

# Tenisçilerde Maksimum İzometrik Kuvvet, Sürat ve Servis Hızı İlişkisi: Deneysel Araştırma

## The Relationship Between Speed, Serve Velocity, and Maximum Isometric Strength in Tennis Players: Experimental Research

 Tolga AKŞİT<sup>a</sup>,  Faik VURAL<sup>a</sup>,  Gamze CEYHAN<sup>b</sup>,  M. Zeki ÖZKOL<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Ege Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

<sup>b</sup>İstanbul Gelişim Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

<sup>c</sup>Ege Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Spor Sağlık Bilimleri Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

**ÖZET Amaç:** Bu çalışmanın amacı, erkek tenisçilerde 5-10 m sürat ve servis sırasında atılan top hızı ile izometrik squat kuvvet değerleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya gönüllü olarak 12 erkek müsabık tenis oyuncusu katıldı (ortalama±standart sapma; yaş: 21±0,5 yıl; vücut ağırlığı: 82,2±1,08 kg; boy uzunluğu: 182,2±0,87cm; tenis deneyimi: 10,91±0,70 yıl). Katılımcıların, servis hızları, izometrik squat kuvvet değerleri, 5 m ve 10 m sürat değerleri ile tanımlayıcı özellikleri belirlendi. **Bulgular:** Katılımcıların 5 m sürat performansları ile nondominant bacak ve çift bacak izometrik kuvvet testi arasında negatif yönde çok güçlü düzeyde anlamlı ilişki olduğu ( $r=-0,972/-0,944$ ,  $p<0,001$ ), dominant bacak ile pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu ( $r=0,852$ ,  $p<0,001$ ) tespit edildi. Servis hızları ile nondominant bacak ve çift bacak izometrik kuvvet testleri arasında ise pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki bulundu ( $r=0,514/0,525$ ,  $p=0,08$ ). Dominant bacak izometrik squat kuvveti ile servis hızı arasında negatif yönde orta düzeyde bir ilişki belirlendi ( $r=-0,472$ ,  $p=0,12$ ). **Sonuç:** Sonuç olarak, 5 m sürat ve servis hızı ile izometrik squat kuvvet değerleri arasında görülen bu ilişki, servis hızı ve sürat performanslarının gelişimi için tenis antrenörlerinin alt ekstremité izometrik kuvvet çalışmalarını antrenman planlarına dâhil etmeleri açısından faydalı olacaktır.

**ABSTRACT Objective:** The aim of this study was to investigate the relationship between 5-10 m speed performance, and ball velocity in the tennis serve and isometric squat strength variables in male tennis players. **Material and Methods:** Twelve male competitive tennis players voluntarily participated in this study (mean±standard deviation; age: 21±0.5 years; body mass: 82.2±1.08 kg; body height: 182.2±0.87 cm; tennis experience: 10.91±0.70 years). Serve velocity, isometric squat strength values, 5 m and 10 m speed times and descriptive characteristics of participants were measured. **Results:** A significant very strong and negative correlation was found between the 5 m speed times of the participants and the non-dominant leg and double leg isometric squat strength tests ( $r=-0.972/-0.944$ ,  $p<0.001$ ). It was determined that there was a significant positive correlation with the dominant leg isometric squat strength and 5m speed times ( $r=0.852$ ,  $p<0.001$ ). A moderate positive correlation was found between serve velocity and non-dominant leg and double leg isometric squat strength tests ( $r=0.514/0.525$ ,  $p=0.08$ ). A moderate negative correlation was determined between dominant leg isometric squat strength and serve velocity ( $r=-0.472$ ,  $p=0.12$ ). **Conclusion:** In conclusion, the relationship between 5 m speed time and serve velocity and isometric squat strength values will be beneficial for tennis coach to include lower extremity isometric strength training in their training plans to improve serve velocity and speed performance.

**Anahtar Kelimeler:** Tenis; performans; izometrik kuvvet; servis hızı

**Keywords:** Tennis; performance; isometric strength; serve velocity

Günümüz tenisi, oldukça hızlı tempolu, patlayıcı ve dinamik bir spor olarak kabul edilmektedir.<sup>1</sup> Tenis, aerobik ve anaerobik yüklenmelerin birlikte olduğu ve aynı zamanda kuvvet, sürat, dayanıklılık, esneklik ve koordinasyon gibi biyomotorik özelliklerin de iyi bir seviyede olmasını gerektiren bir performans sporudur.<sup>2</sup> Tenis oyununun kuvvet yetisini, kısa me-

safeli koşuları ve dayanıklılık egzersizlerinin tümünü kapsamamasından dolayı fizyolojik gereksinimleri oldukça fazladır. Ayrıca aralıklı (interval) egzersizlerin uygulandığı eforlarda, sınırlı zamanda güç (zirve) üretiminin sağlanmasının yanında maksimal egzersiz şiddetinin müsabakanın sonuna kadar sürdürülebilmesi de gerekmektedir.<sup>3</sup>

**Correspondence:** Tolga AKŞİT

Ege Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, İzmir, TÜRKİYE/TURKEY

**E-mail:** tolga.aksit@ege.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

**Received:** 07 Apr 2021

**Received in revised form:** 11 Jun 2021

**Accepted:** 08 Jul 2021

**Available online:** 16 Aug 2021

2146-8885 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Teniste bir oyuncunun 5-10 m sürat performansı ne kadar iyi olursa, oyuncu topa o kadar hızlı ulaşmakta ve vuruşa hazırlık için daha fazla zaman ayılabilmektedir. Tenis kortundaki çoğu sprint 5 m veya altındadır dolayısıyla kısa mesafelerde (<10 m) hızlı sprint performansı teniste başarının önemli göstergelerinden biridir.<sup>4,5</sup>

Literatürde araştırmacıların çoğunun, spor branşındaki (futbol, tenis, hentbol) patlayıcı kuvvet, maksimal kuvvet ve güç ile hızlanabilme ve kısa mesafelerde maksimal hızlara ulaşabilme arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla alt vücut kas gruplarına yönelik testler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir.<sup>6,7</sup> Bu kas gruplarının kuvvetine yönelik olarak da bazı araştırmalar dinamik kuvvetin belirlenmesinde izometrik kuvvet uygulamalarını kullanmıştır.<sup>8,9</sup> Örneğin sprinterler ve ragbi oyuncularında yapılan çalışmalarda, izometrik squat kuvvet değerleri ile 0-5 m sürat performansları arasında anlamlı derecede ilişki bulunmuştur.<sup>10,11</sup> Bacak kuvveti ile sürat performansı ve aynı zamanda serviste yeri itme sırasında ortaya çıkarılan güç arasında da bir ilişki olduğu düşünülmektedir.<sup>12,13</sup>

Profesyonel tenis oyuncularının topu oyuna sokmak için attıkları servislerde top hızlarının 250 km/h hıza kadar ulaşması ve isabetliliği günümüz dünya tenisinde kuvvet yetisi avantajından dolayı oldukça önemli bir hâle gelmiştir.<sup>14</sup> Etkili servis atışlarına yönelik yapılan çalışmalar; antropometrik özelliklerin, üst ekstremité izokinetik kuvvetinin, kalça eksternal rotasyon hareket açıklığının, bilek ve omuz fleksiyonunun, omuz rotasyonunun servis hızını etkilediğini belirtmektedir.<sup>15-19</sup> Kuvvet değerleriyle ilgili olarak, servis hareketini simüle eden belirli eklem pozisyonlarındaki izokinetik kuvvet değerlerini analiz etmeye odaklanılmıştır.<sup>19-21</sup> Bazı çalışmalar ise üst ekstremité maksimal izometrik kuvveti ile performans arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir.<sup>22,23</sup>

Servis vuruşunda sadece üst ekstremité değil, aynı zamanda alt ekstremité kaslarının güç değişkenleri de maksimum servis hızında belirleyici parametrelerdir. Servis atışları kuvvet üretimi ve bu kuvveti bütün vücuda aktarabilme yeteneği (kinetik zincir) gerektiren spesifik motor becerilerinin bir bütün hâlinde oluşmasına bağlıdır.<sup>24</sup> Biyomekanik açıdan ser-

vis kullanılırken kinetik zincirin tüm bileşenlerinin etkinleştirilmesi gerekmektedir.<sup>22</sup> Teniste servis vuruşunda kinetik zincir, ayak ve dizlerin yer reaksiyon kuvvetini üretmesiyle başlar ve sırayla yukarıya doğru bacaklara, gövde/sırta ve omuzdan dirsek eklemine oradan da son olarak bilek ve ele aktarılır.<sup>16,22</sup> Alt ekstremité kaslarının kasılması ve dolayısıyla ayakların kort ile etkileşimi başarılı bir servis vuruşu ve hareket merkezi olan yer reaksiyon kuvvetini üretir.<sup>1</sup>

Hayes ve ark.nın çalışmasında, tenis servis hızı ile izometrik orta-bacak çekiş hareketi arasında güçlü düzeyde korelasyon görülmüştür.<sup>12</sup> Tenisçilerde yapılan başka bir çalışmada ise üst ekstremité internal/eksternal rotasyon izometrik kuvvet değerleri ile servis hızı değerlendirilmiş ve iyi bir servis performansında biyomekanik prensiplerden kinetik zincirin tüm bölümlerinin aktive edilmesinin öneminden bahsedilmiştir.<sup>22</sup>

Literatürde, üst ekstremité izometrik kuvveti ile servis hızı arasında ilişkiyi rapor eden çalışmalar bulunmasına rağmen, kinetik zincirin önemli bir bölümünü oluşturan alt ekstremitenin squat hareketi sırasındaki izometrik kuvvet değerleri ile servis hızı arasındaki ilişkiyi analiz eden bir çalışmaya rastlanılmamıştır.<sup>1,22,24</sup>

Bu çalışmanın amacı, müsabık erkek tenisçilerde 5 m ve 10 m sürat performansları ile servis sırasında atılan top hızının, izometrik squat hareketinin kuvvet değerleriyle ilişkisini incelemektir. Beş m ve 10 m sürat performansı ile izometrik squat kuvvet değeri arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon olacağı ve tenisteki servis hızı ile izometrik squat kuvvet testi arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon olacağı çalışmanın hipotezini oluşturmaktadır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### KATILIMCILAR

Çalışmaya, İzmir ilinde yaşayan 12 erkek müsabık tenis oyuncusu gönüllü olarak katıldı. Çalışmaya dâhil edilme kriterleri, haftada 12-14 saat düzenli tenis antrenmanı yapıyor olmak ve en az 10 yıl tenis deneyimine sahip olmaktır. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri **Tablo 1**'de gösterildi. Bu çalışma, Ege

**TABLO 1:** Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri (n=12).

| Yaş<br>(yıl) | Boy<br>(cm) | Kilo<br>(kg) | Tenis deneyimi<br>(yıl) | BKİ<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | VYO<br>(%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------------------|------------------------------|------------|
| 21,00±0,53   | 182,25±0,87 | 82,29±1,08   | 10,91±0,70              | 24,78±0,37                   | 12,89±0,53 |

Değerler ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir (Ortalama±standart sapma). BKİ: Beden kitle indeksi; VYO: Vücut yağ oranı.

Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (tarih: 24.11.2014, karar no: 14-10/2, protokol no: 16-10./2) ve Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak yürütülmüştür.

## TEST PROSEDÜRÜ

Testlerden 24 saat önce katılımcılardan şiddetli antrenman uygulamaları istendi. Katılımcılar testlere 2 farklı günde katıldı. Testlerin 1. gününde kortta 15 dk'lık genel ve servis vuruşuna özgü ısınmadan sonra 5 m ve 10 m sürat ve servis hızı ölçüm testleri yapıldı. En az 24 saat sonra testlerin 2. gününde katılımcıların sırayla boy-ağırlık, vücut kompozisyon ölçümü ile bacak kuvvetlerini saptamak için çift, dominant (D) ve nondominant (ND) bacak izometrik squat testleri gerçekleştirildi. D ve ND bacağın belirlenmesi için sporculara değerlendirme soruları yöneltildi.<sup>25</sup>

1. Önünüzde sabit turan bir topa vurmak için hangi ayağınızı kullanırsınız?

2. Tek ayak üzerinde sabit durmanız istendiğinde hangi ayağınızı tercih edersiniz?

Birinci sorunun cevabı D bacak olarak, 2. sorunun cevabı ise ND bacak olarak kabul edilmiştir.<sup>26</sup>

## 5 M Ve 10 M Sürat Testleri

Katılımcıların sürat değerleri 5 m ve 10 m sürat testiyle değerlendirildi. Sürat testi için tenis sahasında 5 ve 10 m'lik mesafeler belirlenerek başlangıç ve bitiş çizgilerine fotoseller (new test 2.000) yerleştirildi. Teste başlamadan önce katılımcılardan deneme koşulları yapmaları istendi. Test sırasında katılımcıların belirlenen mesafeyi en hızlı şekilde koşmaları istendi ve sürat zamanları kaydedildi.

## Servis Hızı Testi

Servis hızı bir radar cihazı (Velocity Speed Gun, Bushnell, US) ile km/s olarak ölçüldü. Radar cihazı oyuncuların servis atışı sırasında 4 m arkasına yer-

leştirildi. Atılan servisler tenis kurallarına uygun olarak yapıldı. Veri analizi için oyuncuların maksimal hızda attığı 8 servisten en hızlı olanı (km/saat), maksimal servis hızı olarak kaydedildi.

## Antropometrik Ölçümler

Boy ve vücut ağırlıklarının değerlendirilmesinde kalibrasyonu yapılmış Seca (SECA Medical, Seca 767, USA) marka stadiometre kullanıldı. Vücut kompozisyonlarının ölçülmesinde biyoelektrik impedans analiz yöntemi uygulandı (Tanita BC 418 MA, Tanita Corp. Tokyo, Japonya). Cihaz ile katılımcıların vücut yağ oranı ve beden kitle indeksi belirlendi. Katılımcılar, sabah aç karnına ve idrar çıkışı sonunda şort-ti-şört ve ayakkabısız olarak ölçüme alındı.

## İzometrik Kuvvet Testi

İzometrik kuvvet değerlerini saptamak için yük hücreleri kullanıldı (SPS Platform, CAS Elektronik San. ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye). İzometrik kuvvet testi için katılımcı, kuvvet platformu üzerinde çift ayak squat pozisyonunda diz açısı 100°'ye denk gelen yükseklikte olimpik bar omuzda iken kitlenerek 3 sn süresince maksimum kuvvet uyguladı.<sup>27</sup> Testler sırasında istenilen açıların belirlenmesi 2 boyutlu açı ölçümü yapan video analiz sistemi ile gerçekleştirildi (Dartfish Software, TeamPro, Fribourg, İsviçre). Aynı protokol, D ve ND olmak üzere tek bacak izometrik kuvvet değerlerinin ölçülmesinde de kullanıldı. Her katılımcıdan tekrarlar arası 60 sn olacak şekilde toplamda 3 tekrar squat itiş gerçekleştirilmesi istendi. Üç maksimal izometrik itişten en yüksek yer itiş kuvveti maksimal değer olarak belirlendi. İtişler kademeli olarak değil, patlayıcı kassal eforla başladı ve test araştırmacı tarafından sonlandırılıncaya kadar katılımcılardan üretebildikleri maksimal kuvvet düzeyini sürekli arttırmaya çalışmaları istendi. Kuvvet platformu ile yere uygulanan kuvvet veri akış sistemi tarafından (Biopac MP150, BIOPAC Systems, Inc. California, ABD) 2000 Hz ölçüm düzeyinde kayde-

dildi. Hareketin uygulanması sırasında ölçüm sonuçlarının görüldüğü monitör katılımcının önüne konularak geri bildirim almaları sağlandı.

### İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmanın istatistiksel analizi SPSS 20.0 (SPSS Inc, Chicago, IL) programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normallik dağılımları Shapiro-Wilk testi kullanılarak değerlendirildi. İzometrik kuvvet test parametreleri normal dağılım göstermediği için 5 m, 10 m sürat performansları ve servis hızı ile izometrik kuvvet değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Korelasyonlar, çok zayıf (0-0,2), zayıf (0,2-0,4), orta (0,4-0,6), güçlü (0,6-0,8), çok güçlü (0,8-1,0) olarak sınıflandırıldı.<sup>28</sup> Veriler ortalama, standart sapma ve 1.-3. çeyrekler arası değerler [interquartile range (IQR) 25-75] olarak ifade edildi. Anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak belirlendi. “Post hoc” güç analizi için G\* Power programı (versiyon 3.1.9.7, Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Almanya) kullanıldı. Yapılan “post hoc” güç analizinde, korelasyon  $\rho = 0,70$  olarak varsayıldığında,  $\alpha = 0,05$  istatistiksel anlamlılık düzeyinde, örneklem büyüklüğü 12 olarak hesaplandığında “bivariate” korelasyon testine göre çalışmanın istatistiksel gücü ( $1 - \beta$ ) 0,77 olarak bulundu.<sup>29</sup>

### BULGULAR

Katılımcıların 5 m ve 10 m sürat test sonuçları, izometrik kuvvet değerleri ve servis hızı ölçümleri Tablo 2’de belirtildi.

Katılımcıların 5 m sürat performansları ile ND bacak ve çift bacak izometrik kuvvet testi arasında negatif yönde çok güçlü düzeyde anlamlı ilişki olduğu ( $r = 0,972 / -0,944$ ,  $p < 0,001$ ), D bacakla da pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu ( $r = 0,852$ ,  $p < 0,001$ ) tespit edildi. On metre sürat test değerleri ile ND ve çift bacak izometrik kuvvet testi arasında negatif yönde orta düzeyde bir ilişki olduğu ( $r = -0,446 / -0,475$ ), D bacak ile pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki olduğu belirlendi ( $r = 0,545$ ), (Tablo 3). Beş metre sürat değerleri ile çift bacak ve ND bacak izometrik squat kuvvet değerleri arasındaki ilişki dağılımı ve regresyon doğrusu Şekil 1’de gösterildi.

Katılımcıların ND bacak ve çift bacak izometrik kuvvet testleri ile servis hızları arasında pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki bulundu ( $r = 0,514 / 0,525$ ,  $p = 0,08$ ). D bacak kuvveti ile servis hızı arasında negatif yönde orta düzeyde bir ilişki belirlendi ( $r = -0,472$ ,  $p = 0,12$ ), (Tablo 4).

**TABLO 2:** Katılımcıların sürat, izometrik kuvvet ve servis hızı test sonuçları (n=12).

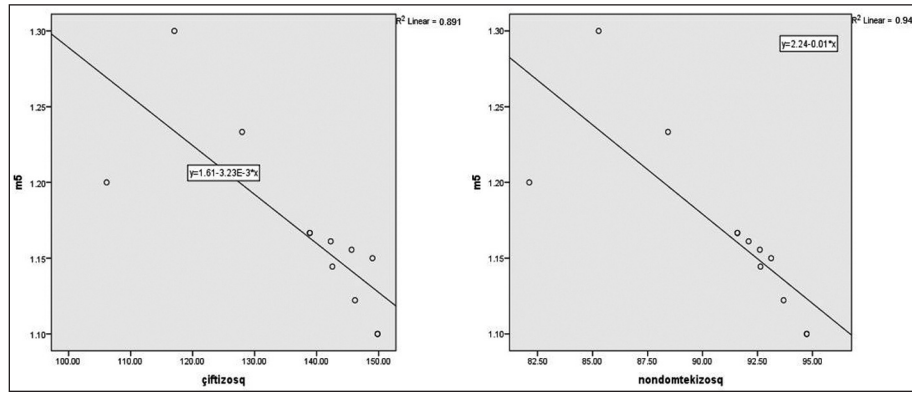
| Değişkenler                       |                   | Ortalama±SS | Ortanca (IQR 25-75)  |
|-----------------------------------|-------------------|-------------|----------------------|
| İzometrik squat kuvvet testi (kg) | Dominant bacak    | 80,82±2,10  | 78,47 (75,1-84,6)    |
|                                   | Nondominant bacak | 91,05±1,11  | 92,35 (89,2-93,5)    |
|                                   | Çift bacak        | 137,85±4,00 | 142,40 (130,7-148,2) |
| Sürat testi (sn)                  | 5 m sürat testi   | 1,16±0,01   | 1,15 (1,12-1,19)     |
|                                   | 10 m sürat testi  | 1,86±0,01   | 1,88 (1,83-1,89)     |
| Servis hızı testi (km/s)          |                   | 156,25±2,02 | 154,66 (150,6-161,0) |

SS: Standart sapma; IQR: Çeyrekler arası değer.

**TABLO 3:** Katılımcıların 5 m ve 10 m sürat performansları ile izometrik kuvvet değerleri arasındaki ilişki (n=12).

| Sürat testi (sn)      |          | İzometrik squat kuvvet testi |                   |            |
|-----------------------|----------|------------------------------|-------------------|------------|
|                       |          | Dominant bacak               | Nondominant bacak | Çift bacak |
| 5 m sürat testi (sn)  | r değeri | 0,852**                      | -0,972**          | -0,944**   |
|                       | p değeri | <0,001                       | <0,001            | <0,001     |
| 10 m sürat testi (sn) | r değeri | 0,545                        | -0,446            | -0,475     |
|                       | p değeri | 0,06                         | 0,14              | 0,11       |

$p < 0,05$  anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir.



ŞEKİL 1: Katılımcıların 5 m sürat değerleri ile çift bacak ve nondominant bacak izometrik squat kuvvet değerleri arasındaki ilişki.

TABLO 4: Katılımcıların servis hızları ile izometrik kuvvet değerleri arasındaki ilişki (n=12).

| Servis hızı (km/s) | r değeri | İzometrik squat kuvvet testi |                   |            |
|--------------------|----------|------------------------------|-------------------|------------|
|                    |          | Dominant bacak               | Nondominant bacak | Çift bacak |
|                    | p değeri | -0,472                       | 0,514             | 0,525      |
|                    |          | 0,12                         | 0,08              | 0,08       |

p<0,05 anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir.

## TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, müsabık erkek tenisçilerde 5 m ve 10 m sürat performansları ile servis sırasında atılan top hızının, izometrik squat hareketinin kuvvet değerleri ile ilişkisini incelemektir. Elde edilen sonuçlara göre 5 m sürat testi ile katılımcıların ND ve çift bacak squat sırasında ölçülen izometrik kuvvet değerleri arasında çok yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. On metre sürat testi ve servis hızı ile ND ve çift bacak izometrik squat kuvvet değerleri arasında ise orta düzeyde bir ilişki tespit edildi.

Çalışmamızda, D bacak izometrik squat kuvvet değerleri ile servis hızı arasında negatif bir korelasyon görülmüştür. Chow ve ark.nın farklı servis vuruşları sırasında alt ekstremite kinematiklerini inceledikleri bir çalışmada, oyuncuların alt ekstremite kaslarının servis sırasında güç üretmek için asimetric olarak ND bacağın daha fazla aktive olduğu görülmüştür.<sup>30</sup> D bacak izometrik squat kuvvet değerleri ile 5 m sürat testi arasında ise pozitif yönde çok yüksek düzeyde anlamlı bir korelasyon tespit edilmiştir. Sanchis-Moysi ve ark.nın erkek profesyonel tenis oyuncularında yaptığı bir çalışmada iliopsoasta %13

ve gluteal kaslarda %20 oranında ND tarafta D tarafa göre daha fazla hipertrofi görülmüştür.<sup>31</sup> Yaptığımız çalışmada da benzer şekilde, ND bacak (91,05±1,11 kg) izometrik squat kuvvet değerlerinin D bacağına (80,82±2,10 kg) göre daha yüksek olduğu görüldü. ND taraftaki bu asimetric değişimin servis ve forehand vuruşu sırasındaki tekrarlayan hareketlerin asimetric yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.<sup>32</sup> Bu durum, D bacak ile 5-10 m sürat performansı arasındaki pozitif korelasyonu açıklayabilir. Literatürde, D ve ND bacak arasındaki izometrik kuvvet farklılıkları ve bunların servis hızı ile ilişkisini inceleyen çalışmaya rastlanılmamıştır. Teniste alt ekstremite asimetric farklılıkların daha iyi anlaşılabilmesi açısından ileride yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Tenis, squash ve basketbol gibi birçok spor aktivitesinde sporcular sprint sırasında maksimum hıza ulaşamamaktadır, bu nedenle ilk adım çabukluğu ve ivmelenme yeteneği başarılı bir performans için daha büyük öneme sahiptir.<sup>7</sup> Teniste de çoğunlukla sprintler 4-5 m olmak üzere çabukluk gerektiren kısa mesafelerden oluşur, özellikle tepki süresi, ilk adım çabukluğu, ivmelenme performansın önemli belirleyicileridir.<sup>4</sup> Bu durum, izometrik squat kuvvet

testi ile 5 m sürat testi arasındaki korelasyon düzeyinin 10 m sürat testine göre çok daha yüksek seviyede olmasını açıklayabilir. Benzer şekilde tenisteki lineer ve lateral sprint performansları ile kuvvet/güç egzersizleri arasında da orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur ( $r=-0,50/-0,75$ ).<sup>33</sup> Munivrana ve ark.nın tenis oyuncularının tenis performansları ile 5 m ve 20 m sürat testlerinin ilişkilerini inceledikleri çalışmada, 5 m sürat testi ile performans testleri arasında daha yüksek düzeyde bir korelasyon tespit edilmiştir.<sup>5</sup> Kısa mesafe koşucularında yapılan bir çalışmada da benzer şekilde izometrik kuvvet ölçümleri ile 0-5 m sürat performansı arasında anlamlı korelasyon görülürken, daha uzun mesafeli sürat performanslarında ( $\geq 10$  m) anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.<sup>10</sup>

Dinamik ve statik kas hareketleri arasındaki mekanik ve sinirsel önemli farklılıklar nedeniyle dinamik performansı karakterize etmek için izometrik testlerin kullanımı eleştirilse de yapılan çalışmalar tersini göstermektedir.<sup>34,35</sup> Örneğin ragbi oyuncularıyla yapılan bir çalışmada, izometrik squat sırasında patlayıcı kuvvet üretiminin atletik performans ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.<sup>11</sup> Sprint performansı, patlayıcı-izometrik squatın ilk aşamasında elde edilen maksimum kuvvet oranıyla güçlü şekilde ilişkili bulunmuştur.<sup>11</sup>

Servis hızı, tenis performansının en önemli belirleyici parametrelerindedir ve kuvvet, teknik, koordinasyon ve esneklik gibi çeşitli faktörlerin kombinasyonuna bağlıdır. Servis hızı ile kuvvet seviyeleri arasındaki ilişki genellikle izokinetik testler kullanılarak rapor edilmiştir.<sup>19,23</sup> Literatürde maksimum izometrik kuvvet ve servis hızı arasındaki ilişkiyi araştıran az sayıda çalışma bulunmaktadır. Baiget ve ark.nın çalışmasında, tenisçilerde omuz internal/eksternal maksimum izometrik kuvvet değerleri ile servis hızı arasında güçlü bir ilişki belirlenmiştir ( $r=0,67$ ;  $p<0,05$ ).<sup>22</sup> Fakat maksimum servis hızında sadece üst ekstremitte değil, aynı zamanda alt ekstremitte kaslarının güçlü kasılabilme yeteneği de önemli bir belirleyici faktördür. Alt ekstremitte ve gövdenin servis hızına etkisi ikincil faktör gibi düşünülse de bu segmentler servis sırasında üretilen toplam kuvvetin %50'sini oluşturur.<sup>1</sup> Bununla birlikte, birçok sporcu alt ekstremitelerinin

den üst ekstremitelerine kinetik enerjinin iyi aktarılabilmesi nedeniyle daha yüksek servis hızına ulaşabilme potansiyellerini kaybeder. Kinetik zincirde yer alan alt ekstremitte kaslarının maksimal izometrik kuvveti ile servis hızı arasındaki ilişkiyi analiz eden çalışma sayısı oldukça azdır. Hayes ve ark. tarafından yapılan çalışmada, izometrik orta-bacak çekiş ile servis hızı arasında orta düzeyde pozitif bir korelasyon bulunmuştur ( $r=0,64$ ).<sup>12</sup> Çalışmamızın temel hipotezini oluşturan servis hızı ile maksimum izometrik çift bacak squat kuvvet değerleri arasında, Hayes ve ark.nın çalışmasını destekler nitelikte benzer şekilde pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur ( $r=0,525$ ). Çalışmamızda izometrik testler  $100^\circ$  eklem açısında gerçekleştirildi. Bazıler ve ark.  $90^\circ$  ve  $120^\circ$ de gerçekleştirilen izometrik squat testlerinin kuvvet ve patlayıcı güçle ilgili değişkenlerin güçlü bir göstergesi olabileceğini bildirmektedir.<sup>35</sup>

Çalışmamızın sınırlılıklarından biri katılımcı sayısının azlığıdır. İleride yapılacak çalışmaların daha büyük katılımcı sayısı ile farklı yaş ve cinsiyet gruplarında yapılması tenisteki performans parametreleri ile izometrik squat kuvvet ilişkisinin daha iyi anlaşılması açısından faydalı olacaktır.

## SONUÇ

Sonuç olarak, izometrik squat testi ile 5 m sürat testi arasında güçlü bir ilişki görülürken, 10 m sürat testi ile izometrik squat testi arasında ise orta derecede bir ilişki bulunmuştur. Bu sonuç, teniste ilk hızlanma becerisinin geliştirilmesi ve takibi açısından önemlidir. Servis hızı ile izometrik kuvvet değerleri arasında ise orta düzeyde bir korelasyon tespit edilmiştir. Deneyimlerimize göre başarılı bir servis atmadaki kullardan biri de kinetik zinciri bozmadan, devamlılık sağlanarak ve hareketi kesintiye uğratmadan servis atışının sonlandırılmasıdır. Bu amaçla tenisçilerin alt ekstremitte yönelik izometrik kuvvetin squat sırasında hem iniş hem de yukarıya çıkış (konsantrik/eksantrik) safhalarında çalışılması gerekmektedir. Tenis antrenörleri ve kondisyonerlerinin sporcularının servis hızı ve sürat performanslarını geliştirirken, alt ekstremitte izometrik çalışmalarını kuvvet antrenman planlarına dâhil etmeleri performans gelişimi açısından faydalı olabilir.

### Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek karar olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

### Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya

üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Tolga Akşit; **Tasarım:** Tolga Akşit, Faik Vural; **Denetleme/Danışmanlık:** Tolga Akşit, Faik Vural, Zeki Özkol; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Tolga Akşit, Faik Vural, Zeki Özkol; **Analiz ve/veya Yorum:** Tolga Akşit, Faik Vural, Zeki Özkol, Gamze Ceyhan; **Kaynak Taraması:** Tolga Akşit, Gamze Ceyhan; **Makalenin Yazımı:** Tolga Akşit, Gamze Ceyhan; **Eleştirel İnceleme:** Tolga Akşit, Faik Vural, Zeki Özkol, Gamze Ceyhan.

## KAYNAKLAR

- Reid M, Schneiker K. Strength and conditioning in tennis: current research and practice. J Sci Med Sport. 2008;11(3):248-56. [Crossref] [PubMed]
- Fernandez FJ, Sanz-Rivas D, Mendez-Villanueva A. A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play. Strength Cond J. 2009;31(4):15-26. [Crossref]
- Girard O, Mendez-Villanueva A, Bishop D. Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. Sports Med. 2011;41(8):673-94. [Crossref] [PubMed]
- Kramer T, Valente-Dos-Santos J, Visscher C, Coelho-E-Silva M, Huijgen BCH, Elferink-Gemser MT. Longitudinal development of 5m sprint performance in young female tennis players. J Sports Sci. 2021;39(3):296-303. [Crossref] [PubMed]
- Munivrana G, Filipčić A, Filipčić T. Relationship of speed, agility, neuromuscular power, and selected anthropometrical variables and performance results of male and female junior tennis players. Coll Antropol. 2015;39 Suppl 1:109-16. [PubMed]
- Beretić I, Durović M, Okičić T, Dopsaj M. Relations between lower body isometric muscle force characteristics and start performance in elite male sprint swimmers. J Sports Sci Med. 2013;12(4):639-45. [PubMed] [PMC]
- Cronin JB, Hansen KT. Strength and power predictors of sports speed. J Strength Cond Res. 2005;19(2):349-57. [Crossref] [PubMed]
- Healy R, Smyth C, Kenny IC, Harrison AJ. Influence of reactive and maximum strength indicators on sprint performance. J Strength Cond Res. 2019;33(11):3039-48. [Crossref] [PubMed]
- Thomas C, Comfort P, Chiang CY, Jones PA. Relationship between isometric mid-thigh pull variables and sprint and change of direction performance in collegiate athletes. J Trainology. 2015;4(1):6-10. [Crossref]
- Brady CJ, Harrison AJ, Flanagan EP, Haff GG, Comyns TM. The relationship between isometric strength and sprint acceleration in sprinters. Int J Sports Physiol Perform. 2019;1-8. [Crossref] [PubMed]
- Tillin NA, Pain MT, Folland J. Explosive force production during isometric squats correlates with athletic performance in rugby union players. J Sports Sci. 2013;31(1):66-76. [Crossref] [PubMed]
- Hayes MJ, Spits DR, Watts DG, Kelly VG. Relationship between tennis serve velocity and select performance measures. J Strength Cond Res. 2021;35(1):190-7. [Crossref] [PubMed]
- Thomas C, Comfort P, Jones PA, Dos'Santos T. A comparison of isometric midhigh-pull strength, vertical jump, sprint speed, and change-of-direction speed in academy netball players. Int J Sports Physiol Perform. 2017;12(7):916-21. [Crossref] [PubMed]
- Kovacs MS. Tennis physiology: training the competitive athlete. Sports Med. 2007;37(3):189-98. [Crossref] [PubMed]
- Vaverka F, Cernosek M. Association between body height and serve speed in elite tennis players. Sports Biomech. 2013;12(1):30-7. [Crossref] [PubMed]
- Bonato M, Maggioni MA, Rossi C, Rampichini S, La Torre A, Merati G. Relationship between anthropometric or functional characteristics and maximal serve velocity in professional tennis players. J Sports Med Phys Fitness. 2015;55(10):1157-65. [PubMed]
- Ellenbecker TS, Roetert EP. Velocity of a tennis serve and measurement of isokinetic muscular performance: brief review and comment. Percept Mot Skills. 2004;98(3 Pt 2):1368-70. [Crossref] [PubMed]
- Palmer K, Jones D, Morgan C, Zeppieri G Jr. Relationship between range of motion, strength, motor control, power, and the tennis serve in competitive-level tennis players: a pilot study. Sports Health. 2018;10(5):462-7. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- 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. [Crossref] [PubMed]
- Ellenbecker TS. A total arm strength isokinetic profile of highly skilled tennis players. Isokinet Exerc Sci. 1991;1(1):9-21. [Crossref]
- Ellenbecker T, Roetert EP. Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. J Sci Med Sport. 2003;6(1):63-70. [Crossref] [PubMed]
- Baiget E, Corbi F, Fuentes JP, Fernández-Fernández J. The relationship between maximum isometric strength and ball velocity in the tennis serve. J Hum Kinet. 2016;53:63-71. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Pugh SF, Kovaleski 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. [Crossref] [PubMed]
- Colomar J, Baiget E, Corbi F. Influence of strength, power, and muscular stiffness on stroke velocity in junior tennis players. Front Physiol. 2020;11:196. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Elias LJ, Bryden MP, Bulman-Fleming MB. Footedness is a better predictor than is handedness of emotional lateralization. Neuropsychologia. 1998;36(1):37-43. [Crossref] [PubMed]
- van Melick N, Meddeler BM, Hoogeboom TJ, Nijhuis-van der Sanden MWG, van Cingel REH. How to determine leg dominance: the agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. PLoS One. 2017;12(12):e0189876. [Crossref] [PubMed] [PMC]

27. Stone MH, Sands WA, Carlock J, Callan S, Dickie D, Daigle K, et al. The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):878-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):3-13. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* 2007;39(2):175-91. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Chow JW, Park SA, Tillman MD. Lower trunk kinematics and muscle activity during different types of tennis serves. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2009;1(1):24. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
31. Sanchis-Moysi J, Idoate F, Izquierdo M, Calbet JA, Dorado C. Iliopsoas and gluteal muscles are asymmetric in tennis players but not in soccer players. *PLoS One.* 2011;6(7):e22858. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
32. Gallo-Salazar C, Del Coso J, Barbado D, Lopez-Valenciano A, Santos-Rosa FJ, Sanz-Rivas D, et al. Impact of a competition with two consecutive matches in a day on physical performance in young tennis players. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017;42(7):750-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Salonikidis K, Zafeiridis A. The effects of plyometric, tennis-drills, and combined training on reaction, lateral and linear speed, power, and strength in novice tennis players. *J Strength Cond Res.* 2008;22(1):182-91. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. McGuigan MR, Newton MJ, Winchester JB, Nelson AG. Relationship between isometric and dynamic strength in recreationally trained men. *J Strength Cond Res.* 2010;24(9):2570-3. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. Bazylar CD, Beckham GK, Sato K. The use of the isometric squat as a measure of strength and explosiveness. *J Strength Cond Res.* 2015;29(5):1386-92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]