T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. İsa SAĞIROĞLU

AMERİKAN HİP THRUST EGZERSİZİNDE 1 TEKRAR MAKSİMUM TAHMİNİNİN YÜK-HIZ PROFİLİ ÜZERİNDEN HESAPLANMASI: İKİ NOKTA YÖNTEMİ

(Yüksek Lisans Tezi)

ESMA LALE AKSAKALLI

Referans no: 10677144

EDİRNE-2025

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. İsa SAĞIROĞLU

AMERİKAN HİP THRUST EGZERSİZİNDE 1 TEKRAR MAKSİMUM TAHMİNİNİN YÜK-HIZ PROFİLİ ÜZERİNDEN HESAPLANMASI: İKİ NOKTA YÖNTEMİ

(Yüksek Lisans Tezi)

ESMA LALE AKSAKALLI

EDİRNE-2025

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI ..... **İ**
ETİK BEYAN ..... **İİ**
İTHAF ..... **İİİ**
TEŞEKKÜR ..... **İV**
SİMGE VE KISALTMALAR ..... **V**
ÖZET ..... **Vİ**
ABSTRACT ..... **Vİİ**
1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**
1.1. Araştırmanın Problemleri **3**
1.2. Araştırmanın Hipotezleri **4**
1.3. Araştırmanın Varsayımları **5**
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları **5**
2. GENEL BİLGİLER **6**
2.1. Direnç Antrenmanları **6**
2.2. Direnç Antrenmanlarının Akut Değişkenleri **6**
2.2.1. Hacim **6**
2.2.2. Sıklık **7**
2.2.3. Şiddet **7**
2.2.4. Dinlenme Süresi **7**
2.2.5. Egzersiz Seçimi **8**
2.2.6. Tempo **8**
2.3. Direnç Antrenmanlarında 1 Tekrar Maksimum Belirleme Yöntemleri **9**
2.3.1. Doğrudan 1 Tekrar Maksimum Testi: **9**
2.3.2. Dolaylı 1 Tekrar Maksimum Tahmin Yöntemleri: **10**
2.4. Hız Tabanlı Antrenman **10**
2.4.1. Yük-Hız İlişkisi **11**
2.4.2. Hız Tabanlı Antrenmanda 1 Tekrar Maksimum Tahminleri **12**
2.5. Hız Tabanlı Antrenmanda Kullanılan Hız Bölgeleri **13**
2.6. Hız Tabanlı Antrenmanlarda Hız Kesme Eşikleri **14**
2.7. Hız Tabanlı Antrenmanlarda Kullanılan Cihazlar **15**
2.7.1. Lineer Pozisyon Transdüserleri **15**

2.7.2. İvmeölçerler **16**
2.7.3. Kamera Sistemleri **16**
2.7.4. Akıllı Telefon Uygulamaları **16**
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER **18**
3.1. Katılımcılar **18**
3.2. Araştırma Modeli **18**
3.2.1. 1 Tekrar maksimum testi **19**
3.2.2. Hareket hızının belirlenmesi ve yük-hız profilinin oluşturulması **20**
3.3. İstatistiksel Analizler **21**
4. BULGULAR **23**
5. TARTIŞMA **30**
KAYNAKLAR **34**
EKLER ..... **I**
EK 1: Etik Kurul Onay Formu ..... **I**
ÖZGEÇMİŞ ..... **II**
BENZERLİK RAPORU ..... **III**

ONAY SAYFASI

ETİK BEYAN

“Amerikan hip thrust egzersizinde 1 tekrar maksimum tahmininin yük-hız profili üzerinden hesaplanması: İki nokta yöntemi” adlı bana ait olan tez çalışmamın bütün aşamalarında etik dışı davranışımın olmadığını, bütün verileri ve bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, verilerde ve sonuçlarda herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezimin yazımında yapay zeka yazılımları kullanmadığımı, diğer kaynaklardan elde ettiğim bilgi ve yorumlara tezimde uygun şekilde kaynak gösterdiğimi ve kaynaklar bölümünde yer verdiğimi, patent ve telif haklarını ihlal edici herhangi bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Esma LALE AKSAKALLI

İmza

İTHAF

“Sevgileriyle köklerimi besleyen, bana güç ve değer katan ilk öğretmenim anneme ve babama;

Hayatıma renk, neşe ve anlam katan canım kardeşlerim Esra JUSUFOSKI ve Neslihan LALE’ye;

Ve her adımımda yanımda durarak sevgisiyle bana cesaret veren, varlığıyla yolumu aydınlatan canım eşim Onursal AKSAKALLI’ya” ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Tez sürecim boyunca bilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. İsa SAĞIROĞLU'na en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezimin istatistiksel analiz sürecinde değerli katkılarıyla bana destek olan Sayın Arş. Gör. Fatih SÜLÜN'e;

Ölçüm sürecine büyük katkı sağlayan, Montana Atletik Spor Salonu'nda gerekli olanakları sağlayarak bu çalışmanın gerçekleşmesine imkân tanıyan Sayın Murat ALKAN'a; ve testlere özveriyle katılan kıymetli sporculara gönülden teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında yanımda duran, ölçüm sürecinde bilgi ve deneyimi ile verdiği destekle çalışmamı kolaylaştıran canım eşim Arş. Gör. Onursal AKSAKALLI'ya kalbimdeki en kıymetli teşekkürü sunuyorum.

SİMGE VE KISALTMALAR

1 TM: 1 Tekrar Maksimum

LPT: Lineer Pozisyon Transdüseri

HTA: Hız Tabanlı Antrenman

YHP: Yük-Hız Profili

MHE: Minimum Hız Eşiği

$MHE_{(Optimal)}$: Optimal Minimum Hız Eşiği

$MHE_{(Bireysel)}$: Bireysel Minimum Hız Eşiği

$MHE_{(Genel)}$: Genel Minimum Hız Eşiği

ÖZET

"Amerikan hip thrust egzersizinde 1 tekrar maksimum tahmininin yük-hız profili üzerinden hesaplanması: İki nokta yöntemi", Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 2025.

Giriş ve Amaç: Bu çalışma, iki nokta yöntemiyle farklı minimum hız eşikleri kullanarak (MHE_{Genel}, $MHE_{Bireysel}$, $MHE_{Optimal}$) Amerikan hip thrust egzersizine ait 1 tekrar maksimum (1 TM) tahminlerinin elde edilmesini ve bu tahminlerin doğrudan ölçülen 1 TM ile olan ilişkileri ile aralarındaki farklılıkların incelenmesini amaçlamıştır.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmaya, en az 2 yıldır rekreasyonel olarak direnç antrenmanı yapan 19 erkek katılımcı (Ortalama ± Standart Sapma; yaş: 23,26 ± 3,57 yıl, beden ağırlığı: 85,18 ± 11,64 kg, boy: 179,68 ± 7,98 cm, direnç antrenmanı deneyimi: 3,97 ± 1,85 yıl) dahil edilmiştir. Katılımcılar 48 saat arayla iki kez spor salonunu ziyaret etmiştir. İlk ziyarette Amerikan hip thrust egzersizinde 1 TM değeri belirlenmiş ve 1 TM hızı ölçülmüştür. İkinci ziyarette ise egzersize ait yük-hız profili oluşturulmuştur. Yük-hız profili, iki nokta yöntemi kullanılarak; %50 1 TM'de 3 tekrar ve %80 1 TM'de 2 tekrar uygulanarak elde edilmiştir. Amerikan hip thrust egzersizi için genel (0,25 m/s), bireysel (1 TM hızı) ve optimal (gerçek ve tahmini 1TM'ler arasındaki farkı minimize eden hız) minimum hız eşikleri kullanılarak iki nokta yöntemiyle tahmini 1 TM değerleri elde edilmiştir.

Bulgular: Gerçek 1 TM ile hem $MHE_{(Genel)}$, hem $MHE_{(Bireysel)}$, hem de $MHE_{(Optimal)}$ tahmin yöntemleri arasında anlamlı ve güçlü korelasyonlar bulunmuştur. Ayrıca, yapılan basit doğrusal regresyon analizleri, gerçek 1 TM'nin bu üç yöntemi de pozitif yönde ve anlamlı şekilde yordadığını ortaya koymuştur. Ancak, eşleştirilmiş t-testi ve Bland-Altman analizlerinden elde edilen bulgular doğrultusunda, yalnızca $MHE_{(Optimal)}$ tahmin yöntemi ile gerçek 1 TM arasında anlamlı fark bulunmadığı ve güçlü bir uyum sağlandığı belirlenmiştir.

Sonuç: Sadece optimal minimum hız eşiği yöntemiyle belirlenen tahmini 1 TM, gerçek 1 TM'nin yerine kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Hız tabanlı antrenman, direnç antrenmanı, hip thrust, atletik performans, 1 tekrar maksimum.

ABSTRACT

"Prediction of 1 repetition maximum from load-velocity profile in American hip thrust exercise: Two point method", Trakya University, Institute of Health Science, Department of Physical Education and Sports, Master's Thesis, Edirne, 2025

Background and Aim: This study aimed to obtain 1 repetition maximum (1RM) estimates of the American hip thrust exercise using different minimum velocity thresholds ($MVT_{General}$, $MVT_{Individual}$, $MVT_{Optimal}$) with the two-point method and to examine the relationships and differences between these estimates and directly measured 1RM.

Material and Methods: The study included 19 male participants (Mean ± Standard Deviation; age: 23,26 ± 3,57 years, body weight: 85,18 ± 11,64 kg, height: 179,68 ± 7,98 cm, resistance training experience: 3,97 ± 1.85 years) were included. Participants visited the gym twice, 48 hours apart. In the first visit, 1 RM value was determined and 1 RM velocity was measured in the American hip thrust exercise. In the second visit, a load-velocity profile of the exercise was created. The load-velocity profile was obtained using the two-point method; 3 repetitions at 50% 1 RM and 2 repetitions at 80% 1 RM. For the American hip thrust exercise, estimated 1 RM values were obtained with the two-point method by using general (0,25 m/s), individual (the velocity of 1 RM) and optimal (the velocity that minimizes the difference between actual and estimated 1 RM's) minimum velocity thresholds.

Results: Significant and strong correlations were found between actual 1 RM and both $MVT_{(General)}$, $MVT_{(Individual)}$ and $MVT_{(Optimal)}$ estimation methods. Moreover, simple linear regression analyses revealed that true 1 RM positively and significantly predicted all three methods. However, paired t-test and Bland-Altman analyses revealed that there was no significant difference between the $MVT_{(Optimal)}$ estimation method and actual 1 RM and a strong agreement was achieved.

Conclusion: Only the estimated 1 RM determined by the optimal minimum velocity threshold method can be used in place of the actual 1 RM.

Keywords: Velocity-based training, resistance training, hip thrust, athletic performance, 1 repetition maximum.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Direnç antrenmanları kas kuvvetinin, kas boyutunun ve kuvvet gelişim hızının artırılmasında en önemli uyaranlardan birisi olarak kabul edilmektedir (1, 2). Bir egzersiz uzmanının bakış açısıyla daha kayda değer olan ise, direnç antrenmanları vasıtasıyla artan kassal kuvvetin sıçrama, sprint, yön değiştirme gibi spora özgü beceriler ve atletik performans bileşenlerine katkıda bulunması ve bu yetilerin uygulanması anında potansiyel sakatlık risklerinde anlamlı derecede azalmaların görülmesidir (3-6).

Direnç antrenmanlarında performans bileşenlerinin optimize edilmesi ve planlanmış programa entegre edilmesinde antrenman yükünün takibi oldukça önemlidir (7). Tasarlanacak direnç antrenmanında döneme ve amaca göre dış yüklerin belirlenmesinde öncelikle 1 Tekrar Maksimum (1 TM) tespiti gerekmektedir. Herhangi bir egzersizde doğru teknikle sadece bir kez kaldırılabilen maksimum yük olarak tanımlanan 1 TM, bir bireyin dinamik kuvvetinin en geçerli göstergesi olarak kabul edilir ve sonraki antrenman şiddetlerinin ayarlanmasında referans nokta görevi görür (4, 8). Bir bireyin 1 TM'si doğrudan veya dolaylı yollarla elde edilebilir. Eğer bir birey yeterince antrenman deneyimine sahip değilse, yardımcı ve gözlemci bu alanda yetkin değilse doğrudan 1 TM girişimleri esnasında sakatlık riski görülebilir (9). Ayrıca, doğrudan veya çoklu tekrarla hesaplanmış olan 1 TM büyük gruplar için zaman alıcı bir süreçtir ve önceden belirlenen 1 TM'nin uzun süreli antrenman dönemlerine uygulanması bireyin gerçek boylamsal 1 TM'sini etkileyecek bir dizi faktörü de göz ardı etmektedir. Örneğin, uyku, beslenme, antrenmana bağlı yorgunluk gibi faktörler bireyin 1 TM'sinde günden güne değişmelere yol açabilir (10-12).

Geleneksel antrenman programı oluşturma yöntemlerinin potansiyel sınırlamalarının bir sonucu olarak, kuvvet ve kondisyon uzmanlarının sporcunun antrenman yüklerini "otoregüle" etmesi önerilmiştir (13). Algılanan zorluk derecesi (AZD), rezervdeki tekrarlar ve otoregülatör progresif direnç egzersizi gibi çok sayıda otoregülatör antrenman programı oluşturma stratejisinin tümü, bilimsel ve koçluk literatüründe antrenman şiddetini modüle etmenin potansiyel yolları olarak önerilmiştir (13, 14). Ancak, bu yöntemler subjektiftir ve antrenman tecrübesi az olan kişiler deneyimli olanlarla kıyaslandığında setlerdeki tekrarlara verdikleri cevaplar ile gerçekte olanlar arasında tutarsızlıklar görülmektedir (15).

Subjektif otoregülasyon yöntemleriyle ilgili bazı sorunları ele almak için, objektif otoregülasyon yöntemleri araştırılmaya başlanmıştır (16). Nihayetinde, direnç antrenmanı sırasında hareket hızının objektif ölçümünün, kullanılan antrenman yüklerini modüle etmede uygun bir araç olabileceği fikri öne sürülmüştür (17, 18). Birçok egzersizde, bar hızı ve relatif yükü arasında (TM %) güçlü korelasyonlar olduğu bildirilmiştir (19, 20). Bu ilişkinin temeli, nöromüsküler sistemin belirli bir yüke karşı verdiği tepkiye dayanır ve böylece direnç antrenmanı reçetesini değerlendirmek için mekanik bir gösterge olarak kullanılabilir (21, 22). Sonuç olarak, maksimum dinamik kuvvetin tahmin edilmesinde yük-hız ilişkisinin kullanımı ortaya çıkmış ve çeşitli egzersizlerde oldukça yüksek geçerlik güvenirlik göstermiştir (7, 15, 23).

Yük-hız ilişkisinden 1 TM tahmininde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan ilki bir dizi setlerin ve tekrarların yapıldığı çoklu nokta yöntemidir. Yük-hız profiline girilen veriler ile 1 TM tahmininin isabetliliği arasında doğru orantı olduğu bildirilmiştir (12). Çoklu nokta yöntemi, 4-9 set arasında değişen submaksimal yüklerle gerçekleştirilen hız çıktılarının değerlendirilmesinden oluşur ve bu yöntemle 1 TM oldukça doğru tahmin edilebilir (23). Ancak bu yöntem kalabalık popülasyonlar için oldukça zaman alıcıdır. Bu limitasyonların önüne geçebilmek için iki nokta yöntemi önerilmiştir (24). Oldukça hızlı ve yorgunluğun görülmediği iki nokta yönteminde yük-hız ilişkisi için birden fazla yük yerine iki farklı eksternal yük analiz edilir. İki nokta yönteminden 1 TM tahmini için yaklaşık olarak 1 TM %50 ve %80 olmak üzere iki dış yükün kullanılması önerilmektedir (24).

Yük-hız ilişkisinden 1 TM tahmini için bazı minimum hız eşikleri (MHE) kullanılmaktadır. Bunlar, harekete özgü genel (ör. squat için 0,30 m/s, deadlift için 0,15 m/s gibi) ve bireysel (kişinin bireysel 1 TM hızı) minimum hız eşikleri olarak bilinmektedir (25). Bunlara ek olarak oldukça yakın dönemde optimal minimum hız eşiği kavramı çıkmış literatürde yerini almıştır (26). Yapılan son çalışmalar hangi MHE kullanımı sonrasında yük-hız ilişkisinden 1 TM tahminin daha isabetli olacağını araştırmaktadır (27-29).

Literatür incelendiğinde, Amerikan hip thrust egzersizinde iki nokta yöntemiyle farklı minimum hız eşikleri (MHE) kullanılarak hangisinin doğrudan ölçülen 1 TM'yi daha isabetli şekilde tahmin ettiğine yönelik bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu çalışmanın amacı, rekreasyonel olarak vücut geliştirme ile ilgilenen bireylerde, yük-hız ilişkisinden elde edilen iki nokta yöntemiyle farklı MHE'ler kullanılarak Amerikan hip thrust egzersizine ait 1 TM

tahminlerini belirlemek ve bu tahminlerin doğrudan ölçülen 1 TM ile olan ilişkilerini ve farklılıklarını incelemektir. Amerikan hip thrust egzersizinde iki nokta yöntemiyle optimal MHE kullanılarak elde edilen tahmini 1 TM ile doğrudan ölçülen 1 TM arasında farkın olmayacağı varsayılmıştır.

1.1. Araştırmanın Problemleri

- İki nokta yöntemiyle optimal minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında ilişki var mıdır?
- İki nokta yöntemiyle optimal minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında anlamlı fark var mıdır?
- İki nokta yöntemiyle genel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında ilişki var mıdır?
- İki nokta yöntemiyle genel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında anlamlı fark var mıdır?
- İki nokta yöntemiyle bireysel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında ilişki var mıdır?
- İki nokta yöntemiyle bireysel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında anlamlı fark var mıdır?
- İki nokta yöntemiyle bireysel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında uyum var mıdır?
- İki nokta yöntemiyle optimal minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında uyum var mıdır?

- İki nokta yöntemiyle genel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında uyum var mıdır?

1.2. Araştırmanın Hipotezleri

- İki nokta yöntemiyle genel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında ilişki vardır.
- İki nokta yöntemiyle genel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında anlamlı fark vardır.
- İki nokta yöntemiyle genel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında uyum yoktur.
- İki nokta yöntemiyle bireysel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında ilişki vardır.
- İki nokta yöntemiyle bireysel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında anlamlı fark vardır.
- İki nokta yöntemiyle bireysel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında uyum yoktur.
- İki nokta yöntemiyle optimal minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında ilişki vardır.
- İki nokta yöntemiyle optimal minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında anlamlı fark yoktur.

- İki nokta yöntemiyle optimal minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında uyum vardır.

1.3. Araştırmanın Varsayımları

Çalışmada, tüm katılımcıların testlerden önce ağır ve yorucu fiziksel aktivitelerden, ayrıca alkol ve sigara gibi performansı etkileyebilecek etkenlerden uzak durdukları varsayılmıştır.

Ayrıca, tüm katılımcıların submaksimal testler sırasında hareketin konsantrik fazında barı mümkün olan en yüksek hızda hareket ettirdikleri varsayılmıştır.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmaya yalnızca rekreasyonel düzeyde direnç antrenmanı geçmişine sahip ve en az iki yıllık antrenman tecrübesi olan 19 erkek katılımcı dahil edilmiştir. Bu durum, elde edilen sonuçların farklı antrenman geçmişine sahip bireylere ve kadınlara genellenebilirliğini sınırlamaktadır.

Çalışmada yalnızca Amerikan hip thrust egzersizi üzerinden 1 tekrar maksimum (1 TM) tahminleri yapılmıştır. Bu nedenle bulguların diğer temel çok eklemli egzersizlere (örneğin squat veya bench press) genellenmesi uygun olmayabilir.

Gerçek 1 TM değerleri doğrudan testle elde edilmiş olsa da, katılımcıların maksimal çaba gösterip göstermedikleri, teknik tutarlılıkları ve motivasyon düzeyleri standartlaştırılamayan bireysel değişkenler olarak çalışmanın bir sınırlılığıdır.

Çalışmada yalnızca iki nokta yöntemi ile 1 TM tahminleri yapılmıştır. Diğer tahmin modelleri değerlendirilmediğinden karşılaştırmalı analiz kapsamı sınırlıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Direnç Antrenmanları

Direnç antrenmanı, sağlık, fiziksel uygunluk ve sportif performansın geliştirilmesini hedefleyen, direnç yüklerinin sistematik ve kademeli olarak artırılmasına dayalı, özel olarak yapılandırılmış bir egzersiz yöntemidir. Bu kapsamda, direnç unsuru olarak serbest ağırlıklar, elastik bantlar, sağlık topları, ağırlık makineleri ya da bireyin kendi vücut ağırlığı gibi çeşitli ekipmanlar kullanılabilmektedir (30).

Direnç antrenmanları, kas kuvveti, kas dayanıklılığı ve kas hipertrofisinin artırılmasında etkili olması nedeniyle geniş bir uygulama alanına sahiptir (31). Bununla birlikte, hedeflenen adaptasyonların sağlanabilmesi için antrenman programlarının, çeşitli akut antrenman değişkenleri ve temel antrenman prensipleri dikkate alınarak titizlikle planlanması gerekmektedir. Bu durum, direnç antrenmanı programlamasını oldukça karmaşık bir süreç hâline getirmektedir (32).

2.2. Direnç Antrenmanlarının Akut Değişkenleri

Antrenmanlarda, sporcuların adapte edilmeye çalışıldığı hedefle uyumlu olarak, hacim, şiddet, süre, dinlenme aralıkları ve sıklık gibi çeşitli değişkenler uygulanmaktadır. Bu değişkenlerin doğru yönetimi, antrenmanların etkinliğini artırarak performansı olumlu yönde etkilemektedir. (33-35).

2.2.1. Hacim

Bir antrenmanın temel unsurlarından biri olarak hacim, gelişim için kritik bir ön koşul olarak kabul edilir. Ancak hacimle ilgili sık karşılaşılan bir hata, antrenman süresinin doğrudan hacimle ilişkilendirilmesidir (36).

Hacim, bir antrenman sırasında kaldırılan toplam ağırlığın miktarını tanımlar ve genellikle toplam tekrar sayısı (set sayısı x tekrar sayısı) veya hacimsel yük (set sayısı x tekrar sayısı x kaldırılan ağırlık) biçiminde ifade edilir (37).

2.2.2. Sıklık

Antrenman kapsamı, yoğunluğu, yapılan egzersizlerin türü, kişinin antrenman seviyesi, toparlanma süreci ve her antrenmanda aktif olarak çalışan kas grubu sayısı gibi faktörler, antrenmanın sıklığını belirleyebilir (38).

Antrenman hacmiyle bağlantılı olan antrenman sıklığı, belirli bir zaman diliminde yapılan antrenmanların sayısını veya belirli bir kas grubunun o zaman diliminde (genellikle haftada) kaç kez çalıştırıldığını belirtir (39). Antrenman birimlerinin sıklığı, düzeni veya belirli bir zaman diliminde sporcunun yaptığı tekrarların uygulanma yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır (36).

2.2.3. Şiddet

Bir antrenmanın kalitesini belirleyen temel unsurlardan biri de şiddetidir. Antrenman şiddeti, uygulanan egzersizin vücut üzerinde yarattığı fizyolojik yükü ifade eder ve bu şiddetin ölçülmesi, yapılan antrenmanın türüne göre farklılık gösterir. Hız tabanlı antrenmanlarda, şiddet genellikle hareketin birim zamandaki hızı (metre/saniye), belirli bir sürede gerçekleştirilen tekrar sayısı veya ortaya konan güç çıktısı gibi ölçütlerle değerlendirilir. Bu kapsamda, sporcunun ürettiği güç çoğunlukla Watt (W) birimiyle ifade edilerek performans düzeyi hakkında sayısal veriler sunar. Direnç antrenmanlarında ise yoğunluk, en yüksek kaldırılabilecek yük olan maksimum tek tekrarın (1 MT) yüzdesi olarak tanımlanır (40). Kuvvet odaklı çalışmalar genellikle kilogram (kg) ya da bu kuvvetin belli bir mesafeye uygulanması esas alınarak kilogram-metre (kgm) birimiyle ifade edilmektedir. Bu ölçümler, antrenmanın planlanması, ilerleyişin izlenmesi ve sporcunun performans gelişiminin değerlendirilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır (36, 41).

2.2.4. Dinlenme Süresi

Direnç antrenmanlarında, setler arasında verilen dinlenme süreleri üç farklı kategoriye ayrılabilir: kısa (30 saniyeden az), orta (60-90 saniye arası) ve uzun (3 dakika ve üzeri) (42).

Direnç antrenmanlarında setler arasındaki dinlenme süresi, antrenmanın hedeflerine bağlı olarak farklılık gösterir. Bu hedefler arasında kas dayanıklılığı, hipertrofi, kuvvet ve güç kazanımı bulunmaktadır (43).

Salles ve ark. (45) tarafından yapılan kapsamlı bir derleme çalışmasında Mutlak kuvvet ve kas gücü gelişimi için 3-5 dakikalık uzun dinlenme aralıklarının daha etkili olduğu; buna karşın, hipertrofi hedefli antrenmanlarda 30-60 saniyelik kısa dinlenme sürelerinin daha uygun olduğu görülmektedir. Kas dayanıklılığı gelişimine ilişkin bulgular daha sınırlı olmakla birlikte, kısa dinlenme sürelerinin bu kapasite üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği belirtilmektedir (44).

2.2.5. Egzersiz Seçimi

Direnç antrenmanlarının etkili olabilmesi için egzersiz seçimi oldukça önemli bir yer tutar. Uygulanan hareketlerin türü, vücudun nasıl tepki vereceğini ve gelişimin hangi yönde olacağını büyük ölçüde belirler. Bu kapsamda egzersizler genellikle ikiye ayrılır: tek eklemli (izole) ve çok eklemli (kompleks) egzersizler. Tek eklemli egzersizler, yalnızca bir eklemin hareket ettiği ve hedef kas grubunun izole şekilde çalıştığı uygulamalardır. Çok eklemli egzersizlerde ise birden fazla eklem devreye girer; dolayısıyla daha fazla kas grubu aynı anda aktive edilir. Özellikle kuvvetin fonksiyonel hale gelmesi açısından bu tip egzersizler oldukça değerlidir (45).

Antrenman planı oluşturulurken hem tek hem çok eklemli egzersizlerin dengeli bir biçimde programlanması önerilir. Bunun yanında, kas gruplarının yapısal ve biyomekanik özelliklerini bilmek, egzersiz etkinliğini artıran önemli bir avantajdır. Örneğin; kas liflerinin uzunluğu, moment kolu yapısı ya da kasın hasara açıklığı gibi değişkenler dikkate alındığında, seçilen egzersizler çok daha bilinçli ve etkili hale gelebilir (46, 47).

2.2.6. Tempo

Hipertrofi ve kuvvet, direnç antrenmanının iki yaygın uzun vadeli hedefidir ve bu hedefler, birçok değişkenin manipülasyonu ile şekillenir. Bu değişkenlerden biri olan hareket temposu, genellikle ihmal edilse de kuvvet ve hipertrofi kazanımları açısından dikkate alınması gereken temel bir unsurdur (48). Mevcut araştırmalar farklı şiddet, hacim ve dinlenme aralıklarının kas gelişimine etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemiş olsa da mevcut hipertrofi kılavuzları genellikle farklı hareket tempolarını göz önünde bulundurmaz ve yalnızca istemli tempo uygulamalarına dayanmaktadır (49).

Eksantrik (kasın uzadığı) ve konsantrik (kasın kısaldığı) evrelerde hareket temposunun değiştirilmesi, direnç antrenmanına akut etkide bulunan değişkenleri etkileyebilir ve bu değişkenler, kronik adaptif değişimlerin temelini oluşturur. Farklı hareket tempolarının kas hipertrofisi ve kuvvet gelişimi üzerindeki etkilerine dair zaten belirsiz olan anekdotsal kanıtları daha ayrıntılı bir şekilde ele alabilmek için, bu konudaki bilimsel araştırmaların da kesin ve net sonuçlar sunmadığını kabul etmek gerekir. Dahası, hareketin belirli evrelerinin (eksantrik ve konsantrik) süresinin uzun vadeli adaptasyonlar üzerindeki etkisi henüz değerlendirilmemiştir. Bu da direnç antrenmanı önerileri konusunda kesin sonuçlara ulaşmayı zorlaştırmaktadır (50)

Kuvvet gelişimi için öneriler, istemli hareket temposuyla yapılan, 1–5 tekrar gibi düşük sayıda tekrarları içermektedir (38, 51); bu da bir tekrar için yaklaşık 2–5 saniyelik süreye (TUT – Time Under Tension) karşılık gelir. Bu nedenle, genel görüşe göre kuvvet kazanımları için en uygun TUT, set başına 2 ila 20 saniye arasında olmalıdır. Hipertrofi antrenmanları için ise bir setin en uygun TUT aralığı 20 ila 70 saniye olmalıdır.

2.3. Direnç Antrenmanlarında 1 Tekrar Maksimum Belirleme Yöntemleri

Direnç antrenmanı, kas hipertrofisi, maksimum kuvvet, kuvvet geliştirme hızı ve güç çıktısındaki adaptasyonlar sayesinde atletik performansı artırmak için etkili bir yöntemdir (52).

Direnç antrenmanlarında 1 Tekrar Maksimum (1 TM), bir egzersizi yalnızca bir kez doğru teknikle tamamlayabilecek maksimum ağırlık olarak tanımlanır ve antrenman yükünün belirlenmesinde altın standart olarak kabul edilir (53). 1 TM, antrenman programlarının bireye özgü olarak ayarlanması, ilerlemenin takip edilmesi ve güvenliğin sağlanması açısından kritik bir parametredir (54).

2.3.1. Doğrudan 1 Tekrar Maksimum Testi:

Doğrudan 1 TM testi, artan ağırlıklarla hareketin maksimum tekrar sayısı olan 1'e ulaşılana kadar denemeler yapılmasını içerir. Bu yöntem, yüksek doğruluk sağlar ancak yüksek fiziksel stres, yorgunluk ve sakatlanma riski nedeniyle dikkatli uygulanmalıdır (55). Özellikle antrenman tecrübesi az olan bireylerde ve rehabilitasyon süreçlerinde doğrudan test önerilmemektedir.

2.3.2. Dolaylı 1 Tekrar Maksimum Tahmin Yöntemleri:

Dolaylı yöntemlerde, birey belirli bir ağırlıkla maksimum tekrar sayısını (genellikle 10-15 tekrar arasında) yapar ve bu veriler farklı formüllerle 1 TM'ye çevrilir. En sık kullanılan formüllerden bazıları şunlardır:

Epley Formülü:

1 TM = Ağırlık × (1+0.0333 × Tekrar Sayısı) 1 TM = Ağırlık × (1+0.0333 × Tekrar Sayısı)

Epley formülü, orta ve yüksek tekrar aralıklarında iyi tahminler vermektedir (56).

Brzycki Formülü:

1 TM = Ağırlık × (36 / (37 - Tekrar Sayısı))

Brzycki formülü, özellikle 10 tekrar altındaki veriler için uygundur (57).

Lombardi Formülü:

1 TM = Ağırlık x Tekrar Sayısı$^{0.10}$

Lombardi formülü, farklı tekrar aralıkları için geniş uygulama alanı bulmuştur (58).

Bu formüller arasındaki doğruluk, bireysel farklılıklar, kas tipi, antrenman seviyesi ve hareketin doğasına göre değişiklik gösterebilir (59). Dolayısıyla tahmin yöntemleri, özellikle antrenman başlangıcında ve güvenlik açısından tercih edilmektedir.

2.4. Hız Tabanlı Antrenman

Hareket hızına ilişkin verilerin antrenman sürecine entegre edilmesi, egzersiz yoğunluğunun daha hassas biçimde ayarlanmasına olanak tanıyarak performans çıktılarının artırılmasına katkı sağlamaktadır (60).

Hız tabanlı antrenman, özellikle kuvvet ve güç gelişimini hedefleyen direnç egzersizlerinde tercih edilen bir yöntemdir. Bu yaklaşımda egzersiz hareketlerinin hızı, şiddet düzeyini belirleyici bir parametre olarak değerlendirilmekte ve çeşitli teknolojik araçlar yardımıyla izlenmektedir (61). Söz konusu yöntem, direnç antrenman programının tüm aşamalarına uygulanabilir olup; yük, set ve tekrar sayısı gibi değişkenlerin yanı sıra kullanılan programlama stratejilerinin de daha verimli biçimde düzenlenmesine olanak sunmaktadır (25).

Ayrıca, anlık geri bildirimler sağlaması sayesinde sporcuların günlük performanslarının izlenmesini ve gelişimlerinin sürekli olarak takip edilmesini kolaylaştırmaktadır (62). Çetin ve arkadaşları (63) ise hız tabanlı antrenmanı, sporcunun hazır bulunuşluk düzeyine bağlı olarak akut antrenman değişkenlerinin, maksimal kuvvet testlerine gerek duyulmaksızın ayarlandığı bir otoregülasyon yöntemi olarak tanımlamaktadır.

2.4.1. Yük-Hız İlişkisi

Sporcularda yük-hız ilişkisine dayalı profil oluşturmak, bireysel performans gelişiminin sistematik şekilde izlenmesini sağlar. Bu yöntem, yalnızca kuvvet artışını değil, hareket hızı temelli gelişmeleri de önemseyen antrenman yaklaşımlarıyla çalışan antrenörler için değerlidir. Antrenman sırasında barın hareket hızının ölçülmesi, hem uygulanan programın etkililiğini analiz etme hem de sporcunun o andaki kondisyonunu değerlendirme sürecinde, 1 tekrar maksimum (1 TM) değerin tahmin edilmesinde işlevsel bir ölçüm aracı olarak kullanılmaktadır (12).

Yük-hız profiline dayalı 1 TM tahmini, ilk olarak González-Badillo ve Sánchez-Medina'nın (17) 120 erkek sporcu üzerinde yürüttüğü çalışmada ele alınmıştır. Günümüzde, 1 TM değerini doğrudan ölçmeden tahmin etmek için kullanılan dolaylı yöntemler arasında en sık başvurulan yaklaşımlardan biri yük-hız (Y-H) ilişkisidir (17,65). Bu yöntem, sporcunun bir egzersiz sırasında kaldırdığı yük ile hareketin gerçekleştiği ortalama hız arasındaki ilişkiye dayanır.

Son yıllarda özellikle kinetik (kuvvetle ilgili) ve kinematik (hareketle ilgili) ölçüm cihazlarının gelişmesiyle birlikte, barın ya da kullanılan ekipmanın hareket hızı yüksek hassasiyetle ölçülebilir hale gelmiştir. Bu da, direnç antrenmanlarında uygulanan farklı yüklerin, hareketin ortalama hızıyla nasıl bir ilişki kurduğunu net bir şekilde ortaya koymuştur (17, 90, 91).

Araştırmalar, özellikle submaksimal yani maksimum kapasitenin altında olan yüklerle yapılan tekrarlar sırasında elde edilen hız verilerinin, 1 TM'yi tahmin etmekte kullanılabileceğini göstermiştir (64, 65). Bu yöntemde, belirli yüklerde elde edilen ortalama hızlar ile yükler arasındaki ilişki incelenerek bireysel regresyon denklemleri oluşturulur. Daha sonra bu denklem kullanılarak, sporcunun teorik olarak 1 TM'si tahmin edilir. Bu tahmin süreci hem genel popülasyon verilerine dayanan standart Y-H ilişkileriyle (92), hem de bireyin kendi verilerine özgü bireysel Y-H ilişkileriyle gerçekleştirilebilir. Özellikle bireysel

Y-H eğrilerinin kullanımı, sporcunun performansına özel, daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar (93).

2.4.2. Hız Tabanlı Antrenmanda 1 Tekrar Maksimum Tahminleri

Hız tabanlı antrenman sistemlerinde, yüklenme şiddetini doğru şekilde belirlemek ve bireye özgü antrenman planlaması yapabilmek için 1 Tekrar Maksimum (1 TM) değerinin doğru biçimde tahmin edilmesi büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda, bar hızı verilerine dayalı tahmin yöntemleri, geleneksel 1 TM ölçüm protokollerine alternatif olarak öne çıkmış ve pratikte yaygın kullanım alanı bulmuştur (60, 64). Yük-hız ilişkisi, direnç antrenmanlarında uygulanan yük miktarı arttıkça hareketin gerçekleştirilme hızının sistematik olarak azaldığını ifade eden ters yönlü bir ilişkidir. Bu ilişki, özellikle çok eklemli ve serbest ağırlıkla yapılan egzersizlerde oldukça belirgin olup genellikle doğrusal ya da doğrusal-a yakın bir şekilde seyretmektedir (17). Düşük yüklerde daha yüksek hızlara ulaşılırken, yük miktarı arttıkça kasların hareket üretme hızı düşer. Bu mekanik özellik, bireyin kuvvet üretme kapasitesi ve nöromüsküler performansını değerlendirmek adına önemli bilgiler sunar (65). Yük-hız profilinin (YHP) oluşturulması ise, uygulanan yük (kg veya %1 TM) ile hareketin hızı (ortalama hız, zirve hız veya ortalama itici faz hızı) arasında genellikle mükemmele yakın bir korelasyonun ($r > 0,90$) bulunmasıyla mümkün hale gelir. Bu yüksek korelasyon, doğrusal regresyon gibi istatistiksel modeller aracılığıyla yük veya hız değerlerinin tahmin edilmesini sağlar. Böylece belirli bir hızdan yola çıkılarak uygulanması gereken yük ya da tam tersi şekilde, belirli bir yük altında beklenen hız öngörülebilir (60). Bu yaklaşım, hem bireysel performans takibinde hem de kişiye özgü antrenman planlamasında önemli bir araç olarak kullanılmaktadır.

Bu bağlamda, özellikle çoklu nokta ve iki nokta yöntemleri uygulama kolaylıkları, yüksek geçerlik ve güvenirlik bakımından dikkat çeken yaklaşımlar arasında yer almaktadır (66, 67).

Çoklu nokta yönteminde 1 Tekrar Maksimum tahmini, %45 ile %85 1 TM arasında değişen submaksimal yüklerde gerçekleştirilen egzersizlerden elde edilen bar hızı verileri kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntemin daha basitleştirilmiş bir versiyonu ise yalnızca iki farklı yükle (örneğin %45 ve %85 1 TM) yapılan ölçümlerle 1 TM tahmini yapılmasını içerir (67). Her iki yaklaşımda da doğrudan ölçülen 1 TM değerleri ile tahmin edilen değerler arasında yüksek düzeyde uyum ve düşük hata oranları rapor edilmiştir.

İki nokta yöntemi, iki farklı yükteki hareket hızının ölçülmesi ve 1 tekrar maksimum hızı (V1TM) değerinin bilinmesiyle, maksimum dinamik kuvvetin (1 TM) hızlı bir şekilde tahmin edilmesini sağlar (64). V1TM, doğrudan ölçülebileceği gibi, önceki çalışmalardan da elde edilebilir. Bu yöntemin, doğrudan ölçüm yöntemine kıyasla 1 TM'yi daha hızlı tahmin etme avantajı sunduğu kabul edilmelidir.

2.5. Hız Tabanlı Antrenmanda Kullanılan Hız Bölgeleri

Mutlak kuvvet, ortalama hareket hızı kullanılarak etkili bir şekilde izlenebilir; çünkü ortalama hız ile %1 TM arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır (68). Ortalama hız değerlerinden yararlanan antrenör, sporcunun belirli bir günde mutlak kuvvet antrenmanı için uygun yükle çalışıp çalışmadığını değerlendirebilir. Araştırmalar, back squat gibi alt vücut egzersizlerinin genellikle yaklaşık 0,3 m/s hızla gerçekleştirilen %100 1 TM değerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık, daha kısa hareket mesafesine sahip olan üst vücut egzersizlerinde %100 1 TM'ye karşılık gelen ortalama hızın yaklaşık 0,15 m/s olduğu bildirilmiştir. Bu farklılığın temelinde, hareket aralığındaki değişikliklerin yer aldığı düşünülmektedir (22). Alt ekstremiteler genellikle üst ekstremitelere göre daha uzun olduğundan, alt vücut egzersizlerinde aynı hareketin tamamlanabilmesi için daha yüksek bir ortalama hız gerekmektedir. Dolayısıyla antrenör, doğrudan 1 TM testi yapmak yerine ortalama hız verilerini kullanarak sporcunun o günkü performansına uygun yükle çalışıp çalışmadığını belirleyebilir ve böylece mutlak kuvvetin gelişimine yönelik daha etkili bir yükleme stratejisi izleyebilir.

Kuvvet-hız, orta ağırlıktaki bir yükün orta bir hızla hareket ettirilmesi olarak tanımlanabilir ve ilk olarak Roman tarafından *Training of the Weightlifter* (69) adlı eserde tanımlanmıştır. Roman (69) tarafından belirtilen ve daha sonra Jandacka ve Beremlijski (70) ile Jidovtseff ve arkadaşları (68) tarafından doğrulanan 0.75–1.0 m/s ortalama hız, bu özelliği en üst düzeye çıkarmak için en uygun hız aralığını temsil etmektedir.

Hız-kuvvet, daha hafif bir yükün yüksek hızda hareket ettirilmesiyle tanımlanabilir ve patlayıcı kuvveti geliştirmek için kullanılan bir yöntemdir (71). Hız-kuvvet terimi de ilk olarak Roman (69) tarafından ortaya atılmış ve sonrasında Jandacka ve Beremlijski (70) ile Jidovtseff ve arkadaşları (68) tarafından "ortalama hız-yük" olarak desteklenmiştir. Squat ve bench press gibi hareketin genliğinin daha küçük olduğu egzersizlerde genellikle 1,0 ila 1,3

m/s aralığı geçerliyken, hang clean gibi daha geniş hareket açıklığına sahip bir kaldırışta ortalama hız 1,45 m/s'ye ulaşabilir.

Başlangıç kuvveti, sporcunun hızlı bir şekilde yenilmesini ifade eder ve son derece hafif yüklerin çok yüksek hızlarda hareket ettirilmesiyle geliştirilir (72) Araştırmalar, başlangıç kuvvetini geliştirmek için gereken ortalama hızın, hareketin genliğine bağlı olarak 1,3 ila 1,8 m/s ve üzerinde değiştiğini göstermiştir (72) Genliği daha küçük olan squat veya bench press gibi egzersizlerde 1,3 m/s ortalama hız yeterli olurken, hareket açıklığı çok daha büyük olan (örneğin, düşük yüklü squat sıçraması gibi) kaldırışlarda bu hızın 1,8 m/s'ye ulaşması gerekebilir.

2.6. Hız Tabanlı Antrenmanlarda Hız Kesme Eşikleri

Hız tabanlı antrenman yöntemlerinde en sık kullanılan uygulamalardan biri, antrenman setlerinin bitiş zamanının hareket hızı kaybına göre belirlenmesidir. Bu yaklaşıma göre, kaldırışın konsantrik fazında ölçülen hız, önceden tanımlanmış bir eşik değerin altına düştüğünde set sonlandırılmaktadır (73). Bu yöntem, yüklenmenin bireysel performans farklılıklarına göre dinamik bir biçimde düzenlenmesine olanak tanıyarak, antrenmanın kişiye özel şekilde planlanmasına katkı sağlamaktadır.

Mevcut literatür, belirli bir yük altında daha yüksek hareket hızlarının korunmasının, nöromüsküler sistem üzerinde daha yoğun bir uyarım oluşturduğunu ve bu durumun kuvvet gelişimi açısından daha etkili adaptasyonlara zemin hazırladığını ortaya koymaktadır (74). Bu doğrultuda, egzersiz esnasında hareket hızında meydana gelen azalmalar, hedeflenen antrenman uyaranının yeterince sağlanamamasına ve dolayısıyla antrenmanın etkililiğinde düşüşe neden olabilmektedir.

Konsantrik tükenmeye kadar sürdürülen tekrarların, özellikle ileri düzey sporcularda kuvvet ve güç gelişimi açısından olumsuz etkiler yaratabileceği bilinmektedir. Bu sporcular, çoğunlukla VBT yaklaşımlarının hedef kitlesi olan yüksek performans düzeyine sahip bireylerden oluştuğundan, antrenman hacminde ya da yoğunluğundaki gereğinden fazla artışlar toparlanma sürelerini uzatabilmektedir (75, 76) Bu nedenle, maksimal kuvvet ve güç çıktısının amaçlandığı antrenman protokollerinde, halterin (ya da çubuğun) hareket hızının sürekli izlenmesi ve buna bağlı olarak uygun bir hız kaybı eşiğinin tanımlanması önem arz

etmektedir. Bu sayede, tükenmeye yakın ya da tükenme noktasında gerçekleştirilen tekrarlar sınırlandırılarak, antrenman daha kontrollü biçimde uygulanabilir.

Buna ek olarak, söz konusu yaklaşım yalnızca performans gelişimini desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda yorgunluk yönetimi ve sakatlanma riskinin azaltılması açısından da önemli avantajlar sunmaktadır. Hız kaybı eşiklerinin sistematik biçimde uygulanması hem antrenmanın bireyselleştirilmesini mümkün kılmakta hem de optimal yüklenme prensiplerine uygun olarak antrenman verimliliğini artırmaktadır.

2.7. Hız Tabanlı Antrenmanlarda Kullanılan Cihazlar

Hız tabanlı antrenman, egzersiz yüklerinin hareket hızı doğrultusunda değerlendirilmesini esas alan bir yaklaşımdır. Bu nedenle, antrenman yükünün doğru ve hassas bir şekilde belirlenebilmesi için hareket hızının gerçek zamanlı olarak izlenmesi büyük önem taşımaktadır (77).

HTA'da hareket hızının doğru ve hızlı bir şekilde ölçülmesi için çeşitli ekipmanlar kullanılır. Bunlar arasında linear position transducer (LPT) cihazları, video kameralar veya 3D hareket yakalama sistemleri, ekonomik akıllı telefon uygulamaları ve inertial ölçüm birimleri yer alır (78, 79).

2.7.1. Lineer Pozisyon Transdüserleri

Son yıllarda, direnç antrenmanlarında güç, kuvvet ve hareket hızı gibi performans parametrelerini tahmin etmek amacıyla lineer pozisyon transdüserleri (LPT) gibi kinematik sistemlerin kullanımı giderek yaygınlaşmıştır (80). LPT'ler, hareketin hızı ve kat edilen mesafe gibi parametreleri son derece hassas bir şekilde ölçebilme yetenekleri sayesinde, araştırmacılar ve egzersiz bilimi uzmanları tarafından en çok tercih edilen ölçüm araçları arasında yer almaktadır (79).

Bu sistemler, genellikle ağırlık barı gibi ekipmanlara entegre edilerek veya doğrudan sporculara bağlanarak kullanılmakta ve böylece hareketin kinematik özelliklerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesine olanak sağlamaktadır (81). LPT'lerin sağladığı bu hassas veri kaydı, antrenmanların daha bilimsel bir temele dayandırılmasına imkân tanımaktadır.

Lineer pozisyon transdüserleri, direnç antrenmanlarında performansın objektif bir şekilde değerlendirilmesi ve izlenmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır (82, 83).

Sağladıkları anlık geri bildirimler sayesinde, antrenörler ve sporcular uygulama sırasında hızlı ayarlamalar yaparak antrenman yüklemelerini bireyselleştirebilmekte ve performansı optimize edebilmektedir (77).

2.7.2. İvmeölçerler

İvmeölçerler, vücut hareketlerinden kaynaklanan ivmeleri algılayan sensörlerdir ve fiziksel aktivite düzeyinin değerlendirilmesinde en sık kullanılan nesnel ölçüm araçlarından biridir. Öznel yöntemlere kıyasla daha kapsamlı ve nicel veriler sunmaları, bu sensörleri oldukça değerli kılmaktadır (84,85). Fiziksel aktivitenin farklı türlerinde kullanılabilen ivmeölçerler, özellikle kuvvet antrenmanlarında hareket hızının belirlenmesinde de etkin şekilde kullanılmakta; ivme verilerinin zamana göre entegrasyonu sayesinde detaylı performans analizleri yapılabilmektedir (86).

2.7.3. Kamera Sistemleri

Hız tabanlı antrenmanlarda, sporcu performansının objektif olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla video tabanlı hareket analiz sistemlerinden yaygın biçimde yararlanılmaktadır. Bu sistemlerde kullanılan yüksek çözünürlüklü kameralar, antrenman ya da müsabaka süresince sporcunun motor çıktılarının kaydını sağlayarak, hem antrenöre hem de sporcuya görsel temelli performans geri bildirimi sunar. Elde edilen görüntü verileri, hareketin hızı, uygulama tekniği ve zamansal parametreleri gibi performans belirleyicilerinin detaylı biçimde analiz edilmesine olanak tanır (87). Ayrıca, modern video analiz teknolojileri yalnızca kontrollü laboratuvar ortamlarıyla sınırlı kalmaksızın, açık saha koşullarında veya müsabaka ortamında da uygulanabilir durumdadır. Taşınabilir kamera sistemleri, yüksek işlem kapasiteli bilgisayar donanımları ve özel sayısal analiz yazılımları aracılığıyla elde edilen veriler, çevresel değişkenlerden bağımsız olarak hareket parametrelerinin güvenilir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılar (88).

2.7.4. Akıllı Telefon Uygulamaları

Mobil uygulamalar, günümüzde eğitim, iletişim, eğlence, alışveriş ve sağlık gibi pek çok alanda işlevsellik kazanarak, taşınabilir teknolojik cihazların yalnızca iletişim ya da bilgiye erişim araçları olma niteliğini aşmalarına ve çok amaçlı dijital platformlara dönüşmelerine olanak sağlamıştır (89). Bu çok yönlü dönüşüm, spor bilimleri alanında da kendini

göstermekte; özellikle performans ölçümü ve egzersiz analizinde mobil teknolojiler önemli bir yer edinmektedir.

Nitekim, yüksek hızlı kamera teknolojilerinden yararlanan mobil uygulamalar, direnç egzersizlerinde bar hızını değerlendirmek amacıyla ağır çekim video kaydı üzerinden analiz yapma olanağı sunmaktadır (90) Bu uygulamalar, hareketin başlangıç ve bitiş anlarının manuel olarak belirlenmesine imkân tanıyarak, konsantrik fazın kare kare analizine olanak sağlar. Böylece, kaldırışın dikey mesafesi ile zaman verileri kullanılarak m/s cinsinden ortalama bar hızı hesaplanabilmektedir. Literatürde bu amaçla yaygın olarak kullanılan mobil uygulamalar arasında “Powerlift” ve “MyLift” dikkat çekmektedir (90).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 05.02.2024 tarihinde ve 02/2025 karar no'lu TÜTF-GOBAEK 2024/41 protokol numarasıyla etik kurul onayı alınarak yürütülmüştür. Çalışmanın her aşamasında Helsinki Deklerasyonu'na bağlı kalınmıştır.

3.1. Katılımcılar

Araştırmanın katlımcı grubunu en az 2 yıl rekreasyonel olarak direnç antrenmanı yapan 19 erkek (Ortalama ± Standart Sapma, yaş: 23,26 ± 3,57 yıl, vücut ağırlığı: 85,18 ± 11,64 kg, boy: 179,68 ± 7,98 cm, direnç antrenmanı deneyimi: 3,97 ± 1,85 yıl) oluşturmuştur. Örneklem büyüklüğü, Garcia-Ramos ve ark. (64, 94) çalışmalarındaki etki büyüklükleri temel alınarak G*Power 3.1 ile hesaplanmıştır ($\alpha = 0.05$, $1–\beta = 0.80$, $r = 0.60$; two-tailed). Güç analizine göre minimum 19 katılımcı yeterli görülmüş ve çalışmaya 19 gönüllü dahil edilmiştir. Çalışmada yer alan katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin bilgilere Tablo 3.1'de yer verilmiştir.

Tablo 3.1. Katılımcıların demografik özellikleri

	n	Min.	Maks.	Ort.	Ss
Boy (cm)	19	169	201	179,68	7,98
Beden Ağırlığı (kg)	19	71	112	85,18	11,64
Yaş (yıl)	19	19	33	23,26	3,57
Direnç Antrenmanı Deneyimi (yıl)	19	2	8	3,97	1,85

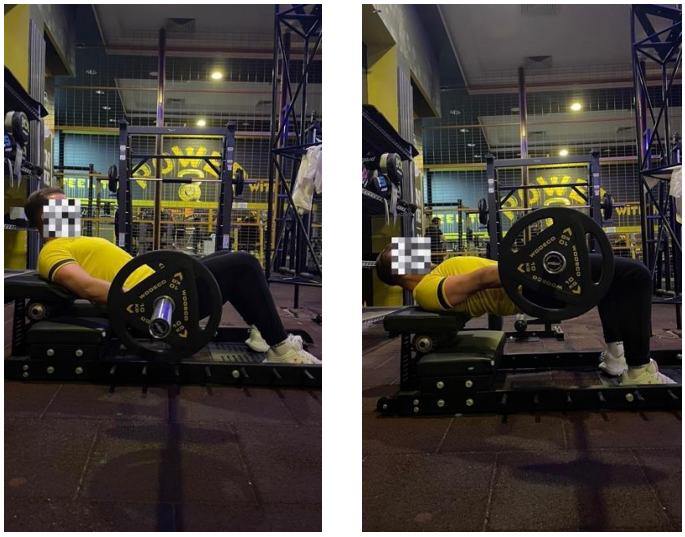
3.2. Araştırma Modeli

Araştırma Edirne ilinde bulunan özel bir fitness merkezinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden ‘‘yarı deneysel desen’’ kullanılmıştır. Katılımcılar 48 saat arayla spor salonuna 2 ziyaret gerçekleştirmiştir. İlk oturumda barbell (Wodeco, Türkiye) ve hip thrust sehpası (Wodeco, Türkiye) kullanılarak Amerikan hip thrust egzersizinde 1 Tekrar Maksimum (1 TM) ve hızı tespit edilmiştir. İkinci oturumda barbell ve hip thrust sehpası

kullanılarak Amerikan hip thrust egzersizi için yük-hız profili oluşturulmuştur. Yük-hız profili için 1 TM %50 ve %80 dış yükleri seçilmiş ve 1 TM tahmini için iki nokta yöntemi kullanılmıştır. Hip thrust egzersizi için genel, bireysel ve optimal minimum hız eşikleri kullanılarak iki nokta yöntemiyle tahmini 1 TM değerleri elde edilmiştir.

3.2.1. 1 Tekrar maksimum testi

Katılımcılar, tüm oturumlarda kendi seçtikleri şiddetle 5 dakika boyunca koşu bandında (Pro-Force, Çin) koştu ve devam eden süreçte 5 dakika süresince kalça fleksör ve ekstansörlerine, addüktör ve abdüktörlerine ve diz fleksör ve ekstansörlerine 30 saniyeyi geçmeyen 2-3 setten oluşan esneme egzersizleri uyguladı. Daha sonra, Amerikan hip thrust egzersizine özgü üç özel ısınma seti gerçekleştirildi. Katılımcılar sırtlarını yaklaşık 40 cm yüksekliğindeki hip thrust sehpasına dayayarak (skapulanın alt sınırı) egzersizi gerçekleştirdi. Ayaklar omuz genişliğinden biraz daha açık pozisyonda ve ayak parmak uçları hafifçe dışa dönük olacak şekilde konumlandırıldı. Bir bar pedi ile desteklenen barbell, pelvisin anterior yüzeyine yerleştirildi. Katılımcılar egzersizin eksantrik fazında anterior pelvik tilt ve kalça fleksiyonu, konsantrik fazında posterior pelvik tilt ve kalça ekstansiyonu kombine edilerek tam hareket açıklığında yapılması konusunda bilgilendirildi (95). Doğru form öğretildikten sonra katılımcılar kendi seçtikleri bir yükle (yaklaşık 1 TM %50) minimum 6-10 tekrardan oluşan ilk ısınma setini yaptı. Daha sonra 3 tekrar çıkarılabilecek bir yükle (yaklaşık 1 TM %80) bir ısınma seti daha gerçekleştirildi. Isınma setleri arasında 2 dakika süresince pasif dinlenme verildi ve ısınma setleri tamamlandıktan sonra 1 TM girişimlerine geçildi. Ağırlık 1 TM elde edilene kadar yaklaşık %10-20 artırıldı ve 1 TM girişimleri arasında 3 dakika pasif dinlenme sağlandı. Maksimum 5 girişimin sonunda doğru formla tek seferde kaldırılan en yüksek ağırlık ve hızı kaydedildi.



Şekil 3.1. Amerikan hip thrust egzersizi başlangıç ve bitiş fazı

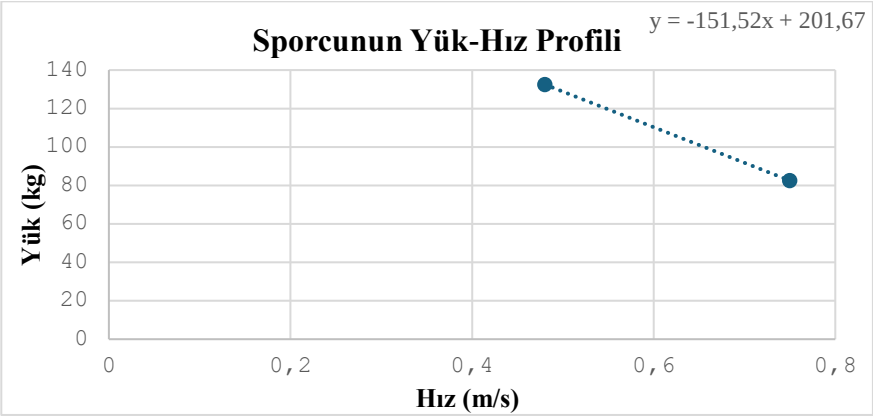
3.2.2. Hareket hızının belirlenmesi ve yük-hız profilinin oluşturulması

Araştırma süresince ısınma harici tüm kaldırışlar hip thrust sehpasının 1.5 metre ilerisine sabitlenmiş bir tripoda yerleştirilmiş saniyede 240 fps yüksek hızlı video kaydı yapabilen bir telefonla (Iphone 14 Pro, Apple Inc., Amerika) kaydedildi. Egzersizin bar hızı My Jump Lab (v.4.7.1, IOS) uygulaması vasıtasıyla anlık olarak gerçek zamanlı monitörize edildi. Uygulamaya her sete başlanmadan önce dış yükler girildi ve setin ortalama konsantrik hızı m/s cinsinden elde edildi. Yük-hız profilinin oluşturulması ve üç farklı minimum hız eşiği (genel, bireysel, optimal) kullanılarak iki nokta yönteminden elde edilen 1 TM tahmini için Garcia-Ramos ve Jaric (64) Fitas ve ark., (96) yapmış oldukları çalışmalar referans alındı. Bu bağlamda katılımcıların birinci oturumda 1 TM'si ve 1 TM hızı belirlendi, ikinci oturumda 1 TM'nin %50 ve %80 dış yükleri kullanılarak iki nokta yöntemi için yük-hız profili oluşturuldu. Her bir katılımcı ısınma setlerinin ardından 1 TM %50'sinde 3 tekrar, 1 TM %80'inde 2 tekrar uyguladı ve setlerin ortalama konsantrik hızı uygulama vasıtasıyla kaydedildi. Egzersizin konsantrik fazı mümkün olan en yüksek hızda eksantrik faz ise kontrollü bir şekilde gerçekleştirildi. Gerilme-kısalma döngüsünü elimine etmek için her tekrarın konsantrik aşamasına geçmeden önce 1 saniyelik izometrik bekleme süresi verildi.

İki nokta yöntemiyle 1 tekrar maksimum tahmini:

Çalışmada, yük-hız ilişkisine dayalı olarak oluşturulan regresyon denklemi, üç farklı minimum hız eşiği (MHE) kullanılarak 1 tekrar maksimumun (1 TM) tahmini amacıyla analiz

edildi. Yükler ve göreceli hızları dağılım grafiğine girildi ve grafik üzerindeki denklem ortaya çıkarılarak 1 TM tahmini elde edildi (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Sporcunun yük-hız profili

Genel minimum hız eşiği (MHE_{Genel}) harekete özgüdür. Bu bağlamda çalışmada kullanılan hip thrust egzersizinin MHE'si 0,25 m/s'dir (93).

1 TM = y-151,52 X *0,25* + 201,67 denklemiyle tahmini 1 TM elde edilmiştir.

Bireysel minimum hız eşiği ($MHE_{Bireysel}$) kişinin 1 TM hızını ifade etmektedir. Kişinin 1 TM hızının 0,27 olduğunu varsayarsak denklem 1 TM = y-151,52 X *0,27* + 201,67 olarak kurulmuş tahmini 1 TM elde edilmiştir (93).

Optimal minimum hız eşiği ($MHE_{Optimal}$) gerçek ve tahmini 1 TM arasındaki farkları ortadan kaldıran MHE değeridir. $MHE_{Optimal}$ = (Gerçek 1 TM – y- kesişim / eğim) denklemiyle elde edildi (97). Yukarıda şekil 2'de yük-hız profili belirlenen sporcunun gerçek 1 TM değeri 170 kg'dir. Buna göre, $MHE_{Optimal}$ = (170 kg – 201,67 kg) / - 151,52 kg = 0,21 m/s).

1 TM = y-151,52 X *0,21* + 201,67 denklemiyle tahmin edilmiştir

3.3. İstatistiksel Analizler

Verilerin analizi SPSS Statistics 26.0 paket programı (IBM, Chicago, IL, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yer alan katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin verilerin analizinde tanımlayıcı istatistik kullanılmıştır. İstatistiksel testler uygulanmadan önce veri seti normallik açısından Shapiro-Wilk testi ile çarpıklık-basıklık değerlerine

bakılarak değerlendirilmiş ve verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Gerçek 1 TM'nin tahmin yöntemlerini ne düzeyde yordadığını belirlemek için basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. İkili karşılaştırmalar için Eşleştirilmiş Örneklem t Test (Paired Sample t Test) ve testler arasındaki ilişkiyi tespit etmek için ise Pearson Korelasyon Analizi kullanılmıştır. Gerçek 1 TM ile tahmini yöntemler arasındaki uyumu değerlendirmek için *Bland-Altman* analizleri yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi ,05 olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için 19 katılımcı belirlenmiş ve katılımcıların tümü maksimal ve submaksimal testlere katılmıştır. Çalışma süresince herhangi bir sakatlığa rastlanılmamıştır.

4.1 Verilerin Normallik Varsayımları Sonuçları

Tablo 4.1. Normallik testi

Test	n	Shapiro Wilks	p	Çarpıklık	Basıklık
Gerçek 1 TM	19	,897	,043	,280	-1,316
MHE_{Genel}	19	,914	,087	,502	-,869
$MHE_{Optimal}$	19	,899	,047	,258	-1,360
$MHE_{Bireysel}$	19	,927	,150	,508	-,762

Tablo 4.1. incelendiğinde uygulanan testlere ait Shapiro-Wilks testi sonuçları ve Çarpıklık-Basıklık değerleri yer almaktadır. Buna göre MHE_{Genel} (p=,087) ile $MHE_{Bireysel}$ (p=,150) sonuçlarının anlamlılık düzeyinin ,05'ten büyük olduğu ve normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Gerçek 1 TM (p=,043) ile $MHE_{Optimal}$ (p=,047) sonuçlarının ise ,05'ten küçük olduğu ve normal dağılım varsayımını ihlal ettiği tespit edilmiştir. Ancak anlamlılık düzeylerinin ,05 değerine çok yakın olduğu ve sadece p değerine bakılarak yapılacak bir yorumun eksik olabileceği düşünülmektedir. Büyüköztürk (97)'e göre veri seti normal dağılım durumu için Çarpıklık ve Basıklık değerleri de kullanılabilecek testler arasındadır. Çarpıklık ve Basıklık değerlerine bakıldığında ise ±1,5 arasında yer aldığı ve Tabachnick ve ark. (98)'e göre normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür. Çarpıklık ve Basıklık değerlerinden yola çıkarak Gerçek 1 TM ile $MHE_{Optimal}$ sonuçlarının normal dağılım gösterdiği varsayılmıştır.

4.2 Testler Arasındaki İlişkiye Yönelik Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları

Tablo 4.2. Testler Arasındaki İlişki

		MHE_{Genel}	$MHE_{Optimal}$	$MHE_{Bireysel}$
Gerçek 1 TM	r	,975**	,999**	,978**
	p	,000	,000	,000
MHE_{Genel}	r	-	,972**	,996
	p		,000	,000
$MHE_{Optimal}$	r		-	,976**
	p			,000

Tablo 4.2 değerlendirildiğinde Gerçek 1 TM ile MHE_{Genel} (r= .975, p < .001), Gerçek 1 TM ile $MHE_{Optimal}$ (r= .999, p < .001), Gerçek 1 TM ile $MHE_{Bireysel}$ (r= .978, p < .001), MHE_{Genel} ile $MHE_{Optimal}$ (r= .972, p < .001), MHE_{Genel} ile $MHE_{Bireysel}$ (r= .996, p < .001), $MHE_{Optimal}$ ile $MHE_{Bireysel}$ (r= .976, p < .001), arasında pozitif yönde yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda, " *İki nokta yöntemiyle genel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında ilişki vardır*." , " *İki nokta yöntemiyle optimal minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında ilişki vardır." , "İki nokta yöntemiyle bireysel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında ilişki vardır."* hipotezleri **KABUL EDİLMİŞTİR.**

4.3 Basit Doğrusal Regresyon Analizi Sonuçları

Tablo 4.3. Gerçek 1 TM ve MHE_{Genel} Basit Doğrusal Regresyon Analizi Sonuçları

	B	**Std. Hata**	**β**	**t**	**p**
Sabit	15,223	10,48	,975	1,452	,165
Gerçek 1 TM	,958	,053		17,963	,000

Durbin Watson = 1,578

Basit doğrusal regresyon analiz sonuçları incelendiğinde, Gerçek 1 TM'nin MHE_{Genel} değerlerini pozitif yönde ve anlamlı düzeyde yordadığı tespit edilmiştir ($F_{(1,17)=}$ 322,68,

p<0,001) Regresyon katsayıları incelendiğinde, Gerçek 1 TM'nin MHE_{Genel}'yi yordadığı ve varyansın %95'ini açıkladığı belirlenmiştir (R=,975; R^2 =,951) (Tablo 4.3).

Tablo 4.4. Gerçek 1 TM ve $MHE_{Optimal}$ Basit Doğrusal Regresyon Analizi Sonuçları

	B	Std. Hata	β	t	p
Sabit	-2,467	1,809	,999	1,364	,190
Gerçek 1 TM	1,013	,009		110,062	,000

Durbin Watson = 2,546

Basit doğrusal regresyon analiz sonuçları incelendiğinde, Gerçek 1 TM'nin $MHE_{Optimal}$ değerlerini pozitif yönde ve anlamlı düzeyde yordadığı tespit edilmiştir ($F_{(1,17)=}$ 12113,60, p<0,001) Regresyon katsayıları incelendiğinde, Gerçek 1 TM'nin $MHE_{Optimal}$ 'yi yordadığı ve varyansın %99,8'ini açıkladığı belirlenmiştir (R=,999; R^2 =,998) (Tablo 4.4).

Tablo 4.5. Gerçek 1 TM ve $MHE_{Bireysel}$ Basit Doğrusal Regresyon Analizi Sonuçları

	B	Std. Hata	β	t	p
Sabit	14,198	9,791	,978	1,450	,165
Gerçek 1 TM	,963	,050		19,342	,000

Durbin Watson = 1,463

Basit doğrusal regresyon analiz sonuçları incelendiğinde, Gerçek 1 TM'nin $MHE_{Bireysel}$ değerlerini pozitif yönde ve anlamlı düzeyde yordadığı tespit edilmiştir ($F_{(1,17)=}$ 374,11, p<0,001) Regresyon katsayıları incelendiğinde, Gerçek 1 TM'nin $MHE_{Bireysel}$ 'yi yordadığı ve varyansın %95,6'sını açıkladığı belirlenmiştir (R=,978; R^2 =,956) (Tablo 4.5).

4.4 Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi Sonuçları

Tablo 4.6. Gerçek 1 TM ve MHE_{Genel} Test Ortalamalarına Ait Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi Sonuçları

Test	n	X±SS	Ortalamalar Farkı	t	p	d
Gerçek 1 TM	19	193,95(kg)±33,06	-7,11	-4,189	,001	0,22
MHE_{Genel}	19	201,06(kg)±32,50				

Gerçek 1 TM ile MHE_{Genel} ortalama skorlarına ait sonuçlar eşleştirilmiş örneklem t testi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda Gerçek 1 TM ile MHE_{Genel} skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<,001). Bu durum Gerçek 1 TM ile MHE_{Genel}'nin farklı sonuçlar çıkardığını göstermektedir (Tablo 4.6). Bu sonuçlara göre, "*İki nokta yöntemiyle genel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında anlamlı fark vardır."* hipotezi **KABUL EDİLMİŞTİR**.

Tablo 4.7. Gerçek 1 TM ve $MHE_{Bireysel}$ Test Ortalamalarına Ait Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi Sonuçları

Test	n	X±SS	Ortalamalar Farkı	t	p	d
Gerçek 1 TM	19	193,95(kg)±33,06	-7,07	-4,468	,000	0,21
$MHE_{Bireysel}$	19	201,01(kg)±32,56				

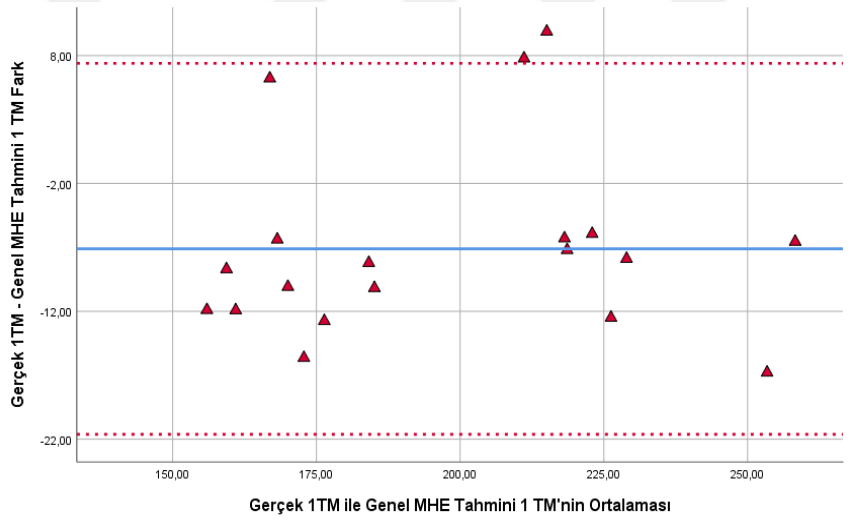
Gerçek 1 TM ile $MHE_{Bireysel}$ ortalama skorlarına ait sonuçlar eşleştirilmiş örneklem t testi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda Gerçek 1 TM ile $MHE_{Bireysel}$ skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<,001). Bu durum Gerçek 1 TM ile $MHE_{Bireysel}$'nin farklı sonuçlar çıkardığını göstermektedir (Tablo 4.7). Bu sonuçlara göre, "*İki nokta yöntemiyle bireysel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında anlamlı fark vardır."* hipotezi **KABUL EDİLMİŞTİR**.

Tablo 4.8. Gerçek 1 TM ve $MHE_{Optimal}$ Test Ortalamalarına Ait Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi Sonuçları

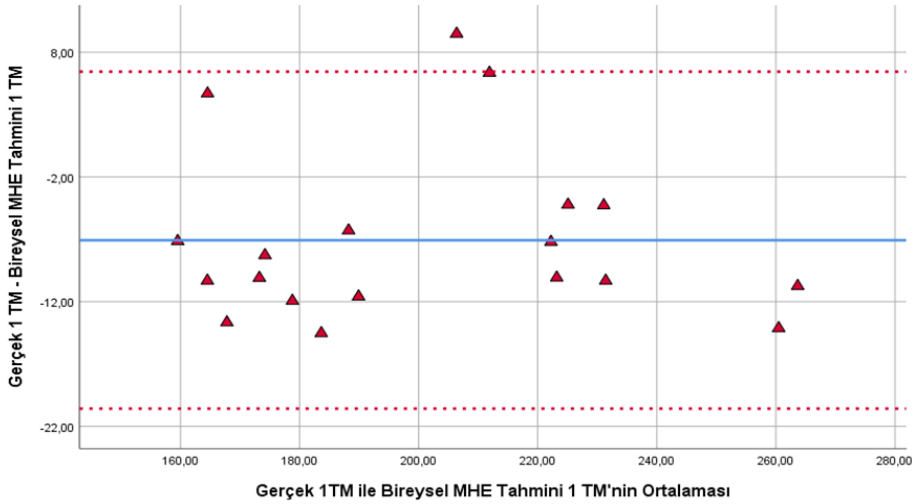
Test	n	X±SS	Ortalamalar Farkı	t	p	d
Gerçek 1 TM	19	193,95(kg)±33,06	-,04	-,161	,874	0,001
$MHE_{Optimal}$	19	193,99(kg)±33,51				

Gerçek 1 TM ile $MHE_{Optimal}$ ortalama skorlarına ait sonuçlar eşleştirilmiş örneklem t testi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda Gerçek 1 TM ile $MHE_{Optimal}$ skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir (p>,05). Bu durum Gerçek 1 TM ile $MHE_{Optimal}$'nin benzer skorlar çıkardığını göstermektedir (Tablo 4.8). Bu sonuçlara göre, "*İki nokta yöntemiyle optimal minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında anlamlı fark yoktur."* hipotezi **KABUL EDİLMİŞTİR.**

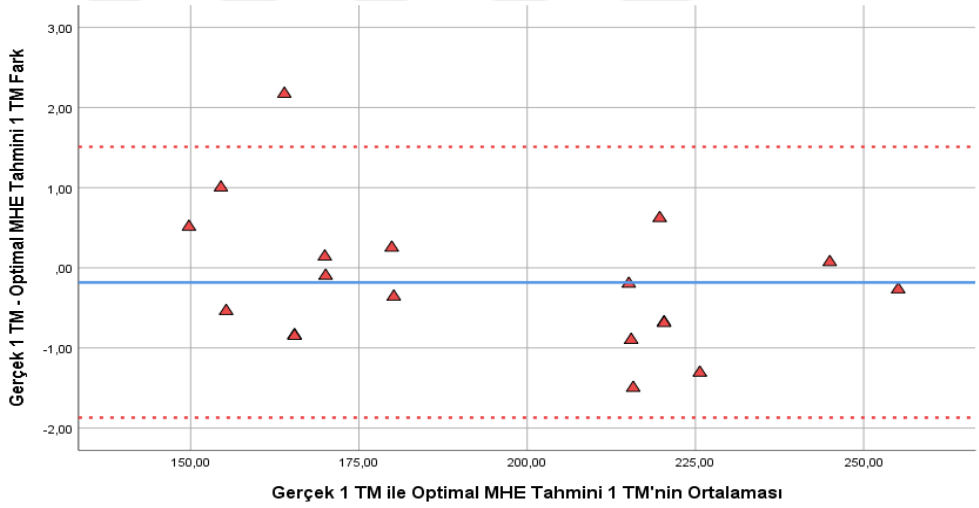
4.5 Bland-Altman Analizleri



Şekil 4.1. Gerçek 1 TM ile $MHE_{(Genel)}$ yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik Bland-Altman Analizi



Şekil 4.2 Gerçek 1 TM ile MHE$_{(Bireysel)}$ yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik Bland-Altman Analizi



Şekil 4.3. Gerçek 1 TM ile MHE$_{(Optimal)}$ yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik Bland-Altman Analizi

Gerçek 1 TM ile tahmini yöntemler arasındaki uyumu değerlendirmek için *Bland-Altman* analizleri yapılmıştır. Gerçek 1 TM ile MHE$_{(Genel)}$ grafiği incelendiğinde; ortaya çıkan bazı farkların %95 güven aralığını (Üst sınır:7,39 Alt Sınır:-21,62) ihlal ettiğini, ortalama farkın (-7,11) sıfır noktasına yayılmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Bu sonuçlara göre, *" İki nokta yöntemiyle genel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında uyum yoktur."* hipotezi **KABUL EDİLMİŞTİR.**

Gerçek 1 TM ile $MHE_{(Bireysel)}$ grafiğine bakıldığında ortaya çıkan bazı farkların %95 güven aralığını (Üst sınır:6,44 Alt Sınır:-20,58) ihlal ettiğini, ortalama farkın (-7,07) sıfır noktasında yayılmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.2). Bu sonuçlara göre, *"İki nokta yöntemiyle bireysel minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında uyum yoktur."* hipotezi **KABUL EDİLMİŞTİR.**

Gerçek 1 TM ile $MHE_{(Optimal)}$ grafiği incelendiğinde ise, ortaya çıkan farkların %95 güven aralığında (Üst sınır:1,51 Alt Sınır:-1,87) olduğu ve ortalama farkın (-0,18) sıfır noktasına yakın olduğu ve iki ölçüm arasında bir uyum olduğu görülmektedir (Şekil 4.3). Bu sonuçlara göre, *"İki nokta yöntemiyle optimal minimum hız eşiği kullanılarak elde edilen tahmini 1 Tekrar Maksimum değeriyle doğrudan ölçülen 1 Tekrar Maksimum değeri arasında uyum vardır."* hipotezi **KABUL EDİLMİŞTİR.**

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı Amerikan hip thrust egzersizinde doğrudan ölçülen gerçek 1 TM ile farklı minimum hız eşikleri kullanılarak iki-nokta yöntemiyle elde edilen tahmini 1 TM değerleri arasındaki ilişkileri ve farklılıkları belirlemektir. Çalışmanın genel sonuçları incelendiğinde gerçek 1 TM ile hem $MHE_{(Genel)}$, hem $MHE_{(Bireysel)}$, hem de $MHE_{(Optimal)}$ tahmin yöntemleri arasında anlamlı ve güçlü korelasyonlar bulunmuştur. Ayrıca, yapılan basit doğrusal regresyon analizleri, gerçek 1 TM'nin bu üç yöntemi de pozitif yönde ve anlamlı şekilde yordadığını ortaya koymuştur. Ancak, eşleştirilmiş t-testi ve Bland-Altman analizlerinden elde edilen bulgular doğrultusunda, yalnızca $MHE_{(Optimal)}$ tahmin yöntemi ile Gerçek 1 TM arasında anlamlı fark bulunmadığı ve güçlü bir uyum sağlandığı belirlenmiştir. Bu nedenle, yalnızca $MHE_{(Optimal)}$ tahmin yönteminin gerçek 1 TM yerine kullanılabilir nitelikte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İlk olarak Smith-makine bench press egzersizi için önerilen genelleştirilmiş denklemler ($MHE_{(Genel)}$) , 1 TM tahmini amacıyla kullanılmıştır (100). Oldukça pratik ve harekete özgü olan $MHE_{(Genel)}$ kullanımı yük-hız ilişkisine dayalı bireyselliği barındırmamaktadır. Ayrıca, genelleştirilmiş tahmin denklemlerinin birçok faktörden (yaş, cinsiyet, egzersiz tekniği, kuvvet seviyeleri gibi) etkilendiği de bilinmektedir (101-104). Örneğin, Weakley ve ark. (25) yapmış oldukları çalışmada squat, bench press ve deadlift egzersizlerinin 1 TM hızlarını sırasıyla; 0.30 m/s, 0,17 m/s ve 0,15 m/s olarak raporlamıştır. Ancak, Helms ve ark. (99), squat, bench press deadlift egzersizlerinin 1 TM hızlarına sırasıyla; 0,23 ± 0,05, 0,10 ± 0,04, ve 0,14 ± 0,05 $m \cdot s^{-1}$'de ulaşmıştır. Bu değerler önceki çalışmadan elde edilen değerlerden daha düşüktür. 1 TM'nin elde edildiği farklı hız değerleri katılımcıların direnç antrenmanı deneyiminden, kuvvet seviyelerinden, egzersiz tekniğinden etkilenebilmektedir. Bu nedenle, mevcut sonuçları farklı popülasyonlara veya egzersize uygularken bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmamızda, hip thrust egzersizine özgü 1 TM hızı olan 0,25 m/s (25) $MHE_{(Genel)}$ kullanılmış ve sonucunda gerçek 1 TM ile MHE_{Genel} arasında pozitif yönlü yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r = .975$, $p < .001$). MHE_{Genel} kullanılarak elde edilen tahmini 1 TM ile gerçek 1 TM arasındaki bu ilişki daha önce yapılan çalışmalarla tutarlıdır (105-107). Ancak, eşleştirilmiş örneklem t-Testi ve Bland-Altman analizi sonuçlarına göre gerçek 1 TM

ile $MHE_{(Genel)}$ arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuş (p <,001) ve ortaya çıkan bazı farkların %95 güven aralığını (üst sınır:7,39 kg alt sınır:-21,62 kg) ihlal ettiğini, ortalama farkın (-7,11 kg) sıfır noktasına yayılmadığı tespit edilmiştir. Çalışmamızın bulgularını destekleyecek şekilde harekete özgü $MHE_{(Genel)}$ kullanılarak elde edilen 1 TM değerlerinin gerçek 1 TM'den farklı olduğunu gösteren çalışmalar literatürde bulunmaktadır (108,109). Örneğin, Fernandes ve ark. (108) yapmış oldukları çalışmada genç ve orta yaşlı direnç antrenmanı geçmişine sahip 20 erkek katılmcı üzerinde bench press, back squat ve bent-over-row egzersizlerinde $MHE_{(Genel)}$ kullanılmış ve bu yöntemin 1 TM'yi doğru şekilde tahmin edemeyeceği raporlamıştır. Yine benzer şekilde Fitas ve ark. (109) çalışmasında smith makinede gerçekleştirilen squat egzersizinde $MHE_{(Genel)}$ kullanımıyla belirlenen tahmini 1 TM ile gerçek 1 TM arasında anlamlı farklılık bulunmamış ancak serbest ağırlık squat egzersizinde $MHE_{(Genel)}$'nin gerçek 1 TM'yi tahmin edemeyeceğini ortaya koymuştur. Bu durum, egzersiz tekniğinin ve antrenman deneyiminin tahmin yöntemlerini net şekilde etkilediğini göstermektedir. Çalışmamızın ve literatürde yer alan bu çalışmaların aksine bazı çalışmalar $MHE_{(Genel)}$ kullanılarak 1 TM'nin isabetli şekilde tahmin edebileceğini göstermiştir (105-107, 109).

Çalışmamızın diğer yönteminde iki-nokta yöntemiyle tahmini 1 TM elde etmek için bireysel minimum hız eşiği ($MHE_{(Bireysel)}$) kullanılmış ve doğrudan ölçülen gerçek 1 TM ile arasında pozitif yönlü yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur (r= .978, p < .001). $MHE_{(Bireysel)}$ kullanılarak elde edilen tahmini 1 TM ile gerçek 1 TM arasındaki bu ilişki daha önce yapılan çalışmalarla tutarlıdır (7, 29, 106). Ancak, eşleştirilmiş örneklem t-Testi ve Bland-Altman analizi sonuçlarına göre gerçek 1 TM ile $MHE_{(Bireysel)}$ arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuş (p <,001) ve ortaya çıkan bazı farkların %95 güven aralığını (üst sınır:6,44 kg alt sınır:-20,58 kg) ihlal ettiğini, ortalama farkın (-7,07 kg) sıfır noktasında yayılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde yer alan pekçok çalışma bu bulguları desteklemektedir (23, 27, 60, 110). Örneğin Chen ve ark. (27) 39 direnç antrenmanlı erkek katılımcılar üzerine yapmış oldukları çalışmada serbest ağırlık squat egzersizinde farklı minimum hız eşikleri ve farklı 1 TM tahmin yöntemleri kullanarak elde edilen tahmini 1 TM'lerin doğrudan ölçülen 1 TM'nin yerine kullanılıp kullanılamacağını incelemiştir. $MHE_{(Bireysel)}$ yöntemiyle 1 TM'nin doğru şekilde tahmin edilemeyeceğini bildirmişlerdir. Hem Banyard ve ark. (60) hem de Hughes ve ark. (23) $MHE_{(Bireysel)}$ modelinin back squat egzersizinde katılımcıların 1 TM'lerini fazla tahmin ettiğini (≥ 10 kg) raporlamıştır. 1

TM'nin olduğundan yüksek tahmin edilmesi durumunda, antrenmanın yeterli akut uyaran sağlayamaması gibi sonuçlar gözlemlenebilmektedir. Literatürde yer alan bazı çalışmalar (107, 29, 7, 26) $MHE_{(Bireysel)}$ yönteminin 1 TM'yi isabetli şekilde tahmin edebildiğini ve yük-hız ilişkisinden 1 TM tahmini için özellikle kişisel 1 TM hızlarının kullanılması gerektiğini bildirmektedir (7).

Çalışmamızda iki-nokta yöntemiyle 1 TM'yi tahmin etmek için son ve en güncel yöntemi olan $MHE_{(Optimal)}$ kullanılmıştır. $MHE_{(Optimal)}$ kavramı, gerçek ve tahmini 1 TM'ler arasındaki farkılılıkları minimize eden hıza karşılık gelmektedir (26). Bu yöntemle, daha isabetli 1 TM tahmini elde edilmesi amaçlanmıştır. Yeni yapılan pekçok çalışma, Gerçek 1 TM ile $MHE_{(Optimal)}$ arasında pozitif yönlü güçlü ilişkiler bulmuş ve $MHE_{(Optimal)}$ yöntemiyle tahmin edilen 1 TM'nin gerçek 1 TM'nin yerine kullanılabileceğini bildirmiştir (26,28,96,111). Benzer şekilde çalışmamızda da gerçek 1 TM ve $MHE_{(Optimal)}$ kullanılarak tahmin edilen 1 TM arasında pozitif yönlü yüksek düzeyde anlamlı ilişki bulunmuş ($r= .999$, $p < .001$) ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p >0,05$). Ek olarak, yapılan Bland-Altman analizleri de $MHE_{(Optimal)}$ yöntemiyle gerçek 1 TM arasındaki uyumu göstermiştir (%95 güven aralığı, üst sınır:1,51 kg; alt sınır:-1,87 kg ve ortalama fark -0,18 kg).

Amerikan hip thrust egzersizinde, iki nokta yöntemiyle kombine edilen $MHE_{(Optimal)}$ yöntemi kullanılarak tahmin edilen 1 tekrar maksimum (1 TM) değerinin, gerçek 1 TM yerine kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşın, ne $MHE_{(Bireysel)}$ ne de $MHE_{(Genel)}$ değerlerine dayalı olarak elde edilen tahmini 1 TM'lerin, gerçek 1 TM'nin yerine kullanılabilir düzeyde doğruluk sunmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak uygulayıcılara şu önerilerde bulunulabilir:

- $MHE_{(Optimal)}$ kullanılmasıyla daha isabetli 1 TM tahminleri elde edilerek antrenmanda kullanılan dış yükler daha etkili optimize edilebilir.
- Ayrıca, yük-hız profili için sadece iki dış yük kullanılarak oluşturulan iki-nokta yöntemi yüksek geçerlik ve güvenirlik sunmaktadır (27,112) Bu sebeple uygulayıcılar, iki-nokta yöntemini kullanarak yorgunluk oluşmaksızın sporcularının yük-hız profillerini oluşturabilir ve otoregülasyonu sağlayabilir. Ancak, kullanılan iki yük arasında 0,50 m/s'lik bir farkın olması daha doğru tahmini değerler elde etme açısından önerilmektedir (113).

- Çalışmanın ölçüm aracı olan My Jump Lab uygulaması, bar hızı monitörizasyonunda altın standart olarak kullanılan linear pozisyon transdüseriyle karşılaştırıldığında oldukça yüksek geçerlik ve güvenirlik sunması, aynı zamanda ekonomik ve pratik olması sebebiyle uygulacılara önerilmektedir.
- Gelecek araştırmalarda, farklı antrenman geçmişine sahip bireyler, kadın katılımcılar, ya da farklı yaş gruplarının da dahil edilmesiyle yük-hız profilinden elde edilen 1 TM tahmin yöntemlerinin genellenebilirliği daha kapsamlı şekilde değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. J Appl Physiol. 2002;93:1318–26.
2. Andersen LL, Andersen JL, Zebis MK, Aagaard P. Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? Scand J Med Sci Sports. 2010;20:e162–9.
3. Chelly MS, Fathloun M, Cherif N, Amar MB, Tabka Z, Van Praagh E. Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. J Strength Cond Res. 2009;23:2241–9.
4. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(8):1582–98.
5. Kennedy MD, Fischer R, Fairbanks K, Lefaivre L, Vickery L, Molzan J, Parent E. Can pre-season fitness measures predict time to injury in varsity athletes?: a retrospective case control study. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 2012;4(1):1.
6. Spiteri T, Newton RU, Binetti M, Hart NH, Sheppard JM, Nimphius S. Mechanical determinants of faster change of direction and agility performance in female basketball athletes. J Strength Cond Res. 2015;29(8):2205–14.
7. Aksakallı O, Gelen E. Yük-hız ilişkisi kullanılarak bir tekrarlı maksimum tahmini güvenilir midir? Farklı yöntemlerin karşılaştırılması. J Sport Sci Res. 2023;8(1):57-66. doi:10.25307/jssr.1177374
8. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Med Sci Sports Exerc. 2004;36(4):674–88.
9. Kraemer WJ, Fleck SJ. Strength training for young athletes. Champaign (IL): Human Kinetics; 2005.
10. Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. Sports Med. 1996;21:292–312.
11. Bilsborough JC, Greenway K, Livingston S, Cordy J, Coutts AJ. Changes in anthropometry, upper-body strength, and nutrient intake in professional Australian football players during a season. Int J Sports Physiol Perform. 2016;11(3):290–300.
12. Jovanović M, Flanagan EP. Researched applications of velocity based strength training. J Aust Strength Cond. 2014;22(2):58–69.
13. Helms ER, Cronin J, Storey A, Zourdos MC. Application of the repetitions in reserve-based rating of perceived exertion scale for resistance training. Strength Cond J. 2016;38(4):42–8.
14. Knight KL. Quadriceps strengthening with the DAPRE technique: case studies with neurological implications. Med Sci Sports Exerc. 1985;17(6):646–50.

15. Aksakallı O, Sağıroğlu İ. Direnç Antrenmanlarında Hıza Dayalı Antrenman Yöntemi. In: Özmutlu İ, Arı Y, editors. Spor Bilimlerinde Betimsel Metinler. 1st ed. Ankara: Efe Akademi Yayınları; 2022. p.7–28.
16. Scott BR, Duthie GM, Thornton HR, Dascombe BJ. Training monitoring for resistance exercise: theory and applications. Sports Med. 2016;46:687–98.
17. González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. Int J Sports Med. 2010;31:347–52.
18. Thompson SW, Rogerson D, Ruddock A, Barnes A. The effectiveness of two methods of prescribing load on maximal strength development: a systematic review. Sports Med. 2020;50:919–38.
19. González-Badillo JJ, Yañez-García JM, Mora-Custodio R, Rodríguez-Rosell D. Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. Int J Sports Med. 2017;38(3):217–25.
20. Rodríguez-Rosell D, Yáñez-García JM, Sánchez-Medina L, Mora-Custodio R, González-Badillo JJ. Relationship between velocity loss and repetitions in reserve in the bench press and back squat exercises. J Strength Cond Res. 2020;34(9):2537–47.
21. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing maximal neuromuscular power: Part 1—Biological basis of maximal power production. Sports Med. 2011;41:17–38.
22. Izquierdo M, González-Badillo JJ, Häkkinen K, et al. Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. Int J Sports Med. 2006;27(9):718–24.
23. Hughes LJ, Banyard HG, Dempsey AR, Scott BR. Using a load-velocity relationship to predict one repetition maximum in free-weight exercise: A comparison of the different methods. J Strength Cond Res. 2019;33(9):2409–19.
24. García-Ramos A, Haff GG, Pestaña-Melero FL, Pérez-Castilla A, Rojas FJ, Balsalobre-Fernández C, et al. Feasibility of the two-point method for determining the one repetition maximum in the bench press exercise. Int J Sports Physiol Perform. 2017;13(4):474–81.
25. Weakley J, Mann B, Banyard H, McLaren S, Scott T, Garcia-Ramos A. Velocity-based training: From theory to application. Strength Cond J. 2021;43(2):31–49.
26. García-Ramos A. Optimal minimum velocity threshold to estimate the one repetition maximum: the case of the Smith machine bench press exercise. Int J Sports Physiol Perform. 2023;18(4):393–401.
27. Chen Z, Xiao F, Mao Y, Zhang X, García-Ramos A. An efficient and accurate approach for estimating the free-weight back squat one repetition maximum based on the two-point method and optimal minimal velocity threshold. J Strength Cond Res. 2025;39(4):e530–7.
28. Fitas A, Gomes M, Santos P, Vila-Chã C, Pezarat-Correia P, Mendonca GV, et al. Impact of the optimal minimum velocity threshold on the accuracy of one-repetition maximum estimation based on a mixed model. Sport Sci Health. 2025 Apr 21. doi:10.1007/s11332-025-01407-9.
29. Caven EJG, Bryan TJE, Dingley AF, Drury B, Garcia-Ramos A, Perez-Castilla A, et al. Group versus individualised minimum velocity thresholds in the prediction of maximal strength in trained female athletes. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(21):7811.

30. Faigenbaum AD, McFarland JE, Keiper FB, Tevlin W, Ratamess NA, Kang J, et al. Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. J Sports Sci Med. 2007;6(4):519–26.
31. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. J Strength Cond Res. 2010;24(10):2857–67.
32. de Camargo JBB, Brigatto FA, Zaroni RS, Trindade TB, Germano MDJúnior, Lopes CR. Manipulating resistance training variables to induce muscle strength and hypertrophy: a brief narrative review. Int J Exerc Sci. 2022;15(4):910–39.
33. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? Br J Sports Med. 2016;50(5):273–80.
34. Cardinale M, Varley MC. Wearable training-monitoring technology: Applications, challenges, and opportunities. Int J Sports Physiol Perform. 2017;12(Suppl 2):S2-27.
35. Hulin BT, Gabbett TJ, Johnston RD, Jenkins DG. Playerload variables are sensitive to changes in direction and not related to collision workloads in rugby league match play. Int J Sports Physiol Perform. 2018;13(9):1220–6.
36. Bompa OT, Haff GG. Dönemleme antrenman kuramı ve yöntemi [Periodization theory and method]. 2nd Turkish ed. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi; 2017.
37. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(2):364–80.
38. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2009;41:687–708.
39. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2016;46(11):1689–703.
40. Sağıroğlu İ, Aksakallı O. Direnç egzersizinde kan akışı kısıtlama antrenmanı. J Strength Cond Res. 2023;10(2):82–93.
41. Günay M, Şıktar E, Şıktar E. Antrenman Bilimi. Ankara: Gazi Kitabevi; 2018.
42. Schoenfeld BJ. Science and Development of Muscle Hypertrophy. Champaign (IL): Human Kinetics; 2016.
43. Schoenfeld BJ, Pope ZK, Benik FM, Hester GM, Sellers J, Nooner JL, et al. Longer interset rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. J Strength Cond Res. 2016;30(7):1805–12.
44. Dincer M, Erdemir İ. Maksimal direnç antrenmanlarında farklı dinlenme aralıklarının performans üzerindeki etkisi (Bench-Press). Int J Sport Exerc Training Sci. 2019;5(4):227–37.
45. de Salles BF, Simão R, Miranda F, Novaes J, Lemos A, Willardson JM. Rest interval between sets in strength training. Sports Med. 2009;39(9):765–88.
46. Akçınar F, Gönültaş B. Direnç antrenmanlarının temeli: egzersiz reçetelendirilmesi ve süreci. In: Ilkım M, Akçınar F, editors. Sporda Yeni Akademik Çalışmalar-2. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2019. p. 49–63.

47. Beardsley C. Strength is Specific: The key to optimal strength training for sports. Illustrations: Strength and Conditioning Research Ltd; 2018.
48. Beardsley C. Hypertrophy: Muscle fiber growth caused by mechanical tension. Illustrations: Strength and Conditioning Research Ltd; 2019.
49. Wilk M, Tufano JJ, Zajac A. The influence of movement tempo on acute neuromuscular, hormonal, and mechanical responses to resistance exercise—a mini review. J Strength Cond Res. 2020;34(8):2241–50.
50. Schoenfeld BJ, Ogborn DI, Krieger JW. Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2015;45(4):577–85.
51. Wilk M, Zajac A, Tufano JJ. The influence of movement tempo during resistance training on muscular strength and hypertrophy responses: a review. Sports Med. 2021;51(8):1629–50.
52. Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning. 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 2000.
53. Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning. 3rd ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 2008.
54. Schoenfeld BJ. Science and Development of Muscle Hypertrophy. Champaign (IL): Human Kinetics; 2016.
55. Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Toia D, Selig S. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. J Sci Med Sport. 2009;12(2):310–6.
56. Epley B. Poundage chart. Nashua: Boyd Epley Workout; 1985.
57. Brzycki M. Strength testing — Predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. J Phys Educ Recreat Dance. 1993;64(1):88–90.
58. Lombardi VP. Predicting strength performance from submaximal repetitions. J Strength Cond Res. 1989;3(4):172–8.
59. O'Conner DM, Hennemuth B, Pifer J, Eberle B. The accuracy of 1-RM prediction equations for older adults. J Strength Cond Res. 1989;3(1):43–6.
60. Banyard HG, Nosaka K, Haff GG. Reliability and validity of the load–velocity relationship to predict the 1RM back squat. J Strength Cond Res. 2017;31(7):1897–904.
61. Soslu R, Çuvalcıoğlu İC. Hıza dayalı direnç antrenmanları: kuvvet ve güç performansını etkiler mi? INSAC Academic Studies Health Sci. 2021;24:363–77.
62. McBurnie AJ, Allen KP, Garry M, Martin M, Jones P A, Comfort P, McMahon JJ. The benefits and limitations of predicting one repetition maximum using the load–velocity relationship. Strength Cond J. 2019;41(6):28–40.
63. Çetin O, Kaya S, Sungur Y, Demirtaş B. Current approach to resistance training: velocity-based training: traditional review. Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Derg. 2022;14(1):124–34.
64. Garcia-Ramos A, Jaric S. Two-point method: a quick and fatigue-free procedure for assessment of muscle mechanical capacities and the 1 repetition maximum. Strength Cond J. 2018;40(2):54–6.

65. Jidovtseff B, Harris NK, Crielaard JM, Cronin JB. Using the load-velocity relationship for 1RM prediction. J Strength Cond Res. 2011;25:267–70.

66. Jukić I, Tufano JJ, Andelic N, Cuk I, Andrijašic M, Stankovic R, et al. The load–velocity relationship and its use for 1RM prediction: reliability and validity of different methods. Sports. 2020;8(5):70.

67. García-Ramos A, Pérez-Castilla A, Jaric S, Rodríguez-Rosell D. Evaluation of muscle mechanical capacities through the two-point method: open questions and future directions. Sports Biomechanics. 2019;18(6):653–64.

68. Jidovtseff B, Quièvre J, Hanon C, Crielaard JM. Inertial muscular profiles allow a more accurate training loads definition. Sci Sport. 2009;24:91–6.

69. Roman RA. The training of the weightlifter. Moscow, ID: Sportivny Press; 1986. p.40–74.

70. Jandacka D, Beremlijski P. Determination of strength exercise intensities based on the load-power-velocity relationship. J Hum Kinet. 2011;28:33–44.

71. Siff MC. Supertraining. Denver (CO): Supertraining Institute; 2000. p.262–89.

72. Bondarchuk AP. Olympian manual for strength & size. Muskegon (MI): Ultimate Athlete Concepts; 2014. p.114.

73. Mann B. Developing explosive athletes: use of velocity based training in training athletes. 2nd ed. 2013.

74. González-Badillo JJ, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Ribas-Serna J, López-López C, Mora-Custodio R, et al. Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half velocity training. Eur J Sport Sci. 2014;14(8):772–8.

75. Izquierdo-Gabarren M, González de Txabarri Expósito R, García-Pallarés J, Sánchez-Medina L, de Villarreal ES, Izquierdo M, et al. Concurrent endurance and strength training not to failure optimizes performance gains. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(6):1191–9.

76. Padulo J, Mignogna P, Mignardi S, Tonni F, D'Ottavio S, et al. Effect of different pushing speeds on bench press. Int J Sports Med. 2012;33(5):376–80.

77. Courel-Ibanez J, Martinez-Cava A, Moran-Navarro R, Escribano-Penas P, Chavarren-Cabrero J, Gonzalez-Badillo JJ, Pallares JG. Reproducibility and repeatability of five technologies for bar velocity measurement in resistance training. Ann Biomed Eng. 2019;47(7):1523–38.

78. Balsalobre-Fernandes C, Torres-Ronda L. The implementation of velocity-based training paradigm for team sports: framework, technologies, practical recommendations and challenges. Sports. 2021;9:47.

79. Hirsch SM. Instrument, analysis and coaching considerations with velocity-based training [master's thesis]. Toronto (ON): University of Toronto; 2018.

80. Cormie P, Deane R, McBride JM. Methodological concerns for determining power output in the jump squat. J Strength Cond Res. 2007;21(2):424–30.

81. Dahlin M. The use of velocity based training in strength and power training [thesis]. Kalmar: [University of Kalmar Vaxjö]; 2018.

82. Garnacho-Castaño MV, López-Lastra S, Maté-Muñoz JL. Reliability and validity assessment of a linear position transducer. J Sports Sci Med. 2015;14(1):128–35.

83. Martinez-Cava A, Hernandez-Belmonte A, Courel-Ibanez J, Moran-Navarro R, Gonzalez-Badillo JJ, Pallares JG. Reliability of technologies to measure the barbell velocity: implications for monitoring resistance training. PLoS One. 2020;15(6):e0235819.

84. Dencker M, Andersen LB. Accelerometer-measured daily physical activity related to aerobic fitness in children and adolescents. J Sports Sci. 2011;29(9):887–89.

85. Oliver M, Schofield GM, Kolt GS. Physical activity in preschoolers. Sports Med. 2007;37(12):1045–67.

86. Casartelli NC, Bolszak S, Impellizzeri FM, Maffiuletti NA. Reproducibility and validity of the physical activity scale for the elderly (PASE) questionnaire in patients after total hip arthroplasty. Phys Ther. 2015;95(1):86–96.

87. Pueo B. High speed cameras for motion analysis in sports science. J Hum Sport Exerc. 2016;11(1):53–73.

88. Balsalobre-Fernández C, Tejero-González CM, del Campo-Vecino J, Bavaresco N. The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps. J Strength Cond Res. 2014;28(2):528-34.

89. Yıldırır SC, Kaplan B. Mobil uygulama kullanımının benimsenmesi: teknoloji kabul modeli ile bir çalışma. Kafkas Univ İİBF Derg. 2019;10(19):22–51.

90. Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ, Pérez CE, Pallarés JG. Velocity- and power-load relationships of the bench pull vs. bench press exercises. Int J Sports Med. 2014;35(3):209–16.

91. Balsalobre-Fernández C, Marchante D, Baz-Valle E, Alonso-Molero I, Jiménez SL, Muñóz-López M. Analysis of wearable and smartphone-based technologies for the measurement of barbell velocity in different resistance training exercises. Front Physiol. 2017;8:649.

92. Hecksteden A, Pitsch W, Rosenberger F, Meyer T. Repeated testing for the assessment of individual response to exercise training. J Appl Physiol. 2018;124(6):1567–79.

93. Weakley J, Mann B, Banyard H, McLaren S, Scott T, Garcia-Ramos A. Velocity-based Training: From Theory to Application. Strength Cond J. 2021;43(2):31–49.

94. García-Ramos A, Pestaña-Melero FL, Pérez-Castilla A, Rojas FJ, Haff GG. Differences in the load–velocity profile between four bench-press variants. Int J Sports Physiol Perform. 2018;13(3):317–25.

95. Contreras B, Vigotsky AD, Schoenfeld BJ, Beardsley C, Cronin J. A comparison of gluteus maximus, biceps femoris, and vastus lateralis electromyography amplitude for the barbell, band, and American hip thrust variations. J Appl Biomech. 2016;32(3):254–60.

96. Fitas A, Gomes M, Santos P, Gonçalves AD, Pezarat-Correia P, Mendonça GV. Optimal minimum velocity threshold to predict one repetition maximum for the back squat. Int J Sports Med. 2024;45(7):523–31.

97. Büyüköztürk Ş. Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum. 22nd ed. Ankara: Pegem Akademi; 2016.

98. Tabachnick BG, Fidell L. Using multivariate statistics. 5th ed. Boston: Allyn & Bacon; 2007.

99. Helms ER, Storey A, Cross MR, Brown SR, Lenetsky S, Ramsay H, et al. RPE and velocity relationships for the back squat, bench press, and deadlift in powerlifters. J Strength Cond Res. 2017;31(2):292–7.

100. Jidovtseff B, Harris NK, Crielaard JM, Cronin JB. Using the load-velocity relationship for 1RM prediction. J Strength Cond Res. 2011;25:267–70.

101. Pallarés JG, Sánchez-Medina L, Pérez CE, López-López C, Rodríguez-Rosell D, Mora-Custodio R, et al. Imposing a pause between the eccentric and concentric phases increases the reliability of isoinertial strength assessments. J Sports Sci. 2014;32:1165–71.

102. Fitas A, Santos P, Gomes M, Pezarat-Correia P, Mendonca GV. Influence of sex and strength differences on the load–velocity relationship of the Smith-machine back squat. Sport Sciences for Health. 2024 Mar;20(1):87-96.

103. Hernández-Belmonte A, Buendía-Romero Á, Pallares JG, Martínez-Cava A. Velocity-based method in free-weight and machine-based training modalities: the degree of freedom matters. J Strength Cond Res. 2023;37(9):e500-e509.

104. Torrejón A, Balsalobre-Fernández C, Haff GG, García-Ramos A. The load–velocity profile differs more between men and women than between individuals with different strength levels. J Strength Cond Res. 2018;32(7):1837–45.

105. Çetin O, Akyıldız Z, Demirtaş B, Sungur Y, Clemente FM, Cazan F, Ardigò LP. Reliability and validity of the multi-point method and the 2-point method's variations of estimating the one-repetition maximum for deadlift and back squat exercises. PeerJ. 2022;10:e13013.

106. Janičijević D, Jukić I, Weakley J, García-Ramos A. Bench Press 1-Repetition Maximum Estimation Through the Individualized Load–Velocity Relationship: Comparison of Different Regression Models and Minimal Velocity Thresholds. Int J Sports Physiol Perform. 2021;16(8):1074–81.

107. Pérez-Castilla A, Fernandes JFT, García-Ramos A. Validity of the bench press one-repetition maximum test predicted through individualized load-velocity relationship using different repetition criteria and minimal velocity thresholds. Isokinet Exerc Sci. 2021;29(4):369–77.

108. Fernandes JFT, Dingley AF, Garcia-Ramos A, Perez-Castilla A, Tufano JJ, Twist C. Prediction of One Repetition Maximum Using Reference Minimum Velocity Threshold Values in Young and Middle-Aged Resistance-Trained Males. Behav Sci. 2021;11(5):71.

109. Fitas A, Santos P, Gomes M, Pezarat-Correia P, García-Ramos A, Mendonça GV. General minimum velocity threshold for one-repetition maximum prediction in two squat variations: does the load–velocity profiling approach matter? Sport Sci Health. 2024;20:1253–61.

110. Macarilla CT, Sautter NM, Robinson ZP, Juber MC, Hickmott LM, Cerminaro RM, et al. Accuracy of predicting one repetition maximum from submaximal velocity in the barbell back squat and bench press. J Hum Kinet. 2022;8

111. Fitas A, Gomes M, Santos P, Pezarat-Correia P, García-Ramos A, Mendonça GV. Average optimal minimum velocity threshold: a practical variable to increase the accuracy

of one-repetition maximum estimation during the free-weight back squat. J Sports Sci. 2024;42(18):1767-75.

112. Chen Z, Gong Z, Pan L, Zhang X. Is two-point method a valid and reliable method to predict 1RM? A systematic review. PLoS One. 2023;18(11):e0294509

113. Greig L, Aspe RR, Hall A, Comfort P, Cooper K, Swinton PA. The predictive validity of individualised load-velocity relationships for predicting 1RM: a systematic review and individual participant data meta-analysis. Sports Med. 2023;53(9):1693-1708.

EKLER

EK 1: Etik Kurul Onay Formu

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
GİRİŞİMSEL OLMAYAN BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-GOBAEK 2024/41	
	PROTOKOL ADI	Amerikan Hip Thrust Egzersizinde 1 Tekrar Maksimum Tahmininin Yük-Hız Profili Üzerinden Hesaplanması: İki Nokta Yöntemi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Doç. Dr. İsa SAĞIROĞLU	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	**Karar No:02/25**		**Tarih:05.02.2024**
	Üniversitemiz Kırkpınar Spor Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. İsa SAĞIROĞLU'nun sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Yüksek Lisans Öğrencisi Esma LALE'nin tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş; araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödetilmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.	
ETİK KURUL BİLGİLERİ			
ÇALIŞMA ESASI	Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-GOBAEK Yönergesi		

ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Gülsüm ÖNAL Başkan	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Hakan GÜRKAN Başkan Yardımcısı	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Selçuk KORKMAZ Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. BiyoistatistikA.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Mehmet Erdal VARDAR Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Hasan ÜMİT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Şernaz TOPALOĞLU Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Sezgi SARIKAYA SOLAK Üye	Deri ve Zührevi Hastalıklar	T.Ü.T.F. Deri ve Zührevi Hastalıklar A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Galip EKUKLU Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Rıdvan DURAN Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D	E	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi Sinan ATEŞ Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E (H)	E H	
Doç. Dr. Doğan ALBAYRAK Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Ayşegül KURT Üye	Protetik Diş	T.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	K	E H	E H	
Doç. Dr. Hilal KEKLİCEK Üye	Protez-Ortez ve Biyomekani	T.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi	K	E H	E H	
Avukat Emine NURLU Üye		T.Ü. Rektörlüğü	K	E H	E H	
Emekli Öğretmen Sinan SEÇKİN Üye	Emekli Öğretmen	Serbest Üye	E	E (H)	(E) H	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

ÖZGEÇMİŞ

BENZERLİK RAPORU

AMERİKAN HİP THRUST EGZERSİZİNDE 1 TEKRAR MAKSİMUM TAHMİNİNİN YÜK-HIZ PROFİLİ ÜZERİNDEN HESAPLANMASI: İKİ NOKTA YÖNTEMİ.docx

ORİJİNALLİK RAPORU

%6	%5	%4	%1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%1
2	earsiv.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
3	wcssr.org İnternet Kaynağı	%1
4	756d243f-9742-4892-987f-8834db07019e.filesusr.com İnternet Kaynağı	<%1
5	earsiv.odu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
6	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	acikerisim.avrasya.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	Akyurek, Ezgi. "Insan kaynaklari uygulamalarinin calisan oznel Iyi olusuna Etkisini Incelemeye yonelik Bir arastirma", Marmara Universitesi (Turkey), 2020 Yayın	<%1
9	www.erpacongress.com İnternet Kaynağı	<%1