



## Rekreatif Seviye Kadın Tenis Oyuncularında Forehand ve Backhand Vuruş Performansları ile Sweet-Spot Skorları Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

Arda ÖZÇELİK\*<sup>ID</sup>

Yozgat Bozok Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi.

**Orijinal Makale**

Gönderi Tarihi: 29.04.2023

Kabul Tarihi: 13.06.2023

DOI: 10.30769/usbd.1289794

Online Yayın Tarihi: 30.06.2023

### Öz

Bu araştırma rekreatif seviye kadın tenis oyuncularında forehand ve backhand vuruş performansları ile sweet-spot skorları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya yaşları 21-24 arasında değişen toplam 18 kadın gönüllü olarak katılmıştır. Sweet-Spot performanslarının belirlenmesinde ZEPP-2 Tenis Sensörü, Forehand ve Backhand Vuruş performansının belirlenmesinde ise Uluslararası Tenis Federasyonu tarafından uygulanan ITN (International Tennis Number) testindeki "Yer Vuruşu Derinliği" ve "Yer Vuruş Hassasiyeti" bölümlerinde yer alan test prosedürü kullanılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 25.0 paket programının kullanılmıştır. Test bölümlerinden; ITN 1 ( $r=0.073$ ;  $p>0.05$ ) ve ITN 2'de ( $r=0.230$ ;  $p>0.05$ ) forehand vuruş ve sweet spot skoru değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Benzer şekilde, ITN 1 ( $r=0.265$ ;  $p>0.05$ ) ve ITN 2'de ( $r=0.408$ ;  $p>0.05$ ) backhand vuruş ile sweet spot değişkenleri arasında da anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Sonuç olarak, teniste sweet-spot skorunun vuruşlar üzerinde etkili olabileceğinin düşünülmesine rağmen çalışmanın bulguları sweet spot skorunun forehand ve backhand vuruşlarında isabet için tek başına yeterli bir parametre olmadığı sonucunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Forehand, Backhand, ITN, Sensör, Sweet Spot

## The Relationship Between Groundstrokes Performances and Sweet-Spot Scores in Recreational Level Female Tennis Players

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the potential correlation between forehand and backhand performance, as well as sweet-spot scores, among female recreational tennis players. Eighteen recreational female tennis players between the ages of 21 and 24 voluntarily participated in this study. The ZEPP-2 Tennis Sensor was used to assess Sweet-Spot performances, and the forehand and backhand strike performance was evaluated using the "Groundstroke Depth" and "Groundstroke Accuracy" sections of the ITN test administered by the International Tennis Federation. The SPSS 25.0 package programme was used in the analysis of data. As a result, no statistically significant relationship was found between forehand stroke and sweet spot score variables in ITN 1 ( $r=0.073$ ;  $p>0.05$ ) and ITN 2 ( $r=0.230$ ;  $p>0.05$ ) sections of the test. Similarly, there was also no correlation between backhand stroke and sweet spot variables in ITN 1 ( $r=0.265$ ;  $p>0.05$ ) and ITN 2 ( $r=0.408$ ;  $p>0.05$ ). According to the results of the study, although it has been suggested that the sweet spot score in tennis may have an impact on strikes, the findings indicate that the sweet spot score alone is not a sufficient parameter for accuracy in forehand and backhand strikes.

**Keywords:** Forehand, Backhand, ITN, Sensor, Sweet Spot

\* Sorumlu Yazar: Arda ÖZÇELİK, E-posta: [arda.ozcelik@yobu.edu.tr](mailto:arda.ozcelik@yobu.edu.tr)

## GİRİŞ

Tenis, her mevsim oynanabilen hem amatör hem de profesyonel seviyede, bireysel ve takım halinde performans gösterilebilen en eski raket sporudur. Yıl boyu profesyonel turnuvaların yapıldığı, raket sporları arasındaki en popüler branş olarak gösterilmektedir. Her yıl ilk Grand Slam turnuvası Avustralya Açık ile başlar ve sırasıyla Fransa Açık, Wimbledon ve Amerika Açık olarak olarak sezon tamamlanır. Bunlar arasından en eskisi olan Wimbledon en prestijli turnuva olarak kabul edilir. Tenis maçları, süresi ve temposu rakip tarafından etkilenen uzun ve zorlu maçlar olabilir. Birçok spor dalının skor sisteminde mevcut olan maçın berabere bitme durumu tenis için geçerli değildir. Oyuncular, yüksek seviyede fiziksel ve zihinsel dayanıklılık gerektiren çeşitli becerileri kullanarak rakiplerinden puan almaya çalışırlar.

Tenis; kompleks ve çeşitli becerilerin kullanıldığı bir spordur. Ralli sayısı, strateji, vuruş seçimi, maç süresi ve tempo, bir tenis maçında oldukça önemlidir ve maçın sonucunu etkiler (Kovacs, 2006). Tenis oyuncularının maç sırasında uyguladıkları strateji, kendi güçlü yanlarını rakibin zayıf yönleriyle eşleştirmeyi içerir. Bu strateji, rakibin hatalarını artırarak, kendi avantajını sağlamak için kullanılmaktadır (Stambulova, Alfermann, Statler ve Côté, 2009). Tenis ayrıca fizyolojik ve psikolojik etkileri olan bir spor dalıdır. Fizyolojik etkiler, ani ve çabuk hareket halinde olmanın gerektirdiği beceriler nedeniyle ortaya çıkar. Oyuncular, hızlı aksiyonlara yanıt vermek için çeviklik, denge, esneklik ve dayanıklılık gerektiren bazı fiziksel özelliklere sahip olmalıdır.

Diğer taraftan, psikolojik etkiler ise tenis maçlarının stresli ve rekabetçi doğası nedeniyle ortaya çıkar. Oyuncuların maç süresince konsantrasyonlarını sürdürmeleri ve hata yapmadan oynamaları önemlidir. Ayrıca maçın belirli bir anında özgüvenlerini kaybetmeleri veya rakibe karşı motivasyonlarının düşmesi, maçın sonucunu etkileyebilir. Bu nedenle tenis oyuncularının fiziksel olarak hazırlıklı olmasının yanı sıra, zihinsel olarak güçlü de olmaları gerekmektedir (Stambulova vd., 2009).

Oyuncular puan sırasında rallide kalmak veya hata yapmamak için kort çizgileri arasında doğrusal ve açısız yönde vuruşlar yapmak zorundadır. Rakibin gönderdiği topları karşılamak ve puan başlatmak için tenise özgü bazı vuruş teknikleri gerekmektedir. Bunlar temel olarak forehand, backhand yer vuruşları ve servistir.

Sporcuların karşılaşmalarda vuruşlar sırasında top ile raketi optimum şartlarda buluşturması, istenilen vuruşun yapılması için önemli bir faktördür. Bu bağlamda “sweet spot” terimi; bir tenis topunun raket kordajı üzerinde temas etmesi gereken optimum bölgeyi tanımlamaktadır (Brody, 1981). Özellikle son yıllarda giyilebilir teknolojinin gelişmesi ve spor alanlarında kullanımının yaygınlaşması sonucu teniste performans ölçümlerinin daha fazla yapılabilmesine imkan tanımaktadır (Giménez-Egido, Ortega, Verdu-Conesa, Cejudo ve Torres-Luque 2020; Larson ve Smith, 2018; Myersve, Kibler, Axtell ve Uhl, 2019). Sensör teknolojisinde ölçümlerin güvenilirlik ve geçerliğinin yüksek olması (Connaghan vd., 2021; Kos vd., 2016) hem profesyonel düzeylerde analiz yaparak performans verilerini elde etmede, hem de rekreatif seviyede öğrenme aşamalarında yardımcı bir destek olarak katkı sağlayabilmektedir.

Topun rakete vuruşu sırasında meydana çıkardığı titreşim yaklaşık olarak 1.5 ms sürmekte ve bu etkinin raketten kola doğru yayıldığı belirtilmektedir (Cross, 1999). Vuruşlar sırasında topun bu bölgeye denk getirilerek yapılması daha az titreşime neden olmakta ve daha konforlu vuruşlar için birçok oyuncunun hedeflediği bölge veya kontak noktası olarak ifade edilmektedir (Allen, Choppin, ve Knudson, 2016). Sweet spot ile yapılan vuruşların daha titreşimsiz olması nedeniyle hem raketteki istemsiz ve tutarsız hareketlerin azalması hem de vuruş anında kulağa iyi gelmeyen kordaj seslerinin puan sırasında oyuncuların performansını etkileyebileceği düşünülmektedir.

Teniste isabet ve hızı etkileyebilecek bu parametrenin performansı ne derecede etkileyebileceğinin belirlenmesi amacıyla; forehand ve backhand olarak adlandırılan yer vuruşları ile sweet spot skorları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bir diğer ifade ile, sweet spot performansının teniste isabet ve hızı etkileyebilecek bir parametre olabileceği düşünülmüş, forehand ve backhand vuruşları ile sweet spot skorları arasındaki ilişki bu çalışmanın temelini oluşturmuştur.

## YÖNTEM

### Araştırma Modeli

Bu araştırma, rekreatif seviyede tenis oynayanların forehand ve backhand vuruş performansları ile sweet-spot skorları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla nicel araştırma yöntemlerinden betimsel ve ilişkisel tarama modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### Çalışma Grubu

Çalışmaya yaşları 21-24 ( $\bar{x}$ yaş  $21.66 \pm 0.8$ ) arasında değişen rekreatif seviyede tenis oynayan toplam 18 kadın gönüllü katılmıştır. Çalışmaya dahil edilme kriterleri 1 yıl süresince haftada 1 saat tenis oynamak olarak belirlenmiştir. 22 gönüllü ile başlanmış ancak kişisel nedenler ile 4 katılımcı çalışmadan ayrılmıştır. 18 katılımcı istatistiksel analizlere dahil edilmiştir. Bu çalışma, Helsinki İlkeler Deklarasyonu'na uygun olarak yapılmış ve çalışmaya dahil edilen tüm kişiler Bilgilendirilmiş Onam Formu'nu imzalamıştır. Ölçümler alınmadan önce katılımcıların gerekli ısınma çalışmalarını yapmaları için 20 dakikalık bir süre tanınmıştır.

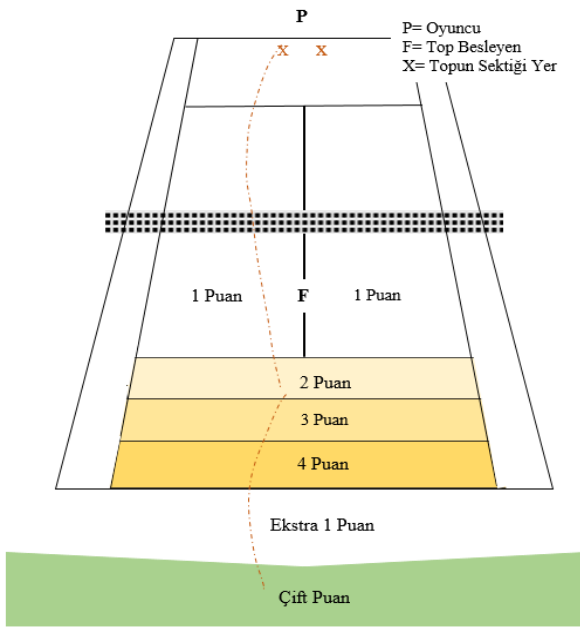
### Verilerin Toplanması

Katılımcıların tenis isabet ve oyun seviyesini belirlemek için ITN (International Tennis Number) testi uygulanmış ve sadece yervuruşları (forehand ve backhand) tekniğini içeren bölümler (Yer Vuruş Derinliği ve Yer Vuruş Hassasiyeti) kullanılarak isabet skorları ölçülmüştür.

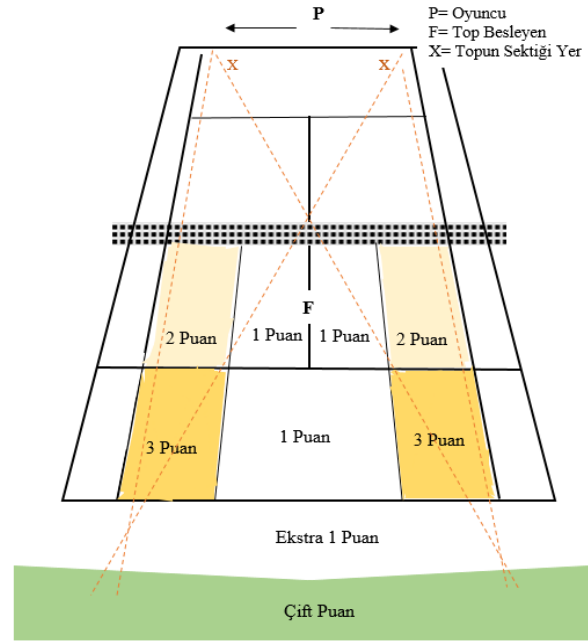
Yer Vuruş Derinliği bölümünde (Şekil 1) forehand ve backhand olmak üzere toplam 10 vuruş, Yer Vuruş Hassasiyeti bölümünde (Şekil 2) ise forehand ve backhand olmak üzere 6 paralel 6 çapraz, toplam 12 vuruş gerçekleştirilmiştir (ITF Assessment Guide [ITF], 2004).

Sweet spot skorlarını tespit edebilmek için tenis raketi sensörü (Zepp-2) kullanılmıştır. Bu cihaz katılımcıların kullandığı raketlere bir adaptör yardımıyla bağlanmıştır. Sensör, topun raket kordajı üzerinde buluşması gereken alana yüzdesel olarak ne kadar temas ettiğini göstermektedir. Cihaz, bluetooth özelliği ile verileri mobil uygulamasına kaydetmiş ve vuruşlara ait veriler daha sonra bilgisayar dosyasına aktarılmıştır.

Katılımcıların sweet spot skorları gerçek zamanlı olarak ITN testi sırasında ölçülmüş ve toplam 22 vuruş yaptıktan sonra test sonlandırılmıştır. Analizde forehand ve backhand vuruş skorlarının ortalaması alınmıştır. Ölçümler sırasında 3 görevli personel isabet ve puanlama için not tutmuşlardır. Katılımcılar test prosedürlerine uygun şart ve kurallarda performans sergilemişlerdir.



Şekil 1. ITN-1 Yer vuruşu derinlik testi



Şekil 2. ITN-2 Yer vuruşu hassasiyet testi



Şekil 3. Zepp tenis raketi sensörü ve veri görseli

## Verilerin Analizi

Verilerin analizi için SPSS 25.0 paket programı kullanılmıştır. Başlangıçta verilerin dağılımını test etmek için Shapiro Wilk Normallik Testi uygulanmıştır. Verilerin normal dağıldığı tespit edildikten sonra değişkenler arasındaki ilişki Pearson Çarpım Momentler Korelasyon Analizi ile incelenmiştir. Korelasyon aralığı 0,00- 0,25 / çok zayıf, 0,26-0,49 / zayıf, 0,50-0,69 orta, 0,70-0,89 / yüksek ve 0,90-1,00 çok yüksek ilişki düzeyi olarak tanımlanmıştır. İstatistiksel anlamlılık seviyesi  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir (Sungur, 2010).

## BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde elde edilen verilerin analizine yer verilmiştir. Katılımcıların forehand ve backhand isabet performans puanları ile sweet spot skorlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve sweet spot ile vuruş performansları arasındaki korelasyon sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Forehand ve backhand isabet performansı tanımlayıcı istatistiklerine ilişkin veriler

	n	Min	Maks	Ortalama	Standart Sapma
ITN-1 Forehand İsbet	18	2	30	13.06	7.392
ITN-1 Backhand İsbet	18	1	20	9.78	5.725
ITN-2 Forehand İsbet	18	4	17	10.67	3.757
ITN-2 Backhand İsbet	18	1	12	7.17	3.276

Tablo 1’de katılımcıların forehand ve backhand vuruşlarındaki isabet performans puanları, ortalamaları ve standart sapma değerleri gösterilmektedir.

**Tablo 2.** Forehand ve backhand sweet spot skor tanımlayıcı istatistiklerine ilişkin veriler

	n	Min	Maks	Ortalama	Standart Sapma
ITN-1 Forehand Sweet Spot	18	20	100	63.67	22.796
ITN-1 Backhand Sweet Spot	18	20	100	57	22.899
ITN-2 Forehand Sweet Spot	18	42	100	73.33	18.749
ITN-2 Backhand Sweet Spot	18	29	76	52.22	15.257

Tablo 2’de katılımcıların forehand ve backhand vuruşlarındaki sweet spot skorlarının ortalamaları ve standart sapma değerleri gösterilmektedir.

**Tablo 3.** ITN-1 ve ITN-2 forehand ve backhand isabet performansları ile sweet spot skorları arasındaki korelasyon analizi

		ITN-1 Forehand Sweet Spot	ITN-1 Backhand Sweet Spot	ITN-2 Forehand Sweet Spot	ITN-2 Backhand Sweet Spot
ITN-1 Forehand İsbet	<i>r</i>	.073			
	<i>p</i>	.772			
ITN-1 Backhand İsbet	<i>r</i>		.265		
	<i>p</i>		.288		
ITN-2 Forehand İsbet	<i>r</i>			.230	
	<i>p</i>			.359	
ITN-2 Backhand İsbet	<i>r</i>				.408
	<i>p</i>				.093

Tablo 3’te katılımcıların forehand ve backhand vuruşlarındaki isabet performans puanları ile forehand ve backhand sweet spot skorları arasındaki korelasyon incelenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda ITN-1 ve ITN-2 forehand vuruş ve sweet spot skor değişkenleri ( $r=0.073$ ;  $p>0.05$ ) ve ( $r=0.230$ ;  $p>0.05$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. ITN-1 ve ITN-2 backhand vuruş ve sweet spot skor değişkenleri ( $r=.265$ ;  $p>0.05$ ) ve ( $r=.408$ ;  $p>0.05$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma rekreatif seviye kadın tenis oyuncularında forehand ve backhand vuruş isabetleri ile sweet spot skorları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, katılımcıların forehand isabeti ile sweet spot skor değişkenleri ve backhand isabeti ile sweet spot skor değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Literatür incelendiğinde; Cross ve Lindsey (2014) tenis topunun vuruş sonrası havada ilerlemesi sırasında karşılaştığı hava direncinden nasıl etkilendiğini ve buna göre top üzerindeki hava direnci, kaldırma kuvveti, top hızı ve spini gibi bazı parametreler arasındaki korelasyonun teniste isabeti etkileyen bir parametre olduğunu ifade etmektedir. Dönen bir cismin etrafındaki hava akışının değişmesi ve kavis olarak yön değiştirmesi olarak adlandırılan magnus etkisi (Cayzac vd., 2011), özellikle tenis gibi top ile oynanan spor dallarında topun karakterini belirlemede önemli bir etkidir. Teniste “topspin” adı verilen ve raketin topu aşağıdan yukarı doğru fırçalamasıyla yapılan vuruş sırasında topun etrafındaki hava akımında sürtünme sonucu basınç farklılığı oluşmaktadır. Bu fark topspin vuruşlarda parabolik bir etki yaratarak topun zemine daha çabuk düşmesini sağlar ve kort sınırları içinde kalmasını kolaylaştırır (Özçelik, 2022). Bununla birlikte alanyazında topun sahip olduğu spin değerleri, yönü, hızı gibi parametreler ile kortta isabet ettiği alanı arasında bir korelasyon olduğu (Allen Haake ve Goodwill 2011; Cross, 2020; Kashiwagi vd., 2021; Kwon, Pfister, Hager, Hunter ve Seeley 2017; Sakurai, Reid, Elliott 2013) bir çok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır. Mevcut çalışmada forehand ve backhand vuruşlardaki isabet performansları ile sweet spot skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmaması, teniste alan isabeti için (ITN değerlendirmesi) top hızı, topun kendi eksenini etrafında dönüş hızı, topun havadaki yörüngesi

ve vuruş tekniği için gerekli olan hareket kalıbı gibi diğer parametrelerin öneminden kaynaklandığını düşündürmektedir.

Vuruş sırasında verimliliği etkileyen top ile raketin kordaj üzerinde doğru bir noktada temas etmesi yani sweet spot kullanım becerisi başarılı bir vuruş için önemli bir unsurdur. Ancak tek başına değerlendirilmesi teniste vuruşlarda başarılı bir isabet performansı yakalamak için yeterli değildir.

Lafont (2008), çalışmasında profesyonel tenis oyuncularının vuruşlarda top ve raketin temas noktasını vuruş gerçekleştikten sonra dahi bir süre boyunca izlediklerini ve bu durumun tüm vuruşlarda refleks olarak uygulandığını bildirmiştir. Bu davranış sporcuların başarılı bir vuruş için raketin optimal vuruş alanını yani sweet spotu kullanma isteklerini göstermektedir. Özellikle rekreatif seviyede tenis oynayan katılımcıların vuruş kalitesini etkileyen top hızı, spini, yörüngesi ve enerjinin mekanik olarak aktarılmasında henüz yeteri kadar gelişim gösterememesi nedeniyle sweet spot kullanım performansının üst düzey sporculara kıyasla daha fazla önem taşıdığı söylenebilir. Benzer şekilde golf oyuncularının da topa vuruş sırasında bakışlarını top ve sopaları üzerinde tutma davranışlarını üst düzeyde yapabildikleri belirtilmiştir (Vickers, 1992). Literatür incelendiğinde, mevcut çalışmadaki katılımcıların sweet spot ortalama skorları ile çocuk tenis oyuncularının benzer skorlarda olduğu görülmektedir (Giménez-Egido vd., 2020). Bu benzerliğin tenis performansını oluşturan diğer parametrelerin yoksunluğu ve tenis tekniğinin yetersiz düzeyde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan sweet spot kavramına dikkat etmek için yüksek performans ile oynanamayan teniste daha fazla imkan olabileceği düşünülürken, bu alışkanlığın kazanılması için gereken zamanın bir sınırlayıcı olarak karşımıza çıktığı ifade edilebilir.

Dolayısıyla; vuruş performansları için önemli bir diğer faktör de kinetik zincirdir. Özellikle yerden alınan enerjinin topa iletilmesi için vücut uzuvları ve eklemlerde enerjinin kaybolmaması gerekmektedir. Martin vd., (2014), teniste servis tekniği üzerinde yaptığı araştırmada; verimli bir enerji akışının hem performans üzerindeki önemini hem de yaralanma riskinin azaltılabilmesi için dikkat edilmesi gereken bir faktör olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer olarak, Ishikawa ve Murakami (2015), teniste enerjinin sırasıyla artarak; gövde, omuz, dirsek, bilek ve raket olarak ilerlediğini tespit etmişlerdir. Özellikle teknik becerinin yüksek olduğu, top ve ekipman kullanılarak yapılan tenis gibi spor dallarında biyomekanik ve kinetik zincir gibi kavramların sportif performansı direkt etkilediği ancak yararlanma, sonuç alınamayan vuruşlar, basit hatalar ve performansın nasıl etkilendiği gibi analizlerin oyuncu seviyesine göre değişkenlik gösterdiği düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında, katılımcıların rekreatif seviyede oldukları değerlendirildiğinde vuruşlarda sweet spot kullanım becerisinin ITN testindeki isabet skorlarını doğrudan etkilemediğini, raket ve topun optimum buluşma noktasında gerçekleşmesi veya gerçekleşmemesinin, topun kort üzerinde istenilen yere düşürülmesinde doğrudan etkili olmadığı tespit edilmiş ve bu parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Diğer bir ifade ile teniste vuruşlardaki isabet başarısı üzerinde sweet spot skoru tek başına yeterli değildir. Ancak doğru vuruş pozisyonu, vuruş hızı, raket tutuşu, kordaj seçimi ve seviyeye uygun ekipman ile farklı top seçimleri gibi başka parametrelerin bir araya gelişiyle istenilen tenis performansına ve isabet başarısına ulaşılabileceği düşünülebilmektedir. Bununla

birlikte, teniste sweet-spot skorunun vuruşlar üzerinde etkili olabileceğinin düşünülmesine rağmen çalışmanın bulguları sweet spot skorunun forehand ve backhand vuruşlarında isabet için tek başına yeterli bir parametre olmadığını göstermektedir.

Sonuç olarak; Yaklaşık 15 yıldır, profesyonel karşılaşmalarda vuruşların kort üzerindeki isabetini belirlemek için ileri düzeyde kamera ve görüntü işleme teknolojisi sistemlerinden (Hawk-Eye) faydalanılmaktadır. Aynı zamanda, yapay zeka programları ve çeşitli mobil uygulamaların da topun isabet yerini belirlemek için kullanımı mümkün olabilmektedir. İlgili literatür tarandığında ITN testi veya isabeti belirlemek için kullanılan diğer yöntemler ile sweet spot ilişkisini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu önemle mevcut çalışmanın sweet spot ile isabet performansı arasındaki ilişkiyi inceleyerek alanyazına katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Buna karşın, bu durum çalışmanın benzer yapıdaki diğer çalışmalarla karşılaştırılmasını sınırlayan bir faktördür. Aynı zamanda bu sınırlayıcı faktör, çalışmanın önemini de ortaya koymaktadır.

Çalışma sırasında standart seviyede olan maç topları kullanılmıştır. Araştırmaya katılım sağlayan gönüllülerin seviyesine daha uygun top seçimi ile benzer araştırmalar yapılarak sweet spot kullanım becerilerini ve vuruşlardaki konforun korttaki isabete nasıl etki sağlayacağını inceleyen gelecek çalışmaların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma grubundaki katılımcıların rekreatif seviyede olması; kişiselleştirilebilen raket ağırlığı, kordaj alanı büyüklüğü ve tel tansiyonu gibi (Cross, 2011) bireysel olarak optimize edilebilecek malzeme seçimlerini doğru yapmış olma ihtimalini azaltmaktadır.

Vuruş hızı, raket seçimi ve topun kendi ekseni etrafındaki dönüşü olarak adlandırılan topun spin değerlerinin de kortta olan ilk teması sonrası ITN test skorlarını nasıl etkilediği gelecek çalışmalarda önerilen kavramlar olarak önem arz etmektedir.

**Yayın Etiği:** Bu çalışmanın hazırlanma ve yazım sürecinde “*Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi*” kapsamında bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş olup; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

**Çıkar Çatışması:** Sorumlu yazar, çalışmada herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı:** Yazar çalışmanın tamamından sorumludur.



## KAYNAKLAR

- Allen, T. B., Haake, S. J. ve Goodwill, S. R. (2011). Effect of tennis racket parameters on a simulated groundstroke. *Journal of Sports Sciences*, 29(3), 311-325. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.526131>
- Allen, T., Choppin, S., ve Knudson, D. (2016). A review of tennis racket performance parameters. *Sports Engineering*, 19(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s12283-014-0167-x>
- Brody, H. (1981). Physics of the tennis racket II: The 'sweet spot'. *American Journal of Physics*, 49(9), 816-819. <https://doi.org/10.1119/1.12399>
- Cayzac, R., Carette, E., Denis P. ve Guillen, P. (2011, Eylül, 12-16). *Magnus effect: physical origins and numerical prediction*. 26th International Symposium on Ballistics, Miami, ABD.
- Connaghan, D., Kelly, P., O'connor, N. E., Gaffney, M., Walsh, M. ve O'mathuna C. (2011, Ekim, 28-31). C. *Multi-sensor classification of tennis strokes*. IEEE Sensors, Limerick, İrlanda. <https://doi.org/10.1109/ICSENS.2011.6127084>
- Cross, R. (1999). The sweet spots of a tennis racquet. *Sports Engineering*, 1(2), 63-78. <https://doi.org/10.1046/j.1460-2687.1999.00011.x>
- Cross, R. (2011). A double pendulum model of tennis strokes, *American Journal of Physics*, 79(5), 470-476. <https://doi.org/10.1119/1.3556712>
- Cross, R. ve Lindsey, C. (2014). Measurements of drag and lift on tennis balls in flight. *Sports Engineering*, 17(2), 89-96. <https://doi.org/10.1007/s12283-013-0144-9>
- Cross, R. (2020). Calculations of groundstroke trajectories in tennis. *Sports Engineering*, 23(9), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12283-020-00322-1>
- Giménez-Egido, J. M., Ortega, E., Verdu-Conesa, I., Cejudo, A., ve Torres-Luque, G. (2020). Using Smart Sensors to Monitor Physical Activity and Technical-Tactical Actions in Junior Tennis Players. *International journal of environmental research and public health*, 17(3), 1068. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031068>
- International Tennis Federation. (2021). *ITF Global Tennis Report*.
- Ishikawa, T. ve Murakami, T. (2015, Kasım, 9-12). *An approach to 3D gyro sensor based motion analysis in tennis forehand stroke*. IEEE IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Yokohama, Japonya. <https://doi.org/10.1109/IECON.2015.7392454>
- Kashiwagi, R., Okamura, S., Iwanaga, S., Murakami, S., Numata, K. ve Takahashi, H. (2021). The differences in the ball speed and the spin rate depending on the results of a tennis serve. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*, 10(1), 48. <https://doi.org/10.4103/2231-9409.328217>.
- Kos, M., Ženko, J., Vlaj, D. ve Kramberger, I. (2016, Mayıs, 23-25). *Tennis stroke detection and classification using miniature wearable IMU device*. IEEE in 2016 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP), Bratislava, Slovakia. <https://doi.org/10.1109/IWSSIP.2016.7502764>
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 381-386. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.024930>
- Kwon, S., Pfister, R., Hager, R. L., Hunter, I. ve Seeley, M. K. (2017). Influence of tennis racquet kinematics on ball topspin angular velocity and accuracy during the forehand groundstroke. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(4), 505.
- Lafont, D. (2008). Gaze control during the hitting phase in tennis: a preliminary study. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8(1), 85-100. <https://doi.org/10.1080/24748668.2008.11868425>

- Larson, A. ve Smith, A. (2018, Mart, 12-14). *Sensors and data retention in grand Slam tennis*. In 2018 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), Seoul, Güney Kore. <https://doi.org/10.1109/SAS.2018.8336712>
- Martin, C., Bideau, B., Bideau, N., Nicolas, G., Delamarche, P. ve Kulpa, R. (2014). Energy flow analysis during the tennis serve: Comparison between injured and non-injured tennis players. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(11), 2751-2760. <https://doi.org/10.1177/0363546514547173>
- Myers, N., Kibler, W., Axtell, A. ve Uhl, T. (2019). The Sony Smart Tennis Sensor accurately measures external workload in junior tennis players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 14(1), 24–31. <https://doi.org/10.1177/1747954118805278>
- Özçelik, A. (2022). *Teniste antrenman metot örneği olarak eye coach ve performans üzerine etkisi* [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurumu Tez Merkezi.
- Sakurai, S., Reid, M. ve Elliott, B. (2013). Ball spin in the tennis serve: spin rate and axis of rotation. *Sports Biomechanics*, 12(1), 23-29. <https://doi.org/10.1080/14763141.2012.671355>
- Stambulova, N., Alfermann, D., Statler, T. ve Côté, J. (2009). ISSP position stand: Career development and transitions of athletes. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7(4), 395-412. <https://doi.org/10.1080/1612197x.2009.9671917>
- Sungur, O. (2010). Korelasyon analizi. Ş. Kalaycı (Ed.), *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri içinde* (s. 113–128). Asil Yayınevi.
- Vickers, J. N. (1992). Gaze control in putting. *Perception*, 21(1), 117-132. <https://doi.org/10.1068/p210117>

