

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

**PROFESYONEL ERKEK VOLEYBOL OYUNCULARINDA
OMUZ KAS KUVVETİ VE SMAÇ SERVİS HIZI ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Fzt. Baran AKAY

**Spor Fizyoterapistliği Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2020

ÖZET

Akay, B., Profesyonel Erkek Voleybol Oyuncularında Omuz Kas Kuvveti ve Smaç Servis Hızı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Fizyoterapistliği Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2020. Bu çalışmada voleybol oyuncularında smaç servis hızı ile izokinetik kas kuvveti arasındaki ilişkiyi göstermek, smaç servis kullanan ve kullanmayan sporcuların izokinetik kas kuvvetleri arasındaki farkı belirlemek ve radar ile smaç servis hızı ölçümünün omuz kas kuvvetini değerlendirmedeki geçerliliği ve güvenilirliği belirlemek amaçlandı. Çalışmaya Efeler Liginde forma giyen yaşları 18-37 yıl arasında olan 28 voleybol oyuncusu (yaş:26,54±5,8 yıl; Vücut Kütle İndeksi:22,87±1,6 kg/m²) dahil edildi. Tüm sporcuların omuz iç ve dış rotator konsantrik kas kuvveti Isomed 2000 izokinetik cihazı ile 60°/sn ve 300°/sn hızlarda değerlendirildi. Sporculardan oyun sırasında tercih ettiği servis şekli göz önünde bulundurulmaksızın, smaç servis atmaları istendi ve ilk 3, 5 ve 10 başarılı servisin hızları kaydedildi. Smaç servis hızı ölçümleri radar cihazı ile yapıldı. Servis hızı ortalamaları ile omuz kas kuvveti arasındaki ilişki *Spearman* korelasyon testi ile analiz edildi. Radar ile smaç servis hızı ölçümünün güvenilirliği ICC (*Intraclass correlation coefficient*) yöntemi ile belirlendi. Üç, 5 ve 10 smaç servis hızı ile iç rotator kas kuvveti 60°/sn'de iyi ($r=0,76, 0,80, 0,79, p<0,001$, sırasıyla) 300°/sn'de orta ($r=0,55, 0,58, 0,57, p=0,002, p=0,001, p=0,001$, sırasıyla) ilişkili bulundu. Rutinde smaç servis kullanan sporcuların iç rotator kas kuvvetlerinin kullanmayan sporculardan daha yüksek olduğu görüldü ($p=0,013$). Üç, 5 ve 10 smaç servis hızının radar ile ölçümünün test-tekrar test güvenilirliği mükemmel olarak belirlendi (ICC= 0,93, 0,98, 0,99, $p<0,001$, sırasıyla). Üç, 5 ve 10 smaç servis hızı ölçümünün SEM (ölçümün standart hatası) ve MDC (en küçük fark edilebilir değişiklik) değerleri sırasıyla 2,21-6,13, 1,40-3,88 ve 0,98-2,71 olarak hesaplandı. Bu çalışmada smaç servis hızının daha çok iç rotator kas kuvvetiyle ilişkili olduğu belirlendi. Smaç servis kullanan sporcuların iç rotator kas kuvvetinin kullanmayanlara göre daha fazla bulunmasının bu sporcuların antrenmanlarda ve maçlarda bu hareket paternini daha fazla tekrarlamaları ile ilişkili olabileceği düşünüldü. Radar ile smaç servis hızı ölçümünün iç rotator kas kuvvetini belirlemede tüm voleybolcular için sahada fonksiyonel bir test olarak kullanılabilmesini gösterildi.

Anahtar Kelimeler: Servis hızı, rotator kas kuvveti, geçerlilik, güvenilirlik.

ABSTRACT

Akay, B., Assesment of the Relationship Between Shoulder Muscle Strength and Jump Spin Serve Velocity in Professional Male Volleyball Players, Hacettepe University Gradute School of Health Sciences Sports Physiotherapy Program Master of Science Thesis, Ankara, 2020. The aim of this study was to determine the difference between isokinetic muscle strength of athletes using and not using the jump spin serve, to investigate the relationship between jump spin serve and shoulder strength and to determine the validity and reliability of jump spin service velocity measurement using radar to determine shoulder muscle strength. 28 volleyball players (age: 26.54 ± 5.8 years, BMI: 22.87 ± 1.6 kg/m²) aged between 18-37, who played in the Efeler League were included in the study. The shoulder internal and external rotator concentric muscle strength of all athletes was evaluated with the Isomed 2000 isokinetic device at 60°/sec and 300°/sec. Regardless of the type of service preferred by the athletes during the game, jump spin serve was requested and the speeds of the 3rd, 5th and 10th successful services were recorded. Jump spin serve velocity measurements were made with radar. The relationship between jump spin serve velocity averages and shoulder muscle strength was analyzed with the Spearman correlation test. Reliability of jump spin serve velocity measurement using radar was determined by the ICC (Intraclass correlation coefficient) method. 3, 5 and 10 jump spin serve velocity and internal rotator muscle strength had a good correlation at 60°/s ($r = 0,76, 0,80, 0,79, p < 0,001$) and had a modarate correlation at 300°/s ($r = 0,55, 0,58, 0,57, p = 0,002, p = 0,001, p = 0,001$). It was observed that the athletes who used jump spin serve in the routine had higher internal rotator muscle strength than those who did not ($p = 0,013$). The test-retest reliability of the measurement of 3, 5 and 10 jump spin serve velocity was determined to be excellent (ICC = 0,93, 0,98, 0,99, $p < 0,001$). SEM (standard error of measurement) and MDC (minimal detectable change) values of 3, 5 and 10 jump spin serve velocity measurements were calculated respectively as 2,21-6,13, 1,40-3,88 and 0,98-2,71. In this study, it was determined that jump spin serve velocity was mostly related to internal rotator muscle strength. It was thought that the presence of the internal rotator muscle strength of the athletes using the jump spin serve versus those who did not, might be related to the repetition of the jump spin serve and spike during the training and matches. This study showed that jump spin serve velocity measurement using radar can be used as a functional test in the field for upper limb in all volleyball players to determine internal rotator strength.

Key words: Serve velocity, rotator muscle strength, validity, reliability.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Omuz Kompleksi Anatomisi	3
2.1.1. Omuz Kompleksi Eklemleri	3
2.1.2. Omuz Kompleksi Kasları	4
2.2. Omuz Eklemine Biyomekaniği	8
2.3. Voleybol	11
2.3.1. Voleybolda Atak ve Smaç Servis Mekaniki	12
2.3.2. Smaç Servis ile <i>Float</i> Servis Arasındaki Fark	14
2.4. Voleybolda Performansı Etkileyen Parametreler ve Ölçüm Yöntemleri	15
2.4.1. Kuvvet	15
2.4.2. Patlayıcı Kuvvet	16
2.4.3. Sıçrama	16
2.4.4. Çeviklik	17
2.4.5. Dayanıklılık	18
2.5. Güvenilirlik-Geçerlilik Çalışmaları	19
2.5.1. Güvenilirlik	19
2.5.2. Geçerlilik	20
3. BİREY VE YÖNTEM	22
3.1. Birey	22
3.2. Yöntem	23

3.2.1. Demografik Bilgiler ve Fiziksel özellikler	23
3.2.2. İzokinetik Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi	24
3.2.3. Smaç Servis Hızı Ölçümü	25
3.2.4. Ball Coach Radar™ Cihazının Geçerliliği ve Güvenilirliği	25
3.3. İstatistiksel Analiz	26
4. BULGULAR	27
4.1. Tanımlayıcı Veriler	27
4.2. İzokinetik Kas Kuvveti Değerlendirilmesi	28
4.3. Smaç Servis Hızlarının Değerlendirilmesi	28
4.4. Ball Coach Radar™ Cihazının Geçerliliğinin ve Güvenilirliğinin Değerlendirilmesi	29
5. TARTIŞMA	31
5.1. Smaç Servis Hızı İle İzokinetik Kas Kuvveti İlişkisi	32
5.2. Kullanılan Servis Türüne Göre Servis Hızı Farkı	36
5.3. Kullanılan Servis Türüne Göre İzokinetik Kas Kuvveti Farkı	36
5.4. Radar İle Smaç Servis Ölçümünün Geçerliliği ve Güvenilirliği	37
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
7. KAYNAKLAR	41
8. EKLER	
EK-1. Etik Kurul	
EK-2. Orjinallik Ekran Görüntüsü	
EK-3. Dijital Makbuz	
EK-4. Aydınlatılmış Onam Formu	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	Yüzdelerik değır
°	Derece
C	Servikal
EMG	Elektromiyografi
ER	Dış rotasyon
GİRD	Glenohumeral internal rotasyon defisiti
ICC	Intraclass correlation coefficient
IR	İç rotasyon
M	Musculus
Maks	Maksimum
MDC	En küçük fark edilebilir değışiklik
Min	Minimum
N	Birey sayısı
N	Newton
p	Anlamlılık düzeyi
SLAP	Superior labrumun anterior ve posterior
SEM	Ölçümün standart hatası
SN	Saniye
SS	Standart sapma
T	Torakal
VKİ	Vücut Kütle İndeksi
X	Ortalama

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1.	Omuz derin ve yüzeysel kasları.	6
2.2.	Voleybolda servisin aşamaları.	13
2.3.	Tekrarlı efor testi.	17
2.4.	Voleybol İntermitant Endurans Testi.	18
2.5.	Radar ile servis hızı ölçümü.	19
2.6.	Güvenilirliğin sınıflandırılması.	20
3.1.	Akış diyagramı.	23
3.2.	İzokinetik kas kuvveti değerlendirmesi.	24
3.3.	Servis Hızı Ölçümü.	25

TABLolar

Tablo		Sayfa
4.1.	Grupların demografik özellikleri.	27
4.2.	Grupların izokinetik kas kuvvetleri.	28
4.3.	Sporcuların tercih ettiği servis türüne göre smaç servis hızı ortalamaları.	29
4.4.	Radar ile servis hızı ölçümünün geçerliliği.	30
4.5.	Radar ile smaç servis hızı ölçümünün test-tekrar test güvenilirliği.	30

1. GİRİŞ

Voleybolda atılan servisin etkili olması topun hızına, havadaki akışına, servis türünün gizlenmesine ve düştüğü yere bağlıdır. *Float* servis için en önemli parametre topun havadaki akışı, smaç serviste ise topun hızıdır (1). Sporcular *float* servis kullanırken topun havada gezinmesini ve rakibin pozisyonunu bozmayı hedefler. Smaç serviste ise sporcuların hedefi topu en yüksek hızda karşı tarafa göndermektir. Sporcuların topu en yüksek hızda göndermek için maksimum kuvvet ile servisi kullanması gerekmektedir.

Servis sırasında topun hızının ve yüksekliğinin servisin karşılanmasını zorlaştırdığı bir spor olan teniste, dominant taraf kas elastikiyetinin ve kuvvetinin servis hızını artırdığı gösterilmiştir (2). Voleybol oyuncularında ise omuz iç rotatorlerinin konsantrik kas kuvvetinin smaç servis hızını etkilediği belirlenmiştir (3). Smaç servis sırasında üst ekstremitte arkaya doğru açılırken ve baş üstüdeyken *infraspinatus* ve *teres minör* kaslarının aktivasyonunun arttığı, atak için üst ekstremitte aşağıya doğru inerken ise *subskapularis* kasının aktivasyonunun arttığı gösterilmiştir (4).

Literatürde daha önce servis hızı ile omuz kas kuvveti ilişkisinin incelendiği çalışmalarda servis hızı radar ile ölçülmüş ve cinsiyete göre değişiklik gösterdiği bulunmuştur (4-6). Kadın sporcuların dahil olduğu ve servis türünün serbest bırakıldığı çalışmalarda çoğunluğun *float* servis kullanması nedeniyle servis hızı ve omuz kas kuvveti arasındaki korelasyon zayıf bulunmuştur (4, 5). Erkek sporcularda ise iki servis türünün de kullanıldığı görülür. Ancak sporcuların genellikle oynadıkları pozisyona göre bir servis türünde uzmanlaştığı görülmektedir. Smaç ve atak mekaniğinin daha sık kullanıldığı smaçör ve pasör çaprazı pozisyonundaki oyuncuların smaç servis, smaç ve atak mekaniğinin bu iki pozisyona göre daha az kullanıldığı diğer pozisyonlardaki sporcular ise *float* servis türünde uzmanlaşmıştır. Ancak bu duruma uymayan sporcular da mevcuttur.

Smaç servisin *float* servise göre üst düzey bir patlayıcı kuvvet açığa çıkardığı kabul edilmektedir ve smaç ile smaç servis sırasındaki kuvvet ve tork üretimi benzer bulunmuştur (7). Bu nedenle servis hızı değerlendirilerek omuz kas kuvveti hakkında

fikir sahibi olmak mümkün olabilir. Ancak literatürde smaç servis kullanılarak omuz kas kuvveti ile servis hızı arasındaki ilişki araştırılmamıştır. Smaç servis ve *float* servis üzerine uzmanlaşan sporcuların smaç servis hızları arasında farklılık olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu farkın omuz kas kuvvetinden mi yoksa uzmanlaşmadan mı kaynaklandığı bilinmemektedir. Bununla beraber spora özel fonksiyonel performans değerlendirmesinin önemi kabul edilmiştir. Voleybolcuların fonksiyonel performansının belirlenmesinde spora özel değerlendirme yapılmasının daha gerçekçi sonuçları ve bununla bağlantılı olarak doğru yaklaşımı beraberinde getireceği düşünülmüştür. Çalışmalarda servis hızı ölçmede kullanılan radar cihazının voleybol oyuncularında fonksiyonel performans ölçütü olarak kullanılması ve smaç servis sırasında omuz kas kuvveti hakkında fikir vermesi açısından pratik bir yöntem olacağı düşünülmekle beraber geçerli ve güvenilir bir yöntem olup olmadığı henüz belirlenmemiştir.

Bu çalışmanın birincil amacı farklı iki servis tekniği üzerinde uzmanlaşan erkek sporcuların maksimum servis hızına ulaşmayı hedefledikleri smaç servis ile izokinetik omuz kas kuvveti arasındaki ilişkiyi incelemek ve iki grubun kas kuvvetlerini karşılaştırmaktır. İkincil amacı ise radar cihazının voleybol sporcularında omuz kas kuvvetinin belirlenmesinde geçerli ve güvenilir bir yöntem olup olmadığının belirlenmesidir.

Çalışmadaki hipotezlerimiz şunlardır:

H1: Smaç servis ve *float* servis atan oyuncuların omuz kas kuvvetleri arasında fark vardır.

H2: Smaç servis hızı omuz çevresi kas kuvveti ile ilişkilidir.

H3: Radar ile smaç servis hızı ölçümü voleybol oyuncularının omuz kas kuvvetinin değerlendirilmesinde geçerli ve güvenilir bir ölçümdür.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Omuz Kompleksi Anatomisi

Omuz kompleksini gövde ile üst ekstremité arasında bağlantı sağlayan humerus, skapula, klavikula ve sternum kemikleri ve bu kemikler arasındaki eklemler, bağlar, kaslar ve diğer yumuşak dokular oluşturur. Omuz kompleksinin normal fonksiyonunu yerine getirmesi için tüm yapıların optimal şekilde çalışması gerekir.

2.1.1. Omuz Kompleksi Eklemleri

Sternoklavikular Eklem

Manubrium sterni ile klavikulanın sternal parçasının medial yüzü arasında oluşan plana tipli bir eklemdir. Sternoklavikular eklem stabilizasyonu güçlü bir kapsüle,  ligamente ve diske bağlıdır. Disk klavikulanın sternum üzerinden çıkmasını engeller. Sternoklavikular kapsülü güçlendirir ve ne-arkaya hareketi limitler. Kostoklavikular ligament klavikular elevasyonu kontrol eder ve protraksiyonu limitler. İnterklavikular ligament ise kapsülü üstten güçlendirir (8, 9).

Akromioklavikular Eklem

Akromioklavikular eklem klavikulanın lateralinin konveks yüzeyi ile skapulanın akromion çıkıntısının konkav yüzeyi arasında plana tipli bir eklemdir. Akromioklavikular ligament, korakoklavikular ligament tarafından stabilize edilir. Eklem  planda da harekete izin verir (8-10).

Glenohumeral Eklem

Glenohumeral eklem humerus başı ile skapulanın glenoid fossası arasında top-soket tipi bir eklemdir. Glenoid fossanın sığlığı, oransız eklem yüzeyleri doğal bir instabilite oluşturmaktadır. Stabilite kapsliligamentz ve muskulotendinoz yapılarla sağlanır (8, 11).

Skapulotorasik Eklem

Toraksın postero-laterali ile skapulanın anterioru arasında fonksiyonel bir eklemdir. Toraks-skapula bağlantısı kaslarla ve klavikula ile oluşur. Skapula toraks üzerindeki hareketini akromioklavikular ve sternoklavikular eklemler aracılığı ile gerçekleştirir. Skapulotorasik eklemden iç-dış rotasyon, yukarı-aşağı rotasyon ve anterior-posterior tilt hareketleri oluşur. Oluşan bu hareketlerin kombinasyonuna depresyon-elevasyon, protraksiyon-retraksiyon da denir. Skapulotorasik eklemden hareketler aracılığı ile omuz elevasyonu sırasında hareketlerin normal fonksiyonu sağlanır (8).

2.1.2. Omuz Kompleksi Kasları

Bu kaslar üst ekstremiten hareketlerinin oluşmasında ve eklemin dinamik stabilizasyonunda etkilidir. Glenohumeral eklem kasları ve periskapular kaslar olmak üzere fonksiyonlarına göre ikiye ayrılırlar (9, 12).

Glenohumeral Eklem Kasları

M.Pectoralis Major

Klavikular ve sternal parçalardan oluşan pektoralis majör kası göğüsün büyük kaslarından biridir. Klavikular parça, klavikulanın 1/3 medialinden başlar ve humerusun bisipital oluşunun lateral kenarına yapışır. Sternal parça ise ilk 6 kostanın kartilajından ve sternumdan başlar ve klavikular parça ile aynı yere yapışır. Kas, eklemi anteriorda medialden laterale çaprazlar ve bu sayede addüksiyon ve iç rotasyon yaptırır (9).

M.Deltoideus

Ön, orta ve arka olmak üzere üç parçadan oluşur. Anterior parça klavikulanın 1/3 distalinden, orta parça akromion başından, arka parça ise spina skapulanın posteriorundan başlar. Üç parça da tuberositas deltoideusa bağlanır. Ön parça omuza fleksiyon, abdüksiyon ve iç rotasyon, orta parça abdüksiyon, arka parça ise ekstansiyon, abdüksiyon ve dış rotasyon yaptırır (13, 14).

M.Latissimus Dorsi

Sırt üzerinde bulunan geniş tabaka şeklinde bir kastır. T7-L5 arasındaki vertebraların spinöz çıkıntısından (dorsolumbal fasia), sakrumun posterior yüzeyinden, iliak kristadan ve son üç kostadan başlar. Humerusun bisipital oluşunun medialine yapışır. Omuza ekstansiyon, iç rotasyon ve addüksiyon yaptırır (9).

M.Teres Major

Skapulanın inferior açısının aksillar sınırından başlar. Latissimus dorsinin yapışma yerinin ve küçük tüberkülün altına yapışır. Omuza ekstansiyon, addüksiyon ve iç rotasyon yaptırır (9).

M.Coracobrachialis

Skapulanın korakoid çıkıntısından başlar ve humerusun orta noktasına yakın olan medial yüzeyine yapışır. Omuz eklemine stabilize eder (9).

M.Biceps Brachii ve M.Triceps Brachii

Hem omuzu hem de dirseği kat eden iki eklem kasıdır. Başlıca işlevleri dirsektedir. Biceps kasının en önemli görevleri ön kola supinasyon ve fleksiyon yaptırmaktır. Üst ekstremitenin elevasyonuna da yardımcı olur. Triceps kasının temel görevi ise ön kola ekstansiyon yaptırmaktır. Uzun başı ise ek olarak kola addüksiyon ve ekstansiyon yaptırır (9).

Rotator Manşet Kasları

Bu kaslar glenohumeral eklemde stabilizasyonunda önemli rol oynar (10, 14) (Şekil 2.1.).

M.Infraspinatus

Skapulada fossa infraspinatadan orjin alır. Humerusun büyük tüberkülüne yapışır. Üst ekstremiteye dış rotasyon ve horizontal abdüksiyon yaptırır (9, 13).

M.Supraspinatus

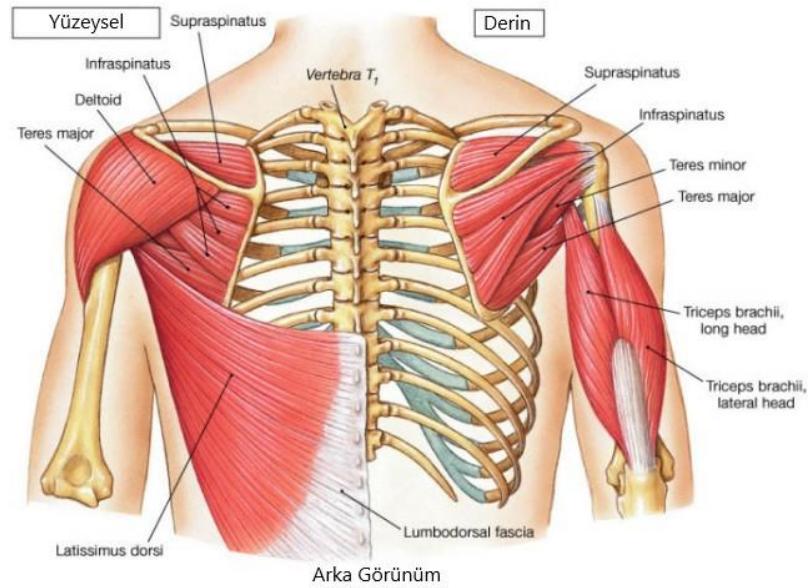
Skapulada fossa supraspinatadan orjin alır. Humerusun büyük tuberkülüne yapışır. Üst ekstremiteye abdüksiyon yaptırır ve humerusu glenoid kaviteye doğru çeker (13).

M.Teres Minör

Skapulanın aksiller sınırından orjin alır. Humerusun büyük tuberkülüne yapışır. Üst ekstremiteye dış rotasyon ve horizontal abdüksiyon yaptırır (9, 13).

M.Subscapularis

Skapulanın ön yüzündeki fossa subskapularisten orjin alır. Humerusun küçük tuberkülüne yapışır. Üst ekstremiteye iç rotasyon yaptırır (9, 13).



Şekil 2.1. Omuz derin ve yüzeysel kasları (15).

Periskapular Kaslar

M.Trapezius

Üst parçası üst servikal vertebranın nuchal ligamentinden ve oksipital protuberansdan başlar. Nuchal ligament üst servikal vertebranın spinöz çıkıntısı ile

ilişkilidir. Klavikulanın lateralinde ve akromionda sonlanır. Skapular elevasyon ve yukarı doğru rotasyon yaptırır.

Orta parçası alt servikal vertebra'nın nuchal ligamentinden ve üst torakal vertebraların ve C7'nin spinöz çıkıntısından orjin alır. Akromionun medialine ve spina skapulaya bağlanır. Skapular retraksiyon yaptırır.

Alt parçası alt ve orta torakal vertebraların spinöz çıkıntısından orjin alır ve spina skapulaya bağlanır. Skapular depresyon ve yukarı doğru rotasyon yaptırır (9).

M.Levator Skapula

İlk dört servikal vertebra'nın transvers çıkıntısından orjin alır. Omurga ve skapulanın üst açısı arasındaki skapulanın vertebral sınırına yapışır. Skapulayı yukarıya çeker ve aşağı doğru rotasyon yaptırır (9).

M.Rhomboideus

Rhomboid majör ve minör olmak üzere iki kastır. Genelde birlikte düşünülürler çünkü anatomik olarak iki kası ayırmak zordur ve görevleri fonksiyonel olarak aynıdır. C7-T5 arası vertebraların spinöz çıkıntılarından orjin alırlar. Skapulanın inferior açısı ile omurga arasındaki skapulanın vertebral sınırına bağlanırlar. Skapular retraksiyon, elevasyon ve aşağı doğru rotasyon yaptırırlar (9).

M.Serratus Anterior

Üst 8 kostanın lateral yüzeyinden orjin alır. Skapulanın anterior yüzüne ve medial kenarına yapışır. Skapular protraksiyon ve yukarı doğru rotasyon yaptırır (9).

M.Pectoralis Minör

Üçüncü ve beşinci kostaların anterior yüzeyinden orjin alır. Skapulanın korokoid çıkıntısına yapışır. Skapular depresyon, protraksiyon, aşağı doğru rotasyon ve tilt yaptırır (9).

Periskapular ve Glenohumeral Kaslar Arasındaki Anatomik İlişki

Periskapular ile glenohumeral eklem kasları arasında biyomekanik bir ilişki vardır. Periskapular kaslar, skapulayı hareket ettirmek veya stabilizasyonunu sağlamak için skapulaya bağlanır. Glenohumeral eklem kasları, üst ekstremitayı hareket ettirmek için çoğunlukla skapula ve humerusa bağlanırlar. Bu kaslar periskapular kaslara göre yüzeyseldir. Üst ekstremita hareketi gerçekleşirken bu kaslar belli bir düzene göre kasılırlar ve skapula ile üst ekstremita arasındaki uyumu sağlarlar. Bu ilişki üst ekstremita hareketinin düzgün bir şekilde yapılmasını sağlar (8, 9).

2.2. Omuz Eklemine Biyomekaniği

Humerusun frontal (abdüksiyon), sagittal (fleksiyon) ve skapular (*scaption*) düzlemde yukarıya hareketi omuz eklemine elevasyonu olarak adlandırılır. Bu hareketin kaliteli olabilmesi için glenohumeral, skapulotorasik, akromioklavikular ve sternoklavikular eklemlerin uyum içerisinde çalışması gerekir (9, 16). Omuz elevasyonunun tamamlanabilmesi glenohumeral eklem ve skapulotorasik eklem arasındaki uyuma bağlıdır. İlk 30°'lik omuz hareketi saf glenohumeral eklem hareketidir. Otuz derece elevasyondan sonra meydana gelen her 2° omuz fleksiyonu veya abdüksiyonu için skapula yukarı doğru 1° döndürülmelidir. Bu 2:1 oran, skapulohumeral ritim olarak bilinir (9, 17). Daha sonra yapılan çalışmalarda bu oranın farklı açılarda değiştiği gösterilmiştir (18-20).

Abdüksiyon yönündeki elevasyonun ilk 90°'sinde, glenohumeral eklem 60°'lik abdüksiyonu ile birlikte skapulotorasik eklem 30°'lik yukarı rotasyonu gerçekleştirir. Sternoklavikular eklemde 20-25°'lik klavikular elevasyon ve akromioklavikular eklemde 5-10°'lik yukarı elevasyon bu hareket ile birlikte oluşur. Sonraki 90°'lik abdüksiyonda ise glenohumeral eklem ve skapulotorasik eklem aynı oranda hareket gerçekleştirir. Klavikula 40° posterior rotasyon, 5° elevasyon yapar. Akromioklavikular eklemde 20-25° yukarı rotasyon meydana gelir. Yüz seksen derecelik tam abdüksiyon, 60° skapulotorasik eklem rotasyonu, 30°'lik sternoklavikular eklem elevasyonu ve 30°'lik akromioklavikular eklem yukarı rotasyonu ile tamamlanır (21, 22). Özetle, ilk 30°'lik abdüksiyon esasen glenohumeral hareketin sonucudur. Otuz dereceden tam üst ekstremita abdüksiyonuna kadar hareket,

skapulotorasik ve glenohumeral eklemlerde meydana gelir. Skapulanın hareketi esasen sternoklavikular ve akromioklavikular eklemlerin hareketinin ürünüdür (22). Eğer üst ekstremitte fleksiyon yönünde eleve edilirse benzer bir ilişki oluşur. Humerusun medial rotasyonu omuz fleksiyonuna eşlik eder (23-25).

Her ne kadar glenohumeral eklem genel olarak ağırlık taşımayan bir eklem olarak adlandırılrsa da, günlük fonksiyon sırasında eklem önemli yükler uygulanır (26). Omuzdaki kompresyon kuvvetlerinin hesaplamaları araştırmacılar arasında değişmiştir. Raporlar vücut ağırlığının yaklaşık %50'si ila %90'ı arasında değişmektedir (22, 26, 27). Glenohumeral eklem potansiyel olarak stabil olmadığından, eklem üzerinde sublüksasyon kuvveti oluşmasını önlemek için humerusa etki eden bir kasın diğer kaslarla birlikte çalışması gerekir. Omuz kompleksinin çoklu eklem sistemi, bazı kasların birden fazla eklemi kaplamasını ve etkilemesini gerektirir. Ek olarak, kas fonksiyonu kemiklerin relatif konumlarından etkilenecektir. Bir kasın eklemler üzerindeki etkisi omuz hareketi boyunca değişecektir (26).

Deltoid ve rotator manşet kasları humerusun abdüksiyonu için gerekli olan temel motor bileşenleridir. Kısa rotator kasların aktif aşağı doğru çekmesi ile birlikte elevasyon kuvveti, üst ekstremitenin yükseltilmesi için gerekli olan kas kuvvet çiftini oluşturur. Üst ekstremitte gövde yanında iken deltoid kas kuvvetinin yönü, humerusa göre yukarı ve dışa doğru, infraspinatus, teres minör ve subskapularis kaslarının kuvveti ise aşağı ve içeri doğrudur. Rotasyon merkezinin altına etki eden deltoid kasının kuvveti, rotasyon merkezinin üstüne uygulanan üç kısa rotator kasın kuvvetinin karşısındadır. Bu kuvvetler, rotasyon merkezinin her iki tarafında zıt yönlerde hareket eder ve güçlü bir kuvvet çifti oluşturur (28). Üst ekstremitenin 90°'ye yükseltilmesi için gereken kuvvet, üst ekstremitenin ağırlığının 8,2 katıdır. 90°'den sonra, kuvvet gereksinimi kademeli düşerek 180°'de sıfıra ulaşır. Kas kuvveti çiftinin kısa rotator bileşeninin kuvvet gereksinimleri, 60°'lik abdüksiyon derecesinde maksimuma ulaşır; bu sırada kuvvet gereksinimleri, üst ekstremitenin ağırlığının 9,6 katıdır. Doksan dereceden sonra, kuvvetin büyüklüğü aşamalı olarak düşmektedir (22). Abdüksiyon ilerledikçe, deltoid kasının çekme kuvveti, humerusu doğrudan glenoid fossaya zorlar. Daha yüksek abdüksiyon aralıklarında ise deltoid kasının

çekme kuvveti, humerus başını aşağı doğru zorlar. Deltoid kasının fonksiyon kaybında supraspinatus kasını da içeren rotator manşet kasları normal kuvvetin %50'si ile üst ekstremitte abduksiyonu yapabilir (28). Omuzun ağrısız olması şartıyla tek başına supraspinatus kasının yokluğu, daha yüksek abduksiyon aralıklarında belirgin bir güç kaybı yaratır (28). Biceps braki kasının uzun başı aynı zamanda abduksiyon sırasında glenohumeral eklem yardımcı olur. Biceps braki kasının tendonu, humerusun üst ucuyla kasnak benzeri bir ilişkiye sahiptir ve humerus başına karşı aşağı doğru bir kuvvet uygular (22). Bisipital oluk laterale doğru bakacak şekilde üst ekstremitteye dış rotasyon yaptırıldığında biceps brakinin uzun başı üst ekstremitenin abduksiyonuna yardımcı olmak için kasnak görevi görür (29).

İntrinsik rotator manşet kasları - subskapularis, infraspinatus, teres minör ve supraspinatus - abduksiyon ve dış rotasyon sırasında aktiftir (30). Teres minör ve infraspinatus kaslarının glenohumeral eklem üzerindeki etkileri düşünüldüğünde tek bir birim olarak kabul edilmektedir. Subskapularis kası, humerus başının öne çıkmasının önlenmesinde sorumlu birincil rotator manşet kasıdır. Supraspinatus kası ise humerus başını glenoid kaviteye doğru çeker. Eklem yüzeylerinin stabilizasyon etkisi az olduğundan; kaslar, kapsül ve bağlarla stabilizasyon karşılanmalıdır. Glenohumeral eklem üzerine etkileyen kuvvetlerle ilgili birkaç faktör vardır. Bu kuvvetlerin ilişkisi üst ekstremitenin farklı pozisyonlarında değişmektedir. Glenohumeral kuvvetlerin yapısını ve derecesini etkileyen temel faktörler 1) eklem yüzeyleri, 2) deltoid kası, 3) supraspinatus kası, 4) üst ekstremitenin ağırlığı, 5) rotator manşet kasları, 6) kapsül ve bağlar ve 7) üst ekstremitenin pozisyonudur (22, 25, 31, 32).

Skapulayı aksiyal iskelet ile bağlayan pektoralis minör ve üst trapezius hariç tüm kasların skapulanın medial sınırına yakın veya medial sınırının üstüne yerleştirilmiş olduğu görülmektedir (11, 22). Bunlar, serratus anterior kasının üst ve alt parçası, levator skapula, rhomboideus majör ve minör kasları ve trapezius kasının alt liflerini içerir. Üst ekstremitenin abduksiyonunun erken aşamalarında skapulanın tabanı ile ilgili gelişen kuvvetler ve momentler göz önüne alındığında tutarlı bir mekanik model görülür (33). Serratus anterior kasının üst liflerinin ana etkisi ve rotator manşet kasları tarafından skapulaya uygulanan abduksiyon kuvveti, rhomboidin,

levator skapulanın ve trapezius kaslarının alt lifleri ile dengelenmiştir (22). Bu etki, 100° abdüksiyona kadar olan hareket için rotasyon merkezi olan skapulayı dengeler. Bu noktadan sonra temel aktivite kaynağı serratus anterior kasının alt liflerindedir. Trapezius kasının üst kısmı öncelikle deltoid kasının çekmesine karşıdır ve skapular rotasyon üzerinde sınırlı bir etkiye sahiptir (22, 33-36). Serratus anterior kası, skapulanın yukarı doğru döndürülmesinin yanı sıra, abdüksiyonun erken evresindeki skapula stabilizasyonunda temel bir faktördür. Serratus anterior kasının alt lifleri, hem skapulanın hem de akromioklavikular eklem, abdüksiyonun ilk ve sonraki aşamalarında etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar (18, 22, 34-36). Serratus anterior kası, ilgili kasların arasında en uzun moment koluna sahiptir (37).

2.3. Voleybol

Voleybol, altışar kişiden kurulan iki takım arasında oynanan, topu en fazla üç pas yaparak filenin üzerinden karşı tarafa geçirmeyi ve rakip takımın sahasına düşürmeyi amaçlayan bir takım oyunudur. Bir voleybol maçı toplam beş setten oluşur. En az iki fark ile 25 puana ilk ulaşan takım setin galibi olur. İlk dört set 25 puandan, son set 15 puandan oynanır. En az iki fark bu sette de geçerlidir. 3 seti alan takım maçı da kazanmış olur.

Voleybol, oyuncuların teknik, taktik ve atletik performansına bağlı bir spordur. Temelde atak ve savunma olmak üzere iki aksiyona ayrılır. Servis en önemli atak aksiyonlarından biridir (38). Voleybolda her ralli, sayıyı son alan takımın servisiyle başlar. Libero pozisyonundaki oyuncu hariç takımdaki bütün oyuncular sırayla servis atar. Üç farklı servis çeşidi vardır; *float*, *jump float* ve *jump spin* (smaç) servis. Doksanlardan günümüze kadar smaç servis daha önemli hale gelmiştir. Smaç serviste hata oranı daha yüksek olmasına rağmen tüm yüksek seviyeli takımlar bu riski göze almaktadır. Smaç serviste her beş servisten biri fileye takılmakta ya da sahanın dışına gönderilmektedir. *Float* serviste ise bu oran her on iki serviste birdir. Ancak atılan smaç servislerin rakip tarafından karşılanamama ya da atak ile sonuçlandırılmama oranı daha yüksektir (39). Ayrıca iyi servis rakibin hücum varyasyonlarını da azaltmaktadır. Fileden uzak karşılanan bir servis, kısa hücum ve *pipe* (üç metre çizgisinin gerisinden atak) oynanma şansını ortadan kaldırmaktadır. Servis aynı zamanda iyi bir savunmanın da ilk elementidir. Çünkü fileden uzakta karşılanan topa

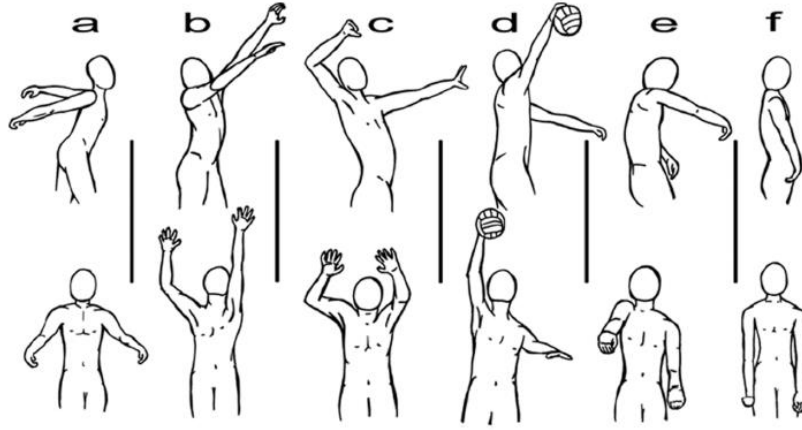
blok ve savunma yapmak daha kolaydır. Bu da karşı takımın sayı yapmasını zorlaştırır (40).

2.3.1. Voleybolda Atak ve Smaç Servis Mekanîği

Mevcut akademik literatür, fırlatma sırasındaki fazların ayrımındaki tutarsızlıkları ve ardışık fazlar arasındaki ayrımı ortaya koymaktadır (3, 41-43). Daha önceki çalışmalar *backswing* ve *forward swing* olmak üzere iki fazı ortaya koymuştur (42, 43). Baş üstü fırlatma sporlarını inceleyen diğer çalışmalar fırlatmayı *wind-up*, *cocking* (*early-cocking* ve *late-cocking*), *acceleration* (*hızlanma*), *deceleration* (*yavaşlama*) ve *follow-through* olmak üzere beş faza ayırmıştır (44-46) (Şekil 2.2.). Son yıllarda smaç servis sırasında yapılan EMG çalışmalarına dayanarak voleybolda, beyzbolda görülen fırlatma hareketinin biraz daha basit bir versiyonu olduğu belirtilmiştir (3). Bu sistemde *cocking* fazı erken ve geç olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Wind-up

Bu faz sırasında omuz 90°'den daha yüksek ve hafifçe horizontal abdüksiyon pozisyonundadır (3, 42). Tüm baş üstü fırlatma sporlarında eklem son noktasına gelmeden kontrollü bir şekilde yapılır. Bu hareketin oluşumu kişiden kişiye değişebilir ancak sonuçta benzer üst ekstremite ve vücut pozisyonu oluşur (3). Elevasyon ve *backswing* olmak üzere iki temel *wind-up* çeşidi tanımlanmıştır. Elevasyon stilinde humerus omzun horizontal düzleminin üzerinde horizontal abdüksiyon yapar ve diğer stile göre daha erken eleve edilir (47). *Backswing* stilinde ise humerus omzun horizontal düzleminin altında horizontal abdüksiyon yapar ve daha geç eleve edilir (47, 48). İki stilin de akıcı olduğu ve son pozisyonun birbirinden farklı olduğu belirtilmiştir. Çok sayıda çalışma elit voleybol oyuncularının çoğunun her ikisinin de tam formundan ziyade, hafif elevasyon tarzı bir hareket yaptığını bildirmiştir (42, 47-49).



Şekil 2.2. Voleybolda servisin aşamaları. *Wind-up* a-b, *Cocking* b-c, *Hızlanma* c-d, *Yavaşlama* d-e ve *Follow-Trough* e-f (50).

Cocking

Bu faz sırasında humerus abdüksiyonda kalır ve hafifçe aşağıya indirilmiş olabilir (42). Bu fazın son aşamasında humerus maksimum horizontal abdüksiyonda ve aşırı dış rotasyondadır (3, 48). Baş üstü fırlatmaya benzer bir şekilde dominant üst ekstremiten gövdenin gerisinde kalmaktadır (43). *Cocking* fazı üst ekstremitenin elevasyonda olduğu ve horizontal abdüksiyonda olduğu *wind-up* fazının sonundan, aşırı horizontal abdüksiyon ve dış rotasyonun olduğu benzer bir yüksekliğe kadar sürer. Ayrıca bu aşamada skapula yukarı rotasyon yapar (47). Elevasyon tarzı *wind-up* yapıldığında humerus bu fazda horizontalin üzerinde kalırken; *back-swing* tarzı *wind-up* yapıldığında humerus horizontalin hafifçe altında kalır (48).

Acceleration (Hızlanma)

Hızlanma aşaması, omzun maksimum dış rotasyon pozisyonu ile topa temas edilmesi arasındaki süreç olarak tarif edilir. Araştırmacılar smaç sırasında hızlanma fazının amacının üst ekstremitenin maksimum hızını elde etmek olduğunu kabul etseler de araştırmalar bu aşamada omuz kinematiğinin oldukça değişken olduğunu göstermiştir (42). Bu aşamada humerus yüksekliği artar ve vuruş sırasında horizontal düzlem ile 25° ile 60° arası bir açığa ulaşır (42, 43). Fazın orta kısmında veya top temasından hemen önce üst ekstremiten indirilir (3, 43). İç ve dış rotasyon derecesi voleybol oyuncularını arasında değişmekle birlikte, hızlanma fazı boyunca

glenohumeral eklem iç rotasyona doğru hareket eder (3, 41, 47, 48). Skapulada protraksiyon ve aşağı doğru rotasyon görülür.

Deceleration (Yavaşlama)

Top temasından hemen sonra başlar ve üst ekstremitenin ileri momentumu büyük ölçüde azaldığında sona erer. Diğer baş üstü fırlatma hareketlerine benzer şekilde voleybol smacı sırasında bu faz genel olarak hızlanma fazının tersi veya ayna görüntüsü gibidir (3, 42, 47). Top temasından sonra azalan hızla humerus alçalır, iç rotasyona ve horizontal addüksiyona gelir. Bu sırada üst ekstremitte öne ve vücudun çaprazına doğru harekete devam eder (3, 43). Bu aşamanın amacı, kalan kinetik enerjiyi absorbe etmektir. Bu nedenle baş üstü sporlarda görülen atış hareketinin yavaşlama aşamasına oldukça benzerdir (3, 42, 45, 47). Bu enerji absorbe edildikten sonra *follow-through* aşaması başlar.

Follow-through

Bu fazın amacı teknik olarak temiz bir vuruş yapmak ve üst ekstremitteyi tamamen durdurmaktır (51). Üst ekstremitte yavaşça ve kademeli olarak aşağıya ve oyuncunun yanına getirilir (3).

2.3.2. Smaç Servis ile *Float* Servis Arasındaki Fark

Float servis, smaç servise ve smaca göre önemli ölçüde az kuvvet üretilerek uygulanan bir harekettir (7). Smaç ve smaç servis sırasındaki kuvvet ve tork üretimi benzer bulunmuştur (7). *Float* serviste topun hızı, dirseğin ekstansiyona gidiş hızı ve omuzun iç rotasyon hızı smaç servise göre daha azdır. Omuz ekleminin lineer ve açısal hızının smaç serviste daha yüksek olduğu gösterilmiştir (7, 52). *Cocking* fazında maksimum dış rotasyon açısı smaç serviste daha yüksektir. Buna karşılık topla temas sırasında dirsek fleksiyon açısı *float* serviste smaç servise göre daha fazladır (7).

Smaç servisin etkinliği topun hızına ve smaç yüksekliğine, *float* servisin etkinliği ise topun havadaki düzensiz hareketlerine ve keskin bir şekilde alçalmasına bağlıdır (53).

2.4. Voleybolda Performansı Etkileyen Parametreler ve Ölçüm Yöntemleri

Voleybol kısa ve patlayıcı hareket modelleri, hızlı-çevik pozisyon alma, sıçramalar ve bloklarla karakterizedir. Bir maç 3 saate kadar sürebilir, ancak voleybol anaerobik bir spor olarak kabul edilir (54). Teknik ve taktik becerilere ek olarak kuvvet, patlayıcı kuvvet, sıçrama, çeviklik ve anaerobik dayanıklılık performansa katkıda bulunan en önemli parametrelerdir (54-56).

2.4.1. Kuvvet

Voleybolun dinamikleri göz önüne alındığında kuvvetin hem dikey hem de yatay hareketlerde sporcuların performansı ile ilişkili olduğu görülür (57). Sıçrama, topa vurma ve bloklama gibi hareketlerin yoğun yapıldığı bir spor olan voleybolda teknik ve taktik becerilere ek olarak kas kuvvetinin başarıyı arttırmak için en önemli faktörlerden biri olduğu öne sürülmüştür (58). Maç sırasında sık sık gerçekleştirilen smaç, blok ve sıçrama hareketlerini yerine getirmek için yüksek seviyelerde alt ekstremite kas gücüne ihtiyaç duyarlar. Smaç ve servis sırasında yüksek seviyelerde üst ekstremite kas gücüne de ihtiyaç duyarlar (55). Omuz iç rotator kaslarının kuvveti hareket mekaniği göz önüne alındığında smaç ve smaç servis performansını etkilemektedir (4).

Omuz kas kuvvetini ölçmek için kullanılan en geçerli ve güvenilir yöntem izokinetik sistemdir (59-61).

İzokinetik Test

Omuz izokinetik dinamometresi 1980'den beri klinik uygulamada kullanılan bir yöntemdir (62) (Şekil 2.4.). İzokinetik cihazlardaki teknolojik gelişmeler, fizyoterapistin omuz hızlarını farklı hızlarda çeşitli pozisyonlarda konsantrik veya eksentrik kasılmaları kullanarak objektif olarak değerlendirmesini ve rehabilitasyonunu sağlar (63). Bu teknik hem eklem fonksiyonunu hem de tedavinin etkinliğini değerlendirmek için kullanılabilir (64).

Omuz ekleminin izokinetik ölçümleri oturma, ayakta durma, sırtüstü uzanma gibi birkaç farklı pozisyonda ve farklı abdüksiyon ve fleksiyon açılarında yapılır (65, 66). Yapılan çalışmalarda frontal ve skapular planlarda yapılan ölçümler üzerinde durulmuştur. Her iki planda yapılan ölçümler arasında iç rotator kas kuvvetleri arasında fark bulunamamıştır (67, 68). Ancak anatomik avantajlardan dolayı ölçümlerin skapular planda yapılmasını önermişlerdir. Ancak baş üstü fırlatma sporu yapan sporcuların fonksiyonel durumunun değerlendirilmesinde spora özel durum göz önüne alındığında frontal planda değerlendirilmeleri önerilmiştir (69).

İzokinetik testlerde düşük ve yüksek açısal hızlar sıklıkla kullanılır. Düşük açısal hızlar maksimum şiddetteki kasılma, yüksek açısal hızlar ise fonksiyonel aktivitelerde önemli olan kas koordinasyonu ile ilgili olduğu varsayılır. Kullanılan açısal hızlar genellikle $60^{\circ}/sn$, $180^{\circ}/sn$ ve bazen $300^{\circ}/sn$ 'dir. Baş üstü fırlatma sporu yapan sporcular için sıklıkla yüksek açısal hızlar kullanılır (64).

2.4.2. Patlayıcı Kuvvet

Günümüz voleybolunda özellikle atak sırasında yüksek güçlü sıçramalar ve hızlı ataklar tercih edilmektedir (70). Patlayıcı kuvvetin değerlendirmesinde sağlık topu fırlatma ve karşı hareket dikey sıçrama testi kullanılabilir.

2.4.3. Sıçrama

Oyunun dinamikleri ve 243cm (erkek) file üzerinden oynanan bir spor olması sebebiyle sıçrama voleybolda performansı etkileyen en önemli parametrelerden biridir (54).

Smaç ve Blok Yüksekliği Ölçümü

Voleybol sporcularının sert ataklar ve yüksek şiddetli sıçramalar yapmasını gerektiren tempolu bir spordur. Yüksek sayılı ve şiddetli sıçramalar sporcularda diz problemlerine yol açabilmektedir. Sadece sıçrama sayısı değil sıçrama yoğunluğunun da belirlenmesi önemlidir.

Sporcu blok ya da atak adımlaması yaparak *vertec* adı verilen sıçrama platformunda ulaşabildiği maksimum yüksekliğe dokunur. Bu yerinde sıçramaya göre

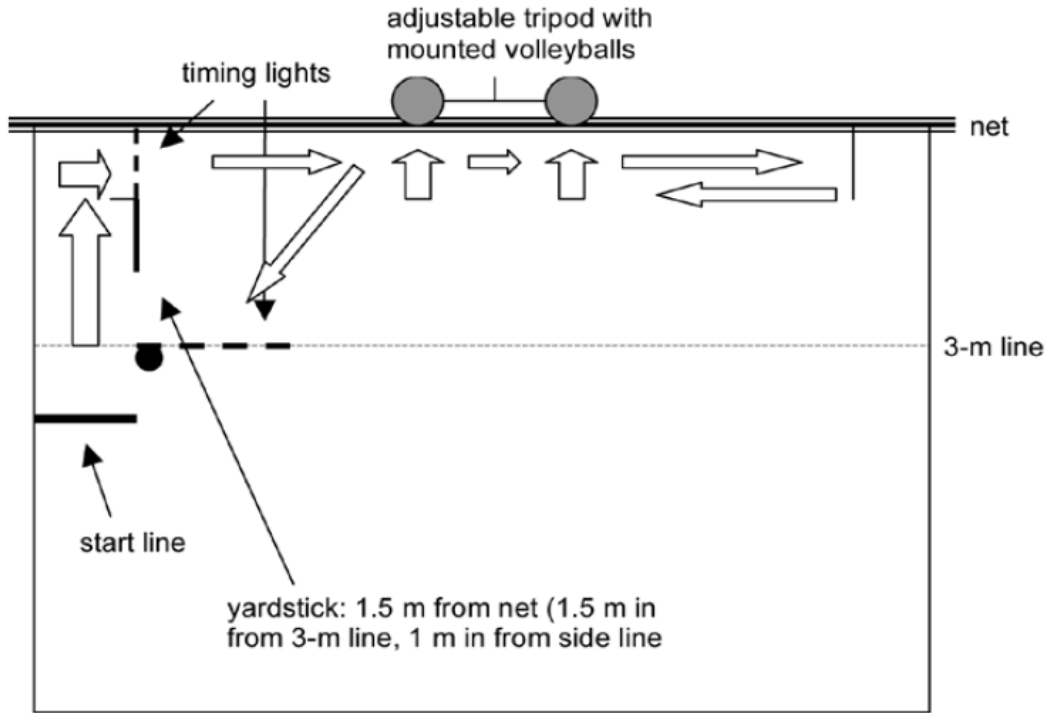
daha spora özgüdür çünkü sporcunun atak ve blok sırasında ne kadar yükseğe çıkabileceğini gösterir (71, 72).

2.4.4. Çeviklik

Çeviklik özellikle savunma için çok önemli bir parametredir. Hazırlanan testler de savunma düzenine göre düzenlenmiştir (73).

Tekrarlı Efor Testi

Voleybol müsabakalarındaki rallilere benzer şekilde oluşturulmuş bir testtir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Tekrarlı efor testi (74).

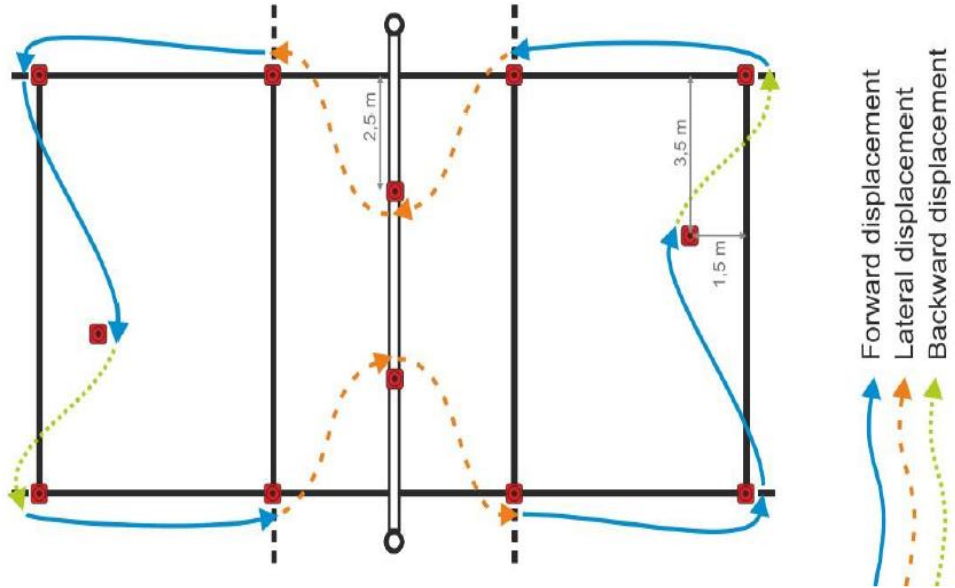
Yardstick kullanılarak iki maksimum sıçrama, iki tane ışıklı zamanlama sistemi kullanılarak da hareketlerin zamanlaması ölçülür (74).

2.4.5. Dayanıklılık

Voleybol sık sık yüksek yoğunluklu kısa egzersizlerin düşük yoğunluklu egzersizleri takip ettiği intermitant bir spordur (55, 75). Bu yüzden oyuncuların iyi gelişmiş aerobik ve anaerobik enerji sistemlerine ihtiyacı vardır (55, 76).

Voleybol İntermitant Endurans Testi

Daha önce yapılan çalışmalar, bu protokolün oyuncuların resmi maçlarda analiz edilenlere benzer mesafeleri kat etmeleri için en iyi kombinasyonu temsil ettiğini göstermiştir (77) (Şekil 2.4.). Dinlenme süresi de ralliler arası dinlenme süresi ile benzerdir (78). Test oyuncular iki kez koniye ulaşamadıkları zaman sonlanır ve o zaman kadar kat edilen mesafe ölçülür. Maksimum hız, tam olmayan aşamadan hızın ara hesaplaması ile elde edilir (79).



Şekil 2.4. Voleybol İntermitant Endurans Testi (77).

Radar ile Smaç Servis Hızı Ölçümü

Radar tüm baş üstü fırlatma sporlarında topun hızını belirlemek için sahada sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Şekil 2.5.). Voleybolda topun hızlı hareket etmesi topu atan taraf için avantaj sağlamaktadır (1). Radar ile servis hızı belirleme yöntemi çalışmalarda sıkça kullanılan bir yöntemdir. İlk olarak tenis oyuncularının servis

hızının belirlenmesinde kullanılan bir yöntem olan radar voleybolda da servis ve smaç hızının belirlenmesinde kullanılmaktadır (2, 6, 80). Ancak smaç servis hızının radarla ölçümünün voleybol sporcularının omuz kas kuvvetini belirlemede geçerliliği ve güvenilirliği belirlenmemiştir.

Üst ekstremitede spora özgü fırlatma mekaniği ile bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılmasını sağlamak için bu yöntemin geçerliliği ve güvenilirliği belirlenmelidir.



Şekil 2.5. Radar ile servis hızı ölçümü.

2.5. Güvenilirlik-Geçerlilik Çalışmaları

2.5.1. Güvenilirlik

Güvenilirlik, bir ölçüm yönteminin tekrarlarındaki tutarlılık olarak tanımlanabilir. Yani bir yöntemin güvenilir olması aynı gözlemciyle, aynı şartlarda, aynı gruptan benzer sonucun alınmasıdır (81). Kas-iskelet sistemi uygulamalarında ve araştırmalarında güvenilirlik çalışmalarına sıklıkla rastlanır (82). Bu çalışmaların amacı aynı gruptan alınan tekrarlı ölçümlerin tutarlılığının değerlendirilmesidir. Bir gruptan alınan ölçümler aynı araştırmacının ölçümleri olabilir ya da birden fazla araştırmacının ölçümleri de olabilir. Aynı araştırmacı tarafından yapılan tekrarlı ölçümlerin uyumu *intra-rater* uyum olarak adlandırılır ve *intraclass correlation coefficient (ICC)* kullanılarak değerlendirilir. Araştırmacıların ölçümleri arasındaki uyum *inter-rater* uyum olarak adlandırılır ve *concordance correlation coefficient* kullanılarak değerlendirilir (83, 84).

Güvenilirlik aynı grup üzerinde aynı parametre iki ardışık test ile değerlendirilerek belirlenir. İki ölçüm arasında ölçülmesi hedeflenen parametre açısından gelişme gösterilemeyecek zaman olmasına özen gösterilmelidir. En yaygın yöntem günler ara vererek ölçüm yapmaktır (85). Yapılan iki ardışık testin arasındaki ilişki oranına göre sınıflandırma yapılır (Şekil 2.6.).

$r = 0-0,20$	$r = 0,20-0,40$	$r = 0,40- 0,60$	$r = 0,60-0,80$	$r = 0,80-1$
Çok zayıf ilişki	Zayıf ilişki	Orta ilişki	Yüksek ilişki	Mükemmel ilişki

Şekil 2.6. Güvenilirliğin sınıflandırılması.

2.5.2. Geçerlilik

Geçerlilik, bir ölçüm yönteminin ölçmeyi hedeflediği özelliği herhangi bir başka özellik ile karıştırmadan ölçebilme derecesidir (86). Bir ölçümün geçerliliği araştırılırken aynı özelliği ölçen altın standart bir yöntem ile korelasyonu araştırılır. Altın standart kapsamlı bir şekilde test edilmiş ve güvenilir bir yöntem olarak alanda itibarı olan deneysel bir model olarak ifade edilebilir (87). Bir ölçümün tamamen geçerli ya da geçersiz olduğunu söylemek doğru değildir. Geçerlilik katsayısı, ölçekten elde edilen değerlerle ölçeğin kullanım amacına göre belirlenen kriter ya da kriterler takımı arasındaki ilişki katsayısıdır ve $-1,00$ ile $+1,00$ arasında değerler alır. İlişki katsayısı ne kadar yüksekse ölçek amaca o kadar yüksek hizmet ediyor demektir (86). Kapsam Geçerliliği (*Content Validity*), Kriter Geçerliliği (Ölçütsel Geçerlik, *Criterion Validity*), Yapı Geçerliliği (*Construct Validity*), Görünüş Geçerliliği (*Face Validity*) olmak üzere farklı geçerlilik çeşitleri mevcuttur (86).

Verilerin normal dağılım gösterdiği durumlarda parametrik bir test olan *Pearson* korelasyon testi ile parametrik olmayan durumlarda ise *Spearman* korelasyon testi ile değerlendirilir (88, 89).

Kapsam Geçerliliği

Ölçüm yönteminin ölçmeyi hedeflediği parametreleri ne derece ölçebildiğinin derecesidir. Ölçüm yapılan alanda geçerli olarak kabul edilmiş standart bir ölçüm yöntemi geçerlilik çalışması yapılacak ölçüm yöntemi aynı gruba uygulanır ve iki ölçüm yönteminin ilişki kat sayısı hesaplanır (86).

Kriter Geçerliliği

Ölçüm yönteminin etkinliğini belirlemek için, ölçüm yöntemiyle belirlenen kriter arasında gelecekteki veya o andaki ilişkiyi inceler (86). *Predictive validity* (kestirim geçerliliği), *concurrent validity* (eş zaman geçerliliği) olmak üzere ikiye ayrılır. Eğer ileride ne olacağına karar vermek, ilerideki performansı tahmin etmede kullanılacaksa ölçüm yönteminin kestirim geçerliliğine bakmak gerekir (90). Ölçme yönteminin hedeflediği parametre ile ilgili daha önce geçerliliği kabul edilmiş başka bir ölçme yöntemi varsa iki yöntem arasındaki ilişki eş zaman geçerliliği ile belirlenir.

Yapı Geçerliliği

Ölçme yönteminin, ölçülmeye çalışılan yapı ile ne kadar ilişkili olduğu gösterir. Bu ilişkiyi değerlendirmek için madde analizi yapılır. Madde analizi testin bir gruba uygulandıktan sonra, istatistik teknikler yardımıyla test kapsamındaki maddelerin tek tek analiz edilmesidir (91).

Görünüş Geçerliliği

Bir ölçeğin görünüş geçerliği, o ölçeğin ölçmek istediği özelliği ölçüyor gözükmesidir (86).

Bu çalışmada voleybol oyuncularının smaç servis hızı ile izokinetik kas kuvveti arasındaki ilişkiyi göstermek, smaç servis kullanan ve kullanmayan sporcuların izokinetik kas kuvvetleri arasındaki farkı belirlemek ve radar ile smaç servis hızı ölçümünün voleybol sporcularının omuz kas kuvvetini tahmin etmede geçerliliğini ve güvenilirliğini belirlemek amaçlandı.

3. BİREY VE YÖNTEM

3.1. Birey

Bu çalışma kesitsel çalışma olarak dizayn edildi. Eylül 2020- Mayıs 2020 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Sporcu Sağlığı ünitesinde gerçekleştirildi. Çalışmaya yaşları 18-37 yıl arası olan 28 asemptomatik profesyonel (en az 2 yıl) erkek voleybolcu dahil edildi. Servis antrenmanları sırasında sporculardan %90 ve üzeri kullanım oranına sahip olanlar smaç servis kullananlar grubuna, %90'ın altında olanlar ise kullanmayanlar grubuna dahil edildi. Çalışmaya alınacak sporcu sayısı güç ve örneklem büyüklüğü hesaplaması ile belirlendi

Çalışmanın yapılabilmesi için gerekli olan izin Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul'undan GO 20/342 numarası ile alındı.

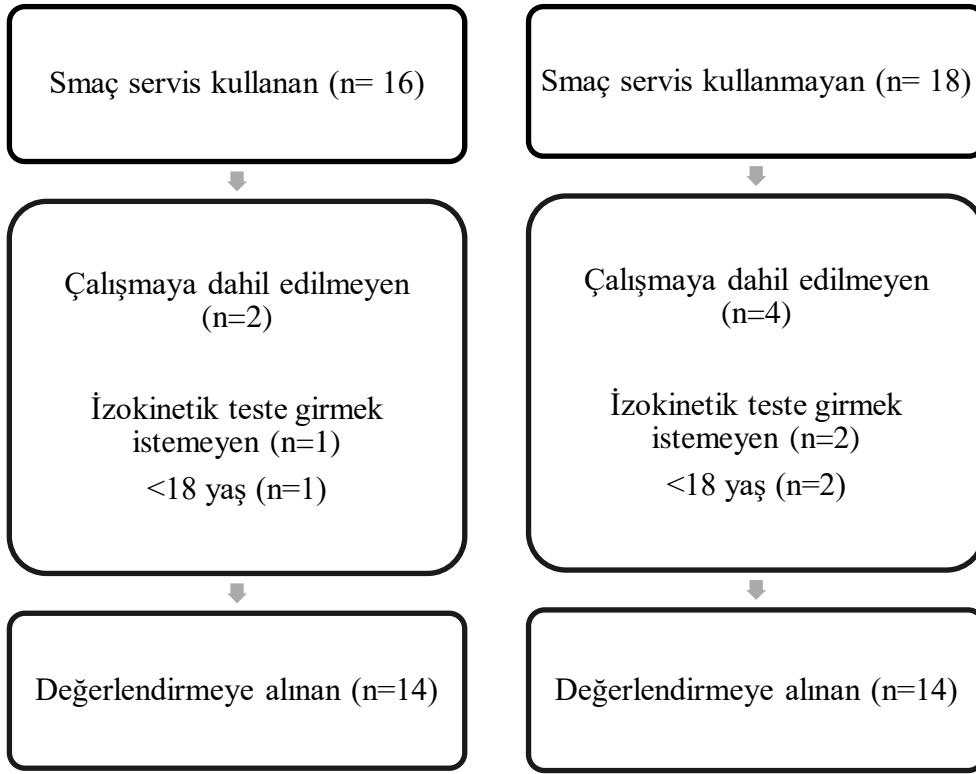
Çalışmaya katılan sporcular çalışmanın amacı, değerlendirme yöntemleri hakkında bilgilendirildi. Tüm sporculardan imzalı onam formu alındı.

Dahil edilme kriterleri:

- Profesyonel erkek voleybol oyuncusu olması
- Son 6 ay içerisinde dominant omuzundan voleybol oynamasını etkileyecek bir yaralanma geçirmemiş olması
- Vücut Kütle İndeksi (VKİ) 30 kg/m^2 'nin altında olması
- Eşlik eden herhangi bir nörolojik, romatolojik veya sistemik hastalığı bulunmaması

Dahil edilmeme kriterleri:

- İzokinetik teste girmek istememesi
- Onam formunu imzalamaması



Şekil 3.1. Akış diyagramı

3.2. Yöntem

Çalışma 3 aşamada gerçekleştirildi. İlk aşamada sporcuların demografik bilgileri, kullandığı servis türü kaydedildi ve izokinetik kas kuvveti değerlendirildi. İkinci aşama, ilk aşamadan 2 gün sonra yapıldı ve oyuncuların smaç servis hızları ölçüldü. Üçüncü aşamada ise smaç servis hız ölçümünün güvenilirliğinin belirlenebilmesi için 2. aşamadan 3 gün sonra test tekrarlandı.

3.2.1. Demografik Bilgiler ve Fiziksel özellikler

Dahil edilen tüm bireylerin yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, VKİ, dominant tarafı, spor yaşı, önceden geçirdiği yaralanmaları ve kullandıkları servis türü kaydedildi.

3.2.2. İzokinetik Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Kas kuvveti değerlendirmesi Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde İSOMED 2000 (Germany) izokinetik cihazı ile yapıldı. Tüm voleybolcular testten önce 15dk egzersiz bandı ile farklı açılarda, testte kullanılan hareket paternine benzer hareketlerden oluşan ısınma programını uyguladı. Ölçüm oturma pozisyonunda yapıldı ve voleybolcular gövdeden ve alt ekstremiteden bantlar yardımıyla sandalyeye sabitlendi. Omuz 90° abdüksiyonda, dirsek 90° fleksiyonda olacak şekilde cihaz ayarlandı. Ön kol bant yardımı ile sabitlendi. Test 30° iç rotasyon, 40° dış rotasyon hareket açıklığında uygulandı (92). Toplamda 70°'lik açıda uygulanan test ile sporcuların güvenli bir şekilde testi uygulamaları hedeflendi.

Altmış derece/sn hızda 5 tekrar ile kuvvet parametresi ve 300°/sn hızda 10 tekrar ile endurans parametresi değerlendirildi. Her test öncesi 3 tekrar deneme testi yapıldı. Deneme testi ile gerçek test arasında 30sn, kuvvet ve endurans testi arasında 1 dk dinlenme süresi verildi. Tekrarlar arasından maksimal tepe kuvveti Nm/kg cinsinden kaydedildi.



Şekil.3.2. İzokinetik kas kuvveti değerlendirilmesi

3.2.3. Smaç Servis Hızı Ölçümü

Sporcuların smaç servis hızı ölçümü Ball Coach Radar™ (Model PR1000-BC) cihazı ile izokinetik testten 2 ve 5 gün sonra voleybol sahasında yapıldı. Tüm sporcular ölçümden önce rutin olarak yaptıkları 20 dk'lık genel ısınma ve 10 dk'lık topla ısınma programını uyguladılar. Tüm sporculardan smaç servis kullanması istendi. Servisler arasında 45sn'lik dinlenme süresi verildi. Radar cihazı sporcuların servis attığı sahanın karşı tarafına file seviyesine yerleştirildi. Sporcuların maksimum şiddette attığı filenin üzerinden karşı sahada turuncu alana düşen 10 başarılı servis kaydedildi. Atılan ilk 3, 5, 10 servisin hızlarının ortalamaları hesaplandı. Üç gün sonra yapılan ölçüm tekrarlandı.



Şekil 3.3. Servis Hızı Ölçümü.

3.2.4. Ball Coach Radar™ Cihazının Geçerliliği ve Güvenilirliği

Ball Coach Radar™ cihazının voleybol sporcularında omuz kas kuvvetini değerlendirmede fonksiyonel bir test olarak kullanılabilmesi için cihazın geçerlilik çalışması yapıldı. Kas kuvveti değerlendirmede altın standart olarak kullanılan izokinetik sistem kullanılarak omuz iç-dış rotator kas kuvveti ile ilişkisi araştırıldı.

Cihazın test-tekrar test güvenilirliği ilk ölçümden 3 gün sonra yapılan ölçümle değerlendirildi. *Intraclass correlation coefficient (ICC)* katsayısı, ölçümün standart hatası (*SEM*) ve en küçük fark edilebilir değişiklik (*MDC*) hesaplandı.

3.3. İstatistiksel Analiz

Örneklem Büyüklüğü

Bu çalışmada smaç servis hızı ile izokinetik kas kuvveti arasındaki ilişkiyi göstermek, smaç servis kullanan ve kullanmayan sporcuların izokinetik kas kuvvetleri arasındaki farkı belirlemek ve radar ile smaç servis hızı ölçümünün voleybol sporcularının omuz kas kuvvetini tahmin etmede geçerliliğini ve güvenilirliğini belirlemek amaçlandı. Bu nedenle, G-power programı kullanılarak 60°/sn ve 300°/sn açılma hızındaki iç-dış rotator kas kuvveti ile smaç servis hızı arasındaki korelasyon varlığının 0.05 hata payı ve %80 güç ile ölçülmesi hedeflendi (93). Bu bağlamda çalışmaya her grupta en az 13 kişi olmak üzere 26 voleybolcunun dahil edilmesi planlandı.

İstatistiksel Analiz

Çalışma kapsamında elde edilen veriler SPSS (versiyon-22.0) programı kullanılarak analiz edildi. Her iki grupta elde edilen verilerin öncelikle normal dağılım gösterip göstermedikleri *Shapiro Wilk* testi ile analiz edildi. Smaç servis kullanan ve kullanmayan sporcuların demografik bilgileri (yaşı, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, VKİ'si) Bağımsız Gruplar T testi ile karşılaştırıldı. İki gruptaki sporcuların kas kuvvetleri ve servis hızları ise Mann-Whitney U testi ile analiz edildi. Omuz kas kuvveti ile servis hızının ilişkisini incelemek amacıyla 60°/sn ve 300°/sn açılma hızındaki omuz iç dış rotator kas kuvveti ve arka arkaya atılan servislerden ilk 3, 5 ve 10 adet başarılı servis hızının ortalaması kullanıldı. Bu veriler arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Analizi ile test edildi. Radar ile smaç servis hızı ölçümünün güvenilirliği ICC (*Intraclass correlation coefficient*) yöntemi ile belirlendi. SEM (ölçümün standart hatası) = $SS \times \sqrt{1 - ICC}$ ve MDC (en küçük fark edilebilir değişiklik) = $SEM \times \sqrt{2} \times 1.96$ formülleri ile hesaplandı. Üç, 5 ve 10 servis hızı ortalaması arasındaki fark Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi ile analiz edildi. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık derecesi $p=0,05$ olarak belirlendi. Veriler ortalama \pm standart sapma halinde tablolarda sunuldu.

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Veriler

Çalışmaya yaşları 18-36 yıl arası olan 28 asemptomatik profesyonel erkek voleybolcu dahil edildi. Antrenmanda smaç servis kullanan 14 birey ve smaç servis kullanmayan 14 birey değerlendirmeye alındı. Her iki grupta da sadece 1'er sporcunun sol ekstremitesi dominanttı.

Grupların demografik özellikleri karşılaştırıldığında yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve VKİ açısından, gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p>0,05$). Gruplara ait demografik özellikler tablo 4.1'de verildi.

Tablo 4.1.Grupların demografik özellikleri.

	Smaç Servis Kullananlar (n=14)	Smaç Servis Kullanmayanlar (n=14)	t	p
	X(SS) Min-Maks	X(SS) Min-Maks		
Yaş (yıl)	25,4(4,4) 18-31	27,6(6,9) 18-37	1,009	>0,05
Boy uzunluğu (cm)	200,7(4,5) 194-211	197,5(6) 190-208	-1,542	>0,05
Vücut ağırlığı (kg)	93,1(7,7) 81-108	88,4(8,1) 80-104	-1,572	>0,05
VKİ (kg/m²)	23,1(1,5) 21,3-26,3	22,6(1,6) 18,5-24	-0,741	>0,05
Spor yaşı (yıl)	5,3(1,4) 2-20	8,7(2,3) 3-30	0,781	>0,05

X:Ortalama, SS: Standart sapma, n:Birey sayısı, VKİ: Vücut kütle indeksi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, p: Bağımsız gruplar testi anlamlılık düzeyi, t: t değeri.

4.2. İzokinetik Kas Kuvveti Değerlendirilmesi

Smaç servis kullanan ve kullanmayan sporcuların oluşturduğu gruplar arasında $60^\circ/\text{sn}(\text{Nm}/\text{kg})$ 'de ve $300^\circ/\text{sn}(\text{Nm}/\text{kg})$ 'de iç rotator kas kuvvetleri arasında anlamlı fark vardı ($p=0,013$). Smaç servis kullanan sporcuların iç rotator kas kuvvetleri her iki açısız hızda da daha fazlaydı. Grupların dış rotator kas kuvvetleri arasında fark yoktu ($p>0,05$). İzokinetik kas kuvvetlerinin tanımlayıcı özellikleri tablo 4.2'de verildi.

Tablo 4.2. Grupların izokinetik kas kuvvetleri.

	Smaç Servis kullananlar (n=14)	Smaç servis kullanmayanlar (n=14)	z	p
	X(SS) Min-Maks	X(SS) Min-Maks		
60°/sn IR (N/kg)	0,71(0,09) 0,48-0,88	0,64(0,06) 0,51-0,75	-2,490	0,013
60°/sn ER (N/kg)	0,34(0,10) 0,20-0,61	0,31(0,05) 0,24-0,45	-0,966	>0,05
300°/sn IR (N/kg)	0,70(0,13) 0,45-0,88	0,57(0,09) 0,40-0,69	-2,484	0,013
300°/sn ER (N/kg)	0,31(0,10) 0,19-0,53	0,27(0,05) 0,21-0,41	-0,715	>0,05

X:Ortalama, SS: Standart sapma, n:Birey sayısı, Maks: Maksimum, p: Mann Whitney U testi anlamlılık düzeyi, z: z değeri.

4.3. Smaç Servis Hızlarının Değerlendirilmesi

Grupların smaç servis hızları karşılaştırıldığında antrenmanda ve maçta smaç servis kullanan oyuncuların 3, 5 ve 10 servis hızı ortalamaları daha yüksekti ($p=0,001$).

İki grupta da sporcuların 3, 5 ve 10 servis hızı ortalamaları arasında fark yoktu ($p>0,05$) (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Sporcuların tercih ettiği servis türüne göre smaç servis hızı ortalamaları.

Smaç Servis Hızı (km/s)	Smaç servis kullananlar (n=14)		Smaç servis kullanmayanlar (n=14)		Gruplar arası karşılaştırma	
	X(SS) Min-Maks	X(SS) Min-Maks	X(SS) Min-Maks	X(SS) Min-Maks	z	p
Servis Hızı Ortalamaları 3 (km/s)	101,7(9,5) 82,0-114,0	88,7(5,7) 81,0-98,3	88,7(5,7) 81,0-98,3	88,7(5,7) 81,0-98,3	-3,447	0,001
Servis Hızı Ortalamaları 5 (km/s)	101,8(9,3) 82,4-113,2	88,6(5,0) 81,6-98,4	88,6(5,0) 81,6-98,4	88,6(5,0) 81,6-98,4	-3,332	0,001
Servis Hızı Ortalamaları 10 (km/s)	102,2(9,1) 93,3-114,2	88,8(5,2) 80,2-98,5	88,8(5,2) 80,2-98,5	88,8(5,2) 80,2-98,5	-3,401	0,001
Grup içi karşılaştırma	F 0,973	P_a >0,05	F 0,106	P_a >0,05		

X:Ortalama, SS: Standart sapma, n:Birey sayısı, p: Mann Whitney U testi anlamlılık düzeyi, z: z değeri, p_a: Tekrarlı ölçümler ANOVA testi anlamlılık düzeyi, F: F değeri

4.4. Ball Coach Radar™ Cihazının Geçerliliğinin ve Güvenilirliğinin Değerlendirilmesi

Servis hızı belirlemede kullanılan cihazın voleybol sporcularının omuz kas kuvvetini tahmin etmede geçerliliğinin belirlenmesi için çalışmaya dahil edilen tüm voleybolcuların smaç servis hızlarının ortalaması ile iç ve dış rotator kas kuvvetleri arasındaki ilişkiye bakıldı.

On smaç servis hızı ortalamaları ile iç rotator kas kuvvetleri arasında 60°/sn'de yüksek ($r=0,79$), 300°/sn'de ise orta ($r=0,57$) ilişki vardı. Dış rotator kas kuvvetinin ise her iki açısız hızda da ilişkisi zayıftı. Üç servis hızı ortalaması ile iç rotator kas

kuvveti ile 60°/sn'de 0,76, 300°/sn'de 0,55 ilişki bulundu ($p < 0,001$, $p = 0,002$). Dış rotator kas kuvveti ile olan ilişkisi ise zayıftı. Beş servis hızı ortalaması ile iç rotator kas kuvveti ile 60°/sn'de 0,80, 300°/sn'de 0,58 ilişki bulundu ($p < 0,001$, $p = 0,001$). Beş servisin ortalamasının da dış rotator kas kuvveti ile olan ilişkisi ise zayıftı (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Radar ile servis hızı ölçümünün geçerliliği.

Servis Hızı	İç rotasyon 60°/sn		Dış Rotasyon 60°/sn		İç rotasyon 300°/sn		Dış rotasyon 300°/sn	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Servis Hızı Ortalamaları 3	0,76	<0,001	0,34	>0,05	0,55	0,002	0,38	0,042
Servis Hızı Ortalamaları 5	0,80	<0,001	0,35	>0,05	0,58	0,001	0,41	0,028
Servis Hızı Ortalamaları 10	0,79	<0,001	0,35	>0,05	0,57	0,001	0,40	0,035

r: Spearman korelasyon katsayısı, p: Anlamlılık düzeyi

Smaç servis hızları test-tekrar test güvenilirliği *ICC (intraclass correlation coefficient)* bakılarak değerlendirildi. Üç, 5 ve 10 servisin ilk ölçümü ile tekrar ölçümü arasında mükemmel korelasyon vardı ($ICC = 0,93, 0,98, 0,99$ $p < 0,001$, sırasıyla). Üç, 5 ve 10 servis ölçümünün SEM-MDC değerleri sırasıyla 2,21-6,13, 1,40-3,88, 0,98-2,71 olarak belirlendi (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Radar ile smaç servis hızı ölçümünün test-tekrar test güvenilirliği.

Tekrar Test	Servis Hızı Ortalama 3 Tekrar		Servis Hızı Ortalama 5 Tekrar		Servis Hızı Ortalama 10 Tekrar	
	r	p	r	p	r	p
	0,93	<0,001	0,98	<0,001	0,99	<0,001
SEM	2,21		1,40		0,98	
MDC	6,13		3,88		2,71	

r: Spearman korelasyon katsayısı, p: Anlamlılık düzeyi, SEM: Ölçümün standart hatası, MDC: En küçük fark edilebilir değişiklik.

5. TARTIŞMA

Antrenmanda ve maçta smaç servis kullanan ve kullanmayan voleybol sporcularının smaç servis hızının ve izokinetik omuz kas kuvvetinin değerlendirildiği bu çalışmada, rutinde smaç servis kullanan voleybolcuların smaç servis hızının ve iç rotator kas kuvvetlerinin smaç servis kullanmayan voleybolculara göre daha yüksek olduğu gösterildi. Dış rotator kas kuvvetleri ise benzerdi. Smaç servis hızının özellikle iç rotator kas kuvveti ile orta-yüksek derecede ilişkili olduğu görüldü. Bu sonuç smaç servis kullanan ve kullanmayan oyuncuların omuz kas kuvvetlerinin farklı olduğu ve smaç servis hızının omuz kas kuvvetiyle ilgili olduğu hipotezlerini kısmen doğruladı. Radar ile 3, 5 ve 10 smaç servis hızı ölçümünün test tekrar test güvenilirliği mükemmel ilişki gösterdi. Üç, 5 ve 10 ölçüm yapıldığında cihazın geçerliliği de benzer bulundu. Bu sonuçlar radar ile smaç servis hızı ölçümünün voleybolda iç rotator kas kuvvetini değerlendirmede geçerli ve güvenilir bir yöntem olabileceği hipotezini doğruladı.

Sporla fonksiyonel performansın değerlendirmesi sporcuların fiziksel uygunluğunun değerlendirilmesinde oldukça kritiktir. Spora özel testler ile sporcuların performans düzeyi hakkında daha net bilgiye sahip olunabilmektedir. Voleybol sporunda hem üst hem de alt ekstremite performansının üst seviyede olması gerekir. Ancak spora özel fonksiyonel performans değerlendirmesinde kullanılan testler oldukça kısıtlıdır. Literatürde alt ekstremitede özellikle sıçrama ve çevikliği değerlendiren testler daha fazla bulunurken üst ekstremiteye ait performans testleri yaygın değildir (71, 72, 77). Üst ekstremit için sıklıkla sağlık topu fırlatma, üst ekstremit kapalı kinetik halka stabilite ve üst ekstremit Y-denge testleri kullanılmaktadır (94, 95). Ancak bu değerlendirmeler ile voleybolcunun fonksiyonel performansı hakkında alınan bilgi kısıtlıdır.

Voleybolda smaç, sporcunun pozisyonuna bağlı olarak değişmekle beraber, sık kullanılan hareketlerdendir. Hem serviste hem de oyun içerisinde atak amacı ile kullanılır. Voleybolda yüksek hızla atılan servisin karşılanma oranı ve karşılanan servisle birlikte rakibin etkili hücum yapma oranı düşmektedir (40). İyi uygulanan smacın, takımın başarısında etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle smaç servis hızının fonksiyonel performansın değerlendirilmesinde önemli bir ölçüt

olabileceğini düşünmekteyiz. Ancak literatürde radar ile yapılan smaç servis hızı ölçümünün omuz rotator kas kuvveti ile ilişkisini ve geçerlilik ve güvenilirliğini gösteren çalışmaya rastlanmamıştır. Smaç servis hızının geçerliliğinin ve güvenilirliğinin gösterilmesinin voleybolda fonksiyonel performansın değerlendirilmesinde kullanılacak bir kaynak oluşturabileceği gibi servis hızı ile kas kuvveti ilişkisinin gösterilmesinin de fonksiyonel performansın geliştirilmesinin önünü açabileceği düşünülmektedir.

Günümüz voleybolunda sıklıkla smaç ve *float* servis olmak üzere kullanılan iki servis tipi vardır. Çalışmamıza dahil ettiğimiz voleybol sporcuları arasında iki servis türünü de tercih eden sporcular vardı. Bu sayede servis hızının oynadığı pozisyondan bağımsız olarak fonksiyonel performansın belirlenmesinde kullanılabilirliğinin gösterilmesi hedeflendi.

Çalışmaya alınan gruplar incelendiğinde sporcuların yaşı, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve VKİ açısından bir fark yoktu. Çalışmaya 8 smaçör, 5 pasör çaprazı, 6 pasör, 8 orta oyuncu ve 1 libero olmak üzere voleyboldaki tüm mevkilerden oyuncular dahil edildi. Tüm mevkilerden sporcular alınarak testin tüm voleybolcularda uygulanabilirliği araştırıldı.

5.1. Smaç Servis Hızı İle İzokinetik Kas Kuvveti İlişkisi

Çalışmamızda smaç servis hızı ile iç rotator kas kuvveti arasında $60^\circ/\text{sn}'de$ yüksek, $300^\circ/\text{sn}'de$ orta düzey ilişki görüldü. Dış rotator kas kuvveti ile olan korelasyon zayıftı. Omuz izokinetik değerlendirmelerinde farklı açısal hızlar kullanır. Literatürde kuvvet değerlendirilirken düşük endurans değerlendirilirken yüksek açısal hızların kullanılması önerilmiştir (64, 69). Bu kapsamda çalışmamızda $60^\circ/\text{sn}'de$ kuvveti, $300^\circ/\text{sn}'de$ de enduransı değerlendirmek amaçlandı. İzokinetik dinamometrede düşük açısal hızlarda kuvvet, yüksek açısal hızlarda endurans parametresinin değerlendirildiği göz önünde bulundurulduğunda smaç servisin iç rotator kas kuvveti ile ilişkisinin daha yüksek olduğu görüldü. Bununla beraber maç ve antrenman sürelerine bağlı olarak endurans parametresinin de etkili olduğu ve sonucunda orta düzey ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra çalışmamızda ilk 3, 5 ve 10 başarılı servisin ortalamaları ayrı ayrı hesaplanarak kas

kuvveti ile ilişkisi de araştırılmıştır. Bu analizdeki amacımız tekrar sayısının kuvvet ve endurans parametrelerinde fark oluşturup oluşturmayacağını araştırılmasıydı. 3 tekrarın ortalamasının kuvvet parametresi ile 10 tekrar ortalamasının endurans parametresi ile daha fazla ilişkili olabileceğini düşündük. Ancak görüşümüz doğrulanmadı. Tekrar sayılarının kuvvet ve endurans parametreleri ile korelasyon katsayılarında bir fark oluşturmadığı görüldü. Bu testin iç rotator kas kuvveti ile ilişkili olduğu ve tekrar sayısının bu ilişkiyi etkilemediği söylenebilir. Ayrıca 3 başarılı servis ortalamasının hem sporcunun yorulmasının önlenmesi hem de zaman kaybının azaltılması açısından tercih edilebileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde voleybol sporcularının servis hızı ile izokinetik kas kuvvetinin ilişkisini araştıran çalışmalar vardır (2, 7). Ancak bu çalışmalarda kullanılan servis türü genellikle standardize edilmemiş ya da *float* servis üzerinden yapılmıştır. *Float* servis atılırken ulaşılan güç smaç servise göre daha az olduğu için *float* servis hızı ile kas kuvveti arasında ilişki ortaya konamamış olabilir. Smaç servis diğer fırlatma mekaniklerine benzer şekilde *wind-up*, *cocking* (*early-cocking* ve *late-cocking*), hızlanma, yavaşlama ve *follow-through* olmak üzere beş fazdan oluşur (45). Rokito ve ark. (3) smaç serviste özellikle hızlanma fazının *float* servise göre daha kısa olduğunu gösterdiler. Hızlanma fazı kısaldığı zaman üst ekstremitte daha yüksek bir hızla top ile buluşur. Bu faz uzadığında ise topa daha kısa, keskin bir vuruş yapılır. Bu kısa ve keskin vuruş sayesinde top havada yüzer. Ancak üst ekstremitte yüksek hızla topla buluştuğunda topun hızı artar (3). Bu fazın süre olarak daha kısa ve hızlı olması smaç servisin daha yüksek hızla atıldığını göstermektedir. Smaç servise benzer şekilde yüksek hızla servis atmanın amaçlandığı teniste sporcuların omuz iç rotator kas kuvveti ile servis hızları arasında korelasyon bulunmuştur (2). Smaç servis gibi kas kuvveti gereken bir servis türü ile kas kuvvetinin ilişkilendirilmesi daha gerçekçi sonuçlar ortaya çıkarabilir. Ayrıca literatürdeki çalışmalarda oyuncuların kaygısını ortadan kaldırmak adına atılan servislerin başarılı olup olması önemsenmeden kaydedilmiştir. Ancak tüm sporcular antrenmanlarda ve maçlarda servislerin mutlaka file üzerinden karşı sahaya geçmesini hedeflerler. Asıl hedef bu sınırlar çerçevesinde maksimum hıza ulaşmaktır. Bu nedenle çalışmamızda sporcuların başarısız servisleri dahil edilmedi ve sporcu 10 başarılı servis atana kadar devam etmesi istendi. Servisin sporcuların tüm profesyonel hayatları boyunca

hedefledikleri normlardan çıkarılması, normalde kullandıkları servis mekaniğini ve ulaştıkları servis hızını etkileyebileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde servis ve fırlatma hızı ile omuz kas kuvvetinin ilişkisinin incelendiği çalışmalar genellikle tenis ve hentbol üzerine yapılmıştır (93, 96, 97).

Fleck ve ark. (93) hentbol sporcularında yaptıkları çalışmada tüm açılarda hızlarda izokinetik iç rotator kas kuvveti ile sıçrayarak şut atma hızı arasında yüksek düzey ilişki bulunurken set şut tekniği ile zayıf ilişki olduğunu göstermişlerdir. İki şut tekniği karşılaştırıldığında set şut, sıçrayarak atılan şuta göre maksimum kuvvetin ve hızın elde edilemediği bir tekniktir (98). Hentbolda kullanılan bu iki şut tekniği arasındaki fark voleyboldaki *float* servis ve smaç servis arasındaki farka benzemektedir. Aynı şekilde sporcular *float* serviste maksimum kuvvetle maksimum hıza çıkmayı hedeflememektedirler. Hentbolda sıçrayarak şut atma mekaniğiyle voleyboldaki smaç servis atma mekaniğinin benzer olduğu gösterilmiştir (43-45). Çalışmamızda da smaç servis ile iç rotator kas kuvveti arasında yüksek ilişki bulundu. Bu ilişkinin yüksek olması sıçrayarak yapılan fırlatma ve vuruş hareketlerinde alt ekstremitenin yere sabit olmamasından ve kuvvetin daha çok üst ekstremitelere iletilmesinden kaynaklandığı savunulmuştur (93). Benzer paternde atılan smaç serviste de üst ekstremitelere iç rotator kas kuvvetinin önemli olduğunu düşünüyoruz.

Çalışmamızda smaç servis hızı ile iç rotator kas kuvveti arasında yüksek düzey ilişki bulunurken dış rotatörler ile orta düzey ilişki bulundu. Andrade ve ark. (97) hentbolda radar ile ayakta ve sıçrayarak fırlatma hızını değerlendirip izokinetik kas kuvveti ile arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Voleyboldaki smaç servis mekaniğine benzeyen sıçrayarak fırlatma tekniğinde top hızı ile iç rotator kas kuvveti 0.89, dış rotator kas kuvveti ise 0.77 ilişkili bulundu. Literatürde ve bizim çalışmamızda da görüldüğü üzere maksimum atış hızına ulaşmayı sağlayan ve hedefleyen atış ve vuruş stillerinde topun hızı özellikle iç rotator kas kuvveti ile ilişkili olabileceği görülmektedir. Voleybolda ve hentbolda iç rotator kas kuvveti ile fırlatma hızı ilişkili olmasına rağmen hentbolda bu ilişki daha yüksektir. Bu fark hentbolda top baştan sona sporcu ile beraber hareket ederken voleybolda belli noktada buluşulup vuruş yapılmasından kaynaklanabilir.

Pawlowski ve ark. (99) beyzbolda atıcı pozisyonundaki sporcularda fırlatma hızı ile tüm açısal hızlarda omuz iç ve dış rotatorlerinin izokinetik kuvveti arasında korelasyon göstermişlerdir. Çalışmamızda da rutin olarak smaç servis kullanan sporcuların hem iç hem de dış rotator izokinetik kuvvetleri ile smaç servis hızı arasında korelasyon vardı. Ancak çalışmamızda smaç servis kullanmayan sporcuların smaç servis hızları ile dış rotator kas kuvveti arasındaki korelasyon zayıftı. Rokito ve ark. 'da (3) smaç ve servis sırasında voleybolcuların omuz kaslarını elektromyografik analizinde infraspinatus kasının aktivasyonunun hızlanma fazına kadar arttığını göstermişlerdir. Hızlanma fazından sonra ise yine aktif olmakla birlikte aktivasyonu azaldığı belirtilmektedir. Teres minör kası ise *wind-up* fazında minimal aktivasyona sahipken *cocking* fazında aktivasyonun hızlıca arttığı, bu fazdan sonra yavaşlama fazının sonuna kadar aktivasyonun giderek azaldığı gösterilmiştir. Smaç servis sırasında hızlanma fazının sonunda topa temas edildikten sonra üst ekstremitenin hareketinin yavaşladığı görülmektedir (100, 101). Bu yavaşlama sırasında üst ekstremitte horizontal addüksiyona ve iç rotasyona yönelir. Horizontal addüksiyonu ve iç rotasyonu kontrol etmek ayrıca omuz distraksiyonuna ve subluksasyonuna karşı koymak için dış rotator kaslarda ve biceps kasında dinamik eksentrik kuvvetlerin üretilmesine neden olur (101). Görüldüğü üzere smaç servis sırasında dış rotator kaslarında da aktivasyon yüksektir ancak özellikle topa vuruş anı ve öncesinde eksentrik kuvveti daha ön plandadır. Çalışmamızda konsantrik dış rotator kas kuvveti değerlendirilmiştir. Servis hızının üst ekstremitede açığa çıkan kuvvetin topa aktarılması esnasında dış rotatorlerin eksentrik kas aktivasyonun daha fazla olduğu düşünüldüğünde, eksentrik dış rotator kas kuvveti ile servis hızı arasındaki ilişkinde araştırılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Farklı baş üstü fırlatma sporlarında yapılan çalışmalarda rotator kas kuvvetinin fırlatma hızını arttırdığı gösterilmiştir. Beyzbolda ve teniste iç rotator kas kuvveti ile fırlatma ve vuruş hızı arasındaki pozitif ilişki gösterilmiştir (96, 99). Çalışmalarda dış rotator kasların kuvvetinin de fırlatma hızını artırdığı gösterilmiş olsa da iç rotator kas kuvvetinin etkinliği hakkında fikir birliği vardır.

Yunus (102) yaptığı çalışmada sezon öncesi yapılan üst ekstremitte kuvvet antrenmanının smaç servis hızını geliştirdiğini göstermiştir. Kadın sporcularda

yapılan ancak maksimal servis hızının hedeflendiği bu çalışma kuvvet ile maksimum servis hızı hedeflenerek atılan servis hızının birlikte geliştiğini göstermiştir. Yapılan çalışmada sporcuların kas kuvveti değerleriyle ilgili bilgi verilmemesine rağmen kuvvet antrenmanları ile smaç servis hızının ilişkisi çalışmamızdaki sonuçlar ile benzerdir. Kuvvetin servis hızında önemli bir etken olduğu söylenebilir.

5.2. Kullanılan Servis Türüne Göre Servis Hızı Farkı

Grupların smaç servis hızları karşılaştırıldığında smaç servis kullanan oyuncuların servis hızı ortalamaları daha yüksekti. Çalışmamıza dahil ettiğimiz voleybol oyuncuları arasında iki servis türünü de tercih eden sporcular vardı. Tüm sporculara smaç servis kullanarak smaç servis ve *float* servis atan oyuncuların smaç servis hızlarındaki fark değerlendirildi. Ancak bu fark yetenek, sıçrama yüksekliği, topa buluşulan yer ve kuvvet gibi çeşitli komponentlerden kaynaklanabilir. Sürekli smaç servis kullanan sporcuların kendine güvenerek smaç servis kullanması da servis hızı açısından fark oluşturabilir. Bizim çalışmamızda iki grup arasında iç rotator kas kuvveti de smaç servis kullanan oyuncularda daha yüksek olarak görüldü. Bu nedenle farkın sadece yetenek ve güven ile ilişkili olmayabileceğini iç rotator kas kuvvetinin de smaç servis hızını etkileyecek bir parametre olduğunu düşündürdü.

5.3. Kullanılan Servis Türüne Göre İzokinetik Kas Kuvveti Farkı

Smaç servis kullanan sporcuların iç rotator kas kuvvetleri kullanmayan sporculara göre daha yüksekti. İki grubun kuvvet antrenmanları birbiri ile aynı olmasına rağmen smaç servis kullanan sporcuların iç rotator kas kuvvetlerinin yüksek bulunmasının smaç servis kullanan voleybolcuların genellikle takımında atak görevini üstlenen sporcular olması ile ilişkili olabilir. Smaç servis tercih eden sporcular genellikle smaçörler ve pasör çaprazlarıdır. Bu sporculardan pasör çaprazının ana görevi atak yapmaktır. Smaçörlerin ise atağın yanında servis karşılama görevleri de vardır. *Float* servis tercih eden sporcular ise genellikle orta oyuncular ve pasörlerdir. Bu pozisyonlardaki sporcuların ana amacı atak değildir. Pasör oyun kurma ve pas atma görevinin yanında ikincil olarak defans, orta oyuncular ise defans ve blok görevlerinin yanında ikincil olarak atak yaparlar. Yani bu oyuncular atak mekaniğini

sık sık tekrarlamazlar. Charalabos ve ark. (52) smaç servisin *float* servise göre daha fazla kuvvet çıkışı elde ettiğini göstermişlerdir ve smaç servis mekaniği ile atak mekaniğinin benzer olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda smaç serviste oyuncuların topla buluşma yükseklikleri, sıçrama yükseklikleri, ileri sıçrama mesafeleri ve vücudun karşı tarafa rotasyonunun daha yüksek olduğu görülmüştür. Smaç servis kullanan oyuncular sürekli bu yüksek kuvvet çıkışına ulaşmak amacıyla atak ve servis antrenmanlarını gerçekleştirirler. Atak görevindeki sporcular bir yılda yaklaşık 40.000 atak gerçekleştirirler (101). Üst ekstremitenin hızı yaklaşık 13m/sn'dir ve topu 120 km/saat hıza kadar ulaştırırlar (101). Çok fazla tekrar yapıldığı ve smaç servis tercih eden sporcuların genellikle atak oyuncusu olduğu düşünüldüğünde kuvvet antrenmanları aynı olmasına rağmen bu antrenman hedefinden kaynaklı zamanla iç rotator kas kuvvetinin gelişmesine neden olabilir.

5.4. Radar İle Smaç Servis Ölçümünün Geçerliliği ve Güvenilirliği

Voleybolda sıçrama, çabukluk, patlayıcı kuvvet, dayanıklılık gibi parametreleri değerlendiren saha testleri bulunmasına rağmen üst ekstremiten için fonksiyonel saha testleri kısıtlıdır. Saha testleri sporcuları hızlı ve kolay bir şekilde fonksiyonel olarak değerlendirmemize olanak tanır. Ayrıca fonksiyonel bir test olması saha içinde pratik kullanım ve sürekli takip edilebilmesi açısından önem taşır. Voleybolda üst ekstremitenin en önemli hareketleri servis, atak ve bloktur. Servis ve atak mekanik olarak benzerdir ve değerlendirilmesi voleybol açısından önem taşır.

Kas kuvvetli değerlendirmesinde izokinetik sistemler kullanılır ancak bu sistemler pahalı sistemlerdir. Sporcular ve antrenörler kolaylıkla ulaşamadığı için genellikle sadece sezon öncesi değerlendirilme yapılırken kullanılır. Sezon içerisinde zaman ayırıp değerlendirme yapmak zordur. Bu nedenle saha testleri ile kas kuvveti hakkında fikir elde edebilmek önemlidir. Voleybol sporcularında daha önce servis hızı ile izokinetik kas kuvveti arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmalar yapılmıştır ve servis tipi belirlenmeden yapılan çalışmalarda izokinetik kas kuvveti ile servis hızı arasında iyi korelasyon bulunmamıştır (103, 104). Servis hızının kuvvetle ilişkisini belirlemeyi ve fonksiyonel performans belirlemede bir yöntem oluşturmayı hedeflediğimiz için maksimum kuvvet ve performans ile atılan smaç servis esnasındaki hız değerlendirildi.

Servis ve atak hızını değerlendirmek için kullanılan radar sistemleri uygun fiyatlıdır. Ayrıca taşınması ve kullanması kolaydır. Çalışmalarda top hızının değerlendirilmesinde kullanılmakla beraber voleybolda servis hızının omuz kas kuvveti değerlendirilmesinde geçerliliği ve güvenilirliği gösterilmemiştir. Bu çalışmada radar cihazının omuz kas kuvvetinin tahmininde fonksiyonel bir test olarak kullanılabilmesi için izokinetik test yöntemi ile ilişkisi araştırıldı. Tüm sporculardan hangi servis türünü tercih ettikleri göz önüne alınmadan, topun file üzerinden karşı sahaya geçtiği başarılı 10 smaç servisin hızları kaydedildi ve ortalaması alındı. Başarılı smaç servis hızları tercih edilerek standardizasyon sağlandı. Çalışmamızda radar ile ölçülen smaç servis hızının iç rotator kas kuvveti ile $60^{\circ}/sn$ 'de ve $300^{\circ}/sn$ 'de sırasıyla 0,79 ve 0,57 bulundu. Dış rotator kas kuvveti ile olan ilişkisi ise zayıftı. Literatürdeki çalışmalarda da izokinetik kas kuvveti ile ilişki gösterilmemiştir. Servis hızının iç rotator kas kuvveti ile ilişkili çıkmasının nedenlerinden biri başarılı servis kriteri konulması olabilir. Başarılı servis istenmesi sporcuların mevcut potansiyelini ortaya daha iyi bir şekilde koymasını sağlamış olabilir. Diğer bir neden ise tüm sporcularda smaç servis atmaları istenmesi ile ilişkili olabilir. Çalışmamızda smaç servis kullanan ve kullanmayan sporcuların iç rotator kas kuvvetinde farkın bulunması da bu sonucu destekler niteliktedir.

Arslan ve ark. (103) yaptıkları çalışmada erkek sporcularda omuz izokinetik kas kuvveti, mobilizasyonu ve servis hızı arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Filenin üzerinden geçen ve sahanın içinin hedef alınmadığı 3 servisten en hızlı olanı ile kuvvet arasında orta düzeyde ilişki göstermişlerdir. Çalışmada kullanılan servis türü ile ilgili bilgi verilmemiştir. Çalışmamızda tüm voleybolculardan smaç servis atması istendi. Bu sayede benzer hareket paterninde aynı kas grubunun aktivasyonu sağlanarak standardizasyon sağlanması hedeflendi. Bu sonuçlara göre *float* servis hızının kas kuvveti ile ilişkileri net olarak gösterilmemiştir. Sonuçlarımıza göre smaç servis hızının radar ile değerlendirilmesi iç rotator kas kuvvetini belirlemede geçerli bir yöntemdir.

Cihazın güvenilirliği test tekrar test yöntemi ile değerlendirildi. Fleiss ve ark. (83)'ün önerdiği ICC yöntemi kullanıldı. Test-tekrar test güvenilirliği 3, 5 ve 10 serviste 0,93, 0,98 ve 0,99 olarak bulundu. Sonuçlarımıza göre cihazın test-tekrar test

güvenilirliği 0,80-1 arasında olduğu için mükemmel olarak gösterildi. SEM ve MDC değerleri göz önüne alındığında SEM değeri yüksek olduğu için 3 servis kullanarak değerlendirme yapmanın yeterli olmayacağı görüldü. Güvenilirliğin yüksek bulunması sporculara antrenmandaki ve maçtaki ile benzer servis dinlenme süresinin verilmesi, başarılı servis kriteri ve sporcuların kullandıkları smaç servis paternine uygun şekilde servis kullanılması ile ilişkili olabilir.

Üç, 5 ve 10 servisin hızlarının ortalaması iç rotator kas kuvveti ile iyi derecede ilişkili bulundu. Dış rotator kas kuvveti ile olan ilişki ise zayıftı. Sonuçlarımıza göre radar ile iç rotator kas kuvveti değerlendirilirken 5 servisin ortalamasını almak da yeterli olarak bulundu. Özellikle sporcularının hem yorulmasının önlenmesi hem de zaman kaybının önüne geçilmesi açısından 5 başarılı servis hızının ortalamasının kullanılması da yeterli olacaktır.

Çıkan sonuçlar profesyonel erkek voleybolcularda iç rotator kas kuvvetini tahmin etmede radar cihazının geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğunu göstermiştir. Smaç servis hızı değerlendirme yöntemi erkek voleybolcularda fonksiyonel bir test olarak performansı belirleme yöntemi olarak kullanılabilir. İzokinetik kas kuvvetinin değerlendirilmesinin sezon içerisinde yapılması zor olduğu için pratikte kolaylık sağlayacak bir yöntemdir. Bu yöntemin yaygın kullanımı kas kuvvetinin ve voleybolun en önemli mekaniği olan smaç servis performansının sürekli takibini sağlayacaktır.

Sporculara 10 tane başarılı servisi ile değerlendirme yapıldığı için servisler arası dinlenme süresi maç ve antrenmana göre ayarlanmış olsa da her sporcu farklı sayıda serviste bunu sağlayabildiği için yorgunluk farkı oluşmuş olabilir. Smaç servis kullanan sporcuların da maç ve antrenmanda nadiren kullandığı taktik smaç servisler yani maksimum hızı hedeflemedikleri servisler sezon içerisindeki takibi yaparken sonuçların değişmesine neden olabilir. Ayrıca dış rotator izokinetik kas kuvveti konsantrik formda değerlendirilmiştir. Ancak özellikle topa enerjinin aktarıldığı fazda dış rotator kasların eksentrik formda kasıldığı göz önünde bulundurulduğunda servis hızı ile dış rotator eksentrik kas kuvveti ile ilişkinin araştırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada antrenmanda ve maçta smaç servis kullanan ve kullanmayan voleybol sporcularının izokinetik omuz kas kuvveti ve smaç servis hızı araştırıldı. Radar ile smaç servis hızı ölçümünün omuz kas kuvvetini belirlemede geçerliliği ve güvenilirliği araştırıldı. Smaç servis kullanan oyuncuların izokinetik kas kuvvetleri ve smaç servis hızları yüksekti. Smaç servis hızı iç rotator kas kuvveti ile ilişkilidi. Radar ile smaç servis hızı ölçümü omuz iç rotator kuvvetini belirlemede geçerli ve güvenilir bir yöntem olarak bulundu. Üç hipotezimiz de doğrulandı.

1. Smaç servis kullanan sporcuların smaç servis hızlarının daha yüksek olduğu,
2. Smaç servis kullanan sporcuların iç rotator kas kuvvetinin kullanmayan sporculara göre daha yüksek olduğu,
3. Beş ve 10 servis hızının radar ölçümü arasında fark olmadığı ve radar ile smaç servis hızı ölçümünün iç rotator kas kuvvetini belirlemede geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğu görüldü. Sporcuları çok yormamak ve zaman kaybının önlenmesi açısından 5 başarılı smaç servisin ortalamasının alınmasının yeterli olduğu bulundu.

Voleybolda üst ekstremitte mekanikleri çok önemlidir. Sporcuların fonksiyonel performansının takip edilebilmesi performansın geliştirilebilmesi açısından önemlidir. Ancak voleybolda saha testleri kısıtlı olmakla birlikte üst ekstremitte için saha testleri daha azdır. Bu çalışma ile voleybola özel, sahada kolaylıkla uygulanabilecek olan radar ile smaç servis hızı ölçümünün voleybol sporcularında omuz kas kuvvetini tahmin etmede geçerliliği ve güvenilirliği gösterilmiştir. Voleybol oyuncularının tümünde bu test ile voleybolcuların üst ekstremitteye ait performansının değerlendirilmesi mümkün olabilecektir. Bunun yanı sıra smaç servis kullanma hedefi olan sporcularda iç rotator kas kuvvetinin geliştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Smaç ve smaç servis mekaniğinin benzer olduğu göz önüne alındığında smaç hızını arttırmak isteyen sporcular da aynı şekilde iç rotator kas kuvvetini arttırmasının alanda çalışan Spor Fizyoterapistleri için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Mackenzie S, Kortegaard K, Levangie M, Barro B. Evaluation of two methods of the jump float serve in volleyball. *J Appl Biomech.* 2012;28(5):579-86.
2. Cohen DB, Mont MA, Campbell KR, Vogelstein BN, Loewy JW. Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *Am J Sports Med.* 1994;22(6):746-50.
3. Rokito AS, Jobe FW, Pink MM, Perry J, Brault J. Electromyographic analysis of shoulder function during the volleyball serve and spike. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998;7(3):256-63.
4. Forthomme B, Croisier J-L, Ciccarone G, Crielaard J-M, Cloes M. Factors correlated with volleyball spike velocity. *The American journal of sports medicine.* 2005;33(10):1513-9.
5. Ferris DP, Signorile JF, Caruso JF. The relationship between physical and physiological variables and volleyball spiking velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 1995;9(1):32-6.
6. Pugh SF, Kovalski JE, Heitman RJ, Gilley WF. Upper and lower body strength in relation to ball speed during a serve by male collegiate tennis players. *Percept Mot Skills.* 2003;97(3 Pt 1):867-72.
7. Reeser JC, Fleisig GS, Bolt B, Ruan M. Upper limb biomechanics during the volleyball serve and spike. *Sports Health.* 2010;2(5):368-74.
8. Culham E, Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;18(1):342-50.
9. Lippert L. *Clinical kinesiology and anatomy.* 5th ed. Philadelphia, PA: F.A. Davis; 2011. xxi, 396 p. p.
10. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation: Elsevier Health Sciences;* 2013.
11. Dempster WT. Mechanisms of Shoulder Movement. *Arch Phys Med Rehabil.* 1965;46:49-70.
12. Akman MN, Karataş M. Temel ve uygulan kinezyoloji. Haberal Eğitim Vakfı.2003.
13. Kent BE. Functional anatomy of the shoulder complex. A review. *Phys Ther.* 1971;51(8):947.
14. Baltacı G. Omuz Yaralanmalarında Rehabilitasyon. Ankara: Pelikan Yayıncılık2015.
15. Sırt Kasları [Internet]. 2010 [Erişim Tarihi 24 Şubat 2020] . Erişim adresi: https://www.easynotecards.com/print_cards/53458?view=back&layout=fb&cpp=4&pl=on&pi=on [
16. Wilk KE, Reinold MM, Andrews JR. *The Athlete's Shoulder: Churchill Livingstone/Elsevier*2009.

17. Codman EA. *The Shoulder. Rupture of the Supraspinatus Tendon and Other Lesions in or About the Subacromial Bursa*. Boston: Thomas Todd. 1934.
18. Freedman L, Munro RR. Abduction of the arm in the scapular plane: scapular and glenohumeral movements. A roentgenographic study. *J Bone Joint Surg Am*. 1966;48(8):1503-10.
19. Bagg SD, Forrest WJ. A biomechanical analysis of scapular rotation during arm abduction in the scapular plane. *Am J Phys Med Rehabil*. 1988;67(6):238-45.
20. McClure PW, Michener LA, Sennett BJ, Karduna AR. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. *J Shoulder Elbow Surg*. 2001;10(3):269-77.
21. Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation*: Mosby/Elsevier.; 2010.
22. Inman VT, Saunders JB, Abbott LC. Observations of the function of the shoulder joint. 1944. *Clin Orthop Relat Res*. 1996(330):3-12.
23. Blakely RL, Palmer ML. Analysis of rotation accompanying shoulder flexion. *Physical therapy*. 1984;64(8):1214-6.
24. DePalma AF. *Surgery of the Shoulder*, ed 2. New York, NY, J B Lippincott Co. 1973.
25. Saha AK. *Theory of the Shoulder Mechanism: Descriptive and Applied*. Springfield, IL, Charles C Thomas, Publisher. 1961.
26. Frankel VH, Nordin M. *Basic Biomechanics of the Skeletal System*. Philadelphia, PA: Lea & Febiger; 1980.
27. Drillis R, Contini R, Bluestein M. Body Segment Parameters; a Survey of Measurement Techniques. *Artif Limbs*. 1964;8:44-66.
28. Bechtol CO. Biomechanics of the shoulder. *Clin Orthop* 146:37-41, 1980.
29. Hertling D, Kessler RM. *Management of common musculoskeletal disorders: physical therapy principles and methods*: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
30. Jones D. *The Role of Shoulder Muscles in the Control of Humeral Position: An Electromyographic Study*. Thesis 1970.
31. Saha AK. Mechanics of elevation of glenohumeral joint. Its application in rehabilitation of flail shoulder in upper brachial plexus injuries and poliomyelitis and in replacement of the upper humerus by prosthesis. *Acta Orthop Scand*. 1973;44(6):668-78.
32. Poppen NK, Walker PS. Normal and abnormal motion of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58(2):195-201.
33. Dvir Z, Berme N. The shoulder complex in elevation of the arm: a mechanism approach. *J Biomech*. 1978;11(5):219-25.
34. Scheving LE, Pauly JE. An electromyographic study of some muscles acting on the upper extremity of man. *Anat Rec*. 1959;135:239-45.

35. De Duca CJ, Forrest WJ. Force analysis of individual muscles acting simultaneously on the shoulder joint during isometric abduction. *J Biomech.* 1973;6(4):385-93.
36. Doody SG, Freedman L, Waterland JC. Shoulder movements during abduction in the scapular plane. *Arch Phys Med Rehabil.* 1970;51(10):595-604.
37. Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. *Phys Ther.* 1986;66(12):1855-65.
38. Moras G, Busca B, Pena J, Rodriguez S, Vallejo L, Tous-Fajardo J, et al. A comparative study between serve mode and speed and its effectiveness in a high-level volleyball tournament. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008;48(1):31-6.
39. Angelonidis Y. The jump serve in volleyball: From oblivion to dominance. *Journal of Human Movement Studies* 47(3):205-213. 2004.
40. Peña J. Analysis of The Service as A Performance Factor In High-Level Volleyball and Beach Volleyball [Doktora]: University of Vic; 2013.
41. Prsala J. Improve your spiking in volleyball. *Volleyball Technical Journal.* 1982.
42. Coleman SG, Benham AS, Northcott SR. A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. *J Sports Sci.* 1993;11(4):295-302.
43. Chung C-S, Shin I-S, Choi K-J. Three-dimensional kinematics of the striking arm during the volleyball spike. *Korean Journal of Sport Science.* 1990.
44. Jobe FW, Tibone JE, Perry J, Moynes D. An EMG analysis of the shoulder in throwing and pitching. A preliminary report. *Am J Sports Med.* 1983;11(1):3-5.
45. Meister K. Injuries to the shoulder in the throwing athlete. Part one: Biomechanics/pathophysiology/classification of injury. *Am J Sports Med.* 2000;28(2):265-75.
46. Fleisig GS, Andrews JR, Dillman CJ, Escamilla RF. Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Sports Med.* 1995;23(2):233-9.
47. Kumamoto M, Oshima T, Yamamoto T. Electromyographic and cinematographic study of the volleyball spike. *Biomechanics.* 1975.
48. Maxwell T. A cinematographical analysis of the volleyball spike of selected topcalibre female athletes. *Volleyball Technical Journal.* 1981;7(1).
49. Bowman JA. Effect of two volleyball arm swings on post-impact ball velocity [Yüksek Lisans]: State University of New York; 2001.
50. Sun M. Test and Research on Perception Index Based on Calculation Statistics and Sensing Technology. 2nd International Conference on Management Science and Industrial Engineering (MSIE 2013). 2013.
51. Abendroth-Smith J, Kras, J. More B-BOAT: The volleyball spike. *Journal of Physical Education.* 1999;70(3).
52. Charalabos I, Savvas L, Sophia P, Theodoros I. Biomechanical differences between jump topspin serve and jump float serve of elite Greek female volleyball

- players. *Medicina Sportiva: Journal of Romanian Sports Medicine Society*. 2013;9(2):2083.
53. Huang C, Hu L-H. Kinematic Analysis of Volleyball Jump Topspin and Float Serve. *ISBS. Conference Proceedings Archive*. 2007.
 54. Sattler T, Sekulic D, Hadzic V, Uljevic O, Dervisevic E. Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics. *J Strength Cond Res*. 2012;26(6):1532-8.
 55. Gabbett T, Georgieff B, Anderson S, Cotton B, Savovic D, Nicholson L. Changes in skill and physical fitness following training in talent-identified volleyball players. *J Strength Cond Res*. 2006;20(1):29-35.
 56. Marques MC, van den Tillaar R, Gabbett TJ, Reis VM, Gonzalez-Badillo JJ. Physical fitness qualities of professional volleyball players: determination of positional differences. *J Strength Cond Res*. 2009;23(4):1106-11.
 57. Sheppard JM, Cronin JB, Gabbett TJ, McGuigan MR, Etxebarria N, Newton RU. Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(3):758-65.
 58. Marques MC, Van Den Tillaar R, Vescovi JD, González-Badillo JJ. Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: a case study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(4):1147-55.
 59. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(1):22-9.
 60. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R*. 2011;3(5):472-9.
 61. Habets B, Staal JB, Tijssen M, van Cingel R. Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles. *BMC Res Notes*. 2018;11(1):15.
 62. Dvir Z. *Isokinetics: Muscle testing, interpretation and clinical application*. First Edition. Longman Group Limited, Churchill Livingstone 1995.
 63. Hageman PA, Mason DK, Rydlund KW, Humpal SA. Effects of position and speed on eccentric and concentric isokinetic testing of the shoulder rotators. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1989;11(2):64-9.
 64. van Meeteren J, Roebroek M, Stam H. Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of the shoulder. *Journal of rehabilitation medicine*. 2002;34(2):91-5.
 65. Soderberg GL, Blaschak MJ. Shoulder Internal and External Rotation Peak Torque Production through a Velocity Spectrum in Differing. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1987;8(11):518-24.

66. Reid DC, Oedekoven G, Kramer JF, Saboe LA. Isokinetic muscle strength parameters for shoulder movements. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1989;4(2):97-104.
67. Greenfield BH, Donatelli R, Wooden MJ, Wilkes J. Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength between the plane of scapula and the frontal plane. *The American journal of sports medicine*. 1990;18(2):124-8.
68. Hellwig E, Perrin DH. A comparison of two positions for assessing shoulder rotator peak torque: the traditional frontal plane versus the plane of the scapula. *Isokinetics and Exercise Science*. 1991;1, 1-5.
69. Wilk K, Arrigo CA, Andrews JR. Standardized Isokinetic Testing Protocol for the Throwing Shoulder: The Throwers' Series. *Isokinetics and Exercise Science*. 1991;vol. 1, no. 2, pp. 63-71.
70. Jastrzebski Z, Wnorowski K, Mikolajewski R, Jaskulska E, Radziminski L. The effect of a 6-week plyometric training on explosive power in volleyball players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. 2014;6(2):79.
71. Leard JS, Cirillo MA, Katsnelson E, Kimiatek DA, Miller TW, Trebincevic K, et al. Validity of two alternative systems for measuring vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007;21(4):1296-9.
72. Oldenburg S. Complete conditioning for volleyball: Human Kinetics; 2014.
73. Paz GA, Gabbett TJ, Maia MF, Santana H, Miranda H, Lima V. Physical performance and positional differences among young female volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57(10):1282-9.
74. Sheppard JM, Gabbett T, Taylor KL, Dorman J, Lebedew AJ, Borgeaud R. Development of a repeated-effort test for elite men's volleyball. *Int J Sports Physiol Perform*. 2007;2(3):292-304.
75. Kunstlinger U, Ludwig HG, Stegemann J. Metabolic changes during volleyball matches. *Int J Sports Med*. 1987;8(5):315-22.
76. Hakkinen K. Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *J Sports Med Phys Fitness*. 1993;33(3):223-32.
77. Mroczek D, Januszkiewicz A, Kawczynski AS, Borysiuk Z, Chmura J. Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. *J Strength Cond Res*. 2014;28(8):2297-305.
78. Sánchez-Moreno J AJ, Mesquita I, Ureña A. Dynamics between playing activities and rest time in high-level men's volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 16(1):317-331. 2016.
79. Rodriguez-Marroyo JA, Medina-Carrillo J, Garcia-Lopez J, Morante JC, Villa JG, Foster C. Validity, Reliability, and Sensitivity of a Volleyball Intermittent Endurance Test. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12(3):364-9.
80. Palao JM, Valades D. Testing Protocol for Monitoring Spike and Serve Speed in Volleyball. *Strength & Conditioning Journal*. 2009;31(6):47-51.

81. Ateş C, Öztuna D, Genç Y. Sağlık araştırmalarında sınıf ii korelasyon katsayısının kullanımı. *Turkiye Klinikleri Journal of Biostatistics*. 2009;1(2):59-64.
82. Peek K. Muscle strength in adults with spinal cord injury: a systematic review of manual muscle testing, isokinetic and hand held dynamometry clinimetrics.[Yüksek Lisans]: University of Adelaide, School of Translational Health Science; 2014.
83. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*. 1979;86(2):420-8.
84. Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 1989;45(1):255-68.
85. Lexell JE, Downham DY. How to assess the reliability of measurements in rehabilitation. *American journal of physical medicine and rehabilitation*. 2005;84(9):719.
86. Ercan İ, İsmet K. Öleklerde güvenirlilik ve geerlik. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2004;30(3):211-6.
87. Cardoso JR, Pereira LM, Iversen MD, Ramos AL. What is gold standard and what is ground truth? *Dental Press J Orthod*. 2014;19(5):27-30.
88. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice*: Pearson/Prentice Hall; 2009.
89. Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, Stratford PW, Knol DL, et al. The COSMIN study reached international consensus on taxonomy, terminology, and definitions of measurement properties for health-related patient-reported outcomes. *J Clin Epidemiol*. 2010;63(7):737-45.
90. Aker S, Dünder C, Pekşen Y. Ölme Aralarında iki Yaşamsal Kavram: Geerlik ve Güvenirlilik:: Derleme. *DeneySEL ve Klinik Tıp Dergisi*. 2005;22(1):50-60.
91. Aktürk Z, Acemođlu H. Tıbbi araştırmalarda güvenirlilik ve geçerlilik. *Dicle Tıp Dergisi*. 2012;39(2):316-9.
92. Forthomme B, Dvir Z, Crielaard J-M, Croisier J-L. Isokinetic assessment of the shoulder rotators: a study of optimal test position. *Clinical physiology and functional imaging*. 2011;31(3):227-32.
93. Fleck SJ, Smith SL, Craib MW, Denahan T, Snow RE, Mitchell ML. Upper Extremity Isokinetic Torque and Throwing Velocity in Team Handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 1992;6(2):120-4.
94. Hudson C, Garrison JC, Pollard K. Y-balance normative data for female collegiate volleyball players. *Physical Therapy in Sport*. 2016;22:61-5.
95. Stockbrugger BA, Haennel RG. Validity and reliability of a medicine ball explosive power test. *J Strength Cond Res*. 2001;15(4):431-8.
96. Fett J, Ulbricht A, Ferrauti A. Impact of Physical Performance and Anthropometric Characteristics on Serve Velocity in Elite Junior Tennis Players. *J Strength Cond Res*. 2020;34(1):192-202.

97. Andrade MS, de Carvalho Koffes F, Benedito-Silva AA, da Silva AC, de Lira CAB. Effect of fatigue caused by a simulated handball game on ball throwing velocity, shoulder muscle strength and balance ratio: a prospective study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2016;8(1):13.
98. Plummer HA, Gascon SS, Oliver GD. Biomechanical Comparison of Three Perceived Effort Set Shots in Team Handball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2017;31(1):80-7.
99. Pawlowski D, Perrin DH. Relationship between shoulder and elbow isokinetic peak torque, torque acceleration energy, average power, and total work and throwing velocity in intercollegiate pitchers. *Athletic Training*. 1989;24(2):129-32.
100. Escamilla RF, Andrews JR. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Med*. 2009;39(7):569-90.
101. Kugler A, Kruger-Franke M, Reininger S, Trouillier HH, Rosemeyer B. Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers. *Br J Sports Med*. 1996;30(3):256-9.
102. Bağış YE. Hazırlık döneminde voleybolculara uygulanan kuvvet antrenmanlarının servis hızına etkisinin incelenmesi[Yüksek Lisans]: SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ; 2018.
103. Arslan Y, Albay F. The relation between isokinetic strength, shoulder mobility and ball velocity at elite male volleyball players. *Universal Journal of Educational Research*. 2019;7(3):848.
104. Aka H. Elit kadın voleybolcularda el bilek ve omuz eklemi izokinetik kuvveti ile servis atış ve smaç vuruş hızı ilişkisi[Doktora]: Gazi Üniversitesi; 2018.