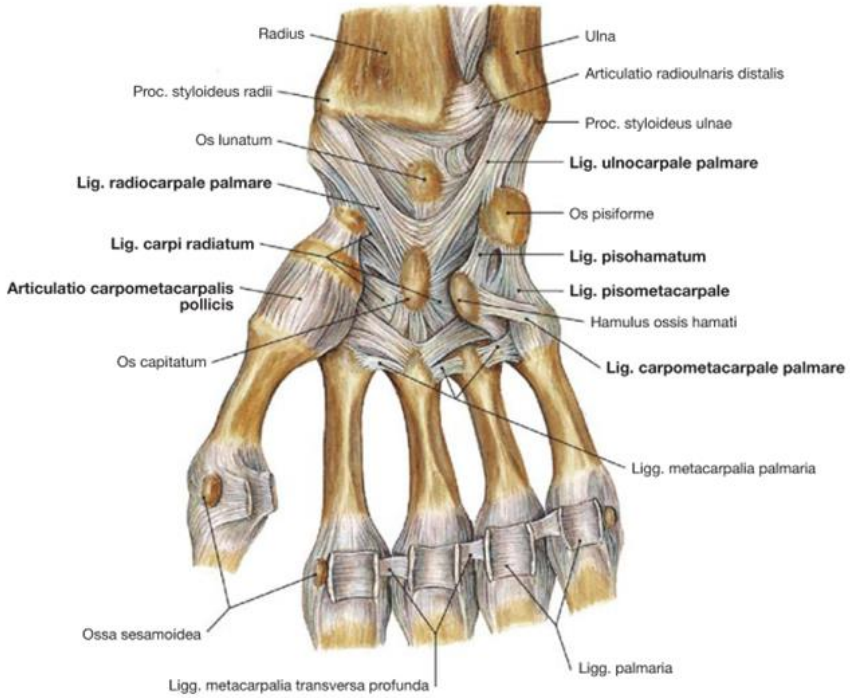
Radius'taki inc.ulnaris ile ulna'daki caput ulnae arasında oluşan, trochoid tipte bir eklemdir. Lig.radioulnare carpale ve lig.radiolunare palmare isimli iki adet bağı bulunur. Ayrıca, eklemin stabilizasyonunu sağlayan membrana interossaea antebrachii, radius ve ulna arasında bulunarak syndesmosis radioulnaris tipinde bir eklemi oluşturur (Taner, 2017).

Art.radiocarpalis

Elipsoid tipte olan el bileği eklemi, proximal ve distal iki eklem yüzeyine sahiptir. Proximal eklem yüzeyi, radius'un distalindeki facies articularis carpalis ile ulna'nın distalinde bulanan discus articularis arasında oluşur. Distal eklem yüzeyi ise, os psiforme hariç proksimal sıradaki diğer üç karpal kemikler ile radius ve discus articularis arasında oluşan bir eklemdir. Lig.radiocarpale dorsale ve palmare, lig.collaterale carpi radiale ve ulnare, lig.ulnocarpale palmare bağlarından oluşur (Yıldırım, 2016a).

Articulationes manus

El eklemlerini; carpal, metacarpal ve phalanx kemikleri oluşturur (Şekil 1.11), (Ozan, 2004).



Şekil 1. 11. Articulationes manus önden görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

Artt.intercarpales

İki sıra halinde proximal ve distalde bulunan el bileği kemikleri arasında oluşan plana tipindeki eklemlerdir. Aralarında dorsal, palmar ve interosseal ligamentler bulunur (Yıldırım, 2016a).

Art.carpometacarpalis pollicis

Os trapezium ile basis ossis metacarpi I arasında oluşan sellar tipte bir eklemdir. Eklem kapsülü ligg. carpometacarpalia palmaria ve dorsalia tarafından güçlendirilmektedir (Arıncı ve Elhan, 2005).

Artt.carpometacarpales II-V

Distal sıradaki ossa carpi'ler ile ossa metacarpi II-V arasında oluşan plana tipinde eklemlerdir. Bu eklemleri, ligg.carpometacarpalia palmaria ve dorsalia stabilize eder (Moore ve ark., 2014).

Artt.intermetacarpales

Basis ossis metacarpi II-V arasında oluşan, plana tipi eklemlerdir. Bu eklemlerin bağları; ligg.metacarpalia palmaria, dorsalia ve interossea'dır (Ozan, 2004).

Artt.metacarpophalangeae

Caput ossis metacarpi'ler ile phalanx proximalis'lerin basisleri arasında oluşan spheroid tipte eklemlerdir. Eklem kapsülü; ulnar ve radial yönde ligg.collateralia, ventralde ligg.palmaria tarafından stabilize edilir. Ayrıca, palmar bağlar arasında lig.metacarpale transversum profundum bulunur (Taner, 2017).

Artt.interphalangeae

Phalanx'lar arasında olan, trochlear tip eklemlerdir. Eklem kapsülü, palmar ve iki kollateral bağ tarafından desteklenmektedir (Arıncı ve Elhan, 2005).

1.2.3. Üst Ekstremite Kasları

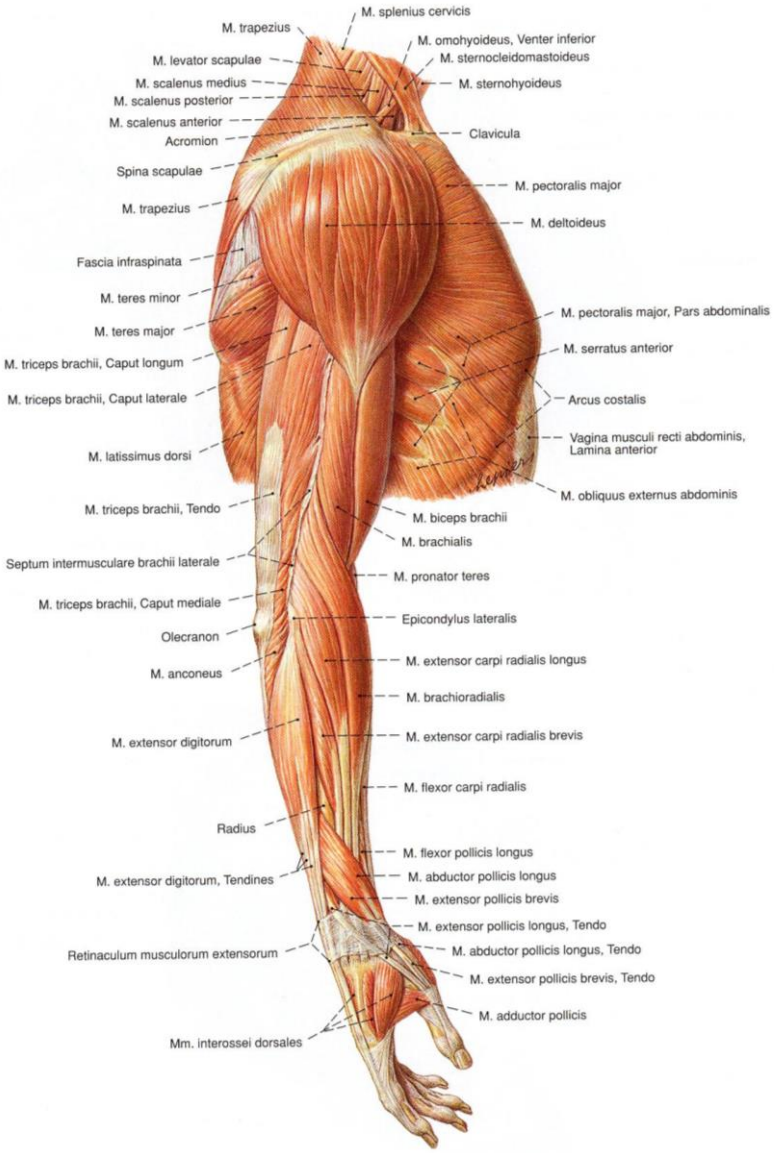
Üst ekstremitede bulunan kaslar; omuz, kol, ön kol ve el kasları olmak üzere dört grup olarak ele alınır (Şekil 1.12), (Yıldırım, 2016a).

1.2.3.1. Omuz Kasları

Omuz bölgesinde, asıl omuz kasları olarak altı adet kas bulunmaktadır. Bu kaslardan dört tanesi, omuz eklemini yukarıdan, önden ve arkadan destekleyerek, eklemi stabilize eden rotator cuff adı verilen kas grubunda yer almaktadır (Waschke ve ark., 2016).

M.deltoideus

Omuz kabarıklığını yapan bu kas, omuz eklemini önden, arkadan ve dıştan sararak, kolun esas abduktor kası olarak görev yapmaktadır. Tepesi aşağıda tabanı yukarıda olan, üçgen şeklindeki bu kasın üç bölümü bulunmaktadır. Clavicula'nın 1/3 lateralinden başlayan pars clavicularis, abduksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Acromion'dan başlayan pars acromialis, kolun 15° ile 90° arasındaki abduksiyonunu yaptırır. Scapula'nın spina scapula'sından başlayan pars spinalis ise ekstansiyon, abduksiyon ve dış rotasyon hareketlerini yaptırır. Bu üç bölüm, tuberositas deltoidea'da sonlanır. Kasın innervasyonunu n.axillaris yapar (Yıldırım, 2016a).



Şekil 1. 12. Üst Ekstremite Kasları (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

M.supraspinatus

Scapula'nın arka yüzündeki fossa supraspinata'dan başlayarak, humerus'taki tuberculum majus'da sonlanır. Kolun ilk 15-20°'lik abduksiyonundan sorumludur. Kasın innervasyonunu n.suprascapularis yapar. Ayrıca, omuz eklemi için büyük öneme sahip olan rotator cuff adı verilen kas grubunda yer almaktadır (Drake, Drake, Vogl, & Mitchell, 2012).

M.infraspinatus

Scapula'nın arka yüzündeki fossa infraspinata'dan başlayarak, humerus'taki tuberculum majus'ta sonlanır. Rotator cuff kas grubunda yer alan bu kas, kolun esas dış rotator kasıdır. Kasın innervasyonunu n.suprascapularis yapar (Taner, 2017).

M.subscapularis

Scapula'nın ön yüzündeki fossa subscapularis'ten başlayarak, humerus'taki tuberculum minus'ta sonlanır. Rotator cuff kaslarından tuberculum minus'ta sonlanan tek kastır. Kola adduksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Kasın innervasyonunu n.subscapularis yapar (Moore ve ark., 2014).

M.teres minor

Rotator cuff kas grubunda bulunan bu kas, scapula'nın margo lateralis'ten başlayarak, humerus'un tuberculum majus'unda sonlanır. Kola dış rotasyon ve az miktarda abduksiyon yaptırır. Kasın innervasyonunu n.axillaris sağlar (Arıncı ve Elhan, 2005).

M.teres major

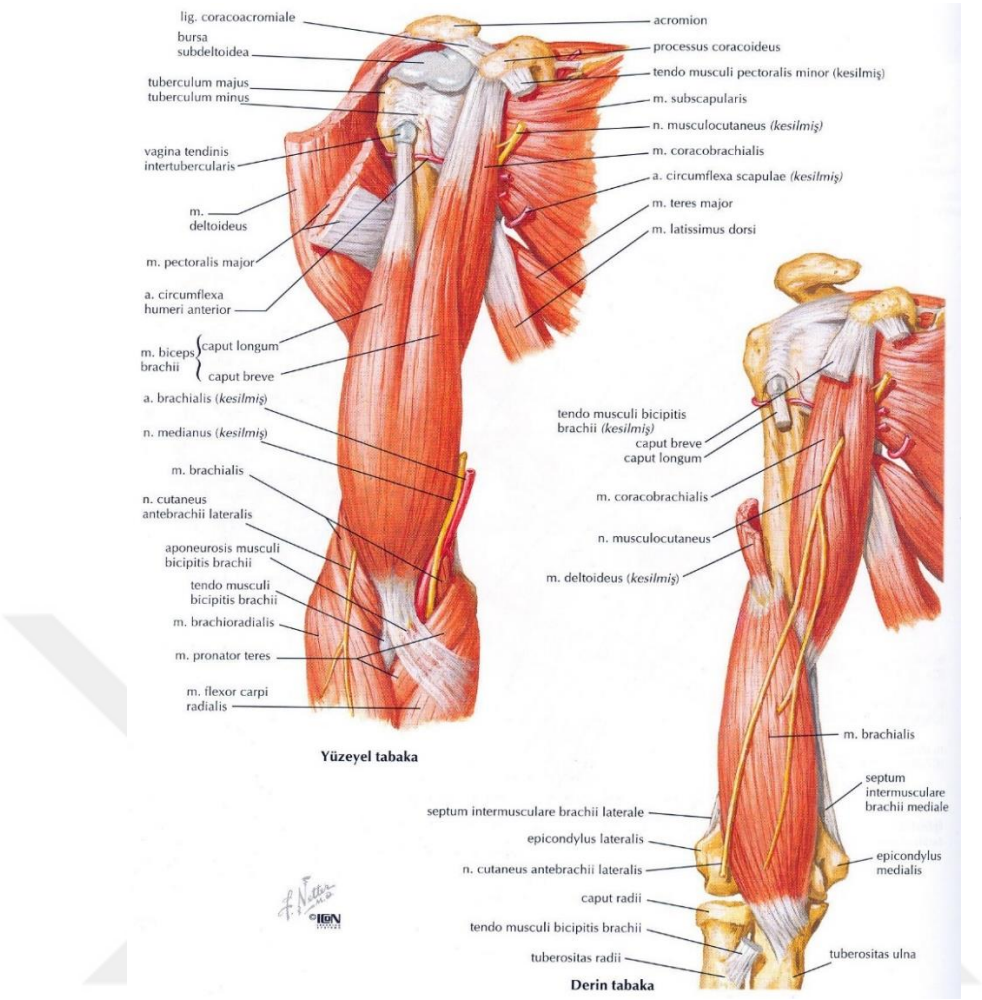
Scapula'nın margo lateralis'inin alt kısmından başlayan bu kas, humerus'un crista tuberculi minoris'te sonlanır. Kola adduksiyon, iç rotasyon ve ekstansiyon yaptırır. Kasın innervasyonunu n.subsucapularis yapar (Drake ve ark., 2012).

1.2.3.2. Kol Kasları

Fascia deltoidea ve fascia pectoralis'in devamı olan fascia brachii, kolu ön ve arka olmak üzere iki kompartmana ayırır. Öndeki fleksör kompartmanda; m.biceps brachii, m.brachialis ve m.coracobrachialis olmak üzere üç adet kas bulunur (Şekil 1.13). Arkadaki ekstensör kompartmanda ise m.triceps brachii adı verilen bir kas bulunur (Arifoğlu, 2017).

M.biceps brachii

Kolun ön bölgesinde, yüzeyelde yer alan bu kas, iki başa sahiptir. Caput longum adı verilen uzun başı; tuberculum supraglenoidale'den başlar. Caput breve adı verilen kısa başı ise, proc.coracoideus'tan başlar. Kasın iki başı aşağı doğru ilerlerken birleşerek ortak tendon ile tuberositas radii'de sonlanır. Bu tendonun aponeurosis bicipitalis adı verilen uzantıları fascia antebrachii'ye tutunur. Kasın arkasından; kasın innervasyonunu sağlayan n.musculucutaneus, medialinden a.v.brachialis ve n.medianus seyreder. Önkol ve elin en güçlü supinatör'ü olan bu kas aynı zamanda kol ve önkol'a fleksiyon yaptırır (Ozan, 2004).



Şekil 1. 13. Kol Kasları Önden Görünüşü (Netter, 2011'den alınmıştır.)

M.brachialis

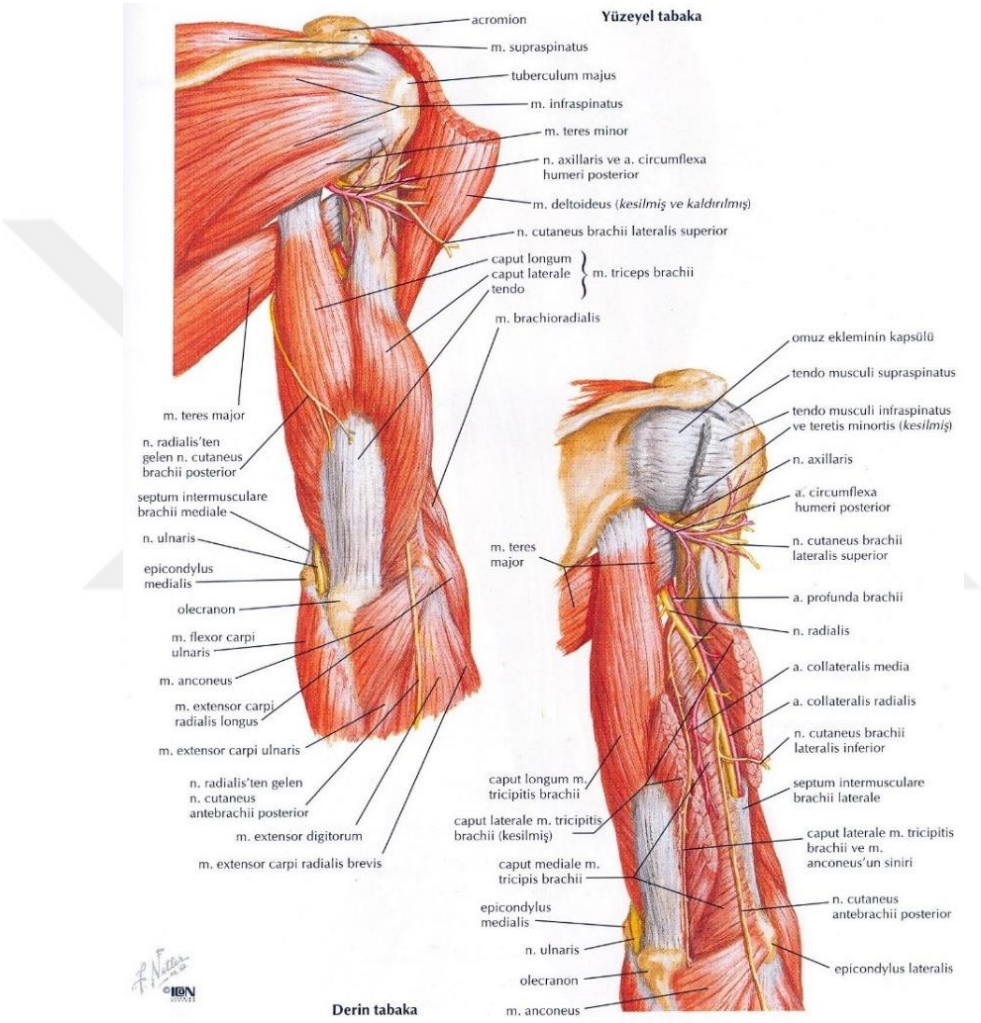
Kolun ön bölgesinde, m.biceps brachii'nin derininde yer alan bu kas, ön kolun esas fleksör kasıdır. Humerus'un corpus'undan başlayarak, tuberositas ulnae ve proc.coronoideus ulnae'de sonlanır. Kasın önünde n.musculocutaneus, n.medianus ve a.v.brachialis, medialinde n.ulnaris, lateralinde n.radialis seyreder. Motor innervasyonunu n.musculocutaneus, proprioseptif innervasyonunu n.radialis sağlar (Yıldırım, 2016a).

M.coracobrachialis

Kolun ön bölgesinde, m.biceps brachii'nin caput breve'si ile birlikte scapula'nın proc.coracoideus'tan başlayarak, corpus humeri'nin 1/3 ortasında sonlanır. Kasın arkasından a.brachialis, medialinden n.medianus ve n.musculocutaneus seyreder. Seyrederken bu kası delen n.musculocutaneus aynı zamanda kasın innervasyonunu sağlar. Kola fleksiyon ve hafif adduksiyon yaptırır (Arıncı ve Elhan, 2005).

M.triceps brachii

Kolun arka bölgesinde yer alan üç başlı bir kastır (Şekil 1.14). Bu kasın caput longum'u tuberculum infraglenoidale'den, caput laterale ve mediale'si ise sulcus nervi radialis'in yanlarından başlar. Bu üç başın ortak tendonu ulna'daki olecranon'da sonlanır. Ön kolun en güçlü ekstansorü olan bu kasın, caput longum'u kolun adduksiyon ve ekstansiyon'unada yardım eder. Kasın innervasyonunu n.radialis sağlar (Ozan, 2004).



Şekil 1. 14. Kol Kasları Önden Görünüşü (Netter, 2011'den alınmıştır.)

M.anconeus

Dirsek ekleminin arkasında bulunan üçgen şeklindeki bu kas, humerus'un epicondylus lateralis'ten başlayarak, ulna'nın arka yüzünde olecranon'a tutunarak sonlanır Şekil (1.14). Ön kolun ekstansiyonuna yardım eden bu kas, n.radialis tarafından innerve edilir (Arıncı ve Elhan, 2005).

1.2.3.3. Ön Kol Kasları

Fascia brachii'nin devamı olan fascia antebrachii, ön kolun distal kısmında kalınlaşarak parmakalara giden tendonları yerinde tutan retinaculum flexorum ve extensorum'u oluşturur. Dirsek ile el bileği eklemi arasında bulunan ön kolda, radius ve ulna adı verilen iki kemik bulunur. Bu kemikleri bir arada tutarak, supinasyon ve pronasyon hareketine izin veren membrana interossea, ön kolu ön ve arka olarak iki kompartmana ayırır. Genellikle ön kolun ön kompartmanında fleksor, arka kompartmanında ekstensor kaslar bulunur (Moore ve ark., 2014).

Ön kolun ön kompartman kasları

Ön bölgede beş adet yüzeyel, 3 adet derin kas bulunur. Bu kaslardan m.flexor carpi ulnaris ve m.flexor digitorum profundus'un medial tarafını n.ulnaris, diğerlerini n.medianus innerve eder (Şekil 1.15), (Yıldırım, 2016a).

M.pronator teres

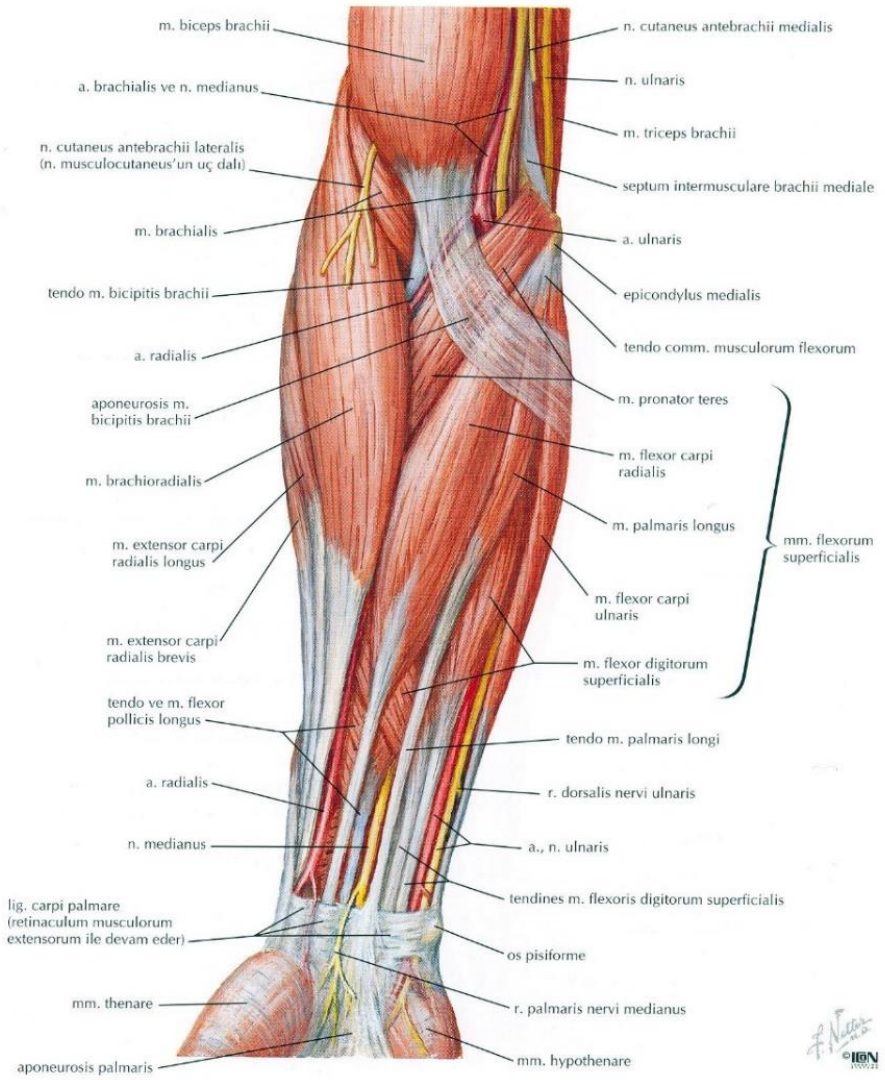
Yüzeyelde bulunan, iki başlı bu kasın, caput humerale'si epicondylus medialis'ten, caput ulnare'si proc.coronoideus'tan başlar. Kasın innervasyonunu sağlayan n.medianus, iki başın arasında seyreder. Kasın sonlanma yeri radius'un orta bölümünün dış yüzündeki tuberositas pronatoria'dır. Ön kola fleksiyon, ön kola ve ele pronasyon yaptırır (Arıncı ve Elhan, 2005).

M.flexor carpi radialis

M.pronator teres'in medial'inde bulunan yüzeyel kas, humerus'un epicondylus medialis'inden başlayarak, II-III basis ossis metacarpi'de sonlanır. Kasın medialinde seyreden n.medianus, aynı zamanda innervasyonunu sağlar. Ele fleksiyon ve abduksiyon yaptırır (Waschke ve ark., 2016).

M.palmaris longus

İnsanların %10-20'sinde bulunmayan yüzeyel kas, humerus'un epicondylus medialis'inden başlar. Kasın sonlanma yeri olan aponeurosis palmaris'i gererek, ele fleksiyon yaptırır. İnnervasyonu n.medianus tarafından sağlanır (Yıldırım, 2016a).



Şekil 1. 15.Önkol Ön Kompartman Yüzeyel Grup Kasları (Netter, 2011'den alınmıştır.)

M.flexor carpi ulnaris

Yüzeyel grup kaslardan en medialde olanıdır. İki başlı kasın, caput humerale'si epicondylus medialis'ten, caput ulnare'si olecranon'dan başlar. Bu kas os hamatum, os psiforme ve basis ossis metacarpale V'e tutunarak sonlanır. Kasın iki başının arasından n.ulnaris geçerek, ön kolda seyreder. Ele fleksiyon ve adduksiyon yaptırır (Arıncı ve Elhan, 2005).

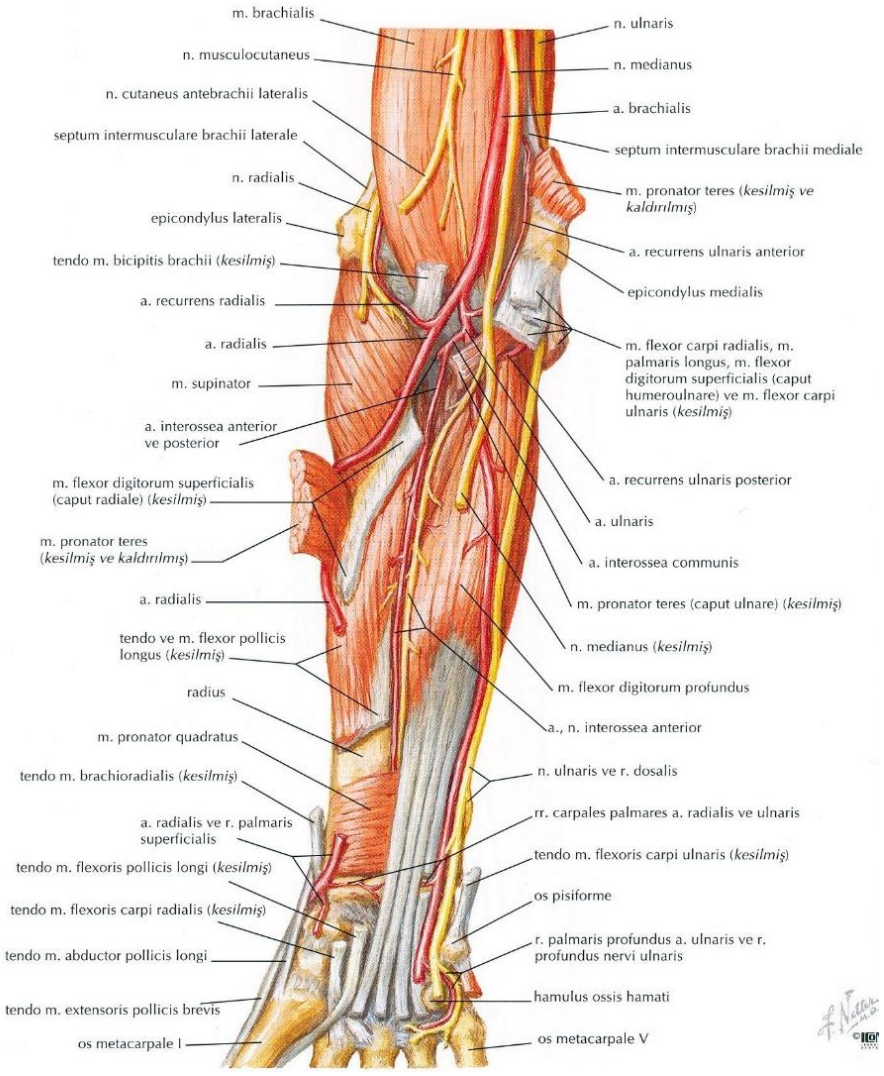
M.flexor digitorum superficialis

Yüzeyel kas grubundan derinde olanıdır. Kasın iki başından caput humeroulnare epicondylus medialis ve proc.coronoideus'tan, caput radiale'si corpus radii kısımlarından başayarak dört tendon şeklinde başparmak dışındaki parmaklara uzanır. Her bir parmağa

uzanan tendonu hiatus tendineus isimli bir geçitten geçerek ikiye ayrılır ve phalanx media'nın her iki yanında sonlanır. N.medianus tarafından innerve olan bu kas, II-V. phalanx media ve phalanx proximalis'lere fleksiyon yaptırır (Ozan, 2004).

M.flexor digitorum profundus

Ön kol ön bölgesi derin grup kaslarından en kuvvetli olanıdır. Corpus ulnae ve membrana interossea'dan başlayarak, retinaculum flexorum'un altında dört tendona ayrılır (Şekil 1.16). Daha sonra m.flexor digitoroum superficialis'in tendonlarındaki hiatus tendineus'un içinden geçerek II-V.parmakların phalanx distalis'inde sonlanır. Kasın medial tarafını n.ulnaris, lateral tarafını n.medianus innerve etmektedir. El kavrama hareketinde önemli olan bu kas, tutunduğu parmaklara ve ele fleksiyon yaptırır (Taner, 2017).



Şekil 1. 16. Önkol Ön Kompartman Derin Grup Kasları (Netter, 2011'den alınmıştır.)

M.flexor pollicis longus

M.flexor digitorum profundus'un lateral tarafında yer alan bu kas radius ön yüzü ve membrana interossea'dan başlar. Tendonu karpal tünelden geçerek 1.parmak distal falanks basis'inde sonlanır. Baş parnağın en güçlü fleksorü olan kasın, innervasyonunu n.medianus sağlar (Yıldırım, 2016a).

M.pronator quadratus

Ön kol ön bölgesinin en derinde bulunan kasıdır. Ulna'nın distal kısmının ön yüzünden başlayarak, radius'un distal kısmının lateralinde sonlanan dörtgen şeklinde bir kastır. Ön kolun esas pronatoru olan bu kas, n.medianus tarafından innerve edilir (Arıncı ve Elhan, 2005).

Ön kolun arka kompartman kasları

Arka bölgede yüzeyel ve derin iki grup kas bulunur (Ozan, 2004).

M.brachioradialis

Ön kolun lateral kısmında yer alan yüzeyel bir kas olup crista supracondylaris lateralis'ten başlar. Radius'un dital ucunun lateral kısmı ile proc.styloideus radii'de sonlanır (Şekil 1.17). N.radialis, kolun distal tarafında bu kas ile m.brachialis arasından seyrederek innervasyonunu sağlar. Ön kola fleksiyon yaptıran bu kas, hızlı fleksiyon ve hızlı ekstansiyon hareketleri sırasında geçiş kası olarak fonksiyon görür (Drake ve ark., 2012).

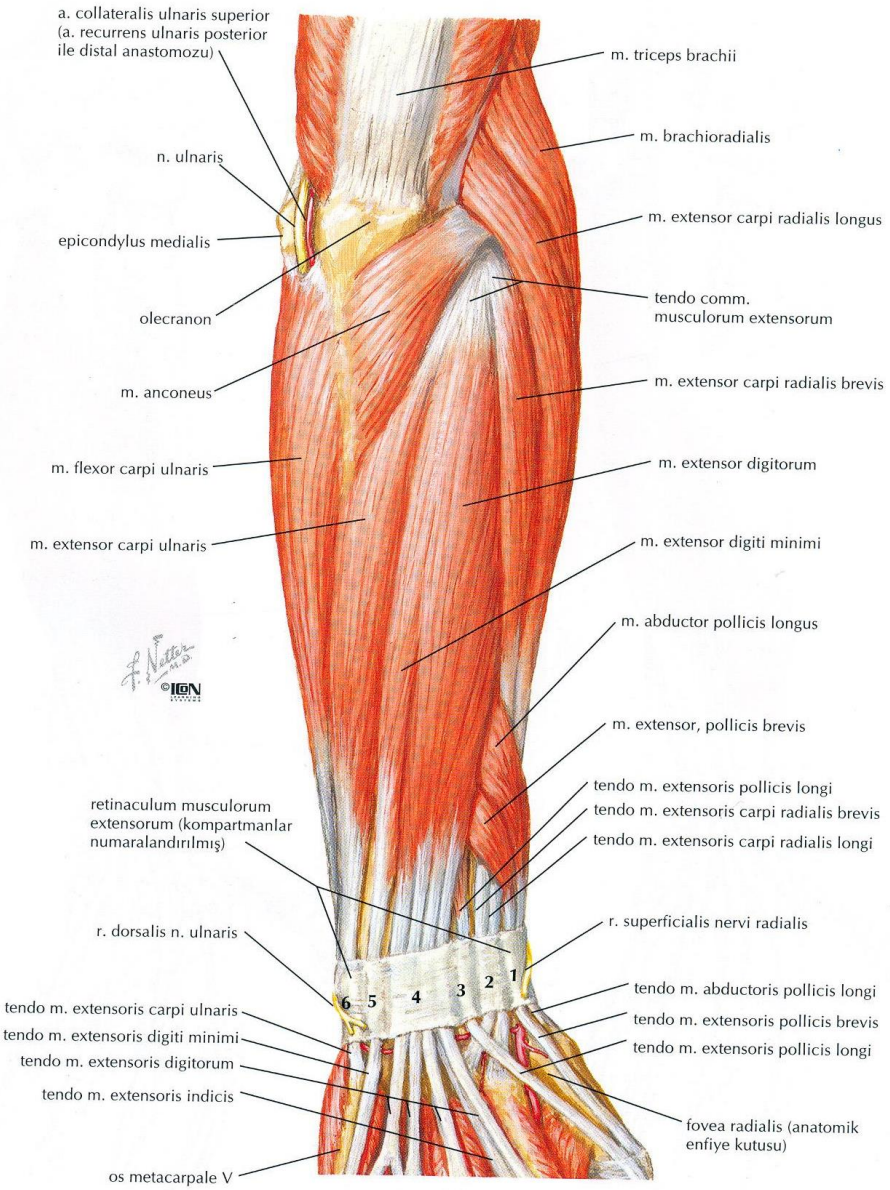
M.extensor carpi radialis longus ve brevis

Ön kol arka yüzünde lateralde yer alan bu kaslardan uzun olanı crista supracondylaris lateralis'ten kısa olanı ise epicondylus lateralis'ten başlar. Bu iki kasın tendonları retinaculum extensorum'un derininden geçerek sırasıyla 2. ve 3.metakarpal kemik basis'inde sonlanır. El bileğine ekstansiyon ve abduksiyon yaptıran kasların, innervasyonunu n.radialis sağlar (Yıldırım, 2016a).

M.extensor digitorum

Ön kol arka bölgesinde yerleşmiş yüzeyel bir kastır. Humerus'un epicondylus lateralis'inden başlayan kas, dört tendon şeklinde retinaculum extensorum'un derininden

geçer. Phalanx distalis II-V'in dorsal yüzünde sonlanır. Bu kasın dört tendonu arasında elin dorsal yüzünde connexus intertendineus denilen, parmakların bağımsız ekstansiyonunu sağlayan bantlar vardır. Ele ve başparmak (pollex) haricindeki parmakların ekstansiyonunu yaptıran kasın siniri n.radialis'tir (Ozan, 2004).



Şekil 1. 17. Önkol Arka Kompartman Yüzeyel Grup Kasları (Netter, 2011'den alınmıştır.)

M.extensor digiti minimi

Bir parça gibi m.ekstensor digitorum'dan ayrılır. Humerus'un epicondylus lateralis'inden başlayarak, digitus minimus'un dorsal aponörozunda sonlanır. Ele ve digitus minimus'a eklemlerine ekstansiyon yaptırır. Siniri n.radialis'tir (Drake ve ark., 2012).

M.extensor carpi ulnaris

Ön kol arka yüzünün medialinde yer alan bu kas, humeral ve ulnar olmak üzere iki parça olarak başlar. 5.metakarpal kemiğin bazis'inde sonlanır. Ele ekstansiyon ve adduksiyon yaptırır. Diğer ön kol arka grup kasları gibi n.radialis tarafından innerve olur (Waschke ve ark., 2016).

M.supinator

Humerus ve ulna'dan başlayan, yüzeyel ve derin iki başı vardır. Caput humerale, epicondylus lateralis ile lig.collaterale radiale ve lig.anulare radii'den başlar. Caput ulnare ise ulna'daki crista m.supinatoris'ten başlar. Bu iki baş, radius'un proksimal kısmının lateralinde sonlanır (Şekil 1.18). Ön kola ve ele supinasyon yaptıran kasın innervasyonu n.radialis tarafından sağlanır (Taner, 2017).

M.abductor pollicis longus

Radius ve ulna'nın arka yüzü ve membrana interossea'dan başlayarak, 1.metakarpal kemiğin basis'i ve os trapezium'da sonlanır. N.radialis tarafından innerve olan kas, başparmağa abduksiyon ve ekstansiyon yaptırır (Yıldırım, 2016a).

M.extensor pollicis longus

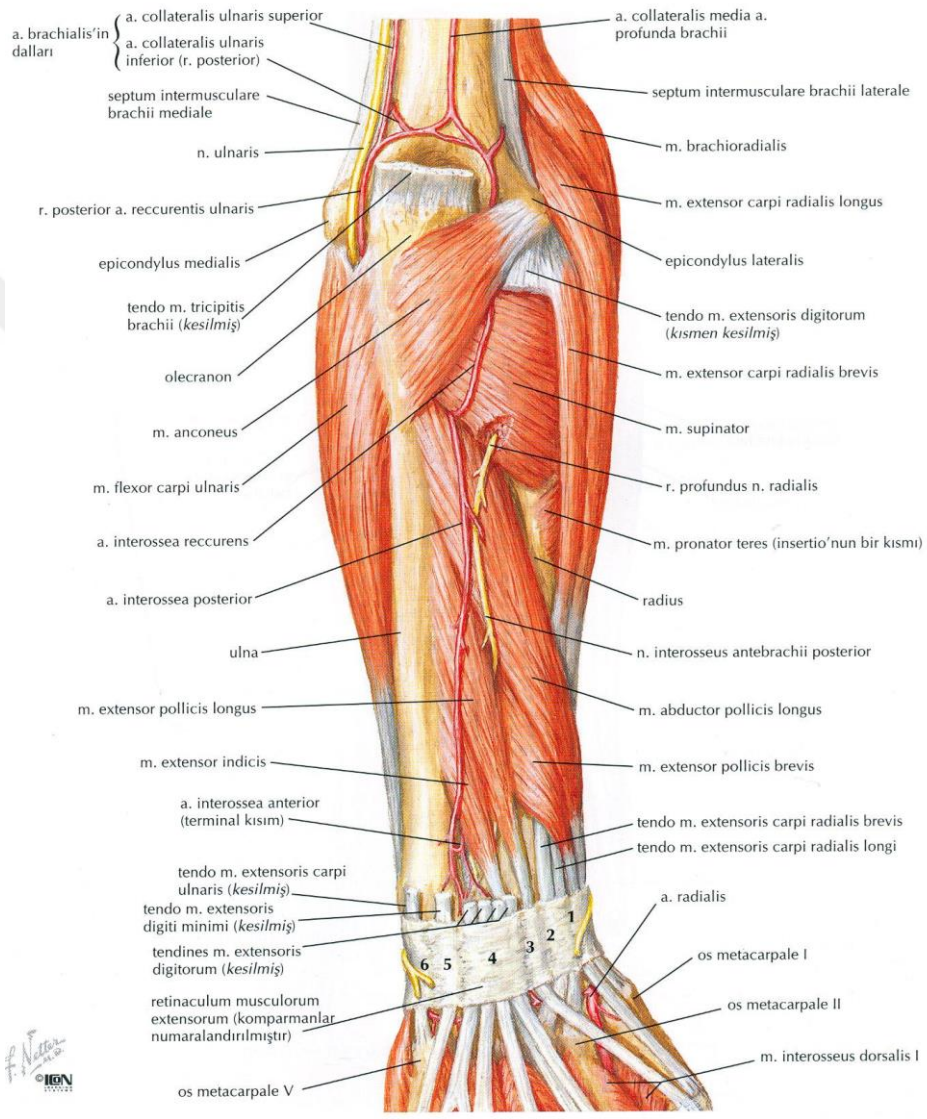
Ulna'nın arka yüzü ile membrana interossea'dan başlayan kas, başparmağın distal kısmının basis'inde sonlanır. Ön kol arka bölgesinde m.extensor pollicis brevis'in tendonu ile arasında fovea radiocarpea adı verilen bir çukur oluşur. Bu çukurun yüzeyelinden v.cephalica ve n.radialis'in yüzeyel parçası, derininden a.radialis seyreder. Başparmağa ekstansiyon yaptıran kası n.radialis uyarır. Ayrıca elin abduksiyonuna yardım eder (Taner, 2017).

M.extensor pollicis brevis

Radius'un arka yüzü ile membrana interossea'dan başlayarak , başparmağın proksimal kısmının basis'inde sonlanır. N.radialis tarafından uyarılarak, başparmağa ekstansiyon yaptıran kas, elin abduksiyonuna yardım eder (Arıncı ve Elhan, 2005).

M.extensor indicis

M.extensor pollicis longus'un medialinde bulunan kas, ulna'nın arka yüzü ile membrana interossea'dan başlayarak, işaret parmağının (index) aponeurosis dorsalis'inde sonlanır. İşaret parmağına ve ele ekstansiyon hareketi yaptıran kas n.radialis tarafından innerve edilir (Yıldırım, 2016a).

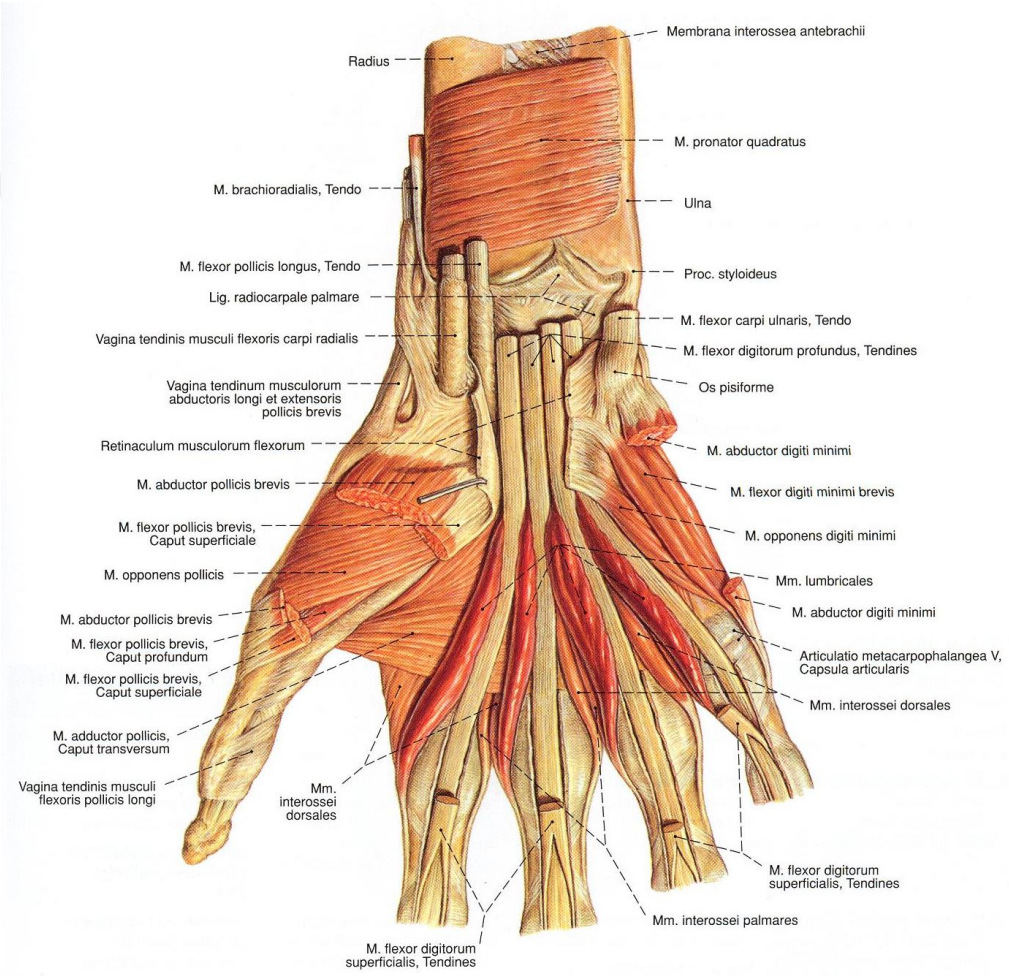


Şekil 1. 18. Önkol Arka Kompartman Derin Grup Kasları (Netter, 2011'den alınmıştır.)

1.2.3.4. El Kasları

Elin hareketleri ön koldan ele uzanan kaslar ile elde başlayıp sonlanan üç grup kas tarafından sağlanır. Elin dorsal tarafında ön koldan orjin alarak elde sonlanan kasların tendonları bulunmaktadır. Elin palmar yüzünde; lateral tarafta thenar, medial tarafta

hypothenar ve avuç içinde orta grup kaslar vardır. Başparmağın hareketleri ile ilgi olan. m. adductor pollicis ve thenar kaslar; m.abductor pollicis brevis, m.flexor pollicis brevis, m.opponens pollicis'dir. Küçük parmağın hareketleri ile ilgili olan hypothenar kaslar; m.palmaris brevis, m.flexor digiti minimi brevis, m.opponens digiti minimi, m.abductor digiti minimi'dir (Şekil 1.19). Başparmak dışındaki dört parmağa fleksiyon, abduksiyon ve adduksiyon hareketi yaptıran orta grup kaslar; Mm.lumbricales, mm.interossea dorsales, mm.interossea palmares'tir (Taner, 2017). Thenar kaslar ile m.lumbricalis I-II'yi n.medianus, diğer el kaslarını n.ulnaris innerve etmektedir (Yıldırım, 2016a).

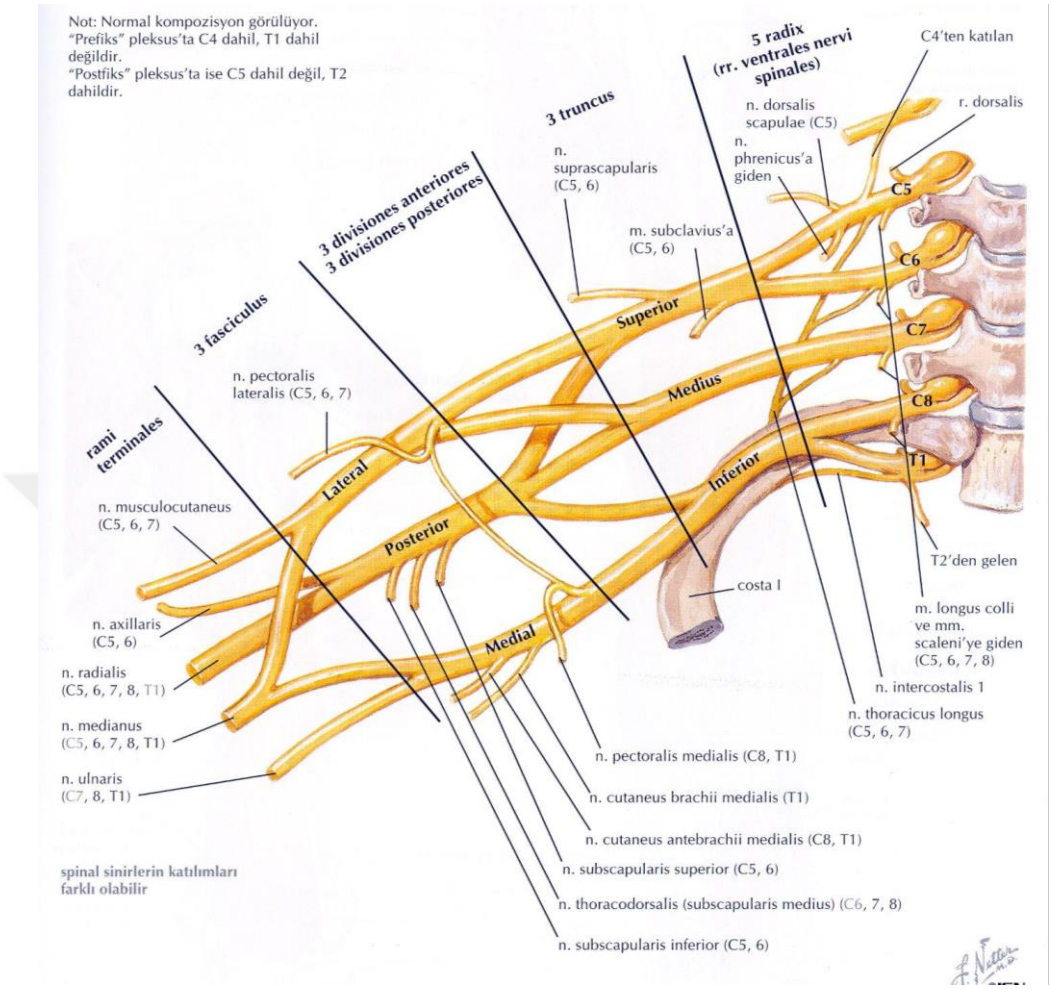


Şekil 1. 19. El kasları görünüm (Sobotta ve ark., 2013'ten alınmıştır.)

1.3. Plexus Brachialis Anatomisi

Plexus brachialis üst ekstremitenin duyu ve motor inervasyonunu sağlayan sinir ağıdır (Şekil 1.20). Plexus brachialis, C5, C6, C7, C8 ve T1 seviyelerine ait nervus spinalisler'in ramus ventralis'lerinin birlesmesi ile oluşmaktadır. Plexus brachialis'in yapısına, çogunlukla C4 ve T2 n.spinalis ramus anteriorlar'dan gelen sinir lifleri de katılabilir. Columna

vertebralis ile morfolojik iliskisine göre; Plexus brachialis'e C4'ün katılımı fazla ise plexus prefix, T2'nin katılımı fazla ise plexus postfix denilmektedir (Snell, 2017).



Şekil 1. 20. Plexus brachialis (Netter, 2011'den alınmıştır)

C5, C6, C7, C8 ve T1 n.spinalis'lerin ramus ventralis'leri foramen intervertebrale'den çıktıktan sonra; birbirlerine yaklaşırlar ve fossa supraclavicularis'de plexus brachialis'i oluşturacak şekilde birleşirler. Anatomik olarak, arteria subclavia ile birlikte seyreder ve m.scalenus anterior-medius arasından geçerler. Daha sonra da; 1.costa ile clavicula arasından geçerek fossa axillaris'e uzanırlar. Plexus brachialis dallarını vermeden önce; morfolojik olarak, truncustan ayrılan dallar fasciculusları oluşturur, fasciculuslardan ayrılan dallar da periferik sinirleri oluştururlar. Varyasyonların bulunmasıyla birlikte; C5 ve C6'ya ait spinal sinirler truncus superior'u, C8 ve T1 truncus inferior'u ve sadece C7'nin ramus ventralis'i ise truncus medius'u oluşturmaktadır. Bu üç truncus'un her biri laterale doğru uzanarak clavicula'nın üst-arkasında divisiones ventrales ve divisiones dorsales olmak üzere

iki ana dala ayrılırlar. Bu dallar farklı dallanmalar göstererek üç adet fasciculus yapısını oluşturur (Taner, 2018).

Plexus brachalis'e ait truncus yapıları; m.scalenus anterior ve medius'un arasında yer alan konumlarına göre isimlendirilirler. Truncus superior'u; C5, C6 ve C4, truncus medius'u C7, truncus inferior'u C8, T1 ve bazen T2'nin ramus anteriorlar'ı birleşerek oluşturur. Truncus yapıları daha sonra, ön ve arka dallarına ayrılırlar. Fleksör grup kaslara giden ön dallara divisiones anteriores, ekstensör grup kaslara giden arka dallara da divisiones posteriores denir. Bu dallar farklı pleksus yapıları göstererek üç adet fasikulus yapısını olustururlar. Fasciculuslar ise; a.axillaris ile olan pozisyonlarına göre isimlendirilir. 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. Fasciculuslardan, üst ekstremitenin innervasyonunu sağlayacak terminal sinir dalları çıkar (Erzurumlu, Şengül, & Ulupınar, 2019).

Fossa axillaris bölgesinde plexus brachialis'in fasciculusları bulunur. Fasciculus lateralis ve fasciculus posterior a.axillaris'in 1.bölümünün lateralinde bulunur; fasciculus medialis ise bu arterin arkasında yer alır. Fasciculus'lar sonra lateral, medial, posterior olarak isimlendirilir. Fossa axillaris'in alt kısmında, üst ekstremiteye dağılacak terminal dallarına ayrılırlar. Plexus brachialis clavicula ile olan topografik ilişkisine göre de iki bölümde incelenir: Pars supraclavicularis, pars infraclavicularis, pars supraclavicularis, m.scalenus anterior-medius arasında olup, m.omohyoideus'un venter inferior'u ve fascia cervicalis profunda yapıları tarafından örtülmüştür. Pars infraclavicularis, clavicula'nın ve m.subclavius'un altından başlar. Plexus brachialis'in fossa infraclavicularis'de bulunan bu bölümü m.pectoralis major ve minor'un arkasında bulunur. Plexus brachialis'in dalları aşağıda gösterildiği şekilde listelenmektedir (Snell, 2017).

A. Pars supraclavicularis'den ayrılan dallar:

1. Doğrudan servikal spinal sinirlerin ön dallarından ayrılan dallar;

N.phrenicus'a giden dal (C5)

M.longus colli ve skalen kaslara giden dallar (C5, C6, C7)

N.phrenici accesori'ye giden dal (C5)

N.dorsalis scapulae (C5); m.scalenius medius'u deler ve rhomboid kaslar ile m.levator scapulae'yı inerve etmektedir (Snell, 2017).

N.thoracicus longus (C5, C6, C7); regio axillaris'ten geçerek m.serratus anterior'u inerve etmektedir (Yıldırım, 2016b).

2. Truncus'lardan ayrılan dallar;

N.subclavius (C5, C6), m.subslavius'u inerve etmektedir (Snell, 2017).

N.suprascapularis (C5, C6), inc.scapulae'dan geçer ve rotator cuff kaslarından m.supraspinatus ile m.infraspinatus'u inerve etmektedir (Erzurumlu, 2019).

B. Pars infraclavicularis'ten ayrılan dallar:

3. Fasciculus'lardan ayrılan dallar;

I. Fasciculus posterior'dan ayrılan dallar:

N.subscapularis (C5, C6); superior ve inferior olmak üzere iki dal şeklinde çıkar. m.subscapularis ve m.teres major'u inerve eder (Snell, 2017).

N.thoracodorsalis (C6, C7, C8); axillar bölgenin posteriorundan geçerek m.latissimus dorsi'yi inerve eder (Taner, 2018).

N.axillaris (C5, C6); humerotricipital aralıktan geçtikten sonra ön ve arka iki dala ayrılır. Ön dalı m.deltoideus'u inerve eder. Arka dalı ise; m.teres minor'u inerve eder ve daha sonra deltoid bölge üzerindeki deri duyusunu alan n.cutaneus brachii lateralis superior'u verir.

N.radialis (C5, C6, C7, C8, T1); m.triceps brachii, m.anconeus, m.brachioradialis ve m.extensor carpi radialis longus'u inerve eder. Ayrıca; n.cutaneus brachii posterior, n.cutaneus brachii lateralis inferior ve n. cutaneus antebrachii posterior dallarını vererek deri duyusunu alırlar. Kolun ön kompartanında r.superficialis ve r.profundus olmak üzere iki dala ayrılır. Ramus superficialis duyu inervasyonunu sağlarken; r.profundus m.extensor carpi radialis brevis, m.supinator, m.extensor digitorum, m.extensor digiti minimi, m.extensor indicis, m.extensor pollicis longus-brevis ve m.adductor pollicis longus'u inerve eder (Erzurumlu, 2019).

II. Fasciculus lateralis'den ayrılan dallar:

N.pectorolis lateralis (C5, C6, C7); facia clavipectoralis'i deler ve m.pectoralis major ile minor'u inerve eden dallar verir (Snell, 2017).

N.musculocutaneus (C5, C6, C7); m.coracobrachialis'i delerek yüzeyelleşir ve m.coracobrachialis, m.biceps brachii ve m.brachialis'i uyarır. Dirsek bölgesinde yüzeyelleşerek n.cutaneus antebrachii lateralis'i verir (Erzurumlu, 2019).

Radix lateralis nervi mediani (C5, C6, C7); n.medianus'un radix lateralis'i, fasciculus medialis'ten çıkan n.medianus'un radix medialis'i ile birleşerek n.medianus'u oluşturur.

III. Fasciculus medialis'den ayrılan dallar:

N.pectoralis medialis (C8, T1); m.pectoralis minor ve major'u inerve eder (Taner, 2018).

N.cutaneus brachii medialis (C8, T1); kol bölgesinin ortalarında yüzeyelleşerek, kolun medial bölgesinin deri duyusunu alır (Snell, 2017).

N.cutaneus antebrachii medialis (C8, T1); kol bölgesinin orta kısmında vena basilica ile birlikte derin facia'yı deler ve önkol'un medial bölgesine ait deri duyusunu alır.

N.ulnaris (C8, T1); önkolda m.flexor carpi ulnaris ve m.flexor digitorium profundus'un medial kısmını inerve eder. Önkolda verdiği r.palmaris nervi ulnaris ve r.dorsalis nervi ulnaris elin duyusunu taşımaktadır. El bileğini geçerek, r.superfisialis ve profundus olarak sonlanır. Yüzeyel dal deri duyusunu alırken; derin dalı hypothenar kasları, mm.interossei, m.lumbricalis III-IV ve m.adductor pollicis'i inerve eder (Taner, 2018).

Radix medialis nervi mediani (C8, T1); n.medianus'un radix lateralis'i ile birleşerek n.medianus'u oluşturmaktadır (Yıldırım, 2016b).

Plexus brachialis'in üst ekstremiteyi innerve eden terminal dallarından en önemlileri; fasciculus lateralis ile medialis'den gelen iki dalın birleşmesi ile oluşan n.medianus, fasciculus medialis'den çıkan n.ulnaris ve fasciculus posteriordan çıkan n.radialis'tir (Taner, 2018).

Nervus medianus; fasciculus lateralis'den köken alan radix lateralis nervi mediani ile fasciculus lateralis'den köken alan radix medialis nervi mediani'nin birleşmesiyle oluşur (Şekil 1.21). C5 spinal sinirden T1 spinal sinire kadar tüm segmentlerden köken alır. Kol bölgesinde dal vermeden m.biceps brachii ile m.brachialis arasında anatomik olarak a.brachialis ve n.ulnaris ile birlikte seyrederler. Fossa axillaris'te a.axillaris'in önünde bulunan n.medianus, daha aşağıda a.brachialis'in lateral'inde yer almaktadır. Kolun ortalarında a.brachialis'i önden çaprazlayarak medialine geçer. Art.cubiti'nin proksimalinde aponeurosis bicipitalis'i delerek yüzeyelleşir. Fossa cubiti'den sonra m.pronator teres'in iki başı arasından geçer ve bu kası innervasyonunu sağlar. Daha sonra önkolun ön yüzünün derin ve yüzeyel kasları arasında ilerleyerek el bileğine ulaşır. N.medianus, canalis carpi'den geçerek el ayasına gelir, burada deri ve aponeurosis palmaris tarafından örtülmüştür, derininde fleksör kas kirişleri bulunur. El bileğine girer girmez deri ve kas dallarına ayrılır (Snell, 2017).

Nervus medianus'un önkolda verdiği dallar:

Rami musculares; önkolun fleksör yüzünde, n.medianus'tan ayrılan somatomotor dallardır. M.flexor carpi ulnaris dışındaki yüzeyel fleksör kasları innerve eden motor dallar verir (Snell, 2017).

Nervus interosseus anterior; a.interossea anterior ile birlikte, m.flexor pollicis longus ve m.flexor digitorum profundus arasında el bilegine kadar uzanır. Burada verdiği uç dallar

m.pronator quadratus ile el bileği ekleminde dağılır. Önkolun fleksör yüzündeki m.flexor digitorum profundus'un radial yarısı, m.flexor pollicis longus ve m.pronator quadratus'u innerve eder (Snell, 2017).

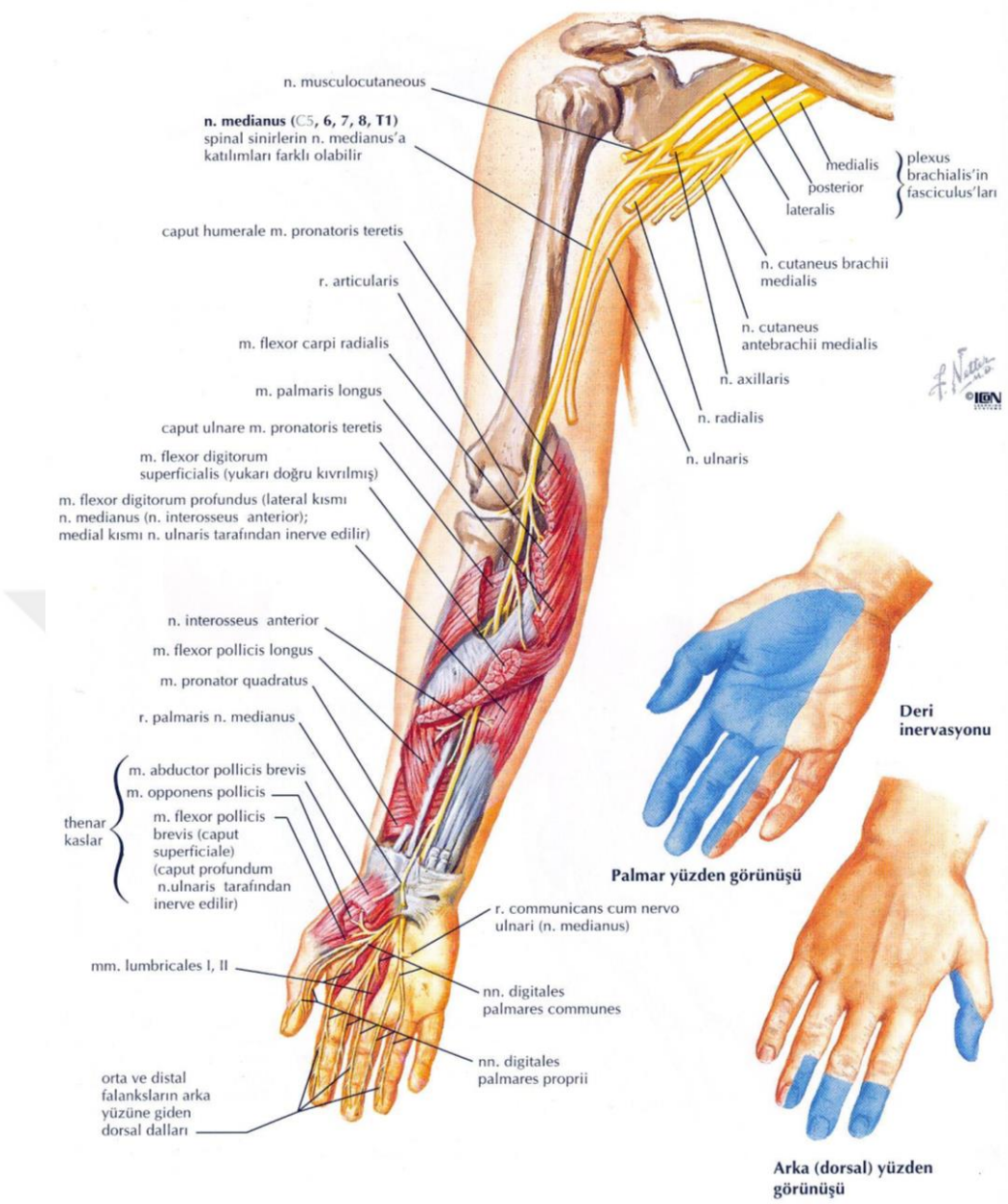
Ramus palmaris nervi mediani, ön kolun alt kısmında yer alan nervus medianus'un son dalıdır ve fascia antebrachii'yi delerek yüzeye çıkar. Bu önemli dal, retinaculum musculorum flexorum'un üzerinden geçer ve tenar bölgenin derisine ulaşmak üzere medial ve lateral dallara ayrılır (Erzurumlu, 2019).

Nervus medianus'un el bölgesinde verdigi dallar:

Rami musculares; N.medianus'un radial tarafından ayrılmış bir daldır. Varyatif olarak; başparmağa duysal innervasyon sağlayan dallarla birlikte seyreder ve daha sonra retinaculum musculorum flexorum'un altından geçerek tenar bölge kaslarına ulaşır. Motor liflerden oluşan bu dallar, m.abductor pollicis brevis, m.flexor pollicis brevis caput superficiale ve m.opponens pollicis'i innerve ederler (Snell, 2017).

Nervi digitales palmares communes; N.medianus retinaculum musculorum flexorum yapısının altından canalis carpi'yi geçince duyusal liflerden olusan n.digitalis palmaris communis dallarına ayrılır. Bu dallar; genellikle 3 adet olacak şekilde ayrılırlar. N.digitalis palmaris communis'lerde n.digitalis palmaris proprius denilen daha uç dallara ayrılır ve parmakların medial yanlarında parmak ucuna kadar uzanırlar (Erzurumlu, 2019).

Nervus digitalis palmaris communis I; elin radial tarafında konumlanır ve üç dala ayrılır. İlk ikisi başparmağın her iki tarafında, üçüncüsü dalı da II.parmağının radial tarafında dağılır. Bununla birlikte; III.dalı da m.lumbricalis I'e motor inervasyon sağlar. N.digitalis palmaris communis II ise; m.lumbricalis II'ye motor inervasyon sağladıktan sonra II. ve III.parmağın bazalinde ikiye ayrılarak bu parmakların birbirine bakan alanlarında parmak uçlarına kadar uzanırlar. N.digitalis palmaris communis III; II. ve III.parmakların bazalinde ikiye ayrılarak bu parmakların birbirine bakan alanlarından parmak uçlarına kadar uzanırlar. IV.parmağa giden dalı n.ulnaris'e r.communicans isimli bir dal vermektedir. Varyatif olarak; N.digitalis palmaris communis III, m.lumbricalis III'e motor bir dal verebilir. Bu durumda ise; m.lumbricalis III, n.medianus ve n.ulnaris'den beraber innerve olmuş olur. Nn.digitales palmares proprii; n.digitalis palmaris communis'lerden ayrılıp parmaklara giden N.medianus'a ait olan terminal dallardır. Bu dallar parmak uçlarında iki dala ayrılıp, parmak ucunu ve tırnak yatağını inerve eder (Yıldırım, 2016b).

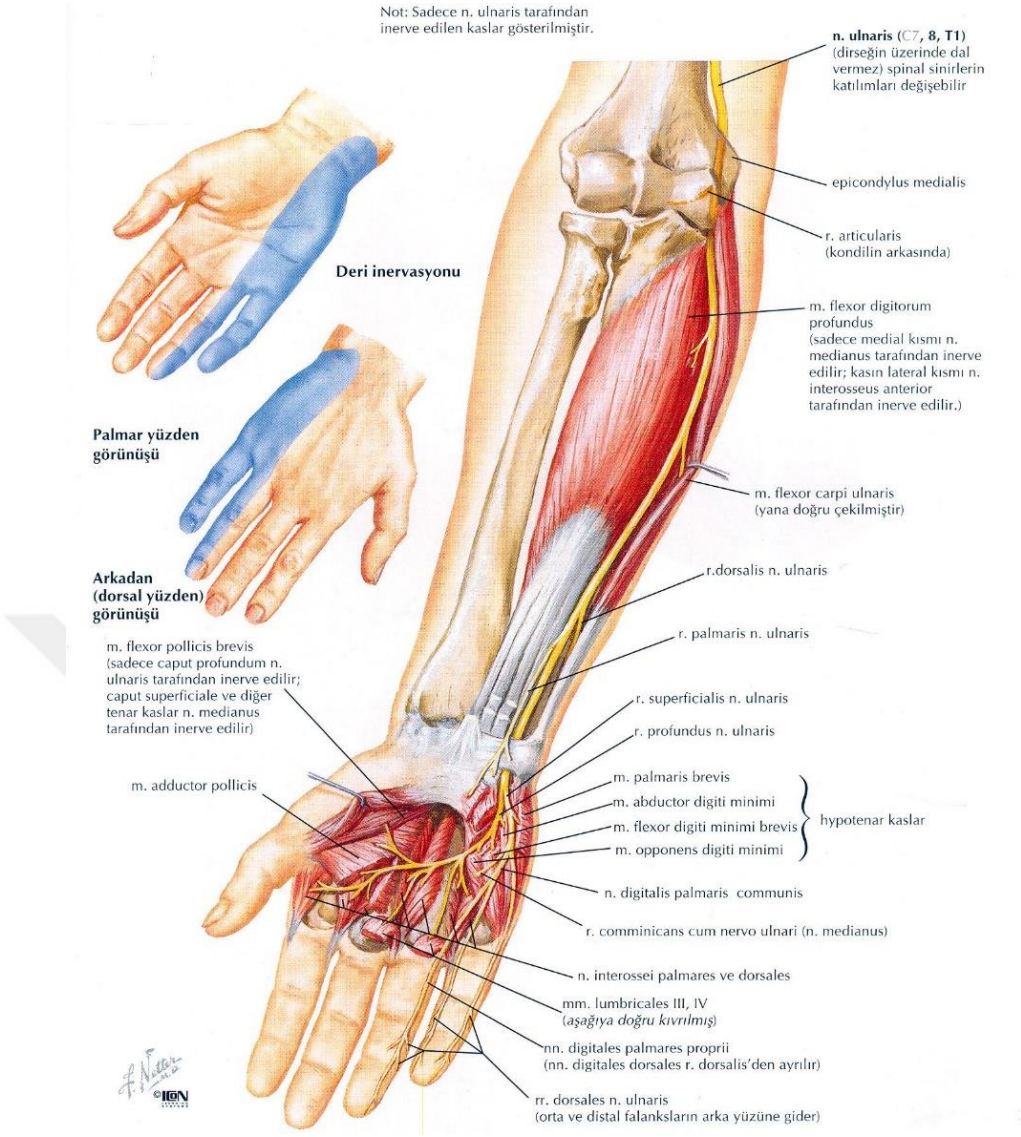


Şekil 1. 21. Nervus Medianus (Netter, 2011'den alınmıştır.)

Plexus brachialis'in terminal dallarından olan n.ulnaris, fasciculus medialis'in devamı şeklindedir. Fossa axillaris bölgesinde, a.axillaris'in medial tarafında bulunan n.ulnaris, kolda yine a.brachialis ve n.medianus'un medial alanında yüzeyel seyreder. Corpus humeri'nin ortalarında içe ve arkaya dogru seyrini değiştirir. Daha sonra; septum intermusculare brachii mediale'yi deler ve kolun posterior'una geçer. Burada humerus'un epicondylus mediale'sindeki sulcus nervi ulnaris'i oluşturur. Sulcus nervi ulnaris'te yüzeye çok yakın olduğu için deri ve fasia ile örtülü olan bu yapı dış travmalara oldukça açıktır. Bu sebeple; dirsek çarpmalarınnda ulnaris'in dağıldığı duyu trasesinde ağrı veya uyuşma hissi oluşur (Taner, 2018).

Nervus ulnaris anatomik seyri sırasında; önkol bölgesinde m.flexor carpi ulnaris'in iki başı arasından geçer (Şekil 1.22). Ayrıca, önkolda m.flexor carpi ulnaris ile m.flexor digitorum profundus'un arasında uzanır. Bu alanda verdigi motor dallarla m.flexor carpi ulnaris'i ve m.flexor digitorum profundus'un medial kısmını innerve etmektedir. Karpal alanın proksimalinde r.dorsalis ve r.palmaris dallarını verir. Bu ramus'ları vermesinin ardından, retinaculum musculorum flexorum'un yüzeyelinden geçerek el bölgesine geçiş yapar. Bu bölgede de r.superficialis ve ve r.profundus olmak üzere uç dallarına ayrılır. N.ulnaris kolda bölgesinde ise dal vermemektedir. N.ulnaris'in dalları:

Nervus ulnaris'in sulcus nervi ulnaris'de seyrederken dirsek eklemi bölgesinde verdigi sensitif dallar rami articulares'i oluşturmaktadır. N.ulnaris'den ayrılan r.cutaneus palmaris elin palmar yüzüne kadar uzanan bir daldır. Retinaculum musculorum flexorum'a yakın bir alanda fascia antebrachii'yi delip yüzeyelleşir. M.palmaris brevis'e motor inervasyon sağlar ve el ayasında duysal olarak dağılır. Rami musculares dalı; art.cubiti civarında ayrılan dallar olup, m.flexor carpi ulnaris ve m.flexor digitorum profundus'un ulnar bölümünü innerve ederler. Önkolun distal 1/3'ünden ayrılan ramus dorsalis nervi ulnaris; m.flexor carpi ulnaris'in derininden ulnar tarafa doğru seyrederek fascia antebrachi'yi deler ve yüzeyelleşir. El bileğinin dorsalinde ulnar tarafta ilerler ve nn.digitales dorsales denilen dalları verir. Ramus palmaris nervi ulnaris, retinaculum flexorum'un yüzeyelinden geçerek el ayasına giriş sağlayan n.ulnaris'in terminal dalları'dır. Bu alanda, m.palmaris brevis'in derinlerinde r.superficialis ve r.profundus olarak iki dala ayrılır. Ramus superficialis dalı; m.palmaris brevis'e motor dallar verip, bölge derisine duyu dalları verir. Devam eden parçasından; V.parmağa giden n.digitalis palmaris communis dalları ayrılır. N.digitalis palmaris communis parmağın bazisinde n.digitalis palmaris proprius olarak iki dala ayrılır, IV ve V.parmağa dağılırlar. Ramus profundus; m.abductor digiti minimi ve m.flexor digiti minimi brevis arasında başparmağa doğru uzanır. M.opponens digiti minimi'yi delerek; m.opponens digiti minimi, m.abductor digiti minimi ve m.flexor digiti minimi brevis'i innerve ederler. Ramus profundus'un el bileği eklemine giden sensitif dalları da bulunmaktadır (Snell, 2017).



Şekil 1. 22. Nervus Ulnaris (Netter, 2011'den alınmıştır.)

Plexus brachialis'e ait fasciculus posterior ana dalı; n.axillaris ve n.radialis olmak üzere ikiye ayrılır. N.axillaris'e ait motor dallar m.deltoideus ve m.teres minor'ün innervasyonunu sağlar, duyu dalları da bölgeyi örten deriyi ve art.humeri'nin ön alt kısmının duyusunu alır. N.radialis ise genel olarak; kol ve önkolun ekstensör kaslarının motor ve sensitif innervasyonunu sağlamaktadır (Erzurumlu, 2019).

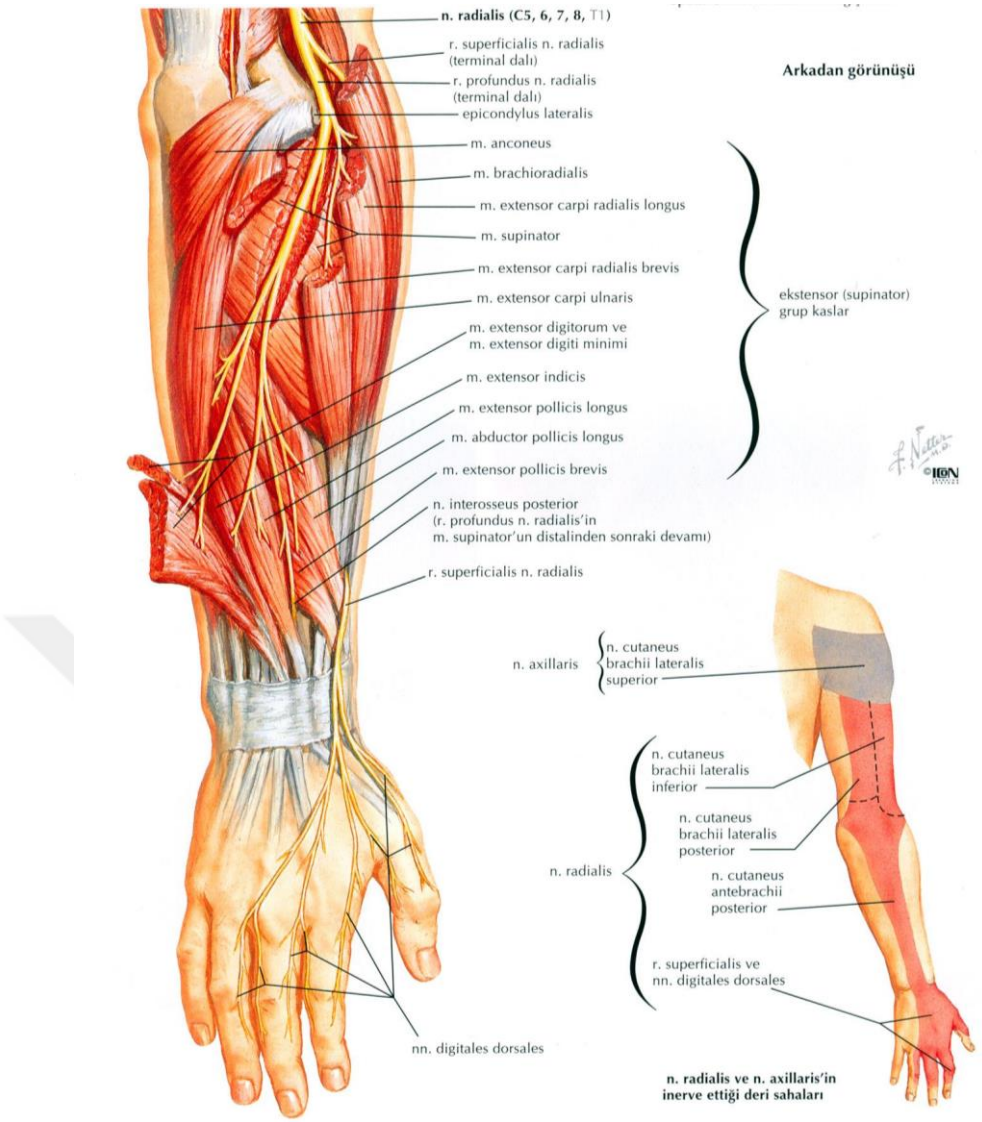
Nervus radialis; fasciculus posterior'dan köken alan plexus brachialis'in en kalın dalıdır. Başlangıçta, a.axillaris'in 3.parçasının arkasında olup, m.teres major'un alt kenarında seyrini değiştirerek corpus humeri'nin arka yüzünde sulcus nervi radialis'te a.profunda brachii ile birlikte devam eder. N.radialis kolun dış kısmında septum intermusculare laterale yapısını deler. Daha sonra, kolun ön bölgesinde m.brachioradialis ve m.extensor carpi radialis arasıdaki bölmenin derininde seyreder. Epicondylus lateralis'in

önünden geçerken r.superficialis ve r.profundus olmak üzere iki dala ayrılır. N.radialis'in terminal dallarının dışında kol bölgesinde verdigi dalları da vardır. Rami musculares; m.biceps brachii, m.brachioradialis, m.anconeus, m.extensor carpi radialis longus ve m.brachialis'i innerve ederler. Ramus muscularis medialis parçası; fossa axillaris'te n.radialis'den ayrılır ve m.triceps brachii'nin caput mediale ve longum'unu uyarırlar. Ramus muscularis lateralis parçası; septum intermusculare laterale'nin anteriorunda sinirden ayrılarak, m.brachialis'in lateral bölümünü, m.brachioradialis ve m.extensor carpi radialis longus'u uyarır. N.radialis'in ramus muscularis posterior parçası ise; sulcus nervi radialis'te dallanır ve m.triceps brachii'nin caput laterale-mediale ve m.anconeus'u innerve eden dallar verir (Yıldırım, 2016b).

Nervus radialis'in rami cutaneous'i üç ayrı dal şeklinde kolun ekstensor yüzünün duyusal innervasyonunu sağlar. Cutaneus dallarından biri olan nervus cutaneus brachii posterior; fossa axillaris'te ayrılmaktadır. Kolun medialinde uzanır ve olecranon'nun posterior yüzünde deri duyusunu alır. N.cutaneus brachii lateralis inferior; m.triceps brachii'nin caput laterale'sini yakınında yüzeyelleşir. Venae cephalica ile birlikte seyrederek, kolun alt yarısının lateralinde deri duyusunu alır. N.cutaneus antebrachii posterior dalı; n.cutaneus brachii lateralis inferior ile birlikte n.radialis'ten ayrılır. Kolun lateralinde ve önkolun dorsal alanında elbileğine kadar uzanır ve bu bölgelerin duyusunu alır. Rami articulares ise, n.radialis'in dirsek ekleminde verdiği duyu dallardır (Snell, 2017).

Nervus radialis, r.superficialis ve r.profundus dallarına ayrılmadan önce; m.triceps brachii, m.brachioradialis, m.anconeus, m.extensor carpi radialis longus ve m.brachialis'i innerve eden dallar verir (Şekil 1.23). N.radialis'in önkolda verdiği dallar:

Rami superficialis: M.brachioradialis'in derininde ve önkolun radial tarafında uzanır. Önkolda m.brachioradialis'in tendonunu ve başparmağın ekstensor kaslarını çaprazlayarak el bileğinin dorsal tarafına geçer; burada medial ve lateral dallara ayrılır. Lateral dalı, başparmağın radial tarafında dağılır ve n.cutaneus antebrachii lateralis'in palmar dalı ile bağlantı kurar. Medial dalı ise; elin dorsalinde ramus communicans ulnaris aracılığıyla n.ulnaris ile bağlantı kurar. Daha sonra da nn.digitales dorsales dallarına ayrılır. Nn.digitales dorsales elin dorsal yüzünde ilk üç buçuk parmağının deri duyusunu alır. N.radialis'in r.profundus dalı ise; m.supinator'un iki başı arasında önkolun dorsal yüzüne geçmektedir. Önkolun dorsalinde bulunan kaslara rr.musculares isimli dalları verir. Bu dalları verdikten sonra da n.interosseus (antebrachii) posterior olarak seyretmektedir. Bu sinir el bileğinin posteriorunda intercarpal ve metacarpophalangeal eklemlere verdiği duyusal dallarla sonlanmaktadır (Taner, 2018).



Şekil 1. 23. Nervus Radialis (Netter, 2011'den alınmıştır.)

1.4. Sinir İleti Çalışmaları

Bir sinir lifi, bir nöronun ince ve uzun projeksiyonudur. Fonksiyonel olarak bir nöron, sinir lifi üzerindeki elektriksel uyarılar yoluyla bilgiyi kaslara ve diğer nöronlara iletir (Ni ve ark., 2020). Sinir, elektriğin/impulsun bir noktadan başka bir noktaya geçtiği elektrik teli gibi düşünülebilir (Chouhan, 2016). İmpuls, sinirden kasa aktarıldığında, o kasın motor aktivitesi meydana gelir, ancak sinir hasar görürse, impuls geçişi etkilendiği için o kasın motor aktivitesi de bu durumdan etkilenmektedir (Esteves ve ark., 2020).

Sinir ileti çalışmalarında sinirin elektriksel uyarımını motor, duyu ve karma sinirlerde taşınan bir impuls başlatır. Böylece sinirlerin fizyolojik ve polinöropatik durumları hakkında bilgi verir (Beyazova ve Kutsal, 2016). Polinöropatilerin teşhisi, prognozu ve tedavi planlarının kararlaştırılmasında çok önemli fayda sağlamaktadır (Kural ve Tankisi, 2021).

Sinir ileti çalışmalarında, duyu ve motor sinirlere ilişkin yapısal ve işlevsel bilgiler elde edilir. Periferik motor bir sinirin uyarımı ile aynı sinirin innerve ettiği bir kas üzerine yerleştirilen elektrodlarla, milivolt düzeylerinde birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP) elde edilmektedir. Periferik duyu bir sinirinin elektriksel olarak cilt üstünden uyarımı ile de aynı sinirin anatomik seyri boyunca proksimal veya distal bir noktasından, yine cilt üzerine yerleştirilen yüzeyel elektrodlar ile mikrovolt düzeylerindeki duyu siniri aksiyon potansiyeli (DSAP) elde edilir. BKAP ve DSAP'ların, uyarım sonrası kayıt elektrotlarına ulaşma zamanı olan latans ile genlikleri (amplitude) ölçülür (Temuçin ve Gökçem Yıldız, 2015). İletim hızları, distal ve F dalga latansları, sinirlerin temel olarak miyelin kılıfı; BKAP ve DSAP genlikleri ise, akson sayısı ile ilgili bilgi vermektedir. Yaygın demiyelinizasyon ile giden patolojilerde, duyu ve motor sinir iletim hızlarında yaygın yavaşlama ile distal ve F dalgası latanslarında uzama gözlenirken, aksonal patolojilerde BKAP ve DSAP genliklerinde düşüş izlenir (Beyzaova ve Kutsal, 2016).

Karma sinir ileti çalışmalarında ise, bir periferik sinirin motor ve duyu lifleri birlikte uyarılarak, aynı sinir üzerinden birleşik sinir aksiyon potansiyeli (BSAP) kaydedilir. Karma sinir ileti çalışmaları, BSAP motor liflere ait potansiyelleri içerse de, bundan daha çok, duyu sinirlerinin rutin inceleme sırasında değerlendirilemeyen daha proksimal bölümleri ile ilgili dolaylı bilgi edinmek için kullanılır (Temuçin ve Gökçem Yıldız, 2015).

Sinir ileti çalışmaları, uyarılarak ulaşılabilen sinirler ile sınırlıdır. Üst ekstremitelerde daha çok median, ulnar, ve radial sinirlere uygulanırken; alt ekstremtielerde tibial ve peroneal sinirlere uygulanmaktadır (Beyzaova ve Kutsal, 2016).

Sinir ileti çalışmalarında kayıt için; aktif (siyah), referans (kırmızı) ve toprak (siyah) olmak üzere 3 elektrod gereklidir. Motor sinir ileti çalışmalarında aktif elektrod kas gövdesine, referans elektrod tendonun distaline konulmaktadır. Duyu sinir ileti çalışmalarında sıklıkla sinir proksimalden stimüle edilmektedir. Test edilecek sinirin duyusal innervasyon bölgesinde aktif elektrodu stimülasyona yakın, referans elektrodu ise 3-4 cm distale yerleştirilerek kayıt alınmaktadır. Toprak elektrodun lokalizasyonu ise motor sinir ileti çalışmalarında önem arzetmezken duyu sinir ileti çalışmalarında aktif elektrot ile stimülatör arasına yerleştirilmektedir (Ekinci ve Uludağ, 2014)

1.4.1. Motor Sinir İleti Çalışmaları

Motor sinir ileti çalışmaları; incelenecek motor veya karma sinirin en hızlı ileten motor liflerinin ileti hızını ölçmek ve kasa giden motor liflerin ne kadarının fonksiyon gördüğünü

yaklaşık olarak belirlemeyi amaçlar. Bu amaçla, kas üzerine kayıt elektrodu yerleştirilip kası innerve eden motor sinir yeterli şiddette elektrikle uyarılarak, kasın aksiyon potansiyeli kaydedilir. Bu potansiyele birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP) adı verilir (Öge, Baykan, & Bilgiç, 2021)

Kayıt işleminde, aktif elektrodun kasın motor noktasında olması gerekir. İskelet kaslarında motor nokta genellikle kasın origosu ile insersiosu arasındaki orta noktadadır. Referans elektrodu ise kas ile tendon birleşme bölgesinin distaline yerleştirilir. Sinir, motor noktanın proksimalinden herhangi bir noktadan uyarılırsa negatif-pozitif çıkışlı bifazik BKAP oluşur. Bu motor cevap 'M' yanıtı olarak da bilinir. BKAP, sinirin supramaksimal uyarım ile elde edilir (Beyzaova ve Kutsal, 2016).

Motor sinir ileti çalışmalarında, BKAP kastan kaydedildiğinden, sinir-kas kavşağındaki asetilkolin aracılı kimyasal iletiminden kaynaklanan, ek bir gecikme vardır. Bu nedenle, sinir distal ve proksimal olmak üzere iki farklı bölgeden uyarılarak, distal ve proksimal BKAP elde edilir. Motor iletim hızı da, bu iki uyarım noktası arasındaki mesafenin, distal BKAP latansının proksimal BKAP latansından çıkarılması ile elde edilen zamana bölünmesi ile hesaplanır. Böylece, sinir-kas kavşağında geçen zaman ortadan kaldırılarak, sadece iki uyarım noktası arasında kalan motor sinir liflerinin hızını gösteren bir değer elde edilir. Diğer yandan, motor sinirlerde distal BKAP latansı, ek olarak, sinirin en distal bölgesindeki iletim hızı ile ilgili dolaylı bir bilgi verir. Bu bilgi, özellikle distal tuzak nöropatilerinde önemlidir (Temuçin ve Gökçem Yıldız, 2015).

Dalga şeklinin değerlendirilmesi bir çok patolojinin tanısının konulması açısından önemlidir. Bir elektrodagnostik çalışmada değerlendirilen parametreler;

Faz: BKAP morfolojisi izoelektrik hattan negatif pikle başlar, sonra pozitif yöne doğru trase ilerler ve burada ikinci piki oluşturur. Sonunda hafifçe bir eğimle izoelektirk hatta geri döner (Akyüz, 2003).

Latans: Sinirin en distal uyarım noktasından kas aksiyon potansiyeli oluşana kadar geçen zamandır (Ertekin, 2006). Birimi milisaniyedir. Distal latans, distal uyarı yerinden nöromuskuler bileşkeye kadar olan sinir iletim süresi, nöromuskuler bileşkeden geçiş süresi ve kas boyunca depolarizasyon zamanı şeklinde üç farklı süreci içerir (Kimura, 2001). Proksimal latans ise bu üç sürece ek olarak proksimal uyarı noktası ile distal uyarı noktası arasındaki sinir segmentini katetme zamanını da içerir ve bekleneceği üzere daha uzundur (Preston ve Shapiro, 1998). Motor distal latansın uzaması önemli patolojik bulgulardan biridir (Akyüz, 2003; Oğuzve ark., 2004).

İletim Zamanı: Proksimal ve distal uyarım ile elde edilen latansların farkına iletim zamanı denir. Genelde M yanıtlarının ilk başlangıç noktalarından ölçülür (Ertekin, 2006).

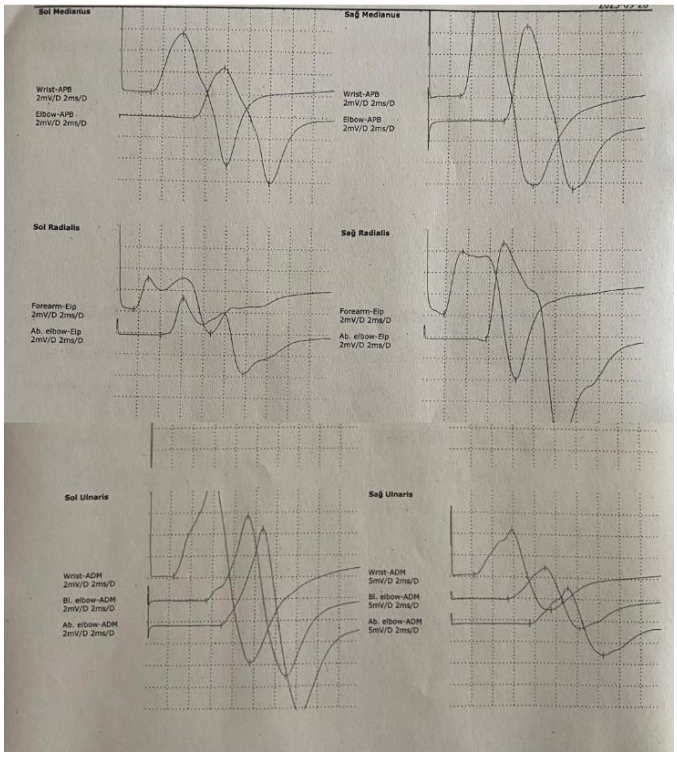
Motor İletim Hızı: İki farklı uyarı yeri arasındaki mesafenin elektrik akımının bu mesafeyi geçme süresinde bölünmesiyle elde edilir. Birimi metre/saniyedir (Akyüz, 2003, Oğuz ve ark., 2004). Distal latans sadece sinir iletimine değil aynı zamanda nöromuskuler bileşke özelliklerine de bağlı olduğundan iletim hızı iki farklı nokta arasında ölçülmelidir (Preston ve Shapiro, 1998).

Amplitüd: Kayıt edilen aksiyon potansiyelinin alt noktası ile üst noktası arasındaki mesafe aksiyon potansiyelinin amplitüdünü verir. Birimi milivolt'tur. Kabaca uyarıya cevap veren kas lifi sayısını verir (Preston ve Shapiro, 1998).

Kas Aksiyon Potansiyellerinin Süresi: Sinir ve kas liflerinin eş zamanlılığın bir ölçüsüdür. Kaydedici elektrot uyarı noktasına yakın ise en kısa süreli kas yanıtı ortaya çıkar. Sinirin uzak bir noktasından kayıt yapıldığında ise daha düşük amplitüdlü ve uzun süreli bir potansiyel elde edilir (Akyüz, 2003).

Yükselme Zamanı: Negatif pik latansından distal latansı çıkarıldığında yükselme zamanı elde edilir (Akyüz, 2003).

Alan: Akson sayısını ve kas lifi depolarizasyonu gösterir. Özellikle BKAP'ın negatif dalgasının alanı değerlendirilir (Akyüz, 2003).



Şekil 1. 24. Kas Aksiyon Potansiyeli

1.4.2. Duyu Sinir İleti Çalışmaları

Duyu sinir ileti çalışmalarında amaç, incelenecek sinire supramaksimal uyaran vererek en hızlı ileten duyusal liflerinin ileti hızını ölçmek ve deri bölgesine giden duyusal liflerin bütünlüğünün tamamen veya kısmen korunup korunmadığını tespit etmektir (Pauda ve ark., 1997).

İleti hızı, motor sinirlerin ileti hızından farklı olarak, doğrudan doğruya uyarım noktasıyla kayıt yeri (katod) arasındaki mesafeye dayanarak ölçülür (mesafe [milimetre]/ latans [milisaniye]= ileti hızı [metre/saniye]). Bu nedenle, motor sinir ileti hızı ölçümü için en az iki farklı uyarım noktası gerekliyken, duyusal sinir ileti hızı ölçümü tek noktadan uyarımla yapılabilir (Öge ve ark., 2021).

Duyusal sinir, bir noktasından uyarılarak başka bir noktasından tüm aksonların aksiyon potansiyeli olan duyusal sinir aksiyon potansiyeli (DSAP) kaydedilebilir (Oğuz ve ark., 2004). Duyu sinir ileti çalışmalarında, elektriksel uyarım ile kayıt elektrodu arasındaki mesafenin DSAP latansına bölünmesi ile, m/sn cinsinden duyu sinir ileti hızları hesaplanabilmektedir. Duyu sinir ileti ölçümleri; parmak-bilek, malleol-bilek gibi distal sinir bölümlerinden yapılmaktadır (Temuçin ve Gökçem Yıldız, 2015).

Dalga şeklinin değerlendirilmesi bir çok patolojinin tanısının konulması açısından önemlidir. Bir elektrodagnostik çalışmada iletim parametrelerine dikkat edilmelidir;

Faz: Tipik bir DSAP başlangıcı negatiftir, bunu pozitif bir pik izler. Genellikle bifazik olmasına rağmen trifazik de olabilir (Akyüz, 2003).

Latans: Sinir impulsunun uyarı noktasından kayıt noktasına ulaşmasına kadar geçen ileti süresidir. Motor sinir iletinin aksine duyusal sinir iletiminde ileti zamanı latansa eşittir. Distal latans, DSAP'ın negatif pikinin başlangıç noktasına kadar geçen süredir. Proksimal latans ise motor iletide olduğu gibi hesaplanır (Kamble ve ark., 2019).

Duyu Sinir İleti Hızı: Motor sinir ileti hızının hesaplanmasından biraz daha farklı hesaplanır. Duyu sinirlerinde nöromüsküler bileşke bulunmaz ama aktivasyon distal latansı mevcuttur (Kamble ve ark., 2019).

Amplitüd: Uyarıyla aktive olan büyük sinir liflerinin kaba bir toplamını temsil eder. Yüzeyel elektordlarla değerlendirildiğinde kayıt elektrodunun sinire olan uzaklığından çok etkilenir. Düşük amplitüd genellikle sinir iletisinde önemli bir sorunun göstergesidir (Oğuz ve ark., 2004).

Yükselme Zamanı: Distal latansı ile negatif pik latansı arasındaki süredir. Kısa yükselme zamanı elektrodun sinire yakın olduğunu gösterir (Akyüz, 2003).

Alan: Negatif dalganın alanı ile belirtilir. Amplitüd gibi depolarize olmuş aksonların sayısını gösterir (Akyüz, 2003).

2. AMAÇ

Sinir ileti çalışmaları, nöromüsküler hastalıkların tanısında önemli bir araçtır (Esmeli, Sucu, Gökmen, & Özdemirkiran, 2023). Belirli duruşlar veya pozisyonlar, doğrudan veya farklı tuzak noktalarındaki sinirler üzerindeki gerilimi artırarak bu noktalarda baskı oluşturmaktadır. Üst ekstremite kaslarının innervasyonundan sorumlu sinirler olan n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis anatomik seyirleri sırasında aralarından geçtiği yapılardan dolayı sıkışmaya veya zedelenmeye maruz kalabilmektedir (Bamaç ve ark., 2014). Örneğin; bilek duruşundaki, parmak hareketindeki ve temas stresindeki değişiklikler karpal tünel basıncında artışa yol açabilmektedir (Loh, Yeoh, Nakashima, & Muraki, 2017). Sinirlerde, titreşime maruz kalmaktan kaynaklanan doku ödemi ve vazospazm, sinir demiyelinizasyonuna, aksonal atrofiye ve hücre gövdelerinin dejenerasyonuna bağlı duyu kaybına neden olmaktadır. Ayrıca bu durum Schwann hücrelerinin fibrozisi ve proliferasyonuyla sonuçlanabilmektedir (Gerhardsson, Ahlstrand, Ersson, & Gustafsson, 2020). Klinik tuzak nöropatisinden bağımsız gibi görünen duyusal sinir iletim hızının (SNCV) anormallikleri, el-kol titreşimine maruz kalan işçilerde uzun zamandır bilinmektedir (Cherniack ve ark., 2008). Titreşime maruz kalan işçilerde daha yüksek düzeyde üst ekstremite bozukluklarının ortaya çıktığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Mesleki olarak titreşime maruz kaldıktan sonra boyun ve omuzlarında kas-iskelet ağrısına sebep olmaktadır (Gerhardsson ve ark., 2020). Kaslarımızın elektriksel aktivitesini kaydeden elektromiyografi (EMG), kas hareketi için yaygın olarak kullanılan bir testtir. Bu test, sinir yaralanması veya kas hastalığı olup olmadığının belirlenmesine yardımcı olarak en iyi tedavi yönteminin belirlenmesine olanak tanımaktadır (Dhumal ve Sharma, 2021; Datta ve Hoke, 2023).

Mesleki profesyonelliğin getirdiği ergonomik problemler; bilgisayar kullanımı, taksi şöförleri ve spor gibi bazı alanlarda bölgeyi aşırı kullanıma bağlı sinir ileti hızlarında azalmalar gözlenebilir (Çolak, Bamaç, Özbek, Budak, & Bamaç, 2004; Özbek ve ark., 2006; Çuvalcioğlu, Soslu, Makaraci, & Doğan, 2020; Afşar, Çetin, Ayaş, Mumcu, & Karataş, 2014). Bununla birlikte özellikle son yıllarda artış gösteren bir meslek grubu olarak motokuriyelere yönelik sinir ileti çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Motokuryelerin, motor kullanırken el bileğini kullanma pozisyonu, gaz verme ve frenlemede sürekli fleksiyon/ekstensiyon hareketiyle baskı altında olacağından topografik olarak bu bölgede seyreden üst ekstemitenin temel inervasyon sinirleri olan n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis'in aşırı kullanmaya (overuse) bağlı basıya uğrayabileceği düşünülerek, bu sinirlerin motor ve duyu sinir ileti hızlarınıın incelenmesi planlanmıştır.

Bu kapsamda çalışmamızın amacı, uzun süreli titreşim ve aynı pozisyonda üst ekstremitelerini kullanan deney grubundaki motokuryeler ile kontrol grubundaki motor kullanmayan bireylerin aynı parametreler kullanılarak antropometrik ölçümlerinin yapılması ve n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis'in motor ve duyu sinir ileti hızlarında azalma olup olmadığını belirleyerek karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Elde edeceğimiz verilerin uzun süreli motor kullanımının lokomotor ve pereferik sinir sistemi üzerine oluşturabileceği olası deformasyonların belirlenmesine katkı sağlayacağını düşünmekteyiz. Bununla beraber; mesleki deformasyona bağlı ergonomik problemlerin önlenmesine katkı sunacağı kanısındayız.

3. YÖNTEM

3.1. Çalışma Grubu

Nörofizyolojik çalışmamızın, deney grubuna Kocaeli ve Sakarya illerinde farklı dağıtım şirketlerinde çalışan 50 motokurye (yaş ortalaması 24,94±2,85 yıl) ve kontrol grubuna 50 motokurye olmayan erkek (yaş ortalaması 23,02±3,11 yıl) olmak üzere toplam 100 kişi dahil edilmiştir. Motokurye grubunun en az 5 yıldır motokurye olarak çalışıyor olmasına, işleri gereği haftada altı gün, günde en az sekiz saat motosiklet üzerinde zaman geçiren, ölçülen bölgelerde herhangi bir cerrahi operasyon geçirmemiş olmasına ve sinir ileti hızını etkileyebilecek sistemik bir hastalığı (DM, PNP vb.) olmamasına dikkat edilmiştir. Kontrol grubuna ise motor kullanmayan, herhangi bir cerrahi operasyon geçirmemiş ve sinir ileti hızını etkileyebilecek sistemik bir hastalığı olmayan kişiler dahil edilmiştir.

3.2. Çalışmada Kullanılan Ölçümler

Çalışmada yapılan bütün ölçüm ve değerlendirmeler Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı EMG Polikliniği'nde yapıldı. Çalışma grubuna dahil edilecek gönüllü katılımcıların yaş, boy, kilo, telefon numarası, çalışma yılı, haftada kaç gün çalıştığı, çalışma saati ve dominant taraflarına ait bilgileri kaydedildi. Tüm katılımcıların iki taraflı üst ekstremitesine ait antropometrik ölçümler (üst ekstremite uzunluğu, kol uzunluğu,

önkol uzunluğu, el uzunluğu, parmak uzunlukları I-V, kol çevresi, önkol çevresi, bilek çevresi ölçümü) kaydedilerek el dinamometresi ile el kavrama kuvveti ölçüldü. Katılımcılara ait demografik bilgilerin alınması, antropometrik ölçümler ve el kavrama kuvveti ölçümünün tamamı doktora öğrencisi Yıldız YENER tarafından yapıldı. Ölçüm formu ekte sunulmuştur. (Ek-2 Olgu Rapor Formu) Üst ekstremite kaslarının neredeyse tümünü innerve eden ve bu bölgenin deri duyusunu da taşıyan n.medianus, n.ulnaris, n.radialis motor ve duyu sinir ileti hızı incelemeleri ve değerlendirmeleri Uzman Dr. Elif SARICA DAROL tarafından yapıldı.

Çalışmamızın yapılabilmesi için Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (10/11/2022 tarihli KÜ GOKAEK 2022/267 sayılı Etik Kurul Kararı) (Ek-1). Tüm katılımcılara çalışma hakkında detaylı bilgi verilerek, yazılı onamları alınmış ve gönüllülük esasıyla katılımları sağlanmıştır.

3.2.1. Antropometrik Ölçümler

Yunanca antropos (insan) ve metrikos (ölçü) sözcüklerinden oluşan antropometri, insan vücudunun nesnel özelliklerini belirli ölçme yöntem ve ilkeleri ile boyutlarına ve yapı özelliklerine göre tanımlayan bilimdir (Barut ve Kıran, 2005). Günümüzde de vücut tipi ve boyutları hakkında bilgi veren tek dayanak olarak antropometri benimsenmektedir. Antropometrik veriler, çeşitli ırklara, etnik gruplara, farklı sosya-kültürel ve sosyo-ekonomik toplumlara, cinsiyete göre farklılık göstermektedir (Otman ve Köse, 2019). Antropometrik veriler ergonomide, iş alanları başta olmak üzere tüm alet, ekipman, mobilya ve giysilerin fiziksel ölçülerini belirlemede kullanılmaktadır. Bu sayede alet ve ürünlerin ölçüleri onları kullananların ölçülerine uyumlu hale getirilerek; iş, insana uyumlu hale getirilir (Barut ve Kıran, 2005).

Çalışmamızda antropometrik ölçümler kapsamında; üst ekstremite uzunluğu, kol uzunluğu, önkol uzunluğu, el uzunluğu, parmak uzunluğu I-V, kol çevresi, önkol çevresi, bilek çevresi ölçümü yapılmıştır (Ek-2: Olgu Rapor Formu). Bütün antropometrik ölçümler katlanabilir ve elastik olmayan, 7 mm. genişliğinde şerit mezura kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.1), (Otman ve Köse, 2019).



Şekil 3. 1. Antropometrik Ölçümler

Üst Ekstremite Uzunluğu Ölçümü

Ölçüm, kişi anatomik pozisyonda, kollar gövdenin yanında serbest dururken scapula'nın acromion'u ile digitus medius'un distal ucu arasındaki mesafeden ölçüm yapıldı (Baş ve ark., 2006).

Kol Uzunluğu Ölçümü

Ölçüm, omuzlar ve kollar gevşek, dirsekler ulna'nın olecranon'unu kolayca palpe edebildiği fleksiyon pozisyonunda, avuç içi mediale dönük ve yere paralel konumda iken, scapula'nın acromion'u ile ulna'nın olecranon'u arasındaki mesafeden yapıldı (Otman ve Köse, 2019).

Önkol Uzunluğu Ölçümü

Ölçüm, omuzlar ve kollar gevşek, dirsekler önkol fleksiyon pozisyonunda, avuç içi mediale dönük ve yere paralel konumda iken, ulna'nın olecranon'u ile radius'un proc.styloideus'unun distali arasından yapıldı (Abacı, Kürkçüoğlu, & Şençelikel, 2020).

El Uzunluğu Ölçümü

Ölçüm, omuzlar ve kollar gevşek, ön kol fleksiyon pozisyonunda ve yere paralel, parmaklar adduksiyon ve ekstansiyondayken, radius'un proc.styloideus'u ile digitus medius'un uç noktası arasından yapıldı (Abacı ve ark., 2020).

Parmak Uzunluğu I-V Ölçümü

Ölçüm, art.metacarpophalangis'in volar yüzündeki proksimal kıvrımdan aynı parmağın distal ucunun tepe noktası arasındaki mesafeden yapıldı (Karaoğlu ve Açar, 2021).

Kol Çevresi Ölçümü

Ölçüm sırasında kişi ayakta, vücut ağırlığı sağ ve sol ayağa eşit dağılmış pozisyonda, kollar yanlarda sarkık iken, humerus'un epicondylus medialis'inin yaklaşık 10-15 cm. üzerinden ölçüm yapıldı (Baş ve ark., 2006).

Önkol Çevresi Ölçümü

Ölçüm sırasında kişi, anatomik pozisyonda, kollar yanlarda sarkık, ulna'nın proc.styloideus'unun yaklaşık 10-15 cm. üzerinden ölçüm yapıldı (Baş ve ark., 2006).

Bilek Çevresi Ölçümü

Ölçüm mezura, radius ve ulna'nın proc.styloideus referans noktalarına tam temas edecek şekilde yapıldı (Baş ve ark., 2006).

3.2.2. El Kavrama Kuvveti Ölçümü

El kavrama kuvveti, normal biyokinetik koşullar altında tüm parmakların güçlü istemli fleksiyonunun maksimum gücüdür (Koley, Gandhi, & Singh, 2008). El kavrama kuvveti, ergonomik araçların geliştirilmesinde, ekipman ve tüketici ürünlerinin tasarımında ve spor uygulamalarında biyomekanik modellemede temel bir parametredir. Kavrama, birçok günlük aktivite için kritik olduğundan, klinik ortamlarda genel fiziksel güç ve sağlığın bir göstergesi olarak sıklıkla kullanılır ve kas gücünün güvenilir bir göstergesidir (Zaccagni ve ark., 2020).

El kavrama kuvveti çeşitli faktörlerle ilişkilidir. Nüfusun etnik kökenine bakılmaksızın, cinsiyetin ve yaşın yanı sıra el tercihi ve antropometrik boyutlar, el kavrama

kuvvetini etkileyen birincil faktörler olarak gösterilmiştir (Nurul Shahida, Zawiah Siti, & Case, 2015).

Katılımcıların el kavrama kuvvetinin ölçümünde 300 pound(136.078 kg) kapasiteli Baseline Digital Hand Dynamometer 300 lb. (Fabrication Enterprises, Inc., Irvington, NY) dijital el dinamometresi kullanıldı. El kavrama kuvvetinin ölçümü Amerikan El Terapistleri Derneği'nin (AETD) önerdiği standartlara uygun olarak katılımcı oturur pozisyonda, omuz adduksiyonda, dirsek 90° fleksiyonda, ön kol midrotasyonda ve destekli iken el, ön kol ile aynı hizada tutularak ölçüm yapıldı (Şekil 3.2). Değerlendirmelerden önce katılımcılara özel sözlü talimatlar verildi ve ölçümler sözlü motivasyon ile yapıldı. El kavrama kuvvetinin ölçümü, en az 60 saniyelik dinlenme periyodu ile her iki elde 5 saniye boyunca sürdürülen üç maksimal istemli izometrik kasılmadan oluştu. Maksimum kavrama kuvvetinin belirlenmesinde 3 ölçümün ortalaması kg. cinsinden kaydedildi. Dinamometre, her değerlendirmeden önce kalibre edildi (Narin, Demirbüken, Özyürek, Elbi, & Eser, 2009).



Şekil 3. 2. El Kavrama Kuvveti Ölçümü

3.2.3. EMG Ölçümleri

Çalışmamızda yaptığımız nörofizyolojik ölçümler, n.medianus n.ulnaris ve n.radialis sinirlerinin motor ve duyu sinir iletiminden oluşmaktadır. İşlemin nasıl uygulanacağı

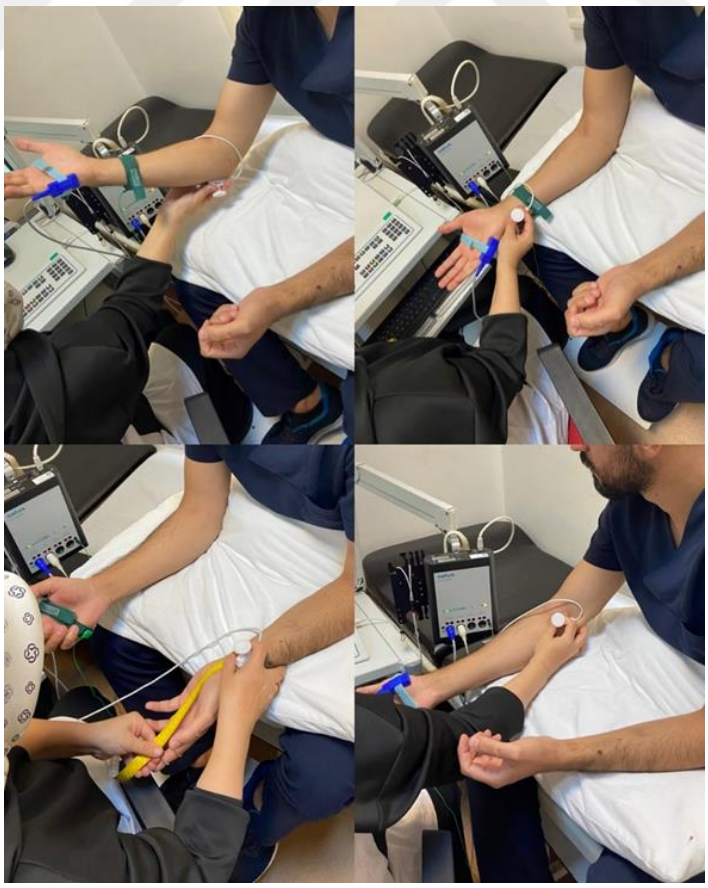
konusunda katılımcılar bilgilendirildi. Bir sedye üzerinde oturur pozisyonda, dirseğinin altına yastık desteği konularak ölçümler yapıldı (Şekil 3.3).

Kullanılan yöntemler oldukça standart olmasına rağmen, çeşitli faktörler ölçümleri etkileyebilmekte ve hatalı sonuçlara yol açabilmektedir. Teknik faktörler, innervasyon anormallikleri, yaş ve boy gibi bazı fizyolojik değişkenlerin dikkate alınması gereklidir. Ancak elektrofizyolojik parametrelerin değişimini belirleyen en önemli faktörlerden biri sinir sıcaklığıdır (Bonfinglioli ve ark., 2013).

Sıcaklığın düşük olması, sinir iletim hızının (NCV) yavaşlamasına, distal gecikme süresinin uzamasına ve kaydedilen potansiyellerin genliği ve süresinde artışa neden olduğu bilinmektedir (Denys, 1991).

Yanlış pozitif sonuç olasılığını en aza indirmek için cilt sıcaklığının 32 °C ile 36 °C arasında olması tavsiye edilmektedir (Halar, DeLisa, & Soine, 1983; Rutkove, 2001).

Bu nedenle tüm çalışmalar, 26-28 °C'de tutulan sıcak bir odada yapıldı. İletim parametreleri üzerindeki etkisini ortadan kaldırmak için üst ekstremitenin cilt sıcaklığı kontrol edildi. Tüm katılımcıların vücut sıcaklıklarının 32 ºC'nin üzerinde olmasına dikkat edildi.



Şekil 3. 3. Nörofizyolojik Ölçümler

Yapılan işlem tüm motokurye ve motokurye olmayan katılımcılara açıklandı. Günlük değişimi azaltmak amacıyla, tüm ölçümler her katılımcı için yaklaşık olarak günün aynı saatinde yapılmaya özen gösterildi. Katotlar arası mesafeler, bir antropometre ile ölçüldü. Katılımcıların hem sağ hem de sol taraftan ilgili sinir latansları, 4 kanallı Amplifier; Natus, Galway, Ireland EMG cihazı kullanılarak (Şekil 3.4), Nöroloji uzmanı bir hekim tarafından test edildi. Elektrofizyolojik çalışma, Amerikan Elektrodiagnostik Tıp Derneği uygulama kılavuzlarına göre yapılmıştır.



Şekil 3. 4. EMG Cihazı

EMG ölçümlerinde kullanılan elektrotların, sinyalin özelliklerini etkileme konusunda önemli rolleri vardır. EMG sinyali kaydedilirken, ölçüm yapılan kasa yakın kaslardaki elektrik aktivasyonu, gerçek sinyale karışabilir ve bundan ötürü sinyalin özelliğini bozabilir. Yan ses olarak adlandırılan bu durumun ortaya çıkmasında, büyük yüzeye sahip elektrotların da etkisi vardır. Dolayısıyla elektrot yüzeyinin olabildiğince küçük tutulması, sağlıklı EMG sinyal ölçümü için uygulanan yöntemlerden biridir. Sinyalin doğru kaydedilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlardan bir tanesi de, kas yüzeylerine yerleştirilen elektrotların, kas yüzeyine temas yerlerinin doğru belirlenmesidir. Elektrotların, kasta oluşan elektriksel aktivasyonu tam olarak algılayabilmesi için, kasın tam orta noktalarına yerleştirilmeleri gerekir. Kasın merkezi dışına yerleştirilen bölgelerdeki elektrotlardan kaydedilen EMG

sinyallerinin genlikleri, merkeze yerleştirileninkine oranla daha küçük olur. Aynı etki, frekans dağılımlarında da (spektrum) görülür.

Rutin yöntemlerle incelenen sinirin büyük çaplı motor liflerinin iletim hızı saptandı. Birleşik motor aksiyon potansiyeli denilen kas motor yanıtının (M dalgası) kayıtlanması için yüzeyel elektrot kullanılarak aktif elektot kasın en şişkin kısmının üstüne, pasif elektrot ise genellikle tendona yerleştirilerek ölçüm yapıldı. Periferik sinirler, trasesine uygun iki ayrı noktada uyarıldı. Ekstremite gerek kayıt, gerek ölçüm anında aynı standart pozisyonda tutuldu. Mezura ile proksimal ve distal stimülasyon noktaları arası ölçüldü. Stimulus şiddetinin sinirdeki bütün aksonları uyarmaya yetecek düzeyde olmasına dikkat edildi (Bamaç ve ark., 2014).

Stimulusun başlangıcından M dalgasının başlangıcına kadar geçen zaman, distsal latans olarak alındı. Proksimal stimülasyonla elde edilen latansdan, distal stimülasyonla elde edilen latansın çıkarılması ile iletim zamanı saptandı. Sinir segmentinin uzunluğunun (mm olarak), iletim zamanına (msn olarak) bölümü ile metre/saniye olarak iletim hızı hesaplandı (Kamble ve ark., 2019).

$$\text{İletim hızı} = \frac{\text{iki stimülasyon arası mesafe (mm)}}{\text{iki stimülasyon arası iletim zamanı (msn)}}$$

Amplitüd (genlik): Aksiyon potansiyeli tepeden tepeye ölçüldü (Bamaç ve ark., 2014).

Süre; M dalgasının, izoelektrik çizgiyi çaprazlayan ilk negatif noktasından pozitif noktaya kadar geçen zaman olarak alındı (Kamble ve ark., 2019).

N.Medianus Motor İletimi

Kayıtlama; kişi oturur pozisyondayken kol ekstansiyonda ve avuç içi yukarı bakarken yapıldı. Aktif yüzeyel elektrot m.abductor pollicis brevis ve referans elektrot bu kasın tendonu üzerine yerleştirildi. Yüzeyel elektrotlar ile distal ve proksimal arasındaki mesafe 21 cm olacak şekilde, iki uyarı bölgesinden birer kez uyarım verildi (Çolak ve ark., 2004).

N.Ulnaris Motor İletimi

Kayıtlama; kişi oturur durumdayken dirsek hafif fleksiyon (15°- 30°), önkol supinasyon ve avuç içi yukarı doğru iken yapıldı. Aktif elektrot m.abductor digiti minimi'ye, referans elektrot ise bu kasın tendonu üzerine yerleştirildi. Yüzeyel elektrotlar ile el bileği, dirsek altı, dirsek üstü olmak üzere üç bölgeden uyarım verildi. El bileği ile dirsek arası mesafenin 24 cm, dirsek altı ve dirsek üstü mesafenin ise 14 cm olmasına dikkat edildi (Çolak ve ark., 2004).

N.Radialis Motor İletimi

Kayıtlama; kişi oturur pozisyonda, dirsek ekstansiyon, avuç içi ise aşağı doğru bakarken yapıldı. Aktif elektrot m.extensor indicis proprius'a, referans elektrot ise bu kasın tendonu üzerine yerleştirildi. Yüzeyel elektrotlar ile, iki uyarı arası mesafe 14 cm olacak şekilde dirsek altı ve dirsek üstü olmak üzere iki bölgeden uyarım verildi (Çolak ve ark., 2009; Temuçin ve Gökçem Yıldız, 2015).

N.Medianus Duyu İletimi

2.parmağa yüzük elektrot takılarak, el bileğinden uyarı verildi. Yüzük elektrot ve uyarı elektrodu arasında 14 cm'lik mesafe vardı (Çolak ve ark., 2004).

N.Ulnaris Duyu İletimi

5.parmağa yüzük elektrot takılarak, el bileğinden uyarı verildi. Yüzük elektrot ve uyarı elektrodu arasındaki mesafe ise 12 cm olarak ölçüldü (Cherniack ve ark., 2008) .

N.Radialis Duyu İletimi

1.parmağa yüzük elektrot takılarak, el bileğinden uyarı verildi. Yüzük elektrot ve uyarı elektrodu arasında 14 cm mesafe vardı (Chouan, 2016).

3.3. İstatistiksel Analizler

Elde ettiğimiz verilerin istatistiksel analizleri SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 23.00 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Her bir veri setinde tanımlayıcı istatistikler belirleniş olup; ortalama, standart sapma, frekans verileri belirlenmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak incelenmiştir. Gruplar arasında anlamlılık farkının belirlenmesinde; normal dağılıma uygun olan veriler için bağımsız iki örneklem T testi, normal dağılıma uygun olmayanlar veriler için de Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Veri setlerinin korelasyon analizleri için; normal dağılıma uygunluk gösterenlere Pearson testi, normal dağılıma uygunluk göstermeyenlere de Spearman testi uygulanmıştır. İstatistik değerlendirmeler sonucunda $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1. Kontrol ve deney gruplarının demografik verilerinin karşılaştırılması

	Kontrol Grubu Ort. ±SS (n:50)	Deney Grubu Ort. ±SS (n:50)	P Değeri
Yaş (Yıl)	23,02±3,11	24,94±2,85	0,206
Boy (cm)	1,79±0,01	1,77±0,05	0,149
Kilo (Kg)	77,24±12,41	82,3±16,3	0,084
Meslek Yaşı (Yıl)	0,00	5,54±1,23	**0,00**
Haftalık çalışma günü	0,00	6,06±0,31	**0,00**
Günlük çalışma saati	0,00	9,15±2,23	**0,00**

Kontrol ve deney grubuna ait katılımcıların demografik Tablo 1'de verilmiştir. Gruplar arasında yaş, boy ve kilo açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (P>0,05). Deney grubuna ait katılımcıların ortalama meslek yılı 5,54±1,23, haftalık çalışma günü 6,06±0,3 ve günlük çalışma saati 9,15±2,23 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 4.2. Kontrol ve deney gruplarının antropometrik ölçümlerinin karşılaştırılması

Anatomik bölge	Taraf	Kontrol Grubu Ort.±SS (cm)	Deney Grubu Ort.±SS (cm)	P Değeri
Üst ekst. uz.	Sağ	80,86±4,27	79,33±3,37	0,56
	Sol	80,86±4,27	79,33±3,37	0,56
Kol uz.	Sağ	39,2±2,28	38,26±1,81	0,47
	Sol	39,22±2,27	38,26±1,81	0,41
Ön kol uz.	Sağ	30,55±2,75	29,72±1,28	0,66
	Sol	30,55±2,75	29,72±1,28	0,66
El uz.	Sağ	18,85±1,03	18,87±1,0	0,83
	Sol	18,85±1,03	18,87±1,06	0,83
1. parmak uz.	Sağ	6,69±0,59	6,80±0,78	0,89
	Sol	6,69±0,59	6,80±0,78	0,84
2. parmak uz.	Sağ	9,43±0,68	8,93±0,75	0,10
	Sol	9,42±0,67	8,93±0,75	0,11
3. parmak uz.	Sağ	10,55±0,73	9,88±092	0,22
	Sol	10,56±0,71	9,88±0,92	0,23
4. parmak uz.	Sağ	9,93±0,70	9,22±1,0	0,65
	Sol	9,94±0,67	9,22±1,0	0,63
5. parmak uz.	Sağ	7,79±0,53	7,26±0,79	0,38
	Sol	7,80±0,53	7,24±0,53	0,35
Kol çev. uz.	Sağ	29,74±3,03	31,05±3,58	0,51
	Sol	29,74±3,11	30,98±3,54	0,67
Ön kol çev. uz.	Sağ	26,46±2,03	27,38±2,29	0,37
	Sol	26,38±2,0	27,33±2,29	0,34

Bilek çev. uz.	Sağ	17,38±1,15	17,91±1,47	0,81
	Sol	17,37±1,15	17,89±1,42	0,59

Kontrol ve deney grupları arasında üst ekstremitenin anatomik bölümleri açısından antropometrik uzunluk ölçümleri karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (P >0,05). Sağ ve sol taraflara ait üst ekstremite uzunluk ölçümlerinin gruplara göre dağılımları ve istatistiksel anlamlılık değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre; antropometrik özellikleri açısından iki grubun benzer dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 4.3. Kontrol ve Deney grubu dinamometre kuvvet ölçümlerinin karşılaştırılması

	Kontrol Grubu Ortalama ±SS (kg)	Deney Grubu Ortalama ±SS (kg)	P değeri
Sağ el	43,34±1,03	43,74±8,04	0,795
Sol el	40,78±7,53	42,24±741	0,666

Kontrol ve deney grubuna ait katılımcıların el kavrama dinamometre kuvvet ölçümleri alınmıştır. Gruplar arasında el kavrama dinamometre kuvvet ölçümleri açısından istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (P>0,05). Dinamometre kuvvet ölçüm ortalamaları, standart sapmaları ve anlamlılık değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Kontrol ve deney gruplarının duyu EMG ölçümlerinin karşılaştırılması

Sinir	Ölçüm parametresi	Ölçüm tarafı	Kontrol Grubu Ortalama ±SS	Deney Grubu Ortalama ±SS	P değeri
Nervus medianus duyu	Lat (ms)	Sağ	3,32±0,05	3,34±0,37	0,891
		Sol	3,41±0,32	3,35±0,34	0,769
	Amp (uV)	Sağ	33,33±11,88	29,86±12,01	0,124
		Sol	**38,16±16,80**	**28,87±13,92**	**0,003**
	NCV (m/s)	Sağ	62,04±7,81	61,50±6,98	0,389
		Sol	61,30±5,83	61,10±7,65	0,886
Nervus ulnaris duyu	Lat (ms)	Sağ	2,89±0,31	2,87±0,33	0,739
		Sol	2,94±0,33	2,93±0,29	0,962
	Amp (uV)	Sağ	29,64±13,07	27,23±15,16	0,169
		Sol	**34,01±14,39**	**26,74±12,78**	**0,009**
	NCV (m/s)	Sağ	58,86±5,07	58,82±6,48	0,969
		Sol	57,79±9,44	58,71±6,03	0,874
Nervus radialis duyu	Lat (ms)	Sağ	2,33±0,39	2,19±0,35	0,074
		Sol	2,31±0,38	2,17±0,36	0,058
	Amp (uV)	Sağ	14,76±7,68	12,78±7,05	0,152

		Sol	16,10±8,17	16,08±11,38	0,642
	NCV (m/s)	Sağ	59,60±8,62	61,95±10,31	0,219
		Sol	59,01±11,33	60,13±7,03	0,206

Kontrol ve deney grubuna ait; sağ ve sol taraf n. medianus, ulnaris ve radialis'in duyu latans, amplitüd ve sinir ileti hızı verilerinin ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.4'te verilmiştir. Tablo 4.4 incelendiğinde; sol tarafa ait n.medianus ve n.ulnaris'in amplitüd değerlerinin deney grubunda istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla beraber; n.radialis'in amplitüd değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Her üç sinirin de; gruplar arasında, sağ ve sol sinir ileti hızlarının ve latanslarının istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.5. Kontrol ve deney gruplarının motor EMG ölçümlerinin karşılaştırılması

Sinir	Ölçüm parametresi	Ölçüm tarafı	Kontrol Grubu Ort.±SS	Deney Grubu Ort.±SS	P değeri
Nervus medianus motor	Lat bilek	Sağ	3,27±0,45	3,20±0,42	0,434
		Sol	3,26±0,49	3,37±0,45	0,270
	Lat dirsek	Sağ	7,31±0,65	7,22±0,54	0,463
		Sol	7,25±0,83	7,24±0,54	0,799
	Amp bilek	Sağ	8,16±2,73	9,32±3,21	0,072
		Sol	6,96±1,84	8,17±3,15	0,073
	Amp dirsek	Sağ	7,72±2,63	8,64±3,10	0,112
		Sol	6,48±1,80	7,63±3,03	0,122
	NCV	Sağ	58,39±5,65	58,05±6,29	0,781
		Sol	59,43±6,18	60,02±6,76	0,667
Nervus ulnaris motor	Lat bilek	Sağ	2,53±0,41	2,56±0,60	0,907
		Sol	2,60±0,43	2,55±0,28	0,722
	Lat dirsek	Sağ	6,11±0,62	5,96±0,60	0,317
		Sol	6,14±0,65	5,98±0,52	0,257
	Lat koltuk altı	Sağ	7,38±0,79	7,37±0,65	0,928
		Sol	7,45±0,83	7,39±0,59	0,893
	Amp bilek	Sağ	8,48±0,23	9,27±0,47	0,748
		Sol	8,12±1,70	9,29±3,51	0,274
	Amp dirsek	Sağ	7,43±1,63	8,19±3,16	0,725
		Sol	7,25±1,85	8,12±3,36	0,610
	Amp koltuk altı	Sağ	7,37±1,58	8,68±3,49	0,285
		Sol	7,15±1,59	8,39±3,19	0,106
	NCV	Sağ	59,17±7,28	58,34±8,61	0,809

		Sol	58,40±6,25	59,19±8,91	0,612
Nervus radialis motor	Lat dirsek altı	Sağ	2,11±0,44	2,25±0,14	0,610
		Sol	2,23±0,43	2,20±0,42	0,760
	Lat dirsek	Sağ	5,26±0,57	5,24±0,66	0,959
		Sol	5,32±0,71	5,27±0,63	0,745
	Amp dirsek altı	Sağ	5,13±1,11	4,76±1,52	0,170
		Sol	5,22±1,33	5,04±1,91	0,577
	Amp dirsek	Sağ	4,72±1,32	4,68±1,65	0,897
		Sol	4,86±1,31	4,79±1,98	0,846
	NCV	Sağ	67,69±11,48	65,45±11,21	0,325
		Sol	**70,43±17,12**	**63,89±8,17**	**0,017**

Sağ ve sol taraf n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis'in motor latans, amplitüd ve sinir ileti hızı verilerinin kontrol ve deney grubu ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.5'te verilmiştir. Her iki grubun; sağ ve sol ekstremitesinde bulunan n.medianus'un bilek ve dirsek bölgesinden alınan motor latans ve amplitüd değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p>0,05). N.ulnaris'in ise bilek, dirsek ve koltuk altı bölgesinden alınan motor latans ve amplitüd değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p>0,05). Aynı şekilde n.radialis'in bilek ve dirsek bölgesinden alınan motor latans ve amplitüd değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p>0,05). Kontrol ve deney gruplarının motor sinir ileti hızları incelendiğinde ise, sol taraftaki n.radialis'in motor ileti hızının deney grubunda statistiksel olarak anlamlı düşüş gösterdiği saptanmıştır (p=0,017).

Tablo 4.6. Deney grubu duyu EMG ölçümlerinin taraflar arasında karşılaştırılması

Sinir	Ölçüm parametresi	Sağ ekstremite Ortalama ±SS	Sol ekstremite Ortalama ±SS	P değeri
Nervus medianus duyu	Lat	3,34±0,37	3,35±0,34	0,794
	Amp	29,86±12,01	28,87±13,92	0,705
	NCV	61,50±6,98	61,10±7,65	0,652
Nervus ulnaris duyu	Lat	2,87±0,33	2,93±0,29	0,322
	Amp	27,23±15,16	26,74±12,78	0,801
	NCV	58,82±6,48	58,71±6,03	0,929
	Lat	2,19±0,35	2,17±0,36	0,756

Nervus radialis duyu	Amp	12,78±7,05	16,08±11,38	0,075
	NCV	61,95±10,31	60,13±7,03	0,442

Deney grubunun sağ ve sol ekstremitesine ait; n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis'in duyu latans, amplitüd ve sinir ileti hızı ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.6'da verilmiştir. Deney grubunda; n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis'e ait sağ ve sol ekstremiteler arasında duyu latans, amplitüd ve sinir ileti hızları açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır (p>0,05).

Tablo 4.7. Kontrol grubu duyu EMG ölçümlerinin taraflar arasında karşılaştırılması

Sinir	Ölçüm parametresi	Sağ ekstremite Ortalama ±SS	Sol ekstremite Ortalama ±SS	P değeri
Nervus medianus duyu	Lat	3,32±0,36	3,41±0,32	0,294
	Amp	33,33±11,88	38,16±16,80	0,114
	NCV	62,04±7,81	61,30±5,83	0,434
Nervus ulnaris duyu	Lat	2,89±0,31	2,94±0,33	0,610
	Amp	29,64±3,07	34,01±14,39	0,111
	NCV	58,86±5,07	57,79±9,44	0,994
Nervus radialis duyu	Lat	2,33±0,39	2,31±0,38	0,841
	Amp	14,76±7,68	16,10±8,17	0,387
	NCV	59,60±8,62	59,01±11,33	0,306

Kontrol grubunun sağ ve sol ekstremitesine ait; n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis'in duyu latans, amplitüd ve sinir ileti hızı ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.7'de verilmiştir. Tablo 4.7'deki veriler incelendiğinde; kontrol grubunda sağ ve sol ekstremiteler arasında n. medianus, n. ulnaris ve n. radialis'in duyu latans, amplitüd ve sinir ileti hızlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır (p>0,05).

Tablo 4.8. Deney grubu motor EMG ölçümlerinin taraflar arasında karşılaştırılması

Sinir	Ölçüm parametresi	Sağ ekstremite Ortalama ±SS	Sol ekstremite Ortalama ±SS	P değeri
Nervus medianus motor	Lat bilek	**3,20±0,42**	**3,37±0,45**	**0,039**
	Lat dirsek	7,22±0,54	7,24±0,54	0,893
	Amp bilek	**9,32±3,21**	**8,17±3,15**	**0,05**
	Amp dirsek	**8,64±3,10**	**7,63±3,03**	**0,04**
	NCV	58,05±6,29	60,02±6,76	0,163
Nervus ulnaris motor	Lat bilek	2,56±0,60	2,55±0,28	0,359
	Lat dirsek	5,96±0,60	5,98±0,52	0,687
	Lat koltuk altı	7,37±0,65	7,39±0,59	0,856
	Amp bilek	9,27±3,36	9,29±3,51	0,915
	Amp dirsek	8,19±3,16	8,12±3,36	0,831
	Amp koltuk altı	8,68±3,49	8,39±3,19	0,869
	NCV	58,34±8,61	59,19±8,91	0,975
Nervus radialis motor	Lat dirsek altı	2,25±1,03	2,20±0,42	0,629
	Lat dirsek	5,27±0,66	5,27±0,63	0,973
	Amp dirsek altı	4,76±1,52	5,04±1,91	0,415
	Amp dirsek	4,68±1,65	4,79±1,98	0,767
	NCV	65,45±11,21	63,89±8,17	0,430

Deney grubunun sağ ve sol ekstremite n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis'in motor latans, amplitüd ve sinir ileti hızı ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8'deki veriler incelendiğinde; n.medianus'un bilek bölgesindeki motor latans değerinin sol ekstremitede istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Aynı şekilde; n.medianus'un bilek ve dirsek bölgesindeki motor amplitüd değerlerinin de sol ekstremitede anlamlı düşük olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). N.medianus'un motor sinir ileti hızı değerinde ise; sağ ve sol ektremiteler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Benzer şekilde; n.ulnaris ve n.radialis'in de motor latans, amplitüd ve sinir ileti hızı değerlerinde sağ ve sol ekstremiteler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.9. Kontrol grubu motor EMG ölçümlerinin taraflar arasında karşılaştırılması

Sinir	Ölçüm parametresi	Sağ ekstremite Ortalama ±SS	Sol ekstremite Ortalama ±SS	P değeri
Nervus medianus motor	Lat bilek	3,27±0,45	3,26±0,49	0,943
	Lat dirsek	7,31±0,65	7,25±0,83	0,684
	Amp bilek	**8,16±2,73**	**6,96±1,84**	**0,019**
	Amp dirsek	**7,72±2,63**	**6,48±1,80**	**0,007**
	NCV	58,39±5,65	59,43±6,18	0,521
Nervus ulnaris motor	Lat bilek	2,53±0,41	2,60±0,43	0,412
	Lat dirsek	6,11±0,62	6,14±0,65	0,652
	Lat koltuk altı	7,38±0,79	7,45±0,83	0,912
	Amp bilek	8,48±1,68	8,12±1,70	0,298
	Amp dirsek	7,43±1,63	7,25±1,85	0,438
	Amp koltuk altı	7,37±1,58	7,15±1,59	0,495
	NCV	59,17±7,28	58,40±6,25	0,572
Nervus radialis motor	Lat dirsek altı	2,11±0,44	2,23±0,43	0,196
	Lat dirsek	5,26±0,57	5,32±0,71	0,672
	Amp dirsek altı	5,13±1,11	5,22±1,33	0,688
	Amp dirsek	4,72±1,32	4,86±1,31	0,608

	NCV	67,69±11,48	70,43±17,12	0,351

Kontrol grubunun sağ ve sol ekstremite n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis'in motor latans, amplitüd ve sinir ileti hızı ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.9'da verilmiştir. Tablo 4.9'daki veriler incelendiğinde; n.medianus'un bilek ve dirsek bölgesindeki motor amplitüd değerlerinin sol ekstremitede istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). N.medianus'un latans ve sinir ileti hızı değerlerinde ise; sağ ve sol ektremiteler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Benzer şekilde; n.ulnaris ve n.radialis'in motor latans, amplitüd ve sinir ileti hızı değerlerinde de sağ ve sol ekstremiteler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.10. Deney grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile yaş, boy, kilo ve çalışma yılı arasındaki korelasyon analizi

Sinir	Ölçüm parametresi		Yaş	Boy	Kilo	Çalışma yılı
Nervus medianus motor	Lat bilek	Sağ	r:0,212 p:0,139	r:0,165 p:0,253	r:0,090 p:0,535	r:0,014 p:0,921
		Sol	r:0,024 p:0,867	r:0,245 p:0,086	r:0,039 p:0,787	r:0,072 p:0,621
	Lat dirsek	Sağ	r:0,115 p:0,426	**r:0,432 p:0,002**	**r:0,329 p:0,020**	r:0,209 p:0,144
		Sol	r:0,052 p:0,719	**r:0,420 p:0,002**	r:0,239 p:0,094	**r:0,295 p:0,038**
	Amp bilek	Sağ	r:0,062 p:0,669	r:0,005 p:0,972	r:-0,054 p:0,710	r:0,016 p:0,912
		Sol	r:-0,039 p:0,787	r:-0,065 p:0,656	r:0,084 p:0,562	r:-0,038 p:0,792
	Amp dirsek	Sağ	r:0,084 p:0,563	r:-0,012 p:0,936	r:-0,061 p:0,673	r:0,070 p:0,631
		Sol	r:-0,059 p:0,685	r:-0,017 p:0,905	r:0,019 p:0,897	r:-0,075 p:0,605
	NCV	Sağ	r:0,019 p:0,898	r:-0,224 p:0,119	r:-0,260 p:0,068	r:-0,190 p:0,187
		Sol	r:-0,035 p:0,808	r:0,080 p:0,579	r:-0,110 p:0,446	**r:-0,344 p:0,014**
Nervus ulnaris motor	Lat bilek	Sağ	r:0,098 p:0,500	r:0,063 p:0,664	r:0,005 p:0,972	r:-0,094 p:0,518
		Sol	r:0,064 p:0,661	r:0,277 p:0,051	r:0,195 p:0,175	r:0,116 p:0,424
	Lat dirsek	Sağ	r:0,110 p:0,447	**r:0,437 p:0,002**	**r:0,397 p:0,004**	r:0,053 p:0,714
		Sol	r:0,110 p:0,447	**r:0,318 p:0,025**	**r:0,333 p:0,018**	r:0,212 p:0,139

	Lat koltuk altı	Sağ	r:0,069 p:0,636	**r:0,466** **p:0,001**	**r:0,353** **p:0,012**	r:-0,049 p:0,735
		Sol	r:0,032 p:0,823	**r:0,365** **p:0,009**	r:0,170 p:0,239	r:0,128 p:0,375
	Amp bilek	Sağ	r:0,099 p:0,494	r:0,051 p:0,724	r:0,030 p:0,834	r:0,232 p:0,104
		Sol	r:0,127 p:0,380	r:-0,063 p:0,666	r:-0,110 p:0,448	r:0,093 p:0,520
	Amp dirsek	Sağ	r:0,139 p:0,337	r:-0,043 p:0,765	r:-0,192 p:0,182	r:0,122 p:0,401
		Sol	r:-0,047 p:0,744	r:-0,014 p:0,922	r:-0,189 p:0,190	r:0,061 p:0,675
	Amp koltuk altı	Sağ	r:0,091 p:0,528	r:0,042 p:0,773	r:-0,091 p:0,532	r:0,208 p:0,147
		Sol	r:0,045 p:0,758	r:-0,023 p:0,876	r:-0,165 p:0,253	r:0,032 p:0,823
	NCV	Sağ	r:0,088 p:0,544	r:-0,278 p:0,050	r:0,076 p:0,601	r:0,006 p:0,967
		Sol	r:-0,019 p:0,897	r:-0,134 p:0,352	r:-0,109 p:0,449	r:-0,023 p:0,876
Nervus radialis motor	Lat dirsek altı	Sağ	**r:-0,321** **p:0,023**	r:0,055 p:0,705	r:-0,026 p:0,856	r:-0,106 p:0,462
		Sol	r:-0,131 p:0,364	r:0,129 p:0,372	r:-0,063 p:0,664	r:-0,099 p:0,492
	Lat dirsek	Sağ	r:-0,007 p:0,963	r:0,236 p:0,099	**r:0,443** **p:0,001**	r:0,034 p:0,817
		Sol	r:0,034 p:0,814	r:0,237 p:0,097	**r:0,458** **p:0,001**	r:0,087 p:0,549
	Amp dirsek altı	Sağ	r:-0,176 p:0,221	r:-0,140 p:0,331	**r:-0,392** **p:0,005**	r:-0,122 p:0,398
		Sol	r:-0,001 p:0,993	r:-0,270 p:0,058	**r:-0,377** **p:0,007**	r:0,108 p:0,457
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,146 p:0,313	r:-0,179 p:0,213	**r:-0,413** **p:0,003**	r:-0,063 p:0,665
		Sol	r:0,057 p:0,695	r:-0,144 p:0,317	r:-0,298 p:0,036	r:0,114 p:0,431
	NCV	Sağ	r:-0,203 p:0,157	r:-0,012 p:0,935	r:-0,266 p:0,062	r:0,142 p:0,326
		Sol	r:-0,090 p:0,536	r:-0,227 p:0,113	**r:-0,441** **p:0,001**	r:0,049 p:0,734
Nervus medianus duyu	Lat	Sağ	r:0,192 p:0,181	**r:0,345** **p:0,014**	**r:0,395** **p:0,005**	r:0,119 p:0,412
		Sol	r:0,083 p:0,568	**r:0,492** **p:0,001**	**r:0,346** **p:0,014**	r:0,205 p:0,153
	Amp	Sağ	r:-0,083 p:0,566	r:-0,167 p:0,246	r:-0,129 p:0,371	r:-0,250 p:0,080
		Sol	r:-0,017 p:0,906	r:-0,242 p:0,091	r:-0,227 p:0,113	r:-0,034 p:0,813
	NCV	Sağ	r:-0,180	r:-0,049	r:-0,163	r:-0,229

			p:0,212	p:0,734	p:0,258	p:0,109
		Sol	r:-0,194 p:0,178	r:-0,151 p:0,294	**r:-0,311** **p:0,028**	**r:-0,300** **p:0,034**
Nervus ulnaris duyu	Lat	Sağ	r:0,143 p:0,320	**r:0,460** **p:0,001**	r:0,180 p:0,212	r:0,092 p:0,527
		Sol	r:-0,004 p:0,978	r:0,238 p:0,096	r:-0,046 p:0,751	r:0,029 p:0,840
	Amp	Sağ	r:-0,072 p:0,618	**r:-0,396** **p:0,004**	r:-0,046 p:0,753	r:-0,069 p:0,636
		Sol	r:-0,014 p:0,922	r:-0,066 p:0,650	r:0,048 p:0,742	r:-0,157 p:0,276
	NCV	Sağ	r:-0,145 p:0,316	r:-0,211 p:0,142	r:-0,060 p:-0,678	r:-0,042 p:0,771
		Sol	r:0,088 p:0,542	r:0,033 p:0,819	r:0,094 p:0,518	r:-0,185 p:0,200
Nervus radialis duyu	Lat	Sağ	r:0,132 p:0,362	r:0,150 p:0,298	r:0,175 p:0,223	r:-0,108 p:0,457
		Sol	r:0,117 p:0,417	r:0,056 p:0,702	r:-0,093 p:0,520	r:0,013 p:0,931
	Amp	Sağ	r:-0,211 p:0,142	r:-0,105 p:0,468	r:-0,005 p:0,974	r:-0,040 p:0,780
		Sol	r:0,001 p:0,999	r:0,064 p:0,559	r:-0,153 p:0,288	r:-0,111 p:0,444
	NCV	Sağ	r:-0,042 p:0,773	r:0,068 p:0,638	r:0,109 p:0,452	r:-0,021 p:0,884
		Sol	r:0,085 p:0,558	r:-0,093 p:0,519	r:-0,033 p:0,818	r:-0,026 p:0,858

Deney grubu motor ve duyu EMG ölçümlerine ait sağ ve sol taraf latans, amlitüd ve sinir ileti hızı verileri ile yaş, boy, kilo ve çalışma yılı arasındaki korelasyon analizi verileri Tablo 4.10'da verilmiştir. N.medianus'a ait motor veriler incelendiğinde; sağ dirsek latans değeri ile boy ve kilo arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Benzer şekilde; sol dirsek latans değeri ile boy ve çalışma yılı arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Sol sinir ileti hızı ile çalışma yılı arasında orta düzeyde negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Nervus ulnaris'e ait motor veriler incelendiğinde; sağ ve sol dirsek latans değerleri ile boy ve kilo arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Bununla beraber; sağ koltuk altı latans değeri ile boy ve kilo arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca; sol koltukaltı latans değeri ile boy arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur.

Nervus radialis'e ait motor veriler incelendiğinde; sağ dirsek altı latans değeri ile yaş arasında orta düzeyde negatif korelasyon bulunmuştur. Buna ek olarak; sağ ve sol dirsek

latans değerleri ile kilo arasında pozitif; sağ ve sol dirsekaltı amplitüd değerleri ile kilo arasında ise orta düzeyde negatif korelasyon bulunmuştur. Sağ dirsek amplitüd değeri ile kilo arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca; sol sinir ileti hızı ile kilo arasında orta düzeyde negatif korelasyon bulunmuştur.

Nervus medianus'a ait duyu verileri incelendiğinde; sağ ve sol latans değerleri ile boy ve kilo arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Sol sinir ileti hızı ile kilo ve çalışma yılı arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Nervus ulnaris'e ait duyu verileri incelendiğinde; sağ latans değeri ile boy arasında pozitif; sağ amplitüd değeri ile boy arasında ise negatif korelasyon belirlenmiştir.

Tablo 4.11. Kontrol grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile yaş, boy ve kilo arasındaki korelasyon analizi

Sinir	Ölçüm parametresi		Yaş (Yıl)	Boy (cm)	Kilo (kg)
Nervus medianus motor	Lat bilek	Sağ	r: 0,042 p: 0,771	r: 0,188 p: 0,191	r: 0,005 p: 0,972
		Sol	r: 0,123 p: 0,393	**r: 0,412** **p:0,003**	r: 0,253 p: 0,077
	Lat dirsek	Sağ	r: -0,024 p: 0,871	**r: 0,541** **p: 0,001**	r: 0,264 p: 0,064
		Sol	r: 0,051 p: 0,727	**r: 0,595** **p: 0,001**	**r: 0,414** **p: 0,003**
	Amp bilek	Sağ	r: 0,095 p: 0,511	r: -0,162 p: 0,261	r: 0,262 p: 0,066
		Sol	r: -0,005 p: 0,974	r: -0,064 p: 0,661	r: 0,073 p: 0,613
	Amp dirsek	Sağ	r: 0,095 p: 0,512	r: -0,168 p: 0,243	r: 0,201 p: 0,161
		Sol	r: -0,049 p: 0,735	r: -0,118 p: 0,416	r: 0,119 p: 0,408
	NCV	Sağ	r: -0,006 p: 0,964	r: -0,206 p: 0,151	**r: -0,281** **p: 0,048**
		Sol	r: 0,077 p: 0,593	**r: -0,366** **p: 0,009**	**r: -0,283** **p: 0,046**
Nervus ulnaris motor	Lat bilek	Sağ	r: 0,069 p: 0,632	r: 0,198 p: 0,168	r: -0,070 p: 0,627
		Sol	r: 0,022 p: 0,880	r: 0,229 p: 0,109	r: -0,140 p: 0,333
	Lat dirsek	Sağ	r: 0,096 p: 0,508	**r: 0,437** **p: 0,002**	r: 0,224 p: 0,118

		Sol	r: 0,139 p: 0,336	**r: 0,547** **p: 0,001**	r: 0,202 p: 0,159
	Lat koltuk altı	Sağ	r: 0,188 p:0,191	**r: 0,538** **p: 0,001**	r: 0,230 p: 0,108
		Sol	r: 0,219 p: 0,127	**r: 0,469** **p: 0,001**	r: 0,266 p: 0,062
	Amp bilek	Sağ	r: -0,034 p: 0,815	r: -0,225 p: 0,115	r: 0,058 p: 0,689
		Sol	r: -0,019 p: 0,896	r: -0,218 p: 0,128	r: 0,060 p: 0,676
	Amp dirsek	Sağ	r: -0,185 p: 0,197	r: -0,090 p: 0,532	r: 0,020 p: 0,890
		Sol	r: -0,069 p: 0,632	r: -0,205 p: 0,153	r: -0,175 p: 0,224
	Amp koltuk altı	Sağ	r: -0,109 p: 0,451	r: -0,008 p: 0,956	r: 0,186 p: 0,196
		Sol	r: -0,102 p: 0,483	r: -0,169 p: 0,240	r: -0,071 p: 0,623
	NCV	Sağ	r: 0,163 p: 0,257	r: -0,314 **p: 0,026**	r: -0,040 p: 0,781
		Sol	r: -0,089 p: 0,540	**r: -0,391** **p: 0,005**	r:-0,099 p: 0,496
Nervus radialis motor	Lat dirsek altı	Sağ	**r: -0,390** **p: 0,005**	r: 0,118 p: 0,416	**r: 0,378** **p: 0,007**
		Sol	r: 0,022 p: 0,881	r: 0,192 p: 0,181	**r: 0,309** **p: 0,029**
	Lat dirsek	Sağ	r: 0,153 p: 0,290	r: 0,278 p: 0,051	**r: 0,519** **p: 0,001**
		Sol	r: 0,105 p: 0,468	r: 0,303 p: 0,033	r: 0,275 p: 0,053
	Amp dirsek altı	Sağ	r: -0,337 **p: 0,017**	r: -0,185 p: 0,199	r: -0,045 p: 0,754
		Sol	r: -0,205 p: 0,153	r: -0,236 p: 0,100	r: -0,273 p: 0,055
	Amp dirsek	Sağ	r: -0,124 p: 0,392	r: -0,137 p: 0,341	r: 0,045 p: 0,755
		Sol	r: 0,020 p: 0,890	**r: -0,321** **p: 0,023**	**r: -0,360** **p: 0,010**
	NCV	Sağ	r: -0,205 p: 0,153	r: 0,062 p: 0,670	r: -0,103 p: 0,478
		Sol	r: 0,104 p: 0,474	r: 0,001 p: 0,994	r: 0,071 p: 0,622
Nervus medianus duyu	Lat	Sağ	r: 0,084	**r: 0,347**	r: 0,176

			p: 0,564	**p:0,014**	p: 0,222
		Sol	r: 0,010 p: 0,943	**r: 0,449** **p: 0,001**	r: 0,083 p: 0,568
	Amp	Sağ	r: 0,181 p: 0,209	r: -0,033 p: 0,820	r: -0,127 p: 0,381
		Sol	r: 0,019 p: 0,898	r: 0,029 p: 0,841	r: -0,212 p: 0,139
	NCV	Sağ	r: 0,093 p: 0,522	r: 0,085 p: 0,558	r: 0,210 p: 0,143
		Sol	r: 0,080 p: 0,581	r: -0,189 p: 0,188	r: -0,021 p: 0,886
Nervus ulnaris duyu	Lat	Sağ	r: 0,143 p: 0,323	**r: 0,397** **p: 0,004**	r: 0,184 p:0,201
		Sol	r: 0,011 p: 0,937	r: 0,274 p: 0,054	r: 0,097 p: 0,502
	Amp	Sağ	r: -0,260 p: 0,069	r: -0,196 p: 0,173	**r: -0,359** **p: 0,010**
		Sol	r: -0,013 p: 0,927	**r: -0,284** **p: 0,046**	**r: -0,397** **p: 0,004**
	NCV	Sağ	r: -0,074 p: 0,608	r: -0,148 p: 0,307	r: 0,007 p: 0,962
		Sol	r: -0,075 p: 0,603	r: -0,034 p: 0,812	r: 0,209 p: 0,144
Nervus radialis duyu	Lat	Sağ	**r: 0,320** **p: 0,023**	r: 0,115 p: 0,426	r: 0,193 p: 0,178
		Sol	r: 0,178 p: 0,217	r: 0,106 p: 0,464	r: 0,113 p: 0,434
	Amp	Sağ	r: -0,184 p: 0,200	r: 0,082 p: 0,574	r: 0,018 p: 0,899
		Sol	r: -0,270 p: 0,852	r: -0,001 p: 0,993	r: -0,054 p: 0,709
	NCV	Sağ	r: 0,062 p: 0,670	r: -0,091 p:0,528	r: -0,154 p: 0,287
		Sol	r: 0,125 p: 0,387	r: -0,154 p: 0,287	r: -0,-20 p: 0,889

Kontrol grubu motor ve duyu EMG ölçümlerine ait sağ ve sol taraf latans, amlitüd ve sinir ileti hızı verileri ile yaş, boy ve kilo arasındaki korelasyon analizi verileri Tablo 4.11'de verilmiştir. N.medianus'a ait motor veriler incelendiğinde; sol bilek latans değeri ile boy uzunluğu arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Benzer şekilde; sağ ve sol dirsek latans değerleri ile boy arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Sağ ve

sol n.medianus sinir ileti hızları ile kilo arasında negatif korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber; sol n.medianus sinir ileti hızı ile boy arasında orta düzeyde negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Nervus ulnaris'e ait motor veriler incelendiğinde; boy uzunluğu ile sağ ve sol dirsek latans değerleri ve koltuk altı latans değeri arasında orta düzeyde pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir. Ayrıca; boy uzunluğu ile sağ ve sol sinir ileti hızları arasında orta düzeyde negatif korelasyon bulunmaktadır.

Nervus radialis'e ait motor veriler incelendiğinde; sağ taraf dirsek altı latans ve amplitüd verileri ile yaş arasında orta düzeyde negatif korelasyon bulunmaktadır. Sağ ve sol dirsek altı latans değerleri ile kilo arsında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmaktadır. Benzer şekilde; sağ dirsek latans değeri ile kilo arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmaktadır. Sağ dirsek altı amlitüd ile yaş arasında orta düzeyde negatif korelasyon bulunmaktadır. Sol bilek amplitüd değeri ile boy ve kilo arasında orta düzeyde negatif korelasyon bulunmaktadır.

Nervus medianus'a ait duyu verileri incelendiğinde; sağ ve sol latans değerleri ile boy uzunluğu arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmaktadır.

Nervus ulnaris'e ait duyu verileri incelendiğinde; sağ latans değeri ile boy uzunluğu arasında orta düzeyde pozitif; sol amplitüd değeri ile boy uzunluğu arasında ise orta düzeyde negatif korelasyon belirlenmiştir. Buna ek olarak; sağ ve sol amplitüd değerleri ve kilo arasında orta düzeyde negatif korelasyon belirlenmiştir.

Nervus radialis'e ait duyu verileri incelendiğinde; sağ latans değeri ile yaş arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Tablo 4.12. Deney grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile kol çevresi, önkol çevresi ve bilek çevreleri arasındaki korelasyon analizi

Sinir	Ölçüm parametresi		Sağ kol çevresi	Sağ önkol çevresi	Sağ bilek çevresi	Sol kol çevresi	Sol önkol çevresi	Sol bilek çevresi
Nervus medianus motor	Lat bilek	Sağ	r:0,174 p:0,227	r:0,222 p:0,121	r:0,162 p:0,260	r:0,169 p:0,240	r:0,219 p:0,130	r:0,160 p:0,267
		Sol	r:0,171 p:0,235	r:0,170 p:0,239	r:0,051 p:0,724	r:0,176 p:0,220	r:0,154 p:0,286	r:0,035 p:0,811
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,455 p:0,001**	**r:0,454 p:0,001**	r:0,236 p:0,099	**r:0,466 p:0,001**	**r:0,455 p:0,001**	r:0,215 p:0,134
		Sol	**r:0,289 p:0,042**	**r:0,374 p:0,007**	**r:0,358 p:0,011**	**r:0,297 p:0,036**	**r:0,359 p:0,010**	**r:0,350 p:0,013**
	Amp bilek	Sağ	r:0,064 p:0,659	r:-0,038 p:0,793	r:-0,043 p:0,768	r:0,063 p:0,664	r:-0,033 p:0,820	r:-0,031 p:0,828

		Sol	r:0,274 p:0,054	r:0,060 p:0,678	r:-0,057 p:0,692	r:0,284 p:0,046	r:0,065 p:0,652	r:0,059 p:0,684
	Amp dirsek	Sağ	r:0,048 p:0,742	r:-0,045 p:0,756	r:-0,033 p:0,819	r:0,048 p:0,742	r:-0,041 p:0,779	r:-0,028 p:0,847
		Sol	r:0,212 p:0,139	r:-0,028 p:0,848	r:-0,125 p:0,387	r:0,218 p:0,128	r:-0,021 p:0,885	r:-0,123 p:0,394
	NCV	Sağ	**r:-0,321 p:0,023**	**r:-0,282 p:0,047**	r:-0,097 p:0,502	**r:-0,334 p:0,018**	**r:-0,280 p:0,049**	r:-0,079 p:0,586
		Sol	r:-0,086 p:0,551	r:-0,175 p:0,224	r:-0,102 p:0,480	r:-0,086 p:0,553	r:-0,174 p:0,226	r:-0,126 p:0,383
Nervus ulnaris motor	Lat bilek	Sağ	r:0,046 p:0,751	r:0,008 p:0,956	r:0,003 p:0,982	r:0,050 p:0,760	r:0,001 p:0,994	r:-0,012 p:0,933
		Sol	r:0,211 p:0,141	r:0,239 p:0,195	r:0,172 p:0,231	r:0,220 p:0,124	r:0,235 p:0,101	r:0,168 p:0,244
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,409 p:0,003**	**r:0,427 p:0,002**	**r:0,306 p:0,031**	**r:0,418 p:0,003**	**r:0,422 p:0,002**	r:0,264 p:0,064
		Sol	**r:0,321 p:0,023**	r:0,233 p:0,103	**r:0,310 p:0,029**	**r:0,324 p:0,022**	r:0,245 p:0,087	**r:0,313 p:0,027**
	Lat koltuk altı	Sağ	**r:0,412 p:0,003**	**r:0,403 p:0,004**	**r:0,324 p:0,022**	**r:0,425 p:0,002**	**r:0,396 p:0,004**	**r:0,284 p:0,045**
		Sol	r:0,160 p:0,267	r:0,180 p:0,211	r:0,229 p:0,109	r:0,180 p:0,211	r:0,185 p:0,199	r:0,218 p:0,128
	Amp bilek	Sağ	r:0,160 p:0,268	r:0,119 p:0,409	r:-0,057 p:0,692	r:0,179 p:0,214	r:0,118 p:0,414	r:-0,071 p:0,924
		Sol	r:0,015 p:0,916	r:-0,056 p:0,700	r:-0,203 p:0,158	r:0,040 p:0,782	r:-0,039 p:0,789	r:-0,187 p:0,194
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,068 p:0,638	r:-0,081 p:0,576	r:-0,240 p:0,094	r:-0,045 p:0,757	r:-0,079 p:0,588	r:-0,241 p:0,092
		Sol	r:0,018 p:0,901	r:-0,039 p:0,788	r:-0,157 p:0,275	r:0,035 p:0,811	r:-0,035 p:0,807	r:-0,158 p:0,274
	Amp koltuk altı	Sağ	r:0,020 p:0,888	r:0,035 p:0,807	r:-0,138 p:0,340	r:0,046 p:0,749	r:0,037 p:0,799	r:-0,143 p:0,322
		Sol	r:-0,010 p:0,945	r:-0,089 p:0,539	r:-0,158 p:0,274	r:0,004 p:0,978	r:-0,071 p:0,626	r:-0,141 p:0,329
	NCV	Sağ	r:-0,053 p:0,715	r:-0,083 p:0,566	r:-0,123 p:0,393	r:-0,049 p:0,733	r:-0,088 p:0,546	r:-0,143 p:0,321
		Sol	r:0,004 p:0,977	r:0,120 p:0,406	r:-0,026 p:0,858	r:0,017 p:0,906	r:0,108 p:0,457	r:-0,034 p:0,814
Nervus radialis motor	Lat dirsek altı	Sağ	r:-0,062 p:0,669	r:-0,067 p:0,642	r:0,048 p:0,741	r:-0,087 p:0,550	r:-0,077 p:0,595	r:0,026 p:0,856
		Sol	r:-0,081 p:0,574	r:-0,066 p:0,649	r:-0,143 p:0,321	r:-0,098 p:0,500	r:-0,073 p:0,614	r:-0,140 p:0,332
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,309 p:0,034**	**r:0,303 p:0,032**	r:0,233 p:0,104	**r:0,298 p:0,036**	**r:0,308 p:0,030**	r:0,217 p:0,130
		Sol	**r:0,298 p:0,036**	**r:0,361 p:0,010**	r:0,250 p:0,081	**r:0,300 p:0,034**	**r:0,347 p:0,013**	r:0,216 p:0,132
	Amp dirsek altı	Sağ	r:-0,148 p:0,306	r:-0,242 p:0,090	**r:-0,311 p:0,028**	r:-0,174 p:0,227	r:-0,259 p:0,070	**r:-0,329 p:0,020**
		Sol	r:-0,064	r:-0,199	**r:-0,363**	r:-0,082	r:-0,196	**r:-0,359**

			p:0,660	p:0,167	**p:0,010**	p:0,572	p:0,172	**p:0,010**
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,163 p:0,258	r:-0,271 p:0,057	**r:-0,303 p:0,032**	r:-0,179 p:0,213	r:-0,278 p:0,051	**r:-0,308 p:0,029**
		Sol	r:-0,031 p:0,832	r:-0,030 p:0,834	r:-0,216 p:0,132	r:-0,039 p:0,786	r:-0,035 p:0,808	r:-0,220 p:0,124
	NCV	Sağ	r:-0,239 p:0,094	r:-0,233 p:0,103	r:-0,213 p:0,137	r:-0,246 p:0,085	r:-0,263 p:0,065	r:-0,238 p:0,096
		Sol	r:-0,270 p:0,058	**r:-0,431 p:0,002**	**r:-0,460 p:0,001**	**r:-0,287 p:0,043**	**r:-0,422 p:0,002**	**r:-0,433 p:0,002**
Nervus median duyu	Lat	Sağ	**r:0,353 p:0,012**	**r:0,370 p:0,008**	**r:0,319 p:0,024**	**r:0,375 p:0,007**	**r:0,370 p:0,008**	**r:0,289 p:0,042**
		Sol	r:0,248 p:0,082	**r:0,304 p:0,032**	**r:0,327 p:0,020**	r:0,260 p:0,068	**r:0,285 p:0,045**	**r:0,301 p:0,034**
	Amp	Sağ	r:-0,083 p:0,565	r:-0,065 p:0,653	r:-0,212 p:0,139	r:-0,097 p:0,501	r:-0,069 p:0,636	r:-0,186 p:0,196
		Sol	r:-0,241 p:0,092	**r:-0,307 p:0,030**	r:-0,195 p:0,176	r:-0,255 p:0,074	**r:-0,295 p:0,037**	r:-0,191 p:0,185
	NCV	Sağ	r:-0,195 p:0,174	r:-0,183 p:0,202	r:-0,131 p:0,365	r:-0,223 p:0,119	r:-0,197 p:0,170	r:-0,130 p:0,369
		Sol	**r:-0,332 p:0,019**	**r:-0,290 p:0,041**	r:-0,277 p:0,051	**r:-0,342 p:0,015**	**r:-0,284 p:0,046**	r:-0,271 p:0,057
Nervus ulnaris duyu	Lat	Sağ	r:0,116 p:0,424	r:0,205 p:0,154	r:0,254 p:0,075	r:0,132 p:0,362	r:0,180 p:0,212	r:0,228 p:0,111
		Sol	r:-0,024 p:0,868	r:-0,052 p:0,720	r:0,032 p:0,826	r:-0,020 p:0,891	r:-0,067 p:0,642	r:0,024 p:0,869
	Amp	Sağ	r:-0,014 p:0,924	r:-0148 p:0,306	r:-0,153 p:0,289	r:-0,002 p:0,986	r:-0,139 p:0,337	r:-0,141 p:0,329
		Sol	r:0,016 p:0,912	r:-0,008 p:0,958	r:-0,065 p:0,655	r:0,031 p:0,830	r:0,020 p:0,888	r:-0,049 p:0,734
	NCV	Sağ	r:-0,130 p:0,368	r:-0,167 p:0,247	r:-0,226 p:0,115	r:-0,133 p:0,356	r:-0,161 p:0,263	r:-0,217 p:0,131
		Sol	r:0,048 p:0,739	r:0,122 p:0,400	r:0,178 p:0,216	r:0,049 p:0,734	r:0,143 p:0,323	r:0,189 p:0,189
Nervus radialis duyu	Lat	Sağ	**r:0,343 p:0,015**	r:0,191 p:0,184	r:0,149 p:0,302	**r:0,344 p:0,014**	r:0,209 p:0,145	r:0,118 p:0,414
		Sol	r:0,001 p:0,998	r:-0,176 p:0,222	r:0,080 p:0,582	r:0,001 p:0,995	r:-0,160 p:0,267	r:-0,107 p:0,458
	Amp	Sağ	r:0,024 p:0,871	r:0,051 p:0,726	r:-0,018 p:0,900	r:0,021 p:0,888	r:0,015 p:0,917	r:-0,011 p:0,938
		Sol	r:-0,097 p:0,504	r:-0,072 p:0,622	r:-0,167 p:0,247	r:-0,111 p:0,444	r:-0,090 p:0,533	r:-0,177 p:0,219
	NCV	Sağ	r:-0,142 p:0,326	r:-0,002 p:0,987	r:0,125 p:0,386	r:-0,166 p:0,250	r:-0,010 p:0,945	r:0,131 p:0,364
		Sol	r:-0,129 p:0,371	r:-0,101 p:0,487	r:-0,040 p:0,782	r:-0,149 p:0,301	r:-0,096 p:0,509	r:-0,029 p:0,844

Deney grubu motor ve duyu EMG ölçümlerine ait sağ ve sol taraf latans, amlitüd ve sinir ileti hızı verileri ile kol, önkol ve bilek çevreleri arasındaki korelasyon analizi verileri

Tablo 4.12'de verilmiştir. Nervus medianus'a ait motor veriler incelendiğinde; sağ dirsek latans değeri ile sağ ve sol kol-önkol çevresi arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Sol dirsek latans değeri ile her iki taraf antropometrik çevre değerleri arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Sağ sinir ileti hızıyla sağ ve sol kol-önkol çevresi arasında orta düzeyde negatif korelasyon bulunmuştur.

Nervus ulnaris'e ait motor veriler incelendiğinde; sağ dirsek latans değeri ile sağ kol-önkol-bilek çevresi; sol kol-önkol çevresi arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Bununla beraber; sol dirsek latans değeri ile sağ ve sol kol bilek çevresi arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca; sağ koltukaltı latans değeri ile her iki taraf çevre değerleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur.

Nervus radialis'e ait motor veriler incelendiğinde; sağ ve sol dirsek latans değerleri ile her iki taraf kol-önkol çevre değerleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Sağ ve sol dirsekaltı amplitüd değerleri ile her iki taraf bilek çevresi arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Sağ dirsek amplitüd değeri ile her iki taraf bilek çevresi arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Sol sinir ileti hızı ile sağ önkol-bilek çevresi; sol kol-önkol-bilek çevresi arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Nervus medianus'a ait duyu verileri incelendiğinde; sağ latans değeri ile her iki taraf çevre değerleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Sol latans değeri ile her iki taraf önkol-bilek çevre değerleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Sol amplitüd değeri ile her iki taraf önkol çevresi arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Sol sinir ileti hızı ile her iki taraf kol-önkol çevresi arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Nervus radialis'e ait duyu verileri incelendiğinde; sağ latans değeri ile her iki taraf kol çevresi arasında pozitif korelasyon bulunmuştur.

Tablo 4.13. Kontrol grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile kol çevresi, önkol çevresi ve bilek çevreleri arasındaki korelasyon analizi

Sinir	Ölçüm parametresi		Sağ kol çevresi	Sağ önkol çevresi	Sağ bilek çevresi	Sol kol çevresi	Sol önkol çevresi	Sol bilek çevresi
Nervus medianus motor	Lat bilek	Sağ	r:-0,006 p:0,966	r:-0,042 p:0,773	r:-0,044 p:0,761	r:0,009 p:0,951	r:-0,055 p:0,705	r:-0,036 p:0,803
		Sol	r:0,066 p:0,647	r:0,067 p:0,642	r:0,052 p:0,718	r:0,098 p:0,500	r:0,059 p:0,686	r:0,117 p:0,418
	Lat dirsek	Sağ	r:0,023 p:0,876	r:0,096 p:0,505	r:0,028 p:0,845	r:0,038 p:0,794	r:0,080 p:0,579	r:0,046 p:0,751
		Sol	r:0,204	r:0,180	r:0,204	r:0,229	r:0,160	r:0,233

			p:0,156	p:0,211	p:0,156	p:0,109	p:0,267	p:0,103
	Amp bilek	Sağ	**r:0,414 p:0,003**	**r:0,339 p:0,016**	r:0,250 p:0,080	**r:0,409 p:0,003**	**r:0,319 p:0,024**	r:0,216 p:0,132
		Sol	r:0,148 p:0,305	r:0,142 p:0,325	r:0,155 p:0,281	r:0,165 p:0,252	r:0,153 p:0,288	r:0,079 p:0,588
	Amp dirsek	Sağ	**r:0,409 p:0,003**	r:0,250 p:0,080	r:0,135 p:0,350	**r:0,402 p:0,004**	r:0,251 p:0,079	r:0,113 p:0,433
		Sol	r:0,214 p:0,135	r:0,160 p:0,268	r:0,142 p:0,327	r:0,222 p:0,122	r:0,154 p:0,286	r:0,062 p:0,667
	NCV	Sağ	r:-0,128 p:0,376	r:-0,252 p:0,078	r:-0,108 p:0,456	r:-0,138 p:0,340	r:-0,259 p:0,069	r:-0,124 p:0,390
		Sol	r:-0,235 p:0,101	r:-0,206 p:0,152	r:-0,183 p:0,202	r:-0,250 p:0,080	r:-0,191 p:0,185	r:-0,205 p:0,153
Nervus ulnaris motor	Lat bilek	Sağ	r:-0,214 p:0,136	r:0,130 p:0,368	r:-0,072 p:0,621	r:-0,207 p:0,150	r:-0,151 p:0,296	r:-0,029 p:0,840
		Sol	**r:-0,333 p:0,018**	r:-0,216 p:0,132	**r:-0,327 p:0,020**	**r:-0,327 p:0,021**	r:-0,256 p:0,073	**r:-0,299 p:0,035**
	Lat dirsek	Sağ	r:-0,044 p:0,761	r:-0,026 p:0,856	r:-0,015 p:0,920	r:-0,022 p:0,879	r:-0,005 p:0,970	r:-0,050 p:0,732
		Sol	r:-0,064 p:0,658	r:-0,018 p:0,901	r:-0,038 p:0,794	r:-0,056 p:0,700	r:-0,045 p:0,756	r:-0,008 p:0,957
	Lat koltuk altı	Sağ	r:0,026 p:0,857	r:0,051 p:0,726	r:0,068 p:0,638	r:0,046 p:0,753	r:0,051 p:0,723	r:0,091 p:0,529
		Sol	r:0,042 p:0,773	r:0,013 p:0,927	r:0,076 p:0,599	r:0,063 p:0,663	r:0,025 p:0,863	r:0,116 p:0,421
	Amp bilek	Sağ	r:0,247 p:0,084	r:0,209 p:0,145	r:0,209 p:0,145	r:0,267 p:0,061	r:0,230 p:0,108	r:0,173 p:0,230
		Sol	r:0,106 p:0,462	r:0,162 p:0,260	r:0,061 p:0,671	r:0,097 p:0,503	r:0,167 p:0,247	r:0,004 p:0,976
	Amp dirsek	Sağ	r:0,112 p:0,437	r:0,219 p:0,127	r:0,001 p:0,996	r:0,120 p:0,407	r:0,207 p:0,149	r:-0,016 p:0,913
		Sol	r:-0,081 p:0,576	r:0,078 p:0,590	r:0,020 p:0,892	r:-0,093 p:0,521	r:0,073 p:0,613	r:-0,060 p:0,680
	Amp koltuk altı	Sağ	r:0,283 p:0,047	r:0,258 p:0,071	r:0,152 p:0,293	**r:0,288 p:0,042**	r:0,250 p:0,080	r:0,107 p:0,461
		Sol	r:-0,037 p:0,796	r:0,100 p:0,488	r:-0,116 p:0,421	r:-0,058 p:0,687	r:0,078 p:0,589	r:-0,165 p:0,253
	NCV	Sağ	r:0,119 p:0,411	r:0,024 p:0,871	r:0,147 p:0,307	r:0,108 p:0,456	r:0,020 p:0,891	r:0,122 p:0,397
		Sol	r:-0,008 p:0,954	r:-0,019 p:0,896	r:-0,031 p:0,833	r:-0,012 p:0,932	r:-0,014 p:0,924	r:-0,088 p:0,545
		Sağ	**r:0,338**	**r:0,397**	**r:0,457**	**r:0,316**	**r:0,356**	**r:0,372**

Nervus radialis motor	Lat dirsek altı		**p:0,016**	**p:0,004**	**p:0,001**	**p:0,025**	**p:0,011**	**p:0,008**
		Sol	**r:0,303 p:0,032**	r:0,271 p:0,057	r:0,196 p:0,172	**r:0,296 p:0,037**	r:0,262 p:0,066	r:0,170 p:0,238
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,473 p:0,001**	**r:0,499 p:0,001**	**r:0,557 p:0,001**	**r:0,456 p:0,001**	**r:0,495 p:0,001**	**r:0,538 p:0,001**
		Sol	r:0,113 p:0,435	r:0,202 p:0,159	r:0,164 p:0,256	r:0,104 p:0,472	r:0,185 p:0,198	r:0,168 p:0,245
	Amp dirsek altı	Sağ	r:-0,075 p:0,603	r:0,073 p:0,615	r:0,009 p:0,952	r:-0,103 p:0,476	r:0,033 p:0,822	r:-0,026 p:0,860
		Sol	r:-0,205 p:0,153	r:-0,011 p:0,938	r:-0,050 p:0,729	r:-0,220 p:0,125	r:-0,030 p:0,838	r:-0,070 p:0,631
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,037 p:0,798	r:0,087 p:0,550	r:0,085 p:0,555	r:-0,061 p:0,673	r:0,054 p:0,711	r:0,071 p:0,623
		Sol	r:-0,179 p:0,215	r:-0,089 p:0,539	r:-0,170 p:0,239	r:-0,195 p:0,174	r:-0,089 p:0,539	r:-0,170 p:0,237
	NCV	Sağ	r:-0,106 p:0,462	r:-0,097 p:0,501	r:-0,017 p:0,908	r:-0,080 p:0,581	r:-0,095 p:0,513	r:-0,053 p:0,715
		Sol	r:0,208 p:0,147	r:0,140 p:0,334	r:0,080 p:0,582	r:0,203 p:0,157	r:0,149 p:0,301	r:0,087 p:0,547
Nervus median duyu	Lat	Sağ	r:0,074 p:0,610	r:0,126 p:0,384	r:0,027 p:0,851	r:0,077 p:0,593	r:0,105 p:0,466	r:0,069 p:0,636
		Sol	r:-0,125 p:0,386	r:-0,073 p:0,613	r:-0,108 p:0,456	r:-0,102 p:0,479	r:-0,075 p:0,607	r:-0,030 p:0,834
	Amp	Sağ	r:-0,156 p:0,279	r:-0,234 p:0,101	r:-0,217 p:0,130	r:-0,162 p:0,260	r:-0,233 p:0,103	r:-0,181 p:0,209
		Sol	**r:-0,313 p:0,027**	**r:-0,317 p:0,025**	**r:-0,381 p:0,006**	**r:-0,309 p:0,029**	**r:-0,325 p:0,021**	**r:-0,418 p:0,003**
	NCV	Sağ	r:0,247 p:0,083	r:0,228 p:0,111	**r:0,339 p:0,016**	r:0,246 p:0,085	r:0,258 p:0,070	**r:0,333 p:0,018**
		Sol	r:0,176 p:0,220	r:0,018 p:0,900	r:0,133 p:0,356	r:0,152 p:0,291	r:0,032 p:0,827	r:0,041 p:0,777
Nervus ulnaris duyu	Lat	Sağ	r:-0,044 p:0,760	r:0,007 p:0,962	r:-0,045 p:0,759	r:-0,032 p:0,828	r:-0,003 p:0,981	r:0,010 p:0,946
		Sol	r:-0,118 p:0,413	r:-0,092 p:0,524	r:-0,140 p:0,331	r:-0,104 p:0,472	r:-0,115 p:0,427	r:-0,114 p:0,432
	Amp	Sağ	**r:-0,359 p:0,010**	**r:-0,399 p:0,004**	**r:-0,317 p:0,025**	**r:-0,357 p:0,011**	**r:-0,428 p:0,002**	**r:-0,326 p:0,021**
		Sol	**r:-0,325 p:0,021**	**r:-0,331 p:0,019**	**r:-0,473 p:0,001**	**r:-0,327 p:0,020**	**r:-0,357 p:0,011**	**r:-0,510 p:0,001**
	NCV	Sağ	r:0,173 p:0,229	r:0,204 p:0,154	r:0,238 p:0,096	r:0,142 p:0,325	r:0,184 p:0,201	r:0,196 p:0,172
		Sol	**r:0,298 p:0,036**	**r:0,284 p:0,046**	**r:0,388 p:0,005**	**r:0,301 p:0,034**	**r:0,314 p:0,027**	**r:0,379 p:0,007**

Nervus radialis duyu	Lat	Sağ	r:0,129 p:0,371	r:0,079 p:0,588	r:0,084 p:0,563	r:0,133 p:0,359	r:0,096 p:0,509	r:0,143 p:0,322
		Sol	r:0,067 p:0,646	r:0,086 p:0,552	r:0,015 p:0,915	r:0,073 p:0,612	r:0,115 p:0,427	r:0,063 p:0,662
	Amp	Sağ	r:-0,029 p:0,842	r:0,061 p:0,676	r:-0,041 p:0,779	r:-0,015 p:0,919	r:0,061 p:0,622	r:0,000 p:0,998
		Sol	r:-0,070 p:0,629	r:0,038 p:0,793	r:-0,024 p:0,869	r:-0,065 p:0,656	r:0,062 p:0,667	r:0,036 p:0,803
	NCV	Sağ	r:-0,057 p:0,695	r:-0,133 p:0,357	r:0,003 p:0,982	r:-0,056 p:0,698	r:-0,097 p:0,505	r:0,043 p:0,764
		Sol	r:0,082 p:0,571	r:-0,041 p:0,780	r:0,055 p:0,707	r:0,072 p:0,618	r:0,028 p:0,846	r:0,036 p:0,803

Kontrol grubu motor ve duyu EMG ölçümlerine ait sağ ve sol taraf latans, amlitüd ve sinir ileti hızı verileri ile kol, önkol ve bilek çevreleri arasındaki korelasyon analizi verileri Tablo 4.13'te verilmiştir. N.medianus'a ait motor verileri incelendiğinde; sağ bilek amplitüd değeri ile hem sağ kol-önkol çevresi arasında, hem de sol kol-önkol çevresi arasında orta düzeyde pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Bununla beraber; sağ dirsek amplitüd değeri ile sağ ve sol kol çevresi arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Nervus ulnaris'e ait motor verileri incelendiğinde; sol bilek latans değeri ile hem sağ kol-bilek çevresi arasında, hem de sol kol-bilek çevresi arasında orta düzeyde negatif korelasyon tespit edilmiştir. Ayrıca; sağ koltukaltı amplitüd ölçüm değeri ile sol kol çevresi arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Nervus radialis'e ait motor verileri incelendiğinde; sağ dirsekaltı latans değeri ile her iki taraf çevre ölçümleri arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Benzer şekilde; sol dirsekaltı latans değeri ile sağ ve sol kol çevre ölçümleri arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Ayrıca; sağ dirsek latans değeri ile her iki taraf çevre ölçümleri arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Nervus medianus'a ait duyu verileri incelendiğinde; sol amplitüd değeri ile her iki taraf çevre ölçümleri arasında orta düzeyde negatif korelasyon belirlenmiştir. Sağ sinir ileti hızı ile sağ ve sol bilek çevresi ölçümleri arasında da orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Nervus ulnaris'e ait duyu verileri incelendiğinde; sağ ve sol amplitüd değerleri ile her iki taraf çevre ölçümleri arasında orta düzeyde negatif korelasyon belirlenmiştir. Ayrıca; sol sinir ileti hızı ile her iki taraf çevre ölçümleri arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Nervus radialis'e ait duyu verileri incelendiğinde; istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir korelasyon ilişkisi saptanmamıştır.

Tablo 4.14. Deney grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile üst ekstremite uzunluğu ve dinamometre kuvvet ölçümleri arasındaki korelasyon analizi

Sinir	Ölçüm parametresi		Sağ üst ekst. uz.	Sağ kas kuvveti	Sol üst ekst. Uz.	Sol kas kuvveti
Nervus medianus motor	Lat bilek	Sağ	r:0,184 p:0,200	**r:0,331 p:0,019**	r:0,184 p:0,200	**r:0,367 p:0,009**
		Sol	r:0,211 p:0,142	**r:0,366 p:0,009**	r:0,211 p:0,142	**r:0,341 p:0,015**
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,503 p:0,001**	**r:0,377 p:0,007**	**r:0,503 p:0,001**	**r:0,322 p:0,023**
		Sol	**r:0,360 p:0,010**	**r:0,342 p:0,015**	**r:0,360 p:0,015**	**r:0,301 p:0,034**
	Amp bilek	Sağ	r:-0,145 p:0,315	r:-0,065 p:0,655	r:-0,145 p:0,315	r:-0,131 p:0,365
		Sol	r:-0,057 p:0,693	r:-0,209 p:0,145	r:-0,057 p:0,693	**r:-0,317 p:0,025**
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,113 p:0,433	r:-0,064 p:0,658	r:-0,113 p:0,433	r:-0,117 p:0,420
		Sol	r:-0,045 p:0,754	r:-0,197 p:0,171	r:-0,045 p:0,754	r:-0,246 p:0,084
	NCV	Sağ	r:-0,206 p:0,152	r:-0,196 p:0,178	r:-0,206 p:0,152	r:-0,114 p:0,432
		Sol	r:0,047 p:0,747	r:0,036 p:0,806	r:0,047 p:0,747	r:0,004 p:0,977
Nervus ulnaris motor	Lat bilek	Sağ	r:0,138 p:0,339	r:0,086 p:0,554	r:0,138 p:0,339	r:0,091 p:0,528
		Sol	r:0,231 p:0,107	**r:0,366 p:0,009**	r:0,231 p:0,107	**r:0,294 p:0,039**
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,520 p:0,001**	**r:0,329 p:0,013**	**r:0,520 p:0,001**	**r:0,318 p:0,025**
		Sol	**r:0,488 p:0,001**	r:0,028 p:0,848	**r:0,488 p:0,001**	r:0,028 p:0,847
	Lat koltuk altı	Sağ	**r:0,461 p:0,001**	**r:0,287 p:0,043**	**r:0,461 p:0,001**	r:0,252 p:0,078
		Sol	**r:0,442 p:0,001**	r:0,103 p:0,476	**r:0,442 p:0,001**	r:0,126 p:0,383
	Amp bilek	Sağ	r:-0,021 p:0,882	r:-0,083 p:0,566	r:-0,021 p:0,882	r:-0,048 p:0,739
		Sol	r:-0,004	r:-0,129	r:-0,004	r:-0,038

			p:0,978	p:0,371	p:0,978	p:0,794
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,101 p:0,485	r:-0,193 p:0,180	r:-0,101 p:0,485	r:-0,142 p:0,324
		Sol	r:-0,095 p:0,511	r:-0,090 p:0,534	r:-0,095 p:0,511	r:-0,063 p:0,665
	Amp koltuk altı	Sağ	r:0,007 p:0,960	r:-0,084 p:0,563	r:0,007 p:0,960	r:-0,041 p:0,779
		Sol	r:-0,133 p:0,356	r:-0,127 p:0,379	r:-0,133 p:0,356	r:-0,058 p:0,690
	NCV	Sağ	r:-0,192 p:0,181	r:-0,042 p:0,773	r:-0,192 p:0,181	r:-0,076 p:0,601
		Sol	r:-0,268 p:0,060	r:0,148 p:0,305	r:-0,268 p:0,060	r:0,168 p:0,244
Nervus radialis motor	Lat dirsek altı	Sağ	r:0,019 p:0,893	r:0,045 p:0,755	r:0,019 p:0,893	r:-0,065 p:0,656
		Sol	r:0,103 p:0,475	r:0,235 p:0,101	r:0,103 p:0,475	r:0,210 p:0,143
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,390 p:0,005**	r:0,238 p:0,096	**r:0,390 p:0,005**	r:0,152 p:0,292
		Sol	**r:0,367 p:0,009**	**r:0,375 p:0,007**	**r:0,367 p:0,009**	**r:0,289 p:0,042**
	Amp dirsek altı	Sağ	r:-0,172 p:0,232	r:-0,083 p:0,565	r:-0,172 p:0,232	r:-0,099 p:0,495
		Sol	r:-0,259 p:0,069	r:-0,064 p:0,657	r:-0,259 p:0,069	r:-0,111 p:0,441
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,253 p:0,076	r:-0,119 p:0,409	r:-0,253 p:0,076	r:-0,128 p:0,376
		Sol	r:-0,201 p:0,162	r:0,077 p:0,593	r:-0,201 p:0,162	r:0,063 p:0,663
	NCV	Sağ	r:0,011 p:0,938	r:-0,056 p:0,700	r:0,011 p:0,938	r:-0,071 p:0,625
		Sol	r:-0,272 p:0,056	r:-0,131 p:0,364	r:-0,272 p:0,056	r:-0,089 p:0,537
Nervus medianus duyu	Lat	Sağ	**r:0,464 p:0,001**	**r:0,447 p:0,001**	**r:0,464 p:0,001**	**r:0,426 p:0,002**
		Sol	**r:0,525 p:0,001**	**r:0,446 p:0,001**	**r:0,525 p:0,001**	**r:0,384 p:0,006**
	Amp	Sağ	**r:-0,284 p:0,046**	r:-0,143 p:0,323	**r:-0,284 p:0,046**	r:-0,146 p:0,313
		Sol	r:-0,159 p:0,270	r:-0,232 p:0,106	r:-0,159 p:0,270	r:-0,259 p:0,069
	NCV	Sağ	r:-0,195 p:0,175	r:-0,153 p:0,289	r:-0,195 p:0,175	r:-0,099 p:0,495

		Sol	**r:-0,283 p:0,046**	r:-0,179 p:0,213	**r:-0,283 p:0,046**	r:-0,099 p:0,494
Nervus ulnaris duyu	Lat	Sağ	**r:0,449 p:0,001**	r:0,251 p:0,079	**r:0,449 p:0,001**	**r:0,299 p:0,035**
		Sol	r:0,239 p:0,094	r:0,211 p:0,192	r:0,239 p:0,094	r:0,263 p:0,065
	Amp	Sağ	**r:-0,296 p:0,037**	r:-0,202 p:0,160	**r:-0,296 p:0,037**	r:-0,130 p:0,367
		Sol	r:-0,029 p:0,840	r:-0,105 p:0,468	r:-0,029 p:0,840	r:-0,096 p:0,509
	NCV	Sağ	r:-0,174 p:0,226	r:-0,192 p:0,182	r:-0,174 p:0,226	r:-0,198 p:0,169
		Sol	r:-0,017 p:0,906	r:-0,070 p:0,630	r:-0,017 p:0,906	r:-0,087 p:0,549
Nervus radialis duyu	Lat	Sağ	**r:0,369 p:0,008**	r:0,123 p:0,393	**r:0,369 p:0,008**	r:0,097 p:0,504
		Sol	r:0,249 p:0,081	r:-0,122 p:0,400	r:0,249 p:0,081	r:-0,083 p:0,565
	Amp	Sağ	r:-0,272 p:0,056	r:0,107 p:0,461	r:-0,272 p:0,056	r:0,122 p:0,400
		Sol	r:-0,190 p:0,187	r:0,269 p:0,059	r:-0,190 p:0,187	r:0,250 p:0,080
	NCV	Sağ	r:0,059 p:0,683	r:0,076 p:0,599	r:0,059 p:0,683	r:0,088 p:0,542
		Sol	r:0,001 p:0,997	r:-0,005 p:0,975	r:0,001 p:0,997	r:-0,021 p:0,883

Deney grubu motor ve duyu EMG ölçümlerine ait sağ ve sol taraf latans, amlitüd ve sinir ileti hızı verileri ile üst ekstremite uzunluğu ve dinamometre kuvvet ölçümleri arasındaki korelasyon analizi verileri Tablo 4.14'te verilmiştir. N.medianus'a ait motor verileri incelendiğinde; sağ ve sol bilek latans değerleri ile sağ ve sol kas kuvveti arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Sağ ve sol dirsek latans değerleri ile her iki taraf ekstremite uzunluğu ve kas kuvvetleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Sol bilek amplitüd değeri ile sol kas kuvveti arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Nervus ulnaris'e ait motor veriler incelendiğinde; sol bilek latans değeri ile her iki taraf kas kuvveti arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Sağ dirsek latans değeri ile her iki taraf ekstremite uzunluğu ve kas kuvvetleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Sol dirsek latans değeri ile her iki taraf ekstremite uzunluğu arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Sağ koltukaltı latans değeri ile sağ ekstremite uzunluğu-kas kuvveti; sol ekstremite uzunluğu

değeri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Sol koltukaltı latans değeri her iki taraf ekstremite uzunluğu arasında pozitif korelasyon bulunmuştur.

Nervus radialis'e ait motor verileri incelendiğinde; sağ dirsek latans değeri ile her iki taraf üst ektremite uzunluğu arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Bununla birlikte; sol dirsek latans değeri ile her iki taraf ekstremite uzunluğu- kas kuvveti arasında pozitif korelasyon bulunmuştur.

Nervus medianus'a ait duyu verileri incelendiğinde; sağ ve sol latans değerleri ile her iki taraf üst ektremite uzunluğu- kas kuvvetleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca; sağ amplitüd değeri ile ile her iki taraf üst ektremite uzunluğu arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Sol sinir ileti hızı ile her iki taraf üst ektremite uzunluğu arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Nervus ulnaris'e ait duyu verileri incelendiğinde; sağ latans değeri ile sağ üst ekstremite arasında; sol da ise üst ekstremite uzunluğu- kas kuvveti arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır. Sağ amplitüd değeri ile her iki taraf üst ektremite uzunluğu arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Nervus radialis'e ait duyu verileri incelendiğinde; sağ latans değeri ile her iki taraf üst ektremite uzunluğu arasında pozitif korelasyon bulunmuştur.

Tablo 4.15. Kontrol grubu motor ve duyu EMG ölçümleri ile üst ekstremite uzunluğu ve dinamometre kuvvet ölçümleri arasındaki korelasyon analizi

Sinir	Ölçüm parametresi		Sağ üst ekst uz	Sağ kas kuvveti	Sol üst ekst uz	Sol kas kuvveti
Nervus medianus motor	Lat bilek	Sağ	r:0,206 p:0,152	r:-0,189 p:0,188	r:0,206 p:0,152	r:0,214 p:0,135
		Sol	r:0,520 p:0,001	r:0,089 p:0,539	r:0,520 p:0,001	r:0,089 p:0,538
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,604 p:0,001**	r:0,005 p:0,970	**r:0,604 p:0,001**	r:0,147 p:0,308
		Sol	**r:0,669 p:0,001**	r:0,088 p:0,543	**r:0,669 p:0,001**	r:0,017 p:0,909
	Amp bilek	Sağ	r:-0,129 p:0,373	r:0,253 p:0,076	r:-0,129 p:0,373	r:0,196 p:0,173
		Sol	r:-0,016 p:0,913	r:0,265 p:0,063	r:-0,016 p:0,913	**r:0,290 p:0,041**
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,184 p:0,200	r:0,078 p:0,590	r:-0,184 p:0,200	r:0,040 p:0,780
		Sol	r:-0,093 p:0,523	r:0,196 p:0,173	r:-0,093 p:0,523	r:0,241 p:0,092

	NCV	Sağ	**r:-0,322 p:0,022**	**r:-0,280 p:0,049**	**r:-0,322 p:0,022**	r:-0,113 p:0,434
		Sol	**r:-0,392 p:0,005**	r:0,049 p:0,735	**r:-0,392 p:0,005**	r:0,143 p:0,320
Nervus ulnaris motor	Lat bilek	Sağ	**r:0,304 p:0,032**	r:0,116 p:0,423	**r:0,304 p:0,032**	r:0,100 p:0,490
		Sol	**r:0,334 p:0,018**	r:0,016 p:0,914	**r:0,334 p:0,018**	r:0,030 p:0,837
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,475 p:0,001**	r:0,040 p:0,784	**r:0,475 p:0,001**	r:0,004 p:0,976
		Sol	**r:0,642 p:0,001**	r:0,038 p:0,792	**r:0,642 p:0,001**	r:-0,014 p:0,922
	Lat koltuk altı	Sağ	**r:0,658 p:0,001**	r:0,095 p:0,510	**r:0,658 p:0,001**	r:0,076 p:0,601
		Sol	**r:0,455 p:0,001**	r:0,079 p:0,585	**r:0,455 p:0,001**	r:0,119 p:0,410
	Amp bilek	Sağ	r:-0,220 p:0,125	r:-0,022 p:0,878	r:-0,220 p:0,125	r:0,044 p:0,761
		Sol	r:-0,149 p:0,303	r:0,206 p:0,151	r:-0,149 p:0,303	r:0,233 p:0,103
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,159 p:0,271	r:0,094 p:0,515	r:-0,159 p:0,271	r:0,107 p:0,460
		Sol	r:-0,152 p:0,293	r:0,222 p:0,121	r:-0,152 p:0,293	r:0,214 p:0,136
	Amp koltuk altı	Sağ	r:-0,086 p:0,552	r:0,109 p:0,453	r:-0,086 p:0,552	r:0,119 p:0,412
		Sol	r:-0,178 p:0,217	r:0,205 p:0,153	r:-0,178 p:0,217	r:0,174 p:0,228
	NCV	Sağ	**r:-0,296 p:0,037**	r:0,182 p:0,205	**r:-0,296 p:0,037**	r:0,162 p:0,260
		Sol	**r:-0,379 p:0,007**	r:-0,016 p:0,912	**r:-0,379 p:0,007**	r:0,027 p:0,854
Nervus radialis motor	Lat dirsek altı	Sağ	r:0,177 p:0,219	r:-0,015 p:0,916	r:0,177 p:0,219	r:-0,227 p:0,113
		Sol	r:0,105 p:0,467	r:0,180 p:0,211	r:0,105 p:0,467	r:0,148 p:0,304
	Lat dirsek	Sağ	**r:0,378 p:0,007**	**r:0,344 p:0,014**	**r:0,378 p:0,007**	r:0,212 p:0,140
		Sol	**r:0,300 p:0,034**	r:0,170 p:0,237	**r:0,300 p:0,034**	r:0,082 p:0,574
	Amp dirsek altı	Sağ	r:-0,252 p:0,078	r:-0,010 p:0,948	r:-0,252 p:0,078	r:0,049 p:0,733
		Sol	r:-0,234	r:-0,029	r:-0,234	r:-0,027

			p:0,102	p:0,839	p:0,102	p:0,854
	Amp dirsek	Sağ	r:-0,084 p:0,563	r:0,159 p:0,269	r:-0,084 p:0,563	r:0,204 p:0,155
		Sol	r:-0,244 p:0,088	r:-0,093 p:0,519	r:-0,244 p:0,088	r:-0,011 p:0,939
	NCV	Sağ	r:0,090 p:0,535	r:-0,169 p:0,242	r:-0,090 p:0,535	r:-0,189 p:0,190
		Sol	r:-0,-36 p:0,806	r:0,121 p:0,403	r:-0,036 p:0,806	r:0,176 p:0,223
Nervus medianus duyu	Lat	Sağ	**r:0,294** **p:0,038**	r:0,127 p:0,378	**r:0,294** **p:0,038**	r:0,074 p:0,611
		Sol	**r:0,397** **p:0,004**	r:0,075 p:0,606	**r:0,397** **p:0,004**	r:0,046 p:0,750
	Amp	Sağ	r:-0,011 p:0,940	r:-0,138 p:0,338	r:-0,011 p:0,940	r:-0,065 p:0,653
		Sol	r:0,086 p:0,554	r:-0,116 p:0,422	r:0,086 p:0,554	r:-0,022 p:0,880
	NCV	Sağ	r:0,160 p:0,267	r:0,258 p:0,070	r:0,160 p:0,267	r:0,238 p:0,096
		Sol	r:-0,150 p:0,298	r:-0,061 p:0,673	r:-0,150 p:0,298	r:0,093 p:0,521
Nervus ulnaris duyu	Lat	Sağ	**r:0,449** **p:0,001**	r:0,157 p:0,277	**r:0,449** **p:0,001**	r:0,138 p:0,339
		Sol	r:0,198 p:0,168	r:0,224 p:0,117	r:0,198 p:0,168	r:0,239 p:0,095
	Amp	Sağ	r:-0,275 p:0,053	**r:-0,375** **p:0,007**	r:-0,275 p:0,053	**r:-0,296** **p:0,037**
		Sol	r:-0,270 p:0,058	**r:-0,285** **p:0,045**	r:-0,270 p:0,058	r:-0,153 p:0,289
	NCV	Sağ	r:-0,099 p:0,496	r:-0,035 p:0,811	r:-0,099 p:0,496	r:-0,104 p:0,474
		Sol	r:0,013 p:0,927	r:0,078 p:0,588	r:0,013 p:0,927	r:0,010 p:0,945
Nervus radialis duyu	Lat	Sağ	**r:0,290** **p:0,041**	r:0,220 p:0,125	**r:0,290** **p:0,041**	r:0,202 p:0,160
		Sol	r:0,197 p:0,170	**r:0,350** **p:0,013**	r:0,197 p:0,170	**r:0,354** **p:0,012**
	Amp	Sağ	r:-0,047 p:0,744	r:-0,016 p:0,912	r:-0,047 p:0,744	r:0,064 p:0,660
		Sol	r:-0,063 p:0,665	r:0,072 p:0,619	r:-0,063 p:0,665	r:0,212 p:0,140
	NCV	Sağ	r:-0,179 p:0,213	r:-0,027 p:0,853	r:-0,179 p:0,213	r:0,070 p:0,630

		Sol	r:-0,163 p:0,257	**r:-0,283** **p:0,047**	r:-0,163 p:0,257	r:-0,249 p:0,081

Kontrol grubu motor ve duyu EMG ölçümlerine ait sağ ve sol taraf latans, amlitüd ve sinir ileti hızı verileri ile üst ekstremite uzunluğu ve dinamometre kuvvet ölçümleri arasındaki korelasyon analizi verileri Tablo 4.15'te verilmiştir. N.medianus'a ait motor verileri incelendiğinde; sağ ve sol dirsek latans değerleri ile sağ ve sol üst ekstremite uzunlukları arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Sol bilek amplitüd değeri ile sol kas kuvveti arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Bununla beraber; sağ ve sol sinir ileti hızları ile her iki taraf üst ekstremite uzunlukları arasında orta düzeyde negatif korelasyon belirlenmiştir. Ayrıca; sağ sinir ileti hızı ile sağ kas kuvveti arasında orta düzeyde negatif korelasyon belirlenmiştir.

Nervus ulnaris'e ait motor verileri incelendiğinde; sağ ve sol bilek, dirsek ve koltuk altı latans değerleri ile her iki taraf üst ekstremite uzunlukları arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Sağ ve sol sinir ileti hızları ile her iki taraf üst ekstremite uzunlukları arasında orta düzeyde negatif korelasyon ilişkisi tespit edilmiştir.

Nervus radialis'e ait motor verileri incelendiğinde; sağ ve sol dirsek latans değerleri ile her iki taraf üst ekstremite uzunlukları arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Ayrıca; sağ dirsek latans değeri ile sağ dinamometre kas kuvveti arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur

Nervus medianus'a ait duyu verileri incelendiğinde; sağ ve sol latans değerleri ile her iki taraf üst ekstremite uzunluğu arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Nervus ulnaris'e ait duyu verileri incelendiğinde; sağ latans değeri ile her iki taraf üst ekstremite uzunluğu arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Ayrıca; sağ amplitüd değeri ile her iki taraf dinamometre kas kuvveti arasında orta düzeyde negatif korelasyon belirlenmiştir. Sol amplitüd değeri ile sağ dinamometre kas kuvveti arasında orta düzeyde negatif korelasyon belirlenmiştir.

Nervus radialis'e ait duyu verileri incelendiğinde; sağ latans değeri ile her iki taraf üst ekstremite uzunluğu arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Sol latans değeri ile her iki taraf dinamometre kas kuvveti arasında orta düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Sol sinir ileti hızı ile sağ dinamometre kas kuvveti arasında negatif korelasyon belirlenmiştir.

Tablo 4.16. Deney grubu sağ ve sol taraflar arasında sinir ileti hızları korelasyon analizi

Sinir		Sol Duyu NCV			Sol Motor NCV		
		Nervus medianus	Nervus ulnaris	Nervus radialis	Nervus medianus	Nervus ulnaris	Nervus radialis
Sağ Duyu NCV	Nervus Medianus	**r:0,446 p: 0,001**	**r:0,373 p:0,008**	**r:0,391 p:0,005**	r:0,191 p:0,183	**r:0,355 p:0,011**	r:-0,014 p:0,921
	Nervus ulnaris	r:0,242 p: 0,091	**r:0,460 p:0,001**	**r:0,529 p:0,001**	r:-0,011 p: 0,942	r:0,115 p:0,426	r:-0,091 p:0,528
	Nervus radialis	r:0,216 p: 0,133	r:0,261 p:0,067	**r:0,452 p:0,001**	r:0,241 p:0,092	r:0,157 p:0,277	r:-0,103 p:0,476
Sağ Motor NCV	Nervus Medianus	r:0,197 p: 0,170	r:0,217 p:0,130	r:0,202 p:0,161	r:0,172 p:0,233	r:0,143 p:0,323	r:-0,021 p:0,885
	Nervus ulnaris	r:0,118 p: 0,415	r:0,177 p:0,218	r:-0,018 p:0,900	r:0,221 p:0,122	**r:0,367 p:0,009**	r:0,158 p:0,274
	Nervus radialis	r:-0,019 p: 0,895	r:-0,111 p:0,442	r:0,066 p:0,650	r:-0,084 p: 0,563	r:0,052 p:0,722	r:0,227 p:0,113

Tablo 4.16 incelendiğinde; sağ n.medianus duyu sinir ileti hızı ile; sol n.medianus, n.ulnaris ve n.radialis'e ait duyu sinir ileti hızları arasında orta seviyede pozitif korelasyon bulunmuştur. Sağ n.ulnaris duyu sinir ileti hızı ile; sol n.ulnaris ve n.radialis'e ait duyu sinir ileti hızları arasında orta seviyede pozitif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca; sağ ve sol n.radialis duyu sinir ileti hızları arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Bununla beraber; sol n.ulnaris motor sinir ileti hızı ile; sağ n.medianus duyu ve sağ n.ulnaris motor sinir ileti hızları arasında orta seviyede pozitif korelasyon bulunmuştur.

Tablo 4.17. Kontrol grubu sağ ve sol taraflar arasında sinir ileti hızları korelasyon analizi

Sinir		Sol Duyu NCV			Sol Motor NCV		
		Nervus medianus	Nervus ulnaris	Nervus radialis	Nervus medianus	Nervus ulnaris	Nervus radialis
Sağ Duyu NCV	Nervus Medianus	r:0,170 p: 0,239	r:0,174 p:0,227	r:0,226 p:0,115	r:0,046 p: 0,749	r:0,129 p:0,371	r:0,111 p:0,443
	Nervus ulnaris	**r:0,385 p: 0,006**	**r:0,354 p:0,012**	**r:0,439 p:0,001**	r:0,042 p: 0,773	r:0,268 p:0,060	r:0,041 p:0,777
	Nervus radialis	**r:0,419 p: 0,002**	r:0,257 p:0,072	r:0,234 p:0,102	r:0,044 p: 0,760	r:0,251 p:0,078	r:0,029 p:0,843
Sağ Motor NCV	Nervus Medianus	r:0,249 p: 0,081	r:0,063 p:0,663	r:0,189 p:0,188	r:0,160 p: 0,268	r:0,112 p:0,439	r:-0,012 p:0,932
	Nervus ulnaris	**r:0,346 p: 0,014**	r:-0,011 p:0,941	r:0,191 p:0,183	r:0,121 p: 0,401	r:0,157 p:0,275	r:0,125 p:0,387
	Nervus radialis	r:-0,029 p: 0,842	r:0,179 p:0,214	r:-0,089 p:0,537	r:-0,155 p: 0,281	r:-0,028 p:0,845	r:0,220 p:0,124

Kontrol grubu sağ ve sol taraflar arasındaki sinir ileti hızları korelasyon analiz verileri Tablo 4.17'de verilmiştir. Tablo 4.17' deki veriler incelendiğinde; sol n.medianus duyu sinir ileti hızı ile; sağ n.ulnaris'in duyu-motor sinir ileti hızları ve sağ n.radialis'in duyu sinir ileti hızı arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Bununla birlikte; Sağ n.ulnaris duyu sinir ileti hızı ile sol n.ulnaris ve n.radialis'in duyu sinir ileti hızı arasında orta düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

İnsanlar; günlük aktiviteleri sırasında, araç kullanırken veya meslekleri gereği alet kullanırken sıklıkla titreşime maruz kalabilmektedirler. Bu tür sürekli ve tekrarlayan titreşim maaruziyeti, titreşimin şiddeti, frekansı ve süresine bağlı olarak çeşitli sağlık problemlerine neden olabilir (Krajnak, 2018). Bu sebeple, el-kol ve tüm vücut titreşimine maruz kalan kişilerin sağlığını korumak amacıyla uluslararası sağlık ve güvenlik standartları geliştirilmiştir (Griffin, 2004). Motosiklet sürücüleri de motor ve yol yüzeyinden kaynaklanan titreşimler nedeniyle sürekli olarak mekanik kuvvet streslerine maruz kalmaktadır. Bu mekanik stresler; özellikle motosikletin gidon, gaz ve fren kontrolü gibi işlemleri sırasında ön kollar, bilekler ve ellerde yoğunlaşmaktadır (Marina, Porta, Vallejo, & Angulo, 2011; Torrado, Marina, Baudry, & Ríos, 2021). Yüksek frekanslı kronik titreşim maruziyetleri, sinir dokusunda nörovasküler mikro hasarlara yol açarak, zamanla sinir fonksiyon bozukluklarının oluşumuna zemin hazırlayabileceği ifade edilmektedir (Bozzetto, Remuzzi, & Valen-Sendstad, 2024). Uzun süreli ve tekrar eden bu etkileşimler; sinirlerde myelin dejenerasyonu, akson kaybı, inflamasyon, ödem ve perivasküler fibrozise neden olarak sinirlerin elektriksel iletim yeteneklerini bozabilir (Pacurari, Waugh, & Krajnak, 2019; Zimmerman, Nilsson, & Dahlin, 2023).

Motokuryeler meslekleri gereği uzun süreli sürüşler, sürekli gaz ve fren kontrolü gibi işlemler sırasında; özellikle ön kol, bilek ve elde dinamik ve statik strese maruz kalmaktadır (Abdulwahid ve ark., 2022). Bu durum; ergonomik olmayan duruş pozisyonu, uzun süreli hareketsizlik, sürekli tekrarlanan hareketler nedeniyle kasların spazm ve sinir sıkışmalarına meyilli hale gelmesine yol açabilmektedir (Marina ve ark., 2011). Ayrıca; fleksiyonun hakim olduğu üst ekstremite duruş bozukluklarına bağlı aşırı kullanılan kasların mekanik stres artışı ve periferik sinirler üzerine mekanik baskı oluşturması olasıdır (Joseph ve ark., 2020). Bu artan basınç, sinirlere doğrudan baskı yaparak sinir liflerinin zarar görmesine ve

inflamasyona sebebiyet verebilir. Bu süreç; sinirin normal işlevini bozabilir ve sinir iletim hızını düşürebilir. Bununla beraber; parestezi, ağrı ve fonksiyon kaybı gibi semptomların görülmesine neden olabilir (Pacurari ve ark., 2019; Mensch ve Zierz, 2020). Benzer şekilde; üst ekstremite sinir lezyonlarının mesleki deformasyona uğradığı diğer bir meslek grubunun da taksi şoförleri olduğu belirtilmektedir. Yapılan çalışmada; taksi şoförlerinin özellikle sol dirseklerini araçların pencere kenarına dayama alışkanlığı, dirseğin uzun süre fleksiyonda kalmasına neden olur, bu da ulnar sinir üzerinde mekanik baskı yaratarak ulnar nöropati riskini artırabilir. Yapılan çalışmada, 40 taksi şoförü ile 40 kontrol grubundan oluşan bireyler karşılaştırmıştır. Taksi şoförlerinde, özellikle sol tarafta ulnar sinirin dirsek bölgesinde motor ve duyusal sinir iletim hızları anlamlı derecede düşmüş, latans gecikmesi anlamlı derecede uzamıştır. Hem sol hem de sağ ulnar sinirlerde benzer bulgular saptanmış ve bu durum kontrol grubuyla kıyaslandığında daha belirginleşmiştir. Sol dirseğe yaslanma alışkanlığı olmayan taksi şoförlerinde ulnar sinir iletim parametreleri ve latans gecikmesi her iki tarafta istatistiksel olarak benzerken, sol dirseğe yaslanma alışkanlığı olanlarda sol ulnar sinirde motor ve duyusal iletim hızları daha yavaş, latans daha uzun bulunmuştur. Sonuç olarak; uzun süreli dirsek fleksiyonu ve alışkanlık haline gelmiş sol dirsek dayaması, taksi şoförlerinde elektrodiagnostik olarak tespit edilen ulnar sıkışma nöropatisine neden olabileceği ileri sürülmüştür (Afşar ve ark., 2014). Biz de çalışmamızda; motorkuryelerin maruz kaldığı mesleki deformasyonlara bağlı sinir ileti hızı parametrelerini inceledik. Çalışmamızda literatürle uyumlu şekilde n.medianus ve n.ulnaris'in duyu parametlerinde kontrol grubuna göre değişimler saptadık. N.medianus ve n.ulnaris'in sinir ileti hızı duyu amplitüd değerlerinde anlamlı düşüşler belirledik. Duyu bozukluklarının bir göstergesi olarak değerlendirilen amlitüd değerlerindeki anlamlı düşüş deney grubunun sol ekstremitesinde görüldü. Bu durum, motosiklet kullanıcılarının sol ellerini daha az kullanmasından ve kas hareketlerinin daha az yapılmasından kaynaklanıyor olabileceğini düşünmekteyiz.

Mesleki olarak uzun süre devam eden sinir baskısı, akson demetlerinin yapısında kalıcı anatomik değişikliklere neden olabilir. Dejenerasyon ve nörovasküler deformasyonlar sinirin rejenerasyon yeteneğini olumsuz yönde etkiler ve sinir iletiminde bozuklukların oluşmasına neden olabilir (Baron ve ark., 2017). Yüksek frekanslı titreşimlerin yaydığı enerji, sinir liflerinin miyelin kılıflarında mikro hasarlara neden olabilir (Gerhardsson ve ark., 2020). Miyelin kılıfı, sinir akson lif demetlerini saran ve elektriksel impulslarının hızını artıran yalıtkan bir yapı görevi görür. Miyelin doku zarar gördüğünde, sinir iletim hızı azalır ve sinirin elektriksel impuls iletiminin yavaşlayacağı anlamına gelir (Modrak, Talukder,

Gurgenashvili, Noble, & Elfar, 2020). Ayrıca; titreşim ve mekanik baskı, sinir dokusunda inflamatuar reaksiyonların oluşmasına yol açabilir. Bu durumun kronikleşmesi zincirleme biyolojik reaksiyonların oluşmasına sebep olarak; ödem ve lokal doku hasarına neden olur (Pacurari ve ark., 2019). Mesleki deformasyonlara bağlı bu süreçler, motokuryelerin sıklıkla karşılaştığı üst ekstremite sinir sıkışmalarına ve buna bağlı dejenerasyonlara zemin hazırlayabilir (Abdulwahid ve ark., 2022). Yapılan bir çalışmada; titreşim sendromunun sebep olduğu rahatsızlıklara bağlı hastaneye başvuran 431 hasta, uzun süreli el-kol titreşime bağlı sağlık sorunları açısından incelenmiştir. Çalışma, proksimal kompresyon nöropatisinin yaygınlığını ve kompresif nöropatiler ile ilişkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Değerlendirilen hastaların %79'unun uyuşukluk, %20'sinin ise azalmış duyusal algı sorunu olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, hastaların neredeyse yarısında (%45) bilekte median nöropati, %7'sinde ise ulnar nöropati tespit edilmiştir (Ahmad, House, Holness, Nisenbaum, & Thompson, 2023).

Motokuryelerin günlük iş rutinleri, sürekli motor kullanımı ve hızlı teslimat gereksinimleri düşünüldüğünde; belirli kas gruplarında yorgunluk ve stres oluşumu oluşabilir. Ayrıca, motor üzerinde uzun süre dengede kalmak zorunda kalan motokuryeler, üst ekstremite kaslarını aktif olarak kullanılır ve bu da belirli kas gruplarında fazla kullanıma yol açabilir. Trafik içinde sürekli manevra yapma zorunluluğu, keskin virajlar ve ani dönüşler esnasında, kasların gerilmesine ve fazla kasılı kalmasına neden olur. Bu nedene bağlı olarak kas yorgunluğu ve spazmı artabilir (Torrado ve ark., 2021). Motosiklet sürücüleri, direksiyon ve gidon kontrollerini yönetirken, özellikle kol ve ön kollarında uzun süreler boyunca yüksek kas gerilimi yaşamak zorundadır. Motosiklet yarış pilotlarında yapılan çalışmada; gaz kolu ve ön frenleri kontrol eden sağ el fleksörlerindeki kas aktiviteleri incelenmiştir. Araştırma kapsamındaki, yaş ortalaması 32,5 olan, 10 yetişkin sürücü, her bir yarış etabını tamamladıktan sonra el kavrama kuvveti testine tabi tutulmuştur. Maksimal istemli kasılma değerlerinin ilk iki bayrak yarışında (toplamda 50-60 dakika) korunduğunu ancak daha sonra kademeli olarak azaldığı görülmüştür (Marina ve ark., 2011). Çalışmamızda da her iki grubun, dinamometre ile el kavrama gücü ölçüldü. Kontrol ve deney grubu arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı. Deney grubunun kendi içerisinde sağ ve sol ekstremite karşılaştırmasında da taraflar arasında kas kuvvetleri açısından anlamlı farklılık saptanmadı.

Motosiklet sürücüleri, uzun süreli ve tekrarlayan titreşim maruziyetiyle karşı karşıya kaldıklarında; lokomotor sistemde nörofizyolojik olarak belirgin değişiklikler yaşanabilir (Abdulwahid ve ark., 2022). Bu değişiklikler, kasların ve sinirlerin yapısal bütünlüğünü ve

fonksiyonlarını etkileyebilir. Bu durum; çeşitli kas-iskelet ve nöroanatomik rahatsızlıkların ortaya çıkmasına zemin hazırlar (Joseph ve ark., 2020). Tonik vibrasyon refleksi (TVR) olarak adlandırılan mekanizma, kas tendonlarına doğrudan uygulanan titreşimler sonucu kasların istemsizce kasılmasına neden olur. Bu nöroanatomik refleks; vücudu titreşime karşı stabilize etmeye çalışırken, kas yorgunluğuna ve sertliğine yol açabilir (Kalaoglu ve ark., 2023). Ayrıca, motosikletin kontrolü için gerekli olan sürekli kavrama duruşu ve direksiyon manevraları özellikle ön kol, bilek ve ellerde mekanik baskıyı artırır (Marina ve ark., 2011). Sürücülerin kas iskelet sistemlerinde oluşan bu sürekli zorlanma, sinir sıkışmaları gibi nörolojik problemlerin oluşmasına sebep olabilir. Bununla birlikte; kişilerde karpal tünel sendromu gibi sinir sıkışmalarını içeren klinik sorunların oluşum mekanizmalarını da tetikleyebilir (Baron ve ark., 2017). Motokuryeler, uzun süreli motorsiklet kullanımından kaynaklanan mesleki maruziyetle ilişkili kas iskelet bozuklukları ve periferik sinir sıkışmaları şeklinde kendini gösteren sağlık sorunları yaşayabilir (Soo ve ark., 2012). Özellikle, motosikletin sürekli kontrolü ve dengede tutulması gerekliliği, boyun, omuz ve sırt kaslarında aşırı gerilime neden olabilir ve bu da uzun vadede kronik ağrılara yol açabilir. Klinik çalışmalarda, bu tür maruziyetlerin sinir ileti hızlarında azalmaya ve fonksiyonel kapasitede düşüşe neden olduğu belirtilmektedir (Baron ve ark., 2017; Modrak ve ark., 2020). Mesleki deformasyona bağlı el-kol titreşim sendromu tanısı almış katılımcılar arasında yapılan bir çalışmada; her sinir için olası karpal tünel sendromu, Guyon sendromu ve dijital nöropati gibi nöropati türleri sınıflandırılmıştır. Çalışmada 34 hasta ve 23 kontrol bireyinin median, ulnar ve radial sinirlerinin nasıl etkilediği karşılaştırılmıştır. Çalışmada, kontrol grubuna kıyasla hasta grubunda median ve ulnar sinirlerdeki duyusal sinir iletim hızlarında anlamlı azalmalar bulunmuştur. Özellikle; sinir aksiyon potansiyellerinin amplitüd ölçümleri, titreşim sendromlu hastaların çeşitli segmentlerindeki üç sinirin tamamında da azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Genel olarak, titreşim sendromunlu hastaların %52,9'unda dijital nöropati, karpal tünel ve/veya Guyon sendromunu içeren çok odaklı nöropati sergilendiği rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, titreşim sendromunun eldeki üç ana sinirin tamamını etkileyebileceğini ve dijital nöropatinin baskın bir sorun olduğunu vurgulamaktadır (Hirata ve Sakakibara, 2007). Literatürle uyumlu şekilde; çalışmamızda da, deney grubuna ait katılımcıların her üç sinirinde de sinir ileti hızı parametlerinde kontrol grubuna göre bozulmayı gösteren istatistiksel anlamlı değişimler tespit edildi. Motokuryelerin sol n.medianus ve n.ulnaris'sinin duyu parametlerindeki amlitüd değerlerinde düşüş yönünde değişimler belirlenirken; sol n.radialis'in motor sinir ileti hızında anlamlı düşüş belirlendi. Özellikle; motokuryelerin sol n.radialis'indeki sinir ileti

hızı düşüşü uzun süreli motor kullanımına bağlı mesleki deformasyona işaret ettiğini düşünmekteyiz. Ayrıca; sadece sol ekstremitedeki n.radialis'in sinir ileti hızındaki düşüşün motosiklet sürücülerinde sol ekstremitenin sağa göre daha az hareketli olmasına bağlı olabileceğini düşündürmektedir.

Motorlu araçların uzun süreli kullanımı sonucu; sürücüler kol, ön kol ve bacaklarını uzun süre aynı pozisyonda tutarlar. Bu durum; özellikle bu bölgelerden geçen sinirlere artan bir fiziksel stres yüklemektedir ve titreşim sendromu olarak nitelendirilmektedir (Joseph ve ark., 2020). Bu kapsamda; uzun süreli araç kullananlarda yapılan bir çalışmada; bilek ve ayakta kronik tekrarlayan hareketlerin, direksiyon ve pedallardan gelen titreşimlerin sinir iletim parametrelerini etkileyip etkilemediği incelenmiştir. Profesyonel ağır araç sürücüleri ile kontrol grubu arasında ortalama duyusal ve motor gecikme, ortalama duyusal ve motor sinir ileti hızı parametreleri karşılaştırılmıştır. Profesyonel sürücülerin; sağ el bölgelerinde duyusal sinir ileti hızı'nın kontrole göre azaldığı ve n.medianus'un duyusal latans'ının da arttığı gözlenmiştir. Ayrıca, sürücülerde n.ulnaris'in duyusal latansı ve n.suralis'in duyusal latansının da daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, el ve ayakta iletilen stres ve titreşimlerin nörolojik iletim bozukluklarına yol açtığı ileri sürülmektedir (Kashif, Gaurav, Nadeem, & Aliya, 2020). Diğer bir çalışmada ise; titreşime maruz kalan tersane işçilerinde bilekten el ve parmaklara kadar segmental duyusal sinir ileti hızı ölçülmüştür. Duyusal sinir ileti hızının özellikle parmaklarda yavaşlayıp yavaşlamadığını değerlendirmeyi hedeflemişlerdir. Sonuçlar, hem dominant hem de dominant olmayan ellerde, bilek-avuç içi ve parmaklardaki hem n.ulnaris hem de n.medianus'un duyusal sinir ileti hızının, avuç içi-proksimal parmak segmentlerine göre daha yavaş olduğunu göstermiştir. Titreşime maruz kalan katılımcıların dominant taraftaki elde n.medianus'un sinir ileti hızı; avuç içi segmenti için 50,8 m/s, parmak için 42,1 m/s olarak ölçülmüştür. Parmaklardaki duyusal sinir iletim hızını azalmasının endüstriyel titreşime maruz kalmanın bir sonucu olabileceği öne sürülmektedir (Cherniack ve ark., 2004). Çalışmamızdan elde ettiğimiz verilerden, literatürü destekler sonuçlar elde ettiğimiz görülmektedir. Deney grubu katılımcılarının sağ ve sol taraflarını kendi içerisinde istatistiksel olarak kıyasladığımızda, motokuryelerin sol n.medianus sinir ileti motor latans değerleri uzamış olarak tespit edilmiştir. Buna karşın; kontrol grubunun sağ ve sol ekstremite taraflarını kendi içerisinde karşılaştırdığımızda benzer bir anlamlı fark bulunmamıştır. Deney grubuna ait katılımcılarda sol ekstremitedeki n.medianus latans uzaması, motor kullanımında sol tarafın sağ tarafa kıyasla daha fazla deformasyona maruz kaldığını düşündürmektedir.

Yüksek frekansta çalışan aletlerin vücutta yarattığı nörovasküler bozukları ele alan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Kronik vibrasyona maruz kalmak, vücutta birtakım deformiteler yaratabilmektedir (Musson, Burdorf, & van Drimmelen, 1989). Yüksek frekansta vibrasyon üreten araçların kullanımı sonucu; el-kol titreşimine tekrarlı maruziyet, el-kol titreşim sendromu olarak adlandırılan bir rahatsızlığın gelişimi ile ilişkilendirilmiştir (Kalaoglu ve ark., 2023). Bu rahatsızlığın belirgin semptomları arasında parmak ve ellerde beyazlaşmaya yol açan damar spazmları bulunmaktadır (Krajnak, 2018). Ayrıca, ellerde ve parmaklarda dokunsal hassasiyet kaybı, ağrı, ince motor becerilerde ve kavrama gücünde azalma, eklem yaralanmaları ve kas atrofileri oluşabilmektedir. Maruz kalınan süre, el-kol titreşim sendromu gelişimi ile ilişkilendirilen ana faktör gibi görünmekle birlikte, titreşim frekansının da bozukluğun gelişim riskine katkıda bulunabileceği ifade edilmektedir (Krajnak ve ark., 2013). El-kol titreşim sendromu, titreşimli aletlerin uzun süreli kullanımından kaynaklanan karmaşık bir rahatsızlıktır ve etiopatolojisi mekanik titreşimin vasküler, nörolojik ve lokomotor bileşenler üzerindeki etkilerinin bir kombinasyonunu içerir (Punnett ve Wegman, 2004). Titreşim, el ve parmaklardaki kan damarlarında periyodik vazokonstriksiyon yaratır. Bununla birlikte; ergonomik bozukluklar ve hava şartları gibi çevresel koşullar da vazospazmı derinleştirebilir (Bovenzi, Giannini, & Rossi, 2000). Vazospazm, sinir-kas sisteminin kan akışını sınırlar ve doku iskemisine yol açabilir. Uzun vadede bu durum, damar duvarlarında yapısal anatomik değişikliklere ve endotelyal işlev bozukluğuna neden olabilir (Hirata ve Sakakibara, 2007). Titreşime maruz kalan bireylerde görülen, parmaklarda beyazlaşma ve maviye dönme gibi belirtileri içeren bu durum, titreşime bağlı olarak gelişen bir tür sekonder Raynaud fenomeni olarak belirtilmektedir (Hirano, 2024). Bu kapsamda, titreşimin patofizyolojik etkilerini konu alan bir çalışmaya, montaj tesisinde titreşime maruz kalan 38 işçi (30 erkek ve 8 kadın) dahil edilmiştir. Tüm katılımcıların titreşim ve sıcaklık algılama eşikleri ile boyun, omuz, dirsek ve ellerdeki kas-iskelet sistemi semptomları belirlenmiştir. Sekonder Raynaud hastalığı görülme sıklığı erkek çalışanlarda %30, kadınlarda ise %50 olarak kaydedilmiştir. Nörosensoriyel semptomların benzer prevalansı erkeklerde %70, kadınlarda ise %88 olarak kaydedilmiştir. Erkek işçilerde kas-iskelet sistemi bulguları kadınlara oranla daha yaygın bulunmuştur. Baskın semptomlar; gergin boyun sendromu, biseps tendiniti, karpal tünel sendromu ve el/bilekte ulnar sinir sıkışması olarak kaydedilmiştir (Gerhardsson ve ark., 2020).

Sinir sistemi üzerinde mekanik stresi oluşturan kronik titreşim, sinir liflerinde doğrudan hasara yol açabilir. Sinir liflerinin miyelin kılıflarında bozulmalar ve aksonal hasarlar oluşabilir (Zimmerman ve ark., 2023). Ayrıca, titreşim nedeniyle sinirler üzerindeki

basınç artabilir, bu da sinir iletiminde bozulmaya ve sinir fonksiyonlarında patolojilere neden olabilir (Mensch ve Zierz, 2020). Uzun süreli yüksek frekansta titreşim maruziyeti, sinir uçlarında aşırı aktivasyon ve sonrasında duyu algılama eşiklerinde yükselme gibi nörolojik fonksiyonlarda azalmalara sebebiyet verebilir (Kalaoglu ve ark., 2023). Bu durum; hassasiyet kaybı, uyuşma ve yanma hissi gibi semptomlarla kendini gösterebilir (Punnett ve Wegman, 2004). Mesleki deformasyonlara başka bir örnek olarak; diş hekimleri klinik uygulamalarında düzenli olarak yüksek frekansta titreşimli aletlere maruz kalmaktadır ve bu durum periferik sinir fonksiyon bozukluklarıyla ilişkilendirilmektedir. Yapılan çalışmada; en az 10 ay boyunca titreşimli aletleri kullanan 22 diş hekimi asistanı ve titreşime maruz kalmayan 22 tıp asistanının sinir ileti parametreleri ve titreşim algılama eşiği değerleri karşılaştırılmıştır. Mesleki deformasyona bağlı periferik sinir fonksiyon bozukları tespit edildiği belirtilmiştir. Diş hekimlerinin; sağ n.medianus'un proksimal latans'ı ile sol eldeki titreşim algılama eşiği arasında; sol n.medianus'un minimum F-dalga gecikmesi ile sol eldeki titreşim algılama eşiği arasında ve sol n.ulnaris'in minimum F-dalga gecikmesi ile sol eldeki titreşim algılama eşiği arasında pozitif korelasyon olduğu ifade edilmiştir (Limbu ve ark., 2021).

Uzun çalışma sürelerinin, periferik sinir sisteminde belirgin fonksiyonel bozulmalara yol açabileceğine yönelik çalışmalar mevcuttur. Yapılan bir nörofizyolojik çalışma, uzun süreli bilgisayar kullanan 50 operatörün sinir iletim hızlarını karşılaştırmıştır. Elde edilen bulgular, altı saatten fazla bilgisayar kullanan bireylerde ağrı, parestezi ve sübjektif zayıflık gibi belirtilerin yanı sıra n.medianus ve n.ulnaris'in sinir iletim hızlarında anlamlı bir azalma olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, uzun süreli bilgisayar kullanımının periferik nöropati riskini artırdığını ve sinir fonksiyonlarında bozulmalara yol açabileceğini ileri sürmektedir (Ganeriwal, Biswas, & Srivastava, 2013). Çalışmamızda da literatürü destekler sonuçlar elde ettik. Deney grubuna ait çalışma yılı ile sinir ileti parametrelerinin korelasyon analizini yaptığımızda; çalışma yılının, n.medianus'un sol dirsek bölgesindeki motor latans değeri ile pozitif korelasyon gösterdiğini belirledik. Çalışma yılı arttıkça sol dirsek bölgesinde n.medianus motor latans değerlerinin uzadığını gösterdik. Ayrıca; çalışma yılı ile sol ekstremite n.medianus motor sinir ileti hızı arasında istatistiksel olarak anlamlı ters korelasyon olduğunu belirledik. Bunun yanında; deney grubunda çalışma yılı ile sol n.medianus duyu sinir ileti hızı arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar, motokuryelerin yaşadığı mesleki deformasyonun çalışma süresi ile ilişkisini göstermektedir.

Biyomekanik stres, dokuların rezonansa girmesine ve daha fazla hasara neden olabilecek yüksek enerji emilimine yol açabilir (Gerhardsson ve ark., 2020). Doku hasarı, inflamatuar yanıtların ve buna bağlı oksidatif stres yükünün artmasına neden olabilir. Bu süreçler, dokularda daha fazla zarara ve fonksiyon kaybına yol açabilir (Pacurari ve ark., 2019). Titreşime maruz kalan damarlarda, özellikle yüksek frekanslarda (>100 Hz), damar duvarlarında kalınlaşma ve daralma gözlemlenmiştir. Damar dokusunda oksidatif stresin artışı ve vasküler düzensizlikler görülmüştür. Bunlar arasında, damar düz kas miktarının artması ve perivasküler fibrosiz yer almaktadır. Nörovasküler bozukluklar neticesinde nörolojik rahatsızlıklarda rapor edilmektedir (Bovenzi ve ark, 2000; Baron ve ark., 2017). Myelin kılıflarında incelme ve sinir liflerinde yapısal mikroanatomik bozulmalar tespit edilmiştir. Titreşime maruz kalmak; sinir demiyelinizasyonu, aksonal atrofi ve hücre dejenerasyonunun yanı sıra schwann hücrelerinin dejenerasyonuna bağlı duyu kaybına neden olabilir (Gerhardsson ve ark., 2020; Zimmerman ve ark., 2023). Titreşim kaynaklı bozuklukların gelişiminde frekansın kritik bir faktör olduğu gösterilmiştir. Özellikle yüksek frekanslarda, kronik titreşimin zararlı etkileri daha belirgin hale gelmektedir. Yüksek frekanslardaki titreşimlerin özellikle üst ekstremitede yumuşak dokulara nüfuz etmesi ve bu bölgelerde daha yüksek stres ve gerilim oluşturması, vasküler ve sinirsel fonksiyon bozukluklarına yol açabilir (Krajnak ve ark., 2012; Kalaoglu ve ark., 2023). Yapılan bir çalışmada; motorlu testere kullanımı sebebiyle mesleki olarak üst ekstremite titreşimine maruz kalan orman işçilerinin üst uzuvlarındaki sinir ileti hızları incelenmiştir. Çalışma, 20 motorlu testere kullanan işçi ile titreşime maruz kalmayan ağır işlerle uğraşan 20 orman işçisi ve 20 sağlıklı erkek kontrol grubu katılımcısını kapsamaktadır. Median, ulnar ve radial sinirlerden duyusal ve motor sinir ileti ölçümleri, hız ve genlik açısından iki taraflı olarak ele alınmıştır. Orman işçilerinin periferik damar fonksiyonunu değerlendirmek için parmak sistolik kan basıncı ölçümü yapılmıştır. Motorlu testere operatörlerinde median ve radial sinirlerin çeşitli segmentlerinde duyusal sinir iletiminin, titreşime maruz kalmayan orman işçileri ve kontrollerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde azaldığı gösterilmiştir. Deney grubunda en sık rastlanan nörofizyolojik bozukluk, motor liflerinden ziyade duyu liflerini etkileyen çok odaklı sinir iletim bozukluğu olduğu belirtilmiştir. Motorlu testere kullanan işçilerinde, ergonomik stres faktörlerinin yanı sıra elle iletilen titreşime maruz kalmanın periferik sinir bozukluklarına katkıda bulunduğu ileri sürülmüştür (Bovenzi ve ark., 2000). Çalışmamız; uzun süreli motor kullanımının, motokuryelerde üst ekstremite sinir sağlığı üzerine belirgin nörofizyolojik değişikliklere yol açtığını göstermektedir. Elde edilen

bulguların, uzun süreli motosiklet kullanımı için ergonomik düzenlemelerin ve koruyucu stratejilerin geliştirilmesine katkı sunabileceğini düşünmekteyiz.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Uzun süreli tekrarlayan titreşimlere maruz kalmak ve ergonomik olmayan çalışma şartları lokomotor sistemde önemli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu değişiklikler, kas ve sinir yapısında bozulmalara ve çeşitli kas-iskelet rahatsızlıklarının oluşumuna zemin hazırlayabilmektedir. Sonuç olarak; bu çalışma, motokuryelerin uzun süreli motosiklet kullanımının üst ekstremite sinirlerinde belirgin nörofizyolojik değişikliklere yol açtığını göstermektedir.

Kontrol ve deney grubu birbiri ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında; deney grubuna ait sol n.medianus duyu amplitüd değerleri istatistiksel olarak anlamlı düşüş göstermiştir. Benzer şekilde; deney grubuna ait sol n.ulnaris duyu amplitüd değerinde de anlamlı düşüş tespit edilmiştir. Ayrıca; deney grubuna ait sol n.radialis motor sinir ileti hızı kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düşüş göstermiştir.

Kontrol ve deney grupları kendi içerisinde, sağ ve sol ekstremite tarafları arasında istatistiksel olarak karşılaştırıldığında; her iki grupta da sağ-sol taraf ekstremiteler arasında duyu sinir ileti hızı parametreleri açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bununla beraber; kontrol grubu içinde, sağ ve sol ekstremite tarafları arasında n.medianus motor amplitüd değeri sol bilek ve dirsek bölgesinde anlamlı düşüş göstermiştir. Deney grubu içinde ise; sağ ve sol ekstremite tarafları arasında n.medianus motor amplitüd değeri sol bilek ve dirsek bölgesinde anlamlı düşüş göstermiştir. N.medianus motor latans değerinin de sol bilek bölgesinde anlamlı uzadığı tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, motokuryeler ve diğer profesyonel motosiklet sürücüleri için ergonomik düzenlemelerin ve koruyucu stratejilerin önemini vurgulamaktadır. Motosiklet sürücülerinin sağlığını korumak ve iş gücü kaybını önlemek için düzenli sağlık kontrolleri, uygun ergonomik düzenlemeler ve yeterli dinlenme süreleri esastır. Bu tür önlemler, sürücülerin uzun dönem sağlık sorunlarından korunmalarına yardımcı olabileceği gibi genel yaşam kalitelerini de artırabileceği kanısındayız.

7. KAYNAKLAR

Abacı, Y. A., Kürkçüoğlu, A., & Şençelikel, T. (2020). Genç erişkin bireylerde vücutta altın oran değerlendirmesi. *Antropoloji*, (40), 92-104. https://doi.org/10.33613/antropolojidergisi.659897.

Abdulwahid, S. N., Mahmoud, M. A., Zaidan, B. B., Alamoodi, A. H., Garfan, S., Talal, M., & Zaidan, A. A. (2022). A comprehensive review on the behaviour of motorcyclists: Motivations, issues, challenges, substantial analysis and recommendations. *International journal of environmental research and public health*, *19*(6), 3552. https://doi.org/10.3390/ijerph19063552.

Afşar, S. İ., Çetin, N., Ayaş, Ş., Mumcu, G. A., & Karataş, M. (2014). Ulnar nerve conduction abnormalities in Turkish taxi drivers. *Archives of Rheumatology*, *29*(2), 110-117. https://doi.org/10.5606/ArchRheumatol.2014.3587.

Ahmad, S., House, R., Holness, D. L., Nisenbaum, R., & Thompson, A. M. S. (2023). Evaluation of neurological testing for hand-arm vibration syndrome. Occupational medicine (Oxford, England), 73(1), 36–41. https://doi.org/10.1093/occmed/kqac137.

Akyüz, G. (2003). *Tuzak Nöropatileri, Elektrodiagnoz.* Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.

Arıncı, K., & Elhan, A. (2005). *Anatomi.* 1. Cilt (4. Baskı), Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.

Arifoğlu, Y. (2017). *Her Yönüyle Anatomi*. İstanbul: Tıp Kitapevleri.

Bagçeci, AM., Boşnak, M., Yiğiter, R., Yılmaz, M., Çakmak, E. A., & Bağcı, C. (2011). The study of electrophysiological changes in nerve conduction of upper extremities in female volleyball players. *Gaziantep Medical Journal*, 17(2), 51-56. https://doi.org/10.5455/GMJ-30-2011-25.

Bamaç, B., Çolak, S., Dündar, G., Selekler, H. M., Taşkıran, Y., Çolak, T., & Balcı, E. (2014). Influence of the long term use of a computer on median, ulnar and radial sensory nerves in the wrist region. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 27, 1026-1035. https://doi.org/10.2478/s13382-014-0335-z.

Baron, R., Maier, C., Attal, N., Binder, A., Bouhassira, D., Cruccu, G., ... & Treede, R. D. (2017). Peripheral neuropathic pain: a mechanism-related organizing principle based on sensory profiles. *Pain*, *158*(2), 261-272. https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000753.

Barut, Ç., & Kıran, S. (2005). Antropometrinin Ergonomide Kullanımı. *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, *6*(21), 31-36.

Baş, O., Paktaş, Y., Özen, O. A., Songur, A., Üçok, K., Mollaoğlu, H., & Toktaş, M. (2006). Erkek voleybolcuların üst ekstremitelerine ait bazı antropometrik ölçümler. Kocatepe Tıp Dergisi, 7: 45-48.

Beyazova, M., Kutsal, Y. G. (Ed). (2016). *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.

Bonfiglioli, R., Mussoni, P., Graziosi, F., Calabrese, M., Farioli, A., Marinelli, F., & Violante, F. S. (2013). Effects of 90 min of manual repetitive work on skin temperature and median and ulnar nerve conduction parameters: a pilot study in normal subjects. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *23*(1), 252-259. http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.09.001.

Bovenzi, M., Giannini, F., & Rossi, S. (2000). Vibration-induced multifocal neuropathy in forestry workers: electrophysiological findings in relation to vibration exposure and finger circulation. *International archives of occupational and environmental health*, *73*, 519-527.

Bozzetto, M., Remuzzi, A., & Valen-Sendstad, K. (2024). Flow-induced high frequency vascular wall vibrations in an arteriovenous fistula: a specific stimulus for stenosis development?. *Physical and Engineering Sciences in Medicine*, *47*(1), 187-197. https://doi.org/10.1007/s13246-023-01355-z

Cherniack, M., Brammer, A. J., Lundstrom, R., Meyer, J., Morse, T. F., Nealy, G., & Bruneau, H. (2004). Segmental nerve conduction velocity in vibration-exposed shipyard workers. *International archives of occupational and environmental health*, 77, 159-176. https://doi.org/10.1007/s00420-003-0486-x.

Cherniack, M., Brammer, A. J., Lundstrom, R., Morse, T. F., Neely, G., Nilsson, T., ... & Dussetschleger, J. (2008). The effect of different warming methods on sensory nerve conduction velocity in shipyard workers occupationally exposed to hand–arm vibration. *International archives of occupational and environmental health*, *81*, 1045-1058. https://doi.org/10.1007/s00420-007-0299-4.

Chouhan, S. (2016). Normal Motor and Sensory Nerve Conduction Velocity of Radial Nerve in Young Adult Medical Students. *J Clin Diagn Res*, *10*(1), 01. https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/14618.7037.

Çolak, T., Bamaç, B., Özbek, A., Budak, F., & Bamaç, Y. S. (2004). Nerve conduction studies of upper extremities in tennis players. *British journal of sports medicine*, 38(5), 632-635. https://doi.org/10.1136/bjsm.2003.008029.

Çolak, T., Bamaç, B., Alemdar, M., Selekler, H. M., Özbek, A., Colak, S., & Dinçer, O. (2009). Nerve conduction studies of the axillary, musculocutaneous and radial nerves in elite ice hockey players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, The*, *49*(2), 224.

Çuvalcioğlu, İ. C., Soslu, R., Makaraci, Y., & Doğan, A. A. (2020). Effect of core training on the motor median and ulnar nerve conduction velocity in basketball players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, *9*(12), 6-12. https://doi.org/10.26655/IJAEP.2020.12.1.

Datta, N., & Hoke, A. (2023). Repetitive Nerve Stimulation.

Denys, E. H. (1991). AAEM minimonograph# 14: The influence of temperature in clinical neurophysiology. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, *14*(9), 795-811.

Drake, R., Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchell, A. W. (2012). *Gray's basic anatomy*. Elsevier Health Sciences.

Dhumal, S., & Sharma, P. (2021). Emg pattern recognition: A systematic review. In *International Conference on Information Systems and Management Science* (pp. 120-130). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13150-9_10.

Ekinci, A. S., & Uludağ, B. (2014). Sinir İleti Teknikleri: Sinir İleti Çalışmalarında Genel Kurallar, Motor, Duyusal ve Miks Sinir İleti Çalışmaları. *Turkiye Klinikleri Neurology-Special Topics*, *7*(1), 8-17.

Ertekin, C. (2006). *Sentral ve periferik EMG*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Erzurumlu R., Şengül G., Ulupınar E. (2019). *Nöroanatomi.* Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.

Esmeli, F., Sucu, H. K., Gökmen, A. E., & Özdemirkiran, T. (2023). Normal Nerve Conduction Values of Median and Ulnar Nerves in the Turkish Population. *Neurological Sciences and Neurophysiology*, *40*(3), 130-138. https://doi.org/10.4103/nsn.nsn_21_23.

Esteves, E. A., Guio, S. P., de Los Reyes-Guevara, C. A., Cantor, E., Habeych, M. E., & Malagón, A. L. (2020). Reference values of upper extremity nerve conduction studies in a Colombian population. *Clinical Neurophysiology Practice*, *5*, 73-78. https://doi.org/10.1016/j.cnp.2020.02.001.

Egozi, L., Reiss-Hevlin N., Dallasheh, R., & Pardo, A. (2022). Couriers' safety and health risks before and during the COVID-19 pandemic. *International archives of occupational and environmental health,* 1-10. https://doi.org/10.1007/s00420-021-01795-8.

Fidancı, S. Karpal tünel sendromunda kullanılan farklı tanısal elektrofizyolojik yöntemlerin değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi, Kocaeli Üniversitesi, 2015.

Ganeriwal, A. A., Biswas, D. A., & Srivastava, T. K. (2013). The effects of working hours on nerve conduction test in computer operators. *Malaysian orthopaedic journal*, *7*(1), 1. https://doi.org/10.5704/MOJ.1303.008.

Gerhardsson, L., Ahlstrand, C., Ersson, P., & Gustafsson, E. (2020). Vibration-induced injuries in workers exposed to transient and high frequency vibrations. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, *15*, 1-9. https://doi.org/10.1186/s12995-020-00269-w.

Griffin M. J. (2004). Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union; a review. *Occupational and environmental medicine*, 61(5), 387–397. https://doi.org/10.1136/oem.2002.006304

Halar, E. M., DeLisa, J. A., & Soine, T. L. (1983). Nerve conduction studies in upper extremities: skin temperature corrections. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *64*(9), 412-416.

Hirano, H. (2024). Mottled Raynaud's phenomenon and hand-arm vibration syndrome: followed up for 10 years. *BMJ Case Reports CP*, *17*(1), e257314. https://doi.org/10.1136/bcr-2023-257314.

Hirata, M., & Sakakibara, H. (2007). Sensory nerve conduction velocities of median, ulnar and radial nerves in patients with vibration syndrome. *International archives of occupational and environmental health*, *80*, 273-280. https://doi.org/10.1007/s00420-006-0131-6.

Joseph, L., Standen, M., Paungmali, A., Kuisma, R., Sitilertpisan, P., & Pirunsan, U. (2020). Prevalence of musculoskeletal pain among professional drivers: A systematic review. *Journal of occupational health*, *62*(1), e12150. https://doi.org/10.1002/1348-9585.12150.

Kalaoglu, E., Bucak, O. F., Kokce, M., Ozkan, M., Cetin, M., Atasoy, M., ... & Karacan, I. (2023). Whole body vibration activates the tonic vibration reflex during voluntary contraction. *Journal of Physical Therapy Science*, *35*(6), 408-413. https://doi.org/10.1589/jpts.35.408.

Kamble, N., Shukla, D., & Bhat, D. (2019). Peripheral nerve injuries: Electrophysiology for the neurosurgeon. *Neurology India*, *67*(6), 1419-1422. https://doi.org/10.4103/0028-3886.273626.

Karaoğlu, N., & Açar, G. (2021). Tıp fakültesi öğrencilerinin 2P: 4P el parmak uzunluk oranları ile kişilik özellikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Antropoloji*, (41), 1-10. https://doi.org/10.33613/antropolojidergisi.832123.

Kashif, A., Gaurav, S., Nadeem, R., & Aliya, M., (2020). Potential Risk of Developing Peripheral Neuropathy in Heavy Motor Vehicle Driving: A Cross-sectional Study. Journal of Clinical & Diagnostic Research, 14(11). https://doi.org/10.7860/JCDR/2020/46386.14276

Kural, M. A., & Tankisi, H. (2021). The Specificity of Near Nerve Method on Sural Nerve Conduction Studies. *Journal of Ankara University Faculty of Medicine*, *74*(2), 172-176. https://doi.org/10.4274/atfm.galenos.2021.50470.

Kimura, J. (2001). Principles and variation of nerve conduction studies. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: principles and practice*. Edition 3. New York: Oxford University Press.

Koley, S. M., Gandhi, M. G., & Singh, A. P. (2008). An association of hand grip strength with height, weight and BMI in boys and girls aged 6-25 years of Amritsar, Punjab, India. Internet Journal of Biological Anthropology. 2(1).

Krajnak, K. M., Waugh, S., Johnson, C., Miller, G. R., Xu, X., Warren, C., & Dong, R. G. (2013). The effects of impact vibration on peripheral blood vessels and nerves. *Industrial health*, *51*(6), 572-580. https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0193.

Krajnak, K., Riley, D. A., Wu, J., McDowell, T., Welcome, D. E., Xu, X. S., & Dong, R. G. (2012). Frequency-dependent effects of vibration on physiological systems: experiments with animals and other human surrogates. *Industrial health*, 50(5), 343–353. https://doi.org/10.2486/indhealth.ms1378.

Krajnak, K. (2018). Health effects associated with occupational exposure to hand-arm or whole body vibration. *Journal of Toxicology and Environmental Health,* Part B, 21(5), 320-334. https://doi.org/10.1080/10937404.2018.1557576.

Limbu, R., Thakur, D., Limbu, N., Parajuli, P., Agrawal, N., Sharma, S., & Maskey, R. (2021). P-NE005. Correlation between nerve conduction study and vibration perception threshold in dental residents. Clinical Neurophysiology, 132(8), e90. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2021.02.200.

Loh, P. Y., Yeoh, W. L., Nakashima, H., & Muraki, S. (2017). Impact of keyboard typing on the morphological changes of the median nerve. *Journal of occupational health*, *59*(5), 408-417. https://doi.org/10.1539/joh.17-0058-OA.

Marina, M., Porta, J., Vallejo, L., & Angulo, R. (2011). Monitoring hand flexor fatigue in a 24-h motorcycle endurance race. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *21*(2), 255-261. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.11.008.

Mensch, A., & Zierz, S. (2020). Cellular stress in the pathogenesis of muscular disorders—from cause to consequence. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(16), 5830. https://doi.org/10.3390/ijms21165830.

Moore, K. L., & Persaud, T. V. N. (2009). *Klinik Yönleriyle İnsan Embriyolojisi* (2. Baskı). H. Dalçık, M. Yıldırım. (Çev), İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.

Moore, K. L, Dalley, A.F., Agur, A. M. R. (2014). *Kliniğe Yönelik Anatomi.* K, Şahinoğlu. (Çev), Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri.

Modrak, M., Talukder, M. H., Gurgenashvili, K., Noble, M., & Elfar, J. C. (2020). Peripheral nerve injury and myelination: Potential therapeutic strategies. *Journal of neuroscience research*, 98(5), 780-795. https://doi.org/10.1002/jnr.24538.

Musson, Y., Burdorf, A., & van Drimmelen, D. (1989). Exposure to shock and vibration and symptoms in workers using impact power tools. *The Annals of occupational hygiene*, 33(1), 85–96. https://doi.org/10.1093/annhyg/33.1.85

Narin, S., Demirbüken, I., Özyürek, S., Elbi, H., & Eser, E. (2009). Relationship of the grip and pinch strength of the dominant hand with anthropometric measurements of forearm. *Dokuz Eylül University Faculty of Medicine*, *23*, 81-85.

Netter F. H. (2011). *İnsan Anatomisi Atlası.* (5. Baskı), M, Cumhur. (Çev). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

Ni, Z., Vial, F., Avram, A. V., Leodori, G., Pajevic, S., Basser, P. J., & Hallett, M. (2020). Measuring conduction velocity distributions in peripheral nerves using neurophysiological techniques. *ClinicalNeurophysiology*,*131*(7),1581-1588. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.04.008.

Nilsson, T., Hagberg, M., Burström, L., & Kihlberg, S. (1994). Impaired nerve conduction in the carpal tunnel of platers and truck assemblers exposed to hand-arm vibration. *Scandinavian journal of work, environment & health,* 189-199. https://doi.org/10.5271/sjweh.1409.

Nurul Shahida, M. S, Zawiah Siti, M. D., & Case, K. (2015). The relationship between anthropometry and hand grip strength among elderly Malaysians. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *50*, 17-25. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.09.006.

Pacurari, M., Waugh, S., & Krajnak, K. (2019). Acute Vibration Induces Peripheral Nerve Sensitization in a Rat Tail Model: Possible Role of Oxidative Stress and Inflammation. *Neuroscience*, 398, 263–272. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.12.010.

Padua, L., LoMonaco, M., Gregori, B., Valente, E. M., Padua, R., & Tonali, P. (1997). Neurophysiological classification and sensitivity in 500 carpal tunnel syndrome hands. *Acta Neurologica Scandinavica*, *96*(4), 211-217. https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1997.tb00271.x.

Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology, 14(1), 13–23. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015

Putz, R., Pabst, R. (2001). *Sobotta insan anatomisi atlası.* Arıncı, K. (Çev), Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.

Preston, D. C., & Shapiro, B. E. (1998). Basic nerve conduction studies. *Electromyography and neuromuscular disorders.* Boston: Butterworth-Heinemann.

Rutkove, S. B. (2001). Effects of temperature on neuromuscular electrophysiology. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, *24*(7), 867-882. https://doi.org/10.1002/mus.1084.

Sadler, T. W. (2017). Langman medikal embriyoloji. (13.basım) Başaklar, C (çev). Ankara: Palme Yayıncılık.

Sumit, K., Ross, V., Brijs, K., Wets G., & Ruiter RA. (2021). Risky motorcycle riding behaviour among young riders in Manipal, India. BMC public health, 21, 1-14. https://doi.org/10.1186/s12889-021-11899-y.

Snell, R. S. (2017). *Klinik Nöroanatomi*. (3. Baskı). M, Yıldırım. (Çev), İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.

Soo, Y., Sugi, M., Yokoi, H., Arai, T., Kato, R., & Ota, J. (2012). Quantitative estimation of muscle fatigue on cyclic handgrip tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *42*(1), 103-112. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.10.004.

Taksande, A. B., Rawekar, A., & Kumar, S. (2022). Nerve conduction study in healthy elderly subjects in central India: a cross-sectional study. *Cureus*, *14*(8). https://doi.org/10.7759/cureus.28242.

Taner, D. (2017). *Fonksiyonel Anatomi*. (11. Baskı), Ankara: HYB Basım Yayın.

Taner, D. (2018). *Fonksiyonel Nöroanatomi.* (19. Baskı), Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı.

Temuçin, Ç. M., & Gökçem Yıldız, F. (2015). Tuzak nöropatilerde elektrofizyolojik incelemeler. *TOTBID Dergisi*, 14:481–487. https://doi.org/10.14292/totbid.dergisi.2015.69.

Torrado, P., Marina, M., Baudry, S., & Ríos, M. (2021). Muscle fatigue when riding a motorcycle: a case study. *International journal of environmental research and public health*, *18*(15), 7738. https://doi.org/10.3390/ijerph18157738.

Oguz, H., Dursun, E., & Dursun, N. (2004). *Tıbbi Rehabilitasyon. Hizmetli S. Poliomiyelit, Postpolio sendromu, Guillain Barre Sendromu.* İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

Otman, A. S., & Köse, N. (2019). *Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri.* (11. Baskı), Ankara: Hipokrat Kitabevi.

Ozan, H. (2014). *Ozan Anatomi ders kitabı*. (3. Baskı), Ankara: Nobel Tıp Kitapevleri.

Öge, A. E., Baykan, B., Bilgiç, B. (2021). *Nöroloji.* (4. Baskı), Ankara: Nobel Tıp Kitabevi.

Özcan, A. (2014). Sinir İleti Verilerinin Yorumlanması: Motor Sinir İletimi, Duyusal Sinir İletimi. *Turkiye Klinikleri Neurology-Special Topics*, *7*(1), 31-35.

Özbek, A., Bamaç, B., Budak, F., Yenigün, N., & Çolak, T. (2006). Nerve conduction study of ulnar nerve in volleyball players. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 16(3), 197-200. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00475.x.

Yıldırım, M. (2016a). *Resimli Sistematik Anatomi*. (2. Baskı), İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.

Yıldırım, M. (2016b). *Temel Nöroanatomi: Temel anatomik bilgiler, klinik özellikler, çalışma soruları ve yanıtları, seçilmiş şekiller.* (3. Baskı), İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.

Zaccagni, L., Toselli, S., Bramanti, B., Gualdi-Russo, E., Mongillo, J., & Rinaldo, N. (2020). Handgrip strength in young adults: Association with anthropometric variables and laterality. *International journal of environmental research and public health*, *17*(12), 4273. https://doi.org/10.3390/ijerph17124273.

Zimmerman, M., Nilsson, P., & Dahlin, L. B. (2023). Exposure to hand-held vibrating tools and biomarkers of nerve injury in plasma: A population-based, observational study. *BMJ open*, *13*(6), e070450. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-070450.

Waschke, J., Böckers, T. M., Paulsen, F. (2016). *Sobotta anatomi konu kitabı*. Sargon, M. F. (Çev. Ed.). Güneş Tıp Kitabevleri.

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Yıldız YENER
Yabancı Dil Bilgileri	İngilizce
Bilimsel Etkinlikler	
Makaleler*	Darol Sarıca, E., Yener, Y., Uzun, S., & Alemdar, M. (2023). Karpal Tünel Sendromunun Düzeyinin Yapay Zekâ Temelli Derecelendirilmesi. *Acta Med Nicomedia*, *6*(2), 213–219. Yener, Y., Çolak, T., Uzun, S., & Sağıroğlu, A. O. (2022). Classification of Artificial Intelligence Based Coronary Artery Stenosis. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, *16*(1), 548–554. Yener, Y., & Çolak, T. (2022). The Effect of the Self-Efficiency Levels of University Students in Health Departments for the Anatomy Course on Exam Anxiety. *Gevher Nesibe Journal of Medical & Health Sciences*, *7*(21), 81–90. Rahova, G., Çolak, S., Özbek, A., Bamaç, B., Ergün, P., Çolak, T., … Yener, Y. (2022). Comparison of Balance Parameter and Muscle Strength after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Professional Football Players. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, *16*(5), 475–478. Deniz, G., Kavaklı, A., Kan Şıkoğlu, Ö., Perilioğlu, A. Z., Yener, Y., Ögetürk, M., & Bilek, F. (2021). In Patients with Osteoarthritis and Rheumatoid Arthritis Effects of Hand Physical Features on Hand Function. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, *11*(1), 68–75.
Projeler	
Bildiriler	
Ödüller	
Diğer	

9. EKLER

9.1. EK-1 Etik Kurul Onayı



T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU



Etik Kurul Bilgileri	Adı	Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu	
	Adres		
	Tel / Faks / E-posta		
Başvuru Bilgileri	Araştırmanın Adı	Motokuryelerde nervus medianus, ulnaris ve radialis'in sinir ileti hızlarının incelenmesi	
	Sorumlu Araştırmacı	Prof. Dr. Tuncay Çolak	
	Sorumlu Arş. Uzmanlığı	Anatomi	
	Araştırma Merkez(ler)i	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	
	Destekleyici		
	Araştırmanın Türü		
	Araştırmanın Tipi		
Karar ve Dayanak	**Tarih : 10/11/2022**	**Karar No: KÜ GOKAEK-2022/18.02**	**Proje No: 2022/267**
	Hasta Hakları Yönetmeliği (01.08.1998/23420); Biyoloji ve Tıbbın Uygulanması Bakımından İnsan Hakları ve İnsan Haysiyetinin Korunması Sözleşmesi: İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesinin Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (09.12.2003/25311); Biyotıp Araştırmalarına İlişkin İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesine Ek Protokolün Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (29.03.2011/27899); İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik (13.04.2013/28617); Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği (06.09.2014/29111); Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi; İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu; Türk Tabipleri Birliği Hekimlik Meslek Etiği Kuralları; Türk Tabipleri Birliği Araştırma Etiği Bildirgesi ilgili maddelerine göre; yukarıda ismi geçmekte olan araştırmacının sorumluluğunda yapılan ve yukarıda bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler, araştırmanın gerekçesi, amacı, yaklaşım ve yöntemleri, gönüllüler için beklenen yarar ve riskler dikkate alınarak değerlendirilmiş ve araştırmanın ilgili protokol doğrultusunda belirtilen merkezlerde yürütülmesi etik ve bilimsel açıdan, ☒ Uygun bulunmuştur. ☐ Uygun bulunmamıştır. ☐ Kapsam dışı olarak değerlendirilmiştir.		

9.2. EK-2 OLGU RAPOR FORMU

ÜST EKSTREMİTE ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERİ		
	SAĞ	**SOL**
Katılımcı No		
Telefon		
Yaş		
Boy		
Kilo		
Çalışma yılı		
Haftada kaç gün		
Çalışma saati		
Dominant ekstremite		
Üst ekstremite uzunluğu		
Kol uzunluğu		
Önkol uzunluğu		
El uzunluğu		
Parmak uzunluğu 1		
Parmak uzunluğu 2		
Parmak uzunluğu 3		
Parmak uzunluğu 4		
Parmak uzunluğu 5		
Kol çevresi		
Önkol çevresi		
Bilek çevresi		
El Kavrama Kuvveti		
EMG ÖLÇÜMLERİ		
Median SNAP		
Median SCV		
Median Duyu DL		
Median Motor DL		
Median BKAP		
Median MCV		
Ulnar SNAP		
Ulnar SVC		
Ulnar Duyu DL		
Ulnar Motor DL		
Ulnar BKAP		
Ulnar MCV		
Radial SNAP		
Radial SVC		
Radial Duyu DL		
Radial Motor DL		
Radial BKAP		
Radial MCV		