

## OXFORD VE DE LORME GÜÇLENDİRME EGZERSİZLERİNİN ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI\*

Mehmet KUTLU<sup>1</sup>

Vural KAVUNCU<sup>3</sup>

Nazmi ŞEKERCİ<sup>2</sup>

Recep ÖZMERDİVENLİ<sup>1</sup>

Ayhan KAMANLI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Elazığ – TÜRKİYE  
<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Elazığ – TÜRKİYE  
<sup>3</sup>Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Afyon – TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 08.08.2001

### Comparison of the Efficiency of Oxford and De Lorme Powering Exercise Tests

#### Summary

Several exercise programmes are performing with the aim of gaining success, increasing the power and endurance. The aim of this study was to compare the effects of two-exercise type on quadriceps muscle using computerised En-Tree block load test.

Thirty volunteered healthy young subjects were randomly divided into three groups. In the first study group De Lorme, in the second study group Oxford exercise technique was used for giving exercise to the quadriceps of the dominant side five days a week for three weeks. No exercise was performed in the control group. 10 REM (repetition maximum) values of each subject were determined. In the first group exercise was started from 100% of the 10 REM value followed by 75 and 50% of the 10 REM value. The 10 REM values were re-evaluated each week. Calf diameter, quadriceps peak power (PP) and peak force (PF) values were determined. SPSS for Windows was used for statistical analysis.

There was no significant change during the study in the measured parameters of the control group. Significant increase in 10 REM values observed in the last week De Lorme technique, and in the second week for Oxford technique ( $p<0.05$ ). The largest increase in extremity diameter was observed 15 cm above the patella (First group:  $45.7\pm 2.4$ -  $47\pm 2.3$ , Second group:  $46.4\pm 3.5$ -  $48\pm 4.2$ , control:  $44.9\pm 3.3$ - $45.4\pm 3.4$ ) ( $p<0.01$ ). Mean PP and PF values were significantly increased after the third week in both exercise test groups.

**Key Words:** Oxford, De Lorme, exercise

#### Özet

Sporda başarıyı yakalamak, kas gücü ve dayanıklılığını artırmak için değişik egzersiz programları uygulanmaktadır. Bu çalışmada; bilgisayarlı En-Tree makara ağırlık sistemi kullanılarak kuadriseps adalesinde iki değişik güçlendirme yönteminin etkileri karşılaştırıldı.

Otuz gönüllü, sağlıklı ve genç erkeklerden randomize üç grup oluşturuldu. 1. çalışma grubuna dominant taraftaki kuadriseps kasına De Lorme, 2. çalışma grubuna ise Oxford egzersiz tekniği ile üç hafta süreyle ve haftada beş gün egzersiz yaptırıldı. Kontrol grubuna herhangi bir uygulama yapılmadı. Her bireyin önce 10 maksimum tekrar (REM) (repetition maximum) değeri tespit edildi. Birinci gruba 10 REM değerinin %50'si ile başlatılarak, %75 ve %100 şeklinde artan 3 set uygulandı. Her set 10 tekrardan oluştu. İkinci grubta ise çalışma, 10 REM değerinin %100'ü ile başlanılıp %75'i ve %50'si şeklinde bitirildi. 10 REM değerleri her hafta yeniden değerlendirildi. Deneklerin diz üstü çevre ölçümleri, kuadriseps adalesinde PP (peak power) ve PF (peak force) değerleri belirlendi. İstatistiksel analiz için Windows ortamında SPSS programı kullanıldı.

Kontrol grubundaki olgularda ölçülen parametrelerde çalışma süresince anlamlı bir değişiklik olmadı. 10 REM değerlerinde De Lorme tekniği ile çalışanlarda son haftada, Oxford tekniği ile çalışanlarda ise ikinci haftada anlamlı artış gözlemlendi ( $p<0.05$ ). Ekstremitte çevresi ölçümlerinde egzersiz uygulananlarda en belirgin artış patellanın 15 cm üzerinde (1.grup:  $45.7\pm 2.4$ -  $47\pm 2.3$ , 2.grup:  $46.4\pm 3.5$ -  $48\pm 4.2$ , kontrol:  $44.9\pm 3.3$ - $45.4\pm 3.4$ ) elde edildi ( $p<0.01$ ). Ortalama PP ve PF değerleri her iki egzersiz grubunda üçüncü haftadan itibaren anlamlı bir şekilde artış gösterdi.

\* XVIII. Ulusal Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kongresi 12-17 Mayıs Antalya'da bildiri olarak sunulmuştur.

Bu çalışmada; her iki egzersiz tekniğinin de kas gücünü artırdığı ve kas hipertrofisi oluşturduğu ancak birbirlerinden farklı olmadığı sonucuna varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Oxford, De Lorme, egzersiz

## Giriş

Rehabilitasyon programlarında kasların güçlendirilmesi önemli bir yere sahiptir. Kas gücü ölçümleri rehabilitasyon programlarının planlanmasında ve gelişmelerin takibinde kullanılmaktadır (1). Terapötik egzersizler, fiziksel sakatlığı önleyen veya tedavi eden özel protokollerle sınırlı, bir takım kontrollü hareketler olarak tanımlanmaktadır. Egzersiz protokollerinde kişinin bireysel ihtiyaçlarına bağlı olarak, koordinasyonu geliştirme, fleksibilite, eklem hareket açıklığı, kas gücü ve endurans ile kardiovasküler uyumu arttırmak gibi amaçlar hedeflenir. Terapötik egzersizler ile vücuda uygun tip ve miktarda stres uygulayarak adaptasyon sağlanmaya çalışılır. "Aşırı yüklenme (overload) prensibine göre fonksiyonel kapasiteyi arttırmak için doku yada organizmaya kapasiteden fazla yüklenmek gerekir. Bunun tersine eğer yük azaltılırsa fiziksel kondisyon kaybedilir (2,3).

Progressif dirençli egzersizler (PRE) kas performansını arttırmak amacıyla diz eklemi ve çevre dokuları kuvvetlendirmek için uzun zamandan beri kullanılan egzersiz tipleridir. Bu amaçla uygulanan değişik egzersiz protokolleri vardır. Oxford ve De Lorme güçlendirme teknikleri bu amaçla geliştirilmiş protokollerdendir. Kasın bir seferde kaldırabileceği maksimum ağırlık; 1 REM (1 repetition maksimum) ve kasın 10 kez kaldırabileceği maksimum ağırlık olarak tanımlanır ve kuvvetlendirme protokollerinde sıkça kullanılan terimlerdir (4,2,5).

Bu çalışmamızda sağlam bireyler üzerinde iki değişik progresif dirençli egzersizin (Oxford ve De Lorme) kuadriseps femoris kası üzerine etkileri bilgisayarlı En-Tree makara ağırlık sistemi kullanılarak araştırıldı.

## Materyal ve Metot

### *Çalışma Gruplarının Belirlenmesi*

Çalışma sistemik bir hastalığı bulunmayan ve dizinden herhangi bir operasyon geçirmeyen 30 sağlıklı ve spor yapmayan 15-30 yaş arası erkek bireyler üzerinde gerçekleştirildi.

Denekler, randomize 10'ar kişilik 3 gruba ayrıldı. 1. Grup Oxford egzersiz protokolü, 2. Grup De Lorme egzersiz protokolü ve 3. Grup da egzersiz yapmayan grup olarak belirlendi.

Çalışmada Oxford yada De Lorme 10 REM (Repetition Max), PATELLA, PATELLA 5 cm üstü,

PATELLA 10 cm üstü, PATELLA 15 cm üstü, PP (Peak Power), PF (Peak Force), AVGP (Average Peak Force) ve AVGPP (Average Peak Power) değerleri arasındaki farklılıklar araştırıldı.

### *Egzersiz Yöntemlerinin Uygulanması*

Oxford ve De Lorme güçlendirme tekniğinde her denek için öncelikle 10 REM (maksimum 10 tekrar) değerleri tespit edildi. De Lorme güçlendirme tekniğinde belirlenen 10 REM değerinin önce %50'si, %75'i ve %100'ü 10 tekrarlı üç set olmak üzere, Oxford tekniğinde ise belirlenen 10 REM değerinin önce %100'ü sonra %75'i ve en son %50'si 10 tekrarlı üç set uygulandı. Her bir kontraksiyon arasında 30 sn'lik dinlenme sağlandı. Egzersizler hafta içi 5 gün olmak üzere 15 gün süreyle uygulandı. Her hafta başı 10 REM tekrar sayısı belirlenerek o hafta çalışılacak ağırlık saptandı. Belirlenen 10 REM değeri kilogram cinsinden ölçüldü.

Oxford ve De Lorme teknikleri için Enraf Nonius Marka Bilgisayarlı izotonik halka sistemli egzersiz cihazı kullanıldı, Yapılan egzersizlerin değerleri En-Tree M yazılım programı kullanılarak analiz edildi.

Bu arada bireyler egzersiz sonlarına doğru bütün kuvvetlerini uygulamaları için kenardan motive edildiler.

### *İstatistiksel Değerlendirme*

İstatistiksel analizde grupta yer alan denek sayısının az olması nedeniyle non parametrik testler kullanıldı. Bu amaçla birden fazla bağımsız grubun karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi kullanıldı. Anlamlı farklılık bulunanlarda ikili karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi yapılarak gerçekleştirildi. Sıralı ölçümlerin farklılıklarını araştırmada Friedman testi ve Wilcoxon bağımlı grup testleri kullanıldı.

## Bulgular

Her üç grupta yer alan olguların yaş ortalamaları ve başlangıç bacak çevresi ölçümleri ile ortalama 10 REM, PP ve PF değerleri tablo 1 de gösterilmektedir. Buna göre yaş, bacak çevresi ölçümleri ve 10 REM değerleri yönünden homojen bir dağılım gösterirken, ortalama PP ve PF değerlerinin ikinci grupta yüksek olduğu görülmektedir.



**Tablo 1.** Deneklerin çalışma başlangıcında ölçülen ilk değerleri

	1. Grup	2. Grup	3. Grup	p
Yaş (yıl)	23.6 ± 3.06	26.0 ± 2.49	24.4 ± 1.83	>0.05
Patella çevresi (cm)	36.8 ± 1.75	37.1 ± 1.41	36.1 ± 1.86	>0.05
Patella 5cm. üstü (cm)	37.6 ± 2.31	38.6 ± 2.49	37.7 ± 2.55	>0.05
Patella 10 cm. üstü (cm)	40.5 ± 2.57	41.8 ± 2.94	39.9 ± 2.79	>0.05
Patella 15 cm. üstü (cm)	45.7 ± 2.38	46.3 ± 3.49	44.9 ± 3.33	>0.05
10 REM (kg)	17.6 ± 1.57	17.8 ± 1.47	18.2 ± 1.75	>0.05
Peak power	137.7 ± 47.30	214.4 ± 42.30	148.0 ± 41.90	0.002*
Peak force	64.1 ± 15.20	117.6 ± 23.30	79.7 ± 14.10	0.001*

\*p&lt;0.01 anlamlı farklılık

**Tablo 2.** Çalışma öncesi ve sonrası değerler arasındaki farkların karşılaştırılması

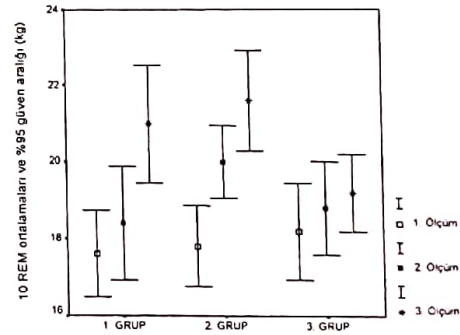
Fark Ortalaması ± SD	1. Grup	2. Grup	3. Grup	P
Patella (cm)	0.36 ± 0.43	0.36 ± 0.63	0.12 ± 0.66	0.48
Patella 5 cm. üstü (cm)	0.43 ± 0.42	0.44 ± 0.54	0.28 ± 0.91	0.39
Patella 10 cm üstü (cm)	1.29 ± 0.92	0.97 ± 0.99	0.08 ± 1.3	0.08
Patella 15 cm. üstü (cm)	1.27 ± 0.44	1.6 ± 1.2	0.18 ± 0.31	0.001*

Mann-Whitney U Testi 1. Grup – 2. Grup: p=0.68, 1. Grup – 3. Grup: p&lt;0.001\*, 2. Grup – 3. Grup: p=0.004\*

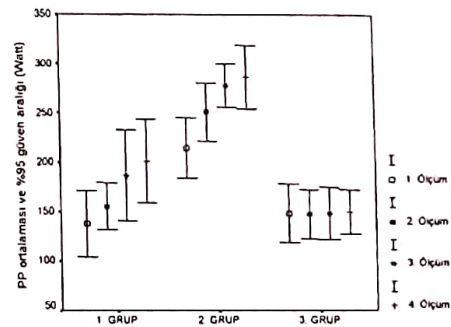
Çalışma bitiminde kontrol grubunda yer alan olguların bacak çevre ölçümlerinde anlamlı bir artış bulunmazken egzersiz verilen her iki grupta da anlamlı artışlar olmuştur. Bu artış en belirgin olarak patellanın 15 cm. üstünde olmuş ve kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (p <0.001) (Tablo 3).

De Lorme tekniği ile çalıştırılanlarda 10 REM değerleri sırasıyla ortalama olarak 17.6 kg, 18.4 kg ve 21 kg (p<0.001), Oxford tekniği ile çalıştırılanlarda 17.8 kg, 20 kg ve 21.6 kg (p<0.001), kontrol grubunda ise 18.2 kg, 18.8 kg ve 19.2 kg (p>0.05) olarak gerçekleşti. De Lorme tekniği ile çalışanlarda başlangıca göre anlamlı artış son hafta içinde olurken Oxford tekniği ile çalışanlarda 2. haftada 10 REM değerleri anlamlı olarak artmıştır (Şekil 1).

Ortalama PP (Peak Power) ve PF (Peak Force) ölçümleri her tedavi haftası başlangıcında ve çalışma sonunda olmak üzere her denek için toplam 4 kez ölçüldü. De Lorme tekniği ile çalıştırılanlarda PP değerleri sırasıyla ortalama olarak 137.7 W, 155.2 W, 186.6 W ve 201.3 W (p<0.001), Oxford tekniği ile çalıştırılanlarda 214.4 W, 251.1 W, 278.1 W ve 286.7 W (p=0.001), kontrol grubunda ise PP değerleri 148.7 W, 147.7 W, 148.9 W ve 150 W (p>0.05) bulundu. Her iki egzersiz grubunda da değerler 3. ölçümden itibaren anlamlı bir şekilde artmaya başlamıştır (Şekil 2).



**Şekil 1.** Her üç gruptaki olgularda yapılan üç ardışık ölçümde 10 REM değerleri (Farkların karşılaştırılması: Kruskal wallis: p= 0.003; Mann-Whitney U Testi: 1. Grup – 2. Grup: p=0.74, 1. Grup – 3. Grup: p=0.004\*, 2. Grup – 3. Grup: p=0.003\*)



**Şekil 2:** Her üç gruptaki olgularda yapılan dört ardışık ölçümde ortalama PP değerleri (Farkların karşılaştırılması: Kruskal wallis: p= 0.001; Mann-Whitney U Testi: 1. Grup – 2. Grup: p=0.85, 1. Grup – 3. Grup: p=0.01\*, 2. Grup – 3. Grup: p=0.005\*)

**Tablo 3** Olguların başlangıç 10 REM değerleri ile çalışma süresince 10 REM, diz çevresi ölçümleri, ortalama PP ve PF kazançları arasındaki bağıntı analizi

	ÇS 10 REM farkı	DÇ farkı Patella	Çevre Patella 5 cm. üstü	Çevre Patella 10 cm. üstü	Çevre Patella 15 cm. üstü
Başlangıç 10 REM	r=-0.2 p=0.12	r=0.17 p=0.34	r=-0.31 p=0.08	r=0.07 p=0.67	r=-0.03 p=0.84
ÇS 10 REM farkı		r= 0.002 p=0.9	r=0.30 p=0.1	r= 0.20 p=0.26	r=0.72 p<0.001***
ÇS ortalama PP farkı	r=0.64 p<0.001***	r=0.02 p=0.90	r=0.11 p=0.5	r=0.12 p=0.5	r=0.43 p=0.019*
ÇS ortalama PF farkı	r=0.57 p=0.001**	r= 0.11 p=0.5	r=0.17 p=0.36	r=0.25 p=0.16	r=0.44 p=0.015*

\*p&lt;0.05

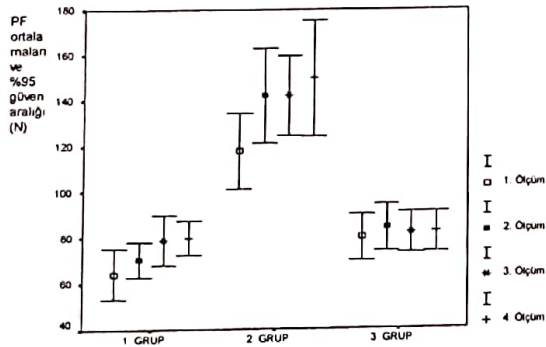
\*\*p&lt;0.01

\*\*\*p&lt;0.001

ÇS: Çalışma sonrası

DÇ: Diz çevresi

De Lorme tekniği ile çalışanların PF değerleri ise ölçüm sırasına göre 64.1 N, 70.2 N, 78.6 N ve 79.5 N (p=0.005), Oxford tekniği ile çalışanlarda 117.6 N, 141.8 N, 141.9 N ve 149.5 N (p=0.006), kontrol grubunda olanlarda da 79.7 N, 83.8 N, 81.8 N ve 82.1 N (p>0.05) olarak bulundu. Birinci grupta olanlarda artış 2. haftadan itibaren anlamlı olurken, İkinci egzersiz grubunda olanlarda ilk haftadan itibaren anlamlı bir artış gerçekleşmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Her üç gruptaki olgularda yapılan dört ardışık ölçümde ortalama PF değerleri (Farkların karşılaştırılması: Kruskal wallis: p= 0.005; Mann-Whitney U testi :1. Grup – 2. Grup: p=0.12, 1. Grup – 3. Grup: p=0.01\*, 2. Grup – 3. Grup: p=0.005 \*)

Çalışma sonunda 10 REM, ortalama PP ve ortalama PF değerlerinde oluşan artışlar Oxford ve De Lorme egzersiz gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı bir artış olmuş birbirleri arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (p>0.05). Çalışma süresince artırılan çalışma kilosu (10 REM farkı) ile patellanın 15 cm üstünde bacak çevresinde olan hipertrofi arasında kuvvetli bir bağıntı bulunmuştur. Gene ortalama PP ve PF değerlerinde ki kazanç ile 10 REM farkı arasında kuvvetli, patellanın 15 cm üstünde bacak çevresinde olan hipertrofi ile orta derecede bir bağıntı bulunmuştur (Tablo 3). Başlangıç 10 REM değerinin ise kazanılan 10 REM

değeri yada kas hipertrofisi ile ilişkili olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak her iki egzersiz tekniği uygulaması kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde olmak üzere, bacak çevresinde hipertrofi ve kantitatif olarak 10 REM, PP ve PF değerlerinde artış elde edilmiştir. Bu artış 2. tedavi haftasından sonra ortaya çıkmaktadır. Her iki egzersiz tekniği arasında etkileri açısından bir fark bulunmamış, sadece Oxford tekniği ile PF değerlerinde daha erken bir artış gözlenmiştir. 10 REM değerinin artırılma oranı, kas hipertrofisi ile kas gücü-kuvveti gibi parametrelerdeki artış üzerinde belirleyici olmaktadır

## Tartışma

Sinovyal eklemlerin amacı bireyin hareketini ve onun çevresi ile olan etkileşimini sağlamaktadır. Kuvvet ve hareket kasların koordineli kontraksiyonu ve diğer anatomik yapıların katkısıyla, eklem stabilitesi ise pasif yada fonksiyonel olarak sağlanır. Pasif eklem stabilitesi eklem geometrisi, mekanik yapısı ile fonksiyonel stabilite ise fiziksel aktivite sırasında kasların kontraksiyonuyla sağlanır. Böylece eklem aktivite sırasında mobil fakat stabildir. Bilindiği gibi aktif korunmada kaslar çok önemlidir.

Yürüyüşte kas aktivitesinin çoğu vücudu ileri doğru itmekten çok enerji absorpsiyonu içindir. Bu hem diz, hem ayak bileği için geçerlidir. Bu çalışmadaki temel amaç alt ekstremitede dizin primer stabilizatörü olan M. Kuadriseps Femorisin güçlendirilmesidir. Kuadriseps femoris kasını güçlendirmeye yönelik iki rezistif egzersiz programını karşılaştırılmıştır. Enraf Nonius marka cihazla En-Tree M programında kuadriseps femoris kasının kantitatif ölçümü, hipertrofi derecesi ve kuvvet artışı sonuçları karşılaştırmada ana değerler olarak ele alındı.



Genellikle diz eklemine kas ve bağlarını kullanmak için öncelikle izometrik egzersizler tercih edilir. Kuadriseps femoris adalesinin kuvveti dört ve üzeri ise Progressif Rezistif Egzersiz (PRE) uygulanır. PRE'ler kas performansını ve kas gücünü arttırmak için günümüzde en sık kullanılan egzersizlerdir. PRE'lerin temel etkileri kasta hipertrofi, güç, endurans ve dayanıklılığı artırmasıdır (3). Bu çalışmada PRE tekniklerinden Oxford ve De Lorme teknikleri kullanılmıştır (6).

Güçlendirme teknikleri sırasında kuadriseps Femoris kası ve antagonisti olan hamstringler aynı anda çalışma aktivitesi gösterirler. Bir kas grubu konsantrik kontraksiyonda iken diğer kas grubu eksantrik kontraksiyondadır. Bu nedenle hem hamstringler hem de kuadriseps'in aynı egzersizle güçlendirilmesine imkan sağlar (7,8).

Diz eklemi çevresi kasları ve bağları kuvvetlendirmek için daha önce yapılan diz performansını artırıcı ve kuadriseps'in hipertrofisini gösteren birçok çalışma yapılmıştır (9,10,11,12). Kapalı kinetik zincir egzersizleri kullanarak diz eklemi ile ilgili kasları güçlendirmek mümkündür (13). Eklem normal işlevini sürdürebilmesi anatomik eklem bütünlüğünün korunmasına bağlıdır. Koruyucu kas refleksleri normal eklem hareket açıklığı içinde eklemi koruyan somatik kaslar harekettedir. Eğer kaslar uygun koordine edilemez ve yük karşılanamazsa kartilaj hasarı kaçınılmaz olacaktır (14,15,16).

Bu çalışmada hiç egzersiz yapmayan kontrol grubunun bacak çevre ölçümlerinde anlamlı bir artış bulunmazken, egzersiz yaptırılan her iki grupta da

anlamlı artışlar bulunmuştur. De Lorme tekniği ile çalışanlarda başlangıca göre anlamlı artış bulunurken, Oxford tekniğinde ise 2. haftada 10 REM değeri anlamlı olarak artmıştır. Unilateral OA'lı bir hasta grubuna yapılan bir kantitatif kas güçlendirme rehabilitasyon programı (QPE) uygulanmış, benzer şekilde izometrik, izotonik, dayanıklılık ve hızda belirgin gelişme kaydedildiği rapor edilmiştir (9).

Her iki egzersiz grubunda da Ortalama PP ve PF değerleri 3. ölçümden itibaren anlamlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Çalışma sonunda 10 REM ortalama PP ve ortalama PF değerlerindeki artış egzersiz gruplarında anlamlı iken kontrol grubunda herhangi bir artış meydana gelmemiştir. Kas hipertrofisi açısından her iki egzersiz grubunda patella üstü 15 cm'de anlamlı artış bulunurken, kontrol grubunda anlamlı artış bulunamadı. Bunun yanı sıra çalışma süresince artırılan çalışma kilosu (10 REM farkı) ile patellanın 15 cm üstünde bacak çevresinde olan hipertrofi arasında kuvvetli bir bağlantı bulundu.

Sonuç olarak her iki egzersiz tekniği uygulamasıyla, kontrol grubu karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde olmak üzere bacak çevresinde hipertrofi ve kantitatif olarak da 10 REM PP ve PF değerlerinde artış elde edilmesi her iki tekniğinde birbirine herhangi bir üstünlüğü olmadığını göstermiştir. De Lorme tekniğinde ağırlığın azdan çoğa gitmesi daha iyi tolere edildiği için daha avantajlı bir teknik olarak kabul edilebilir. Fakat her iki teknikte de artırılan 10 REM değerleri bütün parametreleri pozitif yönde etkilemektedir.

## Kaynaklar

1. Bahannan RW. Muscle test scores and dynamometer test scores of knee extension strength. Arch Phys Med Rehabil 1990; 71: 729-734.
2. De Latuer B, Lehmann F, Furdyce EW. A test of De Lorme axiom. Arch Phys Med 1968; 49: 245-248.
3. Dursun H, Ölgül A. Tedavi edici egzersizler. In: Oğuz H. Editor. Tıbbi rehabilitasyon. İstanbul. Nobel Tıp Kitapevi 1995.
4. De Lateur JB. Exercise for strength and endurance. In: Basmajian JV. Editor. Therapeutic exercise, 4<sup>th</sup> Ed. Baltimore. William&Wilkins 1984.
5. Schram AD. Resistance exercises. In: Basmajian JV Editor. Therapeutic exercises 14<sup>th</sup> Ed. Baltimore. Williams&Wilkins 1984.
6. Zinovieff AN. Heavy resistance exercise: The "Oxford" technique. Br J Phys Med 1951; 14: 129-132.
7. Beynon BD, Johnson RJ. Knee. Relevant biomechanics. In: DeLee JC and Drez D Editors. Orthopaedic sports medicine. Philadelphia. WB Saunders Comp 1994.
8. Prentice WE. Muscular strength and endurance. In: Prentice WE Editor. Rehabilitation techniques in sport medicine. 2<sup>nd</sup> Ed. Baltimore. Mosby Year Book 1994.
9. Fisher NM, Gresham G, Pendergast DR. Effects of a Quantitative progressive rehabilitation program applied unilaterally to the osteoarthritic knee. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74: 1319-1323.
10. Fisher NM, Gresham GE, Abrams M, Hicks J, Horrigan D, Pendergast DR. Quantitative effects of physical therapy on muscular and functional performance in subjects with osteoarthritis of the knee. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74: 841-846.

11. Lutz GE, Palmitier RA, Chao EYS. Compression of tibiofemoral Joint Forces during Open-kinetic Chain and Closed kinetic-chain exercises. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 75: 732-739.
12. Lutz GE, Stuart MJ, Sim FH. Rehabilitative techniques for athletes after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Mayo Clin Proc* 1990; 65: 1322-1329.
13. Jeckins WL, Munns SW, Jayaraman G, Wertzberg KL, Neely K. A measurement of anterior tibial displacement in the closed and open kinetic chain. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 25: 49-56.
14. Hurley MV. The role muscle weakness in the pathogenesis. *Rheum Dis Clin North Am* 1999; 25: 283-298.
15. Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1997; 56: 641-648.
16. O'Connor BL, Brant KD. Neurogenic factors in the etiopathogenesis of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 1993; 19: 581-605.