

Süspansiyon Egzersiz Programının Denge ve Fiziksel Performans Üzerine Etkileri

Pınar Çavlan

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsüne Fizyoterapi ve Rehabilitasyon dalında Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Doğu Akdeniz Üniversitesi
Şubat 2017
Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Mustafa Tümer
L. E. Ö. A Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Yüksek Lisans derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Ender Angın
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölüm Başkanı

Bu tezi okuyup değerlendirdiğimizi, tezin nitelik bakımından Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Yüksek Lisans derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarız.

Yrd. Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgil
Tez Danışmanı

Değerlendirme Komitesi

1. Prof. Dr. Mehtap Malkoç

2. Prof. Dr. Emine Handan Tüzün

3. Yrd. Doç. Dr. Ender Angın

4. Yrd. Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgil

5. Yrd. Doç. Dr. Yasin Yurt

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate and compare the effects of TRX suspension exercises on balance and physical performance in healthy individuals. The study started with two groups; the study group and the control group with 42 individuals for each, whose ages were between 20 – 45. In the study period, 1 individual from the control group was excluded because of orthopedic problem, 1 individual did not attend in the final evaluation; and 2 individuals from the exercise group were excluded from the study due to their inability to continue the exercise program. The research was completed with 40 individuals (20 women, 20 men) of the control group and 40 individuals (21 women, 19 men) of the study group. At the beginning of the study, participants were given preliminary evaluations of static and dynamic balance, explosive strength, flexibility, strength and endurance. In the assessments of these, respectively; single leg stance test, Y-balance test, standing long jump test and single leg (left and right) long jump tests, sit and reach test, sit up and back extension tests were used. After 8 weeks without exercise for the control group and 2 sessions of TRX exercises per week for 8 weeks, the same evaluations were repeated for all parameters. According to the results of the study, the difference between the preliminary and final evaluations of any parameter in the control group was found to be statistically insignificant; a statistically significant difference was found between pre- and post-tests in all evaluations, including static and dynamic balance, explosive strength, flexibility, core strength and endurance of the group performing TRX exercises. In the study group these values were higher than the control groups' values. In our study, it was concluded that TRX suspension exercises were very effective in improving static and dynamic balance, explosive strength and

flexibility in healthy individuals, as well as increasing muscle strength and endurance in the core region.

Keywords: suspension exercises, balance, flexibility, core strength

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, TRX süspansiyon egzersizlerinin sağlıklı bireylerdeki denge ve fiziksel performans üzerine etkilerinin araştırılması ve karşılaştırılmasıdır. Araştırmaya, çalışma grubu ve kontrol grubu olmak üzere her bir grup için 42 bireyden oluşan, 20 – 45 yaş aralığında iki grup ile başlandı. Çalışma sürecinde, kontrol grubundan 1 birey ortopedik rahatsızlığı nedeniyle, 1 birey son değerlendirmeye katılmaması nedeniyle; çalışma grubundan ise 2 birey egzersiz programına devamsızlıkları nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Kontrol grubunda 40 birey (20 kadın, 20 erkek) ve çalışma grubunda 40 birey (21 kadın, 19 erkek) ile araştırma tamamlandı. Araştırmanın başında, katılımcıların statik ve dinamik denge, patlayıcı kuvvet, esneklik, kuvvet ve enduranslarının değerlendirmesinde sırası ile; tek ayak üzerinde durma testi, Y-Denge testi, durarak uzun atlama ve tek ayak (sağ ve sol) uzun atlama testleri, otur uzan testi, mekik ve sırt ekstansiyon testleri kullanıldı. Kontrol grubu için 8 haftalık ara dönem (egzersiz yapılmayan) ve çalışma grubu için 8 hafta boyunca haftada 2 seans TRX egzersizleri uygulamasının ardından; tüm parametreler için aynı değerlendirmeler tekrarlandı. Çalışmanın sonuçlarına göre, kontrol grubunda herhangi bir parametrenin ön ve son değerlendirmeleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulunurken; TRX egzersizleri yapan grubun statik ve dinamik denge, patlayıcı kuvvet, esneklik, core kuvveti ve enduransı olmak üzere tüm değerlendirmelerde ön ve son testler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı. Son değerlendirmelerde, dinamik denge, patlayıcı kuvvet, esneklik, kuvvet ve endurans istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdi. Bu değerler çalışma grubunda, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulundu. Çalışmamızda, TRX süspansiyon egzersizlerinin, sağlıklı bireylerde statik

ve dinamik dengeyi, patlayıcı kuvveti ve esnekliği geliştirmesinin yanı sıra, core bölgesi kas kuvveti ve enduransının artırılmasında da çok etkili olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: süspansiyon egzersizleri, denge, esneklik, lumbopelvik kalça kompleksi kuvveti

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde yardımcı olan, çalışmanın başlangıcından bitimine kadar tüm süre boyunca, araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yazımında bilimsel katkıları ve her türlü desteği ile yol gösteren tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgil'e;

Akademik katkıları, fikirleri, önerileri ile destek olan, güler yüzü ve konuşmaları ile beni hep cesaretlendirmiş olan Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Mehtap Malkoç'a;

Bilimsel katkı, öneri ve desteği ile her zaman yanımda olduğunu hissettiğim Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölüm Başkanı Sayın Yrd. Doç. Dr. Ender Angın'a;

Çalışma grubunun oluşmasını ve her türlü olanağı sağlayan Fitstop Studio Spor Salonu Direktörü, TRX eğitmeni Berkay Bender'e, ve zamanlarımı ayırıp gönüllü olarak çalışmada yer alan tüm katılımcılara;

Çalışmanın istatistik analizlerini büyük bir özveri ve ilgi ile yapan, Sayın Doç. Dr. İlker Etikan'a, ve ayrıca power analizindeki yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Levent Eker'e;

Birlikte yola çıktığım ve daima bana moral ve destek veren, saplanıp kaldığım yerlerde at gözlüklerimi çıkarmama yardımcı olan değerli meslektaşlarım Uzm. Fzt. Emine Can ve Uzm. Fzt. İsmet Kazaz'a, ve tezimin bitip bitmediğini her fırsatta sorarak beni strese sokan ve bu yolla motive eden Uzm. Fzt. Musa Muhtaroglu'na;

Kocaman yüreği ve sevgisi ile hep yanımda olan, demotive olduğum anda beni nasıl rahatlatacağını ve toparlayacağını en iyi bilen ve beni en iyi anlayan, “iyi ki”m, huzur kaynağım sevgili Muzaffer Cenksoy’a;

Doğduğum andan itibaren, her zaman en büyük desteğim olan sevgili annem Dt. Nesrin Çavlan, sevgili babam Dt. Halil Çavlan; doğduğu andan itibaren benim “büyük” dayanağım, biricik kardeşim Barış Çavlan’a ve eşi Meliha Çavlan’a; ve doğurduğum andan itibaren, 8 yıldır yaşama tutunma sebebim, can dostum ve hayat arkadaşım olan, olgun tavırlarıyla küçük yaşında annesine yardım etmeye çalışan biricik oğlum Yankı’ma

İÇTEN VE SONSUZ TEŐEKKÜRLERİMİ SUNARIM.

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT.....	iii
ÖZ	v
TEŞEKKÜR.....	vii
KISALTMALAR	xiii
TABLO LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
1 GİRİŞ	1
1.1 Hipotezler	4
2 GENEL BİLGİLER	5
2.1 TRX Süspansiyon Egzersizleri.....	5
2.1.1 Tanımı	5
2.1.2 Tarihçesi	5
2.1.3 TRX Süspansiyon Sistemine Genel Bakış	6
2.1.3.1 TRX Halatı.....	6
2.1.3.2 Halatın Kullanımı	7
2.1.3.3 Çalışma Sistemi	8
2.1.3.4 TRX Sisteminin Avantajları	8
2.1.4 Fonksiyonel Egzersiz Sistemi	9
2.1.5 TRX’te Egzersiz İlerleyişleri	10
2.1.5.1 Stabilite Prensibi	11
2.1.5.2 Sarkaç (Pendulum) Prensibi.....	12
2.1.5.3 Vektör Direnci Prensibi	13
2.2 Lumbopelvik Kalça Kompleksi.....	14

2.2.1 Anatomi	14
2.2.2 Lumbopelvik Kalça Kompleksi Stabilitesi ve Kuvvetinin Önemi	16
2.2.3 Lumbopelvik Kalça Kompleksi ve TRX.....	18
2.3 Denge.....	18
2.3.1 Dengenin Biyomekaniği.....	19
2.3.1.1 Statik Denge.....	19
2.3.1.2 Dinamik Denge	21
2.3.2 Dengenin Nörofizyolojisi	22
2.3.3 Denge ve TRX.....	23
2.4 Esneklik	24
2.4.1 Tanımı	24
2.4.2 Esneklik ve Germe Egzersizleri	25
2.4.3 Esnekliğe Etki Eden Faktörler.....	26
2.4.4 TRX’te Germe	26
2.5 Kas Kuvveti ve Patlayıcı Kuvvet	27
2.5.1 Kas Kuvveti Egzersizleri.....	28
3 GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1 Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi.....	29
3.1.1 Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	30
3.1.2 Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	30
3.2 Araştırma Genel Planı	30
3.3 Bireylere Yapılan Değerlendirmeler	32
3.3.1 Demografik Değerlendirme.....	32
3.3.2 Y - Denge Testi	32
3.3.3 Tek Ayak Üzerinde Durma Testi	34

3.3.4 Durarak Uzun Atlama Testi ve Tek Ayak Uzun Atlama Testi	36
3.3.5 Otur Uzan Testi	36
3.3.6 Mekik Testi	37
3.3.7 Sırt Ekstansiyon Testi.....	38
3.4 Grupların Egzersiz Programı.....	38
3.4.1 Uygulanan TRX Süspansiyon Programlarının İçeriği.....	39
3.4.1.1 Temel Egzersiz Programı.....	39
3.4.1.2 Endurans Programı	40
3.4.1.3 Kuvvet Programı.....	42
3.4.2 8 Haftalık TRX Programının İçeriği	47
3.5 İstatistiksel Analiz Yöntemi	48
4 ARAŞTIRMA BULGULARI	49
4.1 Gruplar Arası Karşılaştırmalar	49
4.1.1 Çalışma ve Kontrol Gruplarının Cinsiyet Dağılımları	49
4.1.2 Çalışma ve Kontrol Grubu Demografik Özelliklerin Karşılaştırılması	50
4.1.3 Esneklik ve Patlayıcı Kuvvetin Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	51
4.1.4 Kuvvet ve Kassal Enduransın Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	53
4.1.5 Statik ve Dinamik Dengenin Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	55
4.2 Grup İçi Karşılaştırmalar	57
4.2.1 Kontrol Grubu Ön ve Son Değerlendirmelerin Karşılaştırılması.....	57
4.2.1.1 Kontrol Grubu Patlayıcı Kuvvetin Grup İçi Karşılaştırılması ..	57
4.2.1.2 Kontrol Grubu Esnekliğin Grup İçi Karşılaştırılması.....	58
4.2.1.3 Kontrol Grubu Kuvvet ve Kassal Enduransın Grup İçi Karşılaştırılması	59
4.2.1.4 Kontrol Grubu Dengenin Grup İçi Karşılaştırılması	59

4.2.2 Çalışma Grubu Ön ve Son Değerlendirmelerin Karşılaştırılması.....	60
4.2.2.1 Çalışma Grubu Patlayıcı Kuvvetin Grup İçi Karşılaştırılması .	60
4.2.2.2 Çalışma Grubu Esnekliğin Grup İçi Karşılaştırılması	61
4.2.2.3 Çalışma Grubu Kuvvet ve Kassal Enduransın Grup İçi Karşılaştırılması	62
4.2.2.4 Çalışma Grubu Dengenin Grup İçi Karşılaştırılması.....	64
5 TARTIŞMA	66
5.1 Limitasyonlar.....	79
6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	80
6.1 Sonuçlar.....	80
6.2 Öneriler.....	81
KAYNAKLAR	83
EKLER.....	95
Ek 1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	96
Ek 2: Değerlendirme Formu.....	98
Ek 3: İzin Belgeleri.....	101

KISALTMALAR

Ark	Arkadaşları
BKİ	Beden Kütle İndeksi
cm	Santimetre
dk	Dakika
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
EMG	Elektromyografi
MFL	Superficial Lomber Multifidus
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
OE	M. Obliquus Externus
OI	M. Obliquus Internus
PKA	Yüzüstü Köprüde Kalça Abdüksiyonu
RA	M. Rectus Abdominis
RW	45 Derece Aıyla Kürek Egzersizi
SA	Serratus Anterior
sn	saniye
TrA	M. Transversus Abdominis
TRX	Total Resistance Training

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Temel Egzersiz Programı.....	39
Tablo 2. Endurans Programı	41
Tablo 3. Kuvvet Programı.....	42
Tablo 4. Program Dağılımı	47
Tablo 5. Çalışma ve Kontrol Grubu Demografik Özelliklerin Karşılaştırılması.....	50
Tablo 6. Esneklik ve Patlayıcı Kuvvetin Gruplar Arası Karşılaştırması	52
Tablo 7. Kuvvet ve Enduransın Gruplar Arası Karşılaştırılması	54
Tablo 8. Statik ve Dinamik Dengenin Gruplar Arası Karşılaştırılması	56
Tablo 9. Kontrol Grubu Patlayıcı Kuvvetin Grup İçi Karşılaştırılması.....	58
Tablo 10. Kontrol Grubu Esnekliğin Grup İçi Karşılaştırılması.....	58
Tablo 11. Kontrol Grubu Kuvvet ve Enduransın Grup İçi Karşılaştırılması.....	59
Tablo 12. Kontrol Grubu Dengenin Grup İçi Karşılaştırılması	60

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. TRX Halatı.....	7
Şekil 2. Çalışma Akışı.....	31
Şekil 3. Y-Denge Testi.....	33
Şekil 4. Tek Ayak Denge Testi	35
Şekil 5. Mekik Testi	38
Şekil 6. TRX Koşucu Başlangıcı ve Omuz Açma İlerleyişleri.....	43
Şekil 7. TRX Squat ve İlerleyişi	43
Şekil 8. TRX Diz Bükme ve Karın Sıkıştırma.....	44
Şekil 9. TRX Kürek ve Prograsyonu	44
Şekil 10. TRX Göğüs İtme.....	45
Şekil 11. TRX Öne Esneme ve Diz Üstünde Öne Esneme	45
Şekil 12. TRX Prone Köprü ve Yan Köprü	46
Şekil 13. TRX Germe Egzersizleri.....	46
Şekil 14. Çalışma Grubu Patlayıcı Kuvvetin Grup İçi Karşılaştırılması	61
Şekil 15. Çalışma Grubu Esnekliğin Grup İçi Karşılaştırılması	62
Şekil 16. Çalışma Grubu Kuvvet ve Enduransın Grup İçi Karşılaştırılması	63
Şekil 17. Çalışma Grubu Dengenin Grup İçi Karşılaştırılması.....	65

Bölüm 1

GİRİŞ

Süspansiyon egzersizleri, sadece kuvvet egzersizlerinden oluşan protokollerin ötesinde bir avantaj oluşturan egzersiz türüdür. Yerçekimi ve vücut ağırlığı kullanılarak yapılan süspansiyon çalışmasındaki her bir egzersiz, doğru fonksiyonel kuvvet oluşturmalarının yanı sıra, günlük yaşam aktiviteleri ve sporun her alanında gerekli olan denge, esneklik ve gövde stabilitesini aynı anda geliştirdiği düşünülmektedir. Vücut ağırlığına dayalı ekipman kullanılarak yapılan, gelişime açık süspansiyon egzersizleri, insan vücuduna entegre bir sistem olarak odaklanır. Fizyoterapistler, sporcu sağlığı klinikleri, hastanelerin egzersiz merkezleri ve kayropratik kliniklerinin günümüzde rehabilitasyon amaçlı olarak kullanmaya başladığı *Total Resistance Exercises* (TRX) süspansiyon eğitimi; birçok spor kulübünün antrenman sisteminde, spor salonlarında, sağlık kulüplerinde, geriatrik egzersiz programlarında, kişisel egzersiz eğitimlerinde ve askeri birliklerin eğitimlerinde yer almaktadır. Özgün vücut ağırlığı egzersizleri, koçluk ipuçları ve program ilkelerinin koleksiyonu olan TRX Süspansiyon Sistemi; geleneksel egzersiz programlarında yer alan egzersizlerin çok daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayan, 3 boyutlu ve geniş direnç aralığına sahip fonksiyonel bir egzersiz programı olmasıyla avantaj sağlamaktadır [1].

Statik ve dinamik denge olmak üzere iki kategoriye ayrılan denge, sportif aktiviteler ve günlük yaşam aktiviteleri için önemli bir bileşendir. Çevresel faktörler ile iç ve dış kuvvetlerin dinamik entegrasyonu ile sağlanan dengenin düzenlenmesi

proprioseptif, vestibüler ve görsel uyarılara bağlıdır [2, 3]. Günlük yaşam ve sportif aktiviteler esnasında, insan vücudu, yerçekimi çizgisini kontrolde tutmak ve hareketleri bununla birlikte yapmak durumundadır. Vücudun denge becerisi, bu konudaki performansını etkiler. Hareketler esnasında, çok önemli refleks mekanizmalar olan, proprioseptif organizasyon ve kas oryantasyonu dengeyi oluşturur [4].

Postüral kontrol, sakatlıklara karşı korunmada önemli olduğu kadar, karmaşık motor becerilerin [5], dolayısıyla da kompleks sportif hareketlerin doğru bir biçimde ortaya çıkarılmasından da sorumludur. Bu bağlamda, sportif fonksiyonların en yüksek düzeye ulaştırılmasında önemli bir bileşen olan [6] gövde kuvvet çalışmaları, birçok muskuloskeletal hastalığın rehabilitasyonunda ve sakatlıkların önlenmesinde kullanılmaktadır [7]. Lumbopelvik kalça kompleksinin, statik ve dinamik durumlarda stabil olması, vücut hareketindeki sapma veya denge bozulmalarına karşı lumbopelvik kalça kompleksinin kontrolünün oluşturulması amacıyla gövde kuvvetinin kullanılması oldukça önemlidir [8]. Vücuttaki kinetik zincirlerin merkezini oluşturan lumbopelvik kalça kompleksi [9], üst ve alt ekstremitelerin hareketlerinin açığa çıkarılmasına aktif olarak katılan sabitleyici bir taban görevi üstlenerek [10] dengenin sağlanması ile postüral kontrolde önemli bir rol oynar.

Gövde stabilitesinin komponentlerinden biri olan, “spesifik bir kas grubu veya kasın tam eklem hareket açıklığı boyunca serbestçe hareket edebilmesi” olarak tanımlanan esneklik [11-14]. Kas içerisinde mevcut elastik potansiyel enerjinin açığa çıkması ile hareketlerin açığa çıkmasında etkilidir [15]. Esnekliğin getirileri içerisinde, kasların gevşemesi ve stresin azaltılması, kas kramplarının çözülmesi, kas ağrılarının önlenmesi ve/veya azaltılması, bel ağrısı riskinin azaltılması ve eklemlerin hareket açıklıklarının geliştirilmesi bulunur [16]. Sakatlık riskinin azalmış

olması ve artmış sportif performans da kas esnekliğinin avantajları arasında yer alır [11]. Kas esnekliğinin artışında etkili olan germe egzersizlerinde [17-18], farklı esneklik mekanizmaları, farklı germe teknikleri ile artış gösterir [15].

Fiziksel performansı artırmak için yapılan çalışmalarda, kuvvet ve güç arasındaki ilişki komplekstir. Güç oluşturma becerisi, fiziksel performansta belirleyici olan temel etkenlerden biri oluşu ile; kuvvetin güce dönüştürülmesi yetisi sportif aktiviteler için önem kazanmaktadır [19-21]. Fiziksel performansta, kasın güç üretimi çok önemli olmakla birlikte, bütününe baktığımızda bu konuda ele alınacak tek şey kas kuvveti değildir. Daha önce de bahsedilen stabilite ve esnekliğin yanı sıra, kapsamlı fiziksel performansın geliştirilmesinde hareketin kalitesi, çeviklik, güç, endurans ve hız gibi gerekli etkenler söz konusudur [22].

Yeni bir çalışma metodu olan TRX süspansiyon egzersizleri, TRX halatı kullanılarak, vücut ağırlığı ile yerçekimine karşı yapılmaktadır. Vücut ağırlığının istenilen yüzdesi, hedeflenen vücut bölgesi üzerine yüklenebilmesi ile TRX süspansiyon egzersizlerinin kuvvet, denge, koordinasyon, kassal endurans, patlayıcı kuvvet, esneklik ve lumbopelvik kalça kompleksi stabilitesini geliştirdiği düşünülmektedir[1].

Çalışmamızın amacı, TRX süspansiyon egzersizlerinin sağlıklı bireylerdeki denge ve fiziksel performans üzerine etkilerinin araştırılması ve karşılaştırılmasıdır.

1.1 Hipotezler

H₀₁: TRX süspansiyon egzersizleri yapan ve yapmayan bireylerin dinamik denge düzeyleri arasında fark yoktur.

H₀₂: TRX süspansiyon egzersizleri yapan ve yapmayan bireylerin statik denge düzeyleri arasında fark yoktur.

H₀₃: TRX süspansiyon egzersizleri yapan ve yapmayan bireylerin patlayıcı kuvvet düzeyleri benzerdir.

H₀₄: TRX süspansiyon egzersizleri yapan ve yapmayan bireylerin esneklik düzeyleri arasında fark yoktur.

H₀₅: TRX süspansiyon egzersizleri yapan ve yapmayan bireylerin kuvvet düzeyleri benzerdir.

H₀₆: TRX süspansiyon egzersizleri yapan ve yapmayan bireylerin kassal endurans düzeyleri arasında fark yoktur.

Bölüm 2

GENEL BİLGİLER

2.1 TRX Süspansiyon Egzersizleri

2.1.1 Tanımı

“*Total Resistance Exercise*” kelimelerinin ilk veya ikinci harflerinden oluşan TRX Süspansiyon egzersizleri, vücut ağırlığı ile yapılan dirençli egzersizler olup, çok düzlemli birleşik hareketlerin yapılabildiği bir sistemdir. Süspansiyon çalışmaları, dinamik pozisyonları ve fonksiyonel hareketleri kullanarak fonksiyonel kuvveti geliştirir [1].

2.1.2 Tarihçesi

Amerikan Donanması'nın özel deniz – hava – kara kuvvetlerinden olan Navy SEALs'de komando olarak görev yapan Randy Hetrick, kendisi ve takım arkadaşlarının fiziksel performansını zirvede tutabilme ihtiyacından yola çıkarak, rıhtım depoları, gemi ve denizaltılar gibi kısıtlı alanlarda yapılabilen TRX Süspansiyon Egzersizleri'ni bulmuştur. 1997'de Güneydoğu Asya'da görevliyken, farklı egzersiz yöntemleri arayışı içinde olan Hetrick, TRX Süspansiyon Halatı'nın ilk sürümünü geliştirmek için jiu - jitsu kemeri, paraşüt dokuması ve yaratıcılığını kullanmıştır. Hetrick, 2004 yılında özel bir şirket kurup-TRX Süspansiyon Sistemi halatlarının üretimi ve satışına başlamıştır. Şirket, TRX eğitimi için özel olarak tasarlanmış ilk Süspansiyon Çalışması Eğitmenlik Kursu'nu 2005'te düzenlemiştir. Daha sonraki yıllarda halatların kullanımı ile ilgili gelişmeler kaydedilerek, günümüzde de ABD Deniz Piyadeleri'nin eğitim birimlerinde en

önemli eğitim araçlarından biri olarak kullanılan, özel tasarım, TRX Kuvvet Halat Sistemi de piyasaya sunulmuştur. 2008 yılında ilk grup egzersiz eğitimlik kursu verilmiş, 2011’de ise TRX süspansiyon eğitiminin sağlık alanına gelmesine ön ayak olan ilk “Spor Tıbbı Süspansiyon Eğitim Kursu” (“Sports Medicine Suspension Training Course”) açılmıştır [23].

Günümüzde TRX süspansiyon eğitimi, askeri birliklerde, birçok spor kulübünün antrenman sisteminde, spor salonlarında, sağlık kulüplerinde, geriatrik egzersiz programlarında ve kişisel egzersiz eğitimlerinde yer almakta olup; fizyoterapistler hastanelerin egzersiz merkezleri, kayropratik klinikleri ve sporcu sağlığı klinikleri tarafından hastaların rehabilitasyonlarında da kullanılmaktadır.

2.1.3 TRX Süspansiyon Sistemine Genel Bakış

2.1.3.1 TRX Halatı

Yıllar süren araştırmalar sonucu geliştirilen TRX her ortamda kullanılabilir olması ve bireylerin kendi vücut ağırlıklarıyla güvenli bir şekilde çalışabilmeleri amaçlarıyla tasarlanmış bir egzersiz ekipmanıdır. TRX halatı sık örülmüş, kuvvet ve dayanıklılık için çift dikişli endüstriyel düzeyde naylon dokuma kalın şeritler içerir. Kaymaz özellikteki dirsekli makara ayarları ve çapa dağcı çengelleri (karabina) ile güvenli egzersiz olanağı sağlar. TRX halatı’nı oluşturan bölümler Şekil 1’de gösterilmiştir. 158.8kg’a kadar vücut ağırlığı olan bireyleri güvenli bir şekilde destekleyebilecek özellikte olan TRX Halatı, toplam 0.8kg. ağırlığı ile her yere kolaylıkla taşınabilir [1].



Şekil 1. TRX halatı

2.1.3.2 Halatın Kullanımı

TRX süspansiyon halatının çeşitli konfigürasyonlarla birçok egzersize göre adaptasyon sağlaması, TRX egzersiz yelpazesini sınırsız hale getirir. TRX'te, vücudun pozisyonuna ve halatın çapa noktasına göre 6 temel egzersiz pozisyonu tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, ayakta yapılan egzersizlerin pozisyonları; çapa bireyin karşısında, çapa bireyin arkasında ve çapa bireyin yan tarafında (sağ veya sol) olacak şekildedir. Sırtüstü, yüzüstü ve yan yatış pozisyonları da diğer üç temel egzersiz duruşunu oluşturur.

Uygulanacak egzersize göre TRX süspansiyon halatının uzunluğu değiştirilerek hareketin kalitesi ve etkinliği sağlanır. Tek ekstremita ile asılabilmek için (tek el veya tek ayak) iki ayrı şerit kolaylıkla birleştirilerek güvenli bir şekilde kilitlenir. Böylece egzersizler tek bir çapa noktasına bağlı olan halata asılma şekline göre de, tek el (sağ veya sol), çift el, tek ayak (sağ veya sol) ve çift ayak olmak üzere gruplanabilir [24].

2.1.3.3 Çalışma Sistemi

Vücutun ortasından geçen ağırlık merkezi, vücut yukarıya asıldığı zaman, yerçekimine bağlı olarak yere en yakın merkezi bölgeye denk gelir. TRX süspansiyon sistemi, mekanik avantaja ve vücutun pozisyonuna göre nöromüsküler aktivasyon sağlamak amacıyla, hareketler ve yerçekiminden faydalanır. Bu sayede, merkezi sinir sistemi (MSS) yüksek performansla çalışırken, denge ve kuvveti birleştirerek tek bir dinamik düzende hızlı sonuçlara ulaşılır. Vücut ağırlığının son derece yararlı kullanıldığı TRX süspansiyon egzersizleri, stabilite, sarkaç ve vektör direnci prensibi olmak üzere 3 temel prensibe dayanır [1, 25, 26].

2.1.3.4 TRX Sisteminin Avantajları

TRX süspansiyon egzersizlerinin en fazla vurgulanan özelliklerinden biri, lumbopelvik kalça kompleksi kaslarının bütün egzersizlerde mutlaka aktive olmasıdır. Vücutun orta hattında seyreden ve kalça bölgesinin üzerinde bulunan yerçekimi çizgisi, günlük yaşam esnasında yer değiştirse bile, gövde sınırları içerisinde kalmaktadır. Süspansiyon çalışması esnasında, vücutun ağırlık merkezinin yer değiştirmesi, her bir egzersizde denge ve stabilizasyonu sağlamak adına lumbopelvik kalça kompleksi kaslarının tamamının devreye girmesini gerektirir. TRX süspansiyon sisteminin “Her zaman, bütün gövde” (“*All core, all the time*”) sloganı buradan gelmektedir.

Üç boyutlu bir egzersiz sistemi olması TRX’in bir diğer avantajıdır. Hareketlerimiz esnasında kullandığımız üç hareket düzlemi; sagittal, frontal ve transvers düzlemler, günlük yaşamın akışında ve sportif aktivitelerde bir arada kullanılır. Ancak, bu hareketler egzersiz alanına aktarıldığında hareket düzlemleri kısıtlamaya uğramaktadır. TRX süspansiyon halatı, yerçekimi ve vücut ağırlığı

dengesini bir kaldıraç gibi görev yaparak kurması ile, boşlukta serbestçe hareket etmeye izin verdiğinden dolayı, sayısız çok düzenli egzersiz avantajı sunar.

Kolay taşınma ve her ortamda kurulabilme özelliği olan TRX süspansiyon halatının direnci istenilen düzeyde ayarlanabilir. Dolayısıyla, herhangi bir hedefe yönelik tercih edilen çalışma programı, tek ve hafif bir spor ekipmanı ile her yerde fonksiyonel bir egzersiz programı uygulanabilir [1, 23].

2.1.4 Fonksiyonel Egzersiz Sistemi

TRX süspansiyon egzersizleri, insan vücudunu eşgüdümlü tek bir sistem olarak ele alırlar. Dolayısıyla esneklik, kuvvet, denge ve koordinasyonu birleştirdiği, insan vücudunun günlük hayat akışındaki aktivitelerine uygun fonksiyonel egzersizler ortaya çıkar [1]. Düzenli ve tekrarlı yapılan fiziksel aktiviteler yani egzersizler, sağlıklı ve kaliteli yaşamı geliştirir [27]. Fonksiyonel egzersizler, günlük yaşam aktivitelerine önemli bir katkı koymalarıyla birlikte [28], sportif alanda da oldukça etkin bir şekilde kullanılmaktadır [29]. Esas olarak fizyoterapi ve rehabilitasyonun ihtiyaçlarından doğan fonksiyonel egzersizler, birçok kas grubunun sinerji içerisinde çalıştığı [24], çok düzlemli ve çok eklemlili egzersizleri içerir [30]. Optimal performans ve kuvveti geliştirmek için gerekli olan nöromusküler koordinasyon konusunda, izole kas çalıştırmaya daha çok odaklanmış olan geleneksel kuvvetlendirme programları yetersiz kalmaktadır. Fonksiyonel egzersizler ise; koordine güce dayalı olmalarından dolayı, MSS'nin aktif olarak daha fazla çalışmasını, iyi bir stabilizasyon ve güçlü motor paternler geliştirmesini sağlarlar.

TRX süspansiyon egzersizlerinde postürün düzelmesi ve gelişmesini tetikleyen gövde unsuru bulunur. Geleneksel egzersizlere bakıldığında, oturur pozisyonda veya destekli bir şekilde yapılan egzersizlerde, stabilizasyon ve postüral kontrolün gelişmesini kısıtlayan bir sistem söz konusudur. Örneğin, spor salonlarında

makinede oturularak uygulanan diz ekstansiyonu çalışması, TRX süspansiyon egzersizleri çerçevesinde ayaklar halata asılı şekilde, şınav çekme pozisyonunda ve gövdenin düzgün tutulabilmesi için lumbopelvik kalça kompleksinin tamamı çalıştırılarak fonksiyonel bir şekilde yapmak mümkündür. Aynı şekilde, biceps brachialis kasının çalıştırıldığı dirsek fleksiyonu egzersizleri, gerek serbest ağırlıkla gerekse makinede uygulandığında, lumbopelvik kalça kompleksi aktif olarak egzersize dahil değilken, süspansiyon egzersizlerinde bu çalışma ayakta ve tüm vücut düzgünlüğü korunarak yapılır.

Birçok kas ve kas grubunun aynı anda devrede olduğu, çok eklemlili ve üç boyutlu hareketlerin entegrasyonu, kas kitlesini orantılı ve dengeli bir şekilde artırmasını sağlar. Bu bağlamda fonksiyonel egzersiz sistemi, performansı artırırken sakatlık riskini de azaltır [1, 26]. TRX süspansiyon sistemi ile çalışmak, vücudun hız kontrolü ve stabilizasyonunu dinamik olarak sağlamak için, hareketin düzlemlerini ve sinerjistik kas aktivitesini gerektiren birçok sporda, genel fonksiyonel performansın artırılması açısından klasik kuvvetlendirme ve kondüsyon antrenmanlarından daha avantajlı olabilir [22].

Bütün güçlü hareketlerin temelini oluşturan lumbopelvik kalça kompleksi kaslarını çalıştırmak, abdominal kaslarını sadece belirli hareketlerle kasmaktan çok daha ötesini ifade eder. TRX süspansiyon egzersizlerinin tamamında, lumbopelvik kalça kompleksinin stabilizasyonu sağlamak ve salınım direnç göstermek için maksimum düzeyde çalışması, fonksiyonel performansı artırmakta oldukça etkindir.

2.1.5 TRX'te Egzersiz İlerleyişleri

TRX süspansiyon sisteminde stabilite ve direncin birleşimi egzersizin şiddetini oluşturur. Hareketin başlangıç pozisyonu ve/veya vücudun destek yüzey alanı ve/veya vücudun açısı değiştirilerek hareketlerin zorluk derecesi ayarlanabilir.

Örneğin, TRX rehabilitasyon amaçlı kullanıldığında, açı ile vücut ağırlığının düşük bir yüzdesini kullanırken, eklem hareket açıklığının (EHA) tam olmasına ve hareket kalitesine odaklı olan stabil taban desteği tercih edilebilir. Yüksek performanslı çalışmalar için de, instabilitenin ve vücut ağırlığı kullanımının artırılması oldukça zorlayıcı olmaktadır [1, 31]. TRX Halatı'nın uzunluğunun değiştirilmesiyle egzersizlerin kolaylaştırılıp zorlaştırıldığı belirtilse de [31, 32], esas olarak egzersiz şiddetini ayarlamak için 3 temel TRX prensibi kullanılır. Bunlar da stabilite prensibi, sarkaç prensibi ve vektör direnci prensibidir [1, 26, 31, 32].

2.1.5.1 Stabilite Prensi

“Stabilite prensibi”, destek yüzey alanının stabiliteyi ayarlamak için değiştirilmesi olarak tanımlanır. Destek tabanı ile vücudun yerçekimi çizgisi arasındaki ilişki fonksiyonu stabilitedir. Destek yüzey alanı azaldıkça stabilite azaldığı gibi, vücudun ağırlık merkezi de bu destek tabanın orta noktasından dışına doğru kayar. Dolayısıyla pozisyon değişiklikleri ile yerçekimi çizgisi vücuttan uzaklaştıkça da postüral stabilite azalır.

Desteksiz duruşta yerçekimi çizgisi vücudun orta hattından geçer. Standart ayakta duruş pozisyonunda posteriordan bakıldığında, her iki topuğun arasında orta noktadan, her iki dizin arasında orta noktadan, vertebraların spinöz çıkıntılarının ortasından ve başın orta noktasından geçen yerçekimi çizgisi, lateralden bakıldığında ise ayak bileğinin 3-3,5 cm önünden, diz eklem ekseninin biraz önünden, kalça eklem ekseninin biraz arkasından, lomber vertebraların merkezinin arkasından, torako-lomber birleşme noktasından (T10), torakal vertebraların merkezinin önünden, serviko-torakal birleşme noktasından(C7), servikal vertebraların merkezinin hafif arkasından, mastoid çıkıntı üzerinden geçen bir çizgi üzerindedir [33].

Ayakta durulan pozisyonlarda, ayaklar geniş açılarak yere basıldığında destek tabanı genişir. Bacaklar kapalı veya tek ayak üzerinde duruşta, destek yüzey alanı azaldığından, vücudun rotasyon veya devrilme eğilimi artar. Bu durumda postüral stabiliteyi sağlamak için rotasyon ve devrilme eğilimine karşı koyacak bir kuvvete ihtiyaç söz konusudur. Bu bağlamda, zorluk derecesi artırılırken, ayakta duruş pozisyonlarındaki egzersizler, bacaklar açık pozisyondan, bacaklar kapalı pozisyona, bu aşamadan da tek ayak pozisyonuna doğru ilerleme gösterebilmektedir. Ayrıca tek ayak üzerindeyken, boşlukta olan ekstremitenin çeşitli pozisyon değişiklikleri ile de egzersizleri zorlaştırmak mümkündür.

Yatay düzlemdeki pozisyonlara bakıldığında, sırtüstü ve yüzüstü pozisyonlarda yerçekimi çizgisi destek taban yüzeyden yükseldikçe (dikey yönde uzaklaştıkça) hareketlerin instabilitesi artar. Örneğin, ağırlık merkezinin yerden yükselmiş olduğu eller üzerindeki TRX yüzüstü köprü(plank), önkollar üzerinde uygulanan TRX yüzüstü köprü'den daha instabil bir egzersiz olduğundan daha fazla lumbopelvik kalça kompleksi kuvveti ve üst beden kuvveti gerektirir [1, 26, 31].

2.1.5.2 Sarkaç (Pendulum) Prensibi

TRX'in nötral pozisyonu çapa noktasından aşağıya dikey olarak sarktığı düz pozisyondur. Süspansiyon egzersizlerinin başlangıç pozisyonunun, halatın nötral duruşuna göre değiştirilmesi ile, harekete yerçekimi desteği ya da yerçekimi direnci oluşturulabilir. Böylelikle hareketin zorluk derecesi ayarlanır.

Egzersize çapa noktasından ileride başlamak, TRX halatının yerçekiminin etkisi ile yapılan hareket yönünde salınımını sağlayarak egzersizi kolaylaştırırken, merkezin gerisindeki başlangıç pozisyonu ters yöne salınım ile yapılan harekete direnç oluşturarak egzersizi zorlaştırır.

Sarkaç prensibi sırtüstü, yüzüstü ve yan yatış pozisyonlarında, yani vücudun daha çok horizontal düzlemde hareket ettiği durumlarda kullanılır [1, 26, 31, 32].

2.1.5.3 Vektör Direnci Prensibi

Normal ayakta duruş pozisyonunda yerçekimi çizgisi, stabilite prensibinde de açıklandığı gibi vücudun bazı anatomik bölgelerinden veya yakınlarından geçmektedir. Vücut pozisyonuna göre maksimum destekli duruş, bu referans noktaların aynı hatta yere dik olduğu duruştur. Vektör direnci prensibine göre, vücudun eğimi arttıkça, ağırlık merkezinin vücut dışına kayması ile yerçekimi direnci oluşturulur. Başka bir deyişle, çapa noktasına yaklaştıkça vücut yerçekiminin etkisine daha fazla maruz kaldığından hareket zorlaşırken, çapa noktasından uzaklaştıkça daha dik bir duruş söz konusu olduğundan hareket kolaylaşır [1, 31]. Vücudun pozisyonuna göre ağırlık merkezinin yer değişmesi, stabilizasyonu bozar ve lumbopelvik kalça kompleksi bu ters sarkaç etkisi ile daha fazla çalışmış olur [34].

Bu bağlamda, ayaktaki egzersizlerde çapa noktasının izdüşümüne yaklaşıldıkça vücut yatay düzleme yaklaşacağı için belirli bir eğimden sonra vektörel direnç prensibi yerini sarkaç prensibine bırakmaktadır.

2.2 Lumbopelvik Kalça Kompleksi

2.2.1 Anatomi

Çekirdek anlamına gelen “core” kelimesi ile de anılan lumbopelvik kalça kompleksi, omurgayı, pelvik bölge ve kalça bölgesini içine alan bölge olarak tanımlanabilir [24]. Literatürde, değişik tanımlamaları bulunan lumbopelvik kalça kompleksi, silindirik bir yapıya veya kaslardan oluşan bir kutuya benzetilmektedir.

Panjabi, lumbopelvik kalça kompleksini üç alt sistemle tanımlar. Bu sistemler; nöral ve geribildirim (feedback) alt sistemi, pasif muskuloskeletal alt sistem ve aktif muskuloskeletal alt sistem'dir. Nöral ve feedback alt sistemi, kas, tendon ve ligamentlerde bulunan tüm proprioseptörleri ve nöral kontrol merkezlerinden oluşur. Muskuloskeletal alt sistemlerin pasif kısmı, eklem kapsülleri, intervertebral diskler, faset eklemler, spinal ligamentleri ve vertebraları; aktif kısmı ise paravertebral kaslar ve tendonları içine alır [35].

Lumbopelvik kalça kompleksinde, diyafragmanın kası üst çatı olarak yer aldığı silindirik kas yapısında, M. Transversus abdominis(TrA) ön duvarı, Mm. Multifidis spina kasları arka kısmı ve pelvik taban kasları alt segmenti oluşturan iç duvar kaslarıdır. Dış duvarı oluşturanlar ise, M. Psoas Major, M. Erektör Spina, M. Obliquus İnternus(OI) ve M. Obliquus Externus(OE), M. Quadratus Lumborum(QL) ve M. Rektus Abdominis (RA) kaslarıdır[36]. M. Latissimus Dorsi, M. Pektoralis Major, hamstring kas grubu, M. Quadriceps Femoris (QF), M. İliopsoas distal kısımlara ait temel hareket kaslarının birçoğu ile üst ve alt trapez, kalça rotatörleri ve gluteal kaslar gibi ekstremitelerin major stabilizatör kasları da omurga ve pelvise lumbopelvik kalça kompleksinde bağlanırlar [6, 36]. Gövde stabilizasyonunda görev yapan kaslara ait, birçok araştırmacının farklı yönlerden yapmış olduğu sınıflandırmalar bulunur.

Gibbons ve Comerford global (yüzeyel) mobilite kasları, global stabilite kasları ve lokal (derin) stabilite kasları şeklinde üç gruptan oluşan bir model geliştirirken, Bergmark ise yüzeyel (global) ve derin (lokal) kaslar olarak gruplandırma yapmıştır. Gibbons ve Comerford'a göre, lokal stabilizasyon kasları, derinde ve spinal yerleşimli, tek eklemlili olan interspinal kaslar, intertransvers kaslar, rotatorler ve Mm. Multifidii Spina'dır. Bu kasların hareketin yönünden bağımsız, düşük kuvvet üretimiyle devamlı aktif olan ve yavaş kasılan aktivasyonları söz konusudur. Temelde eksentrik kasılmalarda segmental olarak fonksiyon gösterirler. Orta derinlikte yerleşimi bulunan ve segmentler arası bağlantı sağlayan global stabilizasyon kasları, eksentrik – konsantrik kasılmalar arası entegre EHA kontrolünde fonksiyonları bulunan kaslardır. Sürekli aktif olmayan, orta kuvvet üretimiyle orta hızda kasılan ve hareketin yönüne bağlı aktivasyonu olan global stabilizasyon kasları, spinalis (M. Erektör Spina) ve semi spinal kaslar ile Quadratus Lumborum olarak belirtilir. Psoas Majör, iliocostalis ve longissimus (M.Erektör Spina) kaslarından oluşan bu grup, tork oluşmasını ve EHA'yı konsantrik kasılma ile gerçekleştiren kas grubudur [35, 36].

Bergmark'ın sınıflandırmasında, origo ve insersiyoları vertebralar üzerinde bulunan kaslar, derin kaslar sınıfına dahil edilen ve omurganın stabilizasyonundan sorumlu TrA, OI ve Mm. Multifidii spina'dır. Yüzeyel olan grup ise, RA, OE ve M. Longissimus Thoracicus kaslarından oluşur. Bu sınıftaki kasların origoları pelviste, insersiyoları ise spinal veya torasik olup, global hareketlerden sorumludurlar [35, 36].

Lumbopelvik kalça kompleksindeki derin kaslar antagonist olarak oluşan momente karşı görev yaparlar. Hareket yönünden etkilenmeksizin, segmental bağlantılarıyla EHA boyunca harekete stabil bir zemin hazırlarlar. Bölgenin yüzeyel kasları ise, omurga stabilizasyonunun motor kontrolüne dahil olmayıp, hareketin

yönüne göre aktive olurlar. Ayrıca, derin lumbopelvik kalça kompleksi kaslarının kitlelerindeki küçük bir artış, spinal stabilizasyonda yüzeysel kaslarınkine kıyasla daha etkin bir gelişme sağlar. Bu iki kas grubunun arasındaki herhangi bir dengesizlik hareketin kalitesini olumsuz yönde etkileyeceğinden ve sakatlık risklerini artıracığından, derin ve yüzeysel kas gruplarının dengeli ve düzgün çalışması önemle vurgulanır[35, 36].

2.2.2 Lumbopelvik Kalça Kompleksi Stabilitesi ve Kuvvetinin Önemi

Lumbopelvik kalça kompleksi stabilitesi ve kuvveti literatürde net bir ortak tanıma sahip değildir [35]. Lumbopelvik kalça kompleksinin, statik ve dinamik durumlarda, stabilize edici aktif ve pasif alt sistemleri kullanarak uygun denge, nöromüsküler kontrol, gövde ve kalça postürünü sağlama becerisi, lumbopelvik kalça kompleksi stabilitesi olarak adlandırılabilir. Lumbopelvik kalça kompleksi kuvveti ise, lumbopelvik kalça kompleksi kaslarının güç açığa çıkarıp bunu kullanabilme yeteneği şeklinde açıklanabilir. Bu iki terimi tanımlamada birbirine ilişkilendirecek olursak, vücut hareketindeki sapma veya denge bozulmalarına karşı lumbopelvik kalça kompleksinin kontrolünün oluşturulması amacıyla lumbopelvik kalça kompleksi kuvvetinin kullanılmasını ifade etmek için lumbopelvik kalça kompleksi stabilitesi terimi kullanılabilir [8]. Öte yandan postüral kontrol, hareket esnasında, oryantasyon ve stabilitenin sağlanması amacıyla vücudun boşluktaki pozisyonunun kontrol edilmesidir. Bu kontrol, motor becerilerin ve çevresel etkenlerle aktive olan birçok entegre sistemin hedefe yönelik olarak kullanılması ile sağlanır [10].

Kinetik zincir, hedef fonksiyonun oluşturulması için ekstremitelerde merkezden uca doğru giden, entegre ve sıralı kas aktivasyonları, ve eklem hareketlerinden oluşan multi-segmental biyomekanik model için kullanılan terimdir [37]. Sportif aktivitelerin analizlerinde de kullanılan kinetik zincirin herhangi bir

segmentinde aksama olması, sadece bu segmenti değil tüm kinetik zinciri etkileyerek ortaya konan fonksiyonun hareket kalitesini düşürür [6, 36]. Vücuttaki tüm kinetik zincirlerin merkezinde yer alması nedeniyle, lumbopelvik kalça kompleksinde stabilite, hareket ve dengenin kontrolü önemlidir. Lumbopelvik kalça kompleksinin kuvvetli ve stabil olması, ekstremitelerin fonksiyonel aktiviteleri için sağlam bir zemin oluşturur. Üst ve alt ekstremitelerin tüm kinetik zincir aktivitesi kuvvetli bir gövde ile maksimum düzeye erişir [38]. Fonksiyonel hareket esnasında pelvisin, omurganın, ve kinetik zincirin stabilizasyonu lumbo-pelvik kalça kompleksindeki kaslar tarafından sağlandığı için, herhangi bir hareketin optimal kontrolü lumbopelvik kalça kompleksi kaslarının etkin çalışması ile bağlantılıdır. Lumbopelvik kalça kompleksi, kuvvet dağılımını ve yerden/dıştan gelen kuvvetlerin absorpsiyonunu uygun bir şekilde düzenlerken, aşırı kompresif, translasyonel (dönel) veya makaslama kuvvetlerini ortadan kaldırır [39].

Hedeflenen çok eklemlili fonksiyonların gerçekleşmesi için gerekli moment oluşumuna izin veren doğru hareket kontrolü, sinerjist ve antagonist birçok kasın, dinamik koordinasyon içerisinde çalışması ile sağlanan omurga stabilitesine bağlıdır [40]

Ekstremitelerin temel hareket ve stabilizasyon kasları lumbopelvik kalça kompleksine bağlandığı için, lumbopelvik kalça kompleksi distal hareketlere anatomik bir taban oluşturur ve kinetik zincir modeline göre ekstremitelere kuvvet dağılımını sağlar. Bu bağlamda, “distal mobilite için proksimal stabilite” [6, 10, 36, 37, 41, 42] lumbopelvik kalça kompleksinin sportif aktivitelerde ve günlük yaşamdaki önemini belirtir. Kuvvetli bir gövde, dinamik nöromusküler stabilizasyonu ve uygun kas aktivasyonu ile ekstremitelere kuvvet dağılımının kalitesini artırır [43].

Lumbopelvik kalça kompleksi kuvvetlendirme çalışmaları, sportif performansın ve antrenman programlarının tamamlayıcı bir kısmını oluştururlar. Lumbopelvik kalça kompleksi stabilitesinin gelişiminde etkin olan çalışmalar, genellikle izole olmayan çalışmalardır [8].

2.2.3 Lumbopelvik Kalça Kompleksi ve TRX

TRX süspansiyon egzersizleri, “her zaman, bütün gövde” özellikleriyle, tüm egzersizlerinde yüksek lumbopelvik kalça kompleksi aktivasyonunu içerirler. Bu da geleneksel lumbopelvik kalça kompleksi stabilitesi egzersizlerine kıyasla daha etkin bir çalışma sistemi sağlar. TRX halatının hareketlere yarattığı instabil zemin, lumbopelvik kalça kompleksi kaslarının güçlenmesini ve nöromüsküler koordinasyonunu artırırken, omurga üzerindeki kompresyon da düşüktür [44]. Üç hareket düzleminde gövde hareketinin gerekli olduğu lumbopelvik kalça kompleksi stabilizasyonunu [6] artırmak açısından çok düzlemlilikli egzersiz sistemi TRX, etkinliği ile ön plana çıkmaktadır.

2.3 Denge

Denge, değişen durumlarda yerçekimine karşı oluşturulan dirençten faydalanılarak, vücudun ağırlık merkezinin, destek taban yüzeyi içerisinde tutulabilmesi, bu durumun sürdürülebilmesi ve korunması olarak tanımlanabilir [45, 46]. Kinezyolojik bakış açısına göre, vücudun üzerinde etkisi bulunan tüm kuvvetlere karşı konulması ve kuvvetlerin sıfırlanması anlamına gelen denge, yerçekimi ile birlikte iç ve dış kuvvetlerin etki ettiği hareket diziliminin korunabilmesini de içerir. Denge, somato-sensorial sistem, vizüel sistem ve vestibüler sistem olmak üzere 3 ayrı sistemin etkileşimi ile sağlanır. Bu sistemler, EHA, koordinasyon ve kas kuvveti ile bağlantılı olarak karmaşık denge sisteminin

iyi çalışmasını, fonksiyonel hareketler ve sportif becerilerin kaliteli bir şekilde ortaya çıkarılmasını sağlarlar [47, 48, 49, 50].

Fonksiyonların gerçekleştirilmesinde, nöromüsküler sistemin uyum içerisinde etkileşimini içeren koordinasyon için de denge önemlidir [45, 46]. Günlük rutinde hedefe yönelik iş yapma becerisi ve sportif aktivitelerdeki kontrol becerisi, fonksiyonel denge olarak nitelendirilebilir. Bunun yanında denge temel olarak statik ve dinamik denge şeklinde iki bölümde incelenebilir [46]. Statik denge (ya da postür), vücudun üzerinde durduğu tabanda minimal hareketle desteklenebilmesi olarak açıklanırken; dinamik denge (ya da postüral performans) da stabil pozisyonu sürdürerek ve koruyarak bir işi yapabilme becerisi şeklinde ifade edilebilir [47, 51].

Sportif aktivitelerde ve günlük aktivitelerde gereksinim duyulan denge, sistemlerin birlikte ve uyum içerisinde çalıştığı karmaşık bir olaydır [2, 52].

2.3.1 Dengenin Biyomekaniği

Duysal, motor ve biyomekanik birçok komponent içeren koordine bir biyomekanik fonksiyon olan denge, dış kuvvetler karşısında bedenin ağırlık merkezi hattında kalmasını sağlama ve sürdürme becerisidir. Biyomekanik yaklaşımla, vücudun yerçekimi çizgisinden geçen vektörel kuvvet, destek tabanının yüzeyi üzerinden geçtiği zaman vücut dengededir [53]

2.3.1.1 Statik Denge

İnsan vücudu hareketsiz konumdayken, denge iki biyomekanik esasa indirgenmiş olur; statik dengenin sağlanması ve bu dengenin stabilitesinin sürdürülmesi.

Statik denge, vücuda etki eden iç ve dış tüm kuvvet ve/veya momentlerin toplamının sıfıra eşit olması anlamına gelir [54]. Diğer bir deyişle, eşit güçte ve zıt yönlerde olan etken kuvvetler, pozisyonun sabit kalmasına neden olur, ve bu da

statik denge durumudur [45]. Vücutun yerçekimi vektörü, ayakta dik duruş esnasında baş bölgesinde kulak önü, bel bölgesinde L4 önü, orta hatta S2 vertebranın tam üzeri [50] pelvik bölgenin arkası, diz ve ayak bileği eklemlerinin önünden geçen bir hat üzerinde bulunur. Bu vektör destek tabana dik olmadığına statik denge bozulur.

Ayakta dik duruş pozisyonundaki insan bedeninde, sagittal ve frontal düzlemlerde gerçekleşen salınımlar söz konusudur. Bu fark edilmeyen salınımlar, frontal planda ayak bileği evertör ve invertör kasları ile kalça addüktör ve abdüktör kaslarının aktivitesi ile yaklaşık 5 mm.; sagittal planda ise ayak bileği dorsifleksörleri ve plantar fleksörlerinin aktivitesi ile yaklaşık 8 mm.lik bir mesafede meydana gelir. Bu bağlamda destek tabanın daralması statik dengeyi belirgin bir şekilde bozabilir. Statik dengenin sürdürülmesi, vücutta oluşan postüral salınımın da dahil olduğu değişikliklere karşı, kasların aktivasyonu ile yerçekimi hattı vektörünün merkezde ve yere dik pozisyonda kalmasının sağlanmasını gerektirir [53].

Postüral kontrolün sürdürülebilmesi için, vücutun destek tabanının geniş olması ve yerçekimi vektör hattının, destek yüzey alanı içerisinde bulunması gerekir. Ayrıca, vücut ağırlık merkezinin yerçekimi hattından geçmesi veya yakın olmasıyla birlikte, destek tabana da yakın olması önemlidir. Bunların sağlanması, ayakta duruş veya amutta duruş pozisyonunda statik dengenin korunmasını getirir. Bu bağlamda, amuda kalkmış bir insanın dengesini sağlaması ve sürdürmesi için; yerçekimi hattının iki elinin arasındaki bir noktaya düşmesi, iki elinin birbirinden olabildiğince uzak durması ile destek yüzey alanının geniş olması, bu arada ellerin omuz hizasında kalması, ve yerçekimi hattının vücutun ağırlık merkezinden geçmesi esastır. Amuda kalkmış bir kişi, statik dengesi bozulduğu zaman, ağırlık merkezini destek tabana yaklaştırmak için dirseklerde fleksiyon, ya da ağırlık merkezini yerçekimi hattına

yaklaştırmak için gövdede sagital düzlemde ufak salınımlar ile statik postüral kontrolü yeniden sağlamaya çalışır [45].

Özetle, vücut ağırlık merkezinin, destek taban içerisinde olması ve S2 vertebra seviyesinden geçmesi, statik dengenin sürdürülmesi için gereklidir [45].

2.3.1.2 Dinamik Denge

Dinamik denge, herhangi bir aktivite sürdürülürken postüral kontrolün sağlanması durumudur. Biyomekanik olarak baktığımızda, vücut ağırlık merkezinin, destek tabanın yer değiştirmesine göre kontrol edilip pozisyonlanması dengeyi sağlar [55]. Berg ve ark.'ın tanımlamasına göre; istemli hareketler veya dış kuvvetlere karşı gerekli postüral değişikliklerin sağlanması, ve dinamik aktiviteler süresince stabil bir pozisyonun sürdürülmesi veya bozulmuşsa yeniden kazanılması becerisi, dinamik denge olarak adlandırılır [2, 3].

Dinamik denge, biyomekanik ve duysal bilgilerin, dış etkenlere yanıt olarak oluşturulan kas aktivasyonu ile entegre edilmesi gibi karmaşık bir koordinasyon gerektiren postüral kontrolün tüm hareket esnasında sağlanması anlamındadır. Bu sistemde, proprioseptif duyu, kas kuvveti, EHA gibi faktörlerin herhangi birinde aksama olması, hareketin kalitesini ve dengeyi olumsuz yönde etkiler [56].

Statik denge pozisyonundan, hareket haline geçişte oluşan kuvvet, vücudun yerçekimi çizgisine belirli bir açıda veya dik gelerek, açısal ya da doğrusal hareketle vücudun dengesini bozar. Bu durumda, vücut ağırlık merkezinin kuvvete olan mesafesi önem kazanır. Yerçekimi çizgisine mesafe az olduğunda, oluşan momente karşı koymak için gereken kas kuvveti daha az olur ve dinamik dengenin sağlanması kolaylaşır [45].

Vücut hareket halindeyken, vücudun yerçekimi vektörü ve ağırlık merkezi de hareket halindedir [53]. Bu bağlamda, hareket süresince oluşan postural

değişikliklerin algılanmasının ardından buna uygun motor cevabın hızlı bir şekilde gelmesi dinamik dengeyi sağlar [50].

2.3.2 Dengenin Nörofizyolojisi

Merkezi ve periferik geri bildirim mekanizmalarıyla entegre çalışan, nöral bağlantı ve merkezler ağı, MSS'de, dengenin sağlanması ve sürdürülmesinden sorumludur. Serebellumda yer alan limbik yapılar, hafıza, dikkat ve konsantrasyon fonksiyonlarını içeren bölgeler de postüral kontrolün sağlanmasında aktif olarak görev alırlar. MSS, somatosensör (proprioseptif), vizüel ve vestibular afferent sistemlerden gelen verileri birleştirerek işledikten sonra, muskuloskeletal sistemde koordine bir şekilde duruma uygun yanıt oluşturarak denge durumunu sağlar. Kısacası MSS'nin tamamı, vestibular, vizüel ve somatosensör afferent sistemlerle muskuloskeletal sistemin entegrasyonunu sağlayarak, denge mekanizmasının kontrol ve koordinasyonunun ana merkezini oluşturur [4].

Baş ve vücut hareketleri sürdürülürken gözlerin sabitlenmesi görevini üstlenen vestibular sistem, bunu, vestibular labirentin semisirküler kanalları aracılığıyla başın açısal ivmesini algılayıp hemen hız verisine çevirerek, bu veriyi vestibulo – oküler refleks yollarla oküler kaslara iletmesi ile sağlar. İç kulaktaki utricles ve saccules yapıları, yerçekimi de dahil olmak üzere tüm doğrusal ivme bilgisini vestibulospinal hattan alt ekstremité kasları ve spinal kaslara iletirler. Denge, vestibular, somatosensör ve vizüel sistemden gelen verilerin merkezi oryantasyonu ile de organize edilmekte; bu üç sistem postüral reflekslerin afferent duyu kısmını oluşturmaktadır [57].

Postüral refleks mekanizmasının efferent yollarını muskuloskeletal sisteme bağlantı yapan alfa motor nöronlar oluşturur. Koordinasyon ve entegrasyon merkezi olan beyin sapı ve omurilik ise tüm bu refleks mekanizmanın hakimiyetine sahiptir.

Dengeyi sağlamak, duysal organizasyon ve kas oryantasyonu şeklinde iki kısma ayrılabilir. MSS'ye iletilen birçok duysal input arasından, denge açısından dikkate alınan somatosensör, vestibular ve vizüel veriler duysal organizasyonu sağlar. Özellikle somatosensör sistem ile proprioepsiyon algısı; örneğin ayağın basmakta olduğu zemine dair bilginin gelmesi, dengeyi sağlama ve sürdürmede ön plandadır. Duysal girdiler MSS tarafından işlenerek, yapılacak postüral ayarlamalar için yön, zamanlama ve hareketin boyutu belirlenir. Dengenin kas oryantasyonu bileşeni, gövde ve alt ekstremitede oluşturulacak olan kas aktivitesinin boyutunun, kaslara görev dağılımının ve zamanlamanın ayarlanmasını ifade eder [57].

2.3.3 Denge ve TRX

TRX süspansiyon sistemi yerçekimi ve vücut ağırlığı ile çalışma sağlayan bir sistemdir. TRX egzersizleri esnasında vücudun ağırlık merkezi sürekli olarak yer değiştirdikçe, postüral kontrol mekanizmasının aktif kalmasını sağlar. Tüm hareketler boyunca yerçekimi çizgisi ve destek tabanın değişkenliği denge sistemine etki eder. Süspansiyon egzersizleri, dengenin sağlanması için temel gereklilik olan, yerçekimi çizgisinin destek taban hizasında olma durumunu bozmaya yönelik olarak tasarlanmıştır ve egzersizlerin tümünde ağırlık merkezinin yer değiştirmesi söz konusudur. Vücut, egzersizler esnasında yerçekimi çizgisini kontrolde tutmak ve hareketleri bununla birlikte yapmak durumundadır. Ayrıca TRX egzersizlerinin direncinin ayarlanmasında da yine dengeye etki eden prensipler kullanılmaktadır. Bu prensiplerden birincisi olan vektör direnci prensibi, yani diğer bir deyişle vücudun açısının değiştirilmesi, yerçekimi hattını belirli bir açığa getirerek denge mekanizmasına direnç oluşturur. TRX süspansiyon sisteminin postüral kontrole etki eden ikinci egzersiz ilerleme tekniği sarkaç prensibi de, halatın bağlantı noktasına göre açısının değiştirilmesi ile hareketlerin kolaylaştırılması veya zorlaştırılması için

yerçekimi kuvvetinin kullanılmasını içerir. Bu süreçte denge bozularak, tüm nöromüsküler sistem aktif olarak dengeyi sağlamak ve sürdürmek için çalışır. Vücudun destek taban yüzeyinin azaltılması ve/veya vücut ağırlık merkezinin destek tabandan uzaklaştırılması ile stabiliteyi bozmayı içeren stabilite prensibi de TRX'in yine dengeyi zorlayan üçüncü direnç oluşturucu prensibidir. Lumbopelvik kalça kompleksi, vücudun statik ve dinamik dengesinde de önemli bir role sahiptir. TRX süspansiyon sisteminin öne çıkan en önemli özelliği, bütün egzersizlerde lumbopelvik kalça kompleksinin aktif olarak çalışmasıdır, ki bu aktivasyonun nedeni de bütün egzersizlerin dengeyi bozarak postüral kasları tetikleyici özellikte olmasıdır [1, 26].

2.4 Esneklik

2.4.1 Tanımı

Esneklik eklemin izin verdiği sınırlar içerisinde kas ve tendonun uzayabilirliğine dayanan maksimum EHA olarak tanımlanabilir [57, 58, 59]. Bir eklem veya eklem serisinin hareket kabiliyeti olarak tanımlanan esneklik, çoğunlukla kas, tendon, ligament, kemik ve kemiksi yapılarla ilişkilidir. Bu yapılar arasında esnekliği en çok etkileyen kas – tendon birimidir [60]. Buna göre, tüm EHA boyunca bir kasın veya kas grubunun rahatlıkla hareket edebilme becerisi, kasların esnekliğini açıklayabilir [11, 12].

Esneklik, statik ve dinamik olmak üzere ikiye ayrılırken; bir eklemin maksimum hareket açıklığına ulaşma hızı dikkate alınmaksızın erişilebilen EHA statik esneklik, germeye karşı oluşan direnç de dinamik esneklik olarak adlandırılır. Sportif performans açısından ve artritlere bağlı eklem sertliklerinin tedavileri açısından kıyaslama yapılacak olursa, dinamik esneklik daha önemlidir [58].

Statik esneklikte, hız unsurunun hiç bir önemi yoktur. Muskulotendinöz

birimin uzayabilirliği sınırları ile EHA olarak belirtilen statik esneklik, eklemin bir noktasına ya da son noktasına statik germe ile ulaşabilme yetisidir.

Eklemler serisinin veya tek bir eklemin, hareketi esnasında dirençle karşılaşılması durumunu içeren dinamik esneklik, bir fonksiyonu normal veya hızlı şekilde gerçekleştirirken EHA içerisinde eklemin rahat hareket edebilmesi olarak açıklanabilir. Birçok sportif çaba için belirli düzeyde olması mutlak şart olan dinamik fleksibilite, EHA boyunca dirençsiz hareket kapasitesini gerektirir [16].

2.4.2 Esneklik ve Germe Egzersizleri

Esneklik, kasın uzayabilirliğini ve/veya EHA'yı artırmak amacıyla, iç ve/veya dış bir kuvvet ile yapılan hareketler olarak tanımlanan germe egzersizlerinin bir sonucu olarak değerlendirilir [15]. İyi bir denge ve postüral stabilite ile bağlantılı olan esnekliğin, fiziksel performansı artırdığı bilinmektedir [11, 12, 57]. Esnekliği geliştirme amaçlı germe egzersizleri; tüm seviyelerdeki sportif aktivite ve egzersiz programlarının vazgeçilmez bileşenleridir. Sağlıklı erişkinlere tavsiye edilen, fiziksel uygunluğa ve günlük yaşam aktivitelerine yönelik genel egzersizler arasında da germe egzersizleri de yer almaktadır.

İyi bir esneklikle kas kramplarının azaltılması, kasların gevşemesi ve stresin azaltılması, aktivite sonrası oluşabilecek olan kas ağrılarının önlenmesi ve/veya azaltılması, sakatlık riskinin veya oluşabilecek sakatlığın şiddetinin azaltılması, bel ağrısı riskinin azaltılması, ve EHA'nın geliştirilmesi sağlanabilir [16].

Yapılan birçok çalışmada özellikle performans sporlarında, dinamik germe egzersizleri içeren ısınma programlarının performansı geliştirdiği görülmüşken, statik germe içeren ısınma programlarının ise performansı olumsuz yönde etkilediği görülmüştür [61].

2.4.3 Esnekliğe Etki Eden Faktörler

Esneklik, çeşitli durumlarda ve birçok bireysel değişken ile limitasyona uğrayabilecek bir yetidir. Dokuların uzayabilirliğini veya EHA'yı kısıtlayabilen olası etkenler şu şekilde sıralanabilir: yaş, cinsiyet, etnik köken, meslek, biyolojik ritim (gün içerisindeki zamanlama), kas gerilimi, ligament ve tendon uzunlukları, eklem ve kemik yapısındaki limitasyonlar, diğer sinerjik kasların limitasyonları, cilt problemleri (skleroderma, skar doku gibi), kas veya eklemlerde konnektif doku elastisitesinin eksikliği, aktif hareket esnasında kuvvet ve koordinasyon eksikliği, hamilelik, spastisite, paralizi, kontraktürler, refleksler, hormonlar, obezite, postüral bozukluklar (skolyoz, vb.), immobilizasyon, ağrı, enflamasyon – effüzyon, korku, vücut kütlesi (kasın büyük olmasının eha'nı etkilemesi, ısı, fiziksel uygunluk ve aktivite düzeyi, mesanenin dolu olması, ilaç kullanımı, vücut yağları [62].

2.4.4 TRX'te Germe

TRX süspansiyon sisteminde bulunan esnekliği geliştirmeye yönelik egzersizler, aktif ve pasif bileşenler içeren egzersizlerdir. Germeyi aktif bir şekilde gerçekleştirmeye olanak sağlayan TRX'in dinamik yapısı, ağırlığı alarak hareketin son noktasında gerimi pasif olarak tutmaya ve yine aktif olarak germe pozisyonundan çıkmaya izin verir. Ayrıca, tekrarlar halinde uygulama söz konusu olduğundan, dinamik germe de egzersizlerin bir parçası haline gelmektedir. TRX süspansiyon halatıyla yapılan egzersizde, eklem mobilitesinde de artış sağlanır. Bir eklem ya da eklemler serisinde, nöromüsküler kontrol, stabilite ve kuvvet bileşenleri ile birlikte uygulanan egzersizler, EHA boyunca rahat hareket etmeye ve germe komponenti ile EHA'yı geliştirmeye katkıda bulunur. Bu da günlük rutinde ve fiziksel performansta, etkin esneklikte bir eklem mobilitesi oluşturmayı sağlar [1, 23, 26].

TRX germe egzersizleri sırasında, yerçekiminin vücudu, germe hareketinin içerisinde çekmesine izin verilerek, zorlanmadan doğal bir germe etkisi meydana getirilmektedir. Ayrıca, TRX süspansiyon sisteminin üç düzlemi de kullanıyor olması, germe egzersizlerini de üç boyutlu hareketler haline getirir; her kas için en uygun ve en etkili germe pozisyonu sağlanır [1, 23, 26].

Esneklik antrenmanlarında gelişmekte olan bir konsept de entegre germe egzersizleridir. Bir kasta olabilecek kısalık, kasların birbirine bağlanma düzeninden ötürü, doğrudan doğruya diğer kasların pozisyon, esneklik ve fonksiyonlarını etkiler. TRX egzersizleri ile kaslara tek tek, izole ve statik germeler yerine, birbirine bağlı olan tüm kas zincirine dinamik entegre germeler uygulanır [1, 23, 26].

2.5 Kas Kuvveti ve Patlayıcı Kuvvet

Bir kas veya kas grubunun, herhangi bir dış kuvvete karşı koymak için aktive olarak oluşturduğu direnç kas kuvvetidir. Tüm kasılmalar egzersiz oluşturmazlar; ancak tüm egzersizler kas kasılması gerektirmektedirler. Mekanik ve nöral etkenlere bağlı olarak, kasın oluşturduğu güç miktarı, kasılma tiplerine göre de değişkenlik gösterir [63]. Şiddetli ivmeler gerektiren aktivitelerde, performansı etkileyen en önemli değişkenlerden biri olan patlayıcı kas kuvveti ise, kısa bir süre içerisinde süratli ve büyük bir kuvvet veya moment oluşturma becerisi olarak tanımlanır [64]. Başka bir deyişle patlayıcı güç, kasların dinlenme veya düşük kuvvet durumundayken hızlı bir şekilde güç oluşturma becerisidir [65, 66]. Bu bağlamda, fonksiyonel aktivitelerin komponentleri arasında bulunan kas aktivasyonu, kuvvet ve hızı bir arada düşündüğümüzde, patlayıcı kuvvet fiziksel performansta ve günlük yaşam aktivitelerinde de ön plana çıkmaktadır [67]. Patlayıcı kuvvetin ve maksimum kas kuvvetinin, sprint, sıçrama ve anaerobik kuvvet gerektiren aktivitelerle çok kuvvetli bir ilişkisi olduğu bilinmektedir [68].

Tek ayak ve çift ayak sıçrama tekniklerin baskın olduğu günümüz sporlarında kullanılan patlayıcı kuvvet, sprint, uzun atlama, yüksek atlama ve fırlatma içeren sporlar için oldukça önemlidir [67].

2.5.1 Kas Kuvveti Egzersizleri

Kas kuvveti (kassal kuvvet), fiziksel performansın bir komponenti olan ve vücuda dışarıdan etki edebilecek herhangi bir kuvvete direnç göstermek için, kas içerisinde oluşturulan güçtür. Fiziksel performansı artırmak üzere bir egzersiz programı söz konusu olduğunda, kuvvet ve güç arasındaki ilişki karmaşık bir hal almaktadır. Maksimal efor söz konusu iken, hareketin hızı düşüktür. Yani egzersizin yükü arttıkça, yapılan hareket yavaşlar; ve yük azaltıldıkça kuvvet oluşturma hızının artmasıyla birlikte, açığa çıkan güç de artış gösterir. Fiziksel performans artışında belirleyici olan temel etkenlerden biri güç oluşturma becerisidir. Dolayısıyla, fiziksel performansı geliştirmeye yönelik egzersiz programlarında; hem yüksek hızlı hareketler, hem ağır dirençli (ancak yavaş) kuvvetlendirme egzersizlerini içeren kuvvetlendirme teknikleri kullanılmaktadır [21]. Özellikle gövde kaslarındaki kuvvetsizlik, bel problemleri başta olmak üzere, birçok muskuloskeletal probleme zemin hazırlayan bir unsurdur. Kasların kuvvetli olması sağlıklı bir lokomotor sistem ve fiziksel aktivitelerin devamı için gereklidir [63]. Kas kuvveti ve enduransı, fonksiyonel hareket becerisinde ve fiziksel aktivite düzeyinde etkin olduğundan; kasları kuvvetlendirmeye yönelik egzersizler, fiziksel performansı artırmak açısından önem taşır [58, 60]. TRX fonksiyonel bir sistem olduğundan, kasların sinerjik ve dengeli bir şekilde kuvvetlendirilmesine olanak sağlar [1, 26].

Bölüm 3

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi

Bu çalışma, Doğu Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan ETK00-2016-0138 sayılı etik onay alındıktan sonra, Temmuz 2016 – Eylül 2016 tarihleri arasında yapıldı. Gerekli izinler alındıktan sonra çalışma Fitstop Studio Spor Salonu'nda gerçekleştirildi.

Araştırmanın örneklem büyüklüğü istatistiksel faktörler dikkate alınarak hesaplandı. Ön değerlendirme - son değerlendirme karşılaştırmalarının çift bacaklı Wilcoxon testi ile yapılacağı $\alpha=0,05$, $\beta=0,20$ ve Cohen etki büyüklüğü değerinin $d=0,5$ olacağı varsayımları altında ilk örneklem büyüklüğü her bir grup için 35 kişi olarak hesaplandı. Araştırmada herhangi bir nedenle ayrılacaklar nedeniyle bu ilk örneklem büyüklüğü %20 artırılarak son örneklem büyüklüğü her bir grup için 42 kişi olarak hesaplandı.

Temmuz 2016 tarihinde çalışmaya 84 bireyle başlandı. Çalışma öncesinde, bireylere çalışmanın amacı ve uygulanacak değerlendirmeler hakkında sözlü ve yazılı bilgilendirilme yapıp, çalışmaya katılmayı kabul eden bireylere aydınlatılmış gönüllü onam formu imzalatıldı. Ayrıca, çalışmada fotoğrafları çekilen bireylerden, fotoğrafların kullanımı için yazılı izin belgesi alındı. Çeşitli nedenlerle araştırmaya dahil edilmeyen bireyler olduğundan dolayı çalışma, Eylül ayı sonunda 80 kişi ile tamamlandı.

3.1.1 Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

1. 20 - 45 yaş aralığında olan bireyler.
2. Çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul etmiş bireyler.

3.1.2 Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

1. Herhangi bir nörolojik rahatsızlığa sahip olan bireyler.
2. Herhangi bir ortopedik rahatsızlığa sahip olan bireyler.
3. Herhangi bir kardiyovasküler problemi olan bireyler.
4. Kanser tanısı konmuş hastalar.
5. Hamile veya hamilelik şüphesi olan bireyler.
6. Ciddi görme, duyma ve konuşma bozukluğu olan bireyler.
7. Son 6 ay içerisinde düzenli egzersiz alışkanlığı olan bireyler.

3.2 Araştırma Genel Planı

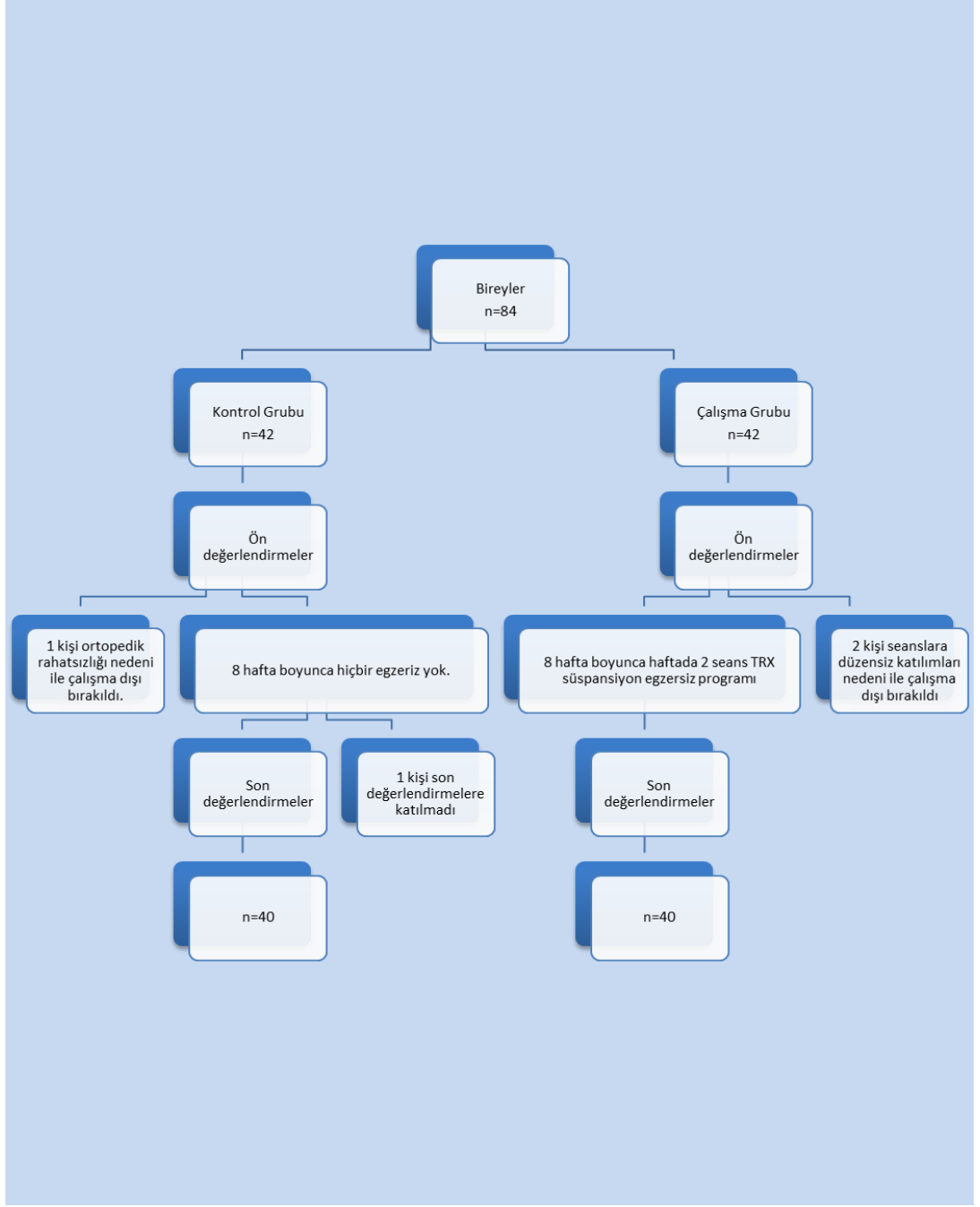
Araştırmaya başlanırken, bireylere çalışma hakkında sözlü genel bilgi verildi ve yazılı olarak bilgilendirme içeren ‘Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu’ okutulup imzalatıldı [Ek1].

Çalışma öncesi tüm bireylere ön değerlendirmeler yapıldı.

Değerlendirmeler sonrasında, uygulama grubundaki kişiler 8 hafta boyunca haftada 2 seans TRX süspansiyon egzersiz programına alındılar. Kontrol grubundaki bireyler ise 8 hafta süre ile günlük yaşam aktivitelerine devam ettiler ve herhangi bir egzersiz yapmadılar.

8 haftalık egzersiz eğitiminin sonunda tüm bireylere çalışmanın başında uygulanan tüm testler, son değerlendirmeler olarak yeniden yapıldı.

Çalışmanın akışı Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Çalışma Akışı

3.3 Bireylere Yapılan Değerlendirmeler

3.3.1 Demografik Değerlendirme

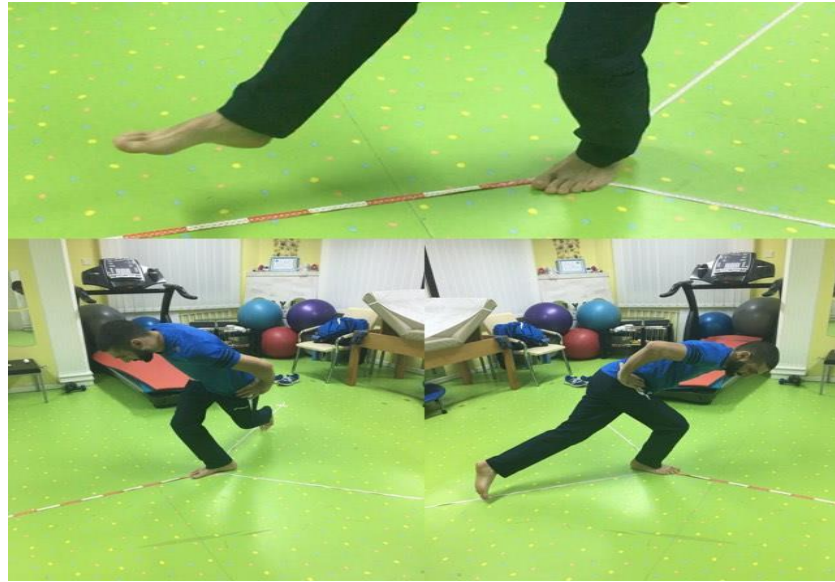
Çalışma öncesinde her iki gruptaki bireylerin yaş, cinsiyet, ailesinde ve kendisinde herhangi bir rahatsızlığı olup olmadığı soruldu ve kilo, boy değerlendirmeleri yapıldı [Ek 2]. Bireylerin boyları mezura ile, vücut ağırlıkları da baskül ile ölçüldü. Elde edilen verilerden bireylerin vücut ağırlığının (kg), boy uzunluğunun (m) karesine bölünmesi formülü ile beden kütle indeksi ($BKİ = \text{kg/m}^2$) hesaplandı [69].

3.3.2 Y - Denge Testi

Yıldız Dinamik Denge Testi, (Star Excursion Balance Test) dinamik denge ve postüral kontrolün klinik ve/veya sportif alanda değerlendirilmesi için, ilk olarak Gray tarafından [70] ortaya konmuş bir değerlendirme metodudur [71]. Test, Plisky ve ark. tarafından, lise basketbol oyuncularının dinamik postüral stabiliteilerinin değerlendirilmesi için kullanılmıştır [72]. Daha sonra, Hertel ve ark., yıldız dinamik denge testini (SEBT) modifiye edip sadeleştirmek için kullanılmak üzere testin en az gereksiz bilgi veren üç yönünü belirlemiştir. Bu yönler, Anterior, Posteromedial ve Posterolateral olup, dinamik dengenin değerlendirilmesi alanında 'Y-Denge Testi'nin doğmasına yol açmışlardır. [71, 73].

Bu çalışmada, dinamik dengenin değerlendirilmesi için SEBT modifiye edilerek geliştirilen Y-Denge Testi kullanıldı. Değerlendirme öncesinde, 'Y-Denge testi' katılımcılara anlatıldı. Öğrenme sürecinin testi etkilememesi için her iki ekstremitenin için 6 kez deneme yapmaları istendi. Denemeleri tamamlayan katılımcılar, 180 saniyelik (sn.) dinlenme süresinin ardından teste alındılar. Test her iki alt ekstremitenin için 120 sn. dinlenme araları ile toplam 3 kez yapıldı. Bireyler tek ayak üzerinde Y- denge test düzeneği üzerinde durarak, serbest ayakla, sabit ayağın

anterior, posteromedial ve posterolateral yönlerine doğru uzandılar (Şekil 3). Test sıralaması, sağ bacağın değerlendirmesi için sağ anterior, sağ posteromedial, sağ posterolateral ve sol bacağın değerlendirmesi içinse sol anterior, sol posteromedial, sol posterolateral şeklindeydi [74]. Sabit olan ayak adına olmak üzere 3 test içerisinde ulaşılan maksimal değerler santimetre cinsinden kaydedildi. Hedef noktalara uzanılırken uzanan ekstremitenin yere temas etmesi, değerlendirilen ayağın sabit olduğu orta noktadan kayması durumlarında ve bireylerin dengelerinin her üç hedef noktaya uzanmayı tamamlamadan bozulması durumunda test geçersiz sayılarak, 180 sn. dinlenme aralığı verildikten sonra tekrarlandı.



Şekil 3. Y-Denge Testi

Bireyler arasındaki farklı antropometrik ölçülerin normalizasyonu için alt ekstremitte ölçümleri kullanıldı. Katılımcıların alt ekstremitte uzunlukları ölçülürken, salondaki metler üzerinde sırt üstü yatar pozisyonda mezura ile, anterior superior iliak spina'nın en üst noktasından, medial malleol alt ucuna olan mesafe santimetre cinsinden alındı. Her ekstremitte için ayrı dinamik denge değerlendirmesi, testlerde ulaşılan maksimum mesafeler kullanılarak yapıldı. Bu verilerle, üç farklı yön için

maksimum değerlerin toplamı alınarak karma bir ulaşma mesafesi değeri elde edildikten sonra, ulaşma değerleri hesaplanan ekstremitenin boyunun 3 katına b6l6nd6 ve 100 ile çarpıldı. B6ylece erişilen maksimum mesafelerin karma değerinin alt ekstremit6 uzunluğuna oranı y6zdelik olarak hesaplanmış oldu [74]. Bu değerin form6l6 aşağıdaki gibidir:

$$\left(\frac{\text{maksimum anterior mesafe (cm)} + \text{maksimum posteromedial mesafe (cm)} + \text{maksimum posterolateral mesafe (cm)}}{(\text{anterior superior iliak spina} - \text{medial malleol mesafesi (cm)}) \times 3} \right) \times 100$$

3.3.3 Tek Ayak 6zerinde Durma Testi

Statik dengenin değerlendirilmesinde kullanılan bir test olan tek ayak 6zerinde durma testi, bireylerin sert bir zemin 6zerinde çıplak ayakla dengelerini kaybetmeden durma s6relerinin kronometre ile 6l6lerek sn cinsinden kaydedildiği bir testtir [75].



Şekil 4. Tek ayak üzerinde durma testi

Bu çalışmada tek ayak üzerinde durma testi, statik dengenin değerlendirilmesi için kullanıldı. Katılımcılar elleri krista iliaka üzerinde, serbest olan ekstremiteler, diğerinin medialinde, dizden 90^0 fleksiyonda ve değerlendirilen ekstremitelere temas etmeyecek şekilde pozisyonlandı. Bireylerden tek ayak üzerinde hareketsiz durmaları istendi. Test sert zeminde, katılımcıların ayakları çıplak olacak şekilde uygulandı (Şekil 4) [76]. Kişinin tek ayak üzerinde dengede durması esnasında karşısındaki duvarda veya göz seviyesinde herhangi bir noktaya odaklanması istendi. Test süreci, tek ayak yere temas etmesi, ellerin krista iliakadan hareket etmesi, gövde salınımı olması, havada tutulan bacağın hareket etmesi durumunda sona erdi ve bu ana kadarki süre kronometre ile ölçüldü. Her bir ekstremiteler için 3'er tekrar olmak üzere toplam 6 test, 120 sn.lik dinlenme araları verilerek yapıldı ve analizlerde kullanılmak üzere her bir ekstremiteler için en yüksek değer kaydedildi. [48, 76].

3.3.4 Durarak Uzun Atlama Testi ve Tek Ayak Uzun Atlama Testi

Durarak uzun atlama testi ve tek ayak uzun atlama (sağ ve sol ayak) testi ile katılımcıların patlayıcı kuvvetleri değerlendirildi. Katılımcılara başlangıç pozisyonu ve testin nasıl uygulanacağı sözlü ve uygulamalı olarak anlatıldı.

Yere başlangıç noktası bir şerit bant yapıştırılarak belirlendi. Bu noktadan 1 metre, 1,5 m. ve 2 m.'lik mesafeler ölçülerek, bu noktalara da şerit bantlar yapıştırıldı. Bireyler maksimum mesafeyi hedefleyerek önce çift ayakla, sonra da tek ayakla (sağ ve sol) sıçradılar. Başlangıç noktası ile sıçrama sonrası durulan noktadaki topuk mesafesi mezura ile ölçüldü. Test uygulaması esnasında bireyler spor ayakkabılarıyla testi gerçekleştirdiler.

Katılımcıların başlangıç pozisyonundan kayarak sıçradıkları veya sıçradıkları noktadaki pozisyonu 2 sn süre ile koruyamadıkları testler geçersiz sayılarak tekrarlandılar. Her sıçrama arasında katılımcılara 60 sn.lik dinlenme süreleri verildi. Her bir test için 3'er sıçrama olmak üzere toplam 9 sıçrama gerçekleştirildi. Ölçülen en yüksek değerler santimetre cinsinden kaydedildi. [77].

Elde edilen verilerin normalizasyonu için bacak boyları kullanılarak yüzdeler hesaplamaları yapıldı. Çift sıçrama verileri için, ölçülen mesafenin bireylerin bacak boylarının ortalamasına bölünmesi (cm cinsinden) ve elde edilen değer 100 ile çarpılması ile normalizasyon yapılırken; tek ayak sıçramalar için ise değerlendirilen ekstremitenin için kaydedilen sıçrama mesafesinin yine aynı ekstremitenin bacak boyuna bölünerek, elde edilen değer 100 ile çarpılması ile analizlerde kullanılan yüzde değer hesaplandı [78].

3.3.5 Otur Uzan Testi

Otur uzan testi (sit and reach test) sırt ve bacak arka grup kaslarının esnekliğini değerlendirmek için kullanıldı. Bireyler, yere konan bir mat üzerine,

bacaklar yaklaşık olarak kalça genişliğinde açık uzun oturur pozisyonda, dizler ekstansiyonda ve ayak bilekleri 90⁰ fleksiyonda, ayakları çıplak olacak şekilde ölçüm sehmasına dayanmak sureti ile sabitlenerek oturdular.

Ölçüm için kullanılan sehpa, uzunluğu 35 cm, genişliği 45 cm ve yüksekliği 32 cm olan bir kutu ve üzerindeki uzunluğu 55 cm, genişliği 45 cm ve yüksekliği 35 cm olan bir sehpadan oluşur. Bireyin ayaklarını dayayacağı noktadan itibaren 15 cm öne taşacak şekilde olan sehpa, üzerinde 0 cm ile 50 cm arasında, 1cm.lik aralıklara bölünmüş ölçek bulunur [61].

Bireyler dizlerini düz tutarak, sağ ellerini sol ellerinin üzerine yerleştirip, ellerini ölçüm cetveli üzerinden ileriye kaydirdılar ve yavaşça ayak parmaklarına doğru uzanabilecekleri en uzak mesafeye uzandılar. Uzanabildikleri nokta ile ayak parmakları arasındaki (ayak bileğini sabitleyen kısım ile) mesafe ölçülerek santimetre cinsinden kaydedildi. Maksimum uzanma noktası, ayak parmaklarını ileriye doğru geçtiyse artı değer, ayak parmaklarına ulaşamadıysa eksi değer olarak kaydedildi [79].

3.3.6 Mekik Testi

Karın kaslarının kuvvet ve enduransını değerlendirmek için mekik testi kullanıldı. Katılımcılar mat üzerine sırt üstü, dizler fleksiyonda ve ayak tabanı yere basacak şekilde uzandılar (Şekil 5). Ellerini iki yandan başlarına yerleştirerek, buradan dirsekler dizlerine degecek şekilde mekik çekmeleri istendi. Kronometre kullanılarak teste başlandı. Bireylerin 60 sn içerisinde yapmış oldukları mekik sayısı not edilirken; sonrasında durmadan devam edip ulaştıkları maksimum mekik sayısı da kassal endurans adına kaydedildi [80, 81].



Şekil 5. Mekik Testi

3.3.7 Sırt Ekstansiyon Testi

Sırt ekstansiyon testi ile sırt ekstansör kaslarının kuvvet ve enduransı değerlendirildi. Katılımcılar test hakkında bilgilendirildikten sonra, mat üzerine yüzüstü yatarak elleri yine baş üzerinde kavuşturulmuş şekilde ve ayakları yerden kalkmayacak şekilde desteklenerek test pozisyonuna getirildi. Kronometre başlatıldığında bireyler kostalar seviyesine kadar yerden kalkarak yapabilecekleri maksimum sayıda sırt ekstansiyonu yaptılar. 60 sn süresince yapılan ekstansiyon sayısı ve kassal endurans değeri olarak da 60 sn'nin sonrasında ulaşılan maksimum sayı kaydedildi [81].

3.4 Grupların Egzersiz Programı

Kontrol grubu, 8 hafta boyunca herhangi bir egzersiz programına dahil olmayarak, 8 haftalık süreyi düzenli bir fiziksel aktivite, egzersiz veya spor yapmayarak geçirdiler. Çalışma grubu ise 8 haftalık süre içerisinde TRX süspansiyon programına katıldı. Çalışma grubundaki bireyler için, TRX süspansiyon programı için egzersizler fizyoterapist tarafından, agonist – antagonist kasların çalışma prensipleri, bu bağlamda da egzersizlerin düzlemleri; ayrıca egzersizlerin vücudun hangi bölgesini çalıştırdığı baz alınarak dengeli bir program hazırlandı. Egzersizlerin ilerleyişleri için de, Temel Egzersiz Programından yola çıkılarak yine agonist –

antagonist kas grupları göz önünde bulundurulurken, stabilite, sarkaç ve vektör direnci prensiplerine göre egzersizler seçildi [1, 22, 26, 82].

3.4.1 Uygulanan TRX Süspansiyon Programlarının İçeriği

3.4.1.1 Temel Egzersiz Programı

İlk 4 hafta boyunca her seansta uygulanan, ve sonraki haftalarda da haftada 1 seans olmak üzere sürdürülen Temel Egzersiz Programı, TRX süspansiyon egzersizlerinin temelinde kullanılan egzersizlerden oluşturuldu (Tablo 1). Her bir egzersiz seti arasında 30 – 60 sn.lik dinlenme araları verildi.

Tablo 1. Temel Egzersiz Programı

	Egzersiz	Tekrar / Süre	
1.	TRX koşucu başlangıcı	12 tekrar	Şekil 6
2.	TRX squat	12 tekrar	Şekil 7
3.	TRX diz bükme	12 tekrar	Şekil 8
4.	TRX kürek	12 tekrar	Şekil 9
5.	TRX göğüs itme (chest press)	12 tekrar	Şekil 10
6.	TRX omuz açma	12 tekrar	Şekil 6
7.	TRX öne doğru esneme	12 tekrar	Şekil 11
8.	TRX yüzüstü köprü	30 sn.	Şekil 12
9.	TRX karın sıkıştırma	12 tekrar	Şekil 8
10.	TRX hamstring germe	1-2 dakika	Şekil 13
11.	TRX sırt bel germe	1-2 dakika	Şekil 13
12.	TRX göğüs gövde germe	1-2 dakika	Şekil 13

3.4.1.2 Endurans Programı

İlerleyen haftalarda daha yoğun çalışma programına geçilerek 5. ve 7. haftaların ilk seanslarında Endurans Programı uygulandı. Tablo 2’de görülen Endurans Programı, farklı sıralama, ilerleme seviyeleri ve artmış tekrar sayıları ile temel egzersizlerden oluşturuldu. Her egzersiz seti arasında 30 – 60 sn. dinlenme aralığı verilirken, her 3 set sonrasında bireylerin salon içerisinde 1 dakika hafif tempo ile yürümeleri söylendi.

Tablo 2. Endurans Programı

	Egzersiz	Tekrar / Süre	
1.	TRX koşucu başlangıcı	15 – 20 tekrar	Şekil 6
2.	TRX diz üstünde öne esneme	15 – 20 tekrar	Şekil 11
3.	TRX kürek	15 – 20 tekrar	Şekil 9
	Salon içerisinde yürüme	1 dakika	
4.	TRX T & Y omuz açma	15 – 20 tekrar	Şekil 6
5.	TRX tek ayak squat	15 – 20 tekrar	Şekil 7
6.	TRX göğüs itme	15 – 20 tekrar	Şekil 10
	Salon içerisinde yürüme	1 dakika	
7.	TRX çapraz (oblik) karın sıkıştırma	15 – 20 tekrar	Şekil 8
8.	TRX yüzüstü köprü	30 – 60 sn.	Şekil 12
9.	TRX diz bükme	15 – 20 tekrar	Şekil 8
	Salon içerisinde yürüme	1 dakika	
10.	TRX hamstring germe	1-2 dakika	Şekil 13
11.	TRX sırt bel germe	1-2 dakika	Şekil 13
12.	TRX göğüs gövde germe	1-2 dakika	Şekil 13

3.4.1.3 Kuvvet Programı

6. ve 8. haftaların ilk seanslarında, temel egzersizlerin ilerleme seviyelerini içeren ve Tablo 3'te gösterilen Kuvvet Programı uygulandı. 30 – 60 sn.lik dinlenme aralığı her set arasında verildi. 9. setten sonra salon içerisinde 2 dakikalık hafif tempoda yürüme uygulandı ve 2 dakika dinlenmeden sonra 10. sete geçildi.

Tablo 3. Kuvvet Programı

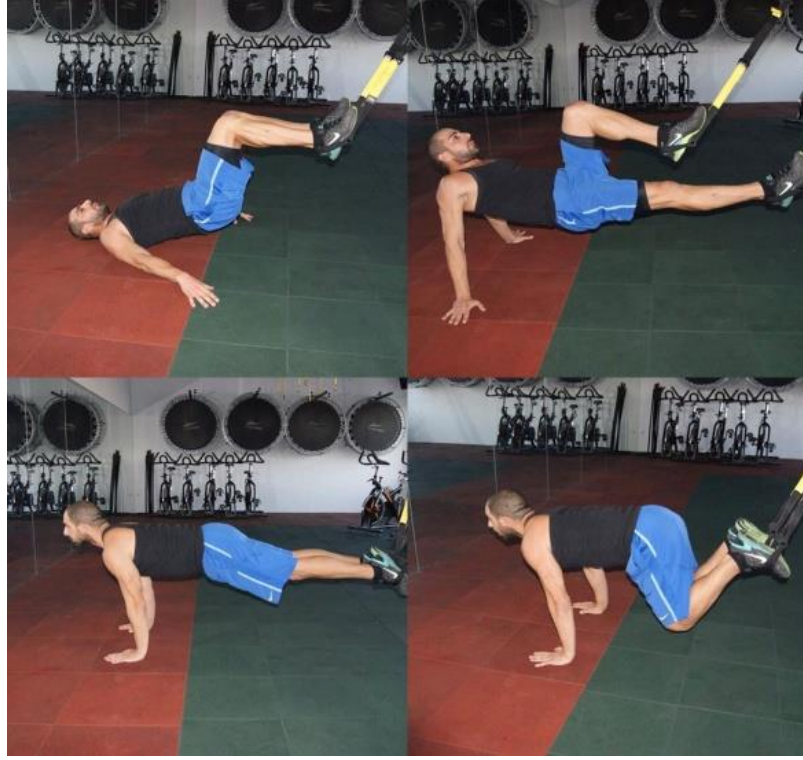
	Egzersiz	Tekrar / Süre	
1.	TRX koşucu başlangıcı	12 tekrar	Şekil 6
2.	TRX çapraz karın sıkıştırma	12 tekrar	Şekil 8
3.	TRX yan köprü	30 sn.	Şekil 12
4.	TRX geriye kürek	12 tekrar	Şekil 9
5.	TRX göğüs itme	12 tekrar	Şekil 10
6.	TRX tek ayak squat	12 tekrar	Şekil 8
7.	TRX diz üstünde öne esneme	12 tekrar	Şekil 11
8.	TRX T & Y omuz açma	12 tekrar	Şekil 6
9.	TRX diz bükme	12 tekrar	Şekil 7
	Salon içerisinde yürüme	2 dakika	
	Dinlenme	2 dakika	
10.	TRX hamstring germe	1-2 dakika	Şekil 13
11.	TRX sırt bel germe	1-2 dakika	Şekil 13
12.	TRX göğüs gövde germe	1-2 dakika	Şekil 13



Şekil 6. TRX Koşucu Başlangıcı (üstte) ve Omuz Açma (altta) İlerleyişleri



Şekil 7. TRX Squat (üstte) ve İlerleyişi (altta)



Şekil 8. TRX Diz Bükme (üstte) ve Karın Sıkıştırma (altta)



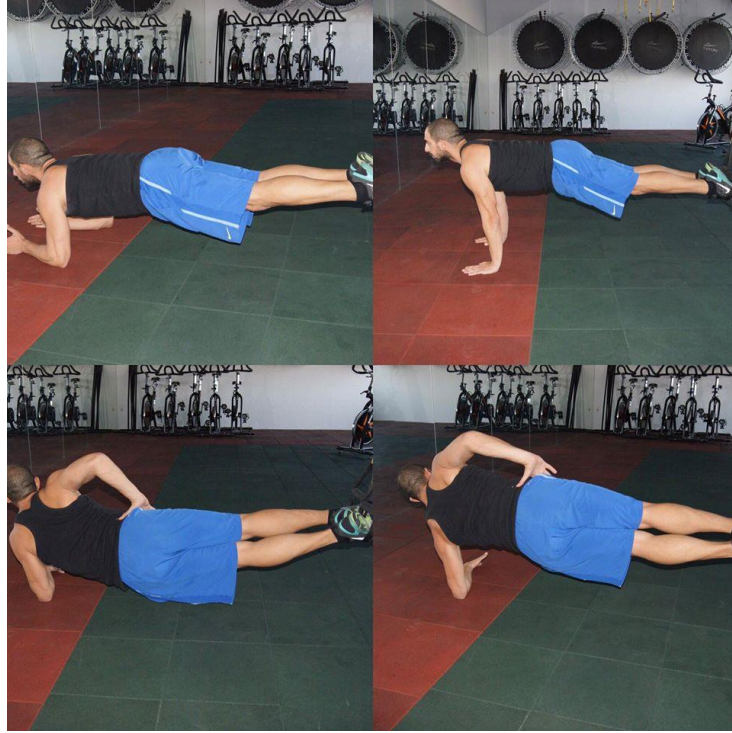
Şekil 9. TRX Kürek (üstte) ve İlerleyişi (altta)



Şekil 10. TRX Gögüs itme



Şekil 11. TRX Öne Esneme (sol alt) ve Dizler Üstünde Öne Esneme (sağ alt)



Şekil 12. TRX Yüzüstü Köprü (üstte) ve Yan Köprü (altta)



Şekil 13. TRX Germe Egzersizleri (Ortada Hamstring Germe, Üst ve Altta: Sırt Bel Germe, Sağ ve Sol Dikey Resim: Göğüs Gövde Germe)

3.4.2 8 Haftalık TRX Programının İçeriği

TRX süspansiyon egzersizlerinden oluşan, farklı egzersiz, tekrar sayısı ve dinlenme süreleri içeren 3 ayrı program oluşturulduktan sonra [23], bu programların 8 hafta boyunca yapılan seanslara dağılımları düzenlendi. İlk 4 haftada bulunan toplam 8 seansta Temel Egzersiz Programı uygulandı. Bunu takiben, 5. ve 7. haftalarda, haftanın ilk seansında Endurans Programı, ikinci seansında Temel Egzersiz Programı; 6. ve 8. haftalarda ise haftanın ilk seansında Kuvvet Programı, ikinci seansında Temel Egzersiz Programı uygulanacak şekilde bir planlama yapıldı. Tüm egzersiz programlarında, her seansın başında 5 dakikalık ısınma ve 5 dakikalık germe egzersizleri yapıldı. Bütün seanslar 5 dakikalık soğuma ve 5 dakikalık germe egzersizleri ile sonlandırıldı (Tablo 4).

Tablo 4. Program Dağılımı

TRX Süspansiyon Egzersiz Programlarının Haftalara ve Seanslara dağılımı		
1. – 4. Hafta	1. – 8. Seans	Temel Egzersiz Programı
5. Hafta	9. Seans	Endurans Programı
	10. Seans	Temel Egzersiz Programı
6. Hafta	11. Seans	Kuvvetlendirme Programı
	12. Seans	Temel Egzersiz Programı
7. Hafta	13. Seans	Endurans Programı
	14. Seans	Temel Egzersiz Programı
8. Hafta	15. Seans	Kuvvetlendirme Programı
	16. Seans	Temel Egzersiz Programı

3.5 İstatistiksel Analiz Yöntemi

Çalışmada genel özellikler hakkında bilgi vermek amacı ile tanımlayıcı istatistikler yapıldı. Sürekli değişkenlere ait veriler ortalama±standart sapma şeklinde verildi. Normal dağılıma uymayan değişkenler için ise, ortanca ile Minimum-Maksimum değerler verildi. Niteliksel veriler için Sayı ve Yüzde ile dağılımlar hakkında bilgi verildi. Sürekli değişkenlere ait verilerin Normal Dağılıma uyup uymadıklarına “Kolmogorov-Smirnov testi” ile bakıldı ($n < 50$). Ölçümle belirtilen değişkenler için, gruplar arası farkları bulmak için “Bağımsız Gruplarda t-testi” kullanıldı. Verilerin Normal Dağılıma uymadığı durumda ($p \leq 0.05$) ise bu testin parametrik olmayan karşılığı olan “Mann Whitney U-testi” kullanıldı. Yine ölçümle belirtilen değişkenler için her bir grupta tekrarlar arasında fark olup olmadığına “Bağımlı Gruplarda t-testi” ile bakıldı. Güven aralıklarının çakışması durumunda, ortalama farkın %95 Güven Aralığı’na bakıldı. Grupların ilk ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıktığı durumlarda, son değerlendirme ölçüm sonuçların karşılaştırılmasında, ilk test sonuçları kovaryant olarak ele alınıp Univariate General Linear Model kullanılarak ANCOVA analizi yapıldı. Verilerin Normal Dağılıma uymadığı durumda ($p \leq 0.05$) ise bu testin parametrik olmayan karşılığı olan “Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek testi” kullanıldı. Kesikli değişkenler için, değişkenler arası ilişki olup olmadığına ise “Ki-Kare testi” ile bakıldı. Sürekli değişkenler arası ilişkiler “Basit Korelasyon Analizi (Pearson Korelasyon Katsayısı)” ile incelendi. Anlamlılık değeri 0.05’den küçük hesaplandığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Hesaplamalar hazır istatistik yazılımı ile yapıldı (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY).

Bölüm 4

ARAŞTIRMA BULGULARI

TRX süspansiyon egzersizlerinin denge ve fiziksel performans üzerine etkilerinin araştırılması ve karşılaştırılması amacı ile yapılmış olan bu çalışmaya, 42 kontrol ve 42 çalışma grubunda olmak üzere toplam 84 kişi katıldı; ancak her iki grup 40'ar kişi ile çalışmayı sonlandırdı.

4.1 Gruplar Arası Karşılaştırmalar

4.1.1 Çalışma ve Kontrol Gruplarının Cinsiyet Dağılımları

Cinsiyet dağılımlarının incelenmesinde Ki-Kare testi (Chi Square Test) kullanıldı. Gruplara göre cinsiyet dağılımları arasında fark bulunmadı ($\chi^2 = 0.050$, $p=0.823$). Çalışma grubunda (n=40) 21 kadın(%26,3), 19 erkek (%23,8), kontrol grubunda (n=40) 20 kadın (%25), 20 erkek (%25) olmak üzere, toplam 80 katılımcının %51,3'ünün kadın, %48,8'inin erkek olduğu görüldü. Bu bağlamda çalışma ve kontrol gruplarının cinsiyet dağılımları homojendir.

4.1.2 Çalışma ve Kontrol Grubu Demografik Özelliklerin Karşılaştırılması

Tablo 5'te çalışma ve kontrol grubunun demografik özelliklerinin karşılaştırmaları verilmektedir. Buna göre, gruplar arası karşılaştırmada, yaş, boy ve vücut ağırlığı değişkenleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulundu ($p>0,05$).

Grupların BKİ değerlerine bakıldığında $p<0,05$ olarak hesaplandı. Ancak grupların güven aralıkları çakıştığı için, ortalama farkın %95 güven aralığına(GA) bakıldı. Ortalama farkın %95 GA 0 içerdiğinden grupların BKİ açısından birbirinden farklı olmadığı görüldü.

Tablo 5. Çalışma ve Kontrol Grubu Demografik Özelliklerin Karşılaştırılması

Fiziksel Özellikler	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	p
	(n=40)	(n=40)	
	X±SS	X±SS	
	(%95 GA)	(%95 GA)	
Yaş (yıl)	28,75 ±5,03 (27,14-20,36)	28,88 ±5,89 (26,99-30,76)	0,919
Vücut Ağırlığı (kg)	72,28 ±15,65 (61,14-70,45)	65,85 ±14,36 (67,27-77,28)	0,06
Boy (m)	170,93 ±9,52 (167,88-173,97)	173,38 ±11,97 (169,88-177,20)	0,314
BKİ	22,22 ±3,02 (21,26-23,19)	23,88 ±3,83 (22,26-25,10)	0,035*

*= $p<0,05$

4.1.3 Esneklik ve Patlayıcı Kuvvetin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Esneklik ve patlayıcı kuvvetin, çalışma ve kontrol gruplarındaki ortalama değerlerinin karşılaştırılması Tablo 6'da gösterilmektedir. Gruplar arası, esneklik egzersiz öncesi ve sol tek ayak uzun atlama egzersiz öncesi ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulunurken ($p > 0,05$), diğer değişkenlerin hepsinde anlamlı farklar bulundu ($p < 0,05$). Sağ tek ayak uzun atlama için grupların egzersiz öncesi değerlendirmeleri karşılaştırıldığında $p < 0,05$ olarak hesaplanmasına rağmen, ortalama farkın %95 GA'ya bakıldığında, aradaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulundu. Grupların durarak uzun atlama için ilk ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıktığı için, son değerlendirme ölçüm sonuçların karşılaştırılmasında ilk test sonuçları kovaryant olarak ele alınıp Univariate General Linear Model kullanılarak ANCOVA analizi yapıldı ($F(1,77) = 8,94, p = 0,004$). Bu bağlamda, esneklik son değerlendirme, çift ayak durarak uzun atlama son değerlendirme, sağ tek ayak uzun atlama son değerlendirme ve sol tek ayak uzun atlama son değerlendirme değişkenleri için çalışma grubunun ortalama değerleri kontrol grubundan daha yüksek bulundu.

Tablo 6. Esneklik ve Patlayıcı Kuvvet Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	P
	(n=40)	(n=40)	
	X±SS	X±SS	
	(%95 GA)	(%95 GA)	
Esneklik ön değerlendirme	0,53±9,26 (-2,44-3,49)	-2,45±8,8 (-5,26-0,36)	0,145
Esneklik son değerlendirme	3,68±9,29 (0,70-6,65)	-2,03±8,74 (-4,82-0,77)	0,006*
Durarak uzun atlama ön değerlendirme	190,4±37,33 (178,46-202,34)	167,41±34,28 (156,44-178,37)	0,005*
Durarak uzun atlama son değerlendirme	198,54±38,76 (186,15-210,94)	166,89±33,02 (156,34-177,46)	F (1,77)= 8,94 p=0,004*
Sağ tek ayak uzun atlama ön değerlendirme	160,34±33,53 (149,61-171,06)	143,61±33,58 (132,87-154,35)	0,029*
Sağ tek ayak uzun atlama son değerlendirme	178,21±31,73 (168,06-188,36)	143,89±32,66 (133,44-154,34)	0,001*
Sol tek ayak uzun atlama ön değerlendirme	156,86±34,69 (145,77-167,95)	143,72±34,07 (132,82-154,61)	0,091
Sol tek ayak uzun atlama son değerlendirme	174,82±33,11 (132,9 – 245,0)	143,59±35,02 (82,1- 222,2)	0,011*

Bağımsız gruplarda t-testi / Mann Whitney U-testi, *= p<0,05

4.1.4 Kuvvet ve Kassal Enduransın Gruplar Arası Karşılaştırılması

Çalışma ve kontrol gruplarının Tablo 7'deki karşılaştırılmasında, bağımsız gruplarda t-testi / Mann Whitney U-testi kullanıldı. Buna göre mekik, mekik endurans, sırt ekstansiyonu, sırt ekstansiyonu endurans ön değerlendirmelerinin ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamsız bulundu ($p>0,05$). Çalışma ve kontrol gruplarının aynı değişkenleri için son değerlendirme ortalamaları arasında ise anlamlı istatistiksel farklar olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Buna göre, çalışma grubunun mekik ve sırt ekstansiyonu için her iki testte de(kuvvet ve kassal endurans) elde edilen ortalama değerlerinin, son değerlendirmelerde kontrol grubundan yüksek olduğu saptandı.

Tablo 7. Kuvvet ve Kassal Enduransın Gruplar Arası Karşılaştırılması

	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	
	(n=40)	(n=40)	
	X±SS	X±SS	p
	(%95 GA)	(%95 GA)	
Mekik ön değerlendirme	22,73±11,05 (19,19-26,26)	19,43±10,83 (15,96-22,89)	0,181
Mekik son değerlendirme	35,53±12,57 (31,51-39,54)	19,55±11,76 (15,79-23,31)	0,001*
Mekik endurans ön değerlendirme	22,88±11,07 (19,34-26,41)	19,90±11,86 (16,11-23,69)	0,250
Mekik endurans son değerlendirme	35,68±12,45 (31,69-39,66)	19,58±11,75 (15,82-23,33)	0,001*
Sırt ekstansiyonu ön değerlendirme	30,48±11,43 (26,82-34,13)	27,05±13,86 (22,62-31,48)	0,260
Sırt ekstansiyonu son değerlendirme	39,63±13,14 (35,42-43,83)	26,85±13,42 (22,56-31,14)	0,001*
Sırt ekstansiyonu endurans ön değerlendirme	30,48±11,43 (26,82-34,13)	27,18±13,76 (22,78-31,57)	0,278
Sırt ekstansiyonu endurans son değerlendirme	39,75±13,26 (35,51-43,99)	26,85±13,42 (22,56-31,14)	0,001*

Bağımsız gruplarda t-testi / Mann Whitney U-testi, *= p<0,05

4.1.5 Statik ve Dinamik Dengenin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Çalışma ve kontrol gruplarının Tablo 8'deki karşılaştırılmasında, her iki alt ekstremitenin için statik denge ön ve son değerlendirmelerinin ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$). Dinamik denge değerlendirme sonuçları incelendiğinde, sağ ve sol alt ekstremiteler için Y- denge ön değerlendirme sonuçları, çalışma ve kontrol gruplarında istatistiksel olarak farklılıklar gösterdi ($p<0,05$). Bu nedenle, son test ölçüm sonuçlarının karşılaştırılmasında, ilk ölçüm sonuçları kovaryant olarak ele alınıp Univariate General Linear Model kullanılarak ANCOVA analizi yapıldı. Y- denge son değerlendirme sonuçları sağ ($F(1,77)=161,54, p=0,001$) ve sol ($F(1,77)=146,28, p=0,001$) alt ekstremitelerde, çalışma ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak farklı bulundu. Her iki alt ekstremitenin için çalışma grubunun Y- denge son değerlendirmesi ortalama değerlerinin, kontrol grubundan yüksek oldukları saptandı ($p<0,05$).

Tablo 8. Statik ve Dinamik Dengenin Gruplar Arası Karşılaştırılması

	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	
	(n=40)	(n=40)	
	X±SS	X±SS	P
	(%95 GA)	(%95 GA)	
Sağ tek ayak denge ön değerlendirme	31,83±18,80 (25,82-37,84)	37,12±25,68 (28,91-45,33)	0,296
Sağ tek ayak denge son değerlendirme	45,51±20,15 (39,07-51,96)	37,28±23,49 (29,77-44,79)	0,096
Sol tek ayak denge ön değerlendirme	33,00±21,65 (26,08-39,93)	40,63±24,65 (32,75-48,52)	0,145
Sol tek ayak denge son değerlendirme	45,20±20,76 (38,56-51,84)	40,66±21,93 (33,64-47,67)	0,344
Sağ Y-denge ön değerlendirme	93,01±7,38 (90,65-95,37)	85,80±9,43 (82,79-88,82)	0,001*
Sağ Y-denge son değerlendirme	106,66±7,68 (104,20-109,11)	85,86±10,08 (82,64-89,09)	F (1,77)= 161,54 p= 0,001*
Sol Y-denge ön değerlendirme	93,36±7,52 (93,41-92,51)	85,01±9,89 (81,85-88,18)	0,001*
Sol Y-denge son değerlendirme	107,62±7,78 (105,13-110,11)	86,25±9,88 (83,09-89,41)	F (1,77)= 146,28 p= 0,001*

Bağımsız gruplarda t-testi / Mann Whitney U-testi, *= p<0,05

4.2 Grup İçi Karşılaştırmalar

4.2.1 Kontrol Grubu Ön ve Son Değerlendirmelerin Karşılaştırılması

Grup içi karşılaştırmalar yapılırken bağımlı gruplarda t-testi kullanıldı. Kontrol grubunda tüm değerlendirmelerin çalışma öncesi ve sonrası değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulundu ($p>0.05$).

4.2.1.1 Kontrol Grubu Patlayıcı Kuvvetin Grup İçi Karşılaştırılması

Kontrol grubunun durarak uzun atlama, sağ tek ayak uzun atlama ve sol tek ayak uzun atlama testlerinin aritmetik ortalama değerlerine bakıldığında, ön değerlendirmeler ile son değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$). Sağ tek ayak sıçrama parametresi normal dağılımlı olmadığı için, kontrol grubundaki grup içi karşılaştırmalarında bu parametreye, Wilcoxon Eşleştirilmiş İkili Örnek Testi (Wilcoxon signed matched test) yapıldı. Diğer değişkenler (çift ayak sıçrama ve sol tek ayak sıçrama) normal dağıldıklarından bu parametrelerde Bağımlı Gruplarda t- testi (t-test for dependent samples / t-test for paired samples) kullanıldı. Patlayıcı kuvvet içeren sıçrama testlerinin karşılaştırılması Tablo 9'da görülmektedir.

Tablo 9. Kontrol Grubu Patlayıcı Kuvvetin Grup İçi Karşılaştırılması

	Ön değerlendirme	Son değerlendirme	p
	(X±SS)	(X±SS)	
Durarak uzun atlama mesafesi (cm)	167,41±34,28	166,89±33,02	0,753
Sağ tek ayak sıçrama mesafesi (cm)	143,61±33,58	143,89±32,66	0,811
Sol tek ayak sıçrama mesafesi(cm)	143,72±34,07	143,59±35,02	0,934

Bağımlı Gruplarda t-testi (t-test for dependent samples / t-test for paired samples)

4.2.1.2 Kontrol Grubu Esnekliğin Grup İçi Karşılaştırılması

Esnekliğin otur-uzan testi ile değerlendirmesi sonucunda, kontrol grubunda elde edilen ön ve son değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Tablo 10’da görülen esnekliğin egzersiz öncesi ve sonrası değerlerinin aritmetik ortalamalarıdır. Tabloda, aritmetik ortalamalar, “değer ± standart sapma” olarak santimetre cinsinden belirtilmektedir.

Tablo 10. Kontrol Grubu Esneklik Değerlerinin Grup İçi Karşılaştırılması

	Ön değerlendirme	Son değerlendirme	p
	(X±SS)	(X±SS)	
Esneklik	-2,45 ± 8,8	-2,03 ± 8,74	0,107

Bağımlı Gruplarda t-testi (t-test for dependent samples / t-test for paired samples)

4.2.1.3 Kontrol Grubu Kuvvet ve Kassal Enduransın Grup İçi Karşılaştırılması

Kontrol grubunda kuvvet ve kassal endurans testlerinin çalışma öncesi ve sonrası değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Kontrol grubu için elde edilen mekik, mekik endurans, sırt ekstansiyonu, sırt ekstansiyonu endurans çalışma öncesi ve sonrası değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 11’de görülmektedir.

Tablo 11. Kontrol Grubu Kuvvet ve Kassal Enduransın Grup İçi Karşılaştırılması

	Ön değerlendirme	Son değerlendirme	p
Mekik	19,43±10,83	19,55±11,76	0,831
Mekik endurans	19,90±11,86	19,58±11,75	0,553
Sırt ekstansiyonu	27,05±13,86	26,85±13,42	0,773
Sırt ekstansiyonu endurans	27,18±13,76	26,85±13,42	0,638

Bağımlı Gruplarda t-testi (t-test for dependent samples / t-test for paired samples)

4.2.1.4 Kontrol Grubu Dengenin Grup İçi Karşılaştırılması

Sağ alt ekstremite statik denge, sol alt ekstremite statik denge, sağ alt ekstremite dinamik denge ve sol alt ekstremite dinamik denge egzersiz öncesi ve sonrası değerlendirmeleri aritmetik ortalamaları Tablo 12’de verildi. Her iki alt ekstremitenin statik denge değerleri normal dağılmadıkları için, grup içi karşılaştırmalarında Wilcoxon Eşleştirilmiş İkili Örnek Testi (Wilcoxon signed matched test) kullanıldı. Dinamik denge değerleri normal dağıldıklarından bu parametrelere Bağımlı Gruplarda t- testi (t-test for dependent samples / t-test for paired samples) yapıldı. Söz konusu tabloda da görüldüğü üzere, bu değerlerin grup

içi karşılaştırılmasında, çalışma öncesi ve sonrası değerleri testler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 12. Kontrol Grubu Dengenin Grup İçi Karşılaştırılması

	Ön değerlendirme ($\bar{X}\pm SS$)	Son değerlendirme ($\bar{X}\pm SS$)	p
Sağ tek ayak denge	37,12±25,68	37,28±23,49	0,468
Sol tek ayak denge	40,63±24,65	40,66±21,93	0,882
Sağ Y-denge	85,80±9,43	85,86±10,08	0,895
Sol Y-denge	85,01±9,89	86,25±9,88	0,051

Wilcoxon Eşleştirilmiş İkili Örnek Testi ve Bağımlı Gruplarda t-testi

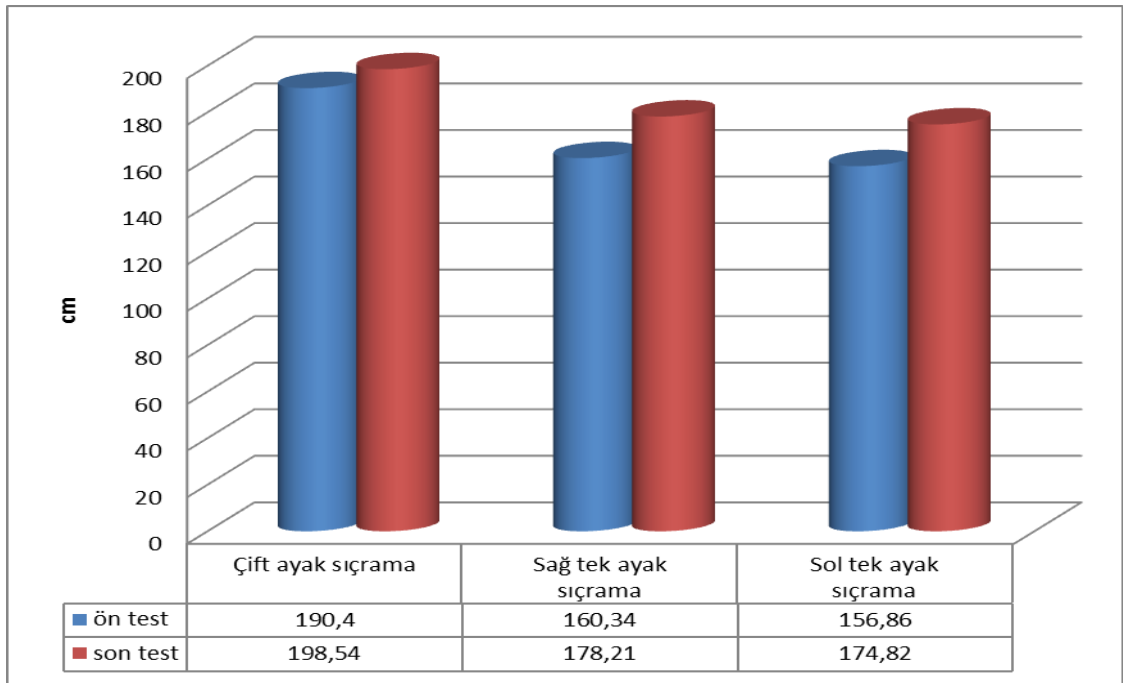
4.2.2 Çalışma Grubu Ön ve Son Değerlendirmelerin Karşılaştırılması

Grup içi karşılaştırmalar yapılırken bağımlı gruplarda t-testi kullanıldı. Çalışma grubunda tüm değerlendirmelerin egzersiz öncesi ve sonrası değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$).

4.2.2.1 Çalışma Grubu Patlayıcı Kuvvetin Grup İçi Karşılaştırılması

Durarak uzun atlama, sağ tek ayak uzun atlama ve sol tek ayak uzun atlama testlerinin aritmetik ortalama değerleri grup içi karşılaştırılmasında, çalışma grubunun ön değerlendirmeleri ile son değerlendirmeleri arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulundu ($p<0,05$). Her iki alt ekstremitenin tek ayak sıçrama değerleri normal dağılmadıkları için, grup içi karşılaştırmalarında Wilcoxon Eşleştirilmiş İkili Örnek Testi (Wilcoxon signed matched test) yapıldı. Durarak uzun atlama parametresi normal dağıldıklarından bu parametreye Bağımlı Gruplarda t-testi (t-test for dependent samples / t-test for paired samples) uygulandı. Çalışma

grubunda, çift ayak durarak uzun atlama parametresi; egzersiz öncesinde $190,40 \pm 37,33$ iken, son değerlendirmede $198,54 \pm 38,75$ 'e yükseldi ($p=0,001$). Yine çalışma grubu içerisinde, sağ tek ayak sıçramanın egzersiz öncesinde $160,34 \pm 33,53$ iken, son değerlendirmede $178,21 \pm 31,73$ ($p=0,001$) ve sol tek ayak sıçramanın ise egzersiz öncesinde $156,86 \pm 34,69$ iken, son değerlendirmede $174,82 \pm 33,11$ ($p=0,001$) olduğu saptandı ($p<0,05$). Patlayıcı kuvveti değerlendirmek için yapılan sıçrama testlerinin, çalışma öncesi değerlerine kıyasla arttığı Şekil 14'te görülmektedir.

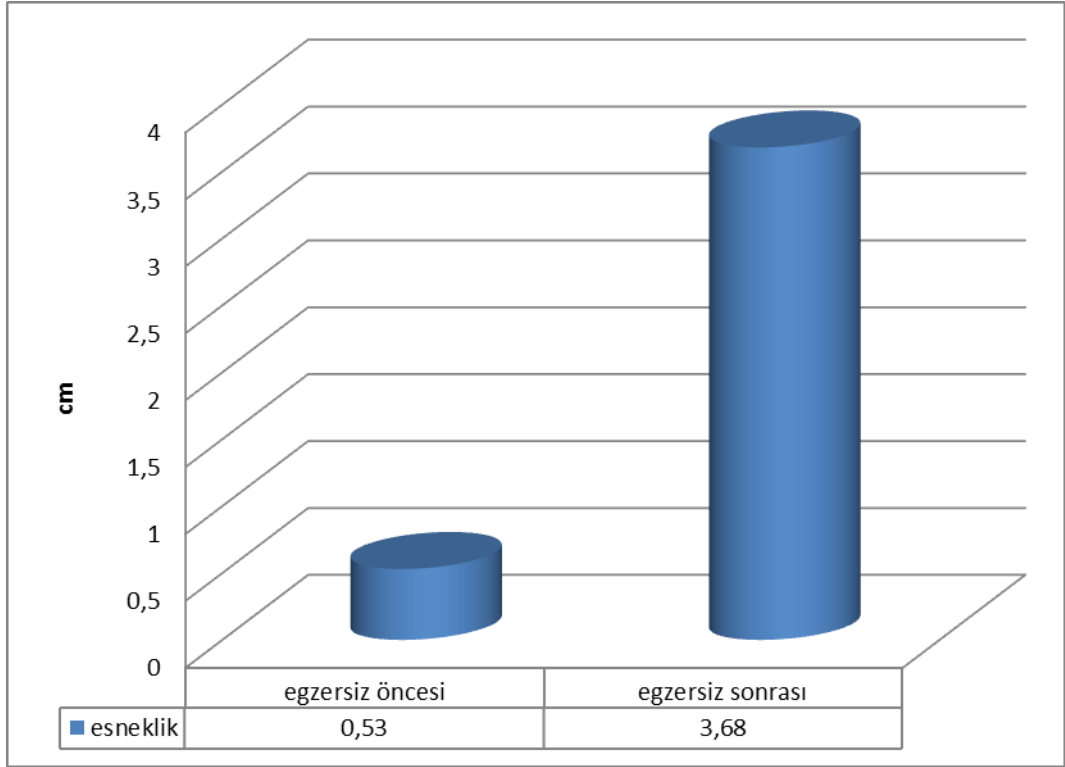


Şekil 14. Çalışma Grubu Patlayıcı Kuvvetin Grup İçi Karşılaştırılması

4.2.2.2 Çalışma Grubu Esnekliğin Grup İçi Karşılaştırılması

Şekil 15'te çalışma grubunun, esneklik değerleri aritmetik ortalamaları egzersiz öncesi ve sonrası değerlendirmeler için gösterilmektedir. TRX süspansiyon egzersizleri yapan grubun, esneklik değişkeni tekrarlar arasındaki farkı ($p=0,001$) istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Esneklik değişkeni normal dağılmadığı için, grup içi karşılaştırmada bu değişkene Wilcoxon Eşleştirilmiş İkili Örnek Testi

(Wilcoxon signed matched test) uygulandı. Buna göre, çalışma sonrası esneklik değerinin ($3,68 \pm 9,29$), çalışma öncesi esneklik değerine ($0,53 \pm 9,26$) kıyasla gelişme gösterdiği saptandı.

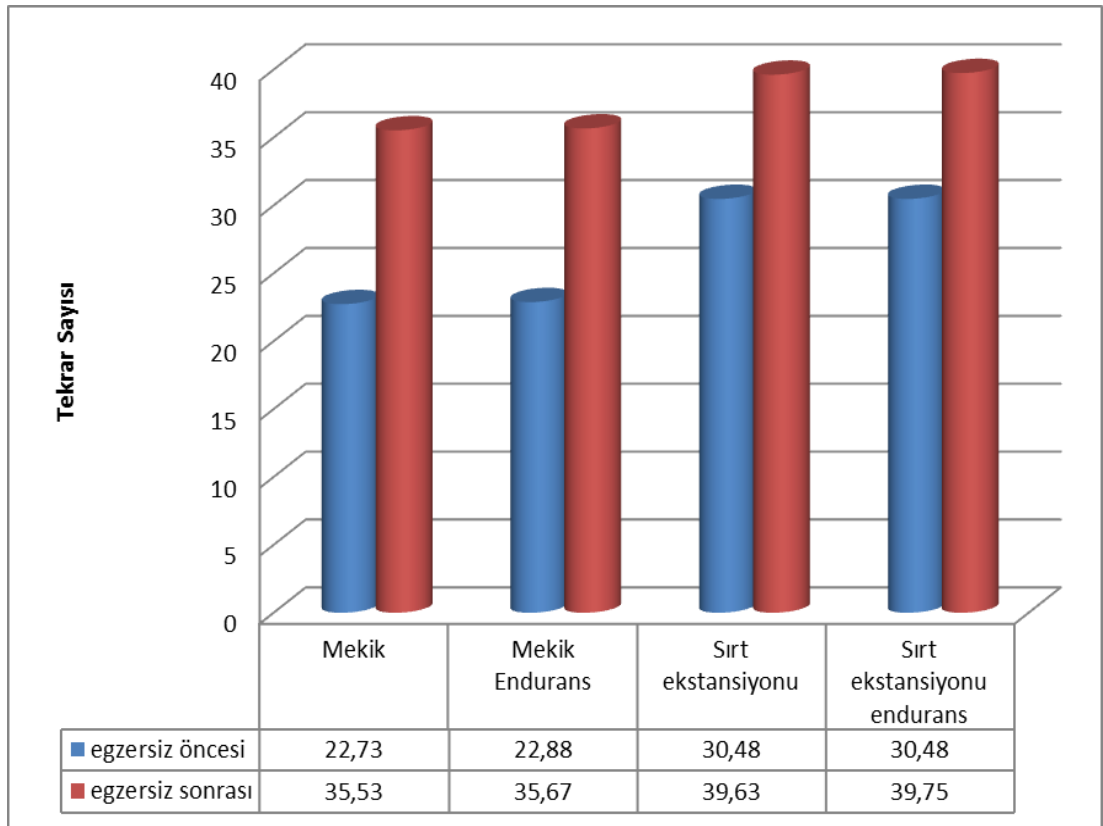


Şekil 15. Çalışma Grubu Esneklik Grup İçi Karşılaştırılması

4.2.2.3 Çalışma Grubu Kuvvet ve Kassal Enduransın Grup İçi Karşılaştırılması

Çalışmada kuvvet ve kassal endurans değerlendirmesi mekik testleri ve sırt ekstansiyon testleri ile yapıldı. Mekik ve mekik endurans değerlendirmeleri normal dağılımlı olduklarından Bağımlı Gruplarda t- testi (t-test for dependent samples / t-test for paired samples) uygulanırken; normal dağılımlı olmayan sırt ekstansiyonu kuvvet ve endurans değişkenleri için Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek testi (Wilcoxon signed matched test) kullanıldı. Çalışma grubu içerisinde, mekik, mekik endurans, sırt ekstansiyonu ve sırt ekstansiyonu endurans için çalışma öncesi ve sonrasındaki değerlendirmeler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Grup içi karşılaştırmada, tüm tekrarlar da çalışma sonrası değerlerin,

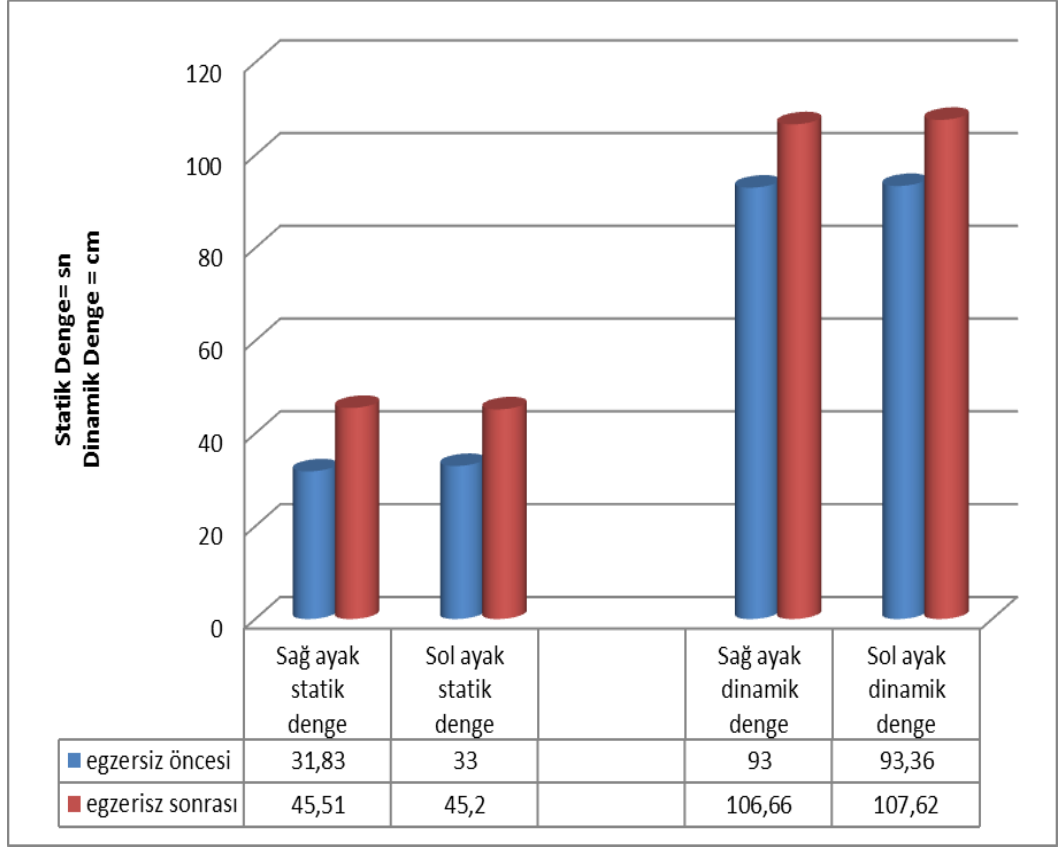
çalışma öncesi değerlere kıyasla arttığı saptandı. Bulgulara göre; mekik değeri ön değerlendirmede $22,73 \pm 11,50$ iken, $35,53 \pm 12,57$ 'ye; mekik endurans değeri ise $22,88 \pm 11,07$ iken son değerlendirmede $35,67 \pm 12,45$ 'e yükseldi. Bu bağlamda, çalışma grubunda mekik($p=0,001$) ve mekik endurans($p=0,001$) egzersiz öncesi ve sonrası değerleri arasındaki fark, her ikisi için de anlamlı bulundu. Yine, çalışma sonrasında, sırt ekstansiyonu testi sonuçları $30,48 \pm 11,43$ 'ten $39,63 \pm 13,15$ 'e ulaşarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluştururken $p=0,001$ bulundu. Sırt ekstansiyonu enduransının, egzersiz öncesinde $30,48 \pm 11,43$ olan değeri, $39,75 \pm 13,26$ olarak hesaplandı; yani bu parametrede de egzersiz öncesi ve sonrası değerlendirmeler arasında bulunan fark ($p=0,001$) istatistiksel olarak anlamlıydı. Çalışma grubunun kuvvet ve kassal endurans ortalama değerleri ve grup içi karşılaştırılması Şekil 16'da görülmektedir.



Şekil 16. Çalışma Grubu Kuvvet ve Kassal endurans Grup İçi Karşılaştırılması

4.2.2.4 Çalışma Grubu Dengenin Grup İçi Karşılaştırılması

Sağ ve sol alt ekstremiteler için yapılan statik ve dinamik denge değerlendirmelerinin grup içi karşılaştırılmasında, çalışma grubu için egzersiz öncesi ve sonrası değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$). Her iki alt ekstremitenin tek ayak denge değerleri ve sağ alt ekstremitenin Y-denge testi, normal dağılmadıkları için, grup içi karşılaştırmalarında Wilcoxon Eşleştirilmiş İkili Örnek Testi (Wilcoxon signed matched test) yapıldı. Sol Y-denge testi değeri normal dağılımlı olduğundan bu parametreye de Bağımlı Gruplarda t-testi (t-test for dependent samples / t-test for paired samples) uygulandı. Bulgulara göre, statik denge değeri, sağ alt ekstremitede çalışma öncesi $31,83\pm 18,80$ iken, çalışma sonrasında bu değer $45,51\pm 20,15$ ($p=0,001$) olarak hesaplandı. Aynı parametrenin sol alt ekstremitede için son değerlendirme değeri ($45,20\pm 20,76$), çalışma öncesi değerden ($33,00\pm 21,65$) yüksek ($p=0,001$) bulundu. Dinamik denge ortalamaları sağ taraf için egzersiz öncesinde $93,00\pm 7,38$ ve son değerlendirmede $106,66\pm 7,68$ ($p=0,001$), sol taraf için ise egzersiz öncesinde $93,36\pm 7,52$ ve son değerlendirmede $107,62\pm 7,78$ ($p=0,001$) olarak hesaplandı. Şekil 17’de de görüldüğü gibi, tüm tekrarlar da çalışma sonrası değerlerin, çalışma öncesi değerlerden yüksek olduğu saptandı.



Şekil 17. Çalışma Grubu Dengenin Grup İçi Karşılaştırılması

Bölüm 5

TARTIŞMA

Son yıllarda fiziksel performans adına yapılan geliştirici egzersiz programları arasında oldukça popüler olan TRX süspansiyon egzersizleri, fonksiyonel anlamda özellikle lumbopelvik kalça kompleksini hedef alması ve bireylerin kendi vücut ağırlıkları ile çalışma olanağı sağlaması açısından öne çıkmaktadır. Fiziksel performansın artırılmasında etkin olduğu öne sürülen TRX süspansiyon egzersizlerinin, fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında da kullanımı giderek artış göstermektedir. Literatüre bakıldığında, TRX süspansiyon egzersizleri ile ilgili çalışmaların son yıllarda arttığı gözlemlense de, rehabilitasyon alanında çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu nedenle, çalışma grubu 40 birey ve kontrol grubu 40 birey olmak üzere toplam 80 katılımcı ile yaptığımız çalışmada, oluşturduğumuz 8 haftalık TRX süspansiyon egzersiz programının, denge ve fiziksel performans değerlerindeki etkinliğini araştırdık.

Kadın ve erkek bireylerin çalışma ve kontrol gruplarına dağılımları homojendir. Kontrol grubunun 20 kadın, 20 erkek olmak üzere toplam 40 birey; çalışma grubunda ise 21 kadın, 19 erkek olmak üzere toplam 40 birey ile araştırma tamamlandı. Literatürde, bu alanda yer alan çalışmalarda, benzer şekilde homojen dağılımlar bulunduğu gibi, tek bir cinsiyet üzerine yapılan veya cinsiyet dağılımı homojen olmayan araştırmalar da bulunmaktadır. Öte yandan, süspansiyon egzersizleri üzerine yapılmış olan çalışmalara bakıldığında, bizim çalışmamızdaki katılımcı sayısına ulaşılmamış olduğu görülmektedir.

2014 yılında yayınlanan bir çalışmada, 10 kadın 8 erkek toplam 18 sağlıklı bireyin katılımı ile TRX süspansiyon egzersizlerinin lumbopelvik kalça kompleksi kasları aktivasyonu üzerine etkileri araştırılmıştır [30]. 2015 yılında, benzeri bir çalışma 10 kadın, 11 erkek toplam 21 kronik bel ağrılı bireyin katılımı ile aynı değerlendirme yöntemleri ve TRX egzersizleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir [44]. Her iki çalışmada da kontrol grubu oluşturulmamıştır.

2014'te TRX süspansiyon egzersizleri ile ilgili yapılan 2 araştırma ise sadece erkek bireylerin katılımı ile gerçekleşmiş; çalışmaların birine 29, diğerinde ise 14 erkek birey katılmıştır [83, 84] .

8 haftalık TRX programına katılan çalışma grubumuz ile kontrol grubunun yaş, boy, cinsiyet ve BKİ gibi demografik değerlerinde anlamlı fark bulunmadı. Bu durum çalışma ve kontrol grubunun demografik özellikleri benzer gruplarda karşılaştırma yaptığımızı göstermektedir.

2015 yılında yapılan bir çalışmada, TRX süspansiyon egzersizlerinin ileri yaş bireylerde kuvvet, denge ve fonksiyonel performansı geliştirme açısından uygunlukları, 9'u erkek 2'si kadın toplam 11 birey katılımı ile araştırılmıştır [28].

Literatür incelendiğinde, TRX süspansiyon egzersizleri ile ilgili yapılan çalışmalar içerisinde, Morat ve ark.'ın yaptığı 2 çalışma da, 60 yaş ve üzerindeki bireylerin (yaş ortalaması: 66 ± 4) katılımı ile gerçekleştirilmiştir [28, 85]. Bu çalışmalar dışında, literatürde genellikle genç nüfus üzerine yoğunlaşan araştırmalar yapıldığı gözlenmiştir. [29, 30, 44, 83, 84, 86, 88 - 91]. Bizim çalışmamızdaki yaş aralığında (20 - 45) yapılmış bir çalışmaya rastlanmaması, çalışmamızı diğer çalışmalardan farklı kıldı.

Literatürde, TRX'in esneklik ve patlayıcı kuvvet parametlerine etkilerini araştıran oldukça sınırlı sayıda çalışmaya rastlandı.

2016 yılında yüzücülerin üst ekstremité parametreleri omuz ağrısı sendromunu önlemede TRX'in etkinliği açısından incelendiği bir çalışmanın bulgularına göre, TRX süspansiyon programının esneklik ve patlayıcı kuvveti geliştirdiği görülürken, omuz ağrılarını önlemede etkili bir egzersiz programı olduğu ortaya konmuştur[88].

Smith ve ark.'ın yaptığı araştırmada, esneklik değerlendirmesi otur – uzan testi ile yapılmıştır. Bu çalışmanın bulgularına göre, 8 haftalık TRX süspansiyon programı uygulaması ile, esneklik egzersiz öncesi ve sonrası değerleri ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur [87]. Çalışmamızda, benzer şekilde otur – uzan testi ile esneklik değerlendirmesi yapıldı. Ancak egzersiz öncesi ve sonrası değerlendirmeler arasındaki fark, bizim çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı bulundu; çalışma grubumuz 8 haftalık TRX egzersiz programının sonunda esneklik değerlerinde gelişme gösterdi. Bu araştırmada, Smith ve ark.'ın yaptığı araştırmadan farklı olarak, 8 hafta süresince herhangi bir egzersiz yapmayan kontrol grubu da vardı. Çalışmamızda, kontrol grubu için esneklik değerinin grup içi karşılaştırılmasında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Gruplar arası karşılaştırmada da, çalışma grubumuzla kontrol grubumuzun esneklik son değerlendirmeleri arasındaki fark anlamlıydı. TRX süspansiyon egzersizleri, esneklik değerini için, Smith ve ark.'ın çalışmasında anlamlı bir etki yaratmamasına rağmen, bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturdu. Çalışmamızda, fizyoterapist bakış açısı ile hedefe yönelik bir egzersiz programı oluşturulurken, araştırılacak olan fiziksel performans değerlerini geliştirebileceği düşünölen egzersizler seçildi. Bu bağlamda, oluşturduğumuz egzersiz programımızın her seansında, TRX germe egzersizlerinin de bulunmasının esneklik değerlerindeki gelişmeyi etkilediği kanısındayız. Ayrıca, yaş faktörünün esneklik üzerindeki

olumsuz etkileri göz önünde bulundurulduğunda; Smith ve ark.'ın çalışmasına alınan 16 bireyin yaş ortalamasının ($40,1 \pm 13,5$), çalışmamızdaki bireylerin yaş ortalamalarından (çalışma grubu 28,75, kontrol grubu 28,88) yüksek olması da yine, iki çalışmanın farklı sonuçlar vermesinde etken olarak düşünülebilir.

Literatürde, TRX egzersizlerinin etkilerinin araştırılmasında, durarak uzun atlama ve tek ayak uzun atlama testlerinin kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmadı.

Literatürde yapılan taramada, hem TRX egzersizlerini hem de patlayıcı kuvvet değerlendirilmesini içeren tek bir araştırma bulundu. Ancak Tomljanovic ve ark.'na ait olan bu çalışmada, TRX süspansiyon egzersizleri ve başka egzersizlerin birleştirilmesi ile oluşturulan fonksiyonel egzersiz programı kullanılmıştır. Araştırmada, 5 haftalık fonksiyonel egzersiz programı ile yine 5 haftalık geleneksel dirençli egzersiz programının motor performans ve antropometrik parametreler üzerine etkileri incelenmiştir. 2011'de yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre, TRX süspansiyon egzersizleri içeren fonksiyonel egzersiz programı, sıçrama patlayıcı kuvvet değişkenleri açısından, geleneksel dirençli egzersiz programı kadar etkin bir farklılık sağlanmamıştır. Araştırmacılar üst ekstremité ağırlıklı bir program kullanılması nedeniyle böyle bir sonuca ulaşıldığı kanısına varmışlardır. Geleneksel dirençli egzersiz programının ise bazı parametrelerde sıçrama becerilerini geliştirdiği gözlenmiştir. Öte yandan diğer bir patlayıcı kuvvet parametresi olan fırlatma becerilerinden birinde fonksiyonel egzersiz programı ile belirgin artış sağlanmıştır. Patlayıcı kuvvet içeren çeviklik değişkenlerinde, sadece geleneksel dirençli egzersiz grubunun anlamlı bir gelişme göstermesinin de, fonksiyonel egzersizlerin postüral kontrol odaklı olmasıyla alakalı olduğu düşüncesi öne sürülmüştür [29].

Çalışmamızda patlayıcı kuvvet için durarak uzun atlama ve her iki alt ekstremitte için tek ayak uzun atlama testi uygulandı. 8 haftalık sürecin sonunda gruplar arası karşılaştırmada, durarak uzun atlama, sağ tek ayak uzun atlama ve sol tek ayak uzun atlama değerlerinin, çalışma grubunda kontrol grubundan yüksek olduğu saptandı. Durarak uzun atlama, sağ tek ayak uzun atlama ve sol tek ayak uzun atlama değişkenlerinin ortalamalarının, kontrol grubunda ön ve son değerlendirmeleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulunurken; çalışma grubunda egzersiz öncesi ve sonrası yapılan değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu. Elde edilen verilere göre, çalışma grubunda durarak uzun atlama son değerlendirme ortalama değerinin, egzersiz öncesi değerler ortalamasına kıyasla istatistiksel olarak arttığı gözlemlendi. Tek ayak uzun atlama değerlerine bakıldığında, kontrol grubunda, her iki alt ekstremitte için ön ve son değerlendirmeler arasında fark bulunmadı. Çalışma grubu sağ tek ayak sıçrama test ortalaması TRX süspansiyon programı ile %11.15'lik bir artış gösterirken; sol tek ayak uzun atlama parametresinde, çalışma sonrasında %11,45 oranında bir gelişme sağlandı. Alt ekstremitenin patlayıcı kuvvetinin değerlendirildiği çalışmamızda, TRX süspansiyon programının patlayıcı kuvveti geliştirdiği sonucuna varıldı; ancak Tomljanovic'in çalışmasında, fonksiyonel egzersizlerin alt ekstremitteye yönelik patlayıcı kuvvette anlamlı bir gelişme sağlamadığı görülmüştü. Bu farklı sonuçlar, daha önce de belirtildiği gibi, Tomljanovic'in üst ekstremitte ağırlıklı fonksiyonel egzersizler kullanmış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, içlerinde TRX egzersizlerinin de bulunduğu fonksiyonel egzersizlerden oluşan diğer çalışmadan daha iyi bir gelişme sağlamış olmasında; bizim çalışmamızda tamamen TRX egzersizlerinden oluşan bir program kullanılmasının da oldukça etkin bir rol oynadığı düşünülebilir.

TRX ile ilgili, literatürde yer alan çalışmalarda, süspansiyon egzersizlerinin kas aktivasyonu üzerine etkilerinin araştırılmasına ağırlık verilmektedir. Kas aktivasyonu ile ilgili araştırmalarda ise süspansiyon egzersizleri esnasında elektromyografik değerlendirme (EMG) kullanıldığı ve birbirinden farklı egzersizlerin kıyaslandığı görölmektedir [30, 44, 83, 84, 90, 91].

2013'te yapılan bir çalışmada, tüm egzersiz varyasyonlarında lumbopelvik kalça kompleksini çalıştırdığı bilinen TRX süspansiyon sistemi kullanılarak yapılan süspansiyon şınav egzersizinde RA kası üzerinde oluşan aktivasyon seviyesinin, standart şınav ve sırt üstü abdominal mekik egzersizlerinde oluşan kas aktivasyon düzeyinden yüksek olup olmadığı araştırılmıştır. Snarr ve ark.'ın 15 katılımcı ile gerçekteştirdikleri çalışmada, her 3 egzersizin 4'er kez tekrarları boyunca RA kasının EMG aktivitesi kaydedilerek, en yüksek aktivasyon noktalarının ortalamaları her egzersiz için hesaplanmıştır. Bulgulara göre, süspansiyon şınav egzersizi ile sırt üstü mekik egzersizi esnasında oluşan kas aktivasyonları, standart şınavla kıyasla belirgin derecede yüksek bulunmuştur. Beach ve ark.'ın yapmış olduğu benzer bir araştırmada, en önemli bulgu RA EMG aktivasyonunun, süspaniyon şınav egzersizi ve geleneksel mekik egzersizinde benzer değerler oluşturmasıydı. Snarr ve ark.'ın elde ettiği sonuçlara göre de, RA EMG değerleri, TRX şınav ve sırt üstü mekik egzersizlerinde benzer etkiler oluşturmuştur. Bu bulgular ışıkında, TRX şınav egzersizinin, mekik egzersizi yerine alternatif olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır [91].

Bryne ve ark., yüzüstü köprü egzersizinin değişik uygulamaları esnasında, RA, OE, rektus femoris(RF) ve serratus anterior kaslarının aktivasyonlarını incelemiştirler. 2014 yılında yayınlanan araştırmada, standart yüzüstü köprü ve TRX süspansiyon halatı ile, kollar halatta, ayaklar halatta, kollar ve ayaklar halatta olacak

şekilde uygulanan 3 farklı yüzüstü köprü egzersizi esnasında, belirtilen 4 kasın EMG aktivasyonları ölçülmüştür. Abdominal kas aktivasyonları (RA ve OE), TRX halatı ile yapılan her 3 egzersizde de standart yüzüstü köprüye kıyasla yüksek bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları, TRX süspansiyon sisteminde sunulan instabilitenin, RA ve OE'in aktivasyon seviyelerinde belirgin düzeyde artış sağladığını ortaya koymuştur. RF ve SA kaslarında da belirgin sonuçlar kaydedilmesine rağmen, RA ve OE kaslarında oluşan aktivasyon farkı kadar büyük bir fark gözlenmemiştir [90].

2014 yılındaki bir diğer çalışmada ise, içlerinde TRX sisteminin de yer aldığı 4 farklı süspansiyon sistemi ile yapılan şınav egzersizlerinin 7 farklı kasta oluşturduğu EMG aktivasyon düzeyleri karşılaştırılmıştır. Katılımcılar, şınav egzersizini, TRX halatıda içlerinde olan 4 farklı süspansiyon sistemini kullanarak ve ayrıca standart şekilde hiçbir ekipman kullanmadan gerçekleştirmişlerdir. Dizayn tipi ayırt edilmeksizin tüm süspansiyon sistemleri, özellikle lumbopelvik kalça kompleksine ait RA'nın yüksek aktivasyonu için oldukça etkili bulunmuştur. Stabil durum sadece deltoid kası üzerinde yüksek aktivasyon oluşturmuştur. Bu araştırmanın sonuçları, maksimum lumbopelvik kalça kompleksi aktivasyonunun süspansiyon sistemleri ile meydana geldiğini göstermiştir[83].

Yine kas aktivasyonları üzerine 2014 yılında McGill ve ark. tarafından yapılan çalışmada, TRX halatı ile yapılan farklı şekil veya açıdaki itme/şınav egzersizlerinin ve stabil temas yüzeyi ile yapılan farklı egzersizlerin SA aktivasyonu üzerine etkisi araştırılmıştır. Aynı çalışmada, stabil ve nonstabil temas yüzeylerinin kullanımında oluşan kas aktivasyonu ve eklem yükleri de incelenmiştir. Elde edilen bulgular, TRX süspansiyon sistemi ile yapılan itme ve şınav egzersizlerinin, standart şınav kadar yüksek serratus anterior aktivasyonu oluşturmadığını göstermiş; yani maksimum SA aktivasyonu standart şınavla sağlanmıştır. Stabil-nonstabil temas

yüzeyleri açısından bakıldığında, TRX süspansiyon sistemi ile uygulanan egzersizlerinin tüm varyasyonları, standart şınava kıyasla daha yüksek omurga kompresyonu oluştururken; omurgadaki makaslama kuvvetlerinde farklı bir patern görülmüş ve TRX'in, standart şınavdan daha düşük bir makaslama kuvveti oluşturduğu saptanmıştır. Ayrıca, bulgulara göre, TRX itme ve TRX şınavda, standart şınavdan daha yüksek abdominal kas aktivasyonu olduğu görülmüştür. Öte yandan, TRX itme açısı yatay düzleme yaklaştıkça abdominal bölge kas aktivasyonunun artması da çalışmanın önemli bulguları arasında yer almıştır. Yine lumbopelvik kalça kompleksi açısından düşünüldüğünde, instabil mekik egzersizlerinin stabil olanlara kıyasla abdominal kasları daha fazla aktive ettiği saptanmıştır. Sonuçlara göre, instabil şınav egzersizlerinin yüksek aktivasyonla birlikte yüksek L₄-L₅ kompresyonu da oluşturması, fizyoterapi ve rehabilitasyon sürecinde TRX kullanımını açısından, özellikle bel problemi olan bireylerde dikkat edilmesi gereken bir bakış açısını ortaya koymuştur[84].

Literatürde, 2015 yılında, TRX süspansiyon egzersizlerinin lumbopelvik kalça kompleksi kas aktivasyonuna etkilerini inceleyen iki benzer çalışmaya rastlandı. Bu çalışmaların her ikisinde de, RA, OE, yüzeyel lomber multifidus (MFL) ve transversus abdominis/obliquus internus (TrA/OI) kaslarının, yüzüstü köprüde kalça abdüksiyonu (PKA), diz fleksiyonu, göğüs itme ve 45 derece açıyla kürek egzersizlerinin TRX süspansiyon halatı ile yapıldığı esnadaki EMG aktivasyonları incelenmiştir. İki araştırmanın karşılaştırılmasında, Fong ve ark.'ın yaptığı çalışmada, Mok'un çalışmasından farklı olarak her egzersiz için kinezyo bant olmadan ve kinezyo bantlı olarak EMG ölçümleri yapıldığı gözlenmiştir [30, 44]. Her iki çalışmada da elde edilen bulgular, PKA'nın en etkin şekilde abdominal kasları aktive ettiğini, diz fleksiyonunun ise en yüksek MFL aktivasyonunu sağladığını

göstermiştir. Çalışmaların ikisinde de alt ekstremitte süspansiyon egzersizlerinin, üst ekstremitte süspansiyon egzersizlerine kıyasla daha yüksek lumbopelvik kalça kompleksi aktivasyonu sağladığı ortaya konmuştur. Sağlıklı bireyler üzerinde yapılan araştırmanın bulgularına göre, ölçülen tüm aktivasyonlarında PKA etkin bulunurken; kronik bel ağrılı hastaların incelendiği çalışmada, PKA'nın oluşturduğu MFL aktivitesi çok düşük seyretmiştir [30, 44]. Fong ve ark., çalışmalarında, MFL aktivasyonunda PKA'nın etkili olmamasının, kronik bel ağrısı olan bireylerde, abdominal ve paraspinal kasların normal sinerjik koaktivasyon paterninin kaybı ve paraspinal kasların disfonksiyonuna bağlanabileceğini belirtmişlerdir [44].

2016 yılındaki süspansiyon egzersizleri ile ilgili iki farklı çalışmada, kas kuvveti değerlendirmesi için, alt ekstremitte Leg Press ve üst ekstremitte Bench Press egzersizlerinin 1 maksimum tekrarlarına (1-RM) bakılmıştır [85, 87]. Mohamed'in 2016'da yapmış olduğu çalışmada, omuz çevresi kas kuvvetini değerlendirmek için sırt dinamometresi ile ölçüm yapılmıştır [88]. Ancak, literatürde TRX süspansiyon sisteminin lumbopelvik kalça kompleksinin kas kuvvetine etkileri ilgili objektif bir değerlendirmeye (mekik testi ve sırt ekstansiyon testi) rastlanmadı.

Çalışmamızda, lumbopelvik kalça kompleksi kaslarının kuvvet ve enduransı, mekik ve sırt ekstansiyonu testleri ile değerlendirildi. 8 haftalık bir eğitim programının öncesi ve sonrasında yapılan bu testlerle, bireylerde TRX süspansiyon egzersizlerinin lumbopelvik kalça kompleksi kasları üzerindeki kronik etkileri değerlendirildi.

Bu araştırmada, çalışma ve kontrol gruplarının mekik ve sırt ekstansiyonu egzersiz öncesi değerlendirmeleri karşılaştırıldığında, ortalamalar arasında anlamlı bir fark bulunmazken, her iki değişkenin son değerlendirmeleri arasında anlamlı istatistiksel farklar gözlemlendi. Çalışma grubumuzda, lumbopelvik kalça kompleksine

yönelik kuvvet değerlendirmelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme elde edildi. Literatürde, gerek lumbopelvik kalça kompleksi kas aktivasyonları ile ilgili, gerekse lumbopelvik kalça kompleksi kas kuvveti üzerine olan kronik etkileri ile ilgili yapılmış tüm çalışmalarda TRX'in etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Bizim çalışmamızdaki bulgulara göre de, TRX süspansiyon programının lumbopelvik kalça kompleksi kas kuvvetini artırma yönünde oldukça etkili olduğu doğrulandı. Öte yandan, süspansiyon egzersizlerinin omurga üzerinde oluşturduğu baskı ve makaslama kuvveti ile ilgili yapılan araştırma, bel problemi olan hastalarda dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştı [84]. Bizim çalışmamızda, lumbopelvik kalça kompleksi bölgesindeki kas kuvvetinde, TRX ile elde edilen gelişme nedeniyle, bu konunun daha spesifik bir araştırma gerektirdiğini düşünmekteyiz. Fizyoterapist bakış açısı ile oluşturulacak bir TRX egzersiz programının, doğru ve kontrollü bir şekilde uygulanması ile elde edilecek lumbopelvik kalça kompleksi kas kuvveti gelişimi, süspansiyon sisteminin omurga üzerinde oluşturduğu kompresyonun azaltılması konusunda etkin olabilir. Yine makaslama kuvvetinin, standart şnav egzersizine kıyasla TRX'te daha düşük olması, fizyoterapist bakış açısı ile TRX'i avantajlı kılabılır. Bu bağlamda, lumbopelvik kalça kompleksi bölgesinin kassal kuvvetinin doğru egzersiz seçimi ile geliştirilmesinin, bel problemi olan bireylerde TRX'in olası dezavantajlarını, avantaja dönüştürmeyi sağlanabileceği inancındayız. Dolayısıyla, gerek mevcut muskuloskeletal problemlerini artırmamak ve gidermek, gerekse oluşabilecek sakatlıkları önlemek adına; omurga problemi olan bireyler başta olmak üzere, tüm bireyler için, doğru TRX egzersizleri seçiminin ve bilinçli bir egzersiz programı oluşturulmasının fizyoterapi altyapısı ile desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktayız.

Literatürde kassal endurans değerlendirmesi için sırt ekstansiyon endurans testine bu alanda rastlanmazken; Smith ve ark.'ın, TRX süspansiyon egzersizlerinin sağlığa akut ve kronik faydalarını inceleyen çalışmasında, lumbopelvik kalça kompleksi enduransını değerlendirmek için mekik testi kullanılmıştır. Smith'in 2016'da yaptığı çalışmada, 8 haftalık TRX süspansiyon programı uygulaması sonrasında, maksimum mekik tekrarı ortalama değerinde elde edilen 16 tekrarlık (%48) bir artışla mekik enduransının geliştiği görülmüştür [87]. Bizim çalışmamızda, mekik endurans değerleri açısından, kontrol grubunun önceki ve sonraki değerlendirmeleri arasında anlamlı bir değişiklik saptanmazken; çalışma grubumuzun maksimum mekik tekrarı ortalama değerinde, 8 haftanın sonunda, 12 tekrarlık (%55,90) bir artış kaydedildi.

Sırt ekstansiyonu enduransına bakıldığında, kontrol grubundaki önceki ve sonraki değerlendirmelerin farkı istatistiksel olarak anlamsız bulundu. Ancak çalışma grubunda iki test arasında anlamlı bir fark saptandı. Çalışma grubunun, sırt ekstansiyonu enduransı için maksimum tekrar sayısı egzersiz öncesinde $30,48 \pm 11,43$, son değerlendirmede ise $39,75 \pm 13,26$ olarak kaydedildi. Bu bulgulara göre, sırt ekstansiyonu maksimum tekrar sayısı, çalışma grubunda %30,41 oranında bir artış gösterdi. Çalışmamızda, 8 haftalık TRX süspansiyon programının lumbopelvik kalça kompleksi kas enduransını geliştirmede etkili olduğu ortaya kondu.

TRX'in denge üzerine etkileri açısından literatür taraması yapıldığında, dinamik dengenin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmadı.

Bu çalışmada, dinamik dengenin değerlendirilmesinde Y-Denge Testi kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmada, sağ ve sol alt ekstremiteler için yapılan egzersiz sonrası değerlendirmelerin ortalamalarının, kontrol grubunda çalışma grubundan düşük olduğu tespit edildi. Grup içi karşılaştırmalara bakıldığında, kontrol

grubunda hem sağ hem sol alt ekstremite için tekrarlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulundu. Çalışma grubunda ise, sağ bacak için Y-Denge Testi aritmetik ortalaması çalışma sonrasında %14,69 oranında gelişti. Grup içi karşılaştırmada, çalışma grubunda sol alt ekstremitenin dinamik dengesinin de çalışma sonrasında gelişme gösterdiği saptandı. Bizim alışmamızda elde edilen bu bulgular ışığında, TRX süspansiyon egzersizlerinin dinamik dengede gelişme sağladığı ortaya kondu. Süspansiyon egzersizlerinin instabilite düzeyinin yüksek oluşu nedeni ile, egzersizler esnasında dinamik denge komponentinin sürekli devrede oluşu, bu alanda gelişme sağlanmasında önemli bir etken olarak dunulebilir.

Smith ve ark.'ın yaptığı çalışmada, tek ayak üzerinde durma testi kullanılarak yapılan ölümlerde, statik denge değerinin 8 haftalık program sonrasında arttığı gözlenmiştir. Smith'in bulgularına göre, sadece dominant alt ekstremite için yapılan denge değerlendirmesinde, tek ayak üzerinde durma süresi, 7,9 sn.'lik istatistiki olarak anlamlı bir gelişme kaydedilmiştir [87]. Bizim alışmamızda statik denge değerlendirmesi her iki alt ekstremiteye de uygulandı. Hem sağ hem sol alt ekstremite için gruplar arası karşılaştırmada anlamlı bir fark gözlenmedi. Grup içi karşılaştırmalara bakıldığında ise, her iki alt ekstremite için de, kontrol grubumuzda oncedeki ve sonraki değerler arasında fark saptanmazken, çalışma grubumuzun statik dengesinde gelişme kaydedildiği görüldü. Çalışma grubumuzun sağ tek ayak üzerinde durma değerinde 14 sn'lik bir gelişme ile istatistiki olarak anlamlı bir fark kaydedildi. Aynı şekilde sol tek ayak üzerinde durma egzersiz öncesi değerlendirmede $33,00 \pm 24,65$ olan değer, son değerlendirmede $45,20 \pm 20,76$ değerine ulaştı. Çalışmamızdaki bulgularla, Smith ve ark.'ın araştırması doğrulanarak, TRX süspansiyon egzersizleri ile bireylerin statik dengelerinde gelişme sağlanabileceği ortaya kondu. Statik dengede önemli bir unsur olan postüral

kontrol, lumbopelvik kalça kompleksi kasları ile sağlanmaktadır. Tüm egzersizlerde lumbopelvik kalça kompleksinin aktif olarak çalışıyor olması ile TRX'in, postüral kontrolün ve dolayısıyla da statik dengenin gelişmesine katkı sağladığı düşüncesindeyiz.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, TRX süspansiyon sistemi ile lumbopelvik kalça kompleksinin kuvvet ve enduransında etkin bir gelişme sağlanmasının, statik ve dinamik dengede kaydedilen gelişime de yansdığı düşünülebilir.

Sonuç olarak, son dönemlerde giderek yaygınlaşan TRX süspansiyon egzersizlerinin, çalışmamızdaki değerlendirilen tüm parametrelerde gelişme sağladığı görüldü. Literatürde uygulamalı ve kontrollü çalışmaya rastlanmaması, ve ayrıca adamızda böyle bir çalışmanın daha önce yapılmamış olması nedeniyle; 8 haftalık uygulama süreci içeren araştırmamızın özgün bir çalışma olduğunu ve bundan sonraki çalışmalara ışık tutacağını düşünüyoruz.

TRX egzersizlerinin etkinliğinin daha geniş kapsamlı bir şekilde araştırılmasının, hem sağlıklı hem de muskuloskeletal problemleri olan bireylerin; denge, patlayıcı kuvvet, esneklik, kuvvet ve kassal enduranslarını geliştirmek adına bilime önemli bir katkısı olacağı kanısındayız.

Lumbopelvik kalça kompleksi stabilitesi ve kuvveti açısından önemli kazanımlar sağladığı vurgulanan TRX egzersizlerinin, fizyoterapi alanında özellikle omurga çevresini etkileyen problemler ve postüral bozukluklar için etkin bir kullanımı olabileceğini öngörmekteyiz. Koruyucu rehabilitasyonda da etkin olduğu belirtilen TRX süspansiyon sisteminin, sportif rehabilitasyon alanında performansın geliştirilmesi ve sakatlık sonrası spora dönüşün hızlandırılması açısından da önem kazanabileceği düşüncesindeyiz.

Fonksiyonel olması yanı sıra, hızlı ve etkin kas aktivitesi sağlayan TRX süspansiyon egzersizlerinin, yakın zamanda rehabilitasyon programlarının çeşitli aşamalarda yer almasının; bu alanda yapılacak daha derin bilimsel araştırmalarla mümkün olacağı inancındayız.

5.1 Limitasyonlar

Çalışmamızda, tüm değerlendirmelerin yapılması, egzersiz programının oluşturulması ve seansların bire bir takibi fizyoterapist tarafından yapılmış olmasına karşın; egzersizleri yaptıran kişi fizyoterapist değildi.

Bölüm 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

TRX süspansiyon egzersizlerinin denge ve fiziksel performans üzerine etkilerinin araştırılması ve karşılaştırılması amacı ile yapılmış olan bu çalışmada, çalışma grubu ve kontrol grubuna, çalışmanın başında ve sonunda, denge, kuvvet, kassal endurans, patlayıcı kuvvet ve esneklik değerlendirmeleri yapıldı. Araştırmada yapılan değerlendirmelerin sonuçları aşağıdadır.

Araştırmaya katılan bireylerin aynı yaş aralığında olmaları; yaş, boy, vücut ağırlığı ve BKİ değerleri ortalamalarında gruplar arasında fark tespit edilmemesi ve cinsiyet dağılımlarının her iki grupta da homojen olması benzer grupların karşılaştırıldığını gösterir.

Çalışmamızda, her iki grubun ön değerlendirmelerinin benzer sonuçlar verdiği esnekliğin son değerlendirmelerinde, 8 haftalık TRX süspansiyon egzersizleri programına katılan bireylerde geliştiği sonucuna varıldı.

Bu araştırmada, durarak uzun atlama, sağ ve sol tek ayak uzun atlama ölçümlerinin analizinde, TRX süspansiyon egzersizlerinin alt ekstremitenin patlayıcı kuvvetini geliştirdiği gösterildi.

Çalışmamızda, kuvvet ve kassal endurans değerlendirmelerinde, kontrol grubu ve çalışma grubunun ön değerlendirmelerinin birbirine benzer olduğu tespit edildi. Bulgulara göre, 8 haftalık TRX programının, lumbopelvik kalça kompleksinin kuvvet ve enduransını geliştirmek açısından etkin olduğu sonucuna varıldı.

Denge değerlendirmelerinin, statik ve dinamik denge testleri ile yapıldığı çalışmamızda elde edilen veriler; kontrol grubunun dinamik denge ön ve son değerlerinde anlamlı fark saptanmazken, çalışma grubunda 8 haftanın sonunda dinamik dengede gelişme sağlandığı görüldü. Yine TRX programı yapan bireylerin statik denge değerlerinde ilerleme kaydedildiği ortaya kondu. Bu sonuçlara göre, TRX'in hem statik dengeyi hem de dinamik dengeyi geliştirdiği gösterildi.

6.2 Öneriler

Çalışmamız ülkemizde TRX süspansiyon egzersizlerinin denge ve fiziksel performans üzerine etkilerini araştıran ve karşılaştıran ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır.

Bu çalışmadaki sonuçlara dayanarak, TRX programının bireylerin esnekliklerini geliştirmek adına sağlıklı bireylerde kullanılmasının yanı sıra, rehabilitasyon programlarında da TRX germe egzersizlerinin esneklik üzerine olan olumlu etkilerinden faydalanılabileceğini öngörmekteyiz.

Çalışmamızın sonuçları, alt ekstremitte patlayıcı kuvvetinin TRX programı ile ilerleme kaydettiğini göstermektedir. Dolayısıyla, gerek fiziksel performansın geliştirilmesi için, gerekse sportif rehabilitasyon sürecinde bu egzersizlerden faydalanılmasının hızlı sonuçlar vereceği düşüncesindeyiz.

Kinetik zincirin merkezi olan lumbopelvik kalça kompleksinin TRX'in tüm egzersizlerinde çalışıyor olması önemli bir avantaj sağlamaktadır. Çalışmamızın sonuçlarına göre, özellikle lumbopelvik kalça kompleksinin kuvvet ve endüransını artırdığı saptanan TRX, kinetik zinciri de desteklediği göz önünde bulundurulduğunda, sportif performansı geliştirmek için etkin bir yöntem olarak değerlendirilebilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, yaşamımızın vazgeçilmez bir gereksinimi olan statik ve dinamik dengenin, TRX süspansiyon sistemi ile geliştiği belirlendi. Yaşam kalitesinin, fonksiyonel kapasitenin ve fiziksel performansın komponentleri arasında sayılabilecek olan dengenin geliştirilmesi için TRX egzersizlerinin kullanılabilmesi; bu alanda yapılacak spesifik çalışmalarla TRX'in dengeyi geliştiren özelliklerinin ön plana çıktığı programlar oluşturulabileceği düşüncesindeyiz.

Çalışmamızın sonuçlarının ışığında, TRX süspansiyon egzersizlerinin, denge ve fiziksel performansı geliştirmede oldukça etkili olduğunu gözlemledik. Bu nedenle, çeşitli muskuloskeletal ve nöromüsküler hastalıkların rehabilitasyonunda, TRX egzersizlerinin uygunluğunun araştırılması ile bu alanda önemli bir bilimsel gelişme kaydedileceğini öngörmekteyiz. Bu bağlamda, bundan sonraki çalışmalarımızın, fizyoterapi ve rehabilitasyon gereksinimi olan bireylerde TRX egzersizlerinin etkinliğini araştırma yönünde olması hedefini seçtik.

KAYNAKLAR

- [1] Fitness Anywhere LLC. (2013) *TRX Suspension Training: Course User's Guide*. USA: Fitness Anywhere LLC.
- [2] Heinbaugh, E. M., Smith, D. T., Zhu, Q., Wilson, M. A., & Dai, B. (2015). *The effect of time-of-day on static and dynamic balance in recreational athletes*. *Sports biomechanics*, 14(3), 361-373.
- [3] Hrysomallis, C. (2011). *Balance ability and athletic performance*. *Sports medicine*, 41(3), 221-232.
- [4] Petraglia, A., Bailes, J., & Day, A. (2014). *Handbook of Neurological Sports Medicine: Concussion and Other Nervous System Injuries in the Athlete*. *Human Kinetics*. s.150-173
- [5] Mancini, M., & Horak, F. B. (2010). *The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits*. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 46(2), 239.
- [6] Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). *The role of core stability in athletic function*. *Sports medicine*, 36(3), 189-198.
- [7] Lederman, E. (2010). *The myth of core stability*. *Journal of bodywork and movement therapies*, 14(1), 84-98.
- [8] 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*. *Sports medicine*, 42(8), 697-706.

- [9] Cabanas-Valdés, R., Bagur-Calafat, C., Girabent-Farrés, M., Caballero-Gómez, F. M., Hernández-Valiño, M., & Cuchí, G. U. (2016). *The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial*. *Clinical rehabilitation*, 30(10), 1024-1033.
- [10] Khan, S., Pettnaik, M., & Mohanty, P. (2015). *Effect of arm movement without specific balance control training to improve trunk postural control in children with spastic diplegic cerebral palsy*. *Afro Asian J Sci Tech*, 6(10), 1907-1913.
- [11] Castro-Piñero, J., Girela-Rejón, M. J., González-Montesinos, J. L., Mora, J., Conde-Caveda, J., Sjöström, M., & Ruiz, J. R. (2013). *Percentile values for flexibility tests in youths aged 6 to 17 years: Influence of weight status*. *European Journal of Sport Science*, 13(2), 139-148.
- [12] Chiwaridzo, M., & Naidoo, N. (2014). *Prevalence and associated characteristics of recurrent non-specific low back pain in Zimbabwean adolescents: a cross-sectional study*. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15(1), 381.
- [13] Waldhelm, A., & Li, L. (2012). *Endurance tests are the most reliable core stability related measurements*. *Journal of Sport and Health Science*, 1(2), 121-128.
- [14] Ozcan Kahraman, B., Salik Sengul, Y., Kahraman, T., & Kalemci, O. (2016). *Developing a Reliable Core Stability Assessment Battery for Patients with Nonspecific Low Back Pain*. *Spine*, 41(14), E844-E850.

- [15] Weerapong, P., Hume, P. A., & Kolt, G. S. (2004). *Stretching: mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention*. *Physical Therapy Reviews*, 9(4), 189-206.
- [16] Porcari, J., Bryant, C., & Comana, F. (2015). *Exercise Physiology*. FA Davis, S.446-476
- [17] Ayala, F., de Baranda, P. S., Croix, M. D. S., & Santonja, F. (2013). *Comparison of active stretching technique in males with normal and limited hamstring flexibility*. *Physical Therapy in Sport*, 14(2), 98-104.
- [18] Gallon, D., Rodacki, A. L. F., Hernandez, S. G., Drabovski, B., Outi, T., Bittencourt, L. R., & Gomes, A. R. S. (2011). *The effects of stretching on the flexibility, muscle performance and functionality of institutionalized older women*. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 44(3), 229-235.
- [19] Sultana, D. (2014). *Effect of sand training with and without plyometric exercises on selected physical fitness variables among Pondicherry University Athletes*. *Indian Journal of Science and Technology*, 7(S7), 24-27.
- [20] Ramírez-Campillo, R., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2013). *Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2714-2722.
- [21] Chu, D. A., & Myer, G. (2013). *Plyometrics*. *Human kinetics*, s. 39-66
- [22] DiStefano, L. J., DiStefano, M. J., Frank, B. S., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2013). *Comparison of integrated and isolated training on performance measures and neuromuscular control*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1083-1090.

- [23] Fitness Anywhere LLC, San Francisco, California. (2011), <https://www.trxtraining.com/> (30 Aralık 2016).
- [24] Pastucha, D., Filipcikova, R., Bezdickova, M., Blazkova, Z., Oborna, I., Brezinova, J.& Bajorek, J. (2012). *Clinical anatomy aspects of functional 3D training–case study*. Biomed Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub, 156(1), 63-69.
- [25] Carbonnier, A., & Martinsson, N. (2012). *Examining muscle activation for Hang Clean and three different TRX Power Exercises: A validation study*. Biomedicine Athletic Training Halmstad University p.23
- [26] Anywhere, F. (2010). TRX Suspension Training Group Course. User's Guide. San Francisco, Ca: Fitness Anywhere.
- [27] Can, S., Arslan, E., & Ersöz, G. (2015). *Kronik Hastalıklar Ve Egzersiz*. SSTB International Refereed Academic Journal of Sports, Health & Medical Sciences, 16(5).
- [28] Gaedtke, A., & Morat, T. (2015). *TRX suspension training: A new functional training approach for older adults–development, training control and feasibility*. International journal of exercise science, 8(3), 224.
- [29] Tomljanovic, M., Spasic, M., Gabrilo, G., Uljevic, O., & Foretic, N. (2011). *Effects of five weeks of functional vs. traditional resistance training on anthropometric and motor performance variables*. Kinesiology, 43(2), 145-154.
- [30] Mok, N. W., Yeung, E. W., Cho, J. C., Hui, S. C., Liu, K. C., & Pang, C. H. (2015). *Core muscle activity during suspension exercises*. Journal of Science and Medicine in Sport, 18(2), 189-194.

- [31] Melrose, D., & Dawes, J. (2015). *Resistance Characteristics of the TRX™ Suspension Training System at Different Angles and Distances from the Hanging Point*. *J Athl Enhancement* 4, 1, 2.
- [32] Gulmez, I. (2016). *Effects Of Angle Variations In Suspension Push-Up Exercise*. *Journal of strength and conditioning research*.
- [33] Nemani, V. M., Kim, H. J., & Cunningham, M. E. (2015). *Anatomy and Biomechanics Relevant to Spondylolisthesis*. In *Spondylolisthesis* (pp. 17-23). Springer US.
- [34] Maté-Muñoz, J. L., Monroy, A. J. A., Jodra Jiménez, P., & Garnacho-Castaño, M. V. (2014). *Effects of instability versus traditional resistance training on strength, power and velocity in untrained men*. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(3), 460-468.
- [35] Shinkle, J., Nesser, T. W., Demchak, T. J., & McMannus, D. M. (2012). *Effect of core strength on the measure of power in the extremities*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 373-380.
- [36] Başandaç, G. (2014). *Adölesan Voleybol Oyuncularında İlerleyici Gövde Stabilizasyon Eğitiminin Üst Ekstremitte Fonksiyonlarına Etkisi*.
- [37] Sciascia, A., & Cromwell, R. (2012). *Kinetic chain rehabilitation: a theoretical framework*. *Rehabilitation research and practice*, 2012.
- [38] Cabanas-Valdés, R., Bagur-Calafat, C., Girabent-Farrés, M., Caballero-Gómez, F. M., Hernández-Valiño, M., & Cuchí, G. U. (2016). *The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial*. *Clinical rehabilitation*, 30(10), 1024-1033.

- [39] Fredericson, M., & Moore, T. (2005). *Core stabilization training for middle- and long-distance runners*. *New studies in athletics*, 20(1), 25-37.
- [40] Frank, C., Kobesova, A., & Kolar, P. (2013). *Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation*. *International journal of sports physical therapy*, 8(1), 62.
- [41] Prieske, O., Muehlbauer, T., & Granacher, U. (2016). *The role of trunk muscle strength for physical fitness and athletic performance in trained individuals: a systematic review and meta-analysis*. *Sports Medicine*, 46(3), 401-419.
- [42] Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). *Core stability exercise principles*. *Current sports medicine reports*, 7(1), 39-44.
- [43] Sciascia, A., Thigpen, C., Namdari, S., & Baldwin, K. (2012). *Kinetic chain abnormalities in the athletic shoulder*. *Sports medicine and arthroscopy review*, 20(1), 16-21.
- [44] Fong, S. S., Tam, Y. T., Macfarlane, D. J., Ng, S. S., Bae, Y. H., Chan, E. W., & Guo, X. (2015). *Core muscle activity during TRX suspension exercises with and without kinesiology taping in adults with chronic low back pain: implications for rehabilitation*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015.
- [45] İnal H.S., (2013) *Spor ve Egzersizde Vücut Biyomekaniği*, 2. Baskı ,S. 43-45
- [46] Okudur, A., Sanioğlu, A. (2012). *12 Yaş Tenisçilerde Denge ile Çeviklik İlişkisinin İncelenmesi*. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilim Dergisi*, 14 (2): 165-170

- [47] Ricotti, L. (2011). *Static and dynamic balance in young athletes*. Journal of Human Sport and Exercise [en línea]. 6(4), 616-628. <http://www.jhse.ua.es/index.php/jhse/article/viewArticle/238>
- [48] Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). *Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players*. Journal of human kinetics, 36(1), 45-53.
- [49] Hammami, R., Behm, D. G., Chtara, M., Othman, A. B., & Chaouachi, A. (2014). *Comparison of static balance and the role of vision in elite athletes*. Journal of human kinetics, 41(1), 33-41.
- [50] Alğantekin, H. (2013). *Multipl sklerozlu hastalarda yorgunluğun denge üzerine etkisi* (Master's thesis, İstanbul Bilim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.).
- [51] Işık, E. İ., Altuğ, F., Cavlak, U.(2015). *Yaşlılarda Dört Adım Kare Testinin Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması*. Türk Geriatri Dergisi, 18(2), 151-155
- [52] Paes, F. J. V., Silva, R. A., Freira, A. L. G., Politti, F., Chiavegato, L., Geraldes, A. R., & Amorim, C. F. (2013). *Immediate effect of bilateral talocrural joint manipulation on postural balance in healthy subjects*. J Ergon, 3, 122.
- [53] Ürgen, M. S., Akbayrak, T., Günel, M. K., Çankaya, Ö., Güçhan, Z., & Türkyılmaz, E. S. (2016). *Investigation of the effects of the Nintendo® Wii-Fit training on balance and advanced motor performance in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: A Randomized Controlled Trial*. International Journal of Therapies and Rehabilitation Research, 5(4), 146-157.

- [54] Winters, J. M., & Crago, P. E. (Eds.). (2012). *Biomechanics and neural control of posture and movement*. Springer Science & Business Media.s.300-309
- [55] Koyuncu, G. (2013). *65 yaş üstü bireylerde denge durumunun değerlendirilmesi*. <http://dspace.trakya.edu.tr:8080/jspui/handle/1/1489>
- [56] Maleki, M., Faqihsolimani, M., & Mortezaazadeh, B. (2015). *Developing and Validating a New Wireless Wearable Device for Balance Measurement in Sport and Clinical Setting*. *Annals of Applied Sport Science*, 3(4), 59-68.
- [57] Ehrman, J. K., Gordon, P. M., Visich, P. S., & Keteyian, S. J. (2013). *Clinical exercise physiology*. Human Kinetics. s.85
- [58] Birch, K., George, K., & McLaren, D. (2004). *Instant Notes in Sport and Exercise Physiology*. Taylor & Francis. s.141
- [59] Moon, A. Y., Jang, H. J., Jang, H. J., & Kim, S. Y. (2014). *Comparison of the duration of hamstring flexibility improvement following termination of modified dynamic stretching, hold-relax, and static stretching*. *Physical Therapy Korea*, 21(1), 47-54.
- [60] Frontera, W. R., Slovik, D. M., & Dawson, D. M. (2006). *Exercise in rehabilitation medicine*. Human Kinetics. s.33
- [61] Kirmizigil, B., Ozcaldiran, B., & Colakoglu, M. (2014). *Effects of three different stretching techniques on vertical jumping performance*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1263-1271.
- [62] Rizzo, D. C. (2015). *Fundamentals of anatomy and physiology*. Cengage Learning. S. 175-200
- [63] Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise physiology for health fitness and performance*. Lippincott Williams & Wilkins. S. 26-115

- [64] Marques, M. C., Van den Tillaar, R., Izquierdo, M., Moir, G. L., Sanchez-Medina, L., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2014). *The reliability of force-time variables recorded during vertical jump performance and their relationship with jump height in power trained athletes: original research article*. International SportMed Journal, 15(2), 146-155.
- [65] Taipale, R. S., Mikkola, J., Vesterinen, V., Nummela, A., & Häkkinen, K. (2013). *Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both*. European journal of applied physiology, 113(2), 325-335.
- [66] Tillin, N. A., & Folland, J. P. (2014). *Maximal and explosive strength training elicit distinct neuromuscular adaptations, specific to the training stimulus*. European journal of applied physiology, 114(2), 365-374.
- [67] Gašić, T., Bubanj, S., Živković, M., Stanković, R., Bubanj, R., & Obradović, B. (2011). *Difference in the explosive strength of upper extremities between athletes in relation to their sport activity, type of engagement in sport and gender*. Sport Sci, 4, 63-7.
- [68] Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J. O. N., Callan, S. A. M., Dickie, D. E. S., Daigle, K., ... & Hartman, M. (2004). *The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 18(4), 878-884.
- [69] İskender, M., Tura, G., Akgül, Ö., & Turtulla, S. (2014). *The relationship between the family environment, eating behavior and obesity for the secondary school students*. Journal of Human Sciences, 11(2), 10-26.
- [70] Gray, G. W. (1995). Lower extremity functional profile. Wynn Marketing, Incorporated.

- [71] Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). *Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review*. *Journal of athletic training*, 47(3), 339-357.
- [72] Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). *Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919.
- [73] Fullam, K., Caulfield, B., Coughlan, G. F., & Delahunt, E. (2014). *Kinematic analysis of selected reach directions of the Star Excursion Balance Test compared with the Y-Balance Test*. *Journal of sport rehabilitation*, 23(1), 27-35.
- [74] Butler, R. J., Queen, R. M., Beckman, B., Kiesel, K. B., & Plisky, P. J. (2013). *Comparison of dynamic balance in adolescent male soccer players from rwanda and the United States*. *International journal of sports physical therapy*, 8(6), 749.
- [75] Chrintz, H., Falster, O., & Roed, J. (1991). *Single-leg postural equilibrium test*. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 1(4), 244-246.
- [76] Linens, S. W., Ross, S. E., Arnold, B. L., Gayle, R., & Pidcoe, P. (2014). *Postural-stability tests that identify individuals with chronic ankle instability*. *Journal of athletic training*, 49(1), 15-23.
- [77] Ghulam, H., Herrington, L., Comfort, P., & Jones, R. (2016). *Reliability of hop distance and frontal-plane dynamic knee valgus angle during single-leg horizontal hop test*. *Athletic Enhancement*, 2015.

- [78] Brumitt, J., Heiderscheit, B. C., Manske, R. C., Niemuth, P. E., & Rauh, M. J. (2013). *Lower extremity functional tests and risk of injury in division iii collegiate athletes*. International Journal of Sports Physical Therapy, 2013; 8(3): 216-227
- [79] Muyor, J. M., Vaquero-Cristóbal, R., Alacid, F., & López-Miñarro, P. A. (2014). *Criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests as a measure of hamstring extensibility in athletes*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(2), 546-555.
- [80] Atikah, C. W., Nihayah, M., Leonard, J. H., Omar, B., & NOOR, I. (2015). *A cross-sectional evaluation on physical fitness of Malaysian firefighters*. Sains Malaysiana, 44(10), 1461-1466.
- [81] Aydoğan Arslan, S., & Erbahçeci, F. (2016). *Bel Ağrısında Farklı Fizyoterapi Programlarının Ağrı, Endurans ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkinliği*. Fırat Tıp Dergisi, 21(2).
- [82] Fitness Anywhere LLC, San Francisco, California. (2011), <http://www.trxspain.es/> (16 Şubat 2016)
- [83] Calatayud, J., Borreani, S., Colado, J. C., Martín, F. F., Rogers, M. E., Behm, D. G., & Andersen, L. L. (2014). *Muscle activation during push-ups with different suspension training systems*. Journal of sports science & medicine, 13(3), 502.
- [84] McGill, S. M., Cannon, J., & Andersen, J. T. (2014). *Analysis of pushing exercises: Muscle activity and spine load while contrasting techniques on stable surfaces with a labile suspension strap training system*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(1), 105-116.

- [85] Snarr, R. L., Esco, M. R., & Nickerson, B. S. (2014). *Metabolic and cardiovascular demands of a high-intensity interval exercise bout utilizing a suspension device*. *Journal of Sport and Human Performance*, 2(3).
- [86] Gaedtke, A., & Morat, T. (2016). *Effects of Two 12-week Strengthening Programmes on Functional Mobility, Strength and Balance of Older Adults: Comparison between TRX Suspension Training versus an Elastic Band Resistance Training*. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 13(1), 49-64.
- [87] Smith, L. E., Snow, J., Fargo, J. S., Buchanan, C. A., & Dalleck, L. C. (2016). *The Acute and Chronic Health Benefits of TRX Suspension Training® in Healthy Adults*. *Int J Res Ex Phys*. 11(2):1-15.
- [88] Mohamed, T. S. (2016). *Effect Of Trx Suspension Training as A Prevention Program To Avoid The Shoulder Pain For Swimmers*. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 16(2).
- [89] Dudgeon, W. D., Herron, J. M., Aartun, J. A., Thomas, D. D., Kelley, E. P., & Scheett, T. P. (2015). *Physiologic and metabolic effects of a suspensión training workout*. *International Journal of Sports Science*, 5(2), 65-72.
- [90] Byrne, J. M., Bishop, N. S., Caines, A. M., Crane, K. A., Feaver, A. M., & Pearcey, G. E. (2014). *Effect of using a suspension training system on muscle activation during the performance of a front plank exercise*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3049-3055.
- [91] Snarr, R. L., Esco, M. R., Witte, E. V., Jenkins, C. T., & Brannan, R. M. (2013). *Electromyographic activity of rectus abdominis during a suspension push-up compared to traditional exercises*. *J Exer Phys online*, 16(3), 1-8.

EKLER

Ek 1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ!

Doğu Akdeniz Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü yüksek lisans öğrencisi Fizyoterapist Pınar Çavlan'ın, "Süspansiyon Egzersiz Programının Denge ve Fiziksel Performans Üzerine Etkileri" başlıklı tez çalışmasına katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini anlamanız ve kararınızı bu bilgilendirme sonrası özgürce vermeniz gerekmektedir. Size özel hazırlanmış bu bilgilendirmeyi lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz.

ÇALIŞMANIN AMACI

TRX süspansiyon egzersizlerinin, kişinin dengesi ve sportif performans üzerine etkilerinin araştırılması ve karşılaştırılmasıdır.

KATILMA KOŞULLARI

Bu çalışmaya dahil edilebilmeniz için, herhangi bir ortopedik veya nörolojik hastalığınız olmaması, fonksiyonel herhangi bir probleminiz bulunmaması gerekmektedir. Ayrıca son 6 ay içerisinde düzenli olarak sportif bir aktiviteye katılmamış olmanız gerekmektedir.

YAPILACAK OLAN UYGULAMALAR

Çalışma süresince size aşağıdaki uygulamalar yapılacaktır:

Y denge testi ile dinamik denge değerlendirilmesi.

Tek ayak üzerinde durma testi ile statik denge değerlendirilmesi.

Durarak uzun atlama testi ve tek ayak uzun atlama (sağ/sol ayak) testi ile patlayıcı kuvvet değerlendirilmesi.

Otur uzan testi ile sırt ve bacak kaslarının esneklik değerlendirilmesi.

Mekik testi ile karın kaslarının kuvvet ve endurans değerlendirilmesi.

Sırt ekstansiyon testi ile sırt kaslarının kuvvet ve endurans değerlendirilmesi.

KATILIMCI SAYISI

Çalışmaya ait verilerin toplanması için; çalışmaya Fitstop Studio'da TRX süspansiyon egzersiz programına kayıt olan bireyler ve hiçbir egzersiz programına dahil olmayan bireyler katılacaktır. Katılımcıların sayısı, toplamda en az 60 kişi olacaktır.

ÇALIŞMANIN SÜRESİ

Bu araştırmanın öngörülen süresi 2 aydır. Sizin çalışma için harcamak durumunda bulunacağınız süre haftada 2 saat olacaktır.

ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI YARAR

Bu araştırmaya katılımınızla, TRX süspansiyon egzersizlerinden oluşan 8 haftalık bir programa dahil edilmiş olacaksınız. Program dahilinde genel kuvvetlendirme, denge, patlayıcı kuvvet ve esnekliğe yönelik egzersizler uygulanacaktır. Bu bağlamda denge ve fiziksel performansınızda artış olması beklenebilecektir. Eğer çalışma grubunda değil de kontrol grubundaydysanız, o zaman da 8 hafta sonraki ikinci değerlendirmemize kadar sportif aktivitelere katılmamanız istenecektir.

KATILMAMA İLİŞKİN BİLGİLER KONUSUNDA GİZLİLİK

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde değerlendirme verilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait bilgilerinize ulaşabilirsiniz.

ÇALIŞMAYA KATILMA ONAYI:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmaya isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetine hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

GÖNÜLLÜNÜN

E-MAIL ADRESİ:

GSM NUMARASI:

ADRESİ:

TARİH:

İMZA:

OLUR ALMA İŞLEMİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KİŞİNİN

ADI – SOYADI:

TARİH:

İMZA:

Ek 2: Değerlendirme Formu

DOĞUM TARİHİ:

BOY:

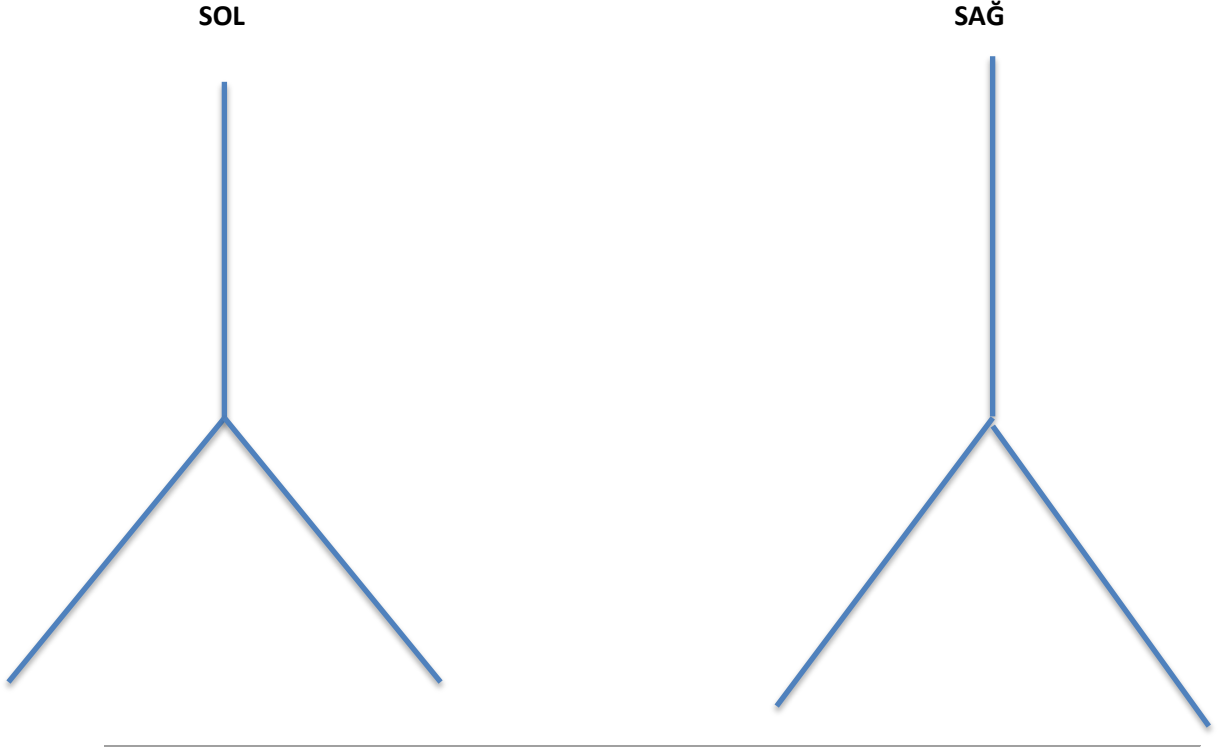
VÜCUT AĞIRLIĞI:

B.K.İ.:

Y DENGİ TESTİ

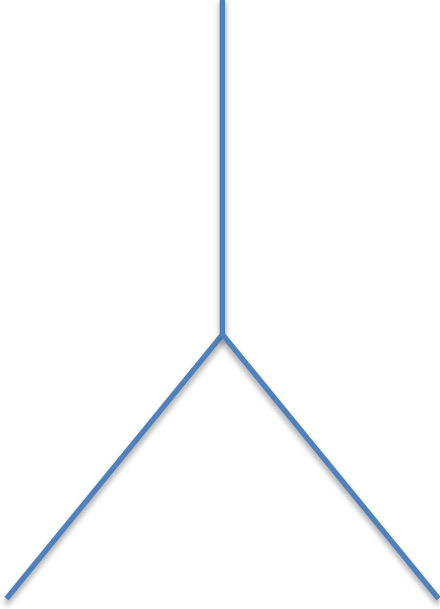
ALT EKSTREMİTE UZUNLUĞU	SAĞ	SOL
SİAS/M.MALEOL		
UMBLİCUS/M.MALEOL		

Ön değerlendirme:

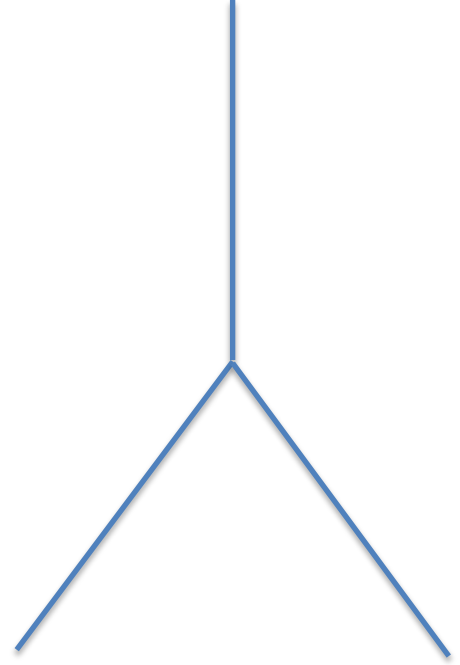


Son değerlendirme:

SOL



SAĞ



TEK AYAK ÜZERİNDE DURMA TESTİ

Ön değerlendirme	Son değerlendirme
------------------	-------------------

DURARAK UZUN ATLAMA TESTİ

	Ön değerlendirme	Son değerlendirme
Çift ayak		
Tek ayak (sağ)		
Tek ayak (sol)		

OTUR UZAN TESTİ

Ön değerlendirme:	Son değerlendirme:
-------------------	--------------------

MEKİK TESTİ

	Ön	Son
1 dk.da		
maksimum		

SIRT EKSTANSİYON TESTİ

	Ön	Son
1 dk.da		
maksimum		

Ek 3: İzin Belgeleri