

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADOLESAN TENİS OYUNCULARINDA DİRSEK  
TAŞIMA AÇISINI ETKİLEYEN BİYOMEKANİK  
FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

**Fzt. Emine Seda TÜRKYILMAZ**

**Protez-Ortez- Biyomekanik Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA  
2010**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADOLESAN TENİS OYUNCULARINDA DİRSEK  
TAŞIMA AÇISINI ETKİLEYEN BİYOMEKANİK  
FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

**Fzt. Emine Seda TÜRKYILMAZ**

**Protez-Ortez- Biyomekanik Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

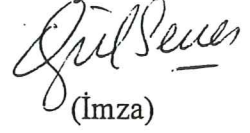
**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. F. Gül ŞENER**

**ANKARA  
2010**

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

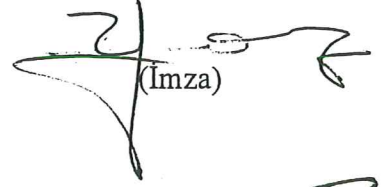
Bu çalışma jürimiz tarafından Protez-Ortez-Biyomekanik Programı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Gül Şener  
(Danışman) (Hacettepe Üniversitesi)



(İmza)

Üye: Prof. Dr. Yavuz Yakut  
(Hacettepe Üniversitesi)



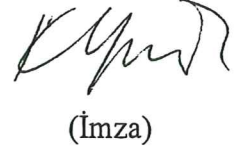
(İmza)

Üye: Prof. Dr. Gül Baltacı  
(Hacettepe Üniversitesi)



(İmza)

Üye: Prof. Dr. Kezban Bayramlar  
(Hacettepe Üniversitesi)



(İmza)

Üye: Doç. Dr. Zuhale Kunduracılar  
(Başkent Üniversitesi)



(İmza)

ONAY:

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hakan S. Orer

Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleştirilmesinden dolayı, aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür eder.

Sayın Prof. Dr. Gül Şener tez danışmanım olarak bu çalışmanın planlanması, oluşturulması ve yürütülmesinde engin bilgi birikimi ve tecrübesiyle yol gösterici olmuştur.

Sayın Prof. Dr. Gül Baltacı, planlanmasından son haline gelmesine kadar sonsuz katkıda bulunduğu çalışmamın her aşamasında, yapıcı ve çözümleyici rol oynamıştır. Sayın Prof. Dr. Yavuz Yakut tez istatistiğinin planlanması konusunda desteğini esirgememiştir.

Sayın Dr. Fzt. Semin Akel çalışmamın her aşamasında yardımcı olmuş, sorularıma ilgisiz kalmamıştır.

Ankara Tenis Kulübü ve Ankara Telsizler İlköğretim Okulu yöneticileri yardımlarını esirgememişlerdir.

12 Yaş Yaz Turnuvası ve Ankara Tenis Kulübü öğrencileri yoğun antrenman tempolarına rağmen çalışmamda yer almada istekli olmuşlardır.

Telsizler İlköğretim Okulu öğrencileri çalışmama gönüllü olarak katılmışlardır.

Özel Ankara Lokman Hekim Etlik Hastanesi yöneticileri çalışmayı sürdürebilmem için gerekli imkanları sağlayarak katkıda bulunmuşlardır.

İş arkadaşlarım Uzm. Dr. Sema Atalay, Dursune Akdoğan ve Fizyoterapist Banu Öztürk manevi desteklerini ve yardımlarını esirgememişlerdir.

Hazal Düger ve Kuzenim Ayşe Özge Özkurt ölçüm fotoğrafları için yardımını esirgememiştir.

Kardeşim Şeyma Özdemir çalışmama çevirileriyle katkı sağlamış ve motivasyon kaynağım olmuştur.

Emeklerinin karşılığını ödeyemeyeceğim kıymetli annem Şerife Özdemir ve babam Sudi Özdemir, yaşamım boyunca her türlü maddi ve manevi desteği sağlamışlardır.

Eşim Mustafa Türkyılmaz, tezin her aşamasında katkıda bulunmuş; sadece emeğini değil; tüm saygı, sevgi ve sabrını da ortaya koymuştur.

## ÖZET

**TÜRKYILMAZ E.S., Adolesan Tenis Oyuncularında Dirsek Taşıma Açısını Etkileyen Biyomekanik Faktörlerin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protez-Ortez-Biyomekanik Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2010.** Dirsek tam ekstansiyon ve önkol tam supinasyonda iken önkolun, kola göre belirgin deviasyonu taşıma açısı olarak adlandırılır. Literatürde taşıma açısının tenis alanı içerisinde değerlendirilmesine ve diğer fiziksel parametrelerle ilişkisinin araştırılmasına yönelik yapılmış her hangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma; kavrama kuvveti ile taşıma açısı arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla planlanmıştır. Çalışmaya, ortalama 12 yaşındaki 42 tenis oyuncusu (22 erkek, 20 kız) ve 39 sedanter (15 erkek, 24 kız) adolesan katılmıştır. Çalışmaya katılan olguların sağ ve sol üst ekstremitelerine ait taşıma açıları ile dirsek 90° fleksiyon ve tam ekstansiyondaki kavrama kuvvetleri ölçüldü ve antropometrik ölçümleri yapılmıştır. Taşıma açısı ve söz konusu parametreler arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi, gruplar arasındaki farklar Mann Whitney U Testi ile incelenmiştir. Kavrama kuvveti; çalışma grubundaki kız olgularda taşıma açısı, çalışma grubundaki erkek olgularda ise antropometrik ölçüm oranları ile ilişkili bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Taşıma açıları, kontrol grubundaki kız ve erkek olgular arasında kız olgular lehine istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir ( $p<0.05$ ). Kavrama kuvveti ortalamaları, çalışma ve kontrol grupları arasında çalışma grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir ( $p<0.05$ ). Kavrama kuvvetinin taşıma açısıyla ilişkisi ile taşıma açısının çalışma grubundaki kız ve erkekler arasında fark göstermemesi literatür eşliğinde önkol fleksörlerinin dirseğin medial stabilizasyonunda görevli olduğu şeklinde tartışılmıştır. Sonuçta, antrenman programlarında, bu kaslara yönelik kuvvetlendirme protokolü uygulanmasının, medial dirsek yaralanmalarının azaltılabileceği kararına varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Dirsek Taşıma Açısı, Kavrama Kuvveti, Tenis, Adolesan, Biyomekanik

## ABSTRACT

**TÜRKYILMAZ E.S., Investigation of Biomechanical Factors Effecting Elbow Carrying Angle of Adolescent Tennis Players. Hacettepe University Institute of Health Sciences, Prosthetics-Orthotics-Biomechanics Programme, Master of Science Thesis, Ankara, 2010.** The significant deviation of forearm with respect to arm during full elbow extension and full forearm supination is known to be as carrying angle. Any study on evaluation of carrying angle and relation with other physical parameters in tennis could not be found. This study was planned to research about the relation between the grip strength and the carrying angle. 42 tennis players (22 male, 20 female) and 39 sedentary adolescents (15 male, 24 female) participated in this study were average of 12 years. The carrying angles and the grip strengths in 90° elbow flexion and full extension of right and left upper extremities of participants were measured and their anthropometric measurements were done. The relation between the carrying angle and the parameters mentioned was examined by Spearman Correlation Analysis, and the differences between the groups were examined by Mann Whitney U Test. It is found that, for female tennis players the grip strength is related to the carrying angle and for male ones it is related to anthropometric measurement rates ( $p<0.05$ ). The carrying angles showed statistically significant difference between male and female controls, in favor of females ( $p<0.05$ ). Grip strength averages showed statistically significant difference between the study group and the controls, in favor of study group ( $p<0.05$ ). When both correlation between grip strength-elbow carrying angle and statistically non-significant difference about elbow carrying angle of males and females of study group were discussed with literature, it is thought as forearm flexors functions in medial elbow stabilization. In conclusion, application of strengthening programs for forearm flexor muscles may reduce the occurrence of medial elbow injuries.

**Key Words:** Elbow Carrying Angle, Grip Strength, Tennis, Adolescent, Biomechanics

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Dirsek Eklemının Anatomisi	2
2.1.1. Kemik Yapısı	2
2.1.2. Eklem Yapısı	3
2.1.3. Bağ Yapısı	4
2.1.4. Kas Yapısı	6
2.1.5. Nörovasküler Yapılar	6
2.1.6. Eklem Hareket Açıklığı	7
2.1.7. Dirsek Eklem Kompleksinin Fonksiyonu	7
2.2. Dirsek Eklemının Biyomekaniği	8
2.2.1. Dirsek Eklemının Stabilitesi	8
<i>Pasif Kemik Stabilizatörler</i>	8
<i>Pasif Yumuşak Doku Stabilizatörleri</i>	8
<i>Aktif Stabilizatörler</i>	9
2.2.2. Dirsek Eklemının Kinematığı	9
<i>Fleksiyon ve Ekstansiyon</i>	9
<i>Taşıma Açısı</i>	10
<i>Hareketin Sınırlandırılması</i>	13
<i>Dirseğin Kapasitesi ve Temas Alanı</i>	13
2.2.3. Eklem Yüzeyine Etkiyen Kuvvetler	13
2.2.4. Tenis Biyomekaniği	14
3. BİREYLER VE YÖNTEM	17
3.1. Bireyler	17

3.2. Yöntem	17
3.2.1. Boy Uzunluğu ve Ağırlık Ölçümü	18
3.2.2. Taşıma Açısının Değerlendirilmesi	19
3.2.3. Kavrama Kuvvetinin Değerlendirilmesi	20
3.2.4. Üst Ekstremitte Uzunluk Ölçümleri	21
3.2.5. Üst Ekstremitte Çevre Ölçümleri	21
3.2.6. Üst Ekstremitte Çap Ölçümleri	22
3.2.7. İstatistiksel Analiz	23
4. BULGULAR	24
5. TARTIŞMA	33
6. SONUÇLAR	40
7. KAYNAKLAR	41
8. EKLER	47
EK-1 Değerlendirme Formu- Erkek	
EK-2 Değerlendirme Formu- Kız	
EK-3 Aydınlatılmış Onam Formu- Araştırma Grubu	
EK- 4 Aydınlatılmış Onam Formu- Kontrol Grubu	

## SİMGELER ve KISALTMALAR

MCLC	Medial Kollateral Ligament Kompleks
LCLC	Lateral Kollateral Ligament Kompleks
RCL	Radial Kollateral Ligament
UCL	Ulnar Kollateral Ligament
VEOS	Valgus Ekstansiyon Aşırı Yüklenme Sendromu (Valgus Extension Overload Syndrome)
AMCL	Anterior Medial Kollateral Ligament
PMCL	Posterior Medial Kollateral Ligament
VKI	Vücut Kitle İndeksi
TAR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen taşıma açıları
KKFR	Dirsek 90° fleksiyon pozisyonunda sağ üst ekstremiteden ölçülen kavrama kuvvetleri
TAL	Sol üst ekstremiteden ölçülen taşıma açıları
KKFL	Dirsek 90° fleksiyon pozisyonunda sol üst ekstremiteden ölçülen kavrama kuvvetleri
KKEL	Dirsek tam ekstansiyon pozisyonunda sol üst ekstremiteden ölçülen kavrama kuvvetleri
DCSGOR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen dirsek çap uzunluğu/ boy uzunluğu
BCSGOR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen bilek çap uzunluğu/ boy uzunluğu
KUSGOR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen kol uzunluğu/ boy uzunluğu
OKUSGOR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen önkol uzunluğu/ boy uzunluğu
EUSGOR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen el uzunluğu/ boy uzunluğu
OCSGOR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen omuz çevre uzunluğu/ boy uzunluğu
KCVSGOR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen kol çevre uzunluğu/ boy uzunluğu
OKCVSGOR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen önkol çevre uzunluğu/ boy uzunluğu
BCVSGOR	Sağ üst ekstremiteden ölçülen bilek çevre uzunluğu/ boy uzunluğu
DCSLOR	Sol üst ekstremiteden ölçülen dirsek çap uzunluğu/ boy uzunluğu

BCSLOR	Sol üst ekstremiteden ölçülen bilek çap uzunluğu/ boy uzunluğu
KUSLOR	Sol üst ekstremiteden ölçülen kol uzunluğu/ uzunluğu
OKUSLOR	Sol üst ekstremiteden ölçülen önkol uzunluğu/ boy uzunluğu
EUSLOR	Sol üst ekstremiteden ölçülen el uzunluğu/ boy uzunluğu
OCSLOR	Sol üst ekstremiteden ölçülen omuz çevre uzunluğu/ boy uzunluğu
KCVSLOR	Sol üst ekstremiteden ölçülen kol çevre uzunluğu/ boy uzunluğu
OKCVSLOR	Sol üst ekstremiteden ölçülen önkol çevre uzunluğu/ boy uzunluğu
BCVSLOR	Sol üst ekstremiteden ölçülen bilek çevre uzunluğu/ boy uzunluğu

**ŞEKİLLER**

	<b>Sayfa No</b>
<b>Şekil 2. 1.</b> Dirsek eklemine oluşturan eklem tipleri	3
<b>Şekil 2. 2.</b> Dirsek eklemine bağları	5
<b>Şekil 3. 1.</b> Taşıma açısı ölçümü	19
<b>Şekil 3. 2.</b> Kavrama kuvveti ölçümleri	20
<b>Şekil 3. 3.</b> Üst ekstremité çap ölçümleri	22

**TABLolar**

	<b>Sayfa no</b>
<b>Tablo 2. 1.</b> Literatür taramasıyla tespit edilen taşıma açısı değerleri	12
<b>Tablo 4. 1.</b> Olguların demografik özellikleri	26
<b>Tablo 4. 2.</b> Grupların tanımlayıcı istatistikleri(Taşıma açıları ve kavrama kuvvetleri)	27
<b>Tablo 4. 3.</b> Grupların tanımlayıcı istatistikleri(Deney grubuna ait antropometrik değerler/ boy uzunluğu oranları)	28
<b>Tablo 4. 4.</b> Grupların tanımlayıcı istatistikleri(Kontrol grubuna ait antropometrik değerler/ boy uzunluğu oranları)	29
<b>Tablo 4. 5.</b> Taşıma açısı ve diğer parametreler arasındaki ilişki durumu	30
<b>Tablo 4. 6.</b> Adolesan erkek tenis oyuncularının kavrama kuvvetleri ve antropometrik ölçüm oranları arasındaki ilişki	31
<b>Tablo 4. 7.</b> Çalışılan parametrelerin gruplar arası gösterdiği farklılıklar	32

## 1. GİRİŞ

Dirsek tam ekstansiyon ve önkol tam supinasyonda iken önkolun, kola göre belirgin deviasyonu taşıma açısı olarak adlandırılır. Kırık ve cerrahi sonrası olguların dirsek fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla yapılan ölçümlerde önem arz eder ve sıklıkla kullanılmıştır (38, 57). Bunun dışındaki çalışmalar daha çok taşıma açısının normal değerlerinin ve kadın ve erkek bireyler arasındaki farklılıkların belirlenmesine yöneliktir (5, 7, 11, 24, 31, 42, 50, 51, 53, 55, 58, 59).

Sağlıklı vücut için dirsek taşıma açısının normal değerlerinin bilinmesi; büyüme ve gelişmenin anlaşılması ve hastalıkların yönetimi açısından önem taşır (56). Ülkemizde de taşıma açısının normal değerlerinin belirlenmesine yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır (55, 58). Bu çalışmalar fazla sayıda olgu üzerinde yapılmasına rağmen, yaş aralıklarının geniş tutulması büyümeyle birlikte taşıma açısının gelişimi hakkında ayrıntılı bilgi vermemektedir.

Literatürde taşıma açısının tenis alanı içerisinde değerlendirilmesine ve diğer fiziksel parametrelerle ilişkisine yönelik yapılmış her hangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada adolesan grup sedanterler ve tenis oyuncularında taşıma açısı, kavrama kuvveti ve antropometrik değerlere yönelik normal değerlerin ortaya konulması ve bu parametreler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada öne sürülen hipotezler;

‘H1:Dirsek fleksiyon pozisyonunda ölçülen kavrama kuvveti dirsek taşıma açısı ile ilişkilidir.

H1':Dirsek ekstansiyon pozisyonunda ölçülen kavrama kuvveti dirsek taşıma açısı ile ilişkilidir.’ şeklindedir.

Araştırmaya çalışma grubu olarak 42 adolesan tenis oyuncusu ve kontrol grubu olarak benzer özellik gösteren 39 adolesan sedanter birey katılmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Dirsek eklemi, üst ekstremitede omuz ve el arasında mekanik bir geçiş sağlayan önemli fakat karmaşık bir yapıdır.

### 2.1. Dirsek Eklemine Anatomisi

Dirsek eklemi eklem yüzeyleri birbirine tam uyumlu *humerus* ile *radius* ve *ulna* kemiklerinden oluşur.

#### 2.1.1. Kemik Yapısı

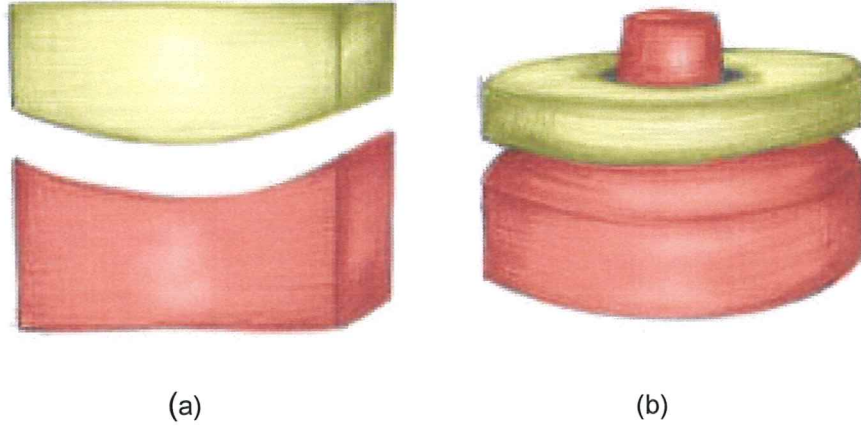
Distal humerus, *kapitellum* adı verilen küresel eklem yüzeyine sahip olan *lateral epikondil* ile *troklea* adı verilen makaramsı eklem yüzeyine sahip olan *medial epikondil*den oluşur. Daha çıkıntılı olan medial epikondil, ulnar kollateral ligament ve fleksör-pronator kas grubunun; lateral epikondil ise lateral kollateral ligament ve ekstansör –supinator kas grubunun yapışma yeridir. *Koronoid çıkıntı* ve *radius başı*, fleksiyon hareketi esnasında distal humerusun anteriorundaki *koronoid* ve *radial fossaya*; *olekranon çıkıntı* ise ekstansiyon hareketi esnasında distal humerusun posteriorundaki *olekranon fossaya* oturur (1, 23).

Proksimalde kapitellumla eklem yapan konkav yüzeyli silindir şeklinde bir *radius başı* vardır. Radius başının periferik kenarı ulnanın *radial çentiği* ile eklem yapar. *Radius boynu* radius başıyla gövdeye bağlanır ve bunun medial distal yüzünde *tuberositas radii*, biceps tendonu için insersiyon sağlar. Radiusun boynu gövdesiyle, yönü *tuberositas radii* 'ye ters olmak üzere yaklaşık 15°lik bir açı oluşturur (1).

Proksimal ulna, triceps tendonu için insersiyon sağlayan *olekranonu* içerir. Anterior yüzünde troklea ile eklem yapan *büyük sigmoid çentik (incisura semiulnaris)* bulunur. Çentiğin distal yüzü, oblik kord ve brakialis tendonu için insersiyon olan *koronoid çıkıntıdır*. Koronoid çıkıntının laterali radius başı ile eklem yapan *radial (küçük sigmoid) çentiktir*. Lateral ulnar kollateral ligamentin yapıştığı *krista supinatoris*, radial çentiğin distalindedir. Koronoid çıkıntının medial yüzündeki *sublim tüberkül*, medial ulnar kollateral ligament için insersiyon noktasıdır (1, 23).

### 2.1.2. Eklem Yapısı

Dirsekte 3 eklem vardır: Ulnohumeral, radiokapitellar ve proksimal radioulnar eklem. Ulnohumeral eklem *menteşe(ginglimus)* tipi eklem olup, fleksiyon ve ekstansiyona izin verir (şekil 2.1-a). Radioulnar ve radiokapitellar eklemler aksiyal rotasyon ve *pivot* hareketlerine izin veren *trokoid* eklemlerdir (şekil 2.1-b) (1, 23).



Şekil- 2. 1. Dirsek eklemi bu iki eklem tipinin birleşiminden meydana gelir: a)Ginglimus eklem tipi, b)Trokoid eklem tipi

Troklea 300°den daha büyük açıda olan yay şeklindeki kıkırdakla kaplıdır (1). Lateral dudağından daha çıkıntılı ve daha distalde yerleşmiş bir medial dudağı vardır. *Troklear oluk* anterolateralden posteromediale doğru spiral şekilde yerleşmiştir. Ulnanın büyük sigmoid çentiği üzerindeki ana kabarıntı distale uzanır ve troklear olukla eklem yapar. Kapitellum trokleadan, fleksiyon-ekstansiyon ve pronasyon-supinasyon sırasında radius başının kenarıyla eklem yapan bir oluk yardımıyla ayrılır. Troklearkapitellar eklem eksenini humeral epikondillere göre yaklaşık 5°- 7° internal rotasyonda yerleşmiştir ve humeral eksenden yaklaşık 6° ile 8° valgusa tilt yapar. Bu kondiller ayrıca humeral eksene göre yaklaşık 30° anterior rotasyona sahiptir. Troklea ve kapitellumun oluşturduğu konsentrik arkın merkezi, anterior humeral korteks tarafından oluşturulan bir çizgiyle kesişir (1, 23).

Radius başı artiküler yüzeyi 40°lik bir yay oluşturur. Periferal kenarı, 240°lik bir eklem yüzeyine sahiptir (1, 23). Bu yüzeyi karşılayan radial fossa 60° ile 80°lik

bir eklem yüzeyine sahiptir ve birlikte yaklaşık 180°lik pronosupinasyon sağlarlar. Radius başının anterolateral 1/3'ü artiküler kırıkta ve subkondral kemik yapılarından yoksun olan bu alan kırılmalara daha duyarlıdır (1).

Ulnanın büyük sigmoid çentiğinin eklem arkı yaklaşık 190° dir. Çentik anterior tabanını eklem kırıktağından noksan bırakan yağ tabakasının transvers alanını kaplaması nedeniyle, oval şeklindedir. Bu çentik ulnanın longitudinal eksenine posteriordan 30° ile açılarak distal humerusun anterior 30° lik açısını tamamlar ve böylece dirsek ekstansiyon miktarının artmasını sağlar. Ulnar gövde, ekleme lateralden 1° ila 6° lik açı yapar (1).

### 2.1.3. Bağ Yapısı

Dirsek eklemine stabilize eden ligamentöz birleşmeler, medial ve lateral kollateral ligamentleri de oluşturan medial ve lateral kapsül kalınlaşmalardır.

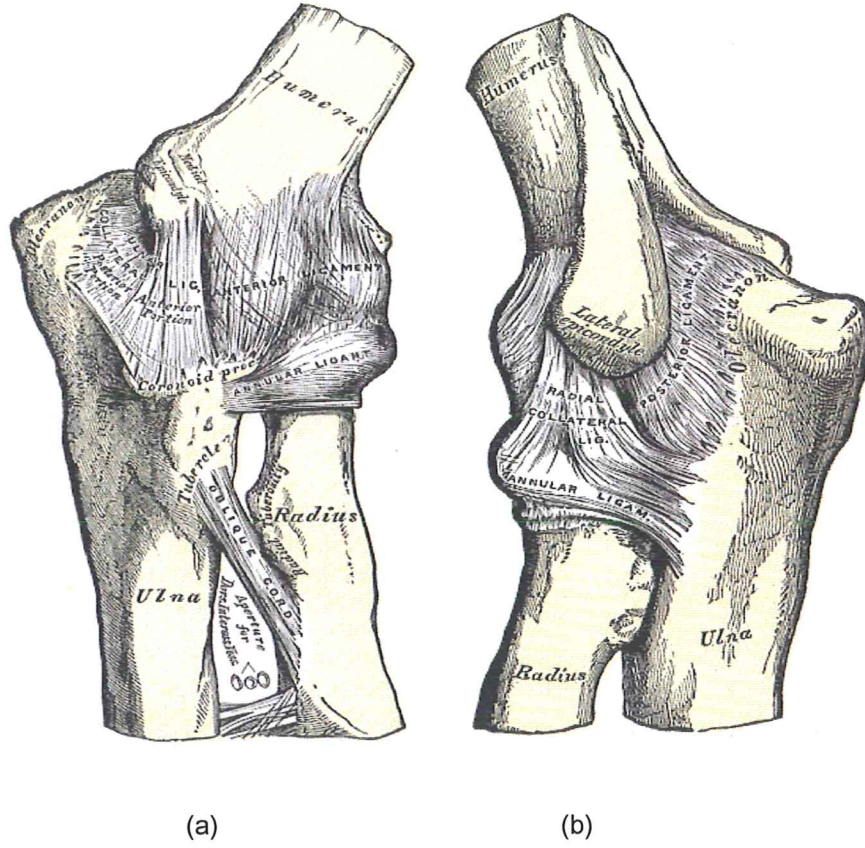
*Medial Kollateral Ligament Kompleks(MCLC)* medial epikondilin tam orta noktasına yapışır ve 3 parça halinde tarif edilir(Şekil 2.2-a);

1) *Anterior Oblik Demet(Anterior Medial Kollateral Ligament, AMCL)*: Lifleri medial kapsülün anterior kısmından kolayca ayırt edilir. Uzunluğu yaklaşık  $27,1 \pm 4,3$  cm, genişliği yaklaşık  $4,7 \pm 1,2$  cm kadardır

2) *Posterior demet(Posterior Medial Kollateral Ligament, PMCL)*: Posterior kapsülün kalınlaşması olup, yelpaze şeklindedir. Dirsek 90° fleksiyona yaklaştığında zorlukla görülür. Uzunluğu yaklaşık  $24,2 \pm 4,3$  cm, genişliği yaklaşık  $5,3 \pm 1,1$  cm kadardır.

3) *Transvers segment*: Koronoid ve olekranon çıkıntının uç kısımları arasında uzanan medial kapsüle ait horizontal liflerdir. Bu lifler kapsülle iç içe olup dirsek stabilitesine katkıda bulunmamaktadır.

*Lateral Kollateral Ligament Kompleks (LCLC)* anatomik varyasyonlar gösterebilir, medial kollateral ligament kompleks gibi her bireyde benzer yapı göstermez. Bu kompleksi oluşturan yapılar(Şekil 2.2-b);



Şekil- 2. 2. Dirsek ekleminin bağları: a) Anteromedial görünüm  
b) Posterolateral görünüm (<http://www.bartleby.com/107/84.html>)

1) *Annular ligament*: Radius başını sarmak ve proksimal radioulnar eklemi stabilize etmek için, radial çentiğin anterior ve posterior sınırlarına insersio yapar. Anteriorda olan insersiyosu supinasyonda, posteriorda olan orrigosu pronasyonda gerilir.

2) *Radial Kollateral Ligament (RCL)*: Yalpaze şeklindedir. Lateral epikondilden başlayıp annular ligamentin posterior yüzeyine bu ligamentin liflerine karışarak yapışır. Gevşetilmesi durumunda ulnanın rotator laksitesine yol açmaz. Uzunluğu  $21,2 \pm 3,3$  mm, genişliği  $5,1 \pm 1,5$  mm'dir .

3) *Annular Ligamentin Aksesuar Posterior Ligamenti*: Annular ligamentin posterior liflerine karışır. İnsersiyosunu ulnanın krista supinatorisine yapar.

4) *Ulnar Kollateral Ligament (UCL)*: Radial kollateral ligamentin posterior liflerinin yüzeyel uzantısı olup krista supinatorise yapışır (42).

#### 2.1.4. Kas Yapısı

Dirsek etrafında 4 ana kas grubu vardır: anterior biceps grubu, posterior triseps grubu, lateral ekstansör-supinatör grubu ve medial fleksör-pronator grubu. Primer dirsek fleksörleri brakialis, biceps braki, brakioradialisdir. Sekonder dirsek fleksörleri, pronator teres, ekstansör karpi radialis ve fleksör karpi radialistir ( $\geq 50^\circ$  fleksiyon için). Dirsek ekstansiyonu triseps (uzun baş, medial baş, lateral baş) ve ankoneus tarafından sağlanır. İkincil ekstansörler fleksör karpi ulnaris ve ekstansör karpi ulnaris kapsar. Pronasyon, pronator teres ve pronator kuadratus tarafından sağlanır. Supinasyon, supinator kasının yardımına ek olarak, parmak ve bilek ekstansörlerinin küçük derecelerde çalışmasıyla temel olarak biceps tarafından sağlanır (1, 23, 34).

#### 2.1.5. Nörovasküler Yapılar

*Muskulokutenöz sinir* lateral korddan oluşur, korakobrakialisin içinden geçerek bu kası, devamında biceps ve brakialisi inerve eder. *Nervus cutaneous antebrachialis lateralis* adını alır.

*Radial sinir* posterior korddan kaynak alır, triseps kasını inerve ettikten hemen sonra humerusun spinal olduğundan aşağı (medialden laterale) geçer. Radiokapitellar eklem anteriorundan geçerek ve *posterior interosseöz sinir* ve *superficial radial sinir* dallarına ayrılarak, brakialis ve brakioradialis arasından anteriordan lateral epikondile iner. *Nervus radialis superfisiyalis*, brakialis kasının altından, posterior interosseöz sinirin rekürrent radial arteri geçtiği ve supinatör kasın proksimal kenarını kestiği yerden seyrederek.

*Median sinir* ve *brakial arter*, brakialisin medialinde seyrederek. Sinir, suprakondiler çıkıntıyı (populasyonun %1inde bulunur) geçer ve Struthers ligamentini antekübital çukura girmeden geçebilir. Antekübital fossada her iki yapı da, sinir arterin medialinde uzanmış şekilde biceps tendonunun medialinde kalır. Her ikisi de bisipital aponözün altında seyrederek. Brakial arter terminal dallarını, supinatörün önünden geçen radial arter ve pronator teresin derin başının derininden geçen ulnar arter olarak verir.

*Ulnar sinir*, medial intermusküler septumu, kolun orta bölgesinde böler, trisepsin medial başının anteriorunda seyrederek. Sinir, medial epikondilin posterior ve

inferiorundan kübital tünele girer. Sinir daha sonra, fleksör karpi ulnarisin ulnar ve humeral başlarının arasından geçer (1, 23, 34).

#### **2.1.6. Eklem Hareket Açıklığı**

Morrey ve ark.10, elektrogonyometre ile yaptıkları bir çalışmada dirsek eklemi fleksiyon-ekstansiyon hareket açıklığı değerini 2°-140° bulmuşlar ve günlük yaşam aktiviteleri için gerekli olan açıklığın 30°-130° arasında olduğunu bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada, supinasyon 0°-74° pronasyon ise 0°-68° olarak belirlenmiştir. Fonksiyonel aktiviteler için kullanılan pronasyon değeri 50°, supinasyon değeri 55° yani rotasyonel fonksiyon arkı 100° saptanmıştır (41).

#### **2.1.7. Dirsek Eklem Kompleksinin Fonksiyonu**

Dirsek eklem kompleksi bireylerin ellerini vücut etrafında çeşitli pozisyonlarda tutmasına olanak sağlar. Supinasyonla birleşen dirsek fleksiyonu yemek, giyinmek, kişisel bakım ve hijyen amacıyla eli vücuda ve yüze taşımakta olduğu gibi nesnelere çekmek ve taşımak için kullanılır. Pronasyonla birleşen dirsek ekstansiyonu ulaşmak, atmak ve itmekte kullanılır (34).

Dirseğin temel görevleri şunlardır:

1. Üst ekstremité bir kaldıraç sistemi gibi düşünüldüğünde; bu sistemde omuz ve el arasında bağlantı sağlamak
2. Yine bu kaldıraç sisteminde önkol için destek noktası oluşturmak
3. İnce motor hareketlerin gerçekleştirilebilmesi için eli uzayda pozisyonlamak
4. Kuvvetli kavrama yapmak
5. Ekleme binen yükleri karşılamak.

Dirsek, açık ve kapalı kinetik zincirlerin her ikisinde de görev alır. Açık kinetik zincir konumlarında dirsek genellikle eli ağıza götürmek veya ulaşmak ya da atmak gibi görevleri yerine getirmek amacıyla elin uygun şekilde pozisyonlanmasını sağlar. Kapalı kinetik zincir aktiviteleri sırasında, dirsek genellikle stabildir, veya bir pozisyonda sabit kalmıştır, böylece proksimal kasların ürettiği kuvvetler veya vücut ağırlığının kendisi dirsekte ele aktarılabilir. Dirseğin bu şekilde kullanıldığı fonksiyonel aktivitelere örnek olarak ağır bir nesneyi itmek veya tornavida ve benzeri bir alet kullanmak verilebilir. Ayrıca dirsek, kapalı zincir konumundayken eldeki ve distal radiustaki yükleri, proksimal ulnadan kola aktarır. Ellerin üzerinde

yürüme ya da durma, sandalyede dirsekler düz eller üzerinde kalkma(sandalyede push-up yapma), koltuk değneği ile yürüme, düşerken eller ile destek alma da kapalı kinetik fonksiyonel aktivitesine örnek gösterilebilir (34).

## **2.2. Dirsek Eklemine Biyomekaniği**

### **2.2.1. Dirsek Eklemine Stabilitesi**

#### ***Pasif Kemik Stabilizatörler***

Ulnohumeral eklem, tam uyumlu olması nedeniyle, dirseğin en etkili kemik stabilizatörüdür.

Morrey ve ark. (43), radius başının valgus stresini karşılayan ikincil stabilizatör olduğunu göstermişlerdir. Radius başına kuvvet iletimi 0° ile 30° fleksiyon arasında en büyüktür ve önkol pronasyonda pozisyonlandığında bu kuvvet artar (1).

Olekranon fleksiyon ve ekstansiyon stabilizasyonuna önemli katkı sağlar (23). Sigmoid çentiğin proksimal yarısı valgus stresinin %75-85'ini, distal yarısı varus stresinin %60-67'sini karşılar (1).

Koronoid çıkıntı posterior dislokasyonu önlemede önemli rol oynar. Koronoidin ardışık parçalarının çıkarılmasıyla posterior deplasman ve instabilite görüldüğü kanıtlanmıştır (1).

#### ***Pasif Yumuşak Doku Stabilizatörleri***

LCLC, MCLC, anterior kapsülü ve interosseöz membranı kapsar.

Anterior kapsül distraksiyon kuvvetlerine karşı ekstansiyonda %85, fleksiyonda ise %8 oranında sınırlayıcı rol üstlenir. Eklem kapsülü tam dirsek ekstansiyonu ve fleksiyonunu sağlamak için özellikle arkada gevşektir ve eklem stabilitesine katkı sağlamaz. Kadavra inceleme sonuçları, dirsek eklem kapsülünün transvers olarak çıkarılmasıyla eklem laksitesinde artışın olmadığını ortaya koymuştur. Kadavra örneklerindeki çalışmalar; 80° dirsek fleksiyonunda eklem kapsülünün en gevşek pozisyonda ve efüzyon varlığında kapsül üzerindeki gerilimin bu pozisyonda en az olduğunu göstermektedir (34).

Medial ulnar kollateral ligamentin anterior bandının valgus stresine karşı primer stabilizatör olduğu kanıtlanmıştır (43). AMCL dirsek eklem hareketinin ilk 60°-90° dereceleri için primer stabilizasyon sağlarken, posterir medial kollateral

ligamentin rolü fleksiyonun üst dereceleri için önemlidir (42). Ayrıca dirsek fleksiyonu esnasında traksiyona gösterilen direncin %78'inin MCLC karşılar (23).

LCLC'in tüm parçaları varus stresi ve posterolateral stabilite için etkili stabilizasyon sağlamakla birlikte lateral ulnar kollateral ligament primer stabilizatördür (1).

Annular ligament radius başının stabilizasyonunu sağlamakla görevlidir. Ayrıca lateral UCL ile birlikte lateral subluksasyonu önler, önkolun humerus üzerindeki aşırı posterolateral rotasyonunu sınırlandırır.

İnterosseöz membran kapalı kinetik zincir pozisyonlarında proksimal radiusun stabilizasyonunu sağlar (34).

### ***Aktif Stabilizatörler***

Dirsek eklemi ni kateden herhangi bir kas bir eklem reaktif kuvveti üretir ve bu eklem yüzeylerini komprese ederek eklemi stabilize etmeye yardımcı olurlar. Triseps, biceps ve brakialis dirsekten geçen en güçlü kompresif kuvvetleri üretir. Fleksör- pronatör kas grubu yerleşim alanı dikkate alındığında dirseğin mediali boyunca etki eden valgus stresine karşı stabilizasyon sağlar (1).

Dirsek ekleminin lateral bölgesi ekstansör supinatör kas grubu tarafından stabilize edilir.

### **2.2.2. Dirsek Ekleminin Kinematığı**

#### ***Fleksiyon ve Ekstansiyon***

Bu hareket troklear oluşun tabanı ile kapitellumun çevresinin sınırlandırdığı arkların içinden geçtiği tek bir eksen etrafında meydana gelir (36, 51). Bu eksen epikondiler düzleme göre yaklaşık 3° ile 8° internal rotasyondadır (36). Bu eksene bir dikme indirildiğinde, bu dikme proksimal ve lateralden humerus uzun ekseni ile 4° ile 8° açı yapar (36).Eklem yüzeylerinde meydana gelen hareket kaymadır. Bu hareket fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin son derecelerinde meydana gelen yuvarlanma hareketine dönüşür.

### ***Taşıma Açısı***

Taşıma açısı, dirsek eklem problemlerinde ve bu problemlere yönelik tedavilerin takibinde yol gösterici rol oynadığından hakkında birçok araştırma yapılmıştır.

Yapılacak ölçümün gonyometrik veya röntgenografik olmasına göre, taşıma açısı için birçok tanım yapılmıştır (2, 5, 7, 24, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 58, 59). Bu çalışmanın esası Potter'ın 1895'te yaptığı ilk tanıma dayanmaktadır. Bu tanıma göre dirsek tam ekstansiyon ve önkol tam supinasyonda iken önkol uzun ekseninin kol uzun eksenine göre yaptığı açı kolun oblikliğidir (49). Daha sonra bu açı kolun *taşıma açısı* olarak adlandırılmıştır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarla bulunan taşıma açısı değerleri Tablo 2.1'de gösterilmiştir. Bunlardan 5'i pediatrik alanda ve 2'si Türkiye'de yapılmıştır. Literatürdeki taşıma açısındaki farklılığın nedenleri; ölçüm esnasında farklı pozisyonlar kullanılması, röntgen, kadavra veya birey üzerinden, yumuşak doku bütünlüğünü korurken veya çıkarılarak ölçüm yapılması, eksenler arasındaki küçük açının veya büyük açının ölçülmesidir.

Bazı çalışmalar taşıma açısını kadın cinsiyetinde istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulurken (5, 19, 24, 25, 31, 53, 55, 58), diğer çalışmalar cinsiyetin taşıma açısı üzerinde etkili olmadığını savunmuşlardır (7, 27, 40, 47). Purkait ve Chandra yaptıkları bir çalışmada, kadın ulnasındaki olekranon- koronoid açısının daha küçük olmasının yüksek seksüel dimorfizmin delili olduğunu, kadın ve erkek taşıma açıları arasındaki farkı ortaya koyduğunu belirtmişlerdir (50). Khare ve ark. ise taşıma açısını ikincil cinsiyet özelliği olarak düşünen yazarların aksine taşıma açısının boy uzunluğuyla ilgili olduğunu savunmuştur (31). Pronasyon sırasında ulnanın proksimalinde troklea ile çentiği arasındaki ilişkiye bağlı olarak meydana gelen açılanmanın, boyu dolayısıyla ulnası uzun olan bireylerde daha fazla olacağını; böylece pronasyona cevap olarak taşıma açısının artacağını ortaya koymuştur.

Taşıma açısı için dominant ve dominant olmayan kol arasında da araştırmalar yapılmış, bunlardan bir kısmı taşıma açısının dominant kolda daha yüksek olduğunu saptarken (24, 48, 55, 58), bir kısmı ise iki kol arasında fark bulamamışlardır (51, 59).

Taşıma açısının fleksiyon hareketi esnasındaki değişimi çeşitli kinematik çalışmalarla gösterilmiştir. Yazarlardan London (36), taşıma açısının fleksiyon esnasında sabit kaldığını, Morrey ve Chao (39), Deland ve ark. (13) ile Roy ve ark. (51) lineer bir değişim izlediğini savunmuşlardır. An ve ark. 1984 yılında yaptıkları bir çalışmada, taşıma açısının fleksiyon hareketiyle değişiminin incelendiği bu çalışmaların sonuçlarındaki farklılığın taşıma açısının tanımlanması ve ölçülmesindeki yöntem farklılıklarından kaynaklandığını üç boyutlu kinematik analizle ortaya koymuşlardır (2).

Tablo 2. 1. Literatür taramasıyla tespit edilen taşıma açısı değerleri

Literatür	YIL	Yöntem	N (K-E)	TAŞIMA AÇISI- KADIN(°)	TAŞIMA AÇISI- ERKEK(°)
STEEL ve TOMLINSON(53)	1958	Röntgen üzerinde açı ölçümü	50-50	18,38±3,41	19,28±4,67
KHARE ve ark.(31)	1999	Universal gonyometre	200-200	16,92	13,56
PARASKEVAS ve ark.(48)	2004	Atkinson ve Elfman gonyometresi ile	280-285	15,07±4,95	10,97±4,27
TÜKENMEZ ve ark.(55)	2004	Universal gonyometre	500-500 (her grup için)	6 YAŞ GRUBU İÇİN D=12.85 ND=12.19 14YAŞ GRUBU İÇİN D=18.10 ND=17.07	6 YAŞ GRUBU İÇİN D=12.41 ND=11.86 14YAŞ GRUBU İÇİN D=18.17 ND=17.25
YILMAZ ve ark(58)	2005	Universal gonyometre	644-631	RD 12,01±3,54 LD 14,20±3,31	RD 10,47±3,75 LD 11,93±4,61
BALASUBRAMANIAN ve ark.(5)	2006	Universal gonyometre	30 (her grup için)	5-6 yaş 10.0 ±3.0 8-9 yaş 11.8 ±3.9 11-12 yaş 13.6 ±3.4 14-15 yaş 15.4 ±2.6 17-18 yaş 13.6 ±3.5	5-6 yaş 8.6 ±4.2 8-9 yaş 10.4 ±2.9 11-12 yaş 11.6 ±3.2 14-15 yaş 12.4 ±2.5 17-18 yaş 10.8 ±3.6

### ***Hareketin Sınırlandırılması***

Fleksiyonu sınırlandıran etkenler; radius başının radius fossasına oturması, koronoid çıkıntının koronoid fossaya oturması, eklem kapsülü ve trisepsin gerilimi, 145° üzerindeki fleksiyonun sınırlandırılması için triseps gerilimine ilave olarak kol ve önkol anterior kas grubunun gerilimidir. Morrey ve ark. (42), orrigo ve insersiyon arasındaki uzaklığın fleksiyonla üç boyutlu değişimi ölçerek;

- Dirsek fleksiyonunun rotasyon eksenini trokleanın merkezinden yani RCL'in humeral orrigosundan geçtiğinden, bu ligamentte fleksiyonun 0°-120°sinde minimal bir değişim görüldükten sonra, uzunluğunun sabit kaldığını,
- AMCL'in orrigosunun, medial apikondilin inferior yüzeyinde olan dirsek rotasyon ekseninin arkasında kaldığından, dirsek tam ekstansiyondan 120° fleksiyona giderken özellikle fleksiyonun ilk 60°sinde olmak üzere ortalama 4.8 mm uzadığını, bundan sonra neredeyse sabit kaldığını,
- PMCL'in orrigosunun AMCL'in de arkasında olduğundan eksenle pozisyonu anterior parça ile benzer şekilde olduğundan, görevini 60°den sonra devralarak bu pozisyondan itibaren ortalama 9,4 mm uzadığını saptamışlardır.

Ekstansiyonu sınırlandıran etkenler olekranon çıkıntının olekranon fossaya oturması, anterior ligament, AMCL ve fleksör kasların gerilimidir.

Supinasyon ve pronasyonu sınırlandıran etkenler, quadrat ligament ve antagonistik kas gerginliğidir.

### ***Dirseğin Kapasitesi ve Temas Alanı***

Yetişkinlerde dirsek eklemine maksimum kapasitesi yaklaşık 25–30 ml. dir ve yaklaşık 80° fleksiyonda oluşur (1, 23, 43).

Dirseğin temas yüzeyleri, sigmoid fossada 4, koronoidde 2, olekranonda 2 faset şeklindedir. Bu alanlar varus ve valgus yüklenmelerine bağlı olarak mediale veya laterale doğru kayabilirler.

### **2.2.3. Eklem Yüzeyine Etkiyen Kuvvetler**

Ekstansiyon ve aksiyal yüklenme ile birlikte stresin dağılımı %40 ulnohumeral, %60 radiohumeral eklem üzerindedir. Proksimal ulna üzerine

uygulanan aksiyal yüklenmenin, valgus durumunda %12'si, varus durumunda ise %93'ü iletilir (23).

Radius başına etki eden kuvvetler 0° ile 30° arasındaki fleksiyonda en büyük, pronasyonda ise daima yüksektir. Ulnohumeral eklemdaki kuvvet zorlu kaldırmayla beraber vücut ağırlığının bir ile üç katına kadar değer alabilmektedir. Eklem bileşke kuvvetinin yönü, fleksiyon açısıyla değişir, dirsek ekstansiyonu ile daha anteriora dirsek fleksiyonu ile daha posteriora yönelir (23).

Temas basıncı, kompresif kuvvetin yönü ve büyüklüğüne bağlıdır. Kuvvet eklem yüzeyinin merkezine yöneltildiğinde, temas stresi eklem yüzeyi içinde eşit olarak dağılır. Kuvvet eklem sınırlarına anterior veya posteriordan yöneltildiğinde, ağırlık taşıyan yüzey azalır, temas stresleri artar, stres dağılımı düzensizleşir (23).

#### 2.2.4. Tenis Biyomekaniği

Baş üstü fırlatıcılık sporlarının biyomekaniği literatürde geniş yer tutar. Bu sporlarının biyomekanikleri genel olarak tenisle benzerlik göstermesine karşın, tenis servisi sırasında diğer fırlatıcılık sporlarına göre daha az dirsek ve omuz, daha fazla top velositesi ortaya çıkar. Bu durum tenis sporunun üç segmentli(kol, önkol, raket), fırlatıcılığın ise iki segmentli(kol, önkol) hareket olması nedeniyle (35). Dillman ve ark. beyzbol kinetiğini şu beş aşamada incelemişlerdir (14):

1. *Wind up* (Hazırlık)
2. *Stride* (Öne adım alma)
3. *Arm-cocking*(Kolun havalanması)
4. *Arm-acceleration*(Kolun hızlanması)
5. *Arm-deceleration*(Kolun yavaşlaması)
6. *Follow-through*(Kolun salınımı)

Fırlatıcılıkta; en fazla varus torku olan  $64 \pm 12$  Nm (9, 21, 46), kolun havalanması fazında  $95^\circ \pm 14^\circ$  fleksiyona ulaşıldığı zaman elde edilir (21).  $90^\circ$  fleksiyonda varus torkunun %54'ü UCL tarafından karşılanır (21). Kolun havalanması fazından kolun hızlanması fazına geçerken, dirsek  $85^\circ$ den  $20^\circ$  ekstansiyona gider ve bu esnada oluşan valgus torkuna karşı koymak için varus torkları üretir (21). Bu esnada radiokapitellar eklem de 500 Nm'lik kompresyon kuvvetine maruz kalır(46). Bu mekanizma Valgus Ekstansiyon Aşırı Yüklenme Sendromu(*Valgus Extension Overload Syndrome-VEOS*)'nun zeminini hazırlar.

Dirsek eklemi fleksiyondan ekstansiyona hareket ederken varustan valgusa gider (43). Hazırlık safhasında dirsek tam fleksiyon pozisyonundan fırlatma fazındaki tam ekstansiyona geçtiğinden, en fazla valgus yüklenmesi bu noktada olur. Bir yapı gerilim altındayken büküldüğünde internal parçalanma stresi üretilir. Akselerasyon fazında dirsekteki kuvvetler dağıtıldığı zaman MCL'in anterior demeti büyük gerilim streslerine maruz kalır. Bununla birlikte gelişen dirsek ekstansiyonu AMCL üzerinde bükme stresi üreterek, lifler arasında internal parçalanma stresi oluşturur. Tekrarlı gelişen bu stresler ligamentin orrigosuna yakın yerden yırtılmasının sıklıkla sebebidir (45).

Dirsek eklemi, tenis servisi sırasında yaklaşık 20°'den 116°'ye kadar en fazla fleksiyonu yapar(20, 35). Bu vuruş sırasında dirseğe etki eden varus torku 43 Nm'ye ulaşır. *Forehand* vuruşu sırasında en fazla 11° ve *backhand* vuruşu sırasında en fazla 18° fleksiyon yapılır. Top teması sırasında ise dirsekte 20° fleksiyon, bilekte 15° ekstansiyon, öne adım alan bacadaki dizde 24° fleksiyon açığa çıkar (35).

Maksimal hıza ulaşmak için güç üretimini pronatör teres ve triseps kasları sağlar.

Dirsekte bu kaslar tarafından oluşturulan ekstansiyon torku hız üretimindeki temel faktörlerden biridir (35).Tenis servisi sırasında dirsek ekstansiyonunun zirve açısal hızı 982°/sn, önkol pronasyonunun zirve açısal hızı 347°/sn'dir (20, 35).

*Backhand* vuruşu mekaniği incelendiğinde diğer vuruşlara göre pek fazla kas aktivitesinin olduğu görülmez. Bu nedenle dirsek yaralanmaları en fazla bu vuruş esnasında meydana gelir (35).

**Valgus Ekstansiyon Aşırı Yüklenme Sendromu(Valgus Extension Overload Syndrome-VEOS):** Bu hastalık tablosu, medial kompartman distraksiyonu, lateral kompartman kompresyonu ve posterior kompartman sıkışması sonucu meydana gelen bir dizi bozukluktan oluşur ve maksimal glenohumeral eklem eksternal rotasyonunu takiben belirir (4, 9, 19, 20). Akselerasyon fazında tekrarlayan valgus stresleriyle birlikte, UCL, humeroulnar eklem ve fleksör-pronatör kitle zayıflar. Bu nedenle MUCL ve kemik yapıların yaralanmasını önlemek için bilek ve önkol kas kitlesinin dinamik stabilizasyonunu gerektirir (19).

Bu tip aşırı yüklenme yaralanmalarında önleme büyük önem taşır. Sezon öncesi hazırlık iyi yapılmalı, uygun fırlatma mekaniği (fırlatma tipi ve büyüklüğü) seçilerek çalışılmalıdır. Antrenman öncesi ısınma egzersizlerine dikkat edilmelidir. Her

oyundaki 10 fırlatma dirsekteki ağırlı ve tehlikeyi %6 arttırdığından, 9–12 yaş grubu için haftada 6, 13–15 yaş grubu için haftada 9 oyunu geçmemelidir (33). Atış sınırı 8–10 yaş grubu için haftada 100 atıştır. Daha büyük çocuklar 200 atışa kadar çıkabilir (15). Büyük raket başı ve kavrama sapı kullanılması, raket yay geriliminin azaltılması ve çift taraflı *backhand* tekniğinin geliştirilmesi gibi yöntemler de önerilmiştir (33). Ancak, bu yöntemlerden daha öncelikli öneme sahip olan konu, tenisle birlikte eklem hareket genişliğinin arttığı bildirilen (12) sporcuların yeterli kuvvet ve enduransa ulaşarak dirsekte primer statik ve dinamik stabilizasyonu sağlayabilmesidir.

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

#### 3.1. Bireyler

Adolesan grup sedanterler ve tenis oyuncularında taşıma açısı, kavrama kuvveti ve antropometrik değerlere yönelik normal değerlerin ve bu parametreler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yaptığımız araştırmanın çalışma grubunu 42, kontrol grubunu 39 sağlıklı adolesan (10-14 yaş aralığında, tenis grubu için yaş ortalaması 142,7 ay, kontrol grubu için yaş ortalaması 148,0 ay) oluşturmuştur. Çalışmanın çalışma grubunu Ankara Tenis Kulübü'nün tenis oyuncuları, kontrol grubunu ise Ankara Telsizler İlköğretim Okulu'nun öğrencileri oluşturmuştur. Testlerin yapılabilmesi için tüm genç bireylere ve velilerine gerekli bilgiler verilerek gönüllü olmaları imzaladıkları aydınlatılmış onam formları ile resmileştirilmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- Üst ekstremitte yaralanması geçirmemiş olmak
- Testlere katılmada istekli olmak
- Herhangi bir alt ekstremitte yaralanması ve cerrahisi ile ilgili problemi olmamak
- Testleri engelleyecek derecede ruhsal, kognitif ve mental problemi olmamak
- Vücut kütle indeksi, % 5-85 persentil değerleri arasında (11 yaş grubu erkek için 14.6–21.7 kg/m<sup>2</sup>, kız için 14.5-21.3 kg/m<sup>2</sup>; 12 yaş grubu erkek için 15.2-23.1 kg/m<sup>2</sup>, kız için 15.3-22.3 kg/m<sup>2</sup>; 13 yaş grubu erkek için 15.6-23.7 kg/m<sup>2</sup>, kız için 16.3-23.1 kg/m<sup>2</sup> şeklinde belirlenmiştir (32, 44).

Bu çalışmanın yapılabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır (LUT 09/ 77-226 no'lu proje).

#### 3.2. Yöntem

Çalışmaya katılan bireylerin takvim yaşı, dominant ekstremitesi, menarş yaşı öğrenilerek kaydedilmiştir. Ayrıca çalışma grubuna ait bireylerin tenis için dominant olan ekstremitesi, tenis başlangıç yaşı, tenise ait antrenman sıklığı ve süresi ile yaptığı diğer sporlar kaydedilmiştir.

Bireyler daha sonra; boy uzunluğu, ağırlık, taşıma açısı, kavrama kuvveti, uzunluk, çevre ve çap ölçümleri açısından değerlendirmeye alınmıştır.

Bireylerin vücut kütle indeksi(VKİ), “VKİ = Ağırlık(kg) / Boy Uzunluğu<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)” formülüne göre, metrik sisteme uygun olarak hesaplanarak kaydedilmiştir.

Genetik ve hormonal faktörlerin, antropometrik ölçümlerin diğer parametrelerle ilişkilerini olumsuz yönde etkilememesi amacıyla; antropometrik ölçümlerin boy uzunluğuna oranları alınarak kaydedilmiştir.

### **3.2.1. Boy Uzunluğu ve Ağırlık Ölçümü**

Boy uzunlukları ayakkabısız olarak duvarda işaretlenerek, mezura ile ölçüldü ve santimetre cinsinden kaydedilmiştir.

Bireyler ağırlıkları tartılarak kilogram cinsinden kaydedilmiştir.

### 3.2.2. Taşıma Açısının Değerlendirilmesi

Ölçüm, birey oturur pozisyonda, kol hafif abduksiyon, dirsek tam ekstansiyon ve önkol tam supinasyonda iken yapılmıştır. Universal gonyometrenin pivot noktası kübital çukurun merkezine yerleştirilmiştir. Gonyometrenin bir kolu, kolun akromiyonu takip eden uzun eksenine; diğer kolu iki stiloid çıkıntı arasındaki mesafenin orta noktasını takip eden önkol uzun eksenine paralel tutularak ölçüm yapılmıştır (5, 24). Kol uzun ekseninin uzantısı ile önkol uzun eksenini arasındaki açı okunarak kaydedilmiştir (Şekil 3.1).

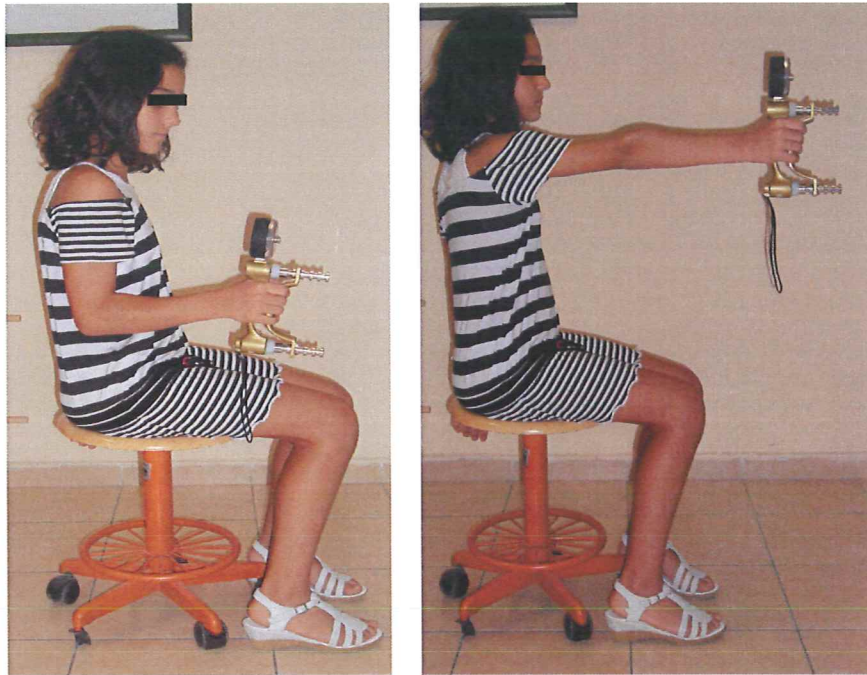


Şekil 3. 1. Taşıma açısı ölçümü

### 3.2.3. Kavrama Kuvvetinin Değerlendirilmesi

İlk pozisyon için ölçüm, birey oturur pozisyonda, kol tam adduksiyon ve ekstansiyonda, dirsek 90° fleksiyonda, önkol nötral rotasyonda iken yapılmıştır (Şekil 3.2-a). İkinci pozisyon için ölçüm, birey oturur pozisyonda, kol tam adduksiyon ve 90° fleksiyonda, dirsek tam ekstansiyonda, önkol nötral rotasyonda iken yapılmıştır (şekil3.2-b).

Kavrama boyutlarının fleksör dijitorum superfisiyalis kasının yorgunluğuna etkisi olmadığı gösterildiğinden (8), tüm olgular için uygun olan sabit bir kavrama büyüklüğü seçilmiştir. Bireyler kavrama şekli, kavrama süresi, dinlenme süresi, hakkında bilgilendirilmiştir ve yapabilecekleri en kuvvetli kavramaları yapmaları konusunda uyarılmıştır. Önce sağ, sonra sol elden olmak üzere her iki elden de 3 saniye süreli üç maksimal efor alınmıştır. Her efor arasında 30 sn dinlenme arası verildi. En iyi değer kavrama kuvveti olarak kaydedilmiştir (16, 22).



(a)

(b)

Şekil 3. 2. Kavrama kuvveti ölçümleri: a)dirsek 90° fleksiyonda, b)dirsek tam ekstansiyonda

### **3.2.4. Üst Ekstremitte Uzunluk Ölçümleri**

Birey oturur pozisyonda omuzlar ve kol gevşek, dirsek 90° fleksiyonda, önkol yere paralel iken akromion ile olekranon arasındaki uzaklık mezura ile ölçülerek kol uzunluğu olarak kaydedilmiştir.

Birey oturur pozisyonda omuzlar ve kol gevşek, dirsek 90° fleksiyonda, önkol nötral rotasyonda iken olekranon ile radius stiloid çıkıntısı arasındaki uzaklık mezura ile ölçülerek önkol uzunluğu olarak kaydedilmiştir.

Birey ayakta durur pozisyonda önkol ve el düzgün bir çizgi üzerindeyken, parmaklar adduksiyon ve ekstansiyonda radius stiloid çıkıntısının distal ucu ile 3. parmağın distali arasındaki uzaklık elin dorsalinden mezura ile ölçülerek el uzunluğu olarak kaydedilmiştir.

### **3.2.5. Üst Ekstremitte Çevre Ölçümleri**

Birey oturur ve kaslar gevşek pozisyonda iken, kol uzunluğunun orta noktası işaretlenip mezura ile ölçülerek kol çevre uzunluğu olarak kaydedilmiştir.

Birey oturur ve kaslar gevşek pozisyonda iken, önkol uzunluğunun orta noktası işaretlenip mezura ile ölçülerek önkol çevre uzunluğu olarak kaydedilmiştir.

Birey oturur ve kaslar gevşek pozisyonda iken, mezura radius ve ulnanın stiloid çıkıntısına tam temas edecek şekilde ölçüm yapılarak el çevre uzunluğu olarak kaydedilmiştir.

### 3.2.6. Üst Ekstremitte Çap Ölçümleri

Birey oturur pozisyonda, kol tam adduksiyon ve 90° fleksiyonda, dirsek 90° pozisyonda iken humerusun medial ve lateral epikondilleri arasındaki uzaklık kaliper ile ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.5-a).

Birey ayakta durur pozisyonda, kol vücut yanında ve tamamen gevşek, radius ve ulnanın stiloid çıkıntıları arasındaki uzaklık kaliper ile ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.5-b).



(a)



(b)

Şekil 3. 5. Dirsek ve önkol çap ölçümleri: a)dirsek çap ölçümü, b)bilek çap ölçümü

### 3.2.7. İstatistiksel Analiz

Veriler aritmetik ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir.

Taşıma açısı ve diğer parametreler arasındaki ilişkiler Spearman Korelasyon Analizi ile incelenmiştir.

Gruplar arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla non- parametrik testlerden Mann- Whitney U testi kullanıldı. Yanılma olasılığı olarak p değeri 0.05 kabul edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Bireylere ait demografik özellikler tablo 4.1’de ve tanımlayıcı istatistikler tablo 4.2, 4.3 ve 4.4’te verilmiştir.

Çalışmaya katılan çalışma grubuna ait 22 erkek olgunun yaş ortalaması  $142.15 \pm 7.81$  ay ve 20 kız olgunun yaş ortalaması  $142.36 \pm 7.31$  ay, kontrol grubundaki 15 erkek ve 24 kız olgunun yaş ortalamaları ise  $147.64 \pm 6.51$  ay ve  $147.13 \pm 7.98$  ay bulunmuştur.

VKİ, çalışma grubunda, erkekler için  $18.17 \pm 1.97 \text{ kg/m}^2$ , kızlar için  $17.63 \pm 1.58 \text{ kg/m}^2$ ; kontrol grubunda, erkekler için  $17.32 \pm 2.37 \text{ kg/m}^2$ , kızlar için  $17.30 \pm 2.39 \text{ kg/m}^2$  olarak hesaplanmıştır.

Çalışmaya katılan olgulardan, çalışma grubuna ait kız bireylerin sağ üst ekstremiteden ölçülen taşıma açıları (TAR), dirsek  $90^\circ$  fleksiyon pozisyonunda sağ üst ekstremiteden ölçülen kavrama kuvvetleri (KKFR) ve dirsek tam ekstansiyon pozisyonunda sağ üst ekstremiteden ölçülen kavrama kuvvetleri (KKER) ile; sol üst ekstremiteden ölçülen taşıma açıları (TAL), dirsek  $90^\circ$  fleksiyon pozisyonunda sol üst ekstremiteden ölçülen kavrama kuvvetleri (KKFL) ve dirsek tam ekstansiyon pozisyonunda sol üst ekstremiteden ölçülen kavrama kuvvetleri (KKEL) ile pozitif korelasyon göstermiştir ( $p=0,042$ ) (Tablo 4.5). Bu grup dışındaki hiçbir grupta taşıma açısı ve kavrama kuvvetleri arasında ilişki tespit edilememiştir. Deney grubundaki kız bireylerin sağ omuz ve kol çevre oranlarının KKFR ile pozitif ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma grubundaki erkek olguların tüm antropometrik oranları ile KKFR, KKER, KKFL ve KKEL değerleri pozitif yönde korelasyon göstermiştir (Tablo 4.6).

Kontrol grubuna ait erkek bireylerin KKFR’si sağ bilek çap, kol çevre ve bilek çevre oranları, KKER’si ise sağ bilek çap ve el uzunluk oranları ile pozitif korele bulunmuştur. Bu grupta diğer parametrelere yönelik herhangi bir ilişki tespit edilememiştir.

Kontrol grubundaki kız olguların parametreleri arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Tüm grupların sağ ve sol kavrama kuvvetleri kendi aralarında (KKFR ile KKER, ve KKFL ile KKEL) yüksek pozitif korelasyon göstermiştir.

Gruplar arasındaki farkların tespiti amacı ile uygulanan Mann- Whitney U testi sonucunda;

- Çalışma ve kontrol gruplarındaki kız olgular arasında, KKFR, KKER, KKFL, KKEL için çalışma grubu lehine; sol dirsek çap, sağ ve sol önkol çevre oranı için kontrol grubu lehine,
- Çalışma ve kontrol gruplarındaki erkek olgular arasında; KKFR, KKER, KKFL, KKEL, sağ ve sol dirsek çap, sağ ve sol bilek çap oranları için çalışma grubu lehine,
- Çalışma grubundaki kız ve erkek olgular arasında; sağ ve sol dirsek çap, sağ ve sol bilek çap, sağ ve sol bilek çevre oranları için erkek olgular lehine,
- Kontrol grubundaki kız ve erkek olgular arasında; her iki taraf taşıma açıları için kız olgular lehine olmak üzere farklar tespit edilmiştir (Tablo 4.7).

Çalışma grubundaki kız, çalışma grubundaki erkek ve kontrol grubundaki kız olguların taşıma açılarının dominantlık yönünden fark göstermediği tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki erkek olgular içerisinde sol dominant birey bulunmadığından, bu gruba yönelik bir test uygulanamamıştır.

**Tablo 4. 1.** Olguların demografik özellikleri

Grup	Cinsiyet		Ortalama	Standart Sapma
Çalışma	Erkek	Yaş	142,15	7,81
		VKI	18,17	1,97
	Kız	Yaş	142,36	7,31
		VKI	17,63	1,58
Kontrol	Erkek	Yaş	147,64	6,51
		VKI	17,32	2,37
	Kız	Yaş	147,13	7,98
		VKI	17,30	2,39

**Tablo 4. 2.** Tüm gruplarda taşıma açıları ve kavrama kuvvetleri

Grup	Cinsiyet		Ortalama	Standart Sapma	
Çalışma	Erkek	TAR	11,84	3,64	
		TAL	11,84	3,76	
		KKFR	28,15	8,40	
		KKER	28,00	8,47	
		KKFL	24,94	8,34	
		KKEL	25,57	8,63	
		Kız	TAR	12,76	4,17
	TAL		12,52	3,92	
	KKFR		23,76	5,68	
	KKER		22,63	5,97	
	KKFL		21,15	5,05	
	KKEL		20,31	4,58	
	Kontrol		Erkek	TAR	12,50
		TAL		12,50	2,02
KKFR		10,92		5,77	
KKER		12,28		6,25	
KKFL		7,38		2,25	
KKEL		9,92		2,92	
Kız		TAR		13,95	2,31
		TAL	13,77	2,52	
		KKFR	12,45	4,98	
		KKER	14,86	5,54	
		KKFL	10,54	4,99	
		KKEL	12,50	5,18	

Tablo 4. 3. Çalışma grubuna ait antropometrik değerler/ boy uzunluğu oranları

Grup	Cinsiyet		Ortalama	SS
Çalışma	Erkek	DCSGOR	40,41	3,36
		DCSLOR	40,01	3,67
		BCSGOR	34,28	3,09
		BCSLOR	34,00	3,37
		KUSGOR	21,20	2,83
		KUSLOR	21,02	2,77
		OKUSGOR	16,84	1,76
		OKUSLOR	16,77	1,93
		EUSGOR	11,48	1,39
		EUSLOR	11,20	1,51
		OCSGOR	20,96	3,00
		OCSLOR	20,56	3,17
		KCVSGOR	14,47	1,84
		KCVSLOR	14,55	2,09
		OKCVSGOR	13,57	1,71
		OKCVSLOR	13,17	2,06
	Kız	DCSGOR	36,42	2,73
		DCSLOR	36,01	2,93
		BCSGOR	30,90	1,64
		BCSLOR	31,05	1,89
		KUSGOR	20,05	2,46
		KUSLOR	20,13	2,60
		OKUSGOR	15,90	1,53
		OKUSLOR	15,89	1,58
		EUSGOR	10,93	1,27
		EUSLOR	10,79	1,28
OCSGOR	21,08	1,70		
OCSLOR	20,78	1,87		
KCVSGOR	14,15	1,40		
KCVSLOR	13,79	1,51		
OKCVSGOR	12,80	1,03		
OKCVSLOR	12,37	1,05		

**Tablo 4. 4.** Kontrol grubuna ait antropometrik değerler/ boy uzunluğu oranları

Grup	Cinsiyet		Ortalama	SS
Kontrol	Erkek	DCSGOR	37,56	2,63
		DCLOR	37,59	2,97
		BCSGOR	32,24	2,41
		BCLOR	32,74	2,21
		KUSGOR	20,24	1,01
		KULOR	20,27	0,72
		OKUSGOR	15,95	1,07
		OKULOR	16,07	0,70
		EUSGOR	11,44	0,98
		EULOR	11,25	1,01
		OCSGOR	20,77	4,54
		OCLOR	20,15	4,03
		KCVSGOR	14,78	2,54
		KCVLOR	14,74	2,21
		OKCVSGOR	13,13	1,63
		OKCVLOR	12,98	1,60
	Kız	DCSGOR	36,92	1,80
		DCLOR	37,26	1,81
		BCSGOR	31,64	2,06
		BCLOR	31,88	1,95
		KUSGOR	20,43	1,02
		KULOR	20,15	1,07
		OKUSGOR	15,93	0,94
		OKULOR	16,06	0,95
		EUSGOR	11,47	0,70
		EULOR	11,42	0,60
		OCSGOR	22,18	2,81
		OCLOR	21,82	2,31
KCVSGOR	15,23	1,72		
KCVLOR	14,91	1,67		
OKCVSGOR	13,77	1,22		
OKCVLOR	13,79	1,20		

**Tablo 4. 5.** Taşıma açısı ve diğer parametreler arasındaki ilişki durumu (r: ilişki katsayısı, p=0.05) (i: n=18, ii: n=20)

<i>SAĞ TAŞIMA AÇISI</i>								
	Çalışma Erkek		Çalışma Kız		Kontrol Erkek		Kontrol Kız	
	r	p	r	p	r	p	r	p
KKFR	0,076	0,737	<b>0,484</b>	<b>0,042*<sup>i</sup></b>	-0,072	0,799	-0,084	0,696
KKER	-0,077	0,733	<b>0,460</b>	<b>0,042*<sup>ii</sup></b>	0,049	0,863	-0,241	0,258
DCSGOR	0,316	0,188	-0,010	0,967	0,065	0,818	0,092	0,669
BCSGOR	0,125	0,610	-0,014	0,956	0,239	0,391	-0,055	0,798
KUSGOR	0,117	0,603	-0,219	0,354	0,243	0,382	0,006	0,979
OKUSGOR	-0,020	0,930	-0,134	0,572	0,007	0,980	0,101	0,640
EUSGOR	0,117	0,605	0,083	0,726	0,364	0,183	0,019	0,932
OCSGOR	-0,371	0,089	0,279	0,234	0,069	0,808	0,228	0,283
KCVSGOR	0,075	0,740	0,266	0,257	0,138	0,624	0,101	0,637
OKCVSGOR	-0,134	0,561	0,141	0,555	0,430	0,109	0,077	0,722
BCVSGOR	0,207	0,356	-0,071	0,767	0,388	0,153	0,061	0,776

<i>SOL TAŞIMA AÇISI</i>								
	Çalışma Erkek		Çalışma Kız		Kontrol Erkek		Kontrol Kız	
	r	p	r	p	r	p	r	p
KKFL	-0,076	0,735	0,460	<b>0,041*</b>	-0,069	0,815	-0,017	0,936
KKEL	-0,139	0,538	0,450	<b>0,046*</b>	-0,167	0,569	0,052	0,809
DCSLOR	0,142	0,561	-0,084	0,732	-0,064	0,822	0,041	0,849
BCSLOR	0,035	0,886	-0,002	0,994	0,183	0,513	0,087	0,688
KUSLOR	0,013	0,954	-0,166	0,485	0,087	0,759	-0,239	0,262
OKUSLOR	0,053	0,813	0,008	0,975	-0,135	0,632	0,385	0,063
EUSLOR	0,015	0,949	-0,020	0,932	0,063	0,823	-0,103	0,632
OCSLOR	-0,290	0,190	0,182	0,443	-0,200	0,475	0,236	0,267
KCVSLOR	-0,188	0,401	0,252	0,283	0,241	0,386	0,131	0,543
OKCVSLOR	-0,211	0,345	0,160	0,500	0,477	0,072	0,194	0,363
BCVSLOR	-0,157	0,484	0,008	0,975	0,473	0,075	0,085	0,692

**Tablo 4. 6.** Adolesan erkek tenis oyuncularının kavrama kuvvetleri ve antropometrik ölçüm oranları arasındaki ilişki

	<i>KKFR</i>		<i>KKER</i>	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
DCSGOR	0,499	<b>0,030*</b>	0,501	<b>0,029*</b>
BCSGOR	0,615	<b>0,005*</b>	0,657	<b>0,002*</b>
KUSGOR	0,586	<b>0,004*</b>	0,577	<b>0,005*</b>
OKUSGOR	0,736	<b>&lt;0,001*</b>	0,728	<b>&lt;0,001*</b>
EUSGOR	0,481	<b>0,024*</b>	0,468	<b>0,028*</b>
OCSGOR	0,526	<b>0,012*</b>	0,554	<b>0,008*</b>
KCVSGOR	0,551	<b>0,008*</b>	0,531	<b>0,011*</b>
OKCVSGOR	0,618	<b>0,003*</b>	0,635	<b>0,002*</b>
BCVSGOR	0,770	<b>&lt;0,001*</b>	0,742	<b>&lt;0,001*</b>

	<i>KKFL</i>		<i>KKEL</i>	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
DCSLOR	,585	<b>0,009*</b>	,620	<b>0,005*</b>
BCSLOR	,672	<b>0,002*</b>	,659	<b>0,002*</b>
KUSLOR	,554	<b>0,007*</b>	,579	<b>0,005*</b>
OKUSLOR	,607	<b>0,003*</b>	,649	<b>0,001*</b>
EUSLOR	,492	<b>0,020*</b>	,508	<b>0,016*</b>
OCSLOR	,649	<b>0,001*</b>	,584	<b>0,004*</b>
KCVSLOR	,499	<b>0,018*</b>	,567	<b>0,006*</b>
OKCVSLOR	,549	<b>0,008*</b>	,579	<b>0,005*</b>
BCVSLOR	,633	<b>0,002*</b>	,697	<b>&lt;0,001*</b>

Tablo 4. 7. Çalışılan parametrelerin gruplar arası gösterdiği farklılıklar

	<i>GRUPLAR</i>							
	Çalışma Erkek - Kontrol Erkek		Çalışma Kız - Kontrol Kız		Çalışma Erkek - Çalışma Kız		Kontrol Erkek - Kontrol Kız	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
TAR	-0,390	0,696	-0,997	0,319	-1,039	0,299	-2,429	<b>0,015*</b>
TAL	-0,656	0,512	-1,092	0,275	-0,798	0,425	-2,231	<b>0,026*</b>
KKFR	-4,553	<b>&lt;0,001*</b>	-4,921	<b>&lt;0,001*</b>	-1,262	0,207	-0,840	0,401
KKER	-4,544	<b>&lt;0,001*</b>	-3,968	<b>&lt;0,001*</b>	-1,544	0,123	-1,524	0,128
KKFL	-5,003	<b>&lt;0,001*</b>	-4,946	<b>&lt;0,001*</b>	-0,883	0,377	-1,516	0,130
KKEL	-5,005	<b>&lt;0,001*</b>	-4,279	<b>&lt;0,001*</b>	-1,455	0,146	-1,174	0,240
VKİ	-0,820	0,412	-1,568	0,117	-0,038	0,970	-0,361	0,718
DCSGOR	-2,827	<b>0,005*</b>	-0,954	0,340	-3,650	<b>&lt;0,001*</b>	-0,852	0,394
DCSLOR	-2,255	<b>0,024*</b>	-2,116	<b>0,034*</b>	-3,518	<b>&lt;0,001*</b>	-0,390	0,697
BCSGOR	-1,995	<b>0,046*</b>	-1,027	0,304	-3,168	<b>0,002*</b>	-0,606	0,544
BCSLOR	-1,371	0,170	-0,856	0,392	-2,818	<b>0,005*</b>	-0,563	0,573
KUSGOR	-1,362	0,173	-0,707	0,479	-1,612	0,107	-0,896	0,370
KUSLOR	-1,269	0,205	-0,047	0,962	-1,499	0,134	-0,347	0,729
OKUSGOR	-1,594	0,111	-0,047	0,962	-1,511	0,131	-0,347	0,729
OKUSLOR	-0,959	0,337	-0,248	0,804	-1,310	0,190	-0,029	0,977
EUSGOR	-0,542	0,588	-1,073	0,283	-1,536	0,124	0,000	1,000
EUSLOR	-0,062	0,951	-1,862	0,063	-1,096	0,273	-0,997	0,319
OCSGOR	-0,634	0,526	-1,638	0,101	-0,063	0,950	-0,476	0,634
OCSLOR	-0,340	0,734	-1,285	0,199	-0,453	0,650	-0,606	0,544
KCVSGOR	-0,124	0,901	-1,461	0,144	-0,151	0,880	-0,866	0,386
KCVSLOR	-0,325	0,745	-1,509	0,131	-0,453	0,650	-0,303	0,762
OKCVSGOR	-0,915	0,360	-2,098	<b>0,036*</b>	-1,422	0,155	-1,372	0,170
OKCVSLOR	-0,310	0,757	-3,147	<b>0,002*</b>	-1,146	0,252	-1,747	0,081
BCVSGOR	-1,810	0,070	-0,318	0,750	-2,519	<b>0,012*</b>	-0,173	0,862
BCVSLOR	-1,331	0,183	-0,660	0,509	-2,682	<b>0,007*</b>	-0,087	0,931

## 5. TARTIŞMA

Kavrama kuvveti ile taşıma açısı arasındaki ilişkinin ortaya konulmasına yönelik yaptığımız analizde, bu ilişkiye yalnızca tenis oynayan adolesan kız olgularda hem sağ hem de sol kolda rastlanmıştır. Bunun yanı sıra tenis oynayan adolesan erkek olgularda, kavrama kuvvetleri tüm antropometrik ölçüm oranları ile ilişkiliyken, taşıma açıları ile ilişkili bulunmamıştır. Çalışmamız, kavrama kuvveti ile ilişkili bulunan parametrelerin, kız ve erkek tenis oyuncularında fark göstermesinde cinsiyet faktörünün etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç, kaynağını kaslardan alan mekanik streslerin karşılandığı iki ana yapı olan kemik ve bağ doku ile ilişkilendirilmiştir.

Tenis vuruşları, raket vibrasyonları, torsiyonel kuvvetler ve kasların kontraksiyonuna bağlı olarak önkolda tekrarlı mekanik zorlanmalar meydana getirir (17). Ducher ve arkadaşları(17) yaptıkları çalışmada, Schoneau ve Frost'un kassal kuvvetleri, kemiğin mekanik çevresini stabil tutmak amacıyla adapte olmak zorunda olduğu en güçlü istemli yüklenmeler olarak tanımladığını bildirmişlerdir. Kontraksiyon sırasında kaslar; kemik, tendon ve ligament yapıları üzerinde mekanik stresler oluşturmaktadır. Ducher ve arkadaşları, kavrama kuvveti ile Kemik Mineral İçeriği, Kemik Mineral Yoğunluğu ve kemik alanı arasında pozitif korelasyon saptamışlardır(16, 17)

Seeman(52) yaptığı bir derleme çalışmasında kemik parametrelerle ilgili karışıklığa ışık tutmuş, kadınlar ve erkekler arasında bulunan bir takım farklılıklara açıklık getirmiştir. İskelet yapının, hacimsel yoğunluğunu arttırmak yerine; daha elverişli kullanılabilme için boyutlarını büyüttüğünü göstermiştir. Büyüme ile kemik boyutlarının erkeklerde kadınlara göre daha fazla arttığını, fakat kemik mineral içeriğindeki artışın her iki cinste de periostal kılıf büyümesiyle orantılı olması nedeniyle hacimsel kemik mineral yoğunluğunun cinsiyetler arası farklılık göstermediğini savunmuştur. Periostal kalınlaşmanın her iki cinste de başladığı prepubertal dönemin, erkeklerde daha uzun sürdüğünden bahsetmiştir. Kortikal kalınlaşmanın erkeklerde daha çok periostal; kadınlarda endokortikal formasyon ile sağlanmasının, kadın kemiğinin bükme stresine karşı dayanıklılığını azalttığını ifade etmiştir. Bass ve arkadaşları (6), 8-17 yaş arasındaki 47 kız tenis oyuncusu ile yaptıkları çalışmada, prepubertal dönemde periostal kalınlaşma ile kemiğin

torsiyonel kuvvetlere direncinin arttığını; yüklenmenin devam ettiği peripubertal dönemde ise medullar kontraksiyonun başladığını ve bu dirençte çok az bir artış gerçekleştiğini bulmuşlardır. Bu bulgular Seeman'ı destekler niteliktedir.

Kemik yapının yanı sıra, kas-iskelet sistemi içerisinde kadınlar ve erkekler arasında farklılıkların bulunduğu bir diğer yapı tendon ve ligamentlerin oluşturduğu bağ yapısıdır. Osakabe ve arkadaşları (47), erkeklerde ligamentlerin elastin komponentinin, kadınlarda ise kollajen komponentinin yaşla birlikte azaldığını tespit etmiştir. Magnusson ve arkadaşları (37) ise kadınlarda, akut egzersizi takiben ve egzersiz sonrasında artmış östrojen seviyeleri sebebiyle tendon kollajen sentez hızının, düzenli antrenmana bağlı tendon hipertrofi miktarının ve gücünün erkeklere oranla daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, Chandrashekar ve ark. (10) kadınların ön çapraz bağlarının mekanik özelliklerinin(stres, *strain*, *strain* enerji yoğunluğu, elastisite modülü) erkeklere göre daha düşük olduğunu, Laura ve ark. (29) ise anterior tibial laksitenin kadın cinsiyetinde daha fazla görüldüğünü bulmuştur.

Ortalama 12 yaşlarında olan adolesan olgular içerisinde, kontrol grubundan 6 ve çalışma grubundan 4 kız birey menstrüasyon döngüsü yaşamaktadır. Bu durum bize kız olguların genel olarak prepubertal dönemden peripubertal döneme geçiş aşamasında olduğunu düşündürmektedir. Yine pubertal döneme yaklaşık 1 yıl geç girdikleri göz önüne alındığında(52) erkek bireyler için prepubertal dönemin devam ettiği düşünülebilir.

Elektromyografi çalışmaları, tenis vuruşu esnasında meydana gelen güçlü mekanik yüklenmeler sırasında; ekstansör karpi radialis brevis, ekstansör karpi radialis longus ve ekstansör dijitorum kommunisin vuruş sırasında en yüksek aktivite gösteren kaslar olduğunu tespit etmiş ve bu kasların el bileğini radial deviasyon ve ekstansiyonda pozisyonlayarak raket başını stabilize ettiğini savunmuşlardır (12). Bununla birlikte radius distaline yapışan brakioradialis ve pronatör teres gibi kaslar vuruş sırasında ciddi aktivasyon gösterirler (17). Radial taraftaki bu kaslar, yüklenme sırasında ulnayı radiale deviyeye ederler. Bu deviasyonla birlikte ulnar çentiğin inferomedial kısmı ve troklea humerinin medial kanadı arasındaki mesafe artar. Erkek ve kız bireylerin kemik ve bağ yapıları bu mesafeyi kontrol altında tutmak amacıyla bu yüklenmeye farklı cevaplar verdiğini düşünmekteyiz. Buna göre,

prepubertal dönem içerisinde olduğunu varsaydığımız erkek bireylerde dayanıklılık, kemik yapıda periostal kalınlaşma ve bağ yapıda aktiviteyle artan kollajen miktarıyla sağlanmakta, böylece yüklenme erkek bireylerde ciddi yapısal değişimlere yol açmamaktadır.

Peripubertal döneme geçişte olduğunu varsaydığımız kız bireylerde durum daha farklı olduğunu düşünmekteyiz. Endokortikal kontraksiyonla birlikte azalan kemik direnci ulnayı her kassal yüklenmeyle birlikte bükme stresine maruz bırakmaktadır. Ulnanın laterale deviasyonu esnasında daha çok elastin içerikli olan ligamentler, erkek bireylerin ligamentlerine oranla daha az stabilizasyon sağlamaktadır. Ek olarak; olekranon-koronoid açısının kadın cinsiyetinde erkeklerle göre daha küçük olduğu gösterilmiş ve bu durum inferior medial troklear çentiğin izdüşümünün kadınlarda daha küçük olmasına bağlanmıştır (50). Bu üç durum nedeniyle ulna kadınlarda radiale daha fazla deviyebilir, troklear çentik ve medial kanat arasındaki mesafe daha çok artabilir. Kompresyonu azalan medial kanat, intermittant özellikli kassal yüklenme ile büyüyebilir (31). Bu büyümeyle birlikte eklem arası mesafeyi koruyarak fonksiyonel hareketin devamını sağlamak için elastin yapıları ligamentlerin esnekliğini arttırmasına bağlı olarak taşıma açısı artabilir.

Tenis stabil bir kavrama gerektirdiğinden, kavrama kuvvetini arttırmaktadır. Silindirik kavrama daha çok dirseğin medialinde yerleşmiş fleksör kaslar tarafından gerçekleştirilmektedir (3, 18, 28). Bu nedenle kavrama kuvvetinin artması, önkol fleksör kas kuvvetinin artması demektir. Kavrama kuvveti sporcularda aslen yapılan sporun gereği olarak artsa da, bu araştırmanın bulgularına göre çalışma grubundaki kız bireylerde kısmen stabilizasyon amaçlı artmaktadır. Daha önce açıklanan nedenlerle çalışma grubundaki kız olguların mekanik stresleri karşılması daha zor olacağından; ulna distalinin laterale deviasyonunu kontrol altına almak isteyen önkol fleksörleri, kemiği medialde stabilize etmeye çalışmaktadırlar. Bu nedenle çalışma grubundaki kız olguların taşıma açısı arttıkça kavrama kuvveti artmaktadır.

Kavrama kuvvetinin genel üst ekstremité kassal kuvvetinin kolay ölçülebilen ve non- invaziv göstergesi olduğu gösterilmiştir (16). Çalışma grubundaki erkeklerde ise kavrama kuvveti ile antropometrik oranların ilişkili çıkması, genel üst ekstremité kassal kuvvetinin artması ve üst ekstremité büyümesini hızlandırması nedeniyle olabilir. Genel kassal kuvvet artışı, kemiklerde de büyüme hızlandırır. Kemik

mineral içeriği ve yoğunluğu daha fazla olan dominant üst ekstremitenin ölçülen kavrama kuvvetinin dominant olmayan ekstremiteye göre fazla olması bu durumun bir göstergesidir (16, 17). Çalışma grubundaki erkek olgularda, önkol çap oranlarının kız olgulardan büyük olması, artan kas kuvvetinin periostal kalınlaşmayla sağlanan büyümeyi desteklediğini düşündürebilir.

Khare ve arkadaşları (31), taşıma açısı değerlerinin cinsiyetler arası fark göstermediğini savunmuştur. Araştırmacıya göre taşıma açısındaki farklılıklar boy uzunluğu nedeniyledir. Kısa boylu bireylerin önkol kemik uzunluklarının da kısa olduğu düşüncesiyle, ulnanın proksimal parçasının pronasyona giderken daha fazla açılarak medial kanadın büyümesine imkan sağladığını vurgulamışlardır. Supinasyondan pronasyona giden ulna proksimalinin başlangıçta varusa, sonrasında dorsale ve son olarak valgusa kaydığı kanıtlanmıştır (30). Ulna proksimalinin bu hareketi medial kanadın büyüklüğünü arttıracığından taşıma açısının artmasına zemin hazırlayabilir. Tenisin tekrarlanan pronasyon hareketlerini içermesi bu düşüncemizi destekler niteliktedir. Çalışmamız, pronasyon nedeniyle taşıma açısında meydana gelen artışın, kemik ve bağ yapı açısından farklılıklarını tartıştığımız cinsiyet faktörü nedeniyle olduğunu ortaya koymuştur. Bunun kanıtı, yaş ortalamaları ve boy uzunlukları birbirine çok yakın olan kontrol grubu kız ve erkek bireyler arasında kız bireyler lehine fark bulunmasıdır. Bu yönüyle sonuçlarımız, taşıma açısının cinsiyetler arasında fark gösterdiğini tespit eden diğer bulguları desteklemektedir (5, 16, 31, 35, 42, 46, 48, 58). Kız olguların taşıma açısı ortalamalarının ve erkek olguların kavrama kuvveti ortalamalarının yüksek bulunduğu çalışma grubunda ise bu farkın istatistiksel olarak anlamı yoktur. Bu durumun nedeni güçlü önkol fleksörlerinin, sporcu kızlarda taşıma açısının artışını kontrol edebilmesi olabilir.

Araştırmamızda kontrol grubuna ait erkek bireylerin sağ üst ekstremiteden ölçülen kavrama kuvvetlerinin sağ bilek çap oranları ile ve sağ üst ekstremiteden dirsek fleksiyonda ölçülen kavrama kuvvetinin sağ bilek çevre oranı ilişkili bulunmuştu. Bunun nedeni, dominant kolda yüklenmenin kemik büyümesini stimüle etmesi (16, 17) ve distal segmentlerin proksimal segmentlerden önce gelişmesi (6) olarak düşünülebilir. Kontrol grubundaki erkek bireylerde sağ üst ekstremiteden dirsek fleksiyonda ölçülen kavrama kuvveti sağ kol çevre oranı ile ilişkili

bulunmuştur. Bu durum bireyin maksimal kavrama sağlamak amacıyla yetersiz önkol kuvvetini, dominant taraf gelişmiş kol kasları ile kompanse ettiği şeklinde açıklanabilir.

Çalışma ve kontrol grubu olgular arasında, kavrama kuvveti değerlerinde çalışma grubu lehine saptanan farklar tenis sporunun önkol kas kuvvetini arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

Çolak ve arkadaşları, yetişkin tenisçilerin üst ekstremitelerinin yetişkin sedanterlere göre uzun olduğunu tespit etmişti (12). Araştırmamızda çalışma ve kontrol grubu arasında fark tespit edilmemesi, adolesan dönemdeki gelişim atağı nedeniyle büyüme işaretlerinin henüz sadece ekstremitenin distal noktalarında görülmesi nedeniyle olabilir. Kontrol grubuna ait erkek olgularda sağ üst ekstremiteden dirsek ekstansiyonda ölçülen kavrama kuvveti ve sağ el uzunluk oranı arasında saptadığımız ilişki ile çalışma ve kontrol grubu kız olguların sol dirsek çap oranı arasında bulunan fark da yine bu durumla ilişkili olabilir.

Çalışma grubundaki kız olguların sağ ve sol önkol çevre oranının kontrol grubu kız olgulara oranla düşük olması, kontrol grubu kız olguların daha kalın önkol cilt altı yağ tabakasına sahip olmasından kaynaklanabilir.

Çalışma grubu kız ve erkek olgular arasında, erkek olgular lehine tespit edilen dirsek çap, bilek çap ve çevre oranları arasındaki farklar, büyümenin erkeklerde kemik boyutlarının artması yönünde olduğunu destekler niteliktedir.

Çalışmamız Türkiye’de ortalama 12 yaş grubu adolesanlarda taşıma açısı değerlerinin belirlendiği ilk çalışma olmakla birlikte, Balasubramanian ve arkadaşlarının(5) bu yaş grubuna yönelik sunduğu verilerle benzerlik göstermektedir.

Araştırmamız, adolesan bayan sporcularda, kavrama kuvveti ile taşıma açısı arasındaki ilişkiyi ortaya çıkararak, önkol fleksörlerinin stabilizasyon amaçlı çalıştığını öne sürmüştür. Tenis vuruşları sırasında bükme stresine maruz bırakılan ulna proksimali, önkol fleksörleri kuvvetlendirilerek daha iyi stabilize edilebilir. Çalışma bu yönüyle adolesan kız oyunculara antrenman programına katkı sağlayabilir.

Önkol fleksörlerinin, ulnanın stabilize edilmesindeki rolünün daha etkili çalışmalarla, örneğin elektromyografi ile ortaya konulması daha yararlı olabilir. Bu çalışmalar, geniş zaman alması nedeniyle, antrenman veya müsabaka olmayan

dönemlerde ayarlanabilir. Bu sayede stabilizasyona katkı sağlayan diğer kaslar belirlenebilir ve antrenman programı daha etkili planlanabilir.

Adolesan erkek oyuncularında kuvvetle birlikte artan antropometrik değerler göz önüne alındığında, üst ekstremitede büyüme ve gelişmenin hızlanması istenilen erkek çocukların tenis sporuna yönlendirilmesi söz konusu olabilir. Literatürde diğer vücut kısımlarının gösterdiği büyümenin araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde, sadece üst ekstremitenin değil, diğer vücut uzuvlarının büyüme ve gelişmesi amaçlandığında tenis sporu erkek çocukları için bir alternatif olabilir.

Dirsek yaralanmalarının birçoğu taşıma açısını arttırarak stabilizasyon problemlerine neden olabilir. Yaralanma sonrası uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon programına önkol fleksör kuvvetlendirme programı eklenmesi stabilizasyon yönünden katkı sağlayabilir. Çalışmamız, adolesan kız çocuklarında önkol fleksörlerinin stabilizasyona katkı sağladığı sonucuna varsa da, çalışma ve kontrol grubu erkek adolesanların taşıma açısının istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemesi, erkeklerde de bu kasların kısmen stabilizasyon amaçlı çalıştığını düşündürebilir. Böylelikle fizyoterapist, koruyucu veya yaralanma sonrası uyguladığı fizyoterapi ve rehabilitasyon programında, yalnızca kız değil erkek adolesanlarda da önkol fleksörlerini kuvvetlendirerek stabilizasyon sağlamayı amaçlayabilir.

Dirsek fleksiyon ve ekstansiyon pozisyonunda ölçülen kavrama kuvvetlerinin yüksek ilişkili olması, herhangi bir yaralanma sonrası stabilizasyon veya kuvvet eğitimine devam eden bir fizyoterapist için iki alternatif pozisyon şansı sunabilir. Bu çalışma, Türk adolesan sedanter ve tenisçi bireyler için taşıma açısı değerlerini, taşıma açısına etki eden biyomekanik faktörleri ve tanımlanan parametreler arasındaki farkları belirlemesi yönünden önemlidir.

Sporcular üzerinde planlanan çalışmalar zamanın kısıtlı olması nedeniyle zordur. Fakat bu çalışmalar koruyucu fizyoterapi programları açısından önemlidir. Çalışmamızda ulaşılan sonuçlar kız ve erkek adolesanların antrenman programlarına katkı sağlar niteliktedir. Ancak daha küçük ve daha büyük çocuklarla çalışılması, gelişimin izlenmesi, koruyucu fizyoterapi için bütünlük sağlayabilir.

Bu çalışmanın limitasyonları, olgu sayısının az olması, kontrol grubu erkeklerde sol dominant birey bulunmaması, değerlendirmeler için yeterli zaman bulunmadığından dirsek eklemine etkisi olan pronatör teres ve brakioradialis gibi

kasların kuvvetlerinin ölçülmemiş olmasıdır. İleride tasarlanabilecek çalışmalar için daha homojen gruplar oluşturmak tartışılmayan bulguların yorumlanabilmesini sağlayacaktır.

## 6. SONUÇLAR

Ortalama 12 yaşındaki adolesan tenis oyuncularının taşıma açısı ve kavrama kuvvetleri arasındaki ilişkinin ortaya konulması ve benzer özellik gösteren sağlıklı bireylerle karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmamıza, 42 tenis oyuncusu ve 39 sedanter çocuk katılmıştır. Çalışmamıza katılan olgulara taşıma açısı, kavrama kuvveti, uzunluk, çap ve çevre ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Taşıma açısı ve kavrama kuvveti, yalnızca çalışma grubundaki kız olgular için ilişkili bulunmuştur. Taşıma açısı kontrol grubundaki kız ve erkek olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gösterirken, çalışma grubundaki kız ve erkek bireyler için istatistiksel fark göstermemiştir. Bu sonuçlar, adolesan kız tenisçilerde, tenisin dirsek medialinde yarattığı stresleri karşılamak amacıyla önkol fleksörlerinin, kısmen stabilizasyona yönelik çalıştığı şeklinde yorumlanmıştır. Buna göre; prepubertal ve peripubertal dönemdeki kız tenis oyuncularında dirsek medial yaralanmalarının önlenmesi için, antrenmanlarına eklenecek önkol fleksör kuvvetlendirme programı iyi bir alternatiftir.
- Tüm antropometrik ölçümlerin boy uzunluğuna oranları ve kavrama kuvveti, çalışma grubundaki erkek bireyler için ilişkili bulunmuştur. Bu durum prepubertal dönemi kızlara göre daha uzun süren erkek tenis oyuncularında, tenis sporunun arttırdığı kas kuvvetinin kemik boyutlarındaki büyümeyi hızlandırdığı şeklinde yorumlanmıştır. Bu nedenle, büyüme ve gelişme problemleri olan erkek adolesanlar tenis sporuna yönlendirilebilir.
- Taşıma açıları, kontrol grubundaki kız ve erkek olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir. Açılar; yaşları, VKİ'leri, boy ve önkol uzunlukları, kavrama kuvvetleri erkek olgularla benzer olan kız cinsiyetinde daha yüksek bulunmuştur. Bu fark; yüklenmeye adaptasyon gösterebilen kas-iskelet sistemi yapılarının kadın ve erkeklerde farklı biyomekanik görevlere sahip olmasıyla açıklanmıştır. Diğer çalışmalarla desteklenen bu sonuç, taşıma açısındaki bu farkın kaynağını cinsiyet faktörü olarak ortaya koymaktadır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Alcid, J.G., Ahmad, C.S. ve Lee, T.Q. (2004). Elbow anatomy and structural biomechanics. *Clinical Sports in Medicine*, 23(4), 503-17.
2. An, K.N., Morrey, B.F. ve Chao, E.Y. (1984). Carrying angle of the human elbow joint. *Journal of Orthopaedic Research*, 1(4), 369-78.
3. Armstrong, T.J., Chaffin, D.B. ve Foulke, J.A. (1979). A methodology for documenting hand positions and forces during manual work. *Journal of Biomechanics*, 12(2), 131-3.
4. Andrews J.R. ve Launer E.P. (2002). Valgus-extension overload syndrome. *Operative treatment of elbow injuries*. 10, 123-131.
5. Balasubramanian, P., Madhuri, V. ve Muliylil, J. (2006). Carrying angle in children: a normative study. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 15, 37-40.
6. Bass, S.L., Saxon, L., Daly, R.M., Turner, C.H., Robling, A.G., Seeman, E. ve Stuckey, S. (2002). The effect of mechanical loading on the size and shape of bone in pre-, peri-, and postpubertal girls: a study in tennis players. *Journal of Bone and Mineral Research*, 17(12), 2274-80.
7. Beals, RK. (1976). A radiographic study of 422 patients. The normal carrying angle of the elbow. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 119, 194-6
8. Blackwell, J.R., Kornatz, K.W. ve Heath, E.M. (1999). Effect of grip span on maximal grip force and fatigue of flexor digitorum superficialis. *Applied Ergonomics*, 30(5), 401-5.
9. Cain, E.L. ve Dugas, J.R. (2004). History and examination of the thrower's elbow. *Clinics in Sports Medicine*, 23(4), 553-66.
10. Chandrashekar N., Mansouri, H., Slauterbeck, J. ve Hashemi J. (2006). Sex-based differences in the tensile properties of the human anterior cruciate ligament. *Journal of Biomechanics*, 39, 2943-2950.
11. Chang, C.W., Wang, Y.C. ve Chu, C.H. (2008). Increased carrying angle is a risk factor for nontraumatic ulnar neuropathy at the elbow. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 466(9), 2190-5.
12. Çolak, T., Bamaç, B., Özbek, A., Budak, F. ve Bamaç, Y.S. (2004). Nerve conduction studies of upper extremities in tennis players. *British Journal of Sports Medicine*. 38, 632-635.

13. Delend, J.T., Garg, A. ve Walker, P.S. (1987). Biomechanical basis for elbow hinge-distractor design. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 215, 303-12.
14. Dillman, C.J., Fleisig, G.S. ve Andrews, J.R. (1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *Journal of Orthopaedic and Sports in Physical Therapy*, 18(2), 402-8.
15. Do, T., ve Herrera-Soto, J. (2003). Elbow injuries in children. *Current Opinion in Pediatrics*, 15(1), 68-73.
16. Ducher, G., Jaffré, C., Arlettaz, A., Benhamou, C.L. ve Courteix D. (2005) Effects of long-term tennis playing on the muscle-bone relationship in the dominant and nondominant forearms. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30(1), 3-17.
17. Ducher, G., Courteix, D., Mème, S., Magni, C., Viala, J.F. ve Benhamou, C.L. (2005). Bone geometry in response to long-term tennis playing and its relationship with muscle volume: a quantitative magnetic resonance imaging study in tennis players. *Bone*. 37(4), 457-66.
18. Duque, J., Masset, D. ve Malchaire, J. (1995). Evaluation of handgrip force from EMG measurements. *Applied Ergonomics*, 26(1), 61-6.
19. Ellenbecker, T.S., Roetert, E.P. ve Riewald, S. (2006). Isokinetic profile of wrist and forearm strength in elite female junior tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 411-4.
20. Eygendaal, D., Rahussen, F.T. ve Diercks, R.L. (2007). Biomechanics of the elbow joint in tennis players and relation to pathology. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11),820-3.
21. Fleisig, G.S., Andrews, J.R., Dillman, C.J. ve Escamilla R.F. (1995). Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *American Journal of Sports Medicine*, 23(2), 233-9.
22. Fleming, J.C. ve McGregor, A.H. (2005). Forearm muscle profiles in tennis players. *Isokinetics and Exercise Science*, 13(2), 147-151.
23. Fornalski, S., Gupta, R. ve Lee, T.Q. (2003). Anatomy and biomechanics of the elbow joint. *Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery*, 7(4), 168-78.

24. Golden, D.W., Jhee, J.T., Gilpin, S.P. ve Sawyer, J.R. (2007). Elbow range of motion and clinical carrying angle in a healthy pediatric population. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 16(2),144-9.
25. Golden, D.W., Wojcicki, J.M., Jhee, J.T., Gilpin, S.L., Sawyer, J.R. ve Heyman, M.B. (2008). Body mass index and elbow range of motion in a healthy pediatric population: a possible mechanism of overweight in children. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 46(2), 196-201.
26. Gonzales J.U. and Scheuermann B.W. (2007). Absence of gender differences in the fatigability of the forearm muscles during intermittent isometric handgrip exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 98-105.
27. Goto, A., Moritomo, H., Murase, T., Oka, K., Sugamoto, K., Arimura, T. Ve diğ. (2004). In vivo elbow biomechanical analysis during flexion: three-dimensional motion analysis using magnetic resonance imaging. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 13(4), 441-7.
28. Hägg, G.M. ve Milerad, E. (1997). Forearm extensor and flexor muscle exertion during simulated gripping work - an electromyographic study. *Clinical Biomechanics*, 12(1), 39-43.
29. Huston, L.J. ve Wojtys, E.M. (1996). Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *American Journal of Sports Medicine*. 24(4), 427-36.
30. Kasten, P., Krefft, M., Hesselbach, J. ve Weinberg A.-M. (2004). Kinematics of the ulna during pronation and supination in a cadaver study: implications for elbow arthroplasty. *Clinical Biomechanics*, 19(1), 31-5.
31. Khare, G.N., Goel, S.C., Saraf, S.K., Singh, G. ve Mohanty, C. (1999). New observations on carrying angle. *Indian Journal of Medical Sciences*. 53(2), 61-7.
32. Kutlu, R. ve Çivi, S. (2009). Özel bir ilköğretim okulu öğrencilerinde beslenme alışkanlıklarının ve beden kitle indekslerinin değerlendirilmesi. *Fırat Tıp Dergisi*, 14(1), 18-24.
33. Klingele, K.E. ve Kocher, M.S. (2002). Little league elbow: valgus overload injury in the paediatric athlete. *Sports Medicine*, 32(15), 1005-15.

34. Lockard, M. (2006). Clinical biomechanics of the elbow. *Journal of Hand Theraphy*. 19(2), 72-80.
35. Loftice, J., Fleisig, G.S., Zheng, N. ve Andrews J.R. (2004). Biomechanics of the elbow in sports. *Clinics in Sports Medicine*, 23(4), 519-30.
36. London, J.T. (1981). Kinematics of the elbow. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 63(4), 529-535.
37. Magnusson, S.P., Hansen, M., Langberg, H., Miller, B., Haraldsson, B. ve diğ. (2007). The adaptability of tendon to loading differs in men and women. *International Journal of Experimental Pathology*, 88(4), 237-40.
38. Mighell, M., Virani, N.A., Shannon, R., Echols, E.L., Badman, B.L. ve Keating, C.J. (2010). Large coronal shear fractures of the capitellum and trochlea treated with headless compression screws. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 19(1),38-45.
39. Morrey, B.F. ve Chao, E.Y. (1976). Passive motion of the elbow joint. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 58(4), 501-8.
40. Morrey, B.F., Chao, E.Y. ve Hui F.C. (1979). Biomechanical study of the elbow following excision of the radial head. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 61(1), 63-8.
41. Morrey, B.F., Askew, L.J. ve Chao E.Y. (1981). A biomechanical study of normal functional elbow motion. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 63(6), 872-7.
42. Morrey, B.F. ve An K.N. (1985). Functional anatomy of the ligaments of the elbow. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 201, 84-90.
43. Morrey, B.F., Tanaka, S. ve An K.N. (1991). Valgus stability of the elbow. A definition of primary and secondary constraints. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 265, 187-95.
44. Olcay, N., Günöz, H., Andrzej F., Bundak, R., Gökçay, G., Darendeliler, F. ve diğ. (2008). Türk çocuklarında vücut ağırlığı, boy uzunluğu, baş çevresi ve vücut kütle indeksi referans değerleri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 51, 1-14.

45. O'Driscoll ,S.W., Lawton, R.L. ve Smith, A.M. (2005). The "moving valgus stress test" for medial collateral ligament tears of the elbow. *American Journal of Sports Medicine*, 33(2), 231-9.
46. O'Holleran, J.D. ve Altchek D.W. (2006). The thrower's elbow: arthroscopic treatment of valgus extension overload syndrome. *HSS journal : the musculoskeletal journal of Hospital for Special Surgery*, 2(1), 83-93.
47. Osakabe, T., Hayashi, M., Hasegawa, K., Okuaki, T., Ritty, T.M. ve Mecham, .R.P. (2001). Age- and gender-related changes in ligament components. *Annals of Clinical Biochemistry*. 38(5), 527-32.
48. Paraskevas, G., Papadopoulos, A., Papaziogas, B., Spanidou, S., Argiriadou, H. ve Gigis, J. (2004). Study of the carrying angle of the human elbow joint in full extension: a morphometric analysis. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 26(1), 19-23.
49. Potter, H.P. (1895). The Obliquity of the Arm of the Female in Extension. The Relation of the Forearm with the Upper Arm in Flexion. *Journal of Anatomy and Physiology*, 29(4),488-91.
50. Purkait, R. ve Chandra, H. (2004). An anthropometric investigation into the probable cause of formation of 'carrying angle': a sex indicator. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 26(1), 14-19
51. Van Roy, P., Baeyens, J.P., Fauvart, D., Lanssiers, R. ve Clarijs J.P. (2005) Arthro-kinematics of the elbow: study of the carrying angle. *Ergonomics*, 48(11-14), 1645-56.
52. Seeman, E. 2001 Sexual dimorphism in skeletal size, density, and strength. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 86(10), 4576-84.
53. Steel, F.L. ve Tomlinson J.D. (1958). The carrying angle in man. *Journal of Anatomy*, 92(2), 315-7.
54. Tosi, L.L., Boyan, B.D. ve Boskey, A.L. (2006). Does sex matter in musculoskeletal health? *Journal of Bone and Joint Surgery*, 87(7), 1631-1647.
55. Tükenmez, M., Demirel, H., Perçin, S. ve Tezeren, G. (2004). Measurement of the carrying angle of the elbow in 2,000 children at ages six and fourteen years *Acta Orthop Traumatol Turc*, 38(4), 274-6.

56. Staheli, L.T. (1996). Normative data in pediatric orthopedics. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 16(5), 561-2.
57. Weiland, A.J., Weiss, A.P., Wills, R.P. ve Moore J.R. (1989). Capitellocondylar total elbow replacement. A long-term follow-up study. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 71(2), 217-22.
58. Yilmaz, E., Karakurt, L., Belhan, O., Bulut, M., Serin, E. ve Avci, M. (2005). Variation of carrying angle with age, sex, and special reference to side. *Orthopedics*. 28(11), 1360-3.
59. Zampagni, M.L., Casino, D., Martelli, S., Visani, A. ve Marcacci, M. (2008). A protocol for clinical evaluation of the carrying angle of the elbow by anatomic landmarks. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 17(1), 106-12.

## 8. EKLER

## EK-1 Değerlendirme Formu- Erkek

AD-SOYAD					
TELEFON					
DOĞUM TARİHİ (GG-AA-YYYY)					
GÜNLÜK YAŞAMDA EN SIK KULLANDIĞINIZ ELİNİZ?		SAĞ <input type="checkbox"/>		SOL <input type="checkbox"/>	
HANGİ KOLUNUZLA TENİS OYNUYORSUNUZ? (çalışma grubu için)		SAĞ <input type="checkbox"/>		SOL <input type="checkbox"/>	
BOY UZUNLUĞU:					
VÜCUT AĞIRLIĞI:					
ÜST EKSTREMİTE ÇAP ÖLÇÜMLERİ	OMUZ DİRSEK EL BİLEĞİ	SAĞ		SOL	
ÜST EKSTREMİTE UZUNLUK ÖLÇÜMLERİ	KOL ÖNKOL EL	SAĞ		SOL	
ÜST EKSTREMİTE ÇEVRE ÖLÇÜMLERİ	OMUZ EKLEMİ KOL ÖNKOL EL BİLEĞİ	SAĞ		SOL	
KLİNİK TAŞIMA AÇISI		SAĞ		SOL	
KAVRAMA KUVVETİ	1.ÖLÇÜM: 2.ÖLÇÜM: 3.ÖLÇÜM:	SAĞ		SOL	
		F	E	F	E

## EK-2 Değerlendirme Formu- Kız

AD-SOYAD			
TELEFON			
YAŞ(GG-AA-YYYY)			
GÜNLÜK YAŞAMDA EN SIK KULLANDIĞINIZ ELİNİZ?		SAĞ <input type="checkbox"/>	SOL <input type="checkbox"/>
HANGİ KOLUNUZLA TENİS OYNUYORSUNUZ? (çalışma grubu için)		SAĞ <input type="checkbox"/>	SOL <input type="checkbox"/>
BOY UZUNLUĞU:			
VÜCUT AĞIRLIĞI:			
İLK ADET OLDUĞUNUZ TARİH? / WHEN DID YOU HAVE YOUR FIRST MENSTRUATION?			
HER AY DÜZENLİ ADET GÖRÜYOR MUSUNUZ? / DO YOU HAVE YOUR MENSTRUATION EVERY MONTH PERIODICALLY?			
ÜST EKSTREMİTE ÇAP ÖLÇÜMLERİ		SAĞ	SOL
	OMUZ		
	DİRSEK EL BİLEĞİ		
ÜST EKSTREMİTE UZUNLUK ÖLÇÜMLERİ		SAĞ	SOL
	KOL		
	ÖNKOL EL		
ÜST EKSTREMİTE ÇEVRE ÖLÇÜMLERİ		SAĞ	SOL
	OMUZ EKLEMİ		
	KOL ÖNKOL EL BİLEĞİ		
KLİNİK TAŞIMA AÇISI		SAĞ	SOL
KAVRAMA KUVVETİ		SAĞ	SOL
		F	E
	1.ÖLÇÜM:		
	2.ÖLÇÜM:		
3.ÖLÇÜM:			

### EK-3 Aydınlatılmış Onam Formu- Araştırma Grubu

#### ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

##### *(Fizyoterapistin Açıklaması)*

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protez, Ortez ve Biyomekani Tezli Yüksek Lisans öğrencisi Fizyoterapist Emine Seda Özdemir olarak “Adolesan Tenis Oyuncularında Dirsek Taşıma açısını etkileyen Biomekanik Faktörlerin İncelenmesi” isimli bir tez çalışması yürütmekteyim. Bu çalışmada, tenis oyuncuları ile sağlıklı spor yapmayan grup ergenlerin; el, bilek ve kolları ile ilgili biyomekanik özellikler karşılaştırılacak ve tenis sporunun yine bu kısımlara yaptığı etkiler tartışılacaktır. Bu çalışmanın içeriğinde, deride kesi ya da vücuda bir alet veya yabancı cismin yerleştirilmesini gerektiren, ilaçlı, yaralayıcı müdahale, radyasyon, el ile omuz arasında kalan kol ve önkol bölgesi dışında, vücuda temas yoktur. Velisi bulunduğunuz oyuncunun katılıp katılmamakta tamamen serbest olduğu bu çalışma, günümüzdeki bir takım verilere ışık tutmakla birlikte, geleceğe yönelik çalışmalar için de zemin hazırlayacaktır.

Velisi bulunduğunuz oyuncu çalışmaya katıldığı takdirde; açı ölçer ile dirsek açıları, kavramaya özel dinamometre ile kavrama kuvvetleri, mezura ile el, önkol ve kol uzunlukları ölçülecektir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden veya oyuncudan herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size veya oyuncuya ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Velisi bulunduğunuz oyuncunun bu çalışmaya katılmasını reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

##### *(Katılımcının/Oyuncunun Beyanı)*

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protez, Ortez ve Biyomekani Tezli Yüksek Lisans öğrencisi sayın Fzt. Emine Seda Özdemir’in, yüksek lisans tezi için yapılacak olan ve deride kesi ya da vücuda bir alet veya yabancı cismin yerleştirilmesini gerektiren, ilaçlı, yaralayıcı müdahale, radyasyon, el ile omuz arasında kalan kol-önkol bölgesi dışında, vücuda temas içermeyen; açı ölçer, kavramaya özel dinamometre, mezura ile yapılacak olan ölçümler hakkında yeterli miktarda bilgilendirildim ve yukarıda okuduğum şartların tümünü kabul ediyorum, velisi bulunduğum oyuncunun katılmasına izin veriyorum.

##### **Katılımcı velisi**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

##### **Görüşme tanığı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

##### **Katılımcı ile görüşen fizyoterapist:**

Adı soyadı, unvanı: E. Seda Özdemir

Adres: Subayevleri 3 Yıldız Cad. 12/2 Keçiören / Ankara

Tel. 0535-4843034

İmza

**EK- 4 Aydınlatılmış Onam Formu- Kontrol Grubu**  
**ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU**

*(Fizyoterapistin Açıklaması)*

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protez, Ortez ve Biyomekani Tezli Yüksek Lisans öğrencisi Fizyoterapist Emine Seda Özdemir olarak “Adolesan Tenis Oyuncularında Dirsek Taşıma açısını etkileyen Biomekanik Faktörlerin İncelenmesi” isimli bir tez çalışması yürütmekteyim. Bu çalışmada tenis oyuncuları ile sağlıklı spor yapmayan grup ergenlerin; el, bilek ve kolları ile ilgili biyomekanik özellikler karşılaştırılacak ve tenis sporunun yine bu kısımlara yaptığı etkilerin tartışılacaktır. Bu çalışmanın içeriğinde, deride kesi ya da vücuda bir alet veya yabancı cismin yerleştirilmesini gerektiren, ilaçlı, yaralayıcı müdahale, radyasyon, el ile omuz arasında kalan kol ve önkol bölgesi dışında, vücuda temas yoktur. Velisi bulunduğunuz öğrencinin katılıp katılmamakta tamamen serbest olduğu bu çalışma, günümüzdeki bir takım verilere ışık tutmakla birlikte, geleceğe yönelik çalışmalar için de zemin hazırlayacaktır.

Velisi bulunduğunuz öğrenci çalışmaya katıldığı takdirde; açı ölçer ile dirsek açıları, kavramaya özel dinamometre ile kavrama kuvvetleri, mezura ile el, önkol ve kol uzunlukları ölçülecektir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden veya öğrenciden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size veya öğrenciye ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Velisi bulunduğunuz öğrencinin bu çalışmaya katılmasını reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

*(Katılımcının/Öğrencinin Beyanı)*

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protez, Ortez ve Biyomekani Tezli Yüksek Lisans öğrencisi sayın Fzt. Emine Seda Özdemir’in, yüksek lisans tezi için yapılacak olan ve deride kesi ya da vücuda bir alet veya yabancı cismin yerleştirilmesini gerektiren, ilaçlı, yaralayıcı müdahale, radyasyon, el ile omuz arasında kalan kol-önkol bölgesi dışında, vücuda temas içermeyen; gonyometre, kavramaya özel dinamometre, mezura ile yapılacak olan ölçümler hakkında yeterli miktarda bilgilendirildim ve yukarıda okuduğum şartların tümünü kabul ediyorum, velisi bulduğum öğrencinin katılmasına izin veriyorum.

**Katılımcı velisi**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

**Görüşme tanığı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

**Katılımcı ile görüşen fizyoterapist:**

Adı soyadı, unvanı: E. Seda Özdemir

Adres: Subayevleri 3 Yıldız Cad. 12/2 Keçiören / Ankara

Tel. 0535-4843034

İmza

