



The impact of periodized core training program on accurate service velocity of male tennis players aged 11-13

11-13 yaş arası erkek tenisçilerde periyotlanmış core antrenman programının isabetli servis hızına etkisi

Ozan Sever¹
Rıdvan Kır²
Metin Yaman³

Abstract

The purpose of this study is to examine the effect of periodized core training program on the serve velocity in male tennis players aged 11-13 years. 24 male nationally ranged (age 11.9±1.63, height 154.4±11.32, weight 43±8.76) participated to the study from a professional tennis club. Pre-post-training - control group design was applied and subjects were randomly assigned to Control Group and Training Group. Training Group participated to the core training program consisted of isometric and isotonic core stabilization exercises on stable and nonstable surfaces, three days in a week for 8 weeks in addition to tennis training sessions. Accurate service velocity, was assessed initially and at the end of the 8-week core program for both control and training groups. There was a significant improvement (6.6 %) in the serve velocity for the training group after the experiment, whereas there were no differences in the control group. Core stabilization training improved service velocity for young tennis players. It is recommended tennis coaches to apply periodized core stabilization exercises to young athletes and plan training programs in this way.

Özet

Bu çalışmanın amacı 11-13 yaş arası erkek tenisçilerde periyotlanmış core antrenman programının isabetli servis hızına etkisini incelemektir. Çalışmaya profesyonel bir tenis kulübünden ulusal müsabık 24 erkek tenisçi (yaş 11.9±1.63, boy 154.4±11.32, ağırlık 43±8.76) katılmıştır. Araştırmada ön-test son-test kontrol gruplu model uygulanmış, denekler iki gruba rastgele atanmıştır. 12 sporcu Kontrol Grubunu, 12 sporcu ise Deney Grubunu oluşturmuştur. Deney Grubuna haftanın üç günü yarım saatlik 8 hafta boyunca toplamda 24 antrenman birimi stabil ve stabil olmayan yüzeylerde izometrik ve izotonik core stabilizasyon egzersizlerinden oluşan program, tenis antrenmanlarına ek olarak uygulanmıştır. Program öncesi ve sonrasında her katılımcı maksimal hızda 10 servis kullanarak en hızlı ve geçerli atışları kaydedilmiştir. Core antrenman uygulaması sonrası Kontrol Grubunun servis atış hızı değişmezken, Deney Grubu servis atış hızını ortalama 120.93 km/s hızdan 128.6 km/s hıza (% 6.6) çıkarmıştır. Core antrenman uygulamalarının genç tenisçilerde isabetli servis hızını olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Tenis antrenörlerinin yüksek şiddet içermeyen, core antrenmanlarını ve

¹ Res. Asist., Ataturk University, Faculty of Sport Sciences, ozan.sever@atauni.edu.tr

² Lec., Bartın University, Faculty of Sport Sciences, ridvankr@yahoo.com

³ Prof. Dr., Gazi University, Faculty of Sport Sciences, metinyaman@gazi.edu.tr

Keywords: Tennis; Stability; Core training; Stabilizasyon uygulamalarını genç sporcularda Serve velocity; Balance. uygulamasının yararlı olacağı düşünülmekte ve antrenman programlarını buna göre planlamaları tavsiye edilmektedir.

[\(Extended English abstract is at the end of this document\)](#)

Anahtar Kelimeler: Tenis; Core antrenman; Stabilizasyon; Denge; Servis hızı.

GİRİŞ

“Core” terimi, vücudun lumbopelvik bölgesi veya gövde kısmı için kullanılmaktadır(Bergmark, 1989; Crisco, Panjabi, Yamamoto, & Oxland, 1992; S M McGill, 2001; Stuart M. McGill, Grenier, Kavcic, & Cholewicki, 2003; Panjabi, 1992). Core bölgesi spinal bölgeyi, sinirleri korumak, lumbopelvik bölgenin stabilizasyonunu sağlayarak hareket esnasında alt ve üst ekstremiteye destek oluşturmak için kilit role sahiptir(Panjabi, 1992). Panjabi, core stabilizasyonu; intervertebral bölgeleri doğal fizyolojik limitlerinde korumak için dengeleyici sistemin mevcut kapasitesi olarak tanımlamaktadır(Crisco et al., 1992). Bu dengeleyici sistem 3 farklı bölüme ayrılmıştır. Pasif alt sistem, aktif kas alt sistemi ve nöral alt sistem(Panjabi, 1992). Bu sistemler bir arada çalışarak kinetik zincirin merkez noktasını oluşturur.

Sporda performans açısından baktığımızda daha iyi core stabilizasyonu, alt ve üst ekstremiteler için daha yüksek kuvvet oluşumunu destekler(McCurdy, Langford, Doscher, Wiley, & Mallard, 2005; Scibek, 1999). Tenis gibi yön değiştirmelerin, savrulmaların, rotasyonların, sıçramaların çok sayıda olduğu ve kinetik zincirin diziliminin sıklıkla değiştiği branşlarda (baş üstü atışların olduğu) core bölge kuvveti ve stabilizasyonunun önemi de haliyle artmaktadır. Bu sporda iyi atletler gelişmiş kassal uygunluğa sahip olmak durumundadır.

Teniste önemli parametrelerden birisi de servis atışıdır. Servis esnasında kuvvet zeminden başlayarak, ayak bileğinden dizlere, oradan bacaklara, ardından kalçaya ve sırasıyla gövdeye, omuza, kola, bileğe ve ardından rakete transfer edilir. Elit tenisçilerde başarının bir kısmı power serve ya da flat serve olarak adlandırılan güçlü servislerdeki yüksek isabet ve hıza bağlıdır(Girard, Micallef, & Millet, 2005). Servis atışı esnasında gövde ve altındaki kasların %54'lük bir kuvvet üretimi gerçekleştirdiği öne sürülmektedir. Omuzun rotasyonunda %34'lük artışta kalça ve gövde kuvvet üretiminde %20'lik bir azalma gerçekleşir(W. . Kibler, 1995). Omuz servis esnasında saatte ortalama (47mil) 75,6 km hız üretebilir, bununla beraber gövde proksimal dengeyi ve stabilizasyonu sağlayamazsa, distal hareketlilikte verimi düşürecek sorunlar ortaya çıkarabilir(W. . Kibler, 1995).

Chow, Shim ve Lim teniste servis atışının farklı evrelerinde gövde kaslarının durumunu elektromiyografi (EMG) yardımıyla büyük core bölgesi kaslarından rektus abdominis, internal oblikler, eksternal oblikler, erektör spina kaslarını inceleyerek anlamaya çalışmışlardır. Sağ eli baskın olan bir oyuncu için, ilk evrede(topun bırakıldığı evrede), sol lateral gövde fleksörleri, erektör spina(ekstansiyon esnasında), bu evrenin bitimine yakın erektör spinanın sağ tarafı ve eksternal rotatör kaslarında yüksek kassal aktivasyon ortaya çıkmıştır(Chow, Shim, & Lim, 2003). Bir sonraki evre raketin topla buluşmak için salınım yaptığı bölümdür. EMG sonuçlarına göre, gövde geriye devrildiğinde, her 2 taraftaki internal oblik kasları eksenrik kasılmayla aktif olmuştur. Rectus abdominis ve eksternal obliklerin sol kısmı gövde sola esnediğinde, geriye devrilip sağa rotasyon yaptığı anda aktiftir. Kol raketini topla buluşturmak için salınım yaptığı anda erektör spinada ortalama bir aktivasyon gerçekleşir. Topu vurulduğu esnada bütün kaslar yüksek güç üretir. Topa vurulduktan sonraki safhada bütün abdominal kasların (rectus abdominis, internal oblikler, eksternal oblikler) aktivasyonu düşerken, erektör spina kasının aktivasyonu artar. Raketin topla vurduktan sonra hareketine devam ettiği evrede, araştırmacıların gövdenin stabilizasyonunu sağladıklarını düşündüğü internal ve eksternal obliklerin her ikisi de aktiftir. Gövde rotasyon yaptığı anda, sol ve sağ eksternal

oblikler sıralı kasılmaktadır(Chow et al., 2003).

EMG sonuçlarının da ortaya koyduğu gibi kinetik zincirin merkezi olan, core stabilizasyon ve kuvveti oluşturan lokal ve global core kasları, teniste servis atışı esnasında belirli düzende ve miktarda aktif olmaktadır. Çalışmada stabil ve stabil olmayan yüzeyde, dinamik ve statik olarak uygulanan, global ve lokal kasları antrene eden core egzersiz antrenmanlarının tenis servis hızını ve isabetini arttıracığı hipotez edilmektedir.

METOT

Denekler: Çalışmaya Ankara ilinde profesyonel bir tenis kulübünde aktif olarak tenis oynamakta olan, ulusal düzeyde müsabık, antrenman planına uygun haftalık 4-5 birim antrenman yapan ve en az antrenman yaşı üç olan sporcular katılmıştır. Çalışmaya başlamadan sporcuların kas iskelet sistemiyle ilgili herhangi bir sakatlık geçmişlerinin olmadığı kendi onayları ve kulüplerinin onayı alınarak belirlenmiştir. Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Deneklerin yaş, boy ve ağırlık ortalamaları

	n	Min.	Maks.	Ortalama	Std. Sapma
Yaş	30	10	13	11,9	1,63
Boy		140	182	154,4	11,32
Ağırlık		30	60	43,0	8,76

Antrenman Planı: Deney grubuna haftanın üç günü yarım saatlik 8 hafta boyunca toplamda 24 birim antrenman core stabilizasyon egzersiz programı tenis antrenmanlarına ek olarak uygulanmıştır. Deneklere ilk antrenman biriminden 1 hafta öncesinde uygulanacak olan core antrenman programı anlatılmış, hareket teknikleri gösterilmiş ve hatalar düzeltilmiştir. Programın verimini artırıp tekniği bilmenin etkisi asgariye indirilmeye çalışılmıştır(Carter, Beam, McMahan, Barr, & Brown, 2006; Gamble, 2007).

Willardson’un hareket sınıflandırması core egzersiz programının oluşturulmasında temel alınmıştır(Willardson, 2014a). Seviyelerine göre yapılan bu sınıflandırmada, core bölgesindeki kasılmalarda doğru teknik, hareketsiz ortamda statik tutuşlar ve yavaş hareketler, hareketli ortamda statik tutuşlar ve hareketsiz ortamda dinamik hareketler, hareketli ortamda dinamik hareketler, hareketsiz ortamda dirence karşı dinamik hareketlerden oluşan egzersizler programı oluşturmuştur. Egzersizler direnç egzersizlerinde artan yüklenme ilkesi olarak bilinen esasa uygun olarak süresi ve tekrar sayısı bakımından kademeli olarak artırılmıştır(Tudor & Gregory, 2006). Uygulanan egzersizler ve kapsamı Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Core antrenman programı.

EGZERSİZ	1. hafta 3 gün Set/tekr.	2. hafta 3 gün Set/tekr.	3. hafta 3 gün Set/tekr.	4. hafta 3 gün Set/tekr.	5. hafta 3 gün Set/tekr.	6. hafta 3 gün Set/tekr.	7. hafta 3 gün Set/tekr.	8. hafta 3 gün Set/tekr.
ABDOMİNAL KAS KASILMASI-SIRTÜSTÜ	3x8		3x12		3x15	3x15	3x15	3x20
ABDOMİNAL KAS KASILMASI 4-AYAK ÜZERİNDE	2x8		2x12					
ABDOMİNAL KAS KASILMASI-YAN KÖPRÜ	10sn bekleme sol&sağ		15sn bekleme sol&sağ					
TERS CRUNCH		3x8		3x12				
KÖPRÜ HAREKETİ-4 AYAK ÜZERİNDE		3x8		3x12				
OTURARAK SAĞLIK TOPUYLA ROTASYON		3x8		3x12				
SWISSBALL ÜZERİNDE ABDOMİNAL KAS KASILMASI					3x8		3x12	
SWISSBALL İLE SQUAT					3x8		3x12	
SUPERMAN -SIRTÜSTÜ					3x8		3x12	

ÇOK YÖNLÜ LUNGE (SAĞ&SOL)						3x8		
OBLIQUE PULLEY WITH SİDE SHUFFLES						3x8		
AYAKTA WALL CROSS TOS(SAĞ&SOL)						3x8		
SWISSBALL ÜZERİNDE DİOGONAL CURLS (SAĞ&SOL)								3x10
SWISSBALL ÜZERİNDE SAĞLIK TOPUYLA DÖNME(SAĞ/SOL)								3x10
TEK AYAKLA BOSU BALL ÜZERİNDE RAKET TUTMA(SAĞ&SOL)								4x10

Verilerin Toplanması: Çalışmada core antrenman etkisi antrenman öncesi-sonrası kontrol gruplu modele göre analiz edilmiştir. Bu bakımdan antrenman uygulaması öncesi ve sonrası sporcuların isabetli tenis servis hızları tespit edilmiştir. Tüm servisler kapalı kortta gerçekleştirilmiştir. Her katılımcı maksimal hızda 10 servis kullanmıştır. Topun hızını radar tabancası ile izlenerek ölçülmüştür (SportsRadar 3600, Astro Products, Ontario, CA, USA). Radar tabancası ve oyuncu arasındaki mesafe 2 metre olarak belirlenmiştir. Radarın konumu katılımcıların boyuna göre ayarlanmıştır (Zapartidis, Gouvali, Bayios, & Boudolos, 2007).

Katılımcılar servisi tenis kuralarına uygun olarak topu çapraz kutuya atmışlardır. Eğer top kutunun dışına atılırsa ya da fileye değerse, topun hızı kaydedilmemiş atış geçersiz sayılmıştır. Katılımcıların hepsinde sağ el baskın olduğundan, sağ taraftan sol servis kutusuna atışlarını gerçekleştirmişlerdir. Servis hızı için ara sınav değişkeni daha önceki çalışmalarda olduğu gibi %3.2 olarak belirlenmiştir (Fernandez-Fernandez, Ellenbecker, Sanz-Rivas, Ulbricht, & Ferrauti, 2013).

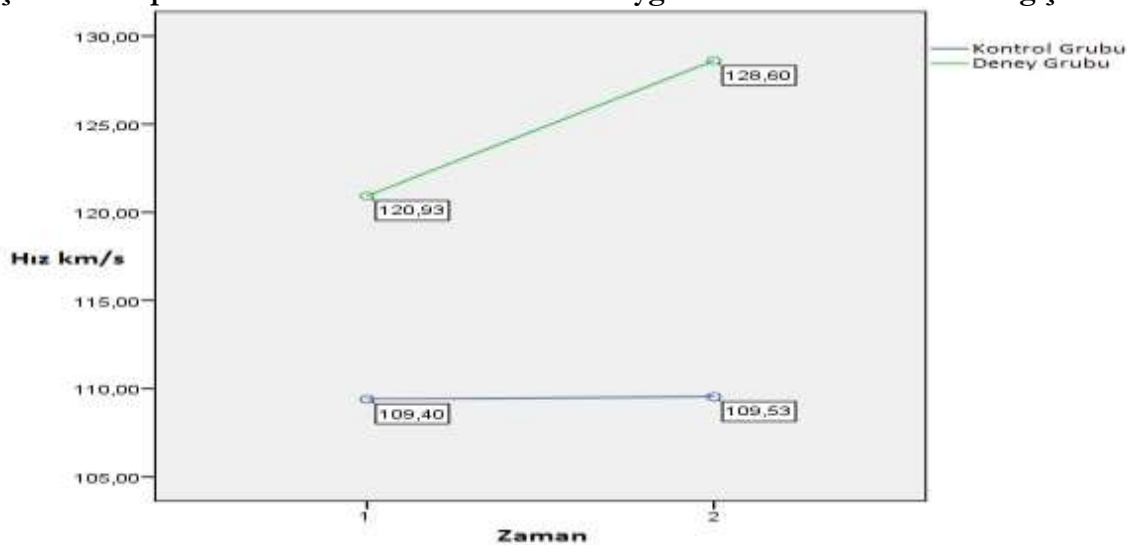
İstatistiksel Analizler: Araştırmaya katılan sporcuların istatistiksel analizi SPSS 19 paket programında yapılmıştır. Değişkenlerin gruplara göre ilk son test dağılımları incelenmiş, dağılımların normalliği ve varyansların homojenliği Mauchly' Sphericity Testi ve Levene testi ile belirlenmiştir. Kontrol ve deney grupları arası, grup içi analizle nonparametrik tekrarlı testler ile (Wilcoxon) ve antrenmanın etkisine ilişkin analizler tekrarlı ölçümlerde çok yönlü varyans analizi (MANOVA) ile incelenmiştir. Anlamlılık derecesi 0,05 kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo 3. Deney ve Kontrol gruplarının grup içi ve zaman*antrenman ilişkili analizleri.

	Antrenman Öncesi	Antrenman Sonrası	Grup İçi z & p		Zaman- Antrenman F	P
	Ort. & Std. S.	Ort. & Std. S.	Değerleri			
Kontrol Grubu	109,40 ± 14,44	109,53 ± 17,15	-0,91	0,361	10,707*	0,003
Core Grubu	120,93 ± 15,44	128,60 ± 14,15	-3,47*	0,001		

*= 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Şekil 1. Gruplara ait servis hızı ortalamalarının uygulama öncesi ve sonrası değişimi.

Şekil ve tabloda görüldüğü gibi core antrenman uygulaması öncesi ve sonrası kontrol grubu servis atış hızı değişmezken, deney grubu servis atış hızını 120,93 km/s hızdan 128,6 km/s hıza çıkarmıştır. Bu Tablo 2 de görüldüğü gibi bu gelişim deney grubu için, grup içi analizde istatistiksel olarak anlamlıdır ($z=-3.47$, $p=0.001$) Kontrol grubunda grup içi değişimde istatistiksel anlamlılık ortaya çıkmamıştır. Bu durum zaman*antrenman etkileşimi analizinde ortaya çıkan anlamlı farklılığı açıklamakta ($F= 10.707$, $p=0.003$), antrenman etkisi ile deney grubunun kontrol grubuna göre anlamlı şekilde servis hızını arttırdığı gözlenmektedir.

TARTIŞMA

Çalışmada genç tenisçilerde doğru teknik ile, kademeli olarak artan, hareketli ve stabil yüzeyde uygulanan izometrik ve izotonik core stabilizasyon egzersizlerinin servis vuruş hızına etkisi araştırılmıştır. 8 haftalık antrenman uygulaması sonucunda core egzersizlerin tenis antrenmanlarına ek olarak uygulandığı Deney Grubunun isabetli servis atış hızı yaklaşık % 6,6 oranında artarken, Kontrol grubunda bir değişim meydana gelmemiştir. Willardson'un önerdiği periyotlamaya göre uygulanan core antrenman protokolünün (Willardson, 2014b) isabetli servis atış hızını geliştirdiği görülmektedir.

Literatürde atletik performans-core dayanıklılık, kuvvet ve güç ilişkisini araştıran oldukça çok bilimsel araştırmaya rastlansa da sonuçların performansa etkisi tartışmalıdır (Reed, Ford, Myer, & Hewett, 2012). Bu çalışmada olduğu gibi core kuvvetten çok core stabilizasyonu arttırmaya yönelik antrenman uygulamalarının sakatlığı azaltma etkisi kabul edilirken (Lehman, 2006), atletik etkisi için bulgular yeterli kabul edilmeyebilir (Hibbs, Thompson, French, Wrigley, & Spears, 2008). Fakat İyi antrene edilmiş core bölgenin optimum güç üretimini sağladığı gibi, fonksiyonel atletik performans için, gücün ve hareketlerin aktarımını sağladığı kabul edilmektedir (Akuthota & Nadler, 2004; Dendas, 2010; W. Ben Kibler, Press, & Sciascia, 2006). Core antrenmanın tanımında belirtildiği gibi proksimaldaki stabilitenin distalde kuvvet ve güç üretimini arttıracığı bilinmektedir (W. Ben Kibler et al., 2006). Bu durumda core stabilizasyon eksikliği ve dengesizliğinin performansı düşürdüğü, sakatlık riskini arttırdığı söylenebilirken (Akuthota, Ferreiro, Moore, & Fredericson, 2008), belirli kuvvet düzeyindeki, yüksek şiddette direnç ile deadlift, squat, olimpik kaldırımlar gibi temel egzersizleri sürekli yapan elit atletlerde performansı etkilememesi normal kabul edilebilir (Willardson, 2007). Bu çalışmada katılımcılar genç sporcular olup core lokal ve global kas stabilizasyon adaptasyonlarının henüz gelişmemiş olması performansa olan olumlu etkinin belirgin oluşunu açıklayabilir.

Fakat core kuvvet-stabilizasyon ve fırlatma, vuruş hızı ilişkisini inceleyen gözlemsel ve deneysel çalışmaların sonuçları diğer anaerobik özelliklerin değerlendirildiği çalışmalardan farklı olarak(çeviklik, sürat, dikey sıçrama vb) hem elit sporcularda hem de rekreasyonel sporcularda core uygulamalarla ortaya çıkan olumlu etkiyi işaret etmektedir. Bu bulgu bir çalışmada ortaya koyulmuş, 12 haftalık terapi topu antrenman programı ile genç beyzbolcularda squat, 1RM bench press skorları değişmezken, rotasyonel kuvvet ve vuruş hızı core egzersiz grubunda daha fazla artmıştır(Szymanski, Szymanski, Bradford, Schade, & Pascoe, 2007).

Tenis sporcularında servis ve vuruş hızına core kasların etkisini araştıran çalışma azdır. Bu çalışmaya benzer bir çalışmada 6 haftalık kuvvet antrenmanları(core kuvvet, elastik direnç, sağlık topu egzersizleri) sonucunda genç tenisçilerde servis hızı kontrol grubuna göre anlamlı şekilde artarken, servis isabeti değişmemiştir(Fernandez-Fernandez et al., 2013). Benzer şekilde vuruş ve fırlatma hızına ilişkin(omuz eklemlerine ait) çalışmaların birçoğunda core egzersizlerin olumlu etkileri açıkça ortaya koyulmuştur. Öneğin Thompson ve ark. 8 haftalık fonksiyonel antrenman sonrası golf sopası vuruş hızının arttığını tespit etmişlerdir(Thompson, Myers Cobb, & Blackwell, 2007). Başka bir çalışmada 3. Lig kolej beysbol takımına açık ve kapalı zincir egzersizlerden oluşan antrenman programı uygulanmıştır. Bir grup ekstra core stabilizasyon egzersizleri yapmıştır. Yazarlar 6 haftalık programın core stabilizasyon yapan grupta fırlatma hızını daha olumlu etkilediğini belirtmişlerdir(Lust, Sandrey, Bulger, & Wilder, 2009). Lephart ve arkadaşları benzer sonuçlar elde ettikleri golfçular ile yapılan 8 haftalık abdominal-kalça kuvvetlendirme, denge antrenmanlarıyla gövde rotasyonel kuvvetini ve kalça abduksiyon kuvvetini arttırmışlardır. Spora özgü atış mesafesi, vuruş hızı, top hızı gibi değişkenlerde olumlu gelişme oluşmuştur(Lephart, Smoliga, Myers, Sell, & Tsai, 2005). 24 kadın hentbol oyuncusu ile yapılan bir çalışmada 6 haftalık gövde stabilizasyon ve rotasyon programının maksimum atış hızına etkisi araştırılmıştır. Stabil olmayan zeminde yapılan gövde stabilizasyon eğitiminin ve kapalı kinetik zincir hareketlerinin maksimal fırlatma hızını kontrol grubuna göre 4,9% arttırdığı görülmüştür. Daha kuvvetli ve daha stabil lumbopelvik-kalça kompleksi ve kapalı kinetik zincir egzersizlerinin, multisegmental hareketlerdeki yüksek rotasyonel hız katkıda bulunduğu sonucuna varmışlardır(Saeterbakken, van den Tillaar, & Seiler, 2011). Başka bir çalışmada uygulanan core egzersiz programı sonrası açılmalı kalça ve omuz sürati, gövdenin sağa-sola dönüş sürati, beysbol sopası salınım hızı ve büyüklüğü artmıştır(Szymanski et al., 2007). Bu bulgular core stabilizasyon egzersizlerinin düşük uyaran eşliğine rağmen, fırlatma ve vurma gibi güç çıktılarında olumlu etki yarattığını düşündürmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ortaya çıkan sonuç yukarıdaki ortaya koyulan bulgularla benzer niteliktedir. Sonuç olarak 8 haftalık periyotlanmış core çalışmalarının genç tenisçilerde isabetli servis hızını olumlu etkilediğini görülmektedir. Tenis antrenörlerinin yüksek şiddet içermeyen, core temel teknik ve stabilizasyon eğitimini genç sporcularda uygulamasının yararlı olacağı düşünülmekte antrenman programlarını buna göre planlamaları tavsiye edilmektedir. İleriki çalışmaların yetişkin elit sporcularda yapılması sonuçları yukarıda anlatılan etkenlerden dolayı farklılaştırabilir. Aynı şekilde ileriki çalışmaların, core gelişimin teniste kullanılan diğer vuruşlarla ilişkisini ortaya koyacak şekilde dizayn edilmesinin, core antrenmanın teniste uygulanma kapsamını daha iyi açıklayacağı düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39–44. <http://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69>
- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening - Focused Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(March), 86–92. <http://doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005>
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. *Acta Orthopaedica*, 60(s230), 1–54. <http://doi.org/10.3109/17453678909154177>
- Carter, J. M., Beam, W. C., McMahan, S. G., Barr, M. L., & Brown, L. E. (2006). The Effects of Stability Ball Training on Spinal Stability in Sedentary Individuals. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 429. <http://doi.org/10.1519/R-18125.1>
- Chow, J. W., Shim, J. H., & Lim, Y. T. (2003). Lower trunk muscle activity during the tennis serve. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(4), 512–518. [http://doi.org/10.1016/S1440-2440\(03\)80276-1](http://doi.org/10.1016/S1440-2440(03)80276-1)
- Crisco, J. J., Panjabi, M. M., Yamamoto, I., & Oxland, T. R. (1992). Euler stability of the human ligamentous lumbar spine. Part II: Experiment. *Clinical Biomechanics*, 7(1), 27–32. [http://doi.org/10.1016/0268-0033\(92\)90004-N](http://doi.org/10.1016/0268-0033(92)90004-N)
- Dendas, A. M. (2010). *The Relationship Between Core Stability And Athletic Performance*. Humboldt State.
- Fernandez-Fernandez, J., Ellenbecker, T., Sanz-Rivas, D., Ulbricht, A., & Ferrauti, A. (2013). Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity. *Journal of Sports Science and Medicine*. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094228>
- Gamble, P. (2007). An Integrated Approach to Training Core Stability. *Strength and Conditioning Journal*, 29(1), 58–68. <http://doi.org/10.1519/00126548-200702000-00010>
- Girard, O., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2005). Lower-limb activity during the power serve in tennis: Effects of performance level. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), 1021–1029. <http://doi.org/10.1249/01.mss.0000171619.99391.bb>
- Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(12), 995–1008. <http://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00004>
- Kibler, W. . (1995). Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clinics in Sports Medicine*.
- Kibler, W. Ben, Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(3), 189–198. <http://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>
- Lehman, G. J. (2006). Resistance training for performance and injury prevention in golf. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 50(1), 27–42.
- Lephart, S., Smoliga, J. M., Myers, J. B., Sell, T. C., & Tsai, Y.-S. (2005). An eight-week-golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers. *Strength And Conditioning Research*, 19(4), 826–830. <http://doi.org/10.1519/R-20606.1>
- Lust, K. R., Sandrey, M. A., Bulger, S. M., & Wilder, N. (2009). The effects of 6-week training programs on throwing accuracy, proprioception, and core endurance in baseball. *J Sport Rehabil*, 18(3), 407–426. <http://doi.org/10.1016/j.knee.2009.07.010>
- McCurdy, K. W., Langford, G. A., Doscher, M. W., Wiley, L. P., & Mallard, K. G. (2005). The effects of short-term unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 9–15. <http://doi.org/10.1519/14173.1>
- McGill, S. M. (2001). Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29(1), 26–31. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11210443>

- McGill, S. M., Grenier, S., Kavcic, N., & Cholewicki, J. (2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 353–359. [http://doi.org/10.1016/S1050-6411\(03\)00043-9](http://doi.org/10.1016/S1050-6411(03)00043-9)
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), 383–389; discussion 397. <http://doi.org/10.1097/00002517-199212000-00001>
- Reed, C. A., Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2012). The effects of isolated and integrated “core stability” training on athletic performance measures: A systematic review. *Sports Medicine*, 42(8), 697–706. <http://doi.org/10.2165/11633450-000000000-00000>
- Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *J Strength Cond Res*, 25(3), 712–718. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc227e>
- Scibek, J. S. (1999). *The effect of core stabilization training on functional performance in swimming*. University of North Carolina.
- Szymanski, D. J., Szymanski, J., Bradford, J. T., Schade, R. L., & Pascoe, D. D. (2007). Effect of twelve weeks of medicine ball training on high school baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 894–901. <http://doi.org/10.1519/R-18415.1>
- Thompson, C. J., Myers Cobb, K., & Blackwell, J. (2007). Functional Training Improves Club Head Speed and Functional Fitness in Older Golfers. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 91–95. <http://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00024>
- Tudor, B., & Gregory, H. (2006). *Periodization: Theory and Methodology of Training* (4th ed.). Illinois: Human Kinetics.
- Willardson, J. M. (2007). Core Stability Training: Applications To Sports Conditioning Programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979–985. <http://doi.org/10.1519/R-20255.1>
- Willardson, J. M. (2014a). *Developing the core*. National Strength & Conditioning Association.
- Willardson, J. M. (2014b). *Developing Core*. (NSCA, Ed.). Human Kinetics.
- Willson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., & Davis, I. M. (2005). Core Stability and Its Relationship to Lower Injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13(5), 316–325. <http://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.10.004>
- Zapartidis, I., Gouvali, M., Bayios, I., & Boudolos, K. (2007). Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2), 169–178.

Expanded English Abstract

Core stability is considered as important athletic function to maximize force and power generation and minimize joint loads in all types of athletic activities such as throwing and kicking. (Kibler, Press, & Sciascia, 2006; McCurdy, Langford, Doscher, Wiley, & Mallard, 2005; Scibek, 1999). In tennis, the strength and stabilization of the core is more important because of containing directional changes, jumps, rotations, kicks, sways where the kinetic chain arrangement changes frequently. In this type of sport, athletes must have advanced muscular fitness and coordination. One of the crucial features in tennis is service accuracy and velocity. During the service hit, the force is transferred from the ankle to the knees, then to the legs, hip, trunk, shoulder, arm, wrist and then to the racket. Success of elite tennis players depends on the high velocity and accuracy in these powerful services called power serve or flat serve (Girard, Micallef, & Millet, 2005). The electromyography measurements during the tennis service hit recorded the high activation of the core muscles at various stages of the movement (Chow, Shim, & Lim, 2003). In this movement, global and local muscles such as rectus abdominis, internal obliques, external obliques and

respiratory spina contract in a different order and pattern. In the present study, it is hypothesized that core exercise training, which is applied dynamic and static movement patterns, on stable and unstable surfaces, will increase the speed and accuracy of tennis service. 24 male players (age 11.9 ± 1.63 , height 154.4 ± 11.32 , weight 43 ± 8.76) participated to the study from a professional tennis club. Pre-training post-training control group design was applied and subjects were randomly and equally assigned to Control Group and Training Group. Training Group participated to the core training program consisted of isometric and isotonic core stabilization exercises on stable and nonstable surfaces, three days in a week for 8 weeks in addition to tennis training sessions. Accurate service velocity, was assessed initially and at the end of the 8-week core program for both control and training groups. There was a significant improvement (6.6 %) in the serve velocity for the training group after the experiment, whereas no differences in the control group. Core stabilization training had a positive effect on the service velocity for young tennis players. Although there are quite a number of scientific researches investigating the relationship between athletic performance and core stabilization, strength and power, the impact of core strength on performance is contradictory (Reed, Ford, Myer, & Hewett, 2012). As it is applied in the present study, while it is accepted as the injury reducing effect of the core stabilization exercises is much more than the core strengthening exercises (Lehman, 2006), findings for athletic influence may not be considered sufficiently. (Hibbs, Thompson, French, Wrigley, & Spears, 2008). However it is assumed that the well-trained core region provides optimal power production and transmission of power and movement for functional athletic performance (Akuthota & Nadler, 2004; Dendas, 2010; Kibler et al., 2006). As indicated in the definition of core training, proximal stability is known to increase distal power and force production (Kibler et al., 2006). In this case, core stabilization deficiency and imbalance may decrease the performance and increase the risk of disability (Akuthota, Ferreiro, Moore, & Fredericson, 2008) and it can be regarded not to affect performance in elite athletes who constantly perform basic exercises such as deadlift, squat, and olympic lifting (Willardson, 2007). Participants in the present study were younger athletes and core local and global muscle stabilization adaptations have not developed yet, which may explain the significant positive impact of the experiment on the athletic performance.

The results of observational and experimental studies examining the core strength-stabilization and throwing-velocity relationship point out positive effects of core exercises in both elite and recreational athletes, as opposed to studies which other anaerobic characteristics were evaluated in (agility, speed, vertical jump, etc.). This finding was revealed in one study; 12-week medicine ball training program not increase squat and 1RM bench press scores in young baseballs, while rotational power and throwing abilities increased more in the core exercise group (Szymanski, Szymanski, Bradford, Schade, & Pascoe, 2007). There are few studies on the effect of core muscle strength and stability on service hit. In one study similar to present study, as a result of 6-week core strength training (Core strength, elastic resistance, medicine ball exercises) service velocity of young tennis players increased significantly compared to the control group, but the service accuracy did not change (Fernandez-Fernandez, Ellenbecker, Sanz-Rivas, Ulbricht, & Ferrauti, 2013). Similarly, positive effects of core exercises are clearly demonstrated in the most of the studies studying hit and throwing velocity (of the shoulder joints). For example Thompson and colleagues found that the golf swing speed increased after 8 weeks of core functional training (Thompson, Myers Cobb, & Blackwell, 2007). These findings suggest that core stabilization exercises have a positive effect on power output, such as throwing and kicking, despite of the low stimulus threshold on core muscles. The present study revealed similar outcomes. Core stabilization training showed a positive impact on the service velocity for young tennis players. It is recommended that tennis coaches to apply periodised core stabilization exercises to young athletes and to plan training programs with this way.