

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPORCU SAĞLIĞI ANABİLİM DALI**

**FARKLI SPOR DİSİPLİNİNE DAHİL OLAN
SPORCULARDA İKİ FARKLI YÜKLENME SONRASI
SERUM SPEKSİN DÜZEYİNİN İNCELENMESİ**

Safiye Aycan PAKSOY UÇAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2025-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPORCU SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

FARKLI SPOR DİSİPLİNİNE DAHİL OLAN
SPORCULARDA İKİ FARKLI YÜKLENME SONRASI
SERUM SPEKSİN DÜZEYİNİN İNCELENMESİ

Safiye Aycan PAKSOY UÇAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Yaşar Gül ÖZKAYA

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından TYL-2025-6766 proje numarası ile desteklenmiştir .

Bu tez TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) 2211 –Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı kapsamında TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB), 2210 – A Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında desteklenmiştir.

“Kaynakça gösterilerek tezinden yararlanılabilir.

2025-ANTALYA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼ne;

Bu alışma j¼rimiz tarafından Sporcu Sağlığı Anabilim Dalı Y¼ksek Lisans Programında Y¼ksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 19/12/2025

İmza

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yaşar G¼l ÖZKAYA
Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fak¼ltesi

¼ye : Doç. Dr. Emel ÇETİN ÖZDOğAN
Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fak¼ltesi

¼ye : Dr. Öğr. Üyesi Aliye G¼NDOęDU
Ardahan Üniversitesi Beden Eęitimi ve Spor Y¼ksek Okulu

Bu tez, Enstit¼ Y¼netim Kurulunca belirlenen yukarıdaki j¼ri ¼yeleri tarafından uygun g¼r¼lm¼ř ve Enstit¼ Y¼netim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Enstit¼ M¼d¼r¼

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Safiye Aycan PAKSOY UÇAK

İmza

Prof. Dr. Yaşar Gül ÖZKAYA

İmza

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmasının yürütülmesi sürecinde, akademik ve idari açıdan sağlanan katkılar için Akdeniz Üniversitesi Sporcu Sağlığı Anabilim Dalı'na teşekkür ederim.

Araştırma sürecinde desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Emel ÇETİN ÖZDOĞAN'a, proje ve idari süreçlerde sağladıkları katkılar için Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) tarafından 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı ve 2210 A Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı (BİDEB) kapsamında desteklenmiştir. Sağlanan bu destek için TÜBİTAK BİDEB'e teşekkür ederim.

Araştırma sürecinde bilgi ve deneyimleriyle katkı sağlayan Uzman Mehmet Zeki SARI'ya, Dr. Münevver KAHRAMAN'a , Prof. Dr. Selma CİVAR YAVUZ'a, Doç. Dr. Tuba MELEKOĞLU'na, Arş. Gör. Yılmaz SUNGUR'a, Öğr. Gör. Dr.Nazmi BAYKÖSE'ye, Dr. Merve SADI'ye, Prof. Dr. Filiz BASRALI'ya, Arş. Gör. Dr. Leyla Abuneid'e ve Arş. Gör. Dr. Ahmet Faruk TORUN'a teşekkür ederim.

Araştırmanın uygulama sürecinde destekleri için hemşiremiz Gül AKTAY'a ve çalışmaya gönüllü olarak katılan tüm katılımcılara içtenlikle teşekkür ederim.

Tüm süreç boyunca beni destekleyen, her zaman yanımda olan canım eşime ve sevgili aileme, araştırmanın farklı aşamalarında motivasyonumu arttıran değerli arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, sedanter bireyler ile üç farklı spor disiplininde aktif olarak antrenman yapan genç erişkinlerde, iki farklı akut egzersiz protokolü sonrası serum Speksin düzeylerindeki değişimlerin incelenmesi amaçlandı. **Yöntem:** Çalışmaya her grupta 12 olmak üzere toplam 48 katılımcı dahil edildi. Antrenman deneyimlerine göre katılımcılar sedanter, anaerobik antrenman grubu, kombine antrenman grubu ve aerobik antrenman grubu olmak üzere dört gruba ayrıldı. Tüm katılımcılarda dinlenim durumunda antropometrik ölçümler, nabız, kan basıncı, fiziksel uygunluk parametreleri ve serum Speksin düzeyleri değerlendirildi. Bu değerlendirmelerin ardından tüm bireylere, bir hafta arayla iki farklı yüklenme protokolü uygulandı. Aralıklı yüklenme için Yo-Yo, sürekli yüklenme için ise Cooper protokolü uygulandı. Her protokol tamamlandığında katılımcıların serum Speksin düzeyini belirlemek için venöz kan örnekleri alındı. Sonuçlar ortalama + SD olarak sunuldu. Dağılım homojenitesi Shapiro Wilk testi ile değerlendirildi. Homojen dağılım gösteren parametrelerde gruplar arası farkı analiz etmek üzere tek yönlü varyans analizi, post hoc Tukey testi, homojenite göstermeyen parametrelerde Kruskal Wallis testi kullanıldı. $p<0.05$, istatistiksel önem düzeyi olarak belirlendi. **Bulgular:** Sedanter ve sporcularda dinlenim serum Speksin konsantrasyonları arasında fark olmadığı saptandı. Hem aralıklı, hem de sürekli yüklenme sonrası serum Speksin konsantrasyonlarının arttığı ($p<0.05$), ancak aralıklı yüklenme sonrası daha fazla arttığı bulundu. **Sonuç:** Sonuç olarak bu çalışma sedanter ve sporcu bireylerde dinlenim serum Speksin düzeyleri arasında fark olmadığını, ancak hem aralıklı hem sürekli yüklenme sonrası serum Speksin konsantrasyonlarının arttığını, aralıklı yüklenme sonrası ise pik yaptığını ortaya koydu.

Anahtar Kelimeler: sporcu, aralıklı egzersiz, sürekli egzersiz, anaerobik güç, aerobik güç

ABSTRACT

Objective: The aim of this was to investigate changes in serum Spexin concentrations after two different acute exercise protocols in sedentary and young adult athletes in three different sports disciplines. **Method:** A total of 48 participants were included in the study, 12 in each group. Participants were assigned one the four groups based on their training experience: sedentary, anaerobic training group, combined training group, and aerobic training group. Anthropometric measurements, heart rate, blood pressure, physical fitness parameters, and serum Spexin concentrations were assessed at rest. Two different loading protocols were applied to all individuals one week apart. The Yo-Yo protocol was used for intermittent loading, and the Cooper protocol was used for continuous loading. Venous blood samples were taken at the end of each protocol to determine serum Spexin levels. Results were presented as mean + SD. Homogeneity of distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test. One-way analysis of variance and post hoc Tukey test were applied to parameters showing homogeneous distribution among the groups, while Kruskal-Wallis test was applied to parameters showing non-homogeneity. A statistical significance level of $p < 0.05$ was established. **Results:** No difference was found between resting serum Spexin concentrations in sedentary and athlete groups. Serum Spexin concentrations increased after both intermittent and continuous loading ($p < 0.05$), but the increase was greater after intermittent loading. **Conclusion:** In conclusion, this study revealed that there was no difference between resting serum Spexin levels in sedentary and athlete individuals, but serum Spexin concentrations increased after both intermittent and continuous loading, peaking after intermittent loading.

Key words: athlete, interval exercise, continuous exercise, anaerobic power, aerobic power

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Speksin(SPX)	4
2.2. Aerobik, Anaerobik ve Kombine Egzersiz Modelleri ve Speksin İlişkisi	6
2.3. Speksin ve Akut Egzersiz Yükl enmesi	6
3. GEREÇ ve YÖNTEM	8
3.1. Katılımcı Tanımı ve Sayısı	8
3.1.1. Araştırmaya Alınma Kriterleri	8
3.1.2. Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri	8
3.2. Gruplar	8
3.3. Uygulama Modeli	9
3.3.1. Sürekli Yükl enme Protokolü (Cooper Koş u Protokolü)	9
3.3.2. Aralıklı Yükl enme Protokolü (Yo yo Koş u Protokolü)	9
3.4. Ölçümler	9
3.4.1. Antropometrik Ölçümler	9
3.4.2. Fizyolojik Parametreler	10

3.4.3.Serum Speksin Tayini	10
3.4.4Fiziksel Uygunluk Parametreleri	10
3.5.İstatistiksel Analiz	10
4. BULGULAR	12
5. TARTIŞMA	22
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	26
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1.	Gruplara ait yaş ve beden kompozisyonu sonuçları	12
Tablo 4.2.	Gruplara ait fiziksel uygunluk parametreleri sonuçları	14



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Gruplara ait sırt bacak kuvveti sonuçları	16
Şekil 4.2.	Gruplara ait göreceli anaerobik güç sonuçları	17
Şekil 4.3	Gruplara ait esneklik sonuçları	18
Şekil 4.4	Gruplara ait el kavrama kuvveti sonuçları	18
Şekil 4.5	Gruplara ait aralıklı yüklenme sonrası elde edilen aerobik güç değerleri	19
Şekil 4.6	Gruplara ait sürekli yüklenme sonrası elde edilen aerobik güç değerleri	20
Şekil 4.7	Gruplara ait dinlenim, aralıklı yüklenme ve sürekli yüklenme sonrası serum Speksin konsantrasyonu sonuçları	21

SİMGELER ve KISALTMALAR

ATP	: Adenozin tri fosfat
BKI	: Beden kütle indeksi
GALR2/3	: Speksin'in galanin reseptörü 2/3
GLUT-4	: Glukoz taşıyıcı 4
I.P.	: İntraperitoneal
NPQ	: Nöropeptid Q
SPX	: Speksin
T2D	: Tip 2 diabetes mellitus
YYAA	: Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (YYAA)

1. GİRİŞ

Nöropeptid Q olarak da adlandırılan Speksin (SPX), 2007 yılında keşfedilen peptid yapılı bir hormondur. Speksin geni ve proteini, insanlarda, kemirgenlerde, akvaryum balıkları gibi pek çok türde merkezi sinir sistemi ve periferik dokularda yaygın olarak eksprese edilmektedir (Lv ve ark., 2019). SPX, 2 prohormonun ayrılması ile oluşur ve SPX 1 ve 2 olarak farklı canlı türlerinde görülür (Sonmez ve ark., 2009). Speksin'in galanin reseptörü 2/3 (GALR2/3) için doğal bir ligand olduğu kanıtlanmıştır. Speksin mRNA'sı ve proteini, çeşitli türlerde merkezi sinir sisteminde ve periferik dokularda yaygın olarak dağılmıştır. İnsanlarda Speksin mRNA'sı ciltte, akciğerde, midede ve bağırsak, kolon, karaciğer, pankreas adacıkları, tiroid, adrenal bez, iç organ yağı, böbrek vb. dokularda bulunmuştur (Mohammadi ve ark., 2022). SPX'in bu farklı organlardaki dağılımı, vücutta farklı fizyolojik işlevlere katıldığına işaret etmektedir. Bu işlevlerden biri, SPX'in beslenme ve enerji metabolizması üzerine olan etkisidir. Çeşitli hayvan deneylerinde eksojen olarak verilen SPX'in gıda alımını azalttığı, beslenme sonrası ise plazma SPX düzeyinin arttığı ortaya konulmuştur (Wang ve ark., 2018; Wong ve ark., 2013). Obez farelerde yapılan çalışmalarda intraperitoneal (İ.P.) olarak uygulanan SPX'in gıda alımını azalttığı ve lokomotor aktivi ve lokomotor aktiviteyi arttırdığı gösterilmiştir (Walewski ve ark., 2014). İnsanlarda yapılan çalışmalarda ise SPX'in yaş, beden kütle indeksi, açlık glukoz ve plazma trigliserid konsantrasyonu ile zıt ilişki içinde olduğu gösterilmiştir (Lin ve ark., 2018). İnsan ve farelerde yapılan çalışmalarda SPX'in yağ dokusunda lipolizi uyardığı, buna karşılık lipogenezi, uzun zincirli yağ asidi alımını ve glukoz alımını inhibe ettiği gösterilmiştir (Leciejewska ve ark., 2021; Walewski ve ark., 2014). Yüksek yağlı diyetle beslenen farelere 6 gün İ.P. olarak verilen SPX'in vücut ağırlığını azalttığı gösterilmiştir . (Turkel ve ark., 2024; Walewski ve ark., 2014). Öte yandan obez bireylerde serum SPX konsantrasyonunun, sağlıklı bireylerden daha düşük olduğu gösterilmiştir (Turkel ve ark., 2024; Walewski ve ark., 2014).

Düzenli fiziksel egzersiz, pek çok hastalığın sıklığının ya da komplikasyonlarının azaltılmasında önerilmektedir. Egzersizde ortaya çıkan metabolik değişiklikler, özellikle obezite, diabetes mellitus gibi toplumda sık görülen hastalıklarda morbidite ve

mortalitenin azaltılması amacıyla yaygın olarak önerilmektedir. Bu hastalarda egzersizin, besin alımının ve vücut ağırlığının azaltılmasına katkıda bulunduğu gösterilmiştir (Fang ve ark., 2022).

Literatürde egzersiz sonrası serum SPX konsantrasyonundaki değişimi gösteren oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır. Prediabeti olan ve fiziksel egzersizi de içeren yaşam şekli değişikliklerini 6 ay boyunca uygulayan kadınlarda dolaşımdaki SPX düzeylerinin arttığı gösterilmiştir. (Al-Daghri ve ark., 2019). Tip 2 diabeti (T2D) olan ve olmayan obez bireyler ile sağlıklı gönüllülerin, 3 aylık egzersiz uygulaması sonrası plazma SPX düzeylerini karşılaştırılmıştır. (Khadir ve ark., 2020). Buna göre T2D’i olsun ya da olmasın, obez bireylerde plazma SPX düzeylerinin sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu saptanmış, egzersize cevaben plazma SPX düzeylerinin arttığı gösterilmiştir. Araştırmacılar, sağlıklı, obez ve T2D hastaların egzersiz sonrası plazma SPX düzeyleri ile metabolik parametrelerdeki değişiklikler arasındaki ilişkiyi incelediklerinde, metabolik parametrelerden bağımsız olarak maksimum oksijen tüketiminde (VO_{2max}) artış gösteren bireylerin plazma SPX düzeylerinde artış olduğunu göstermişlerdir. Buna göre araştırmacılar, plazma SPX düzeylerindeki artışın, kardiyο-solunumsal dayanıklılıkla korele olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Khadir ve ark., 2020). Hatta araştırmacılar, SPX’in egzersiz etkinliğinin bir belirteci olduğunu ifade etmişlerdir. Yağ dokusunda SPX ve SPX reseptörlerinin etkisi konusunda yayımlanan derleme çalışmasında SPX’in pankreasta insülin sekresyonunu azalttığını, yağ dokusunda lipolitik yolları aktive ettiğini, karaciğerde glukoneogenezi azalttığını, kaslarda ise GLUT-4 ekspresyonunu ve translokasyonunu arttırdığını, bu nedenle egzersiz ile sinerjistik etki gösterdiğini ortaya koymuşlardır (Fang ve ark., 2022). Diabetik hastalarda 12 haftalık direnç ve aerobik egzersiz uygulamasının serum SPX konsantrasyonunu arttırdığını gösterilmiştir. (Mohammadi ve ark., 2022).

Bugüne dek literatürde sporcu bireylerde serum SPX konsantrasyonundaki değişiklikleri ortaya koyan çalışma bulunamamıştır. Oysa farklı disiplinlerde spor yapan bireylerde, yoğun antrenmanların gerektirdiği fiziksel performans özellikleri, birbirinden farklı metabolik yollar tarafından karşılanmaktadır. Daha çok patlayıcı güç, hız, ya da çeviklik

gerektiren voleybol, basketbol, hentbol gibi branşlarda kasların gereksindiği enerjinin büyük çoğunluğu kas içi hazır ATP, kreatinin ya da glikojen depolarından ve anaerobik enerji sistemi üzerinden ATP üreten yollardan elde edilirken, maraton, uzun mesafe bisiklet, uzun mesafe yüzme, triatlon gibi spor disiplinlerinde gereksinim duyulan enerji, daha çok aerobik enerji sistemini kullanarak uzun süre ATP üreten yollardan karşılanmaktadır. Futbol, tenis gibi hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemine gereksinim duyan spor disiplinlerinde ise her 2 sistemin de gelişmiş olması beklenebilir. Bu nedenle farklı disiplinlerde mücadele gösteren sporcuların metabolik enerji üretim süreçlerinde farklı enzimlerin ve farklı yolların aktive olması ve sonuçla aerobik /anaerobik güç, kalp-solunumsal dayanıklılık gibi parametrelerde fizyolojik farklılıkların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Öte yandan sürekli ve aralıklı egzersizden sonra solunumsal, dolaşımsal ve metabolik enerji sistemlerinde ortaya çıkan değişikliklerin farklı olduğu bilinmektedir. Ancak literatürde, sürekli ve aralıklı egzersizden sonra serum SPX yanıtındaki farklılıkları ortaya koyan bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı farklı disiplinlerde spor yapan antrene bireylerde sürekli ve aralıklı egzersizin serum SPX düzeyleri üzerine olası etkilerini ve bu etkiler arasındaki farklılıkları ortaya koymaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Enerji dengesinin korunması, metabolik sağlığın temel belirleyicilerinden biridir ve bu süreç merkezi sinir sistemi ile periferik dokular arasında sürekli iletişim gerektirir. (Castillo-Armengol ve ark., 2019) Son yıllarda tanımlanan çeşitli peptidler, enerji alımı, harcanması ve depolanması üzerindeki karmaşık mekanizmaların anlaşılmasına önemli katkılar sağlamıştır. (Zahir ve ark., 2022; The Role of Spexin in Energy Metabolism, 2023) Bu peptidler arasında yer alan speksin (SPX), hem merkezi sinir sistemi hem de periferik dokular düzeyinde düzenleyici roller üstlenmesi ve enerji dengesi, yeme davranışı ile glikoz-lipid metabolizması üzerinde çok yönlü etkiler göstermesi nedeniyle güncel araştırmaların odak noktalarından biri hâline gelmiştir (Zahir ve ark., 2022; Zeng ve ark., 2024). Egzersizin metabolik süreçler üzerindeki geniş ve çok yönlü etkileri göz önünde bulundurulduğunda, fiziksel aktivitenin speksin düzeyleri ile ilişkili olduğunu bildiren çalışmalar, speksin ile egzersiz arasındaki ilişkinin enerji metabolizmasının anlaşılmasına yeni bir bakış açısı kazandırdığını düşündürmektedir (Fang ve ark., 2022; Khadir ve ark., 2020). Bu çalışma, farklı egzersiz modelleri sonucunda ortaya çıkan akut biyokimyasal değişimlerin speksin düzeyiyle olan olası bağlantılarını incelemeyi amaçlamaktadır.

2.1 Speksin (SPX)

Speksin (SPX), 2007 yılında tanımlanan ve yalnızca 14 aminoasitten oluşmasına karşın türler arasında yüksek düzeyde korunmuş bir yapıya sahip olan küçük bir nöropeptittir (Mirabeau ve ark., 2007). Peptidin sentezinden sorumlu olan NPQ (C12ORF39) geni, memelilerden balıklara kadar geniş bir tür yelpazesinde benzerlik göstermektedir (Wang ve ark., 2010; Lin ve ark., 2019). Bu durum, speksinin evrimsel süreç boyunca korunan önemli bir biyolojik fonksiyona sahip olduğunu düşündürmektedir (Lin ve ark., 2019). Speksin, öncül bir prepropeptidin hücre içinde proteolitik olarak işlenmesiyle aktif hâle gelmektedir (Wang ve ark., 2010; Lv ve ark., 2019). Molekölün başlıca merkezi sinir sistemi, yağ dokusu, gastrointestinal sistem, pankreas ve iskelet kasında ifade edildiği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2021; Lv ve ark., 2019). Bu geniş doku dağılımı, speksinin

hem nöroendokrin hem de metabolik süreçlerde çok yönlü düzenleyici roller üstlendiğini göstermektedir (Lv ve ark., 2019).

Speksinin (SPX) fizyolojik etkileri çoğunlukla galanin reseptör ailesinin alt tipleri olan GALR2 ve GALR3 üzerinden gerçekleşmektedir (Lv ve ark., 2019; Lin ve ark., 2019). Galanin ailesi ile benzer sinyal yollarını kullanmasına rağmen, speksinin işlevsel açıdan daha özgün bir biyolojik profile sahip olduğu bildirilmektedir (Lin ve ark., 2019). Özellikle hipotalamustaki yoğun ekspresyonu, speksinin besin alımı ve iştah düzenlenmesinde rol oynadığını düşündürmektedir (Wong ve ark., 2021; Lv ve ark., 2019). Hayvan modellerinde yapılan çalışmalarda speksin uygulamasının yiyecek tüketimini azalttığı, oreksijenik sinyalleri baskıladığı ve toklukla ilişkili sinyalleri güçlendirdiği gösterilmiştir (Lv ve ark., 2019; Lim ve ark., 2019). Bu bulgular, speksinin enerji homeostazında önemli bir düzenleyici olduğunu desteklemektedir (Lin ve ark., 2019).

Metabolik açıdan değerlendirildiğinde, speksin düzeylerinin vücut yağ kütlesi, glukoz metabolizması ve insülin duyarlılığı ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Khadir ve ark., 2020; Zahir ve ark., 2022). Obez bireylerde daha düşük speksin seviyeleri bildirilmiş; kilo kaybı, fiziksel aktivite artışı ve yaşam tarzı değişiklikleri sonrasında bu düzeylerin anlamlı şekilde yükseldiği gözlemlenmiştir (Al-Daghri ve ark., 2019; Khadir ve ark., 2020). Adipoz dokuda lipogenez ve lipoliz süreçlerinin düzenlenmesi ve glukoz kullanımına katkı sağlaması, speksinin periferik metabolizmadaki önemini artırmaktadır (Fang ve ark., 2022; Zeng ve ark., 2024).

Speksinin etkileri yalnızca metabolik süreçlerle sınırlı değildir; deneysel çalışmalar molekülün inflamasyon, stres yanıtı, ağrı algısı ve çeşitli nöroendokrin mekanizmalar üzerinde de etkili olabileceğini göstermektedir (Lv ve ark., 2019; Zahir ve ark., 2022). Bu yönleriyle speksin, merkezi sinir sistemi ile periferik dokular arasında iletişimi sağlayan karmaşık bir düzenleyici ağı parçası olarak değerlendirilmektedir (Lv ve ark., 2019; Lim ve ark., 2019).

2.2. Aerobik, Anaerobik ve Kombine Egzersiz Modelleri ve Speksin İlişkisi

Egzersiz türleri, metabolik sistemler üzerinde farklı düzeylerde fizyolojik stres oluşturarak özgün adaptif yanıtların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Powers & Howley, 2018). Aerobik egzersiz, oksijen kullanımına dayalı uzun süreli aktiviteleri kapsamakta olup kardiyovasküler kapasitenin artırılması ve yağ oksidasyonunun desteklenmesi ile karakterizedir (Bassett & Howley, 2000; Powers & Howley, 2018). Anaerobik egzersiz ise kısa süreli ve yüksek şiddetli yüklenmeleri içermekte; bu egzersiz türünde temel enerji kaynaklarının fosfajen sistemi ve anaerobik glikoliz olduğu bildirilmektedir (McArdle ve ark., 2015). Kombine egzersiz modelleri, hem dayanıklılık hem de kuvvet bileşenlerini içermesi nedeniyle organizmaya daha geniş kapsamlı bir fizyolojik uyaran sağlamaktadır (Wilson ve ark., 2012).

Bu üç egzersiz modeli, enerji gereksinimi, hormonal yanıtlar ve metabolik düzenlemeler açısından birbirinden farklı mekanizmaları aktive etmektedir (Hackney, 2020; McArdle ve ark., 2015). Dolayısıyla speksin gibi enerji metabolizması ile ilişkili bir peptidin bu farklı egzersiz modellerinden nasıl etkilendiğinin incelenmesi, egzersizin biyolojik temellerinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlayacaktır (Khadir ve ark., 2020; Fang ve ark., 2022).

2.3 Speksin ve Akut Egzersiz Yüklenmesi

Speksinin metabolik süreçlerdeki düzenleyici rolü dikkate alındığında, akut egzersiz yüklenmelerinin speksin düzeylerinde kısa süreli değişikliklere yol açabileceği düşünülmektedir (Khadir et al., 2020; Fang et al., 2022). Aralıklı koşu testleri, dayanıklılık protokolleri ve kademeli treadmill testleri; enerji gereksinimi, oksijen tüketimi, glukoz kullanımı ve hormonal yanıtlar açısından birbirinden farklı akut fizyolojik stres profilleri oluşturmaktadır (Bassett & Howley, 2000; McArdle et al., 2015). Bu farklı stres profillerinin, speksinin duyarlı olduğu enerji homeostazı ve metabolik düzenleme mekanizmalarını tetikleyebileceği öne sürülmektedir (Lv et al., 2019; Zahir et al., 2022).

Bu nedenle farklı akut egzersiz modellerinin speksin düzeyleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması, speksinin egzersiz fizyolojisindeki yerinin daha iyi anlaşılmasına katkı

sağlayacaktır (Khadir et al., 2020; Fang et al., 2022). Ayrıca bu tür çalışmaların, speksinin hem klinik deęerlendirmelerde hem de sportif performans bağlamında potansiyel bir biyobelirteç olarak kullanımının deęerlendirilmesine temel oluřturacaęı dūřūnūlmektedir (Al-Daghri et al., 2019; Zahir et al., 2022).



3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Katılımcı Tanımı ve Sayısı

Yapılan güç analizi hesaplamaları sonucunda, çalışmaya her iki cinsiyetten genç erişkin toplam 48 katılımcının dâhil edilmesinin uygun olduğu belirlendi. Katılımcılar; bir sedanter grup ile üç farklı türde spor branşında olan sporcu gruplarından (anaerobik antrenman ağırlıklı, aerobik antrenman ağırlıklı ve kombine antrenman ağırlıklı) oluşan dört gruba ayrıldı. Sporcu grupları ise en az iki yıldır bir spor kulübü bünyesinde lisanslı olarak antrenman yapan bireylerden oluşturuldu.

3.1.1. Araştırmaya Alınma Kriterleri

Çalışmaya dâhil edilen bireyler, kalp hastalığı, diyabet, inme, hipertansiyon gibi kronik hastalıklar, ilaç kullanımı, alerji öyküsü ve geçirilmiş spor yaralanması açısından değerlendirildi. Tıbbi öyküsünde çalışmaya katılımı engelleyecek herhangi bir sağlık sorunu bulunmayan bireyler araştırmaya alındı. Çalışma kapsamında yapılacak tüm uygulamalar katılımcılara sözlü olarak açıklandı ve aydınlatılmış onam formu alındı.

3.1.2. Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri

Çalışma sırasında herhangi bir hastalığa yakalanan, spor yaralanması geçiren, psikolojik veya fiziksel travmaya maruz kalan, kendi isteğiyle çalışmadan ayrılmak isteyen ya da ziyaretler sırasında nabız, kan basıncı, hemogram ve biyokimyasal değerlerinde fizyolojik sınırların dışında sonuçlar elde edilen bireyler çalışmadan çıkarıldı.

3.2. Gruplar

1. Sedanter grup
2. Aerobik antrenman ağırlıklı sporcu grubu
3. Anaerobik antrenman ağırlıklı sporcu grubu
4. Kombine antrenman ağırlıklı sporcu grubu

3.3. Uygulama Modeli

Tüm katılımcılar laboratuvarı en az birer hafta arayla üç kez ziyaret etti. İlk ziyarette dinlenim ölçümleri alındı, ikinci ziyarette sürekli yüklenme protokolü uygulandı, ardından serum Speksin tayini için kan alındı. Üçüncü ziyarette ise aralıklı yüklenme protokolünün ardından serum Speksin tayini için kan alındı. Aralıklı protokol olarak Yo yo koşu protokolü, sürekli protokol olarak ise Cooper koşu protokolü uygulandı.

3.3.1. Sürekli yüklenme Protokolü (Cooper koşu protokolü)

Protokol düz ve standart bir koşu parkurunda uygulandı ve katılımcılardan 12 dakika boyunca mümkün olan en uzun mesafeyi koşmaları istendi. Protokol sonunda kat edilen toplam mesafe metre cinsinden kaydedildi. Aerobik güç, $\text{Aerobik güç} = [\text{Mesafe (m)} - 504,9] / 44,73$ formülü kullanılarak hesaplandı.

3.3.2. Aralıklı yüklenme protokolü (Yo-Yo koşu protokolü)

Katılımcılar tarafından, aralarında 20 metre mesafe bulunan iki çizgi arasında sesli sinyaller eşliğinde koşu gerçekleştirdi. Her aşamada koşu hızı kademeli olarak arttırıldı ve katılımcıların test boyunca belirtilen hızlara uyum sağlaması beklendi. Bunun için Yo-Yo Pro uygulaması kullanıldı. Test katılımcının iki ardışık sinyale zamanında ulaşamaması veya gönüllü olarak testi sonlandırmasıyla tamamlandı. Test sonunda kat edilen toplam mesafe metre cinsinden kaydedildi. Aerobik güç, $\text{Aerobik güç} = \text{Mesafe (m)} \times 0,0084 + 36,4$ formülü kullanılarak hesaplandı.

3.4. Ölçümler

3.4.1. Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların beden kompozisyonu (vücut kütlesi, toplam yağ miktarı, yağsız beden kütlesi, toplam vücut suyu, vücut yağ yüzdesi) ve boy uzunluğu ölçüldü. Boy ölçümü hassas boy ölçer (Soehnle-Waagen GmbH & Co. KG) ile, katılımcılar çıplak ayakla ve hafif giysilerle yapıldı. Beden kompozisyonu ölçümleri biyoelektrik impedans cihazı (TANITA, TBF-300, Tokyo, Japan) kullanılarak gerçekleştirildi.

3.4.2. Fizyolojik Parametreler

Nabız, Polar marka kalp hızı monitörü ile, kan basıncı ise dijital manometre (Omron) ile ölçüldü.

3.4.3. Serum Speksin Tayini

Serum Speksin düzeyleri ticari ELISA kiti (A.B.T. Laboratory Industry, Ankara, Türkiye) kullanılarak belirlendi.

3.4.4.. Fiziksel Uygunluk Parametreleri

- a) El kavrama kuvveti: Takei el dinamometresi ile ölçüldü.
- b) Sırt-bacak kuvveti: Manuel dinamometre ile değerlendirildi.
- c) Anaerobik güç: My Jump Lab uygulaması ile dikey sıçrama testi kullanılarak ölçüldü.
- d) Esneklik: Otur-uzan testi ile belirlendi.

3.5. İstatistiksel Analiz

Gönüllü sayısını belirlemek amacıyla G*POWER 3.1 programı ile güç analizi yapıldı. Etki büyüklüğü (f) 0.40, güç (power) 0.80 olarak alındı. Sonuçlar doğrultusunda her grupta 12 kişi olmak üzere toplam 48 katılımcı hedeflendi. Elde edilen parametrelerin normal dağılımlarına göre ortalama $\pm$ standart sapma (SD) olarak sunuldu. Gruplar arası karşılaştırmalarda varyans analizi (ANOVA), ön-son test karşılaştırmalarında bağımlı örneklem t testi kullanıldı. $p < 0.05$ değeri istatistiksel anlamlılık düzeyi olarak kabul edildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygun olup olmadığı normalite testi olan Shapiro-Wilk testi ile test edildi. Buna göre kas kütlesi, vücut suyu, sırt-bacak kuvveti, göreceli anaerobik güç, sürekli protokol aerobik güç parametrelerinin homojen dağılmadığı, diğer parametrelerin normal dağılım gösterdiği saptandı. Gruplar arası farkları değerlendirmek amacıyla, üç veya daha fazla bağımsız grup arasındaki karşılaştırmalarda Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanıldı. Normal dağılıma uymayan değişkenler için gruplar

arasındaki karşılaştırmalarda Kruskal-Wallis H U testi, üç bağımlı ölçüm arasındaki karşılaştırmalarda Friedman Testi kullanıldı. İstatistiksel analizler Jamovi versiyon 2.3.18 ve IBM SPSS Statistics 22.0 programında yapıldı.



4. BULGULAR

Katılımcıların yaş ve beden kompozisyonu verileri Tablo 4.1’de verilmiş olup, yaş ($p=0.033$), boy ($p=0.006$), kilo ($p=0.027$), kas kütlesi ($p=0.002$) ve vücut suyu ($p=0.019$) değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıktı.

Tablo 4.1. Gruplara ait yaş ve beden kompozisyonu sonuçları

	Grup	Ortalama $\pm$ SD	P değeri
Yaş (yıl)	Sedanter	29.5 $\pm$ 10.25	0.033*
	Anaerobik	21 $\pm$ 3.25	
	Kombine	21 $\pm$ 2.75	
	Aerobik	27.4 $\pm$ 12	
Boy (cm)	Sedanter	162.8 $\pm$ 5.71	0.002*
	Anaerobik	173.7 $\pm$ 10.35	
	Kombine	175.5 $\pm$ 11.64	
	Aerobik	173.7 $\pm$ 10.35	
Vücut ağırlığı (kg)	Sedanter	53.7 $\pm$ 4.84	0.003*
	Anaerobik	69 $\pm$ 13.47	
	Kombine	71 $\pm$ 16.41	
	Aerobik	69.8 $\pm$ 12.74	

Tablo 4.1. (Devamı)Gruplara ait yaş ve beden kompozisyonu sonuçları

BKI (kg.m⁻²)	Sedanter	21.7 ±2.22	0.548
	Anaerobik	22.7 ± 2.99	
	Kombine	23 ± 4.49	
	Aerobik	23 ±2.67	
Yağ (%)	Sedanter	22.5 ±8.33	0.162
	Anaerobik	15.2± 9.05	
	Kombine	15.8± 6.86	
	Aerobik	16± 8.18	
Toplam kas kütlesi (kg)	Sedanter	41.3±2.56	<.001*
	Anaerobik	56.7±11.68	
	Kombine	56.7±17.75	
	Aerobik	53.3±12.44	
Vücut suyu (L)	Sedanter	31±2.07	0.004*
	Anaerobik	43±11.92	
	Kombine	40.5±12.19	
	Aerobik	37.5±9.55	

*Gruplar arası fark.

Araştırma kapsamında yer alan gruplar arasında sürekli protokol aerobik güç ($p=0.001$), aralıklı protokol aerobik güç ($p=0.003$), anaerobik güç ($p<.001$), ve el kavrama kuvveti ($p=0.001$) değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir. Kombine ve aerobik gruplarında yer alan katılımcıların sürekli protokol aerobik güç değerlerinin sedanter grubunda yer alan katılımcılara kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlendi. Aerobik antrenman grubunda yer alan katılımcıların aralıklı protokol aerobik güç değerlerinin sedanter ve anaerobik antrenman grubunda yer alan katılımcılara kıyasla daha yüksek olduğu saptandı. Anaerobik, kombine ve aerobik gruplarında yer alan katılımcıların göreceli anaerobik güç ve el kavrama kuvveti değerlerinin sedanter grubunda yer alan katılımcılara kıyasla daha yüksek olduğu saptandı. Sırt-bacak kuvveti ($p=0.999$) ve esneklik ($p=0.378$) parametrelerinde gruplar arası istatistiksel farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 4.2. Gruplara ait fiziksel uygunluk parametreleri sonuçları

		Ort. $\pm$ SS.	F	p değeri	Fark
Sırt-Bacak Kuvveti (kg)	Sedanter	63.49 $\pm$ 19.48	7,035	0,002*	4>1,2
	Anaerobik	121.53 $\pm$ 62.23			
	Kombine	109.37 $\pm$ 29.56			
	Aerobik	111.91 $\pm$ 48.83			
Göreceli Anaerobik Güç (W/kg)	Sedanter	14.49 $\pm$ 4.17	3,717	0,999	
	Anaerobik	28.43 $\pm$ 8.22			
	Kombine	23.93 $\pm$ 3.91			
	Aerobik	20.59 $\pm$ 4.93			
Esneklik (cm)	Sedanter	27.83 $\pm$ 9.45	8,407	0,001*	3,4>1
	Anaerobik	28.38 $\pm$ 13.67			
	Kombine	22.00 $\pm$ 13.25			
	Aerobik	31.67 $\pm$ 9.59			

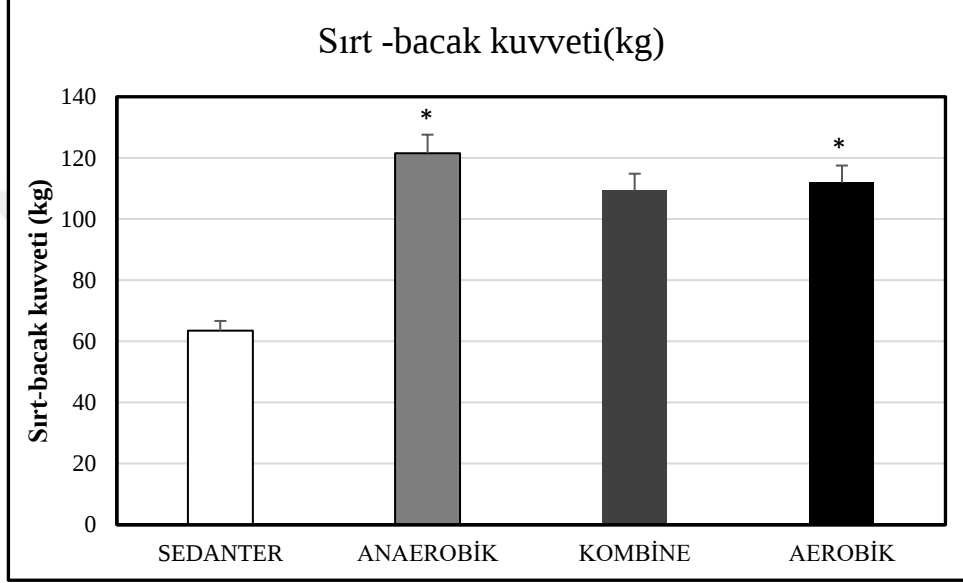
Tablo 4.2. (Devamı) Gruplara ait fiziksel uygunluk parametreleri sonuçları

El kavrama kuvveti (kg)	Sedanter	25.28 ± 8.73	1,061	0,378	
	Anaerobik	44.32 ± 10.1			
	Kombine	40.41 ± 10.44			
	Aerobik	39.09 ± 11.28			
Aerobik güç (aralıklı protokol) (ml/kg/dk)	Sedanter	39.66 ± 0.66	6,640	0,003*	3,4>1
	Anaerobik	40.32 ± 1.03			
	Kombine	42.11 ± 1.53			
	Aerobik	42.92 ± 2.18			
Aerobik güç (sürekli protokol) (ml/kg/dk)	Sedanter	22.60 ± 7.42	8,407	0,001*	3,4>1
	Anaerobik	36.11 ± 4.08			
	Kombine	45.90 ± 6.03			
	Aerobik	44.73 ± 12.20			

*Gruplar arası fark

Gruplara ait sırt bacak kuvveti sonuçları Şekil 4.1’de sunuldu. Buna göre anaerobik ve aerobik antrenman gruplarının sırt bacak kuvvetinin sedanter gruba göre yüksek olduğu saptandı ($p<0.05$).

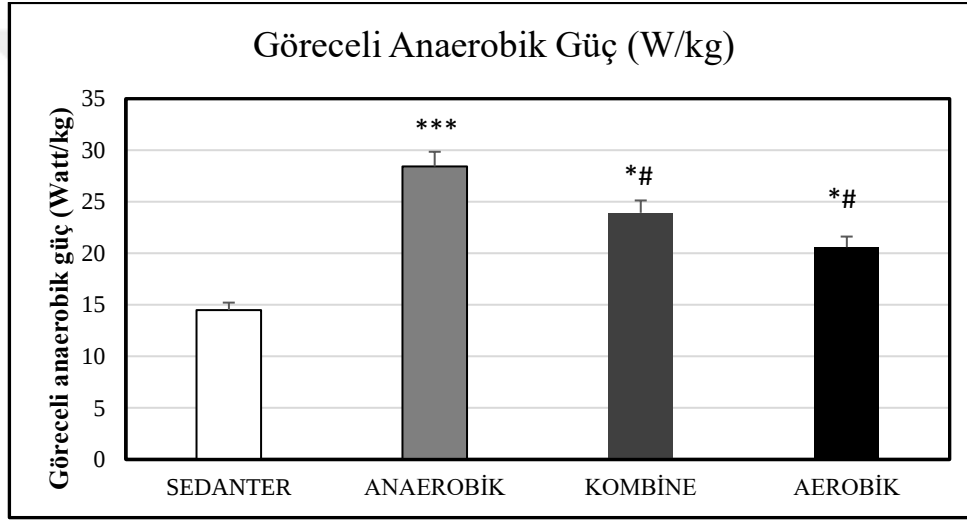
Şekil 4.1. Gruplara ait sırt bacak kuvveti sonuçları (kg)



* $p<0.05$, Sedanter gruptan fark

Gruplara ait göreceli anaerobik güç değerleri Şekil 4.2’de sunuldu. Buna göre sedanter grupla kombine antrenman grubu arasında ($p<0.05$), sedanter grup ile aerobik antrenman grubu arasında ($p<0.05$) ve sedanter grupla anaerobik antrenman grubu arasında ($p<0.001$) istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0.05$). Aynı zamanda, anaerobik ile aerobik grup arasında ve anaerobik ile kombine grup arasında da göreceli anaerobik güç değerleri arasında anlamlı fark saptandı ($p<0.05$).

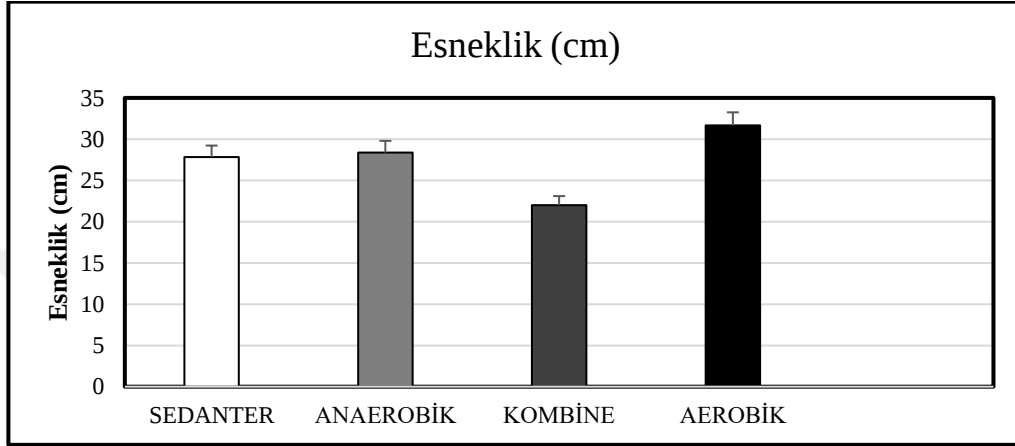
Şekil 4.2. Gruplara ait göreceli anaerobik güç sonuçları (W/kg)



* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, Sedanter gruptan fark, # $p<0.05$, Anaerobik gruptan fark,

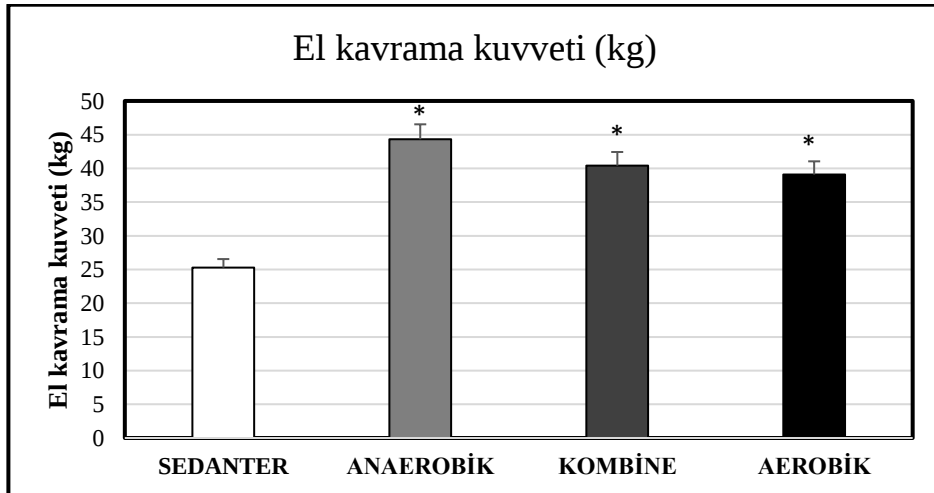
Gruplara ait esneklik sonuçları Şekil 4.3’de sunuldu. Buna göre esneklik değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlılık saptanmadı ($p>0.05$).

Şekil4.3. Gruplara ait esneklik sonuçları (cm)



Gruplara ait el kavrama kuvveti sonuçları Şekil 4.4’de sunuldu. Buna göre el kavrama kuvveti (kg) değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında, sedanter grubun el kavrama kuvvetinin anaerobik, aerobik ve kombine antrenman gruplarına göre düşük olduğu saptandı ($p<0.05$)

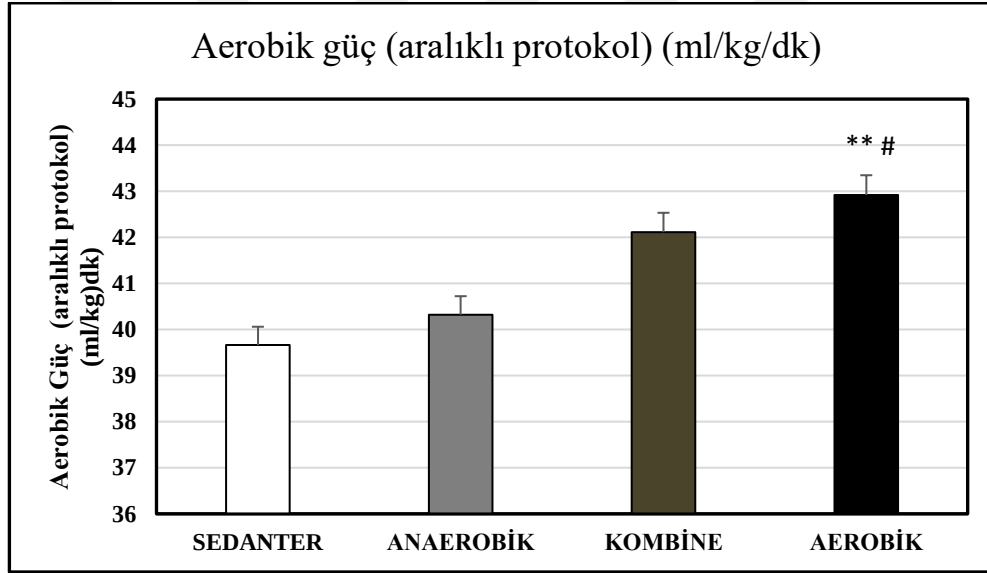
Şekil 4.4. Gruplara ait el kavrama kuvveti sonuçları (kg)



* $p<0.05$, Sedanter gruptan fark

Gruplara ait aralıklı yüklenme sonrası elde edilen aerobik güç değerleri Şekil 4.5’de sunuldu. Buna göre aerobik antrenman grubunda, sedanter gruba göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek aerobik güç (aralıklı protokol)(ml/kg/dk) değerleri ölçüldü ($p<0.01$) Aynı şekilde, aerobik antrenman grubunda, anaerobik antrenman grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek aerobik güç (aralıklı protokol)(ml/kg/dk) değerleri ölçüldü. Kombine antrenman grubuyla karşılaştırıldığında, diğer gruplarla aerobik güç (aralıklı protokol)(ml/kg/dk) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

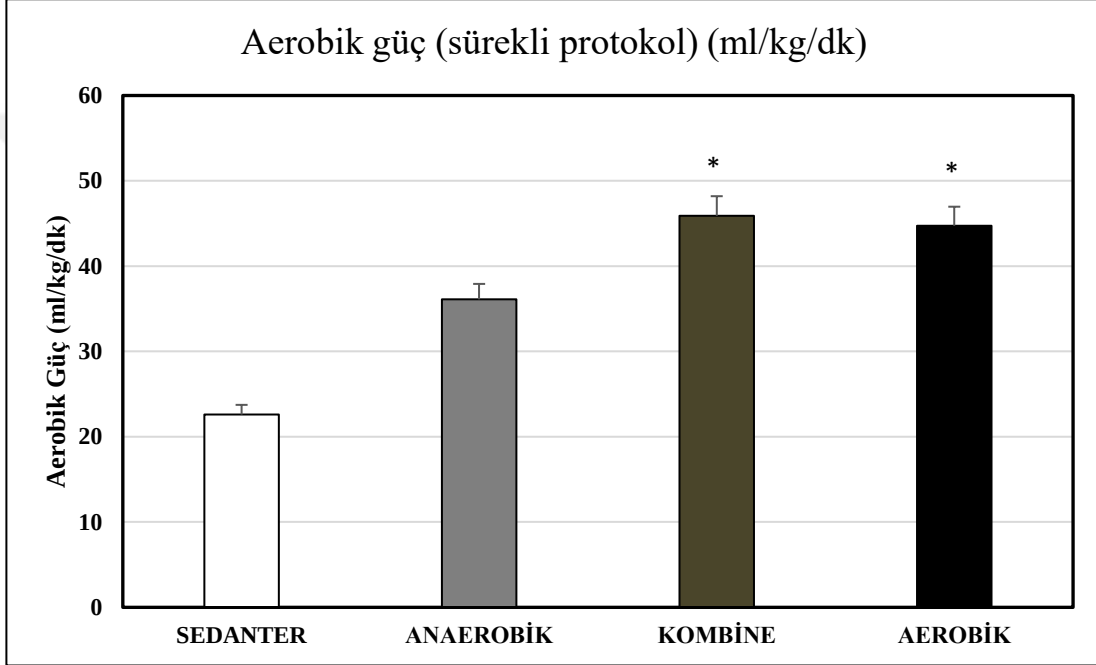
Şekil 4.5. Gruplara ait aralıklı yüklenme sonrası elde edilen aerobik güç değerleri (ml/kg/dk)



* $p<0.05$, ** $p<0.01$, Sedanter gruptan fark, # $p<0.05$, Anaerobik gruptan fark

Gruplara ait sürekli yüklenme sonrası elde edilen aerobik güç değerleri Şekil 4.6'da sunuldu. Buna göre sedanter grupla kombine antrenman grubu arasında ve sedanter grup ile aerobik antrenman grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$).

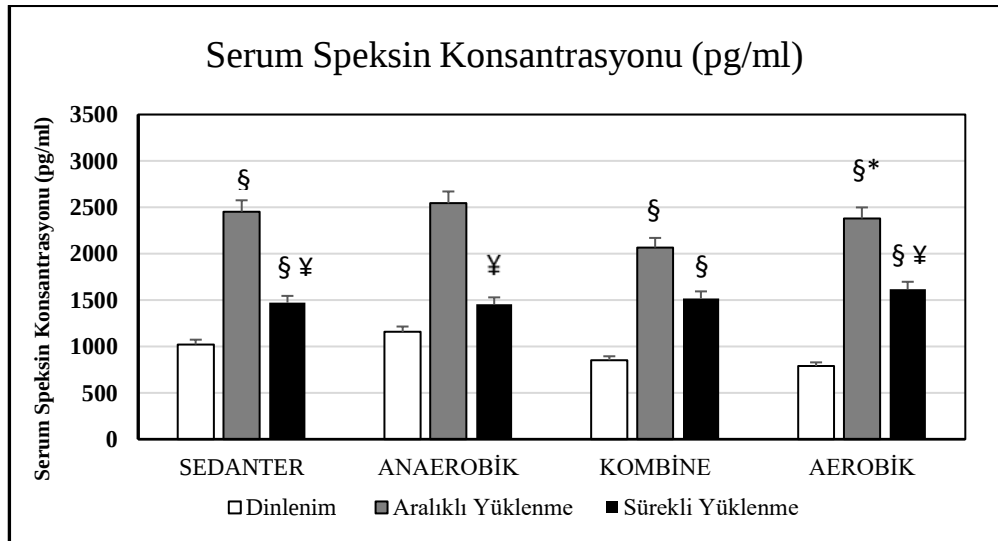
Şekil 4.6. Gruplara ait sürekli yüklenme sonrası elde edilen aerobik güç değerleri (ml/kg/dk)



* $p<0.05$, Sedanter gruptan fark

Grupların dinlenim, aralıklı ve sürekli yüklenme sonrası serum Speksin konsantrasyonundaki değişiklikler Şekil 4.7’de sunuldu. Buna sedanter ve antrenman gruplarının aralıklı yüklenme sonrası serum Speksin düzeylerinin dinlenim durumuna göre arttığı, sürekli yüklenme sonrası ise dinlenim düzeyine göre daha yüksek, ancak aralıklı yüklenmeye göre daha düşük serum Speksin konsantrasyonları görüldüğü saptandı. Sedanter grupta dinlenim durumu ve aralıklı yüklenme sonrası ölçülen serum speksin konsantrasyonunda istatistiksel olarak anlamlılık gözlemlendi. Ek olarak, yine sedanter grupta dinlenim durumu ile sürekli yüklenme sonrası ölçülen serum speksin konsantrasyon değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlılık saptandı ($p<0.05$). Kombine antrenman grubunda, dinlenim grubuyla aralıklı yüklenme arasında ($p=0.011$) ve dinlenim grubuyla sürekli yüklenme arasında ($p=0.023$) serum speksin konsantrasyonları arasında anlamlı farklılık saptandı. Aerobik antrenman grubunda ise, dinlenim durumu ile aralıklı yüklenme ($p<0.01$) ve sürekli yüklenme ($p=0.006$) arasında ve aynı zamanda aralıklı yüklenme ile sürekli yüklenme arasında ($p=0.002$) istatistiksel olarak anlamlılık saptandı ($p<0.05$).

Şekil 4.7. Gruplara ait dinlenim, aralıklı yüklenme ve sürekli yüklenme sonrası serum Speksin konsantrasyonu sonuçları (pg/ml)



* $p<0.01$, § $p<0.05$, dinlenim grubuyla fark, ¥ $p<0.05$, aralıklı yüklenme grubuyla fark,

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı spor disiplinine göre antrenman yapan sporcularda ve sedanter bireylerde sürekli ve aralıklı uygulanan yüklenme protokolünün, serum speksin konsantrasyonu üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlandı. Çalışma bulguları, sedanter ve sporcu bireylerde serum speksin düzeylerinin dinlenim ya da yüklenme sonrası benzer olduğunu, sürekli yüklenme sonrası yükseldiğini, ancak aralıklı yüklenme sonrası pik yaptığını açıkça ortaya koydu.

Bu çalışmaya dahil olan bireyler sedanter ve 3 farklı enerji sisteminin gereksinimleri doğrultusunda antrenmanlarını sürdüren sporculardan oluşturuldu. Buna göre sedanter bireyler herhangi bir spor branşında lisansı olmayan, düzenli bir fiziksel aktivite programına devam etmeyen bireylerden oluşurken, anaerobik antrenman grubu bireyler düzenli olarak voleybol antrenmanlarına katılan sporculardan, aerobik antrenman grubu bireyler düzenli olarak uzun mesafe atletizm branşıyla uğraşan sporculardan, kombine antrenman grubu bireyler ise düzenli olarak tenis antrenmanlarına katılan bireylerden oluşturuldu. Buna göre gruplara ait aerobik güç, anaerobik güç ve kas kuvveti bulguları, oluşturulan çalışma gruplarına ait fiziksel performans parametrelerinin, çalışmanın hipotetik modelini başarıyla yansıttığını ortaya koydu. Öte yandan tüm gruplara ait serum speksin konsantrasyonuna bakıldığında, hem sedanter, hem de antrenman gruplarında dinlenim durumunda serum speksin konsantrasyonu bakımından gruplar arasında istatistiksel fark bulunmadı. Bilindiği gibi Speksin, 2007 yılında keşfedilen 14 aminoasitli bir peptiddir ve çok sayıda fizyolojik sürece katıldığı bilinmektedir. Speksinin besin alımını, lipid emilimini ve vücut ağırlığını azaltma ve insülin direncini iyileştirme gibi etkileri olduğu gösterildi (Sun et al., 2023). Plazma Speksin konsantrasyonu ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmaların, özellikle obezite ve metabolik sendrom üzerine yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Al-Daghri vd. (2018), serum Speksin düzeyleri ile metabolik sendrom arasında zıt bir ilişki olduğunu ortaya koydu (Al-Daghri et al., 2018). Buna göre metabolik sendromu olan bireylerde serum Speksin düzeyinin olmayanlara göre daha düşük olduğu saptandı. Karaca vd. (2019), Tip 1 diyabetik hastalarda glukoz, lipid parametreleri ve BMI'den bağımsız olarak daha düşük speksin seviyeleri saptandığını gösterdiler (Karaca et al., 2018). Lin vd. (2018) ise dolaşımdaki Speksin konsantrasyonunun sağlıklı

kadınlarda yaşla azaldığını, hatta her 10 yılda serum Speksin konsantrasyonunun 13 pg/ml azaldığının hesaplandığını gösterdi. Aynı araştırmacılar, serum Speksin konsantrasyonu ile beden kütle indeksi (BKI), açlık glukoz konsantrasyonu ve plazma trigliserid konsantrasyonu arasında negatif korelasyon olduğunu ortaya koydu (Lin et al., 2018).

Bu çalışmada katılımcılara ait serum Speksin konsantrasyonlarının, literatür bulgularına göre oldukça yüksek olduğu saptandı. Bu bulgu, bu çalışmaya katılan sedanter ve sporcu bireylerin BKI değerlerinin benzer ve obeziteden oldukça uzak değerlerde oluşu ile açıklanabilir. Öte yandan bu çalışma gruplarında her bir gruptaki katılımcıların cinsiyet dağılımının ve yaş ortalamalarının benzer olmasına dikkat edildi. Tüm gruplar her 2 cinsiyetten sağlıklı genç-erişkin bireylerden oluşturuldu. Bu durumun, gruplar arasında dinlenme serum Speksin konsantrasyonu arasında fark gözlenmemesini açıklayıcı faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir.

Bugüne dek literatürde, sporcu bireylerde serum Speksin konsantrasyonunu gösteren bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle bu çalışmada sporcu bireylerde dinlenme durumunda sporcularda elde edilen serum Speksin konsantrasyonunu gösteren bulgular orijinaldir. Öte yandan akut egzersizin plazma Speksin konsantrasyonunu arttırdığını gösteren bir çalışmaya ulaşılmıştır. Türkel vd. (2024), 60 dakika boyunca koşubandı egzersizi uygulanan sıçanlarda plazma, soleus ve ekstensor digitorum longus kas dokusunda ve karaciğer dokularında Speksin konsantrasyonunun arttığını gösterdiler (Türkel et al., 2024). Leciejewska vd. (2021), Speksinin C2C12 kas hücresi kültüründe hücre proliferasyonu hücrelerin canlılığı ve farklılaşmasını düzenleyici etkisinin olduğunu, bu etkide galanın reseptörlerinin iki izoformunun/alt tipinin (GALR2 ve GALR3) yanı sıra ERK1/2'nin de rol oynadığını gösterdiler (Leciejewska et al., 2021). Öte yandan egzersizin kas hücresinde Speksin salınımını stimüle ettiğini, bunun da kas hücrelerinin hem metabolik özelliklerini, hem de proliferasyonunu arttırdığını gösterdiler.

İskelet kaslarında aerobik, anaerobik ve kombine antrenmanların farklı ATP üretme mekanizmalarını farklı yönde güçlendirdiği bilinmektedir. Ancak bu enerji sistemlerinde antrenmana bağlı olarak gözlenen farklılıkların, serum Speksin düzeylerinde farklılığa yol açıp açmadığı, bildiğimiz kadarıyla bugüne kadar test edilmedi. Bu çalışmada, bu olası farklılıkların serum Speksin seviyelerinde farklılığa yol açmadığı ortaya konuldu. Bu

bulgunun, Speksin salınımının temel uyarının kas hücresi içindeki biyokimyasal süreçler tarafından modüle edilmeyebileceğini gösterebileceği gibi, serum Speksin konsantrasyonunun, kas hücresindeki konsantrasyonu tam olarak yansıtmamış olmasından da kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir.

Egzersiz antrenmanının yüzme antrenmanı uygulanan yüksek yağlı diyetle bağlı obez hayvanlarda azalmış serum Speksin konsantrasyonunu arttırdığı gösterildi (Fang et al., 2022; Mohammadi et al., 2022). Mohammadi vd. (2022), diabetik erkeklere 12 hafta boyunca uygulanan aerobik ve direnç antrenman programının, serum Speksin konsantrasyonundaki azalmayı düzelttiğini ortaya koydu (Mohammadi et al., 2022). Ayaz vd. (2025), 65 yaş üzeri bireylere 12 hafta boyunca haftada bir gün, 50 dakika boyunca uygulanan aerobik ve direnç egzersizi seanslarının serum Speksin konsantrasyonunu arttırdığını gösterdiler (Ayaz et al., 2025). Ahsan vd. (2023), kilolu kadın katılımcılara 8 hafta boyunca uygulanan yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (YYAA) programının, orta yoğunluklu aerobik antrenman uygulanan gruba ve kontrol grubuna göre daha yüksek plazma Speksin düzeylerine yol açtığını gösterdi (Ahsan et al., 2023). Khoramipour vd (2025), YYAA'nın diabetik sıçanlarda glukoneogenezi, inflamasyonu, oksidatif stresi ve lipogenezi azaltırken lipolizi artırarak diyabetik karaciğere fayda sağladığını gösterdiler. Araştırmacılar, bu iyileşmelerin, karaciğerdeki SPX sinyalizasyonunun artmasıyla eş zamanlı olduğunu ve insülin direncini azalttığını ortaya koydular (Khoramipour et al., 2025).

Bu çalışmada, aralıklı ve sürekli uygulanan akut submaksimal yüklenmenin, serum Speksin düzeylerinde dinlenim durumuna göre artışa yol açtığı ortaya kondu. Bu artışın, aralıklı yüklenmeyi takiben yaklaşık 2 katın üstünde olduğu bariz olarak saptandı. Öte yandan sürekli protokolde dinlenim durumuna göre artmış, ancak aralıklı protokole göre daha düşük serum Speksin düzeyleri saptandı. Bu kalıbın hem sedanter, hem de sporcu gruplarda benzer olarak gözlenmesi şaşırtıcı olarak nitelendirildi.

Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları, sedanter ve farklı türde antrenman programları uygulayan sporcu bireylerde serum Speksin düzeylerinin dinlenimde benzer olduğunu,

sürekli yüklenme protokolünden sonra arttığını, aralıklı yüklenme sonrası ise pik yaptığını açıkça ortaya koydu.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonuçları şu şekilde özetlenebilir:

1. Çalışmada sporcu bireylerin aerobik güç, anaerobik güç ve el kavrama kuvveti değerlerinin sedanter bireylere göre daha yüksek olduğu saptandı.
2. Sedanter ve antrene gruplar arasında beden kompozisyonu parametreleri bakımından istatistiksel fark bulunmadı.
3. Sedanter ve sporcu bireylerin tümünde dinlenim serum Speksin konsantrasyonları benzer olarak saptandı.
4. Sürekli olarak uygulanan submaksimal yüklenme seum Speksin konsantrasyonun tüm katılımcılarda arttırırken, aralıklı uygulanan submaksimal yüklenmede serum Speksin düzeyleri pik yaptığı saptandı.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıklar barındırdığı söylenebilir. Öncelikle bu çalışmaya genç-erişkin sedanter ve sporcu bireyler dahil oldu. Çalışma, farklı yaş grubundan katılımcıların yer aldığı daha geniş kapsamlı sedanter ve sporcu popülasyonlarında tekrar edilmelidir. Ayrıca bu çalışmada cinsiyet etkisinin incelenmesi hedeflenmedi. Bu etkiyi otaya koyak üzere her iki cinsiyetten daha geniş katılımlı gruplarla çalışmalar planlanmalıdır. Bir başka konu, bu çalışma iskelet kasının enerji üretim sistemlerindeki olası farklılıklar dikkate alınarak tasarlandı ve katılımcılar buna göre seçildi. Her ne kadar katılımcıların fiziksel performans sonuçları bu tasarımın gücünü arttırsa da, gerçekten kas içi enerji sistemlerinin etkinliği bu çalışmada ölçülmedi. İleride yapılacak doğrudan kas biyopsisi gibi yöntemlerle bu konuda daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca serum Speksin düzeylerinde akut egzersize bağlı değişikliklerin altında yatan mekanizmaların ortaya konulması amacıyla ileride yapılacak daha kapsamlı çalışmalara gereksinim bulunmaktadır. Son olarak, serum Speksin düzeylerinin incelenmesi sıklet değişiminin, dolayısıyla beden kütle indeksinin ve vücut yağ oranının oldukça kritik olduğu güreş, taek-won-do ya da halter gibi bireysel sporcularda daha detaylı incelemeye muhtaç gibi görünmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahsan, A., Nazarali, P., Alizadeh, R., & Rezaeinezhad, N. (2023). High-Intensity Interval Training has a Greater Effect on Insulin Resistance Than Moderate-Intensity Aerobic Training by Increasing Spexin. In *Sport Physiology* (Vol. 15, Issue 57).
- Al-Daghri, N. M., Alenad, A., Al-Hazmi, H., Amer, O. E., Hussain, S. D., & Alokail, M. S. (2018). Spexin Levels Are Associated with Metabolic Syndrome Components. *Disease Markers*, 2018, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2018/1679690>
- Al-Daghri, N. M., Wani, K., Yakout, S. M., Al-Hazmi, H., Amer, O. E., Hussain, S. D., Sabico, S., Ansari, M. G. A., Al-Musharaf, S., Alenad, A. M., Alokail, M. S., & Clerici, M. (2019). Favorable Changes in Fasting Glucose in a 6-month Self-Monitored Lifestyle Modification Programme Inversely Affects Spexin Levels in Females with Prediabetes. *Scientific Reports*, 9(1), 9454. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46006-0>
- Ayaz, E. Y., Dincer, B., Cinbaz, G., Karacan, E., Benli, R. K., Mete, E., Bilgiç, H., & Mesci, B. (2025). The Effect of Exercise on Spexin and Follistatin in Elderly Individuals. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 16(1). <https://doi.org/10.1002/jcsm.13692>
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(1), 70–84. <https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012>
- Castillo-Armengol, J., Fajas, L., & Lopez-Mejia, I. C. (2019). *Inter-organ communication: a gatekeeper for metabolic health*. *EMBO Reports*, 20, e47903. <https://doi.org/10.15252/embr.201947903>
- Fang, P., Guo, W., Ju, M., Huang, Y., Zeng, H., Wang, Y., Yu, M., & Zhang, Z. (2022). Exercise training rescues adipose tissue spexin expression and secretion in diet-induced obese mice. *Physiology & Behavior*, 256, 113958. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113958>
- Fang, P., Ge, R., She, Y., Zhao, J., Yan, J., Yu, X., & Zhang, Z. (2022). Adipose tissue spexin in physical exercise and age-associated diseases. *Ageing Research Reviews*, 73, 101509. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101509>
- Hackney, A. C. (2020). Stress and the neuroendocrine system: The role of exercise as a stressor and modifier

- of stress. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism*, 15(6), 413–421. <https://doi.org/10.1080/17446651.2020.1807360>
- Karaca, A., Bakar-Ates, F., & Ersoz-Gulcelik, N. (2018). Decreased Spexin Levels in Patients with Type 1 and Type 2 Diabetes. *Medical Principles and Practice*, 27(6), 549–554. <https://doi.org/10.1159/000493482>
- Khadir, A., Kavalakatt, S., Madhu, D., Devarajan, S., Abubaker, J., Al-Mulla, F., & Tiss, A. (2020). Spexin as an indicator of beneficial effects of exercise in human obesity and diabetes. *Scientific Reports*, 10(1), 10635. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67624-z>
- Khoramipour, K., Hosseini, N. S., Hill, J. W., Khoramipour, K., Khoramipour, K., Izquierdo, S. M., Lista, S., & Saheli, M. (2025). High intensity interval training attenuate insulin resistance in diabetic rats accompanied by improvements in liver metabolism and spexin signaling. *Scientific Reports*, 15(1), 30682. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-15432-8>
- Leciejewska, N., Pruszyńska-Oszmałek, E., Mielnik, K., Głowacki, M., Lehmann, T. P., Sassek, M., Gawęda, B., Szczepankiewicz, D., Nowak, K. W., & Kołodziejski, P. A. (2021). Spexin Promotes the Proliferation and Differentiation of C2C12 Cells In Vitro—The Effect of Exercise on SPX and SPX Receptor Expression in Skeletal Muscle In Vivo. *Genes*, 13(1), 81. <https://doi.org/10.3390/genes13010081>
- Lin, C., Huang, T., Zhao, L., Zhong, L. L. D., Lam, W. C., Fan, B., & Bian, Z. (2018). Circulating Spexin Levels Negatively Correlate With Age, BMI, Fasting Glucose, and Triglycerides in Healthy Adult Women. *Journal of the Endocrine Society*, 2(5), 409–419. <https://doi.org/10.1210/js.2018-00020>
- Lv, S.-Y., Zhou, Y.-C., Zhang, X.-M., Chen, W.-D., & Wang, Y.-D. (2019). Emerging Roles of NPQ/Spexin in Physiology and Pathology. *Frontiers in Pharmacology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00457>
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Wolters Kluwer.
- Mirabeau, O., Perlas, E., Severini, C., Audero, E., Gascuel, O., Possenti, R., Birney, E., Rosenthal, N., & Gross, C. (2007). Identification of novel peptide hormones in the human proteome by hidden Markov model screening. *Genome Research*, 17(3), 320–327. <https://doi.org/10.1101/gr.5755407>

- Mohammadi, A., Bijeh, N., Moazzami, M., Kazem Khodaei, & Rahimi, N. (2022). Effect of Exercise Training on Spexin Level, Appetite, Lipid Accumulation Product, Visceral Adiposity Index, and Body Composition in Adults With Type 2 Diabetes. *Biological Research for Nursing*, 24(2), 152–162. <https://doi.org/10.1177/10998004211050596>
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Sonmez, K., Zaveri, N. T., Kerman, I. A., Burke, S., Neal, C. R., Xie, X., Watson, S. J., & Toll, L. (2009). Evolutionary sequence modeling for discovery of peptide hormones. *PLoS Computational Biology*, 5(1), e1000258. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000258>
- Sun, X., Yu, Z., Xu, Y., Pu, S., & Gao, X. (2023). The role of spexin in energy metabolism. *Peptides*, 164, 170991. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2023.170991>
- Turkel, I., Ozerklig, B., Yazgan, B., Ozenc, A. E., Kubat, G. B., Simsek, G., Atakan, M. M., & Kosar, S. N. (2024). Systemic and tissue-specific spexin response to acute treadmill exercise in rats. *Peptides*, 180, 171281. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2024.171281>
- Zahir, I. M., El-Sayed, N. M., & Abdel-Salam, R. M. (2022). Spexin and galanin in metabolic functions and metabolic diseases. *Frontiers in Endocrinology*, 13, 836029. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.836029>
- Zeng, B., Liu, J., Zhang, Y., Li, X., Chen, Y., & Wang, Z. (2024). Spexin ameliorates obesity-related metabolic disorders through adipose tissue browning. *Nutrition & Metabolism*, 21(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s12986-024-00790-3>
- Walewski, J. L., Ge, F., Lobdell, H., Levin, N., Schwartz, G. J., Vasselli, J. R., Pomp, A., Dakin, G., & Berk, P. D. (2014). Spexin is a novel human peptide that reduces adipocyte uptake of long chain fatty acids and causes weight loss in rodents with diet-induced obesity. *Obesity*, 22(7), 1643–1652. <https://doi.org/10.1002/oby.20725>
- Wang, S., Wang, B., & Chen, S. (2018). Spexin in the half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*): molecular cloning, expression profiles, and physiological effects. *Fish Physiology and Biochemistry*, 44(3), 829–839. <https://doi.org/10.1007/s10695-018-0472-6>

Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M. C., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. (2012).

Concurrent training: A meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2293–2307.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d>

Wong, M. K. H., Sze, K. H., Chen, T., Cho, C. K., Law, H. C. H., Chu, I. K., & Wong, A. O. L. (2013). Goldfish spexin: solution structure and novel function as a satiety factor in feeding control. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 305(3), E348-66. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00141.2013>



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Safiye Aycan	Uyruğu	T.C.
Soyadı	PAKSOY UÇAK	Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Kahramanmaraş Anadolu Öğretmen Lisesi	2015
Lisans	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	2019
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi Sporcu Sağlığı Anabilim Dalı	2024 Halen devam etmekteyim
Doktora		

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Fizyoterapist	Fizyolara Sağlıklı Yaşam Merkezi	8 ay
Fizyoterapist	Özel Gelişen Özgür Çocuk Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	19 ay

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	YÖKDİL	67,5

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)
Kadın Sporcularda Patlayıcı Kuvvete Bağlı Kas ve Tendon Yaralanmalarının Biyomekanik ve Elektrofizyolojik Yöntemlerle İncelenmesi	TÜBİTAK BİDEB BİÇABA Birimi	5 ay projede kaldım.

--	--	--

Burslar-Ödüller:TÜBİTAK BİÇABA programı kapsamında ‘Kadın sporcularda patlayıcı kuvvete bağlı kas tendon yaralanmalarının biyomekanik ve elektrofizyolojik yöntemlerle incelenmesi’adlı projede 5 ay burs aldım.

TÜBİTAK BİDEB 2210A Yurt İçi Genel Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında Haziran 2024 itibarı ile halen bursiyer olarak devam etmekteyim.

Yayınlar ve Bildiriler:

