

# FARKLI POZİSYONLARDA UYGULANAN SQUAT EGZERSİZLERİNİN DİZ FLEKSİYON VE EKSTENSİYON KUVVET GELİŞİMİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Yağmur AKKOYUNLU<sup>1</sup>

Ömer ŞENEL<sup>2</sup>

Hüseyin EROĞLU<sup>2</sup>

Geliş Tarihi: 09.05.2006

Kabul Tarihi: 03.10.2006

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı 8 haftalık farklı pozisyonlarda uygulanan squat antrenmanlarının diz fleksiyon ve ekstansiyon kuvvet gelişimine etkilerini araştırmaktır. Bu çalışmaya 33 sağlıklı erkek denek gönüllü olarak katıldı. Denekler tesadüfi yöntemle tam squat grubu (TSG, n=11), yarım squat grubu (YSG, n=11), ve kontrol grubu (KG,n=11) olarak üç gruba ayrıldı. Deney grubundaki (TSG ve YSG) deneklere haftada üç gün, toplam sekiz hafta süreli, 1 Maksimum tekrarlarının % 60'ı şiddetinde tam ve yarım squat egzersizleri yaptırıldı. Çalışma ağırlıkları 4. haftadan sonra yeniden ayarlandı. Deneklerin yaş, boy ve vücut ağırlığı ortalamaları sırasıyla, Tam squat grubunda 21,45 ± 1,57 yıl, 179,36 ± 5,18 cm , 70,90 ± 6,68 kg., Yarım squat grubunda 21,18 ± 1,25 yıl, 176,90 ± 5,41 cm., 70,04 ± 7,36 kg., Kontrol grubunda ise 21,90 ± 0,70 yıl, 174,45 ± 7,35cm., 72,36 ± 6,29 kg. olarak tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin analiz ve değerlendirilmesi SPSS 10.0 istatistik paket programıyla Tek Yönlü Varyans Analizi ve Tukey testleri ile yapıldı. Anlamlılık düzeyi olarak 0,05 ve 0,01 kabul edilmiştir.

Sonuç olarak; yarım squat egzersizlerinin diz ekstensör ve fleksörlerinin kuvvet gelişiminde daha etkili olduğu söylenilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Squat Egzersizi, Kuvvet, Fleksiyon, Ekstansiyon

## ANALIZE OF AFREID OF SQUAT EXERCISES AT DIFFERENT POSITION ON KNEE FLEXION AND EXTENSION STRENGTH DEVELOPMENT

### ABSTRACT

The purpose of this study is to assess effects of squat exercises in different positions (half and full squat) on knee flexion and extension strength development. 33 Healthy male subjects were voluntarily participated in to this study. Subjects were divided in to three groups such as full Squat group (FSG,n=11),half squat group (HSG,n=11) and control group (CG,n =11).Subjects in FSG and HSG trained total 8 weeks, three times in a week with 60% of their 1RM . Working weights of subjects were adjusted according to their strenght development after 4 weeks.Control group had no exercise regime.Age ,height and weight of subjects participated in to this study 21,45 ± 1,57 years, 179,36 ± 5,18 cm , 70,90 ± 6,68 kg. in FSG, 21,18 ± 1,25 years, 176,90 ± 5,41 cm., 70,04 ± 7,36 kg. in HSG and 21,90 ± 0,70 years, 174,45 ± 7,35cm., 72,36 ± 6,29 kg. in CG respectively. Statistical analysis were done by using one-way ANOVA and Tukey in SPSS 10,0 Package Program. 0,01 and 0,05 Were taken as meaningfull level.

As a result of this study it could be said that half squat exercises has more effects than full squat exercises to improve the strenght of leg flexors and extensors.

**Key Words:** Squat Exercises, Strength, Flexion, Extension

### GİRİŞ VE AMAÇ

Sporla başarının ön şartlarından olan üstün motorik performans düzeyine ulaşma yolunda kuvvet ve kuvveti geliştirme antrenmanları çok önemli bir role sahiptir. Kuvvet çalışmaları kaslar kadar eklemleri de kapsamaktadır. Bu durumda eklem esnekliği (fleksibilitesi) önem kazanmaktadır. Eklem esnekliği, bir eklemdaki mümkün olan hareket aralığı (Range of Motion) olarak tanımlanır ve genellikle derece cinsinden ifade edilir. Bir segmentin eklem hareket aralığı, başlangıç pozisyonundan itibaren hareketin tam olarak bitirildiği pozisyon arasındaki açıyı gösterir (1). Bir kasın

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi

<sup>2</sup> Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

meydana getirdiği kuvvet; ekleme, tork kuvvet olarak aktarılır. Kasın çekme açısı 90° olduğu zaman, kasın meydana getirdiği kasılma kuvvetinin tümü, tork kuvvet olarak kullanılabilir (2). Çekme açısı 90° nin altında veya üstünde olduğu zaman kasılma kuvvetinin bir kısmı üyeyi hareket ettiren tork kuvvet olarak kullanılırken, diğer kısmı; çekme açısına bağlı olarak kemiği eklem içerisine veya dışına doğru çekmede kullanılmaktadır (2). Bu nedenle, çekme açısına bağlı olarak tork kuvvetin miktarı azalır artmaktadır (2).

Squat çalışmaları ile öncelikle koşu, sıçrama, ağırlık kaldırma hareketlerinin yapılmasında önemli rol oynayan kalça, üst bacak ve sırt kasları güçlendirilir (3). Antrenörler ve sporcular arasında squat çalışmalarının sakatlık potansiyelini en aza indirdiği ve atletik performansı geliştirdiği konusunda yaygın bir inanış vardır (3). Antrenman ve rehabilitasyon çalışmalarında uygulanan dinamik squat çalışmalarında barbel squat, vücut ağırlığı ile yapılan squat ve makine squatu metodları en yaygın olanlarıdır (3). Squat çalışmaları yarım ve tam squat olarak çeşitli diz fleksiyon açılarındadır. Yarım squat 0°-100° de fleksiyonda yapılabilir. Tam (derin) squat ise tam oturmayı içerir (4,5). Atletler için rehabilitasyon ve antrenmanlarda tam squattan ziyade yarım squat tercih ve tavsiye edilir (4,5).

Bu çalışma 8 haftalık farklı pozisyonlarda (tam ve yarım squat) yapılan squat antrenmanlarının diz fleksör ve ekstensörlerin izometrik kuvvet gelişimine hangi pozisyonlarda etkili olduğunu göstermeye yöneliktir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmaya 33 sağlıklı, gönüllü erkek denek tesadüfi yöntemle Tam Squat (TS) (n =11), Yarım Squat (YS) (n =11), ve Kontrol Grubu (KG) (n =11) olarak üç gruba ayrılarak katıldılar. Araştırmaya katılan deneklere haftada üç gün, toplam sekiz hafta süreli, 1 Maksimum Tekrarlarının % 60'ı şiddetinde tam ve yarım squat egzersizleri yaptırılmış, çalışma ağırlıkları 4. haftadan sonra artırılmıştır. Yaş ortalamaları, Tam squat grubu (21,45 ± 1,57 yıl), Yarım squat grubu (21,18 ± 1,25 yıl), Kontrol grubu (21,90 ± 0,70 yıl), Boy uzunlukları, Tam squat grubunun (179,36 ± 5,18 cm), Yarım squat grubunun (176,90 ± 5,41 cm), Kontrol grubunun (174,45 ± 7,35cm), Ağırlık ortalamaları Tam squat grubunun (70,90 ± 6,68 kg), Yarım squat grubunun (70,04 ± 7,36 kg), Kontrol grubunun (72,36 ± 6,29 kg) olarak tespit edilmiştir.

Bu araştırmaya katılan deneklere uygulanan squat egzersizleri toplam 8 hafta süreli , haftada 3 gün ve 24 adet olarak gerçekleştirilmiştir. Antrenmanlara başlamadan önce diz ekstansör ve fleksörlerinin 1 maksimum tekrarları (1 MT) ölçüldü. Antrenmanın şiddeti deneklerin maksimum kuvvetlerinin % 60'ı oranında belirlendi. Dördüncü hafta sonunda deneklerin 1 maksimum tekrarları (1 MT) yeniden ölçülerek devam eden antrenmanlarda uygulanacak yüklenme şiddeti belirlendi. Tam Squat grubu tam hareket genişliğinde, omuzlarında ağırlık takılmış bar olduğu halde oturup kalktı. Leg Curl de yüz üstü yatar pozisyonda tam hareket genişliğinde kalçaya kadar çekip bıraktı. Yarım Squat Grubu ağırlık takılı bar omuzlarda, kalça zeminle 90° yapacak şekilde çömelip kalktı. Hamstringler için yine yüz üstü yatar pozisyonda Leg Curl de ayağa takılı olan barı kalçayla 90° yapacak şekilde çekip bıraktılar.

Bu çalışmada diz ekstensör ve fleksör kuvvet değerleri Cybex 350 izometrik kuvvet ölçen dinamometre ile tespit edilmiştir. Ölçümler 60° ve 180°/saniye'lik açısal hızlarda alınmıştır. Ölçümlerden önce denekler 10-15 dakika ısındırıldılar. Her derecede deneklerin makinede nasıl bir etkiyle karşılaşacaklarını anlamaları için dört tekrarlı birer deneme yaptırıldı. Her denemeden sonra 60°/saniye de 20 tekrar, 180°/saniyede 20 tekrar şeklinde bir protokolle dinlenme aralıkları da verilerek sonuçlar bilgisayar aracılığı ile kaydedilerek çıktılar alındı.

Araştırma sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 10,0 istatistik paket programı kullanılmış, verilerin normallik sınavına göre eşleştirilmiş 't testi' ve tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) kullanılmış olup, gruplar arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığına bakmak için varyans homojenliğine göre TUKEY ve TAMHANE çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır. İstatistik işlemlerde anlamlılık düzeyi 0,05 ve 0,01 olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR

**Tablo 1:** Araştırmaya Katılan Deneklerin Fiziksel Özellikleri

Değişkenler	Tam Squat Grubu n=11	Yarım Squat Grubu n=11	Kontrol Grubu n=11
Yaş (yıl)	21,45 ± 1,57	21,18 ± 1,25	21,90 ± 0,70
Boy (cm)	179,36 ± 5,18	176,90 ± 5,41	174,45 ± 7,35
Vücut Ağırlığı (kg)	70,90 ± 6,68	70,04 ± 7,36	72,36 ± 6,29

**Tablo 2:** Tam Squat Grubunun Antrenman Öncesi ve Antrenman Sonrası Peak Torque (PT) Değerleri

Değişkenler	Ölçüm	n	Ortalama	Fark(cm)	SD	t	P
PT.Flex.Sol Diz 60° (Nm)	Ant.öncesi	11	138,72 ± 15,32	+14.18	13,85	-3,39	0,00**
	Ant.sonrası		152,90 ± 21,20				
PT.Flex.Sol Diz 180° (Nm)	Ant.öncesi	11	96,00 ± 19,14	+14.72	11,96	-4.08	0,00**
	Ant.sonrası		110,72 ± 14,73				
PT.Flex.Sağ Diz 60°(Nm)	Ant.öncesi	11	126,36 ± 22,62	+27.90	23,17	-3,99	0,00**
	Ant.sonrası		154,27 ± 20,23				
PT.Flex.Sağ Diz 180°(Nm)	Ant.öncesi	11	86,36 ± 26,28	+17.63	12,98	-4,50	0,00**
	Ant.sonrası		103,00 ± 22,41				
PT.Ext.Sol. Diz 60°(Nm)	Ant.öncesi	11	218,27 ± 29,19	+18.72	18,65	-1,59	0,00**
	Ant.sonrası		227,00 ± 41,92				
PT.Ext.Sol Diz 180°(Nm)	Ant.öncesi	11	126,90 ± 20,23	+15.18	15,50	-3,24	0,00**
	Ant.sonrası		142,09 ± 21,60				
PT.Ext.Sağ Diz 60°(Nm)	Ant.öncesi	11	217,27 ± 36,50	+11.63	31,57	-1,22	0,25
	Ant.sonrası		228,90 ± 25,12				
PT.Ext.Sağ Diz 180°(Nm)	Ant.öncesi	11	113,81 ± 23,56	+26.54	24,97	-3,52	0,00**
	Ant.sonrası		140,36 ± 31,96				

\* p< 0,05 \*\* p< 0,01

Tablo 2'de Tam Squat Grubunun antrenman öncesi ve sonrası alınan Peak Torque ekstansiyon sağ diz 60° de anlamlı bir sonuç bulunmazken (p>0,05), Peak Torque sol diz 60° fleksiyonda, Peak Torque sol diz 180° fleksiyonda, Peak Torque sağ diz 60° fleksiyonda, Peak Torque sağ diz 180° fleksiyonda, Peak Torque sol diz 60° ekstansiyonda, Peak Torque sol diz 180° ekstansiyonda, Peak Torque sağ diz 180° ekstansiyonda istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tesbit edilmiştir (p< 0,01).

**Tablo 3:** Yarım Squat Grubunun Antrenman Öncesi ve Antrenman Sonrası Peak Torque (PT) Değerleri

Değişkenler	Ölçüm	n	Ortalama	Fark(cm)	SD	t	P
PT.Flex.Sol Diz 60° (Nm)	Ant.öncesi	11	123,63 ± 28,18	+9,81	29,75	-1,09	0,29
	Ant.sonrası		133,45 ± 22,38				
PT.Flex.Sol Diz 180° (Nm)	Ant.öncesi	11	90,81 ± 18,89	+24,45	13,10	-6,19	0,00**
	Ant.sonrası		115,27 ± 14,18				
PT.Flex.Sağ Diz 60°(Nm)	Ant.öncesi	11	114,63 ± 20,58	+21,63	13,23	-5,42	0,00**
	Ant.sonrası		136,27 ± 23,23				
PT.Flex.Sağ Diz 180°(Nm)	Ant.öncesi	11	79,00 ± 23,22	+29,81	15,58	-6,34	0,00**
	Ant.sonrası		108,81 ± 15,36				
PT.Ext.Sol. Diz 60°(Nm)	Ant.öncesi	11	214,00 ± 47,58	+3,36	36,69	-0,30	0,76
	Ant.sonrası		217,36 ± 37,243				
PT.Ext.Sol Diz 180°(Nm)	Ant.öncesi	11	116,90 ± 26,98	+29,81	15,58	-6,34	0,00**
	Ant.sonrası		138,45 ± 17,27				
PT.Ext.Sağ Diz 60°(Nm)	Ant.öncesi	11	215,90 ± 47,68	-3,09	35,01	0,29	0,77
	Ant.sonrası		212,81 ± 46,54				
PT.Ext.Sağ Diz 180°(Nm)	Ant.öncesi	11	109,72 ± 31,71	+31,36	25,61	-4,06	0,00**
	Ant.sonrası		141,09 ± 20,21				

\* p< 0,05 \*\* p< 0,01

Tablo 3'de Yarım Squat Grubunun Peak Torque sol diz 60° fleksiyon, sol ayak 60° ekstansiyon, sağ diz 60° ekstansiyonda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tesbit edilmemiştir (p>0,05). Peak Torque sol diz 180° fleksiyon, sağ diz 60° fleksiyon, sağ diz 180° fleksiyon, sol diz 180° ekstansiyon, sağ diz 180° ekstansiyon da istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tesbit edilmiştir (p< 0,01).

**Tablo 4:** Kontrol Grubunun Antrenman Öncesi ve Antrenman Sonrası Peak Torque (PT) Değerleri

Değişkenler	Ölçüm	n	Ortalama	Fark(cm)	SD	t	P
PT.Flex.Sol Diz 60° (Nm)	Ant.öncesi	11	124,90 ± 12,40	+1,00	3,63	0,91	0,38
	Ant.sonrası		125,90 ± 12,90				
PT.Flex.Sol Diz 180° (Nm)	Ant.öncesi	11	97,00 ± 16,38	0,00	1,09	0,00	1,00
	Ant.sonrası		97,18 ± 15,61				
PT.Flex.Sağ Diz 60°(Nm)	Ant.öncesi	11	122,81 ± 17,25	-0,09	1,22	0,24	0,81
	Ant.sonrası		122,72 ± 17,39				
PT.Flex.Sağ Diz 180°(Nm)	Ant.öncesi	11	109,72 ± 19,52	-0,18	1,32	0,45	0,65
	Ant.sonrası		109,54 ± 18,98				
PT.Ext.Sol Diz 60°(nm)	Ant.öncesi	11	209,45 ± 33,08	+0,09	1,04	2,28	0,77
	Ant.sonrası		209,54 ± 32,36				
PT.Ext.Sol Diz 180°(Nm)	Ant.öncesi	11	134,54 ± 28,50	-0,18	1,32	0,45	0,65
	Ant.sonrası		134,54 ± 28,79				
PT.Ext.Sağ Diz 60°(Nm)	Ant.öncesi	11	207,18 ± 31,83	+0,27	2,05	0,44	0,66
	Ant.sonrası		207,45 ± 31,43				
PT.Ext.Sağ Diz 180°(Nm)	Ant.öncesi	11	136,09 ± 27,90	+0,18	1,53	0,39	0,70
	Ant.sonrası		136,27 ± 28,02				

\*p&lt; 0,05 \*\* p&lt; 0,01

Tablo 4'de Kontrol Grubunun Peak Torque fleksiyon sağ diz 60° ve 180°de, sol diz 60° ve 180°de, ekstansiyon sağ diz 60° ve 180°de, sol diz 60° ve 180°de istatistiksel açıdan herhangi bir fark tespit edilememiştir (p> 0,05).

**Tablo 5:** Tam Squat, Yarım Squat, Kontrol Gruplarının Fleksiyon (Flex) ve Extansiyonda (Ext) Ortalama Güç (OG) Değerleri

Değişkenler	Ölçüm	Tam Squat Grubu n=11 (TS)	Yarım Squat Grubu n=11 (YS)	Kontrol Grubu n=11 (KG)	F	P Değeri
OG Flex. Sol Diz 60° (Watt)	Ant.öncesi	204,27 ± 32,66	199,00 ± 42,33	89,27 ± 9,80	47,07	TS-KG** YS-KG**
	Ant.sonrası	213,63 ± 41,41	212,54 ± 26,02	89,09 ± 9,97	67,88	TS-KG** YS-KG**
OG. Flex. Sol Diz 180° (Watt)	Ant.öncesi	118,54 ± 22,39	117,90 ± 27,11	186,72 ± 25,07	27,67	TS-KG** YS-KG**
	Ant.sonrası	133,09 ± 22,72	135,81 ± 14,64	185,36 ± 25,13	21,79	TS-KG** YS-KG**
OG.Flex. Sağ Diz 60° (Watt)	Ant.öncesi	228,33 ± 33,20	217,81 ± 51,74	90,54 ± 13,26	48,92	TS-KG** YS-KG**
	Ant.sonrası	225,81 ± 35,88	213,00 ± 42,98	90,36 ± 13,89	55,43	TS-KG** YS-KG**
OG.Flex. Sağ Diz 180° (Watt)	Ant.öncesi	118,54 ± 21,45	109,72 ± 31,71	186,27 ± 22,32	29,45	TS-KG** YS-KG**
	Ant.sonrası	132,45 ± 18,93	140,00 ± 16,57	185,09 ± 22,01	24,88	TS-KG** YS-KG**
OG.Ext. Sol Diz 60° (Watt)	Ant.öncesi	218,27 ± 29,19	140,66 ± 21,51	134,78 ± 23,20	32,66	TS-KG** YS-KG**
	Ant.sonrası	227,00 ± 41,92	150,22 ± 19,31	132,67 ± 22,95	41,41	TS-KG** YS-KG**
OG. Ext.Sol Diz 180° (Watt)	Ant.öncesi	126,20 ± 20,23	286,55 ± 52,15	273,22 ± 50,20	22,39	TS-KG ** YS-KG**
	Ant.sonrası	142,09 ± 21,60	319,00 ± 72,02	273,09 ± 50,36	22,72	YS-TS** TS-KG * YS-KG**
OG. Ext. Sağ Diz 60° (Watt)	Ant.öncesi	217,27 ± 36,50	120,77 ± 31,76	132,44 ± 25,92	33,20	TS-YS* TS-KG**
	Ant.sonrası	228,90 ± 25,12	127,77 ± 29,14	133,44 ± 25,67	35,66	TS-YS** TS-KG**
OG. Ext.Sağ Diz 180° (Watt)	Ant.öncesi	113,81 ± 23,56	256,44 ± 81,24	264,44 ± 59,30	21,45	TS-KG** YS-TS**
	Ant.sonrası	140,36 ± 31,96	274,22 ± 83,40	265,11 ± 59,51	18,93	YS-TS** TS-KG**

\*p&lt; 0,05 \*\* p&lt; 0,01

**AKKOYUNLU, Y., ŞENEL, Ö., EROĞLU, H., "Farklı Pozisyonlarda Uygulanan Squat Egzersizlerinin Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Kuvvet Gelişimine Etkilerinin İncelenmesi"**

Tablo 5'de, bütün grupların antrenman öncesi ve antrenman sonrası ölçüm parametreleri karşılaştırıldığında; antrenman öncesi ortalama güç ekstansiyon sağ diz 60°de, TS-YS arasında  $p < 0,05$  düzeyinde ve fleksiyon-ekstansiyon sol-sağ diz 60°-180° de TS-KG,YS-KG arasında  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı farklar tespit edilmiştir. Antrenman sonrası ortalama güç ekstansiyon sol diz 180° de TS-KG arasında  $p < 0,05$  düzeyinde, fleksiyon sol-sağ diz 60°-180° de TS-KG,YS-KG arasında  $p < 0,01$  düzeyinde, ekstansiyon sol-sağ diz 60°-180° de TS-KG,YS-KG arasında  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı farklar tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası alınan ortalama güç fleksiyon sol diz 60°/sn hızdaki ölçümlerine bakıldığında; gruplar arasında TS-KG,YS-KG, arasında antrenman öncesi ve antrenman sonrası anlamlı farklar tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki en fazla gelişmeyi +13,54 (Watt) ile yarım squat grubu sağlamıştır.

Araştırmaya katılan deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası alınan ortalama güç fleksiyon sağ diz 60°/sn hızdaki ölçümlerine bakıldığında gruplar arasında TS-KG,YS-KG, arasında antrenman öncesi ve antrenman sonrası anlamlı farklar tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki en fazla gelişmeyi +31,64 (Watt) ile yarım squat grubu sağlamıştır.

Deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası alınan ortalama güç fleksiyon sol diz 180°/sn hızdaki ölçümlerinde gruplar arasındaki farklara bakıldığında TS-KG,YS-KG, arasında antrenman öncesi ve antrenman sonrası  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı farklar tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki en fazla gelişmeyi +28,63 (Watt) ile yarım squat grubu sağlamıştır.

Araştırmaya katılan deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası alınan ortalama güç fleksiyon sağ diz 180°/sn hızdaki ölçümlerine bakıldığında; gruplar arasında TS-KG,YS-KG, arasında antrenman öncesi ve antrenman sonrası  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı farklar tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki en fazla gelişmeyi +34,72 (Watt) ile yarım squat grubu sağlamıştır.

Bu çalışmada deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası alınan ortalama güç ekstansiyon sol diz 60°/sn hızdaki ölçümlerine bakıldığında; gruplar arasında TS-KG,YS-KG, arasında antrenman öncesi ve antrenman sonrası  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı farklar tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki en fazla gelişmeyi +9,55 (Watt), ile yarım squat grubu sağlamıştır.

Araştırmaya katılan deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası alınan ortalama güç ekstansiyon sağ diz 60°/sn hızdaki ölçümlerine bakıldığında; Gruplar arasında TS-YS arasında antrenman öncesi  $p < 0,05$  düzeyinde, TS-KG  $p < 0,01$  düzeyinde, antrenman sonrası TS-YS,TS-KG arasında  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı sonuçlar tespit edilmiştir. Gruplar arasında en fazla gelişmeyi +11,63 (Watt), ile tam squat grubu elde etmiştir.

Yapılan çalışmada deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası alınan ortalama güç ekstansiyon sol diz 180°/sn hızdaki ölçümlerine bakıldığında; gruplar arasında antrenman öncesi TS-KG,YS-KG, arasında  $p < 0,01$  düzeyinde, antrenman sonrası TS-KG  $p < 0,05$  düzeyinde, YS-KG ve YS-TS arasında  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı sonuçlar tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki en fazla gelişmeyi +32,44 (Watt) ile yarım squat grubu elde etmiştir.

Araştırmaya katılan deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası alınan ortalama güç ekstansiyon sağ diz 180°/sn hızdaki ölçümlerine bakıldığında; gruplar arasında antrenman öncesi ve antrenman sonrası TS-YS,TS-KG arasında  $p < 0,01$  düzeyinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki en fazla gelişmeyi +26,55 (Watt) ile tam squat grubu elde etmiştir.

## **SONUÇ VE TARTIŞMA**

Tam squat yapabilmek için daha yüksek kas gücüne ihtiyaç duyulur. 0° ile 50° arasında dize uygulanan kuvvet minimum olduğu için diz fleksiyon çalışmaları sakatlık rehabilitasyonunda uygulanan yaygın yöntemlerdendir (3). Yine 90°nin üzerindeki (tam squat) çalışmalarda diz biyomekaniği temel bilgilerinde çalışma azlığının olduğu bilinmektedir <sup>1</sup>.

İzokinetik normal diz egzersizleri sırasında oluşan kuvvetlerin biomekaniksel özelliklerinin bilinmesi, yaralı diz izokinetik tork eğrisini değerlendirmede tanı ve rehabilitasyon açısından avantajlar sağlamaktadır. İzokinetik diz egzersizleri sırasında tibiofemoral ekleme baskı oluşturan en büyük güç 60°/sn hızdaki ve 180°/sn hızdaki 55°/sn'lik fleksiyon açısında oluşmaktadır ki, bu güç yaklaşık olarak vücut ağırlığının sırası ile 4 ve 3,8 katı civarındadır (6). Literatürde 60°/sn düşük, 180°/sn ise orta hızlar olarak adlandırılmaktadır (7).

Literatürde elektrik uyarımı ile yapılan izometrik çalışmalarda belli açısız hızlarda (0-180°/sn) izokinetik kuvvetin geliştiği ortaya konmuştur (8,9,10,11). Düşük açısız hızlarda izokinetik çalışma sadece düşük açısız hızlarda oluşturulabilen izokinetik kuvveti, yüksek açısız hızlarda izometrik çalışma ise sadece yüksek açısız hızlarda oluşturulabilen kuvveti spesifik olarak geliştirdiği belirtilmektedir (12,13,14). Sprint performansı için maksimum kuvvetin ön koşul olmadığı, sprint performansını belirleyen faktörün kuvvetten çok güç olduğu çeşitli araştırmalarda vurgulanmıştır (15,16). Yüksek hızlarda oluşturulabilen güç, düşük hızlarda oluşturulabilenden daha fazladır (17). Düşük açısız hızlar kuvveti spesifik olarak değildir. Normal yürüyüşte dizin açısız hızı 233°/sn iken sprint de 600°/sn civarındadır (18,19).

Sonuç olarak; farklı pozisyonlarda yapılan sekiz haftalık kuvvette devamlılık antrenmanının pozisyonlar incelendiğinde Cybex parametrelerinde antrenman öncesi; tam squat ile yarım squat arasında ortalama güç ekstansiyon sağ diz 60°/sn'de ve ekstansiyon sağ diz 180°/sn'de gelişmeler tespit edilmiştir. Ortalama güç ekstansiyon sol diz 180°/sn'de, ortalama güç ekstansiyon sağ diz 60°/sn'de, ortalama güç ekstansiyon sağ diz 180°/sn'de önemli gelişmeler kaydedilmiştir.

Ortalama Güç değerlerinde de fleksiyon yapan dizin ekstansiyon yapan dize nazaran daha fazla gelişme gösterdiğini görmekteyiz.

Yapılan araştırmanın diz fleksör ve ekstensör kaslara etkisinin eklem açısı ile doğrudan ilgili olduğunu görmekteyiz. Bunun sebebi ise; diz fleksör ve ekstensör kas grubu eklem açısının 140° ve 180° arasında sadece %25 oranında maksimum gücünü kullanması gösterilebilir. Literatürde 60°/sn düşük, 180°/sn ise orta hızlar olarak adlandırılmaktadır (7). Eğer eklem açısını kemiğin kasa bağlandığı yer olarak düşünürsek kasın çekme açısı küçüldükçe uygulanan kuvvette azalmaktadır. Kas açısına bağlı olarak ürettiği güç artıp azalmaktadır (20).

Uygulanan 'Squat' (Yarım Squat -Tam Squat) antrenmanının yarım squat pozisyonunun tam squat pozisyonuna göre diz ekstensör-fleksör kuvvet gelişimine etkisinin daha fazla olduğudur.

## KAYNAKLAR

1. Nagura, T., Dyrby, C.O., Alexander, E.J., Adriacchi, T.P.; Mechanical Loads at the Knee Joint During Deep Flexion, J. Orthp. Res. Jul. 20(49), 881-886, (2002).
2. Açıkada, C.; Kuvvetin Mekanik Temelleri, Antrenman Bilgisi Sempozyumu, Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu, Yayın No: 4, Sayfa:89-103, 24-25 Mayıs, (1991).
3. Escamilla, R. F.; Knee biomechanics of the dynamic squat exercise, Medicine & Science in Sports & Exercise, Vol.33, No.1, 127-141, (2001).
4. Chandler, J.T., Stone, M.H.; The Squat Exercise in Athletic Conditioning: A Review on the Literature. National Strength Condit. Assoc. J. 13(5): 51-60, (1991).
5. Klein, K.K.; The Deep Squat Exercise as Utilized in Weight Training for Athletes and Its Effects on the Ligaments of the Knee. JAPMR, 15(1): 6-11, (1961).
6. Kaufman, K.R.; Dynamic Joint in Forces During Knee Isokinetic Exercise. Am J Sport Med. 20: 2: 162-168, (1992).
7. Kannus, P., Beynon, B.; Peak Torque Occurrence in the Range of Motion During Isokinetic Extension and Flexion of the Knee, Int. J. Sports Med., Vol. 14, No.8, pp 422-426, (1993).
8. Eriksson, E., Haagmark, T., Hiesling, K.H., Karlsson, J.; Effect of Electrical Stimulation on Human Skeletal Muscle. Int. J Sports Med.: 18-22, (1981).
9. Romero, J.A., Sanfort, T.L., Schroeder, R.V., Fahey, T.D.; The Effect of Electrical Stimulation Normal Quadriceps on Strength and Girth. Med.Sci Sports Exerc, Vol.14, No.3, pp.194-197, (1982).
10. Selkowitz, D.M.; High Frequency Electrical Stimulation in Muscle Strengthening. The American J of Sports Med. Vol.17, No.1, pp.103-111, (1985).
11. Selkowitz, D.M.; Improvement in Isokinetic Strength of The Quadriceps Femoris Muscle After Training With Electro- Stimulation. Physical Therapy, 65: 186-196, (1985).
12. Ewing, J.L., Wolf, D., Rogers, M.A., Amundson, M.L., Stull, G.A.; Effect of Velocity of Kinematic Training on Strength, Power and Quadriceps Muscle Fibre Characteristics, Eur. J of Appl Physiol 61: 162-169, (1990).
13. Rochangar, P., Morvan, R., Jan, J., Dasonville, J., Beillot, J.; Isokinetic Investigation of Knee Extensors and Flexors in Young French Soccer Players, Int J of Sports Med. Vol: 9, pp. 448-450, (1983).
14. Yates, J.W.; Speed Specific Eccentric Training and Torque Velocity Curve, Med Sci Sports Exerc, 22: s 9 (53), (1990).
15. Farrar, M., Thorland, W.; Relationship Between Isokinetic Strength and Sprint Times in College-age men. J. Sports Med.24:358-72. (1987).
16. Lakomy, H.K.A.; Ergometer For Measuring The Power Generated During Sprinting, The J of Physiol, pp. 435-33, (1984).
17. Knuttgen, H.G.; Force, Work, Power and Exercise, Med Sci Sports Exerc, Vol. 10, No.3, pp. 227-229, (1978).
18. Stafford, M.G., Grana, W.A.; Hamstring/ Quadriceps Ratios in College Football Players: A High Velocity Evaluation. The American J. Sport. Med. Vol.21, No.3, pp.209-211, (1984).
19. Alexander, M.J.L.; Peak Torque Values for Antagonist Muscle Groups and Concentric and Eccentric Contraction Types for Elite Sprinters. Arch Phys Rehabil 71:334-339, (1990).
20. Fox, E.L., Bowers, R.W., Foss, L.M.; The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, Saunders College Publishing, pp.62-82, (1988).