



**Voleybolcularda Stroboskopik Gözlük ile Yapılan Egzersizlerin Sportif
Performansa Olan Etkisinin İncelenmesi**

*The Effects of Exercises Performed with Stroboscopic Glasses on Athletic Performance
in Volleyball Players*

Anıl Sertaç DOĞAN^{*1}, Neslihan DURUTÜRK¹, Nihan Özünü PEKYAVAŞ²

¹ Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilimdalı, Ankara, Türkiye.

² Serbest araştırmacı, Florida, ABD

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı voleybolcularda stroboskopik gözlük ile yapılan egzersizlerin sportif performansa olan etkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 18-35 yaşları arasında son 6 ay cerrahi operasyon geçirmemiş ve kronik sistemik hastalığı olmayan 40 profesyonel erkek voleybolcu dahil edildi. Sporcular stroboskopik gözlük grubu (20 kişi) ve kontrol grubu (20 kişi) olarak rasgele dağıtıldı. Stroboskopik gözlük grubundaki bireyler eğitimler sırasında gözlük kullanarak, kontrol grubundaki bireyler ise gözlük kullanımı olmadan spora özel planlanan aynı egzersiz eğitimini 6 hafta, haftada 3 gün, ortalama 30 dk olacak şekilde gerçekleştirdi. Bireylerin reaksiyon zamanı; Human Benchmark testi ile, çeviklik; T Çeviklik testi ile, anaerobik kapasitesi; Vertikal Sıçrama testi ile, denge; Flamingo Denge testi ile, koordinasyon; Hexagonal Koordinasyon testi ile eğitim öncesi, eğitiminden 6 hafta sonra ve 10. hafta olacak şekilde üç defa değerlendirildi.

Bulgular: İki grup arasında görsel reaksiyon zamanı değerlendirmesinde 6 hafta egzersiz eğitimi sonrası ($p \leq 0,001$) ve 10. hafta ($p \leq 0,001$), hedefe yönelik reaksiyon zamanı değerlendirmesinde 6 hafta sonrası ($p = 0,004$) ve 10. hafta ($p \leq 0,001$) ve denge değerlendirmesinde 6 hafta sonrası ($p = 0,045$) ve 10. hafta ($p = 0,002$) ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görüldü. İşitsel reaksiyon zamanı,

*Yazışma Adresi: Anıl Sertaç Doğan, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta adresi: sertacdogan1992@gmail.com

Gönderim Tarihi: 22 Haziran 2026. Kabul Tarihi: 29 Haziran 2026.

Yazar sırasına göre ORCID: 0000-0001-9147-2844; 0000-0003-4374-3130; 0000-0003-0603-5688

**Bu çalışma doktora tezinden çıkarılmıştır.

çeviklik, vertikal sıçrama ve koordinasyon performansında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görüldü ($p \geq 0,05$).

Sonuç: Çalışmanın sonuçları voleybolcularda stroboskopik gözlük ile yapılan egzersiz eğitiminin görsel reaksiyon zamanı, hedefe yönelik reaksiyon zamanı ve denge performansının geliştirilmesinde daha etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Voleybol, stroboskopik gözlük, görsel motor eğitim, reaksiyon zamanı, fizyoterapi ve rehabilitasyon.

Abstract:

Objective: The aim of this study was to examine the effects of exercises performed with stroboscopic glasses on athletic performance in volleyball players.

Materials and Methods: The study included 40 professional male volleyball players aged between 18-35 years who had not undergone surgery in the last 6 months and had no chronic systemic diseases. The athletes were randomly assigned to a stroboscopic glasses group (20 individuals) and a control group (20 individuals). Individuals in the stroboscopic glasses group performed sport-specific training exercise training with glasses, individuals in the control group performed same sport-specific training without glasses for 6 weeks, 3 days a week, for an average of 30 minutes. Individuals' reaction time was assessed using the Human Benchmark test, agility using the T Agility test, anaerobic capacity using the vertical jump test, balance using the Flamingo Balance test and coordination using the Hexagonal Coordination test three times: before training, 6 weeks after training and at week 10.

Results: Statistically significant differences were found between the two groups in visual reaction time assessment after 6 weeks of exercise training ($p \leq 0.001$) and 10 weeks ($p \leq 0.001$), in target reaction time assessment after 6 weeks ($p = 0.004$) and 10 weeks ($p \leq 0.001$), and in balance assessment after 6 weeks ($p = 0.045$) and 10 weeks ($p = 0.002$). No statistically significant differences were found between the two groups in auditory reaction time, agility, vertical jump, and coordination performance ($p \geq 0.05$).

Conclusion: The results of the study show that exercises performed with stroboscopic glasses may be a more effective method for improving visual reaction time, target reaction time, and balance performance in volleyball players.

Keywords: Volleyball, stroboscopic glasses, visual motor training, reaction time, physiotherapy and rehabilitation.

© 2026 Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi. Tüm Hakları Saklıdır.

1. Giriş

Voleybol, oyuncuların yüksek performans verimliliği istemektedir. Patlayıcı kuvvet ve hızın birlikte kullanılmasıyla, rakip takıma karşı üstün performans göstererek başarılı olmak esas amaçtır (Voelzke, Stutzig, Thorhauer ve Granacher, 2012). Voleybolda sportif performans parametrelerinden biri olan reaksiyon zamanı da üstün performans için önemlidir. Saha içinde rakibin yaptığı hamleleri görme ve topun oyunda kaldığı süre boyunca topu takip edip ona göre kendi hamlene karar verebilme gereklidir. Bu yüzden birden fazla hedefi takip etmede görsel-motor işleme yeteneği sporcuya avantaj sağlar (Piras, Lobietti ve Squatrito, 2014).

Çeviklik, aniden yön değiştirme ve hızlanma, yavaşlama ya da durma gibi hızdaki değişiklikleri ifade eder. Voleybolda topun aldığı hıza göre sporcu kendini gerekli ivmelenmeye hazırlamalıdır. Sportif performansın bir kriteri olan çeviklik voleyboldaki hücum ve savunma manevralarında sporcuya ciddi katkı sağlamaktadır (Wang, Qin ve Wei, 2024). Vertikal sıçrama da voleybolda performansı belirleyen bir parametredir. Oyuncunun sıçrama yüksekliğindeki artış smaç, blok ve servis gibi temel voleybol hareketlerinde performansın yükselmesini sağlar (Rodriguez-Ruiz vd., 2011).

Denge, vücudun ağırlık merkezini destek alanı içinde tutabilme yeteneği olarak tanımlanır. Voleybolda sıçramadan sonra yere inerken ve savunma anlamında topun karşılanabilmesi için denge kontrolü gerekir. Voleybol patlayıcı kuvvet gerektiren bir spor olduğu için hem sportif performans açısından hem de sakatlıklardan korunma bakımından voleybolda denge önemlidir (Wang, Qin, Zhang, ve Wang, 2025). Koordinasyon, insan vücudunda merkezi sinir sistemi ile kas iskelet sisteminin uyumlu bir şekilde çalışması sonucunda ortaya çıkan bir dizi hareketleri üretme yeteneği olarak tanımlanır. Voleybolda hücum ve savunma esnasında sporcunun zorluk yaşamaması için sporcunun koordinasyonun üst düzeyde olması performans anlamında önemlidir (Monfort-Torres, Garcia-Masso, Skypala, Blaschova ve Estevan, 2024).

Stroboskopik görsel antrenman, görsel-motor entegrasyona dayanan ve normal koşullarda daha iyi görsel performansa yol açan kesintili görsel uyarılarla yapılan bir yöntemdir (Wilkins ve Appelbaum,

2020). Çalışmalar, kısa süreli hafızada bilgileri işlemede (Appelbaum, Cain, Schroeder, Darling ve Mitroff, 2012), görsel-motor reaksiyon süresinde (Hülsdünker, Gunasekara ve Mierau, 2021), merkezi görme alanı hareket duyarlılığında ve tahmin etme yeteneğinde (Appelbaum, Schroeder, Cain ve Mitroff, 2011), el-göz koordinasyonunda (Ellison vd., 2020), yakalama performansında (Wilkins ve Gray, 2015) ve dinamik denge görevlerinde postüral stabiliteyi sağlama (Lee vd., 2022) performansında stroboskopik gözlüğün olumlu etkilerini bildirmiştir.

Literatürde son yıllarda yapılan sistematik inceleme çalışmaları incelendiğinde stroboskopik gözlüğün sportif performansta artışa neden olduğu ve stroboskopik görsel antrenmanın frontal göz alanları ve superior colliculus gibi önemli bölgeleri içeren fonksiyonel nöral plastisite nedeniyle, görsel-motor reaksiyon süresinin iyileşmesiyle de ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Dingirdan Gültekinler, Uzlaşır, Işıkdemir, Bayrakçı Tunay ve Wikstrom, 2025; Wang, Liu, Li, Wu ve Zhang, 2025).

Güncel literatür incelendiğinde voleybolda stroboskopik gözlüğün sportif performansa olan etkisini incelediği çalışma sayısı sınırlıdır. Literatürde stroboskopik gözlük ile yapılan çalışmalar incelendiğinde reaksiyon zamanı, çeviklik, vertikal sıçrama, denge ve koordinasyon performansının birlikte değerlendirildiği çalışma mevcut değildir. Mevcut çalışma literatürdeki bu eksikliği kapatıp diğer çalışmalara ışık tutacaktır.

2. Gereç ve Yöntem

Araştırmanın örnekleme

Bu araştırma randomize kontrollü deneysel bir çalışma olarak planlanmıştır. Çalışmaya TVF (Türkiye Voleybol Federasyonu) Erkekler 1. Lig'de mücadele eden Anadolu Voleybol takımından 18 – 35 yaş aralığında, lisanslı, sağlıklı ve gönüllü 40 profesyonel erkek voleybolcu dahil edilmiştir. Bireyler 6 hafta (3 gün/hafta) süren egzersiz programına katılan deney grubu (n = 20) ve kontrol grubu (n = 20) olarak ayrılmıştır. Bireylerin deney ve kontrol gruplarına dağılımı, bilgisayar ortamında (Excel rastgele sayı üretme fonksiyonu kullanılarak) basit randomizasyon yöntemi ile yapılmıştır. Örneklem büyüklüğü, G*Power 3.1 (Heinrich Heine Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Germany) programında %5 hata payı ve %95 güç ve 0,25 etki büyüklüğü ile 36 birey olacak şekilde belirlenmiştir (Zwierko, Jedziniak, Popowczak ve Rokita, 2023). Bireylerin çalışmaya devam etmeme olasılığı göz önünde bulundurularak %10 fazlası hesaplanmış ve toplam 40 birey alınmıştır.

Profesyonel voleybol oyuncusu olmak, son 6 ay içinde alt ve üst ekstremiteler ile ilgili ameliyat geçirmemiş olmak, son 6 ay içinde herhangi bir yaralanma öyküsü olmamak, kognitif fonksiyonunda problem olmamak ve herhangi bir kronik sistemik hastalığı olmayan bireyler çalışmaya alınmıştır. Çalışmaya katılım, randomizasyon ve takip süreci Şekil 1’de akış diyagramı olarak verilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce bireyler stroboskopik gözlük ve egzersiz protokolü hakkında bilgilendirilmiş ve çalışma öncesinde yazılı bilgilendirilmiş gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Araştırma için ilgili etik kuruldan (tarih: 03.12.2024 onay numarası: KA24/389) onay alınmıştır.

Araştırmanın DeneySEL Tasarımı

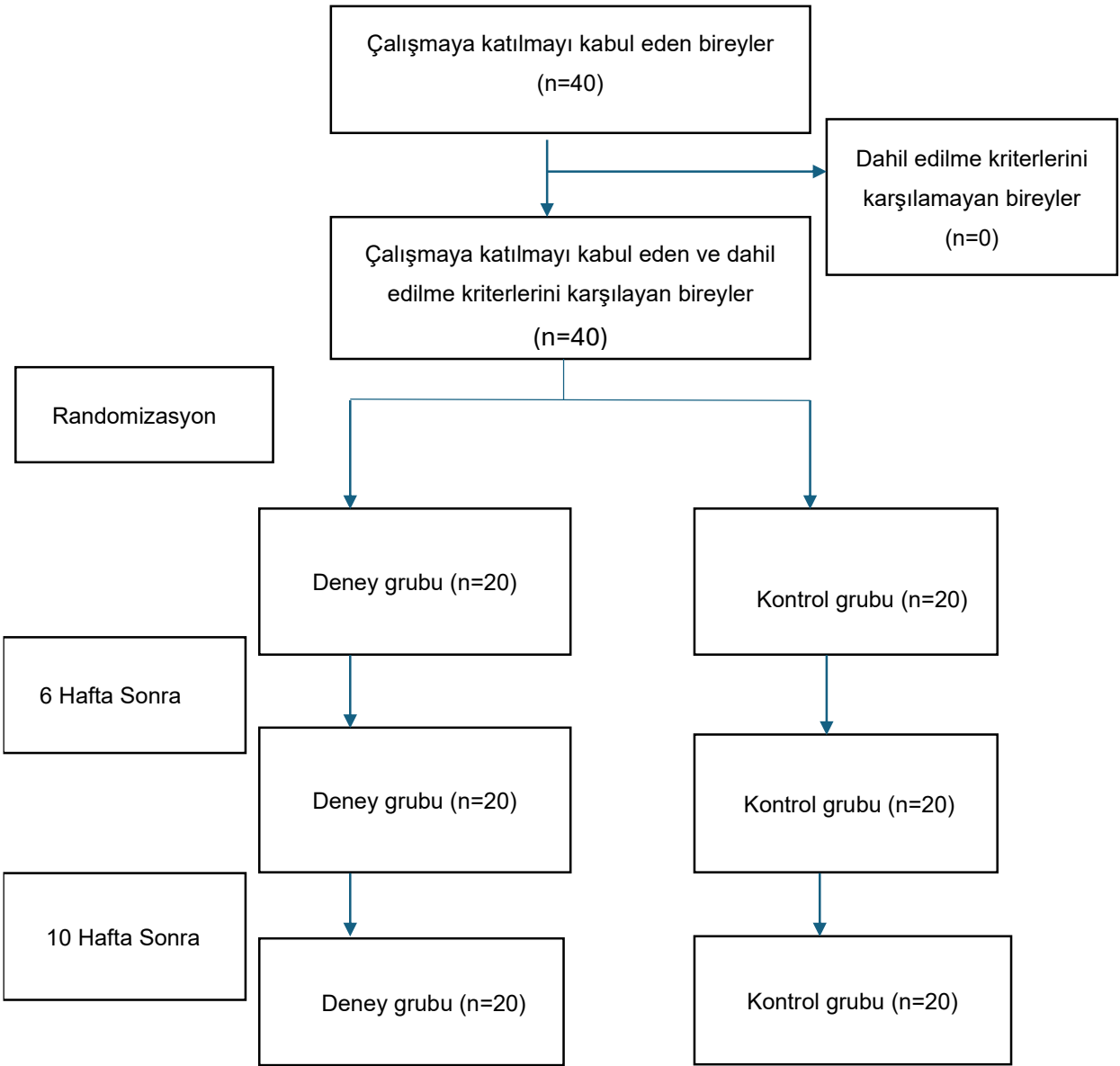
Çalışma tek kör randomize kontrollü bir çalışmadır. Araştırma süresince tüm bireyler toplam 30 dakika, haftada 3 gün, 6 hafta süren egzersiz programını yapmıştır. Egzersiz programını deney grubu stroboskopik gözlük ile kontrol grubu ise stroboskopik gözlük olmadan yapmıştır. Tüm bireyler 6 hafta boyunca rutin voleybol antrenmanlarına devam etmiştir.

Egzersiz protokolü stroboskopik gözlük konusunda eğitilmiş bir fizyoterapist tarafından uygulanmıştır. Literatürdeki çalışmaların metodolojisiyle tutarlı olduğu için 6 haftalık bir eğitim programı seçilmiştir (Zwierko vd., 2023). 6 haftalık egzersiz müdahalesi sırasında, egzersiz yoğunluğunda, gözlük frekansı, gözlük seviyesi veya egzersiz süresinde herhangi bir artış olmamıştır.

Bireylerin performans değerlendirmeleri iki gün sürmüştür. Reaksiyon süresi, çeviklik ve anaerobik güç değerlendirmeleri ilk gün, koordinasyon ve denge değerlendirmeleri ise ikinci gün yapıldı. Her bireyin değerlendirilmesi 30 dakika sürmüştür. Değerlendirmeler, eğitim programından önce ve 6 haftanın sonunda ve 10 hafta sonunda olmak üzere 3 kez yapılmıştır.

Kontrol Grubu

Kontrol grubundaki bireyler anterior-posterior, medial-lateral ve anteromedial-posterolateral yönlerde 10 sıçrama yapmıştır. Bu hareketi 3 set yapmıştır. Set aralarında 90 sn (saniye) dinlenmiştir. İkinci egzersiz tek ayak üzerinde 30- 60 sn aralığında gözler açık ve kapalı olarak durmuştur. Her iki bacak için 3 tekrar yapmıştır. Hareket aralarında 90 sn dinlenmiştir. Son egzersiz öne hamle (lunge) egzersizidir. Bu egzersizi her iki bacak için 12 tekrar 3 set yapmıştır. Set aralarında 90 sn dinlenmiştir.



Şekil 1. Araştırma akış diyagramı

Deney Grubu

Deney grubundaki bireyler stroboskopik gözlük kullanarak kontrol grubu ile aynı egzersizleri yapmıştır. Stroboskopik gözlük frekansı 4 Hertz (Hz) olacak şekilde 3. flaş seviyesi seçilmiştir. 100 milisaniye (ms) açık / 150 ms kapalı olarak gözlük frekansı ayarlanmıştır. Gözlük frekansı voleybolcuların devam eden

maçlarından dolayı sakatlığa neden olmayacak şekilde literatürle uyumlu ve güvenli bir aralıkta seçilmiştir (Ellison vd., 2020).

Egzersiz protokolü, voleybolcularda sıklıkla meydana gelen ayak bileği yaralanmalarını önlemek ve performans artışı sağlamak için literatüre uygun bir şekilde seçilmiştir (McKeon, Ingersoll, Kerrigan, Saliba, Bennet ve Hertel, 2008).

Veri Toplama Araçları

Sosyo-demografik özellikler: Katılımcıların yaş, boy, kilo, vücut kütle indeksi ve spor yaşına ilişkin veriler, araştırmacı tarafından hazırlanan standart bir bilgi formu aracılığıyla yüz yüze görüşme yöntemiyle kaydedilmiştir.

Reaksiyon Zamanı: Çalışmaya katılan bireylerin görsel, işitsel ve hedefe yönelik reaksiyon zaman değerlendirilmesi çevrimiçi tabanlı Human Benchmark testi ile yapılmıştır Görsel reaksiyon reaksiyon zamanı ms olarak ölçülmüştür. İşitsel reaksiyon zamanı Hz olarak ölçülmüştür. Hedefe yönelik reaksiyon zamanı ms olarak ölçülmüştür. Ölçümlerde ilk 5 ölçüm hazırlık olarak kabul edilip son 5 ölçümün ortalaması alınıp 10 ölçüm yapılmıştır. Puan ortalaması ne kadar düşükse bireyin reaksiyon zamanı o kadar hızlı ve iyi olarak kabul edilmiştir. Puan ortalaması ne kadar yüksekse bireyin reaksiyon zamanı o kadar yavaş ve kötü olarak kabul edilmiştir (Badau, Baydil ve Badau, 2018). Human Benchmark testi reaksiyon zamanı değerlendirmesinde geçerli ve güvenilir bir testtir (Schatz, Ibarra ve Leitner, 2015).

Çeviklik: Çalışmaya katılan bireylerin çeviklik performansı T çeviklik testi ile değerlendirilmiştir. Bir huninin 5 metre sağına ve soluna huniler yerleştirilmiştir. Ortadaki huninin 10 metre uzağına T şeklini alabilmesi için bir huni daha yerleştirilmiştir. Daha sonra sporcu T'nin başından itibaren koşuya başlayıp ortadaki huniye sağ eliyle dokunduktan sonra hemen sol taraftaki huniye yan yan koşup sol eliyle dokunup 10 metre uzağındaki huniye yan yan koşup sağ eliyle dokunduktan sonra tekrar ortadaki huniye koşup sol eli ile dokunması istenmiştir. Ortadaki huniden de geri geri 10 metre koşup başlangıç noktasına geri gelip testi tamamlamıştır. İki tekrar yapıp en iyi süre saniye cinsinden kaydedilmiştir (Sadaak, AbdElMageed ve Ibrahim, 2024). T çeviklik testi, çeviklik değerlendirmesinde geçerli ve güvenilir bir testtir (Munro ve Herrington, 2011).

Vertikal sıçrama: Çalışmaya katılan bireylerin anaerobik gücü vertikal sıçrama testi ile değerlendirilmiştir. Sporcu duvarda yan dönerek eliyle uzanabildiği mesafe işaretlendikten sonra sporcudan

sıçraması istenmiştir. Sıçrarken eliyle değdiği son nokta işaretlenmiştir. Son nokta ile ilk nokta arası mesafe santimetre (cm) cinsinden kaydedilmiştir. Test 3 tekrar yapıp bunun ortalaması alınmıştır (Durukan ve Göktepe, 2021).

Denge: Çalışmaya katılan bireylerin denge değerlendirmesi Flamingo denge testi ile yapılmıştır. Sporcudan 50 cm uzunluk, 5 cm yükseklik ve 3 cm genişlik ölçüsündeki tahta plakaya dominant ayağı ile çıkması istendikten sonra diğer ayağını dizinden büküp kalçasına doğru çekerek aynı taraftaki eli ile birlikte tutması istenmiştir. Test bireyin dominant ekstremitesi üzerinde uygulanmıştır. Tahta plaka üzerinde dengede durmaya çalışırken, 1 dakika içinde kaç defa düştüğü hesaplanmıştır. Bu süre içinde her düşme esnasında kronometre durdurularak tekrardan bireyin pozisyon alması istenmiştir. 3 tekrar yapıp düşme sayılarının ortalaması alınmıştır (Ramachandran vd., 2021). Flamingo denge testi, denge değerlendirmesinde geçerli ve güvenilir bir testtir (Tsigilis, Douda ve Tokmakidis, 2002).

Koordinasyon: Çalışmaya katılan bireylerin koordinasyon değerlendirmesi Hexagonal koordinasyon testi ile yapılmıştır. Her bir uzunluğu 60,5 cm olacak şekilde yere altıgen çizilmiştir. Altıgenin merkezinde bulunan sporcu birinci kenarın dışına sıçrayıp tekrar merkeze dönüp bu şekilde ayakları ve yüzleri atlayacağı kenara dönüp bütün kenarlara sıçradığında 1 tur, bunu 3 tur yaptığında ise testi tamamlamış sayılmıştır. İki tekrar yapıp ortalaması alınmıştır. Ölçümler sn olarak kaydedilmiştir (Sekulic, Spasic, Mirkov, Cavar ve Sattler, 2013). Hexagonal koordinasyon testi, koordinasyon değerlendirmesinde geçerli ve güvenilir bir testtir (Beekhuizen, Davis, Kolber ve Cheng. 2009).

Verilerin Analizi

Çalışmanın istatistiksel analizlerinde sosyal bilimler için hazırlanmış istatistik programı (SPSS) sürüm 20.0 kullanılmıştır (IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk, NY: IBM Corp.). Ölçümle belirtilen değişkenler ortalama± standart sapma ($\bar{X} \pm SS$) şeklinde verilmiştir. Verilerin normal dağılımı n değeri 50'den düşük olduğu için Shapiro- Wilk normallik testi ile test edilmiştir. Grupların ölçüm zamanlarına göre performans değerleri bağımsız örneklem t testi ile test edilmiştir. Performans değerleri grup içi karşılaştırılması bağımlı örneklem t testi ile test edilmiştir. Grup içi karşılaştırmalarda performans değişiminin düzeyini görmek için Cohen's d etki büyüklüğü kullanılmıştır. Etki büyüklükleri için 0,2: küçük düzey etki büyüklüğü, 0,5: orta düzey etki büyüklüğü, 0,8: büyük düzey etki büyüklüğü olarak önerilmiştir. İstatistiksel anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular

Dahil edilme kriterlerini karşılayan 40 birey çalışmaya dahil edilmiştir. 6 hafta süren çalışma boyunca çalışmadan ayrılan olmamıştır. Egzersiz öncesi, 6 hafta sonra ve 10 hafta sonra yapılan ölçümlere tüm bireyler katılım göstermiştir.

Deney ve kontrol grubundaki bireylerin yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi ve spor yaşı verileri Tablo 1.'de gösterilmiştir. Bu veriler arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p \geq 0,05$).

Tablo 1. Bireylerin Sosyo-demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması

	Deney Grubu (n = 20)	Kontrol Grubu (n = 20)	
	X $\pm$ SS (Min- Maks)	X $\pm$ SS (Min - Maks)	p
Yaş (yıl)	24,65 $\pm$ 4,49 (18 - 34)	25,55 $\pm$ 4,03 (18 - 34)	0,509
Boy (cm)	194 $\pm$ 0,88 (174 - 208)	192 $\pm$ 0,69 (171 - 200)	0,395
Kilo (kg)	90,65 $\pm$ 11,11 (67 - 119)	86,35 $\pm$ 7,90 (76 - 103)	0,166
Vücut kütle indeksi((kg/m²)	23,95 $\pm$ 2,12 (20,11 - 30,35)	23,37 $\pm$ 1,77 (20,51 - 26,30)	0,352
Spor yaşı (yıl)^t	11,70 $\pm$ 4,40 (4 - 22)	12,50 $\pm$ 3,94 (6 - 22)	0,548

P: İstatistiksel anlamlılık değeri, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum n: Sayı, cm: Santimetre, kg: Kilogram, kg/m²: Kilogram/metrekare.

Grupların sportif performans değerleri Tablo 2.'de gösterilmiştir. Görsel reaksiyon zamanı açısından gruplar arasında egzersizden 6 hafta sonra ($p \leq 0,001$) ve 10 hafta sonra ($p \leq 0,001$) anlamlı fark bulunmuştur. Hedefe yönelik reaksiyon zamanı açısından gruplar arasında egzersizden 6 hafta sonra ($p = 0,004$) ve 10 hafta sonra ($p \leq 0,001$) anlamlı fark bulunmuştur. Denge performansı yönünden gruplar arasında egzersizden 6 hafta sonra ($p = 0,045$) ve egzersizden 10 hafta sonra ($p = 0,002$) anlamlı fark bulunmuştur. İşitsel reaksiyon zamanı, çeviklik, vertikal sıçrama, denge ve koordinasyon performanslarında iki grup arası anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Sportif performansın grup içi değerleri Tablo 3.'de gösterilmiştir. Görsel reaksiyon zamanı açısından deney grubunda egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri ($p \leq 0,001$, $d=1,268$) ve egzersiz öncesi ve 10. hafta ölçümleri ($p \leq 0,001$, $d=1,527$) arasında büyük düzeyde anlamlı fark bulunmuştur. Kontrol grubunda ise görsel reaksiyon zamanı açısından yalnızca egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında küçük düzeyde anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,048$, $d=0,371$).

Tablo 2. Grupların sportif performanslarının karşılaştırılması

Değişkenler	Deney Grubu (n = 20) (X ± SS)	Kontrol Grubu (n = 20) (X ± SS)	p
Görsel reaksiyon zamanı T1 (ms)	372,20 ± 28,14	380,35 ± 22,89	0,321
Görsel reaksiyon zamanı T2 (ms)	336,25 ± 28,57	371,30 ± 25,86	≤ 0,001*
Görsel reaksiyon zamanı T3 (ms)	329,80 ± 27,40	375,60 ± 24,09	≤ 0,001*
İşitsel reaksiyon zamanı T1 (Hz)	17022,25 ± 281,42	17165,75 ± 389,64	0,190
İşitsel reaksiyon zamanı T2 (Hz)	17178,85 ± 269,95	17200,80 ± 453,74	0,853
İşitsel reaksiyon zamanı T3 (Hz)	17270,20 ± 227,58	17188,10 ± 377,93	0,410
Hedef reaksiyon zamanı T1 (ms)	673,75 ± 27,14	667,00 ± 40,91	0,542
Hedef reaksiyon zamanı T2 (ms)	634,05 ± 19,97	664,65 ± 39,23	0,004*
Hedef reaksiyon zamanı T3 (ms)	620,45 ± 22,77	670,00 ± 40,36	≤ 0,001*
Çeviklik T1 (sn)	13,01 ± 1,05	13,01 ± 0,75	≥ 0,999
Çeviklik T2 (sn)	12,66 ± 1,04	12,74 ± 0,69	0,790
Çeviklik T3 (sn)	12,60 ± 1,09	12,89 ± 0,79	0,330
Vertikal sıçrama T1 (cm)	51,35 ± 4,79	51,20 ± 4,35	0,918
Vertikal sıçrama T2 (cm)	54,40 ± 4,42	53,95 ± 3,95	0,736
Vertikal sıçrama T3 (cm)	54,00 ± 4,03	52,25 ± 4,48	0,202
Denge T1 (ds)	10,95 ± 1,61	11,45 ± 1,23	0,276
Denge T2 (ds)	8,70 ± 1,72	9,70 ± 1,30	0,045*
Denge T3 (ds)	8,90 ± 1,92	10,75 ± 1,62	0,002*
Koordinasyon T1 (sn)	13,43 ± 0,86	13,47 ± 0,91	0,908
Koordinasyon T2 (sn)	13,07 ± 0,92	13,29 ± 0,63	0,386
Koordinasyon T3 (sn)	13,05 ± 0,93	13,47 ± 0,75	0,121

P: İstatistiksel anlamlılık değeri, *: $p < 0,05$, X: Ortalama, SS: Standart sapma, n: Sayı, T1: 1. Ölçüm, T2: 2. Ölçüm, T3: 3. Ölçüm, ms: Milisaniye, Hz: Hertz, sn: Saniye, cm: Santimetre, ds: Düşme sayısı.

İşitsel reaksiyon zamanı açısından deney grubunda egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 0,568$) orta düzeyde anlamlı fark ve egzersiz öncesi ile 10. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 0,969$) ölçümleri arasında da büyük düzeyde anlamlı fark bulunmuştur. Kontrol grubunda anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 3. Sportif Performans Değerlerinin Grup İçi Karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Karşılaştırma	p	d
Görsel reaksiyon zamanı (ms)	Deney grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	1,268
		T2-T3	0,144	
		T1-T3	$\leq 0,001^*$	1,527
	Kontrol grubu (n = 20)	T1-T2	0,048*	0,371
		T2-T3	0,178	
		T1-T3	0,299	0,202
İşitsel reaksiyon zamanı (Hz)	Deney grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	0,568
		T2-T3	0,003*	
		T1-T3	$\leq 0,001^*$	0,969
	Kontrol grubu (n = 20)	T1-T2	0,536	0,083
		T2-T3	0,744	
		T1-T3	0,626	0,058
Hedef reaksiyon zamanı (ms)	Deney grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	1,666
		T2-T3	0,007*	
		T1-T3	$\leq 0,001^*$	2,128
	Kontrol grubu (n = 20)	T1-T2	0,662	0,059
		T2-T3	0,202	
		T1-T3	0,562	0,074
Çeviklik (sn)	Deney grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	0,338
		T2-T3	0,348	
		T1-T3	$\leq 0,001^*$	0,390
	Kontrol grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	0,384
		T2-T3	0,025*	
		T1-T3	0,055	0,156
Vertikal sıçrama (cm)	Deney grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	0,662
		T2-T3	0,460	
		T1-T3	$\leq 0,001^*$	0,599
	Kontrol grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	0,662
		T2-T3	0,011*	
		T1-T3	0,112	0,238
Denge (ds)	Deney grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	1,353
		T2-T3	0,494	
		T1-T3	$\leq 0,001^*$	1,160
	Kontrol grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	1,380
		T2-T3	0,014*	
		T1-T3	0,085	0,486
Koordinasyon (sn)	Deney grubu (n = 20)	T1-T2	$\leq 0,001^*$	0,406
		T2-T3	0,724	
		T1-T3	$\leq 0,001^*$	0,430
	Kontrol grubu (n = 20)	T1-T2	0,138	0,225
		T2-T3	0,067	
		T1-T3	0,979	0,005

P: İstatistiksel anlamlılık değeri, *: $p \leq 0,05$ d: Etki büyüklüğü, n: Sayı, T1: 1. Ölçüm, T2: 2. Ölçüm, T3: 3. Ölçüm, ms: Milisaniye, Hz: Hertz, sn: Saniye, cm: Santimetre, ds: Düşme sayısı.

Hedefe yönelik reaksiyon açısından deney grubunda egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 1,666$) ve egzersiz öncesi ile 10. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 2,128$) büyük düzeyde anlamlı fark bulunmuştur. Kontrol grubunda anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Çeviklik performansı açısından deney grubunda egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 0,338$) ve egzersiz öncesi ile 10. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 0,390$) küçük düzeyde

anlamli fark bulunmuştur. Kontrol grubunda ise çeviklik performansı açısından egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında istatistiksel olarak küçük düzeyde anlamli fark bulunmuştur ($p \leq 0,001$, $d = 0,384$).

Vertikal sıçrama performansı açısından deney grubunda egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 0,662$) ve egzersiz öncesi ile 10. hafta ölçümleri arasında orta düzeyde anlamli fark bulunmuştur ($p \leq 0,001$, $d = 0,599$). Kontrol grubunda ise vertikal sıçrama performansı açısından egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında orta düzeyde anlamli fark bulunmuştur ($p \leq 0,001$, $d = 0,662$). Buna karşın egzersiz öncesi ile 10. hafta ölçümleri arasında anlamli fark bulunmamıştır ($p = 0,112$).

Denge performansı açısından deney grubunda egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 1,353$) ve egzersiz öncesi ile 10. hafta ölçümleri arasında büyük düzeyde anlamli fark bulunmuştur ($p \leq 0,001$, $d = 1,160$). Kontrol grubunda ise denge performansı açısından egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında büyük düzeyde anlamli fark bulunmuştur ($p \leq 0,001$, $d = 1,380$).

Koordinasyon performansı açısından deney grubunda egzersiz öncesi ile 6. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 0,406$) ve egzersiz öncesi ile 10. hafta ölçümleri arasında ($p \leq 0,001$, $d = 0,430$) küçük düzeyde anlamli fark bulunmuştur. Kontrol grubunda fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

4. Tartışma

Bu çalışmada, stroboskopik gözlük ile yapılan egzersizlerin voleybolcularda reaksiyon zamanı, çeviklik, vertikal sıçrama, denge ve koordinasyon performansı üzerine olan etkileri incelenmiştir. 6 hafta boyunca stroboskopik gözlükle yapılan egzersizlerin görsel reaksiyon zamanı, hedefe yönelik reaksiyon zamanı ve denge performansı üzerine kontrol grubuna kıyasla anlamli etki gösterdiği bulunmuştur. 10 hafta sonra yapılan bir diğer ölçümde stroboskopik gözlük ile elde edilen bu etkilerin devam ettiği bulunmuştur.

Stroboskopik görsel eğitimin görsel reaksiyon zamanı ve hedefe yönelik reaksiyon zamanında performansı artırdığı bulunmuştur. Çalışmamızda reaksiyon süresi değerlendirmesinde Human Benchmark testi kullanılmıştır. Stroboskopik görsel eğitimin voleybolcularda görsel, görsel-motor performans ve reaktif çeviklik üzerine olan etkisini inceleyen bir çalışmada deney grubunda basit ve kompleks reaksiyon hızı ve reaktif çeviklik performansında anlamli gelişme bulunmuştur. (Zwierko vd., 2023). Çalışmanın sonuçları ile mevcut çalışmanın sonuçları tutarlılık göstermiştir. Bu sonuçlar nöral plastisite ve görsel-motor entegrasyonu ile açıklanabilir. Stroboskopik görsel antrenmanın, görsel girdiyi sınırlayarak mevcut görsel

bilgilerin daha verimli kullanımını teşvik etmesi sonucunda görsel-motor fonksiyonu iyileştirdiği düşünülebilir.

Çalışmamızda işitsel reaksiyon zamanı performansında iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Literatürde stroboskopik gözlüğün işitsel reaksiyon zamanı üzerine olan etkisini incelediği çalışma mevcut olmadığından karşılaştırma yapılmamıştır. Mevcut çalışma literatüre ışık tutması açısından öncülük etmiştir.

Çalışmamızda hedefe yönelik reaksiyon zamanı performansında iki grup arasında anlamlı fark bulunmuştur. Literatürde kil hedef atıcılarında stroboskopik görsel antrenmanın spora özgü görsel yetenekler üzerine olan etkisinin incelendiği bir çalışmada deney grubunda kontrast hassasiyeti derinlik algısı, çoklu nesne takibi ve hedefe yönelik reaksiyon zamanı performansında anlamlı gelişmeler bulunmuştur (Gao vd., 2024). Çalışmanın sonuçları ile mevcut çalışmanın sonuçları tutarlılık göstermiştir. Bu bulgular, stroboskopik görsel eğitimde aralıklı görsel uyaranların nöroplastisiteyi destekleyerek bilişsel performansı artırabileceğini ve bunun da fiziksel performans üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir. Bu gelişmeler stroboskopik görsel antrenmanın dinamik görme keskinliğini ve reaksiyon süresini iyileştirerek görsel-motor koordinasyonu ve tepki hızını artırdığını göstermektedir.

Çalışmamızda çeviklik performansında iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Çeviklik değerlendirmesi T çeviklik testi ile yapılmıştır. Literatürde futbolda stroboskopik gözlüğün reaktif çeviklik üzerine olan etkisinin incelendiği çalışmada yaş ortalaması deney grubunda reaktif çeviklik performansında anlamlı artış bulunmuştur (Zwierko vd., 2024). Çalışmanın sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları uyumlu değildir. Bu bulgular, stroboskopik görsel antrenmanın görsel dikkat ve tepki hızı gibi algısal-bilişsel işlevleri kolaylaştırdığını ve bu işlevlerin reaktif çeviklik gibi öngörülemeyen, uyaran odaklı ortamlarda performans artışını sağladığını göstermektedir.

Çalışmamızda vertikal sıçrama performansında iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Literatürde voleybolda stroboskopik gözlüğün derinlik sıçrama performansına olan etkisinin incelendiği çalışmada deney grubunda sıçrama yüksekliğinde azalma, yer temas zamanı ve dikey yer reaksiyon kuvveti gelişiminde artma bulunmuştur (Kroll, Preus, Ness, Dolny ve Louder, 2023). Çalışmamızın sonuçları ile uyumsuzluk göstermiştir. Voleybolda pliyometrik antrenmanlara stroboskopik görsel antrenmanın dahil

edilebileceği düşünülmüştür. Çalışmada elde edilen sonuçlar stroboskopik görsel antrenmanın algısal-motor entegrasyona olan etkisiyle açıklanabilir.

Çalışmamızda denge performansında iki grup arasında anlamlı fark bulunmuştur. Çalışmamızda denge, Flamingo denge testi ile değerlendirilmiştir. Literatürde stroboskopik görsel antrenmanın futbolda denge performansına olan etkisinin incelendiği çalışmada deney grubunda statik ve dinamik dengede kontrol grubuna kıyasla anlamlı gelişmeler bulunmuştur (Lu vd., 2025). Çalışmanın sonuçları ile mevcut çalışmanın sonuçları tutarlılık göstermiştir. Denge performansındaki bu gelişme, postüral stabilite için gerekli olan görsel girdinin görsel-motor entegrasyon ile işlenmesinden olduğu düşünülebilir.

Çalışmamızda koordinasyon performansında iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Çalışmamızda koordinasyon Hexagonal koordinasyon testi ile değerlendirilmiştir. Literatürde stroboskopik görsel antrenmanın el-göz koordinasyonu üzerine olan etkisi incelendiği çalışmada deney grubunda el-göz koordinasyonunda anlamlı gelişmeler bulunmuştur (Ellison vd., 2020). Çalışmanın sonuçları ile çalışmamızın sonuçları arasında uyumsuzluk bulunmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçların nöral plastisite ve görsel-motor entegrasyondan kaynaklandığı düşünülebilir.

Çalışmamızın limitasyonları ise çalışmaya dahil edilen bireylerin voleybolcu olmasından dolayı elde edilen sonuçların diğer spor disiplinleri için aynı sonuçlar vermemesidir. Diğer limitasyon ise, fiziksel performansın yaş faktöründen etkilenmesinden dolayı çalışmamızda yer alan 18 - 35 yaş aralığındaki bireylerden elde edilen sonuçların diğer yaş popülasyonları için aynı sonuçlar vermemesidir.

Stroboskopik görsel eğitimde elde edilen olumlu bulgulara rağmen, eğitim protokolleriyle ilgili çeşitli sınırlamalar mevcuttur. Örneğin, voleybol, badminton ve beyzbol gibi dar bir spor yelpazesini kapsayan ve reaktif çeviklik, denge, el-göz koordinasyonu, görsel-motor performans ve reaksiyon zamanı gibi belirli performans parametrelerini değerlendiren az sayıda çalışma bulunmaktadır. Spor türü, katılımcıların yaşı ve spor deneyimi, müdahale süresi, eğitim yoğunluğu, stroboskopik gözlük frekansı ve performans sonuç ölçütleri açısından uygulama protokollerinde önemli farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıklar, test protokollerinin farklı atletik popülasyonlar arasında uygulanmasını sınırlamaktadır. Gelecekteki araştırmalar, daha homojen, daha büyük örneklem boyutuna sahip ve daha geniş bir spor disiplini yelpazesini hedefleyerek, daha kapsamlı performans ölçütlerine odaklanarak ve stroboskopik görsel eğitim sonuçlarının

sürdürülebilirliğini belirlemek için uzun vadeli takip değerlendirmeleri yaparak bu eksiklikleri gidermeyi amaçlamalıdır.

5. Sonuç

Çalışmamızda stroboskopik görsel antrenmanın görsel reaksiyon zamanı, hedefe yönelik reaksiyon zamanı ve denge performansını geliştirdiği bulunmuştur. Sportif gelişimdeki faydalı etkilerinden dolayı rutin voleybol antrenmanlarına stroboskopik görsel antrenman dahil edilebilir.

Çalışmamızda performansların 3 farklı ölçüm zamanında değerlendirilmesi ve sportif performansın birçok parametresini değerlendirmesi çalışmamızın güçlü yanlarıdır. Voleybolda stroboskopik görsel antrenmanın sportif performansa olan etkisini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Literatürde stroboskopik görsel antrenmanın reaksiyon zamanı, çeviklik, vertikal sıçrama, denge ve koordinasyon performansına olan etkisini aynı çalışmada inceleyen başka bir çalışma olmamasından dolayı çalışmamız literatüre bu konuda ışık tutacaktır.

Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması yoktur.

Finansal Destek: Bu çalışma için finansal destek alınmamıştır. Çalışmamızı destekleyen kurum bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Appelbaum, L. G., Cain, M. S., Schroeder, J. E., Darling, E. F., ve Mitroff, S. R. (2012). Stroboscopic visual training improves information encoding in short-term memory. *Attention, Perception & Psychophysics*, 74(8), 1681–1691.
- Appelbaum, L. G., Schroeder, J. E., Cain, M. S., ve Mitroff, S. R. (2011). Improved visual cognition through stroboscopic training. *Frontiers in Psychology*, 2, 276.
- Badau, D., Baydil, B., ve Badau, A. (2018). Differences among three measures of reaction time based on hand laterality in individual sports. *Sports (Basel)*, 6, 45.
- Beekhuizen, K. S., Davis, M. D., Kolber, M. J., ve Cheng, M. S. S. (2009). Test-retest reliability and minimal detectable change of the hexagon agility test. *J Strength Cond Res*, 23, 2167-71.
- Dingirdan Gultekinler, B., Uzlasir, S., Işıkdemir, E., Bayrakçı Tunay, V., ve Wikstrom, E. A. (2025). The effects of stroboscopic vision training on physical performance in athletes: a systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 18(1), 78.

- Durukan, E., ve Göktepe, M. (2020). Kadın voleybolcularda dikey sıçrama performansına akut uygulanan farklı germe egzersizlerinin etkisi. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 22(4), 148-157.
- Ellison, P., Jones, C., Sparks, S. A., Murphy, P. N., Page, R. M., Carnegie, E., ve Marchant, D. C. (2020). The effect of stroboscopic visual training on eye-hand coordination. *Sport Sciences for Health*, 16(1), 1–10.
- Gao, D., Hu, B., Yuan, T., Guo, Q., Wei, P., Wu, Y., ve Chen, C. (2024). The impact of strobe visual training on the sports vision abilities of elite clay target shooters. *Mol Cell Biomech*, 21(4), 910.
- Hülsdünker, T., Gunasekara, N., & Mierau, A. (2021). Short-and long-term stroboscopic training effects on visuomotor performance in elite youth sports. Part 2: brain–behavior mechanisms. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(5), 973-985.
- Kroll, M., Preuss, J., Ness, B. M., Dolny, M., ve Louder, T. (2023). Effect of stroboscopic vision on depth jump performance in female NCAA Division I volleyball athletes. *Sports Biomech*, 22(8), 1016-1026.
- Lee, H., Han, S., Page, G., Bruening, D. A., Seeley, M. K., ve Hopkins, J. T. (2022). Effects of balance training with stroboscopic glasses on postural control in chronic ankle instability patients. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(3), 576–587.
- Lu, M., Zhai, Y., Peng, H., Cao, J., Yang, Y., ve Chen, L. (2025). Effects of balance training combined with stroboscopic visual training on balance ability in college-aged male soccer players. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 17(1), 207.
- McKeon, P. O., Ingersoll, C. D., Kerrigan, D. C., Saliba, E., Bennett, B. C., ve Hertel, J. (2008). Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(10), 1810-9.
- Monfort-Torres, G., García-Massó, X., Skýpala, J., Blaschová, D., ve Estevan, I. (2024). Coordination and coordination variability during single-leg drop jump landing in children. *Hum Mov Sci*, 96, 103251.
- Munro, A. G., ve Herrington, L. C. (2011). Between-session reliability of four hop tests and the agility t-test. *J Strength Cond Res*, 25, 1470-1477.

- Piras, A., Lobietti, R., ve Squatrito, S. (2014). Response time, visual search strategy, and anticipatory skills in volleyball players. *J Ophthalmol*, 2014, 189268.
- Ramachandran, A. K., Singh, U., Ramirez-Campillo, R., Clemente, F. M., Afonso, J., ve Granacher, U. (2021). Effects of plyometric jump training on balance performance in healthy participants: a systematic review with meta-analysis. *Front Physiol*, 20, 730945.
- Rodriguez-Ruiz, D., Quiroga, M., Miralles, J., Sarmiento, S., de Saá, Y., ve García-Manso, J. (2011). Study of the technical and tactical variables determining set win or loss in top-level European Men's Volleyball. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 7(1).
- Sadaak, M. M., AbdElMageed, S. F., ve Ibrahim, M. M. (2024). Effect of aquatic versus conventional physical therapy program on ankle sprain grade III in elite athletes: randomized controlled trial. *J Orthop Surg Res*, 19, 400.
- Schatz, P., Ybarra, V., ve Leitner, D. (2015). Validating the accuracy of reaction time assessment on computer-based tablet devices. assessment. *Assessment (Odesa, Fla.)*, 22, 405-410.
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., ve Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed and power on agility performance. *J Strength Cond Res*, 27, 802-811.
- Tsigilis, N., Douda, H., ve Tokmakidis, S. P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. *Percept Mot Skills*, 95(3), 1295-300.
- Voelzke, M., Stutzig, N., Thorhauer, H. A. ve Granacher, U. (2012). Promoting lower extremity strength in elite volleyball players: effects of two combined training methods. *J Sci Med Sport*, 15(5), 457–62.
- Wang, J., Qin, Z., ve Wei, Z. (2024). Power and velocity performance of swing movement in the adolescent male volleyball players -age and positional difference. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 16(1), 111.
- Wang, J., Qin, Z., Zhang, Q., ve Wang, J. (2025). Lower limb dynamic balance, strength, explosive power, agility, and injuries in volleyball players. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 20(1), 211.
- Wang, R., Liu, H., Li, S., Wu, Y., ve Zhang, Q. (2025). Effects of stroboscopic visual training on reaction time and decision-making ability in athletes: a systematic review and meta-analysis. *Front Psychol*. 16, 1697425.

- Wilkins, L., ve Appelbaum, L. G. (2020). An early review of stroboscopic visual training: insights, challenges and accomplishments to guide future studies. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 13(1), 65-80.
- Wilkins, L., ve Gray, R. (2015). Effects of stroboscopic visual training on visual attention, motion perception, and catching performance. *Perceptual and Motor Skills*, 121(1), 57–79.
- Zwierko, M., Jedziniak, W., Popowczak, M., ve Rokita, A. (2023). Effects of in-situ stroboscopic training on visual, visuomotor and reactive agility in youth volleyball players. *PeerJ*, 11, e15213.
- Zwierko, T., Tapia, V., Vera, J., Redondo, B., Morenas-Aguilar, M. D., ve García-Ramos, A. (2024). Enhancing reactive agility in soccer: the impact of stroboscopic eyewear during warm-up across fatigued and non-fatigued conditions. *Eur J Sport Sci*, 24(12), 1798–808.