



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TR, Balıkesir University, Institute of Health Sciences



**ELİT FUTBOLCULARA UYGULANAN
SEKİZ HAFTALIK NÖRO ATLETİK
EGZERSİZLERİNİN MOTORİK VE
BECERİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ POLAT ÇAKICI

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Bilim Alan Kodu: 130107



BALIKESİR

2024

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELİT FUTBOLCULARA UYGULANAN SEKİZ HAFTALIK NÖRO
ATLETİK EGZERSİZLERİNİN MOTORİK VE BECERİ PARAMETRELERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ POLAT ÇAKICI

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. NUMAN ALPAY

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ ÇAĞLAR SOYLU

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Bilim Alan Kodu: 130107

BALIKESİR

2024



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ KABUL VE ONAY

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde **Ali Polat ÇAKICI** tarafından yürütülmüş ve tamamlanmış olan

**“Elit Futbolculara Uygulanan Sekiz Haftalık Nöro Atletik Egzersizlerinin
Motorik Ve Beceri Parametreleri Üzerine Etkisi.”**

başlıklı tez çalışması,
Balıkesir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
ilgili maddeleri uyarınca aşağıdaki jüri tarafından
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 28/08/ 2024

TEZ SINAV JÜRİSİ

Doç. Dr. Recep Fatih KAYHAN
Marmara Üniversitesi
(Başkan)

Prof. Dr. Numan ALPAY
Balıkesir Üniversitesi
Üye (Danışman)

Doç. Dr. İbrahim ERDEMİR
Balıkesir Üniversitesi
Üye

Yukarıdaki Doktora/Yüksek Lisans Tezi,
sınav jüri üyeleri tarafından imzalanarak 03 /09/2024 tarihinde teslim
edilmiştir.

Prof. Dr. Şükrü Metin PANCARCI
Enstitü Müdürü

BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıpları kabullendiğimi beyan ederim.

13/08/2024

İmza

Ali Polat ÇAKICI

TEŐEKKÖRLER

Bu tezin hazırlık sürecinde bilgi ve tecrübeleriyle sürecin tamamında yanımda olan danışmanım Prof. Dr. Numan ALPAY'a içtenlikle teşekkür ederim. Akademik rehberliğiniz ve yönlendirmeleriniz bu çalışmanın şekillenmesinde büyük bir rol oynadı.

Nöro-atletik bilimler alanına adım atmamda yol gösterici olan ve bu süreçte benim daima yanımda olup ilham veren Dr. Öğr. Üyesi Çağlar SOYLU'ya da teşekkür ederim. Bilgi birikiminiz ve yönlendirmeleriniz, bu tezin temel taşlarından biri haline geldi.

Ayrıca, bana her zaman destek olan ve değerli görüşleriyle tezimin daha iyi bir noktaya gelmesine katkıda bulunan Doç. Dr. İbrahim ERDEMİR'e teşekkür etmek isterim. Dostluğunuz ve desteğiniz, bu akademik yolculuğumda bana güç verdi.

Ve son olarak, her zaman yanımda olan aileme, dostlarıma ve Sılanur ULUDAĞ'a teşekkür ederim. Bu süreçte gösterdiğiniz sabır ve anlayış, çalışmalarımı sürdürme gücümü artırdı. Her biriniz, bu tezin tamamlanmasında büyük bir rol oynadınız.

Her birinizin desteği olmasaydı, bu çalışma mümkün olmazdı. Hepinize derin teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	x
1.GİRİŞ	1
1.1.Araştırmanın Amacı	2
1.2.Araştırmanın Önemi	3
1.3.Araştırmanın Hipotezleri	3
1.4.Araştırmanın Sınırlılıkları	4
1.5.Araştırmanın Varsayımları	4
1.6.Tanımlar.....	5
2.GENEL BİLGİLER	7
2.1.Sinir Sisteminin Anatomisi ve Fizyolojisi.....	7
2.1.1.Nöronlar, Nörologia ve Nöral Yollar	10
2.2.Omurğa ve Omuriliğin Anatomisi ve Fizyolojisi	12
2.3.Beyin Anatomisi ve Fizyolojisi	14
2.3.1.Beyincik	15
2.3.2.Mezenkim	17
2.3.3.Terminal Beyin (Telesefalon)	19
2.4.Görsel Sistem (Vizüel Sistem).....	26
2.4.1.Görsel Gereksinimler Hiyerarşisi	32
2.4.1.1.Görme Keskinliği	32

2.4.1.2.Görme Alanı	33
2.4.1.3.Akomodasyon.....	34
2.4.1.4.Bakış Sabitleme ve Dikkat	35
2.4.1.5.Pürüzsüz Takipler	35
2.4.1.6.Sakkadlar	37
2.4.1.7.Binoküler Görme	38
2.4.1.8.Stereopsis	40
2.4.1.9.Vergence	41
2.4.1.10.Görsel Algı	42
2.5.Vestibüler Sistem.....	43
2.5.1.Semisirküler Kanallar.....	44
2.5.2.Vestibüler Refleksler	46
2.5.2.1.Vestibülo Oküler Refleks	46
2.5.2.2.Vestibülospinal Refleks	47
2.5.2.3.Vestibülokolik Refleks	48
2.5.3.Utrikulus ve Sakkulus	49
2.6.Proprioseptif Sistem	52
2.7.Nöro Atletik Eğitim.....	55
2.8.Nöro Atletik Antrenmanların Dayanağı Nedir?.....	56
2.9.Esneklik ve Nöro Atletik	59
2.10.Diz Kuvveti ve Nöro Atletik	60
2.11.Futbol.....	61
2.11.1.Futbolun Fizyolojisi ve Nöro Atletik.....	63
2.11.1.1.Aerobik Kapasite	63
2.11.1.2.Anaerobik Kapasite	63
2.11.1.3.Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Nöro Atletik ile İlişkisi	64

2.11.1.4.Motor Beceriler, Nöromüsküler Koordinasyon ve Nöro Atletik	65
2.11.1.5.Bilişsel Fonksiyonlar, Duyusal İşleme ve Nöro Atletik.....	66
2.11.1.6.Futbolda Teknik Beceriler ve Nöro Atletik	68
3.GEREÇ VE YÖNTEM	72
3.1.Araştırmanın Türü, Yeri ve Zamanı.....	72
3.2.Araştırmanın Evren ve Örneklemi	72
3.3.Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler	73
3.4. Veri Toplama Araçları ve Teknikleri	73
3.4.1.Kişisel Bilgi Formu	73
3.4.2.Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri	74
3.4.3.Sit and Reach Test	75
3.4.4.Diz Kuvvet Ölçümü	75
3.4.5.Mor – Christian Pas Testi	77
3.4.6.Mor – Christian Şut Testi	79
3.4.7.Uygulanan Nöro Atletik Egzersiz Programı.....	82
3.4.7.1.Egzersiz Programına Ait Genel Bilgiler.....	82
3.4.7.2.Isınma Prosedürleri	83
3.4.7.3.Egzersiz İstasyonları ve Prosedürleri	83
3.4.8.Nöro Training Set.....	91
3.4.8.1.Araştırmada Kullanılan Nöro Training Set Gereçleri	92
3.5.İstatistiksel Analiz	95
4.BULGULAR	96
5.TARTIŞMA.....	101
5.1.Nöro Atletik ve Pas Becerisi	102
5.2.Nöro Atletik ve Şut Becerisi.....	106

5.3.Nöro Atletik ve Esneklik	111
5.4.Nöro Atletik ve Diz Kuvveti	112
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	116
6.1.Sonuçlar.....	116
6.2.Öneriler.....	117
KAYNAKLAR.....	119
ÖZGEÇMİŞ	139
EKLER.....	140
EK-1. Etik Kurul Onay Formu	140
EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	141
EK-3. Kişisel Bilgi Formu	144
EK-4. Balıkesir Büyükşehir Belediye Spor Kulübü Onay ve İzin	145

ÖZET

ELİT FUTBOLCULARA UYGULANAN SEKİZ HAFTALIK NÖRO ATLETİK EGZERSİZLERİNİN MOTORİK VE BECERİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Bu çalışma, elit futbolcular üzerinde sekiz hafta boyunca uygulanan nöro-atletik antrenman programının motorik ve beceri performans üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır.

Çalışma, Balıkesir Büyükşehir Belediye Spor Kulübü'nde oynayan 18-22 yaş arasında gönüllü elit erkek (n=30) futbolcu üzerinde yürütülmüştür. Çalışma grubumuza, sekiz hafta boyunca "Nöro-atletik Antrenman Programı" uygulanmıştır. Katılımcılara "Kişisel Bilgi Formu", "Mor-Christian Pas Testi", "Mor-Christian Şut Testi", "Sit and Reach Testi" ve "İzokinetik Kas Kuvvet Testi" uygulanmıştır. Elde edilen veriler SPSS paket programında; Bağımlı Örneklem T Testi, Cohens'd kullanılarak analiz edilmiştir ve anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ kabul edilmiştir.

Çalışma bulgularına göre, Mor Christian Pas ve Mor Christian Şut Testleri'nin ön ve son test karşılaştırmaları sonucunda, futbolcuların her iki testte de anlamlı ölçüde ($p < 0,001$). daha yüksek skorlar elde ettiği görülmüştür ve her iki testte de büyük etki büyüklükleri saptanmıştır. Sit and Reach Testi sonuçlarında anlamlı bir iyileşme tespit edilmiştir. ($< 0,001$). Ayrıca, diz kuvveti ölçümlerinde $60^\circ/\text{sn}$ açısız hızda pik tork ekstansör ve fleksör, pik tork / vücut ağırlığı değerleri incelendiğinde kas gruplarında anlamlı artışlar kaydedilmiştir ($p < 0,001$). $60^\circ/\text{sn}$ açısız hızda pik tork ekstansör/hamstring değerinde yine anlamlı artış kaydedilmiştir. ($p < 0,001$)

Sonuç olarak $180^\circ/\text{sn}$ açısız hızda pik tork ekstansör ve fleksör, pik tork / vücut ağırlığı değerleri incelendiğinde kas gruplarında anlamlı artışlar kaydedilmiştir. ($p < 0,001$). Pik Tork Ekstansör / Fleksör (Nm) değişkeninde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. ($p > 0,05$). Nöro-atletik antrenmanların futbol performansını optimize etme potansiyelini doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antrenman, futbol, nöro atletik.

ABSTRACT

THE EFFECT OF EIGHT WEEKS OF NEURO-ATHLETIC EXERCISES ON MOTOR AND SKILL PARAMETERS IN ELITE FOOTBALL PLAYERS

This study aims to investigate the effects of a neuroathletic training programme on motoric and skill performance of elite football players for eight weeks.

The study was conducted on volunteer elite male (n=30) football players aged between 18-22 years playing in Balikesir Metropolitan Municipality Sports Club. "Neurathletic Training Programme" was applied to our study group for eight weeks. "Personal Information Form", "Mor-Christian Passing Test", "Mor-Christian Shooting Test", "Sit and Reach Test" and "Isokinetic Muscle Strength Test" were applied to the participants. The data obtained were analysed in SPSS package programme by using Dependent Samples T Test, Cohens'd and significance level was accepted as $p \leq 0,05$.

According to the findings of the study, as a result of the pre and post-test comparisons of the Mor Christian Pass and Mor Christian Shot Tests, it was observed that the footballers obtained significantly ($p < 0,001$). higher scores in both tests and large effect sizes were found in both tests. A significant improvement was found in the Sit and Reach Test results ($< 0,001$). In addition, significant increases were recorded in muscle groups when peak torque extensor and flexor, peak torque/body weight values were analysed at $60^\circ/\text{sec}$ angular velocity in knee strength measurements ($p < 0,001$). A significant increase was also recorded in the peak torque extensor/hamstring value at $60^\circ/\text{sec}$ angular velocity ($p < 0,001$).

As a result, significant increases were recorded in muscle groups when peak torque extensor and flexor, peak torque / body weight values were examined at $180^\circ/\text{sec}$ angular velocity ($p < 0,001$). No statistically significant difference was found in the peak torque extensor/flexor (Nm) variable ($p > 0,05$). It confirms the potential of neuro-athletic training to optimise football performance.

Keywords: *Neuro athletic, soccer, training.*

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

PNS	:	Periferik Sinir Sistemi
MSS	:	Merkezi Sinir Sistemi
VOR	:	Vestibülo Oküler Refleks
NAT	:	Neuro Athletic Training
RPE	:	Rating Of Perceived Exertion
HR	:	Heart Rate
Nm	:	Newton metre
cm	:	santimetre
T	:	Student's T Testi
Kg	:	Kilogram
SS	:	Standart Sapma
n	:	Olgu Sayısı
Nm/kg	:	Newton-metre bölü kilogram
Min.	:	Minimum
Maks.	:	Maksimum
sn.	:	Saniye
EG	:	Etki Genişliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1.Omurganın Bölümleri	12
Şekil 2.2.Omuriliğin Yapısı.....	13
Şekil 2.3.Rexed Lemina Katmanları	14
Şekil 2.4.Beynin Yapısı	19
Şekil 2.5.Hemisferin Bölümleri	20
Şekil 2.6.Brodmann Alanları.....	21
Şekil 2.7.Limbik Sistem.....	23
Şekil 2.8.Uyarının Modalitesine Göre Reseptörler	24
Şekil 2.9.Termoreseptör	25
Şekil 2.10.Göz Fiziyojisi.....	27
Şekil 2.11.Dorsal ve Ventral Akım.....	31
Şekil 2.12.Görme Alanı.....	33
Şekil 2.13.Akomodasyon İşlemi	34
Şekil 2.14.Pürüzsüz Göz Takip Çizgileri	36
Şekil 2.15.Göz Takip Hareketleri.....	37
Şekil 2.16.Binoküler Normal Görme ve Diplopi Görme	39
Şekil 2.17.3 Boyutlu Görme (Stereopsis)	40
Şekil 2.18.Vergence.....	42
Şekil 2.19.Vestibüler Sistem	44
Şekil 2.20.Semisirküler Kanallar	45
Şekil 2.21.Vestibülo Oküler Refleksin Çalışması	47
Şekil 2.22.Kulağın Anatomik Yapısı	50

Şekil 3.1.Tanita BC 418 Segmental Cihazı.....	74
Şekil 3.2.Boy Ölçer MS-200 Cihazı	74
Şekil 3.3.Sit and Reach Cihazı.....	75
Şekil 3.4.ISOMED 2000 İzokinetik Kas Kuvveti Cihazı	76
Şekil 3.5. Mor - Christian Pas Testi Protokol Hazırlanışı	77
Şekil 3.6.Mor – Christian Pas Testi Protokol Uygulaması.....	78
Şekil 3.7.Mor – Christian Pas Testi Şematik Görüntüsü.....	79
Şekil 3.8.Mor Christian Şut Testi Protokolünün Hazırlanması.....	80
Şekil 3.9.Mor Christian Şut Testi Protokolünü Uygulanması.....	80
Şekil 3.10.Mor Christian Şut Testi Şematik Görüntüsü.....	82
Şekil 3.11. Convergence-divergence training	83
Şekil 3.12.Rondo in The Middle with Pinhole Glasses	84
Şekil 3.13.Rondo in The Middle with Eye Patch.....	85
Şekil 3.14.Reaksiyon Pas İstasyonu.....	86
Şekil 3.15.Harf Sakkad İstasyonu	87
Şekil 3.16.Anti Sakkad İstasyonu	88
Şekil 3.17.Smart Optometry İstasyonu	89
Şekil 3.18.Brock String İstasyonu.....	90
Şekil 3.19.Yıldız Grafiği İstasyonu.....	91
Şekil 3.20.Yıldız Grafiği.....	92
Şekil 3.21.Göz Bandı	93
Şekil 3.22.Vision Stick.....	93
Şekil 3.23.Pinhole Gözlük	94
Şekil 3.24.Brock String.....	94
Şekil 3.25.Harf Kartları.....	95

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Tanımlayıcı Bilgiler	96
Tablo 4.2. Futbol Becerilerinin Ön Test – Son Test SkorlarınınKarşılaştırılması.	97
Tablo 4.3. Sit And Reach Testinin Ön Test – Son Test Karşılaştırılması.....	98
Tablo 4.4. 60°/Sn. Açısal Hızda Diz Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırılması...99	
Tablo4.5. 180 ⁰ /Sn. Açısal Hızda Diz Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırılması100	

1. GİRİŞ

Futbol, dünya çapında milyonlarca insanın ilgisini çeken, fiziksel, bilişsel ve motor beceri düzeyinin sportif performansa etkide bulunduğu kompleks bir spor branşıdır. Modern futbolun gereksinimleri sadece fiziksel değil, aynı zamanda zihinsel ve taktiksel yetenekleri de kapsar. Oyuncuların sahadaki başarısı, hız, kuvvet, dayanıklılık, çabukluk ve çeviklik gibi fiziksel özelliklerle birlikte, karar verme, problem çözme ve oyunu okuma gibi bilişsel yeteneklerinin birleşimiyle belirlenir (Thomas vd., 2008). Bu çok yönlü istemler, antrenman programlarının sürekli olarak evrilmesine ve yeni eğitim metodolojilerinin arayışına neden olmaktadır.

Günümüzde futbolcuların antrenmanları son derece profesyonel ve performanslarını artırabilecek her türlü ayrıntı dikkatle incelenir. En iyi futbolcular, antrenörleriyle birlikte rafine antrenman tekniklerini uygularken, fiziksel hazırlıkları, fizyoterapistler ve atletik performans koçları tarafından desteklenir (Bedoya vd., 2015). Futbolcular antrenman programlarını dikkatle seçilir ve modern teknoloji kullanılarak günlük fiziksel – fizyolojik ve bilişsel performanslarını analiz edebilirler. Bu bağlamda, antrenman yöntemlerinde yenilik yapmanın zor olduğu düşünülse de, nöroatletik eğitim gibi yeni yaklaşımlarla performansları bir adım öteye taşımak mümkündür (Can ve Bayrakdaroğlu, 2023).

Nöroatletik eğitim, görsel, vestibüler ve proprioseptif duyu sistemlerini kullanır. Bu sistemler, sinir lifleri aracılığıyla beyne iletilen bilgileri işler ve uygun bir yanıt oluşturularak vücuttaki uygun bölgelere geri gönderir. Nöroatletik eğitimle bu sistemler, daha verimli kullanılmak üzere eğitilir. Beyni eğiterek her oyuncuyu en iyi oyuncu haline getirmenin mümkün olmadığını kabul etsek de, performanslarını artırmanın yollarını araştırmak önemlidir (Lienhard, 2020).

Futbolun zihinsel ve fiziksel yönlerinin bu kadar iç içe geçtiği bir ortamda, nöroatletik eğitimin önemi giderek artmaktadır. Bu eğitim, sporcuların duyuşsal ve motor sistemlerinin daha iyi koordine olmasını sağlayarak, öğrenme süreçlerini hızlandırabilir ve performansı optimize edebilir. Ayrıca, yaralanma riskini azaltabilir ve sporcuların kariyer ömrünü uzatabilir.

Bu çalışmanın amacı, elit futbolcular üzerinde uygulanan sekiz haftalık nöroatletik antrenman programının hem bilişsel hem de motorik beceriler üzerindeki etkisini belirlemektir. Çalışma, nöroatletik egzersiz protokolünün, antrenman öncesi ve sonrası performansı kontrol grubu ile karşılaştırılarak değerlendirilecektir. Bu çalışma, futbolcular üzerinde ilk kez gerçekleştirilecek olup, nöroatletik antrenmanın önemini ve etkinliğini bilimsel olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırma, futbol performansı üzerindeki nöroatletik eğitimin etkilerini derinlemesine inceleyerek, bu alandaki bilgi birikimine önemli bir katkı sunmayı hedeflemektedir. Çalışmanın sonuçları, antrenman yöntemlerinin yeniden düzenlenmesine ve futbolcuların performansının artırılmasına yönelik yeni stratejilerin geliştirilmesine zemin hazırlayabilir.

1.1.Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, futbolcular üzerinde uygulanan sekiz haftalık nöroatletik antrenman programının hem bilişsel hem de motorik beceriler üzerinde etkisinin olup olmadığı, olduyşa ne düzeyde olduğunu belirlemek amaçlanmıştır.

1.2.Araştırmanın Önemi

Futbol, küresel ölçekte milyonlarca insanı etkileyen ve birçok disiplini bir araya getiren bir spor dalıdır. Oyuncuların fiziksel performansı kadar zihinsel yetenekleri ve karar verme süreçleri de oyunun sonucunu doğrudan etkileyebilmektedir. Günümüzde, futbol eğitimi ve antrenman metodolojileri sadece fiziksel kapasiteye odaklanmaktan ziyade, bilişsel yeteneklerin ve nörolojik adaptasyonların da sporcuların genel performansına katkıda bulunduğunu kabullenmektedir. Ancak bu konuya yeterli önem verilmemekte, zaman ayrılmamaktadır.

Bu tez, nöroatletik antrenmanın futbolcuların performansı üzerindeki etkilerini bilimsel bir temelle inceleyerek, antrenman yöntemlerine yenilik sağlayacaktır. Özellikle, nöroatletik antrenmanın kognitif yetenekleri nasıl etkilediği, bu yeteneklerin saha içi performansa nasıl yansıdığı gibi konular, futbol eğitimi ve antrenman biliminin yeni ufuklarını belirleyebilir. Ayrıca, bu çalışma, futbol antrenörlerine, fizyoterapistlere ve performans uzmanlarına, futbolcuların performansını maksimize etmek için kullanılabilecek yeni yöntemler ve stratejiler sunmaktadır. Tezin sonuçları, futbolcularda kognitif-motor performansın geliştirilmesi için etkili ve bilimsel temelli yaklaşımların nasıl uygulanabileceğine dair önemli bilgiler sağlayacaktır.

1.3.Araştırmanın Hipotezleri

Araştırmanın problem cümlesi şu şekildedir;

“Elit futbolculara uygulanan sekiz haftalık nöroatletik egzersizin motorik ve beceri parametreleri üzerine etkisi vardır”

Araştırmanın alt hipotezleri ise şu şekildedir;

H0: 8 haftalık nöroatletik egzersizlerin, elit futbolcuların esneklik yeteneği üzerine etkisi yoktur.

H1: 8 haftalık nöroatletik egzersizlerin, elit futbolcuların esneklik yeteneği üzerine etkisi vardır.

H0: 8 haftalık nöroatletik egzersizlerin, elit futbolcuların diz kuvveti üzerine etkisi yoktur.

H1: 8 haftalık nöroatletik egzersizlerin, elit futbolcuların diz kuvveti üzerine etkisi vardır.

H0: 8 haftalık nöroatletik egzersizlerin, elit futbolcuların pas yeteneği üzerine etkisi yoktur.

H1: 8 haftalık nöroatletik egzersizlerin, elit futbolcuların pas yeteneği üzerine etkisi vardır.

H0: 8 haftalık nöroatletik egzersizlerin, elit futbolcuların şut yeteneği üzerine etkisi yoktur.

H1: 8 haftalık nöroatletik egzersizlerin, elit futbolcuların şut yeteneği üzerine etkisi vardır.

1.4.Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma Türkiye Futbol Federasyonu Bölgesel Amatör Lig (BAL) ve U-19 liginde bulunan Balıkesir Büyükşehir Belediye Spor Kulübü'nde futbol oynayan erkek sporcular ile sınırlandırılmıştır.

1.5.Araştırmanın Varsayımları

- Araştırma kapsamında kullanılan Mor-Christian Pas Testi ve Mor-Christian Şut Testi gibi testlerin, sporcuların motor performans becerilerini ve futbol teknik becerilerini ölçmede yeterli olduğu varsayılmıştır.

- Araştırma kapsamında yer alan örnekleme grubunun, araştırmanın evrenini yeterince temsil ettiği kabul edilmiştir.

- Katılımcıların nöro-atletik antrenman programı dışında başka fiziksel etkinliklere katılmadığı veya günlük yorgunluklarının test sonuçlarını etkilemediği ngrlmştir.

- Araştırmaya katılan deneklerin, nöro-atletik antrenman programına düzenli olarak katılım sağladıkları ve verilen talimatlara uygun hareket ettikleri varsayılmıştır.

- Araştırma boyunca yapılan tüm test ve antrenman uygulamalarının standart ve kontrollü koşullar altında gerçekleştirildiği kabul edilmiştir. Toplanan verilerin, objektif ve güvenilir ölçüm araçlarıyla elde edildiği varsayılmıştır.

1.6.Tanımlar

Futbol: Futbol, oyuncuların 90 ila 120 dakika boyunca 10-12 km kadar koşarak fiziksel olarak yoğun çaba sarf ettiği bir dayanıklılık sporudur. Bu etkinlik, aerobik dayanıklılığı temel alır ve teknik yetenekler ile kuvvet ve çeviklik gibi fiziksel becerileri gerektirir (Tuncel, 2018).

Beceri: Belirli bir aktiviteyi veya görevi başarıyla gerçekleştirebilmek için gerekli olan motor beceriler, koordinasyon, kuvvet ve çeviklik gibi fiziksel kapasitelerin yanı sıra, teknik bilgi ve uygulama yeteneğini de kapsar. Bu tür beceriler, öğrenme ve pratik yoluyla geliştirilir ve spesifik görevlerde etkinlik ve verimliliği artırır (Uluç, 2023).

Motorik Yeti: Fiziksel hareketleri başarılı bir şekilde yürütebilme kapasitesi olarak tanımlanır. Bu, bireylerin belirli görevleri yerine getirirken gösterdikleri koordinasyon, kuvvet, çeviklik ve denge gibi fiziksel yeteneklerin gelişimini içerir (İri vd., 2009).

Nöro Atletik Antrenman: Nöro atletik antrenman, sinir sistemi tarafından yönetilen hareket kontrolü bileşenleri aracılığıyla biyomekanik olarak denetlenen ve geliştirilen atletik antrenmanları kapsar. Bu yaklaşım, vücudun orijinal uyaranları daha iyi işlemesine yardımcı olarak, spor ve günlük yaşamın hemen hemen tüm alanlarında performansı artırmayı amaçlar (Soylu ve Ünyıldırım, 2024).

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Sinir Sisteminin Anatomisi ve Fizyolojisi

Sinir sistemi, vücudun tüm fonksiyonlarını aktive eden karmaşık bir yapıdır. Bilgiyi işlemekle görevli milyarlarca hücreden oluşan bu sistem, organizmanın dış ve iç çevresindeki değişikliklere uyum sağlamasını sağlamak için davranışları etkileyen verileri işler (Frank vd., 2019). Bu bilgi, aksiyon potansiyelleri adı verilen ikili sinyaller aracılığıyla nöral devreler boyunca taşınır. Nöral devrelerin aktivitesi, sensorimotor reflekslerin, viseral düzenlemenin, duyguların ve daha yüksek nöral (bilişsel) aktivitelerin, yani düşünme ve hafızanın temelini oluşturur (Jennings ve Lecea, 2020).

Sinir sistemi, periferik sinir sistemi (PNS) ve merkezi sinir sistemi (MSS) olmak üzere iki ana bileşene ayrılır. Periferik sinir sistemi, gangliyonik çubuğun materyalinden ve MSS hücrelerinin vücut boyunca uzanan süreçlerinden gelişmiştir. Bu sistem, omurilik ve kafatası sinirleri ile bunların gangliyonlarından (vücudun somatik kısımlarını, özellikle de lokomotor sistemi beslemek için) ve otonom sinirler ile bunların gangliyonlarından (vücudun visseral kısımları, özellikle de sindirim, solunum ve genitoüriner sistem organları için) oluşur. Beyin ve omurilikten oluşan merkezi sinir sistemi ise gerçek sinir tüpünün malzemesinden meydana gelir (Alkan vd., 2022; Göl vd., 2019).

Periferik sinir sistemi, merkezi sinir sisteminden gelen sinyalleri vücudun geri kalanına ileterek motor ve duyuşal işlevlerin yerine getirilmesine yardımcı olur. Bu sistem, somatik sinirler (kas hareketlerini kontrol eden) ve otonom sinirler (organların işleyişini düzenleyen) olarak ikiye ayrılır. Otonom sinir sistemi ise sempatik ve

parasempatik olmak üzere iki alt bileşene ayrılır; sempatik sistem vücudun 'kaç veya savaş' yanıtını yönetirken, parasempatik sistem ise 'dinlen ve sindir' süreçlerini kontrol eder (Arslan, 2022).

Merkezi sinir sistemi, beynin ve omuriliğin koordinasyonunu sağlayarak tüm vücut fonksiyonlarını entegre eder. Beyin, düşünme, öğrenme, duygu ve hafıza gibi yüksek düzeyde bilişsel işlevlerden sorumludur. Omurilik ise beynin emirlerini vücudun çeşitli bölgelerine ileterek reflekslerin ve motor becerilerin gerçekleştirilmesini sağlar. Merkezi sinir sisteminin bu iki bileşeni, vücudun iç ve dış çevresine uyum sağlamak için sürekli olarak bilgi alışverişinde bulunur ve düzenlemeler yapar (Rokyta, 2016).

Sinir sistemi, vücudun tüm fonksiyonlarını kontrol eden karmaşık bir yapıdır ve temel olarak üç ana bileşenden oluşur (Rokyta, 2016):

Merkezi sinir sistemi (MSS), beyin ve omurilikten oluşur ve tüm vücut fonksiyonlarının merkezinde yer alır. Beyin, düşünme, öğrenme, duygu ve hafıza gibi yüksek düzeyde bilişsel işlevlerden sorumludur. Omurilik ise beynin emirlerini vücudun çeşitli bölgelerine ileterek reflekslerin ve motor becerilerin gerçekleştirilmesini sağlar (Gavendová, 2024).

Periferik sinir sistemi (PNS), merkezi sinir sistemini duyu organlarına ve iskelet kaslarına bağlayan duysal ve motor sinirlerden oluşur. Bu sistem, motor nöronlar aracılığıyla kas hareketlerini kontrol eder ve duysal nöronlar aracılığıyla çevresel bilgileri beyne iletir. PNS, somatik sinir sistemi ve otonom sinir sistemi olarak iki ana bileşene ayrılır (Gavendová, 2024).

Otonom sinir sistemi (ANS), iç organların duvarındaki nöron popülasyonlarından oluşur ve bu organların istemsiz işlevlerini düzenler. ANS, sempatik ve parasempatik sistem olmak üzere iki alt bileşene ayrılır. Sempatik sistem, vücudun 'kaç veya savaş' yanıtını yönetirken, parasempatik sistem ise 'dinlen ve sindir' süreçlerini kontrol eder (Gavendová, 2024).

Mikroskobik olarak, sinir sistemi iki temel hücre tipinden oluşur:

Nöronlar, elektrokimyasal sinyaller üreten ve ileten fonksiyonel birimlerdir. Nöronlar, sinir sisteminin iletişim ağını oluşturarak bilgiyi merkezi sinir sistemi ve periferik sinir sistemi arasında taşır. Nöronlar, dendritler aracılığıyla gelen sinyalleri alır, hücre gövdesinde işler ve aksonlar aracılığıyla bu sinyalleri diğer nöronlara veya efektör organlara iletir (Venkatesh, 2019).

Nöroglia (glial hücreler), sinir sisteminin destekleyici, metabolik ve koruyucu işlevlerini sağlayan hücrelerdir. Nöroglia, nöronların çevresinde bulunarak onları destekler, besler ve korur. Bu hücreler, sinir dokusunun homeostazını sağlar, sinir hücrelerinin onarımını destekler ve bağışıklık savunmasında rol oynar (Barres, 1991; Freeman, 2015; Sullivan, 2009).

Nöroatletik antrenmanlar, sinir sisteminin bu yapısal ve işlevsel özelliklerinden faydalanarak, sporcuların motor ve bilişsel yeteneklerini geliştirmeyi hedefler. Özellikle nöronlar arasındaki iletişimi ve sinaptik plastisiteyi artırarak, beyin plastisitesini teşvik eder (Gavendová, 2024). Bu süreç, tekrarlanan motor görevler ve duyuşsal uyarılar yoluyla sinir yollarının güçlendirilmesini sağlar, böylece sporcuların koordinasyon, hız ve reaksiyon süreleri iyileşmesi amaçlanabilir.

Sinir sistemi, merkezi ve periferik bileşenleriyle vücudun genel işlevselliğini sağlar ve nöroatletik antrenmanlar bu sistemin kapasitesini artırarak sporcuların performansını optimize eder. Nöroglia hücrelerinin destekleyici rolü, nöronların sağlıklı ve etkin bir şekilde çalışmasını sağlar, bu da genel sinir sistemi sağlığını ve işlevselliğini artırır (Rokyta, 2016). Bu yapı ve işleyişler, nöroatletik antrenmanların temelinde yer alarak, sporcuların fiziksel ve bilişsel performanslarının iyileştirilmesine katkıda bulunur.

2.1.1. Nöronlar, Nörologia ve Nöral Yollar

Sinir dokusunun temel bileşeni, temel özelliği uyarılabilirlik ve iletkenlik olan sinir hücreleri, yani nöronlardır. Sinir hücreleri, bir gövde (soma), dendritler ve aksonlar gibi uzantılar ve sinaptik uçlardan oluşur. Dendritler, nöronun gövdesine bilgi taşıyan kısa çıkıntılardır, akson ise nöronun gövdesinden bilgi taşıyan uzun bir çıkıntıdır. Aksonlar, miyelin kılıfla kaplı olabileceği gibi amiyelinli de olabilir. Nöronlar, birbirleriyle ve hedef organlarla iletişimi sinapslarda nörotransmitterler aracılığıyla gerçekleştirir (Pal vd., 2016).

Sinir dokusunda nöron ağları ve kan kılcal damarları arasındaki boşluklar, glial hücreler olarak bilinen destek hücreleri tarafından doldurulur. Bu hücreler arasında astrositler, oligodendrositler, Schwann hücreleri ve mikroglia bulunur. Glial hücreler, beslenme, modülasyon, destek, sinir lifi kılıflarının oluşumu ve çürüme ürünlerinin fagositozu gibi işlevleri yerine getirir (Kim, 2016; White vd., 1986).

Sinir dokusu, gri madde (substantia grisea) ve beyaz maddeden (substantia alba) oluşur. Gri madde nöronların gövdelerinden, beyaz madde ise uzantılarından oluşur. Terminal beyin ve beyincikte gri madde yüzeyde serebral ve serebellar korteks şeklinde, derinde ise küresel veya oval çekirdekler şeklinde depolanır. Omurilikte, beyaz madde yolları yüzeyde bulunurken, gri madde merkezi kanal (canalis centralis) etrafında derinlemesine depolanır (Bibar, 2024).

MSS daha uzak kısımları arasındaki bağlantılar, nöral yollar aracılığıyla sağlanır. Basit bir görünümde, bir yapının hücrelerinden çıkan ve başka bir yapının hücrelerindeki sinapslarla sonlanan aksonlar topluluğu olarak tanımlanabilir (Fawcett ve Asher, 1999). Bir sinir yolu, seyrinin bir bölümünde diğer yapılara dallar (kollateraller) verebilir (Browne vd., 2020).

Hudák vd. (2015)'ne göre sinir yolları, nöron sayısına göre tek nöronlu yollar ve çok nöronlu yollar olarak ikiye ayrılabilir. Sinir yolları, bağlantı yapılarına göre de ayrılabilirler bunlar:

- Birleşme yolları, bir yarımküredeki veya omuriliğin bir yarısı seviyesindeki yapıları birbirine bağlar.
- Komissural yollar, her iki hemisfer veya omuriliğin her iki yarısını birbirine bağlar.
- Projeksiyon yolları, merkezi sinir sisteminin farklı seviyelerini birbirine bağlar.

Sinir yolları, yayılma seyrine ve yönüne göre yollar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

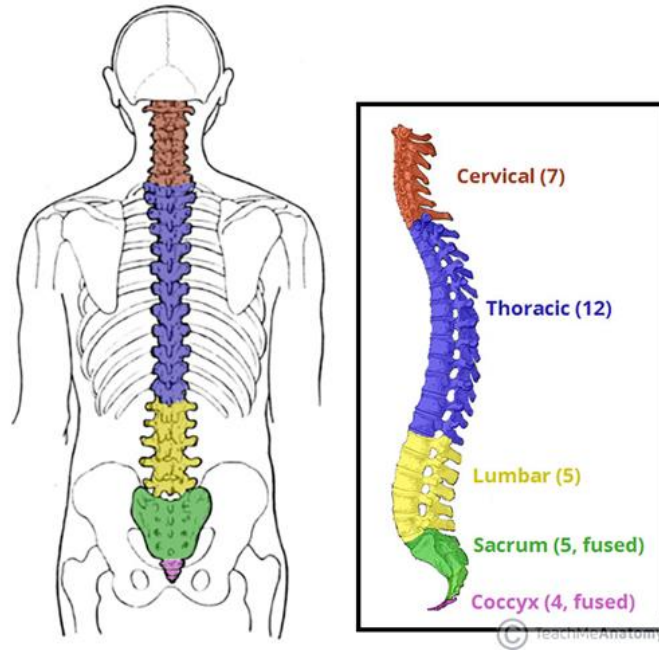
- Yükselen (ascending) yollar, alt seviyeyi daha yüksek seviyedeki merkezi sinir sistemi yapılarıyla bağlar.
- Azalan (descending) yollar, daha yüksek seviyeyi alt seviyedeki merkezi sinir sistemi yapılarıyla bağlar.
- Doğrudan yollar, iki yapıyı birbirine bağlayan gelişimsel küçük projeksiyon tek nöron yolları.
- Dolaylı yollar, gömülü bir anahtarlama çekirdeği/çekirdekleri ile iki yapıyı birbirine bağlayan projeksiyon çok nöronlu yollar.

Sinir yolları, lif tipine göre ise şöyle sınıflandırılabilir:

- Somatomotor yollar, iskelet kaslarının hareketini ve gerginliğini düzenler.
- Visseromotor yollar, düz kasların ve kalp kaslarının hareketini ve gerginliğini düzenler. (parasempatik, sempatik)
- Somatosensoriyel yollar, mekanoreseptörler, eksteroreseptörler, propioseptörler ve termoreseptörlerden duyum sağlar.
- Visserosensoriyel yollar, iç organlardan ve interoseptörlerden gelen duyuşal girdi sağlar.
- Duyusal yollar (özel hassasiyet), koku alma, tat alma, görme, işitme ve baş hareketlerinden bilgi getirir. (Hudák vd., 2015).

2.2.Omurga ve Omuriliğin Anatomisi ve Fizyolojisi

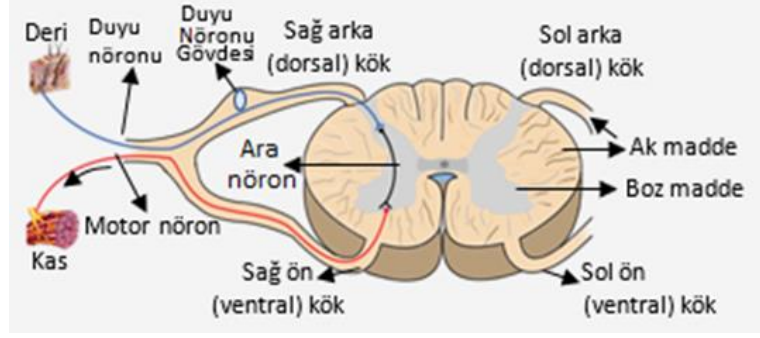
Omuriliğin anatomisi ve fizyolojisi, sinir sisteminin işleyişinde hayati bir rol oynar. Medulla spinalis olarak da bilinen omurilik, yaklaşık 40-50 cm uzunluğunda bir sinir dokusu şerididir ve omurganın omurları tarafından oluşturulan spinal kanal içinde yer alır. Omuriliğin üst ucu medulla oblongata'dan beyin sapına geçiş yapar ve bu noktada birinci servikal sinirin çıkışı ile sınırlandırılır. Omuriliğin alt ucu, erkeklerde L1-L2 omurlarına, kadınlarda ise L2 omuruna kadar uzanır ve ardından iplik gibi ince bir yapıya dönüşerek S2 omuruna ulaşır ve burada dura mater ve periost ile birleşir (Ghazi ve Gholami, 1997).



Şekil 2.1.Omurganın bölümleri.

(<https://hemsirelikyukseklisans.blogspot.com/2019/07/spinal-travmalar.html>)

Omurga, 7 servikal, 12 torasik, 5 lumbar, 5 sakral ve 4 koksiks segmentten oluşur. Omuriliğin yatay kesitinde gri madde kelebek şeklini andırır ve beyaz madde ile çevrilidir. Gri madde, nöron gövdelerinden oluşur ve ön ve arka boynuzlar, küçük yan boynuzlar ve ortadaki merkezi kanal (canalis centralis) gibi yapıları içerir. Beyaz madde ise nöronların yukarı ve aşağı doğru uzanan aksonlarından oluşur (Gavendová, 2024).

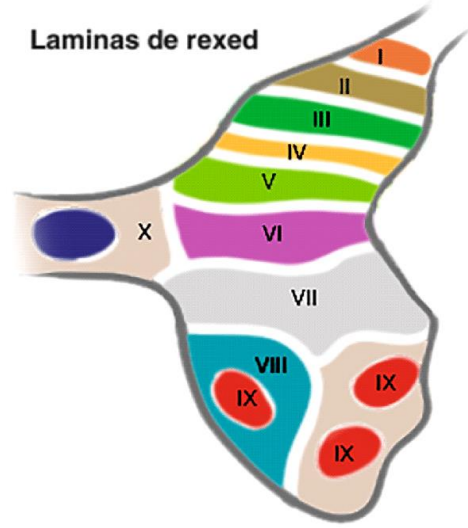


Şekil 2.2. Omuriliğin yapısı.

(<http://www.biyolojiportali.com/konu-anlatimi/9/16/Merkezi-Sinir-Sistemi-Sinir-Sistemi-3>)

Gri madde, çeşitli nöron türlerinden oluşur. Alfa-motonöronlar, aksonları ön spinal köklerden spinal sinire çıkar ve çizgili kaslara motor innervasyon sağlar. Gama-motonöronlar, alfa-motonöronlara benzer ancak daha küçüktürler ve kas iğinin intrafusalliflerini innerve ederler. Visceral motonöronlar, iç organlardan gelen bilgileri işleyen nöronlardır. Halat hücreleri (röle hücreleri), omuriliğin arka boynuzlarında bulunur ve bilgileri omurilik ve beyne iletir (Hudak vd., 2015).

Omurilik gri maddesi, işlevsel bir bölünmeye karşılık gelen on katmana (rexed lemina) ayrılmıştır. Bu katmanlar, duyu işlevleriyle ilişkilidir. Örneğin, I-VI bölgeleri duyu işlevleriyle ilgilendirirken, VII. bölgedeki lateral köşelerde otonomik işlevleri sağlayan nöron çekirdekleri bulunur. VIII-IX bölgelerindeki anterior köşelerde ise motor işlevlerle ilişkili motonöronlar yer alır (Yetkin vd., 2015).



Şekil 2.3. Rexed lemina katmanları.
(Soung,2020)

Spinal refleks devresi, beş temel bileşenden oluşur: reseptör, merkezci lifler, merkez (omurilikte motor hücre), santrifüj lifleri ve efektör (nöromusküler disk ve kas). Ana omurilik yolları, propriyoseptif, visseroceptive ve eksteroreceptive refleks yolları içerir. Bu yollar, kas tonusu, baş ve boyun hareketlerinin kontrolü ve duyuusal yönetim gibi çeşitli işlevlerde rol oynar (Adams vd., 2012).

Omurilik, motor yanıtların kontrol merkezi olarak, propriyoseptörler ve eksteroreseptörlerden gelen bilgilere dayanan refleksleri yönetir. Aynı zamanda otonom sinir sisteminin merkezlerinden biri olarak, iç organların işleyişini düzenler ve periferik reseptörlerle daha yüksek sinir merkezi arasındaki bağlantıları sağlar. Omurilik, vazomotor yanıtların ve kalp aktivitelerinin kontrolünde, sindirim ve idrar sistemi gibi işlevlerde kritik bir rol oynar (Bloch vd., 2006).

2.3.Beyin Anatomisi ve Fizyolojisi

Beyin, kafatası boşluğunda yer alarak dış etkenlerden korunur ve medulla oblongata, Varol köprüsü, orta beyin, beyincik, diencephalon ve arka beyinden oluşur. Bu yapılar embriyogenez sırasında nöral tüpten gelişmiştir ve işlevsel olarak birbirine

bağlıdır, bu da bilginin hızlı işlenmesini ve uygun tepkilerin verilmesini sağlar (Hagmann vd., 2008).

Beyin sapı (truncus cerebri), merkezi sinir sisteminin omurilik ve mezensefalon arasındaki kısmını temsil eder. Beynin ventral yüzeyi oksipital kemik üzerinde yer alır ve dorsal omuriliğin kranial uzantısını oluşturur. Beyin sapı, medulla oblongata, Varol köprüsü (pons Varoli) ve mezensefalon olmak üzere üç bölümden oluşur. Bu yapı, kranial sinir çekirdeklerini, yollarını ve retiküler formasyonu içerir (Smith ve DeMyer, 2003).

Medulla oblongata, dorsal omurilik ile Varol köprüsünü birbirine bağlar ve kalp aktivitesi, kan damarları, solunum ve sindirim gibi otonom fonksiyonların kontrolünde rol oynayan çekirdekler içerir. Varol köprüsü, medulla oblongata'ya bağlanır ve rostral olarak orta beyne geçiş yapar. Gri madde, kranial sinirlerin çekirdeklerini ve belirli çekirdekleri içerir, solunumun düzenlenmesinde rol oynar (Hao vd., 2013). Orta beyin (mezensefalon), Varol köprüsüne bağlanır ve rostral olarak diencephalon'a geçiş yapar. Orta beyin, motor kontrolle ilgilidir ve nucleus ruber, substantia nigra gibi önemli çekirdekler içerir (Martinat vd., 2006).

Retiküler formasyon, medulla oblongata, köprü, orta beyin ve talamus boyunca uzanan çok sayıda çekirdekten oluşur. Bu yapı, tüm duyuşsal yolların kollateralleri, limbik sistem, serebellum ve serebral korteksten gelen sinyalleri entegre eder. Retiküler formasyon, uyanıklığı ve kas tonusunu düzenlerken, solunum, kan basıncı, kalp fonksiyonu ve sindirim sistemi fonksiyonlarını da kontrol eder (Demir, 2015).

2.3.1. Beyincik

Beyincik, posterior kranial fossada bulunur ve beyin sapının dorsal tarafında üç serebellar pedinkül ile bağlantılıdır. Serebellum ile beyin sapı arasında IV. ventrikül

yer alır. Serebellumun üst yüzeyi, serebral hemisferlerin oksipital loblarının alt yüzeyi ile örtülüdür (Ergün ve Lakadamyalı, 2013).

Makroskopik olarak, beyincik ortada yer alan solucan (vermis cerebelli) ve eşleşmiş serebellar hemisferler (hemispheria cerebelli) ile tanımlanabilir (Mercantepe vd., 2018). Beyinciğin iç yapısı, derin transversal laminalara (folia cerebelli) katlanmış gri madde ile temsil edilen serebral korteks (cortex cerebelli), pedinküller içinde bulunan ve uzanan beyaz madde (substantia medullaris) ve merkezi çekirdeklerden (ncl. dentatus, ncl. fastigii, ncl. globosus, ncl. emboliformis) oluşur (Mercantepe vd., 2018). Beyincik, gelişimsel yönlere ve ana afferent bağlantıların bölgelerine göre üç loba ayrılır:

- Lobus flocculonodularis (vestibüler serebellum)
- Lobus anterior (spinal serebellum)
- Lobus posterior (pontocerebellum)

Vestibüler serebellum, dik duruşun korunması ve denge kontrolü için gereklidir. Retiküler formasyonun inen sistemini aktive ederek, motor korteks ve periferden gelen afferent bilgiyi omuriliğe iletir (Shin vd., 2011). Motor korteksten gelen serbest hareket planlarını mevcut hareket durumu ile karşılaştırır ve gerektiğinde motor yolların aktivitesine müdahale eder. Beyincik, hareketin yörüngesini, hızını ve yoğunluğunu tahmin ederek motor kontrolü sağlar (Massery vd., 2013).

Neoserebellum, serbest hareketlerin planlanması ve motor öğrenme sürecinde rol oynar. Serebral korteks ve bazal ganglionlarla iş birliği yaparak, hareketlerin koordinasyonunu ve motor hafızayı geliştirir. Beyinciğin aktiviteleri, motor alanlardan, statokinetik sensörlerden, proprioseptörlerden, eksteroseptörlerden ve işitsel ve görsel alanlardan gelen bilgilerin entegrasyonunu içerir. Bu işlevler, belirli bir yönde, uzunlukta ve sürede düzgün, uygun ve amaçlı hareketler üretmeyi sağlar (Gavendová, 2024).

Beyincik, motor becerilerin planlanması, yürütülmesi ve öğrenilmesinde merkezi bir rol oynar. Vestibüler serebellum, dik duruş ve denge kontrolünde; spinal

serebellum, omurilikten gelen bilgilerin işlenmesinde; neoserebellum ise serbest hareketlerin planlanması ve motor öğrenme süreçlerinde etkilidir. Bu entegrasyon, serebellumun motor kontrol, öğrenme ve hafıza işlevlerinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

2.3.2. Mezenkim

Diensefalon, üçüncü ventrikül çevresindeki çekirdek ve yollardan oluşan bir yapıdır ve beyin sapını arka beyne bağlar. Beyin sapının üst ucunda yer alan diensefalon, mezensefalon ile bağlantılıdır ve arka beynin gelişimi nedeniyle medulla tamamen arka beyin tarafından örtülüdür. Diensefalon, üçüncü ventrikülün etrafındaki çekirdekler ve yollarla karakterize edilir. Yan duvarları her iki talamusun medial yüzeyi ve tabanı hipotalamus tarafından oluşturulur (Ertem vd., 2010).

Mezensefalon, yan duvarları her iki talamusun medial yüzeyi ve tabanı hipotalamus tarafından oluşturulan üçüncü ventrikül çevresindeki çekirdekler ve yollardan oluşan bir yapıdır. Bu yapı, 6 ana kısma ayrılır

Epitalamus: Mezensefalonun dorsal kısmı olup, epifiz bezi ve nükleus habenulae'den oluşur. Epifiz bezi, melatonin üretir ve sirkadiyen ritimleri kontrol eder. Nuclei habenulae, limbik sistemde yer alır ve duygusal hislerin entegrasyonunda rol oynar (Gavendová, 2024).

Metathalamus: Talamus, işitsel yolların liflerini yönlendiren corpus geniculatum mediale ve görsel yolların liflerini yönlendiren corpus geniculatum laterale olmak üzere iki temel bölümden oluşur (Gavendová, 2024).

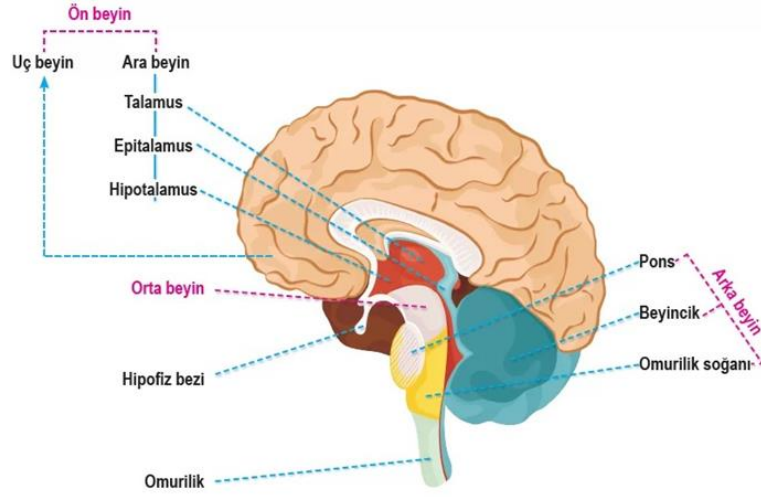
Subtalamus: Diensefalonun bazal kısmıdır ve nucleus subthalamicus aracılığıyla bazal ganglionların motor devrelerinde yer alır. Zona incerta'nın işlevi belirsizdir ancak retiküler formasyon devrelerinde yer alabilir (Gavendová, 2024).

Talamus opticus: Optik sinir, optik sinir kavşağı ve optik yoldan oluşur (Gavendová, 2024).

Talamus, serebral kortekse duyuşal bilgilerin aktarılmasında kilit bir rol üstlenir ve bu bölge, spesifik duyuşal çekirdekler, motor çekirdekler, çağrışimsal çekirdekler ve spesifik olmayan çekirdekler olmak üzere dört temel çekirdek grubuna ayrılmıştır (Waxman, 2021).

Hipotalamus: Üçüncü ventrikülün ön duvarını ve tabanını oluşturur ve hormon salgısı, vücut sıcaklığı kontrolü, açlık ve susuzluk gibi hayati işlevleri düzenler. Hipotalamus, limbik sistem, frontal korteks, hipokampus, amigdala ve görsel yol ile bağlantılıdır. Ayrıca medulla oblongata ve omurilik ile doğrudan veya dolaylı olarak bağlanır (Waxman, 2021).

Talamus, duyuşal bilgilerin kortekse iletilmesinde kritik bir rol oynar ve uyanıklık durumunu etkileyerek otonom reaksiyonlara katılır. Hipotalamus ise açlık, susuzluk, cinsel işlevler, hormon salgısı ve termoregülasyon gibi çeşitli işlevlerde yer alır ve limbik sistemin bir parçası olarak duyuşal durumlara katılım sağlar (Waxman, 2021).



Şekil 2.4. Beynin yapısı.

(<https://bilscience.com/mukemmel-makine-beyin/>)

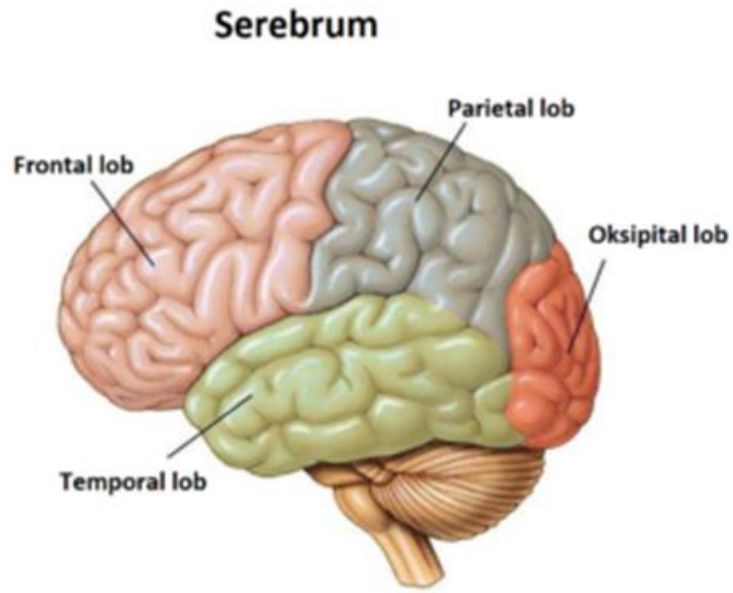
2.3.3. Terminal Beyin (Telensefalon)

Telensefalon, merkezi sinir sisteminin en genç ve en rostral bölümüdür. Hem hacim hem de nöron sayısı bakımından en büyük bölümü oluşturur. Telensefalon, longitudinal fissür (fisura longitudinalis cerebri) ile ayrılan sağ ve sol hemisferlerden oluşur. Bu hemisferler, büyük bir lif demeti olan korpus kallozum (corpus callosum) ile birbirine bağlanır (Naňka ve Elišková, 2009). Her bir hemisferde, beyin omurilik sıvısı ile dolu bir lateral ventrikül (ventriculus lateralis) bulunur. Bu sıvı, koroid pleksuslarında (plexus choroideus) üretilir (Hajek, 2016).

Telensefalonun dış katmanı serebral korteks (cortex cerebri) olarak adlandırılır ve nöron gövdelerini içerir. İç katman ise hemisferlerin beyaz maddesinden (corpus medullare telencephali) oluşur ve nöronların miyelinli süreçlerini içerir. Serebral korteks, oluklar (sulci) ve kıvrımlarla (gyri) kaplıdır ve daha derin oluklar, loblara (lobes cerebri) ayırır (Hudák vd., 2015).

Kurniawan (2006)'ya göre hemisferler, büyük oluklarla ayrılan farklı loblara ayrılır:

- Frontal lob (lobus frontalis): Sulcus centralis'in önünde yer alır.
- Parietal lob (lobus parietalis): Sulcus centralis ve sulcus parieto-occipitalis arasında yer alır.
- Oksipital lob (lobus occipitalis): Sulcus parieto-occipitalis'in arkasında bulunur.
- Temporal lob (lobus temporalis): Fissura lateralis cerebri ile diğerlerinden ayrılır.
- İnsula (lobus insularis): Fissura lateralis cerebri'nin derinliğinde bulunur.
- Limbik lob (lobus limbicus): Hemisferin medial duvarında, korpus kallozum etrafında temporal kutbun medial yüzeyine kadar uzanır.



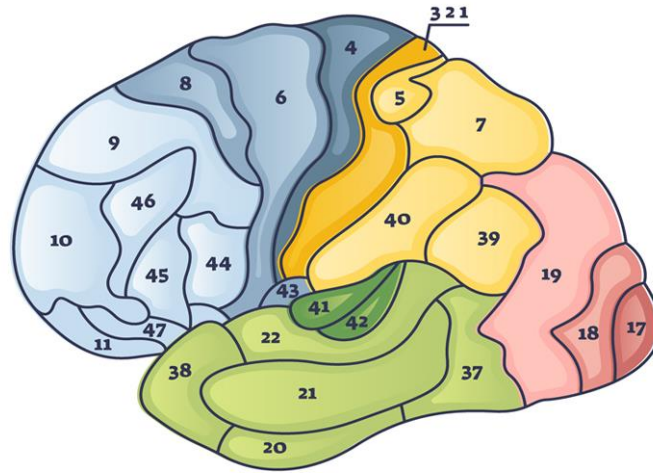
Şekil 2.5. Hemisferin bölümleri.

(<https://doktorfizik.com/sinir-sistemi/norobilim/beyin-anatomisi/>)

Serebral korteks, enine kesitte 3 ila 6 nöron katmanı içerir ve bu katmanların sayısı, serebral korteksin filogenetik yaşına bağlıdır. Paleokorteks, arkikorteks ve neokorteks olarak adlandırılan bu bölümler, sırasıyla limbik korteksin ana kısmını, en eski ve en genç kısımlarını temsil eder (Rakić, 2009).

Fonksiyonel kortikal alanlar, fizyolojik çalışmalara dayalı olarak belirli işlevler için atanmış alanlardır. Birincil alanlar temel bilgileri alırken, ikincil ve üçüncül çağrışımsal alanlar karmaşık algıları analiz eder ve bilgiyi diğer kortikal alanlarla entegre eder (Hudák vd., 2015). Serebral korteks, histolojik yapısına göre Brodmann alanları olarak adlandırılan ve korteksin sito-mimari haritasını oluşturan 52 bölgeye ayrılır (Kerimoğlu, 2022).

- Primer motor alan (alan 4): Gyrus precentralis'te bulunur ve vücudun medial yarısında kas kasılmalarına neden olur.
- İkincil motor alan (alan 6): Gyrus frontalis superior'da bulunur ve baş ve uzuvların daha karmaşık hareketlerini yönetir.
- Premotor alan (alan 6): Gyrus frontalis'in arka kısmında bulunur ve hareket hazırlığı ve modifikasyonunda rol oynar.
- Frontal okülomotor alan (alan 8): Gyrus frontalis medius'ta bulunur ve eşlenik göz hareketlerini kontrol eder.



Şekil 2.6. Brodmann alanları.

(<https://www.megabeyin.com/beyindeki-brodmann-alanlari-brodmann-alani-nedir/>)

Gavendová, 2024 yılında yaptığı çalışma hassasiyet ve duyu için fonksiyonel alanları şu şekilde sıralamıştır:

- Birincil duyu kortikal alan (alan 3, 1, 2): Gyrus postcentralis'te bulunur ve dokunma duyularını alır.

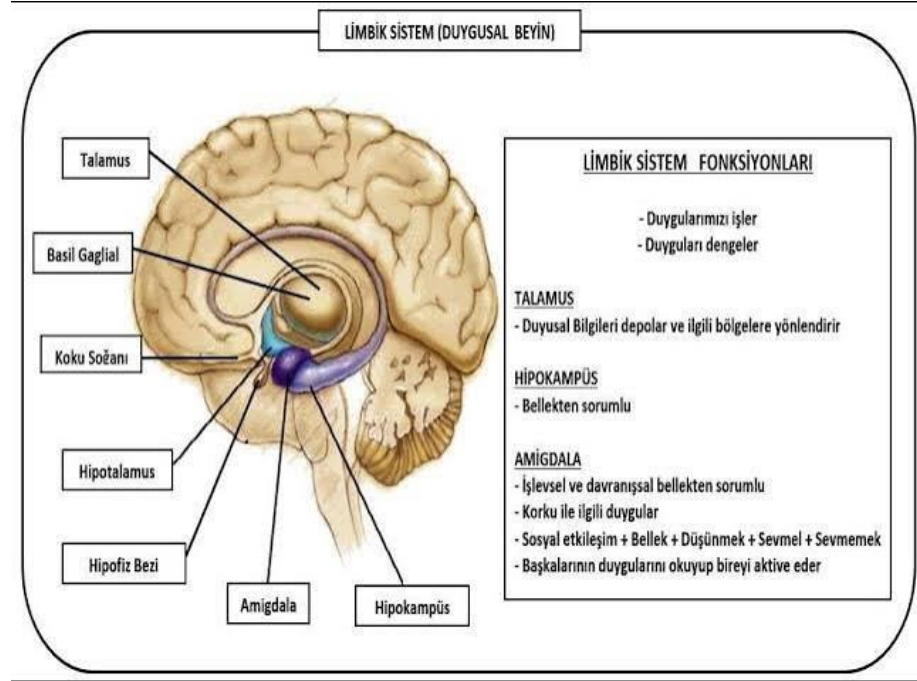
- İkincil duyuşsal kortikal alan (alan 40): Fissura lateralis serebri'nin üst kısmında bulunur ve daha az doğru duyum hissine neden olur.
- Birincil ve ikincil görsel kortikal alanlar (alan 17, 18, 19): Sulcus calcarinus etrafında bulunur ve görsel algıyı yönetir.
- Birincil ve ikincil işitsel kortikal alanlar (alanlar 41, 42, 22): İşitsel uyarıların analizini sağlar.
- Tat kortikal alanı (alan 43): Tat duyumlarını alır.
- Koku kortikal alanı (alan 51): Koku duyumlarını alır ve paleokortekse karşılık gelir.

Dinç (2022), yılında yaptığı çalışmaya göre ilişkisel kortikal alanlar, motor ve duyu için birincil işlevsel alanların dışındaki tüm kortikal alanları içerir. Bu alanlar somatosensoriyel, görsel ve işitsel dürtüleri ilişkilendirir ve entegre eder. Prefrontal kortikal alan, özellikle insan beyninde gelişmiş olup, davranış ve karar verme süreçlerinde temel rol oynar.

Beyaz madde ve lifler, beynin yapısal bütünlüğü ve işlevselliği açısından kritik rol oynar. İlişkilendirme lifleri, kısa ve uzun olmak üzere iki türdür ve birincil kortikal alanları daha karmaşık düşünce ve analiz işlemlerini yürüten asosiyasyon alanlarına bağlarlar. Kommissural lifler, beyin yarım kürelerinin sağ ve sol taraflarındaki kortikal alanları birbirine bağlayarak iki yarım küre arasında iletişimi sağlar. Projeksiyon lifleri ise, korteksten başlayarak talamus ve bazal ganglionlara kadar uzanır; bu lifler hem gelen bilgileri kortekse taşıyan merkezci hem de korteksten çıkan bilgileri diğer beyin bölgelerine ileten merkezkaç liflerden oluşur. Bu yapılar, bilginin beynin farklı bölgeleri arasında etkin bir şekilde taşınmasını ve işlenmesini sağlar (Güngör vd., 2019).

Bazal gangliyonlar, serebral hemisferlerin beyaz maddesinin derinliğinde yer alan gri madde çekirdekleridir ve motor kontrol, hareket koordinasyonu ve öğrenilmiş hareketlerin yürütülmesinde rol oynar. Corpus striatum, globus pallidus, amigdala ve nucleus accumbens gibi yapıları içerir (Hudák vd., 2015).

Limbik sistem, MSS'nin farklı gelişimsel yapılarının fonksiyonel bir birim oluşturacak şekilde bağlantılı olduğu bir sistemdir. Hipokampus, amigdala, septum verum ve çeşitli çekirdekleri içerir ve duygusal durumlar, hafıza, mekansal oryantasyon ve somatovegetatif düzenlemelerle ilgilenir (Hudák vd., 2015).



Şekil 2.7. Limbik sistem.

(<https://www.youtube.com/watch?v=tay4y1RSK94>)

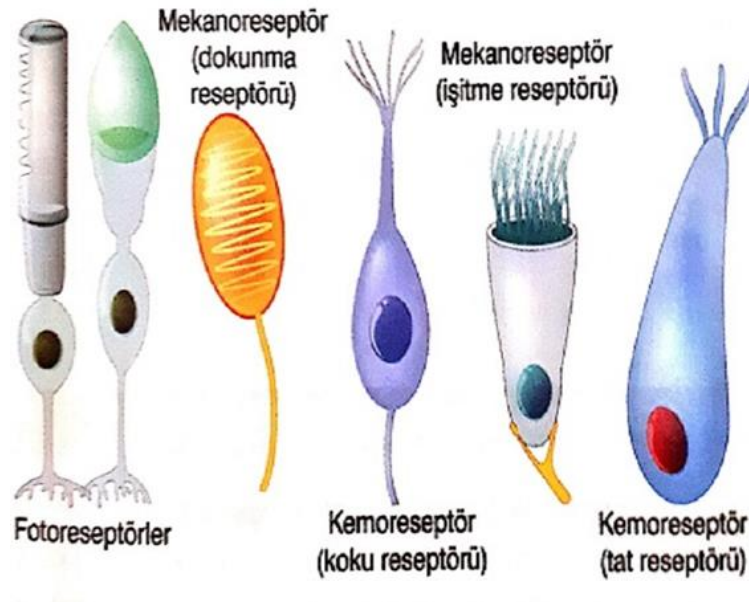
Telensefalon, merkezi sinir sisteminin en büyük ve karmaşık bölümüdür ve bu yapıların tümü birlikte, bilinçli düşünme, hafıza, öğrenme, duygu ve hareket kontrolü gibi yüksek düzeyde işlevlerin gerçekleştirilmesini sağlar (Özkan ve Koç, 2020).

Tüm canlı hücreler, çevrelerinden gelen biyolojik olarak önemli fiziksel ve kimyasal uyarıları biyolojik sinyallere dönüştürme yeteneğine sahiptir. Çok hücreli hayvanlar, dış ve iç çevreden gelen mekanik, kimyasal, elektromanyetik ve termal uyarıları algılamak için özel reseptörler geliştirmiştir. Reseptör hücrelerinde, uyarın enerjisi membran potansiyelindeki değişikliklere dönüştürülür, bu süreç reseptör potansiyeli olarak adlandırılır (Ross ve Wirtz, 2013). Duyusal sistemler, sinir sisteminin belirli bir tür girdi almak ve işlemekten sorumlu bölümleridir. Bu sistemler,

reseptörler, nöral bağlantılar ve nöronal devrelerden oluşur ve bilgiyi işleyip depolar (Alkan vd., 2022). Duyum, bir reseptör tarafından bir uyarıcının kaydedilmesi sürecidir ve sinir sisteminin aktivitesi için girdi bilgisini temsil eder. Algı ise organizmanın bu duyuları işleyerek dış dünyanın veya benliğin bir görüntüsünü elde etmesi sürecidir. Algı, bilinç durumu ve belirli bir motivasyonel-duygusal düzey tarafından şekillendirilir. Algı süreçlerinde, girdi bilgileri sıralanır ve önceki deneyimler kullanılarak anlamlandırılır. Genellikle reseptörden gelen bilgi doğrudan bağlı kontrol sistemleri tarafından kullanılır ve bilinçle ilişkili değildir (Ross ve Wirtz, 2013). Örneğin, postüral stabilite ve göz hareketi refleksleri bu duruma örnektir.

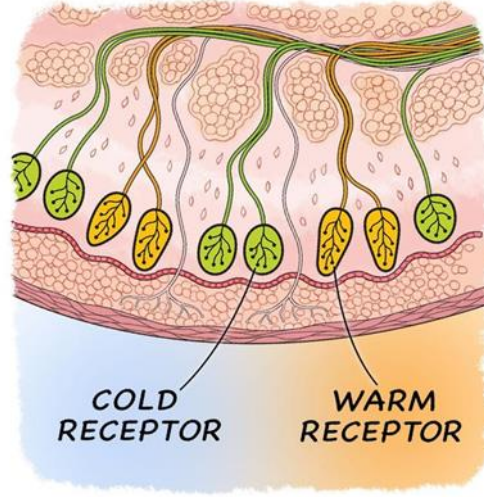
Gavendová, (2024)'a göre reseptörler, yapıları ve işlevleri bakımından farklılık gösterir. Uyarının modalitesine göre reseptörler şu şekilde ayrılabilir :

- Mekanoreseptörler: Dokunma, basınç, gerilme ve hareketi algılar.
- Fotoreseptörler: Işığı algılar.
- Termoreseptörler: Soğuk ve sıcaklığı algılar.
- Kemoreseptörler: Tat, koku ve iç ortamın kimyasal bileşenlerini algılar.



Şekil 2.8. Uyarının modalitesine göre reseptörler.

(<https://www.biyolojihikayesi.com/konudetayi/duyu-organlarinin-yapisi-ve-isleyisi/41>)



Şekil 2.9. Termoreseptör.

(<https://x.com/afrkml/status/1234036807450234880>)

Gavendová, (2024)'a göre, reseptörler ayrıca işlevlerine göre de sınıflandırılabilir:

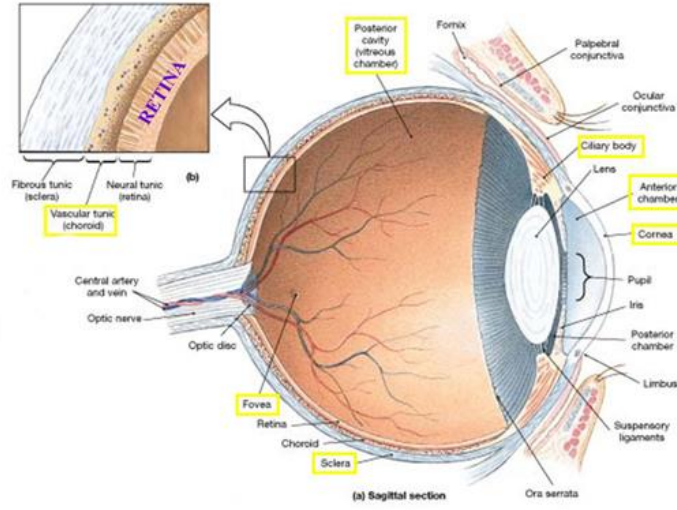
- Eksteroreseptörler: Deride bulunur ve yakın çevre hakkında bilgi sağlar.
- Telereseptörler: Daha uzaktaki nesnelere gelen uyarıyı algılar (görme, işitme, koku).
- İnteroseptörler: İç organlardan kaynaklanan uyarılara yanıt verir.
- Proprioseptörler: Vücudun pozisyonu ve hareketi ile ilgili bilgileri iletir; eklemlerde, iskelet kaslarında, tendonlarda bulunur ve vestibüler aparatı da içerir.

Bu reseptörler, organizmanın çevresindeki değişikliklere hızlı ve uygun bir şekilde yanıt vermesini sağlayarak hayatta kalmasını ve çevresiyle etkileşimini optimize eder.

2.4.Görsel Sistem (Vizüel Sistem)

Görme, gözün retinasına çarpan görünür ışık yoluyla çevreden bilgi alma ve işleme yeteneğidir. İnsanlar ve memelilerin çoğu için görme, en önemli duyu olup, tüm bilginin yaklaşık %70'ini sağlar (Gavendová, 2024). Göz (bulbus oculi), optik uyarıyı algılamak için kullanılan duyu organıdır. Göz, 400-760 nm aralığındaki elektromanyetik ışık radyasyonunu algılar. Retinada, fotokimyasal süreçler sinir hücreleri tarafından biyoelektrik uyarılara dönüştürülür ve daha sonra işlenir. Göz, uzaysal, siyah-beyaz ve renkli görmeye adapte olmuştur. Gözün toplam diyoptrik gücü yaklaşık +60 diyoptridir (Özçelik ve Altan, 2021).

Görme sistemi şu bileşenlerden oluşur; gözün optik aparatı, fotoreseptörler, optik yol, kortikal görme alanlarından oluşur. Göz küresi, birbirine gömülü iki yarım küreden oluşur. Arka kısım sklera (beyaz tabaka), ön kısım ise korneadan oluşur. Göz küresinin duvarı dış katman (tunika fibrosa), orta katman (tunika vasküloza) ve iç katman (tunika intima) olmak üzere üç katmandan oluşur (Malkoç, 2006). Tunika fibrosa, gözü mekanik olarak korur. Kornea, göz küresinin ön saydam kısmıdır ve yüzey alanının yaklaşık 1/5'ini oluşturur. Kornea, kolajen lifler ve keratosit adı verilen hücrelerden oluşur ve gözün optik gücüne büyük katkıda bulunur. Sklera ise sert ve opak bir yapıdır ve göz küresinin yüzeyinin yaklaşık 4/5'ini kaplar (Malkoç, 2006). Tunica vasculosa, koroid, siliyer cisim ve iristen oluşur. Koroid, pigment hücreleri ile birlikte bağ dokusundaki vasküler villuslardan oluşur ve çubuklar ve koniler tabakasını besler. Siliyer cisim, lensin dışbükeyliğini kontrol eden düz kasları içerir. İris, göz bebeği adı verilen bir açıklığa sahiptir ve gözün optik aparatının küresel ve kromatik sapmalarını düzelterek, retinaya ulaşan ışık miktarını düzenler (Malkoç, 2006).



Şekil 2.10. Göz fizyolojisi.

(<https://slideplayer.biz.tr/slide/3084128/>)

Retina, ışık hasat elemanları ve nöronları içeren pars optica ve pigment epiteli ve destek hücrelerinden oluşan pars caeca olmak üzere iki kısma ayrılır. Retina, fotoreseptör hücreler olan çubuklar ve konileri içerir. Çubuklar ışık yoğunluğunu algılamakta, koniler renkleri algılar. Koniler makula lutea'da yoğunlaşmıştır, burada çubuklar bulunmaz ve optik sinirin geçtiği yerde kör nokta vardır (İnan, 2014).

Göz küresinin içeriği, arka kısımda vitreus (corpus vitreum) ve ön kısımda lens (mercek) olup, hazne sıvısı olan humor aquosus ile dolu göz odalarında bulunur. Lens, arka göz odasında göz bebeğinin arkasında yer alır ve bikonveks bir lens şeklindedir. Lens, siliyer cisimden uzanan ince lifler üzerinde asılıdır ve optik gücü yaklaşık +17 diyoptridir (Sönmez, 2019)

Gözün aksesuar organları arasında orbicularis oculi kasları, fasya ve orbitanın bağlayıcı aparatı, göz kapakları, konjonktiva ve lakrimal aparat bulunur (Dikçi vd., 2017). Göz kapakları, gözlerin ön yüzeyini korur ve gözyaşı bezleri ile birlikte göz yüzeyini temizler. Okülomotor kaslar, gözbebeklerini hareket ettirerek gözlenen nesnenin görüntüsünün retinadaki sarı noktalara düşmesini sağlar (Clark vd., 2013).

Görsel sistem, ışık uyarılarını yakalar, iletir ve yorumlar. 400 nm ila 700 nm dalga boyundaki elektromanyetik dalgaları algılar. Işık, gözün optik ortamının kırılma gücü ile retina üzerinde ters çevrilmiş ve küçültülmüş bir görüntü oluşturur. Yakın nesnelere gelen ışık, göze daha büyük bir açıyla çarpar ve daha fazla kırılma gerektirir. Lensin şekli, siliyer kaslar tarafından kontrol edilen akomodasyon ile değişir ve optik gücü artırarak daha fazla kırılma sağlar (Henley, 2024).

Retina, ışık uyarılarını kaydeden ve elektrik potansiyellerine dönüştüren fotoreseptörler olan çubuklar ve konileri içerir. Görme keskinliği makulada en yüksek seviyededir. İnsan retinasında üç tip koni bulunur: kısa dalga boyu (mavi algılama), orta dalga boyu (yeşil algılama) ve uzun dalga boyu (kırmızı algılama). Çubuklar rodopsin, koniler ise üç fotopsinden birini içerir. Görsel yol, fotoreseptörlerden başlayan multisynaptik bir yoldur ve ganglion hücreleri tarafından talamusa iletilir (Hussey vd., 2022).

Görsel adaptasyon, hızlı ve doğru göz hareketiyle ilgilidir ve atletik başarı için temel bir ön koşuldur. Daha kısa sürede daha fazla görsel bilgi yakalayabilen bireyler, yadsınamaz bir avantaja sahiptir. Birçok spor dalında, hem uzaktan gelen bir nesneye odaklanmak hem de hızlı odak değişikliklerinden faydalanmak kritik öneme sahiptir. Görme keskinliği, öğrenilmiş hareketlerin üretimi ve kontrolünde büyük bir rol oynar (Mann vd., 2013).

Görsel adaptasyon, sporcuların hızlı hareket eden nesnelere veya değişen çevresel koşullara karşı daha etkili yanıt vermelerini sağlar. Bu süreç, retinanın ve merkezi sinir sisteminin hızlı bilgi işleme yeteneği ile ilişkilidir. Görme keskinliği, retina üzerindeki konilerin yoğunluğuyla doğrudan ilişkilidir ve makula lutea'da en yüksek seviyededir. Sporcular, hareketli nesnelere odaklanarak ve hızlı göz hareketleri yaparak görme keskinliğini artırabilirler (Jorge ve Fernandes, 2019). Görsel adaptasyonun etkili olabilmesi için göz kaslarının güçlü ve koordineli çalışması gereklidir. Okülomotor kaslar, göz hareketlerini kontrol eder ve bu kasların antrenmanı, sporcularda görsel uyarılara daha hızlı tepki verme yeteneğini artırabilir (Quintana vd., 2020) Bu, özellikle hızlı tempolu sporlarda kritik bir avantaj sağlar.

Görsel sistemdeki adaptasyon, görsel korteksin esnekliği ve plastisitesi ile desteklenir. Görsel korteks, tekrarlanan görsel uyaranlar ve antrenmanlarla daha etkili hale gelir. Bu süreç, sinaptik bağlantıların güçlenmesi ve nöronal ağların yeniden yapılandırılmasıyla sağlanır. Nöroplastisite, görsel adaptasyonun temelinde yatan biyolojik mekanizmadır ve sporcuların görsel performansını artırmada önemli bir rol oynar (Ribeiro vd., 2023).

Yaklaşık 1,2 milyon aksondan oluşan optik sinirin yapısı, istemli hareketin kontrolünden sorumlu kortikospinal sistemle karşılaştırıldığında, kortikospinal yolun da kabaca 1 milyon liften oluştuğunu belirtmek ilgi çekicidir (Tre vd., 2013). Kortikospinal yol, merkezi sinir sisteminin hayati bir bileşenidir ve motor kontrol ve istemli harekette çok önemli bir rol oynar. Bu yol beynin motor korteksinden çıkar ve omurilik boyunca aşağı inerek nihayetinde vücuttaki kasları innerve eden motor nöronlara bağlanır. Buna karşılık, optik sinir öncelikle görsel bilginin retinadan işlenmek üzere beyne iletilmesinden sorumludur (Guo vd., 2001).

Görsel sistem ve propriyosepsiyon arasındaki etkileşim, özellikle postüral stabilite, hareket algısı ve sensorimotor entegrasyon ile ilgili görevlerde olmak üzere insan işlevinin çeşitli yönleri için çok önemlidir. Çalışmalar, görsel ve propriyoseptif bilgilerin entegrasyonunun dengenin korunması ve hareketlerin koordine edilmesi için gerekli olduğunu göstermiştir (Cutfield vd., 2014; Fitzpatrick ve McCloskey, 1994; Laurens vd., 2010;). Bu entegrasyon, bireylerin araç kullanmak gibi eylemlerini yönlendirmek için görsel ipuçlarına güvendikleri senaryolarda belirgindir (Lee ve Aronson, 1974). Ayrıca, görsel-propriyoseptif etkileşimlerin etkisi, birden fazla eklem içeren hareketlerin koordinasyonunu etkileyerek motor planlama ve kontrolüne kadar uzanır (Ackerley vd., 2019; Sarlegna vd., 2009).

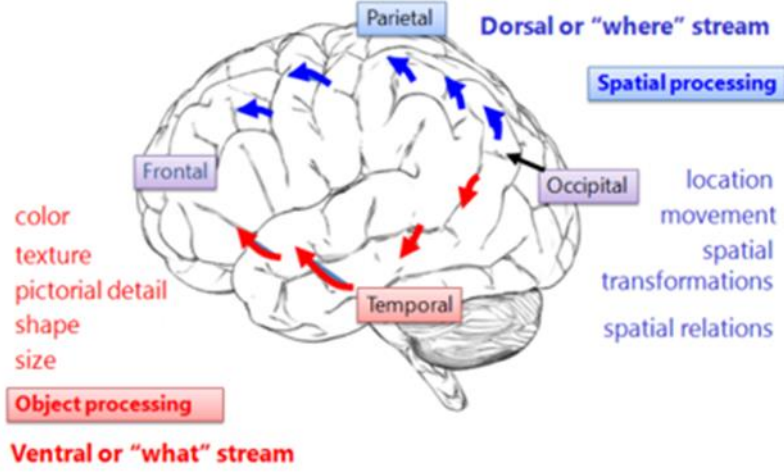
Araştırmalar ayrıca, sensorimotor adaptasyon ve motor öğrenmenin öngörülmesinde propriyosepsiyonun önemini vurgulamıştır (Tsay vd., 2021). Propriyoseptif geri bildirim, görsel ve vestibüler girdilerle birlikte, çeşitli görevler sırasında vücut salınımı ve hareket algısını etkiler (Fitzpatrick ve McCloskey, 1994). Ek olarak, çalışmalar propriyosepsiyonun miyoelektrik kontrol ve yapay geri bildirim

sistemleri gibi farklı bağlamlardaki rolünü araştırmış ve motor performans ve rehabilitasyonun geliştirilmesindeki önemini vurgulamıştır (Pistohl vd., 2015).

Ayrıca, görsel ve proprioseptif sinyallerin entegrasyonu, özellikle yaşa bağlı değişiklikler ve duyuşal sistem olgunlaşması ile ilgili olarak denge kontrolü ile ilgili olarak araştırılmıştır (Steindl vd., 2007). Görsel ve propriyoseptif girdiler de dahil olmak üzere duyuşal modalitelerin yeniden ağırlıklandırılmasının, duyuşal koşullardaki değişikliklere dinamik olarak adapte olduğu gözlemlenmiştir ve bu da sensorimotor sistemin esnekliğini vurgulamaktadır (Hwang vd., 2014). Bu uyarlanabilirlik, lokomotor adaptasyon çalışmalarında görüldüğü gibi, hassas uzam-zamansal ayarlamalar gerektiren görevler için çok önemlidir (Eikema vd., 2016).

Görsel sistem, dorsal akım ve ventral akım olmak üzere iki ana yoldan oluşmaktadır. Dorsal akım, görsel uyarıların uzamsal bilgilerini ve hareketlerini işlerken, uzamsal dikkati yönlendirir ve motor kontrolde yer alan beyin bölgeleri ile bağlantı kurar. Öte yandan, ventral akım şekiller ve nesnelere gibi görsel bilgileri tanıma ve tanımlamaya odaklanmıştır (Kravitz vd., 2011). Araştırmalar, dorsal akımın görsel uyarıların hareketlerini ve uzamsal bilgilerini analiz etmede uzmanlaştığını, ventral akımın ise görsel uyarıların şeklini ve dokusunu işlemek için gerekli olduğunu göstermektedir (Milner, 2017). Dorsal akım genellikle görsel olarak yönlendirilen eylemlerle ilişkilendirilirken, ventral akım öncelikle nesne tanıma ve algılamaya odaklanmıştır (Milner, 2017).

Dorsal ve ventral görsel yollar arasındaki etkileşim ve bilgi akışı, görsel işlemeyi anlamak için kritik öneme sahiptir. Dorsal akımın nesne tanıma da önemli bir rol oynadığı ve ventral akımla etkileşimlerinin yanı sıra bu sürece katılımının önemli olduğu belirtilmektedir (Medendorp vd., 2018). Ventral ve dorsal görsel yollar, nesne şeklini ve konumunu işlemek için işbirliği yaparak iki akım arasında etkileşim olduğunu göstermektedir (Medendorp vd., 2018).



Şekil 2.11. Dorsal ve ventral akım.
(Brown, 2019)

Bu bilgiler ışığında, görsel sistemdeki dorsal ve ventral akımların farklı işlevlere sahip olduğu ve birlikte çalışarak görsel bilgilerin işlenmesinde önemli bir rol oynadığı anlaşılmaktadır. Bu akımların etkileşimi, nesne tanıma, uzamsal dikkat ve motor kontrol gibi görsel işleme süreçlerini desteklemektedir. Bu nedenle, dorsal ve ventral akımlar arasındaki bu işbirliği, görsel algı ve davranışsal tepkilerin anlaşılmasında temel bir öneme sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Futbol, yüksek düzeyde görsel-motor koordinasyon ve çeviklik gerektiren bir spordur. Bu nedenle, görsel sistemin anlaşılması, oyuncuların performansını artırma potansiyeli taşımaktadır. Görsel sistem, dorsal ve ventral olmak üzere iki ana yoldan oluşur ve bu yolların işlevlerini futbol performansına entegre etmek, nöro-atletik eğitim stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Dorsal akım, 'nerede' yol olarak bilinir ve görsel uyarıların uzamsal konumunu ve hareketini işler. Futbolda, topun ve diğer oyuncuların konumu gibi dinamik bilgilerin sürekli güncellenmesi gerekmektedir. Dorsal akım, bu bilgileri işleyerek oyuncuların hızlı ve doğru pozisyon alma yeteneklerini destekler. Ayrıca, motor kontrol ile sıkı bir şekilde bağlantılıdır, bu da topa vuruş zamanlaması ve yönünün ayarlanmasında önemli bir rol oynar. Ventral akım ise 'ne' yoludur ve nesnelerin tanınmasını sağlar. Futbolda, oyuncuların formalarının veya topun detaylarının hızla tanınması gerekir. Ventral akım, bu görsel bilgileri işleyerek oyuncuların sahadaki nesnelere hızla tanımlarını ve

buna göre stratejik kararlar vererek etkili oynamalarını sağlar. Nöro-atletik eğitim, dorsal ve ventral yolların işlevlerini güçlendirerek oyuncuların görsel ve motor yeteneklerini optimize eder. Özellikle, görsel dikkat ve algıyı geliştiren egzersizler, bu iki işlem yolunun daha etkin kullanılmasını sağlayarak oyuncuların saha içi farkındalıklarını ve tepki sürelerini iyileştirir. Bu tip bir eğitim, aynı zamanda oyuncuların stres altında bile doğru kararlar verebilme yeteneklerini artırır, çünkü görsel sistem daha hızlı ve doğru bilgi işleme kapasitesine kavuşur.

Sonuç olarak, futbol performansının artırılmasında, dorsal ve ventral görsel yolların etkileşimi ve bu etkileşimin nöro-atletik eğitimle nasıl optimize edilebileceği önemlidir. Görsel bilgilerin işlenmesindeki bu iki yol arasındaki işbirliği, oyuncuların saha içindeki algı, dikkat ve motor tepkilerini geliştirerek üst düzey bir performansa ulaşmalarını sağlar. Bu bilgiler, antrenman programlarının daha bilimsel bir temelde oluşturulmasına olanak tanır ve futbolcuların potansiyellerini maksimize eder. Bu yaklaşım, futbol antrenmanlarında görsel ve motor yetenekleri bütünsel olarak geliştirmeyi amaçlayan nöro-atletik eğitim programlarının önemini vurgular ve bu tür programların, oyuncuların performansını maksimize etmede kritik rol oynadığını gösterir.

2.4.1. Görsel Gereksinimler Hiyerarşisi

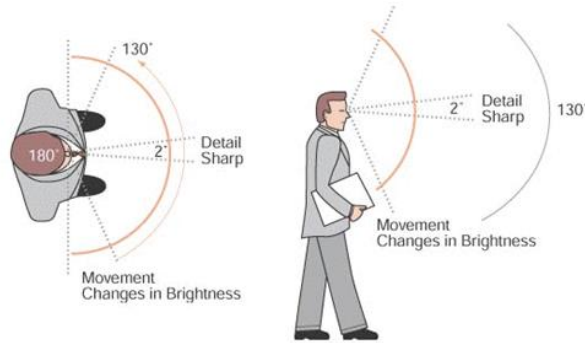
2.4.1.1. Görme Keskinliği

Görme keskinliği kavramı, görsel algının statik ve dinamik unsurlarını içerir. Nöro atletik eğitimi, bu kavramı sporcuların değişken ortamlardaki kompleks görsel uyaranları daha etkin algılayıp işlemelerine olanak tanıyarak ön plana çıkarır. Bu tür eğitim, sporcuların hız, hareketlilik ve ışık koşullarının sürekli değiştiği durumlarda detayları daha net görmelerini sağlar, bu da spor performansında hassasiyet ve zamanlama için elzemdir. Nöro atletik eğitimi, görme ile ilgili nöral yolları güçlendirir, bu da görsel algıların daha keskin ve hızlı işlenmesine yardımcı olur. Sporcuların müsabaka esnasında daha çabuk ve doğru kararlar vermelerini sağlayan bu yaklaşım,

dinamik görme yeteneğinin, spor becerilerinin ve stratejilerin başarılı bir şekilde uygulanmasındaki kritik rolünü ortaya koyar (Gündoğan, 2005; Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

2.4.1.2. Görme Alanı

İnsan görme alanı, hem tek gözle (monoküler) hem de iki gözle (binoküler) kullanılabilen geniş bir alanı kapsar. Bu alan, bireyin başını veya gözlerini hareket ettirmeden, sabit bir noktaya odaklanırken çevresinde görebileceği tüm alanı ifade eder. Görme alanının genişliği, bir kişinin günlük faaliyetlerini etkin bir şekilde gerçekleştirebilmesi için kritik öneme sahiptir çünkü görme alanının sınırlı olması, kişinin çevresel farkındalığını ve dolayısıyla yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Özellikle sporcular için görme alanının genişliği, sahadaki oyunu daha iyi okuyabilmeleri ve çabuk karar verebilmeleri açısından hayati bir faktördür (Bülbül, 2022; Soylu ve Ün Yıldırım, 2024). Nöro atletik eğitimler, bu alanda yapılan çalışmalarla sporcuların görme alanlarını maksimize ederek, performanslarını artırmayı amaçlar. Bu eğitimler, görsel algıyı ve işlemeyi geliştirerek, sporcuların hızlı tempolu ve karmaşık ortamlarda daha etkili olmalarını sağlamayı hedefler.

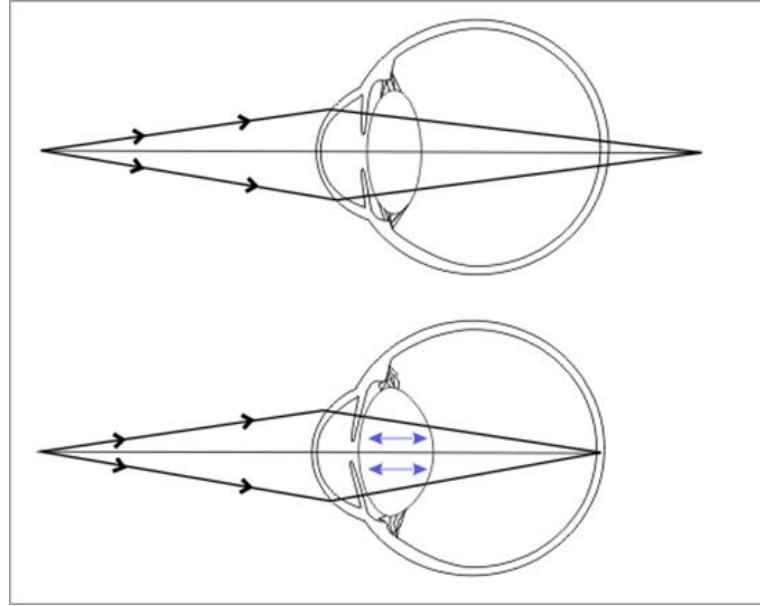


Şekil 2.12. Görme alanı.

(<https://www.ssc.education.ed.ac.uk/courses/vi&multi/vmay06c.html>)

2.4.1.3.Akomodasyon

Akomodasyon, gözün farklı mesafelerdeki nesnelere net bir şekilde odaklanabilmesi için lensin şeklini değiştirerek optik gücünü ayarladığı bir süreçtir. Bu adaptasyon mekanizması, özellikle yakın mesafedeki objelere odaklanırken lensin kırma gücünü artırmasını sağlar, böylece görüntü retinada net bir şekilde odaklanır. Akomodasyon süreci, yüksek düzeyde sinirsel kontrol mekanizmaları tarafından yönetilir ve parasempatik sinir sisteminin etkin çalışması gerektirir. Sporcuların performansında, özellikle hızlı ve dinamik değişikliklerin olduğu spor dallarında, akomodasyon yeteneğinin geliştirilmesi, nesnelere arası mesafelerde hızlı geçişler yapabilme ve bu durumlara hızlı adapte olabilme kapasitesini artırır (Gürsoy vd., 2013; Soylu ve Ün Yıldırım, 2024; Yıldız vd., 2022). Nöro atletik eğitimler, bu yeteneği geliştirmek için görsel ve nöral adaptasyon tekniklerini kullanarak sporcuların daha etkili bir şekilde odaklanmalarını ve performanslarını optimize etmelerini sağlar.



Şekil 2.13. Akomodasyon işlemi.

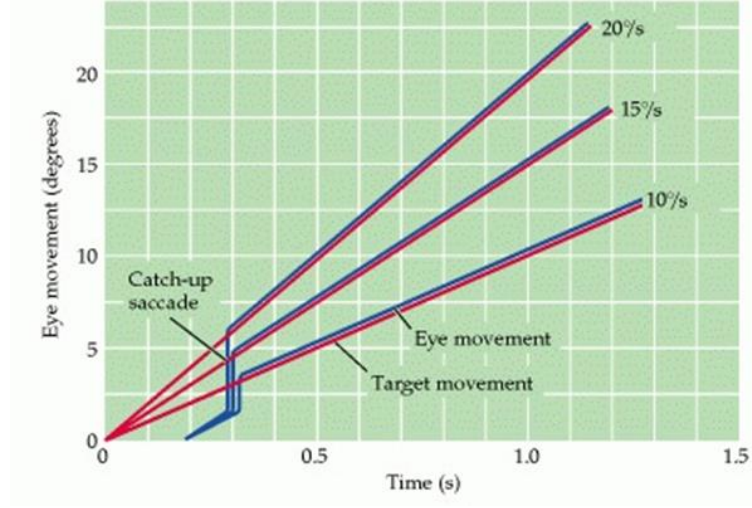
(https://tr.wikipedia.org/wiki/Akomodasyon_refleksi)

2.4.1.4.Bakış Sabitleme ve Dikkat

Bakış sabitleme ve dikkat, gözlerin uzayda belirli bir noktaya odaklanma yeteneğidir. Bu süreç, fiziksel olarak gözleri sabitleme eylemini içerir ve frontal göz alanları, üst kollikulus ve subkortikal beyin bölgeleri gibi çeşitli beyin yapılarını aktive eder. Bu mekanizma, gözlerin istenen hedef üzerinde stabil bir şekilde kalmalarını sağlar, böylece dikkat odaklanır ve çevresel bilgilerin işlenmesi optimize edilir. Özellikle sporcular için bu yetenek, oyun sırasında hızlı hareket eden objeleri izleme ve tepki verme kapasitesini belirleyici bir faktördür. (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024) Nöro atletik eğitim, bu nöral yolları güçlendirerek sporcuların bakış sabitleme yeteneklerini ve dikkat konsantrasyonlarını artırır, bu sayede sporcuların performanslarında belirgin bir iyileşme sağlanabilir. Bu eğitimler, daha hızlı ve etkili karar verme süreçlerini destekleyerek, sporcuların sahadaki etkinliklerini maksimize eder.

2.4.1.5.Pürüzsüz Takipler

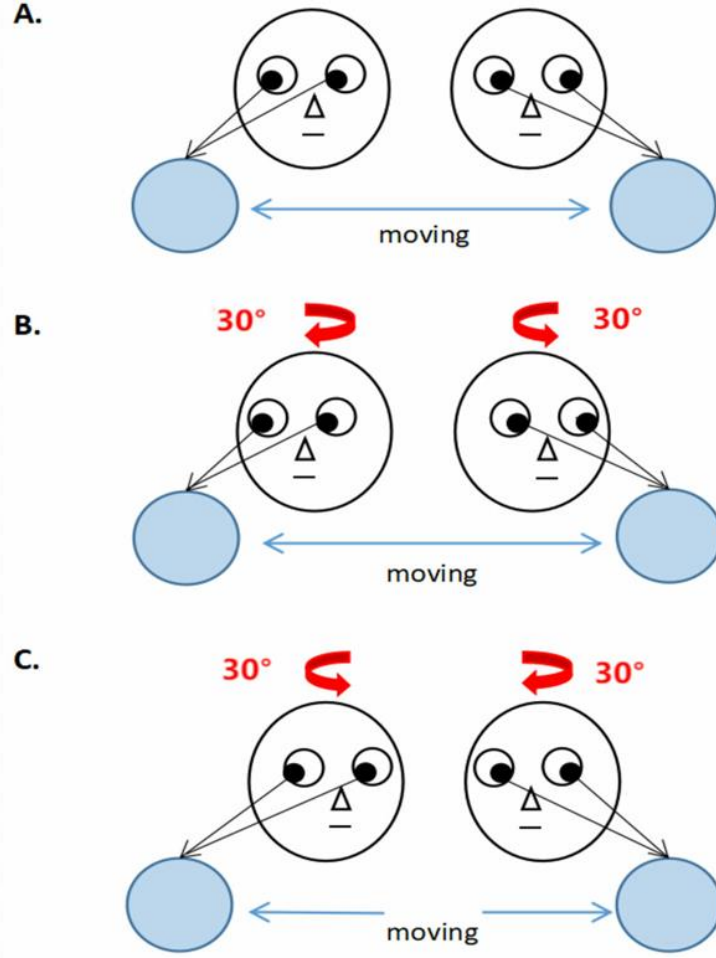
Pürüzsüz takipler, gözlerin hareketli bir uyarıyı foveada tutmak için tasarlanmış, oldukça yavaş göz hareketleridir. Bu hareketler, bir ölçüde gönüllü kontrol altındadır; yani gözlemci, hareketli bir uyarıyı takip edip etmeme konusunda seçim yapabilir. Ancak, hareketli bir hedef olmaksızın pürüzsüz bir takip hareketi yapabilmek, yalnızca yüksek derecede eğitilmiş gözlemciler için mümkündür. Hareket eden bir hedef olmaksızın gözlerini pürüzsüz bir şekilde hareket ettirmeye çalışan çoğu insan sadece sakkad yapar. Pürüzsüz takip göz hareketlerinin metrikleri, farklı hızlarda hareket eden bir uyarıyı takip eden göz hareketlerini (mavi çizgiler) gösterir (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).



Şekil 2.14. Pürüzsüz göz takip çizgileri.

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10991/>)

Pürüzsüz takipler, bir ortamda hareket eden bir nesneyi takip etmek için gerekli olan göz hareketleridir. Bu takiplerin nörolojisi oldukça karmaşıktır ve ipsilateral parietal, temporal, oksipital ve frontal lobların yanı sıra superior kollikulus, pons ve serebellumu içerir. Bu, görsel hayvanların bakışlarını gönüllü olarak değiştirebildikleri iki yoldan biridir; diğeri sakkadik göz hareketleridir. Takip, başın hareketleri sırasında ortaya çıkan ve bir sabit nesneye bakışı stabilize etmeye yarayan vestibülo-oküler refleksden farklıdır. Çoğu insan, hareketli bir görsel sinyal olmaksızın takip başlatamaz. 30°/s'den fazla hızlarda hareket eden hedeflerin takibi, genellikle yakalama sakkadlarını gerektirir. Pürüzsüz takip asimetriktir: çoğu insan ve primat, yakalama sakkadları yapmadan pürüzsüz bir şekilde takip edebilme yetenekleri ile tanımlanan yatay takipte dikey takipten daha iyidir. Çoğu insan aynı zamanda yukarıya göre aşağıya takipte daha başarılıdır. Takip, sürekli görsel geri bildirim ile modifiye edilir (Cui vd., 2022; Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).



Şekil 2.15. Göz takip hareketleri.

(Cui vd., 2022)

2.4.1.6.Sakkadlar

Sakkadlar, gözlerin bir fiksasyon noktasından diğerine hızlıca geçiş yapmasını sağlayan, okülomotor sistemin en hızlı hareketlerindedir. Bu hareketler, genellikle 300-700 derece/saniye hızında gerçekleşir ve gözleri bir hedeften diğerine mümkün olan en kısa sürede taşımayı amaçlar. Sakkadlar, görsel alanın dışından gelen bir nesnenin foveaya odaklanması gerektiğinde istemli olarak yapılır, ayrıca ani görsel veya işitsel uyarılar da refleksif bir sakkadik harekete neden olabilir (Özkan ve Duman, 1995).

Nörolojik olarak sakkadlar, frontal lob, superior kollikulus ve serebellum gibi beyin bölgelerini içerir. Hareketin genliği, okuma sırasında yapılan küçük hareketlerden, bir odada çevreye bakarken gerçekleştirilen çok daha geniş hareketlere kadar değişebilir. Sakkadlar istemli olarak başlatılabilir, ancak genellikle refleksif olarak, hatta bir hedefe odaklanıldığında bile meydana gelir (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Sakkadlar sırasında gözü hareket ettiren bir impulsla agonist adale kasılır. Hareketin sonunda, göz yeni pozisyonunda stabil kalabilmek için ekstraoküler adalede az miktarda kuvvet harcanır, bu tonik kasılma "step" olarak adlandırılır. Mikrosakkadlar ise, objenin foveanın en duyarlı noktasında sabitlenmesini sağlar. Optokinetik refleks ve vestibülo-oküler refleksin hızlı fazları da sakkadik göz hareketleri arasında yer alır. Bu dinamik göz hareketleri, nesnelere arası geçişleri optimize ederek görsel algının kesintisiz ve etkin olmasını sağlar (Özkan ve Duman, 1995).

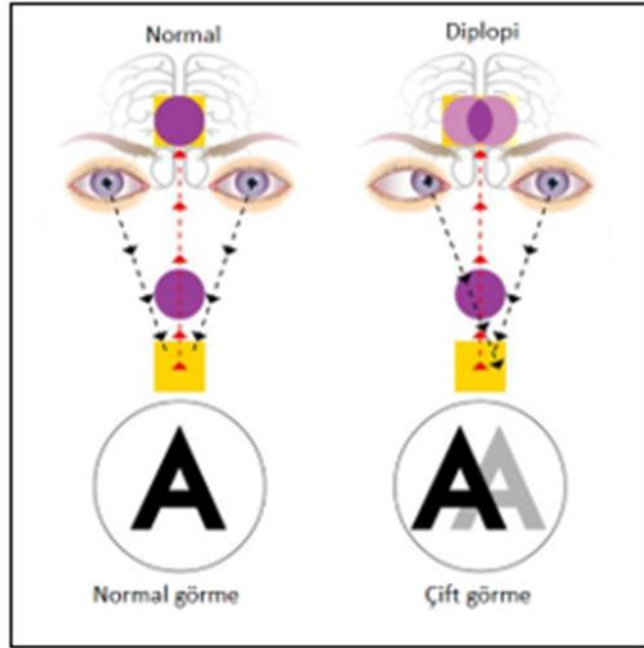
2.4.1.7. Binoküler Görme

Binoküler görme, iki göz tarafından ayrı ayrı algılanan görüntülerin beyinde birleştirilerek tek ve üç boyutlu bir görüntü oluşturulmasını ifade eder. Her bir göz, çevreyi biraz farklı açılardan görür ve bu farklılık, beyin tarafından derinlik algısı ve üç boyutlu görme gibi zengin görsel bilgilerin üretilmesine olanak tanır. Bu, özellikle tek gözle görüldüğünde elde edilemeyen bir derinlik ve mekânsal ilişki hissi sağlar (Yüksekyayla, 2017; Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Futbolda, binoküler görme kabiliyeti, topun ve diğer oyuncuların sahadaki konumlarını daha doğru bir şekilde algılamak için kritik öneme sahip olabilir. Binoküler görmenin sağladığı derinlik algısı sayesinde, futbolcular pas verme, top sürme ve şut çekme gibi eylemleri daha etkili bir şekilde gerçekleştirmesi sağlanıyor. Bununla birlikte, binoküler görme bozuklukları, görsel bastırma veya diplopi (çift

görme) gibi sorunlara yol açabilir ve bu da spor performansını olumsuz etkileme durumu oluşabilir.

Nöro atletik eğitimde, binoküler görme yeteneğini geliştirmek, bu tür problemlerin üstesinden gelmek ve sporcuların görsel koordinasyonunu ve mekânsal farkındalığını artırmak için özel teknikler ve egzersizler kullanılması tavsiye edilecektir. Bu egzersizler, beyin-göz koordinasyonunu optimize ederek, sporcuların saha içi performanslarını maksimize etmelerine yardımcı olması beklenir. Bu süreç, aynı zamanda, sporcuların hızlı ve doğru karar verme yeteneklerini de geliştirmesi bu da onların rekabetçi avantaj da öne geçmesi beklenebilir.

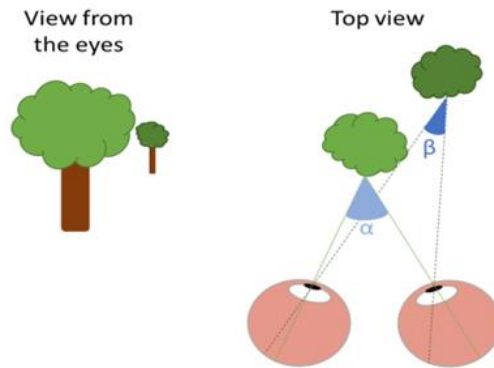


Şekil 2.16. Binoküler normal görme ve diplopi görme.
(<https://gokhangulkilik.com/cift-gorme-diplopi-nedir/>)

2.4.1.8.Stereopsis

Stereopsis, iki gözün algıladığı hafifçe farklı iki görüntünün beyinde birleştirilmesi sonucu üç boyutlu görme ve derinlik algısının oluşması sürecidir. Bu yetenek, binoküler görmenin en ileri düzeydeki biçimi olarak kabul edilir ve bireyin çevresindeki nesnelerin mekânsal konumlarını daha etkili bir şekilde sıralamasına olanak tanır. Stereopsis, iki gözden gelen ve retina üzerinde farklı noktalara düşen görüntülerin eş zamanlı olarak işlenmesi ile gerçekleşir. Bu işlem, nesnelere arasındaki mesafe ve derinlik farklarını anlamamızı sağlar, böylece üç boyutlu bir dünyada daha verimli hareket edebiliriz (Güçlü, 2012; Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Sporcular, özellikle futbolcular için stereopsis yeteneği, sahada topun, takım arkadaşlarının ve rakiplerin konumlarını doğru bir şekilde algılamak ve bu bilgilere dayanarak hızlı kararlar almak için elzemdir. Nöro atletik eğitimde stereopsis yeteneğinin geliştirilmesi, sporcuların mekânsal farkındalığını ve tepki sürelerini iyileştirir, dolayısıyla oyun sırasında daha etkili ve başarılı olmalarını sağlar. Eğitimler, bu görsel yeteneği optimize ederek, sporcuların saha içindeki performansını maksimize etme amacı güder. Stereopsis gelişimi, aynı zamanda sporcuların daha karmaşık ve dinamik ortamlarda etkili bir şekilde navigasyon yapabilmelerine olanak tanır.



Şekil 2.17. 3 Boyutlu görme (stereopsis).

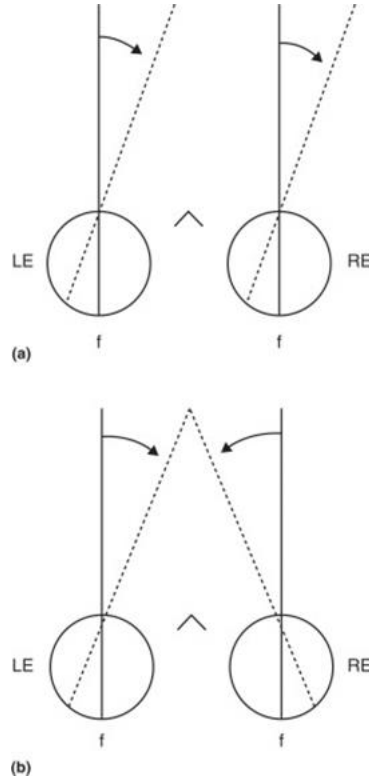
(<https://www.opticianonline.net/cpd-archive/4723/>)

2.4.1.9.Vergence

Vergence, gözlerin farklı mesafelerde yer alan sabit veya hareketli nesnelere izlemek ve bu nesnelere görsel olarak birleştirmek için yavaş, ayırık ve eş olmayan bir şekilde hareket etmesidir. Bu hareketler, gözlerin farklı yönlerde - burunda veya şakakta (yakınsama ve uzaklaşma), dikey yönde yukarı veya aşağı, veya gözlerin üst dikey meridyenlerinin dışı (dış çevresel yakınsama) veya içi (iç çevresel yakınsama) doğru dönmesi şeklinde gerçekleşebilir. Vergence, nesnelere farklı yatay veya dikey yönlerde sabitlemek veya izlemek için kullanılan eş hareketler olan versiyonel göz hareketleriyle zıtlaşır (Science Direct, 2024; Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Vergence hareketlerine etki eden dört ana girdi vardır: Retinal uyumsuzluk nedeniyle oluşan uyum (fusional) vergence, retinal bulanıklık nedeniyle oluşan akomodatif vergence, hedefin yakın görünmesi nedeniyle oluşan yakınsak vergence, ve orta beyin nöral aktivitesine dayalı tonik vergence. Bu etmenler, vergence sisteminin karmaşık bir yanıt üretmesine neden olur ve bu yanıtlar doğrusal olmayan bir şekilde toplanır (Science Direct, 2024; Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Futbol gibi dinamik sporlarda, vergence yeteneği, sahadaki nesnelere arasında hızlı mesafe değişikliklerine uyum sağlamak için özellikle önemlidir. Nöro atletik eğitim, bu göz hareketlerini geliştirerek, sporcuların daha hızlı ve etkili bir şekilde farklı mesafelerdeki nesnelere odaklanmalarını sağlar, böylece oyun sırasında daha başarılı olmalarına katkıda bulunur. Bu yetenek, sporcuların oyunu okuma kapasitelerini ve saha içi karar verme süreçlerini iyileştirir.



Şekil 2.18. Vergence.
(Ciuffreda, 2014)

2.4.1.10. Görsel Algı

Görsel algı, çevremizden gözlerimizle aldığımız bilgileri beyin tarafından yorumlama sürecidir (Saydam, 2022). Bu süreç, görsel bilgilerin gözlerden başlayarak beyne iletilmesi ve çeşitli bilişsel süreçlerle işlenmesiyle gerçekleşir. Görsel algının oluşumu, algıladığımız nesnelerin renk, şekil ve çevreyle olan ilişkilerinin değerlendirilmesini içerir ve bu değerlendirme, hem duyu hem de kognitif işlevlerin entegrasyonu ile mümkün olur (İnanlı, 2019).

Bu karmaşık süreç, görsel bilginin optik sinirden talamusa ve oradan oksipital lobda yer alan görme merkezine iletilmesiyle başlar. Burada işlenen bilgiler daha sonra posterior parietal loba ve inferior temporal loba gönderilir. Parietal lob, görsel-uzaysal işlemleri yönetirken, temporal lob nesnelerin özellikleri, biçimi ve detayları ile ilgili

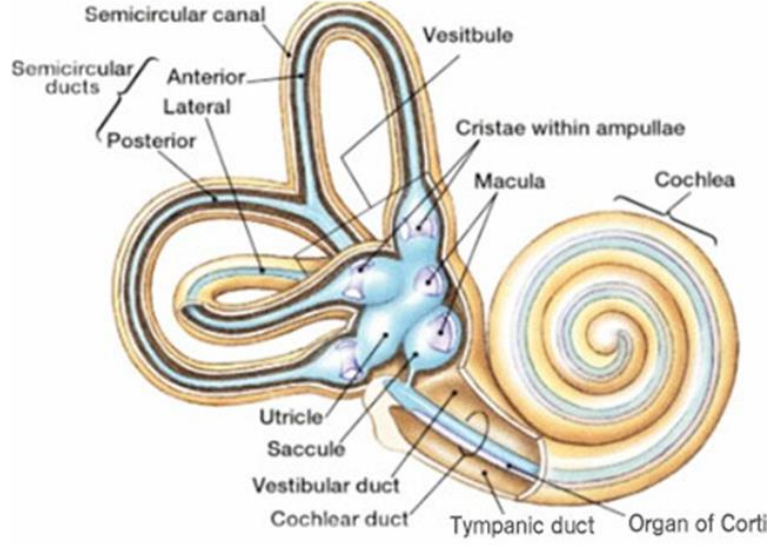
bilgileri işler (İnanlı, 2019). Bu bölgelerdeki işlemler, görsel dikkat, desen tanıma, görsel bellek ve görsel biliş gibi becerilerin entegrasyonu ile görsel algıyı oluşturur (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Futbol gibi dinamik sporlarda, görsel algının hızlı ve etkin bir şekilde işlenmesi, sahadaki olayları doğru bir şekilde okuyabilmek ve anında kararlar alabilmek için kritik önem taşır. Nöro atletik eğitim, bu bilişsel ve duyuşal süreçleri geliştirerek sporcuların görsel algı yeteneklerini artırır. Bu, sporcuların daha hızlı tepki verebilmesini, oyunu daha iyi analiz edebilmesini ve stratejik kararlar alabilmesini sağlar, böylece genel performanslarını önemli ölçüde iyileştirir.

2.5.Vestibüler Sistem

Vestibüler sistem, vücudumuzun denge ve yön duygusunu sağlayan karmaşık bir yapıdır. Bu sistem, başımızın konumunu ve hareketlerini algılayarak, bu bilgileri merkezi sinir sistemine iletir. Böylece, postüral kontrol ve görsel odaklama gibi hayati işlevleri yerine getirmemize olanak tanır. Vestibüler sistem, iç kulaktaki semisirküler kanallar, utrikulus ve sakkulus gibi özelleşmiş organlardan oluşur. Bu organlar, vücudun hareketini algılar ve dengeyi korumak için gerekli bilgileri beyne iletir (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Vestibüler çekirdekler ve bu organlar arasındaki sinir yolları, vücut pozisyonumuz ve hareketlerimiz hakkında sürekli bilgi sağlar. Bu bilgi, çeşitli refleks mekanizmaları aracılığıyla işlenir ve buna bağlı olarak vücut, dengeyi koruyacak şekilde ayarlamalar yapar. Özellikle, bu sistem sayesinde, hareket halindeyken bile gözlerimiz ufku net bir şekilde görebilir ve dünya üzerindeki yerimizi doğru bir şekilde algılayabiliriz (Tozdan, 2023).



Şekil 2.19. Vestibüler sistem.

(https://icaad.org.tr/denge-nedir-nasil-saglanir_orhan-altintas/)

Sporcular için vestibüler sistem, özellikle dinamik ve hız gerektiren spor dallarında kritik bir öneme sahiptir. Bu sistem sayesinde sporcular, hızlı hareket ve değişken koşullar altında bile denge ve koordinasyonlarını sürdürebilirler. Nöro atletik eğitim, vestibüler sistemin işlevselliğini geliştirerek sporcuların bu yeteneklerini daha da artırır. Bu sayede sporcular, performanslarını iyileştirebilir ve yaralanma risklerini azaltabilirler. Eğitimler, bu sistemin daha etkin çalışmasını sağlayacak şekilde tasarlanır, böylece sporcuların saha içi adaptasyon yetenekleri ve genel atletik performansları önemli ölçüde iyileşir.

2.5.1. Semisirküler Kanallar

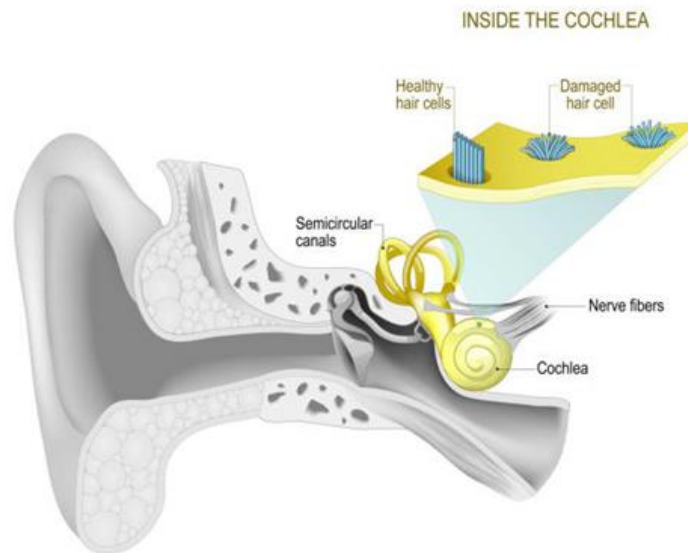
Semisirküler kanallar, iç kulakta bulunan ve başın rotasyonel hareketlerine duyarlı üç küçük, halka şeklindeki yapıdır. Bu kanallar vücuttaki hareketler sırasında içlerinde bulunan sıvının hareketiyle aktive olan kristaller içerir (Kara Peker, 2023). Crane vd., (2023)'e göre, kristallerin hareketi, başın farklı yönlerdeki hareketlerine duyarlı tüy hücrelerini uyarır. Bu tüy hücreleri, başın üç boyutlu hareketlerini

algılayarak beyne dinamik denge ile ilgili bilgi sağlar. Her bir semisirküler kanal, başın farklı düzlemlerdeki hareketlerine özgü tepki verir:

- Anterior (ön) kanal, başın öne eğilmesi (fleksiyon) durumunda aktive olur.
- Posterior (arka) kanal, başın arkaya doğru eğilmesi (ekstansiyon) esnasında aktive olur.
- Sağ ve sol yatay (horizontal) kanallar ise başın sağa veya sola dönmesi ve yanlara eğilmesi durumlarında tepki verir.

Bu kanalların her biri birbirine dik açılarda yerleşmiştir ve her kanal kendi düzlemindeki dönüşlere maksimum duyarlılık gösterir. Bu üçlü düzenleme sayesinde, beyin başın herhangi bir yöndeki dönüşünün yönünü ve şiddetini belirleyebilir. Bu bilgiler, özellikle dinamik ortamlarda dengeyi sürdürmek ve görsel odaklamayı korumak için elzemdir. Örneğin, Vestibulo-Oküler Refleks bu kanallardan gelen bilgilerle tetiklenir ve bu refleks, hareket halindeyken bile gözlerin odak noktasını sabit tutmamızı sağlar (Crane vd., 2023; Gray, 2020)

TINNITUS



Şekil 2.20. Semisirküler kanallar.

(<https://www.istockphoto.com/tr/vekt%C3%B6r/tinnitus-human-ear-gm1427260125-471249313?searchscope=image%2Cfilm>)

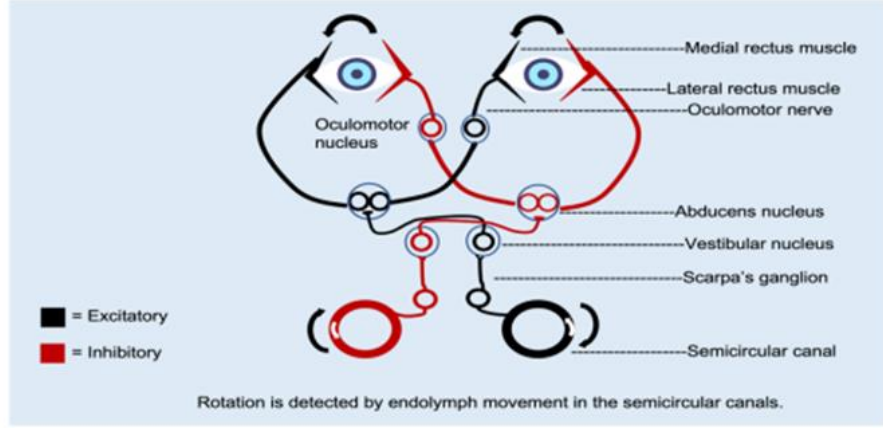
2.5.2. Vestibüler Refleksler

2.5.2.1. Vestibülo Oküler Refleks

Vestibülo-oküler refleks (VOR), başın hareketlerine karşın gözlerin stabil kalmasını ve görsel uyarıların retinadaki fovea bölgesine düzgün bir şekilde odaklanmasını sağlayan hayati bir refleks mekanizmasıdır. Bu refleks, başın herhangi bir yöne dönmesiyle eş zamanlı olarak, gözlerin başın dönüşüne ters yönde hareket etmesini sağlar. Böylece, gözlerimiz hareket halindeyken bile görsel bir görüntüyü net bir şekilde görebilir (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

VOR'un çalışma prensibi, baş hareketleri sırasında semisirküler kanallardan alınan uyarıların, ekstraoküler kaslara iletilmesi üzerine kuruludur. Bu iletim, başın dönüş yönünün tersine göz hareketlerini hızla gerçekleştirmek için ekstraoküler kasları uygun şekilde aktive eder. Örneğin, baş sola döndüğünde, gözler otomatik olarak sağa doğru hareket eder, bu da görsel alanın stabil kalmasını ve görsel keskinliğini korunmasını sağlar (Şanlısavaş, 2024).

Vestibülo-oküler refleksin bu dinamik uyumu, özellikle sporcular için kritik önem taşır. Sporcular, hızlı ve sürekli baş hareketleri gerçekleştirdikleri durumlarda bile, VOR sayesinde görsel hedeflerine odaklanabilir ve çevresel detayları net bir şekilde algılayabilirler. Bu yetenek, sporcuların performansını doğrudan etkileyen görsel-motor koordinasyon ve postüral kontrol gibi unsurları destekler. Nöro atletik eğitim programlarında bu refleksin geliştirilmesi, sporcuların bu yeteneklerini daha da artırmalarına yardımcı olur, böylece saha içi adaptasyonları ve karar verme süreçleri iyileşir (Wortz vd., 2018).



Şekil 2.21. Vestibülo oküler refleksin çalışması.
(Waisberg vd., 2023)

2.5.2.2. Vestibülospinal Refleks

Vestibülospinal refleks, postüral stabilitenin korunmasında ve hareketlerin koordine edilmesinde rol oynayan temel bir mekanizmadır. Bu reflekse, arka beynin lateral vestibüler çekirdeğinde bulunan inen projeksiyon nöronları olan vestibülospinal nöronlar aracılık eder (Hamling vd., 2023). Bu nöronlar, postüral kontrol için ana inen yollar olan lateral ve medial vestibülospinal yollar aracılığıyla vücudun ekstansör kas sistemini kontrol etmede önemli bir rol oynar (Boyle ve Johanson, 2003). Ek olarak, vestibülospinal bağlantılar, medial vestibülospinal yolun ipsilateral ve kontralateral olarak projeksiyon yapan bileşenlerindeki aksonlar tarafından kolaylaştırılarak postüral ayarlamalara ve dengeye katkıda bulunur (Kasumacic vd., 2010).

Vestibülospinal refleksler, postüral ayarlamalar ve yürüyüş kontrolü de dahil olmak üzere çeşitli motor yanıtlar için gereklidir. Postüral düzeltmelerin oluşturulmasında rol oynayan retikülospinal nöronlar gibi supraspinal sistemlerden etkilenirler (Deliagina vd., 2014). Ayrıca, vestibülospinal refleksler duyuşal geri bildirim ve postüral görevler tarafından modüle edilir; vestibüler fonksiyon özellikle dar bir taban veya uyumlu bir yüzey üzerinde durmak gibi koşullar altında çok önemlidir (Welgampola ve Colebatch, 2001).

Vestibülospinal refleks yalnızca vestibülospinal nöronlar aracılığıyla doğrudan yollarla değil, aynı zamanda vestibüler çekirdekler ve retikülospinal nöronları içeren dolaylı yollarla da kontrol edilir (Sugioka vd., 2023). Bu yollar, postüral dengeyi ve motor tepkileri düzenlemek için vestibüler sistem, omurilik ve arka bacaklardan gelen duyuşal girdileri entegre eder (McCall vd., 2021). Ayrıca, vestibülospinal refleks, hareket sırasında görsel stabiliteyi korumak için göz hareketlerini baş ve vücut pozisyonlarıyla koordine eden vestibülo-oküler refleks ile yakından ilişkilidir (Arslan vd., 2022).

2.5.2.3.Vestibülokolik Refleks

Vestibülokolik refleks, başın stabilizasyonunda ve denge ile postürün korunmasında kritik bir rol oynayan vestibüler sistemin önemli bir bileşenidir (Şanlısavaş, 2024). Bu refleks, baş ve boyun bölgesinin pozisyonunu kontrol etmekte, özellikle boyun kaslarının uygun şekilde koordine edilmesiyle başın hareketlerine yanıt verir. Vestibülokolik Refleks, utrikül ve sakkülden gelen bilgilerin boyun kaslarına, özellikle sternokleidomastoid kasına iletilmesi ile aktive olur. Bu iletim, başın farklı yönlere hareket ettiğinde boyun kaslarını uygun şekilde ayarlayarak, başın ve dolayısıyla gözlerin stabil kalmasını sağlar (Rodriguezvd., 2021).

Vestibülokolik refleks, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller aracılığıyla değerlendirilebilir. Oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller ve servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller , Vestibülokolik refleks'inin işleyişini ve özellikle sakkül ve utrikülün fonksiyonlarını daha iyi anlamak için kullanılan yöntemlerdir (Beyazpınar vd., 2016). Bu değerlendirme yöntemleri, yaşlanma gibi faktörlerin vestibüler işlev üzerindeki etkilerini belirlemek için de kullanılır. Araştırmalar, yaşın estibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller parametrelerini ve dolayısıyla vestibüler fonksiyonları nasıl etkileyebileceğini

göstermiştir, bu da yaşa bağlı değişikliklerin anlaşılmasının ne kadar önemli olduğunu vurgular (Xu vd., 2016).

Spor ve diğer fiziksel aktiviteler sırasında, Vestibülokolik Refleks 'nin optimizasyonu, atletlerin daha stabil ve kontrol edilebilir hareketler yapmasına olanak tanır. Bu refleksin etkinliği, sporcuların performansını doğrudan etkileyebilir çünkü baş ve boyun koordinasyonu, genel bedensel koordinasyon ve denge ile yakından ilişkilidir. Nöro atletik eğitimde Vestibülokolik Refleks 'nin geliştirilmesi, sporcuların bu refleksi daha etkin kullanmalarını sağlayarak, onların sahadaki adaptasyonlarını ve performanslarını iyileştirmeye yardımcı olur.

2.5.3. Utrikulus ve Sakkulus

Utrikül ve sakkül, vestibüler sistemin iki temel bileşenidir. Bu yapılar doğrusal ivmenin ve baş pozisyonunun tespit edilmesinde önemli rol oynar. Utrikül ve sakkül iç kulağın bir parçasıdır ve hareket ve oryantasyonu tespit etmekten sorumlu özelleşmiş hücreler içeren duyuşal epitel ile kaplıdır (Bianco vd., 2012). Çalışmalar, utrikül ve sakkülün postüral denge, işitme ve vestibülo-oküler refleks gibi işlevler için gerekli olduğunu göstermiştir (Curthoys vd., 2019). Utrikül ve sakkül, bu organların işlevini değerlendirmek için kullanılan vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerde de rol oynar (Ward vd., 2015).

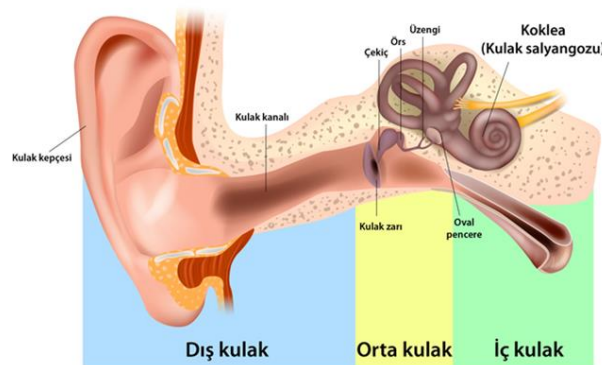
Utrikulus ve sakkulus, iç kulaktaki vestibüler sistemin temel bileşenleri olup, statik ve dinamik dengenin sağlanmasında önemli roller oynarlar. Bu yapılar, başın lineer hareketlerine duyarlıdır ve hareketlerin yönüne göre farklı tepkiler verirler. Utrikulus, özellikle horizontal düzlemdeki hareketlere yanıt verir. Bu, trenle seyahat etme gibi her iki yana ve ön-arkaya yapılan hareketleri kapsar. Utrikulus'un duyarlı olduğu bu hareketler, krista adı verilen küçük kristallerin bu hareketler sırasında yer değiştirmesiyle algılanır. Kristallerin hareketi, tüy hücrelerini uyararak beyne giden sinir impulslarının üretilmesine neden olur. Sakkulus ise daha çok dikey yönde

gerçekleşen hareketlere tepki gösterir. Asansörle yukarı ve aşağı hareket etme veya squat yapma gibi yukarı-aşağı hareketler, sakkulus tarafından algılanır. Bu yapı, yer çekimi değişikliklerine duyarlıdır ve vücudun dikey pozisyonunu ayarlamak için gerekli bilgileri sağlar (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Utrikulus ve sakkulus'un bu özgül görevleri, kişinin çevresindeki dünyada nasıl hareket ettiğini anlamasına yardımcı olur ve bu da görsel ve motor sistemlerle entegre bir şekilde çalışarak dengenin korunmasını sağlar. Özellikle sporcular ve fiziksel aktivitelerde bulunan kişiler için bu sistemlerin doğru çalışması, hareketlerin doğru koordine edilmesi ve potansiyel yaralanmaların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Nöro atletik eğitim programlarında, utrikulus ve sakkulus'un işlevlerini destekleyecek egzersizler ve teknikler, bu yapıların daha etkin kullanımını teşvik ederek sporcuların performansını artırabilir ve onları daha dinamik hareketlere daha iyi adapte olmalarını sağlayabilir (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Gavendová, (2024)'a göre, vestibüler sistem, anatomik olarak işitsel sistemin bir parçasıdır ve işitme sistemi üç ana bölüme ayrılır:

- Dış kulak (auris externa), kulak kepçesi, dış kulak kanalı ve kulak zarını içerir.
- Orta kulak (auris media), işitme kemikçiklerini (çekiç, örs, üzengi) barındıran orta kulak boşluğunu içerir.
- İç kulak (auris interna), temporal kemiğin piramidinin içinde yer alır ve vestibüler ve işitsel kısımlardan oluşur.



Şekil 2.22.Kulağın anatomik yapısı.

(<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/nasil-duyariz>)

Vestibüler sistem, denge ve pozisyon algısıyla ilgilidir. İç kulak, vestibüler ve işitsel sistemlerin birleşimidir (Başak vd., 2020). Vestibüler sistem, pozisyon algısı ve pozisyon değişikliğini algılamak için kullanılır. İç kulak, temporal kemiğin piramidi içinde yer alır ve labirent adı verilen bir yapıda bulunur. Labirent, endolenf ile dolu bir membranöz yapıdır ve kemik labirent adı verilen bir yapının içine yerleştirilmiştir. Kemik labirent ve membranöz labirent arasındaki boşluk perilenf ile doludur (Benson ve Lane, 2022). Membranöz labirent, kemik labirentin arka üçte ikisinde bulunur ve utrikulus, sakkulus ve üç yarım daire kanalından oluşur. Utrikulus, vestibülde bulunan düzensiz oval şekilli bir kesedir ve buradan üç semisirküler kanal açılır. Utrikulusun üzerinde, makula utrikuli adı verilen bir epitel alanı vardır ve bu alan duyu hücrelerini içerir. Sakkulus, utrikulus ile ince bir tüp ile bağlantılı olan küresel bir kesedir ve makula sakkuli adı verilen bir epitel alanı içerir (Britannica, 2019).

Gavendová (2024)'a göre vestibüler sistem, işlevsel olarak iki kısma ayrılır:

- Utrikulus ve sakkulus makülleri: başın ileri, geri, yana veya dikey hareketleri sırasında efektif olur. Endolenf hareketi, statolit membranın ve kristallerin yer değiştirmesine neden olur, bu da duyu hücrelerini efektif eder.
- Cristae ampullares: başın dönme hareketinin başlangıcında ve sonunda efektif olur. Endolenf hareketi, silyaları efektif ederek sinir uçlarına aktarılan bir aksiyon potansiyelini tetikler.

Vestibüler sistem, denge, uzamsal oryantasyon ve hareket değişikliklerinin tespitini koordine eder ve değişiklikleri gözden daha hızlı kaydeder. Vestibüler sistem, çevresel değişikliklere çok iyi adapte olabilir (Young vd., 2003). Kısa süreli adaptasyon beyinciğin flokülüsünde, uzun süreli hafıza adaptasyonu ise vestibüler pontobulbar çekirdeklerde gerçekleşir. Bu çekirdekler beyincikten uyarılar alır ve retiküler formasyonun kolaylaştırıcı kısmına, omuriliğe, talamusa ve serebral kortekse uyarıcı aktivite gönderir (Lopez ve Blanke, 2011).

Vestibüler sistemin adaptasyon yeteneği, sporcuların dengesini ve koordinasyonunu optimize etmek için kritiktir. Sporcular, vestibüler sistemlerini eğiterek hareket değişikliklerine daha hızlı yanıt verebilir ve denge performanslarını

artırabilirler. Vestibüler sistemin adaptasyon süreçleri, merkezi sinir sisteminin plastisitesi ve sinaptik bağlantıların güçlenmesi ile desteklenmelidir. Sonuç olarak, vestibüler adaptasyon, sporcuların performansını artırmak için kritik bir yetenek olmalıdır. Bu süreç, vestibüler sistemin çevresel değişikliklere hızlı uyum sağlama kapasitesi ile desteklenir. Nöroatletik antrenmanlar, sporcuların vestibüler sistemlerini optimize ederek, daha hızlı ve doğru hareketler yapmalarını ve dengeyi korumalarını sağlamaktadır.

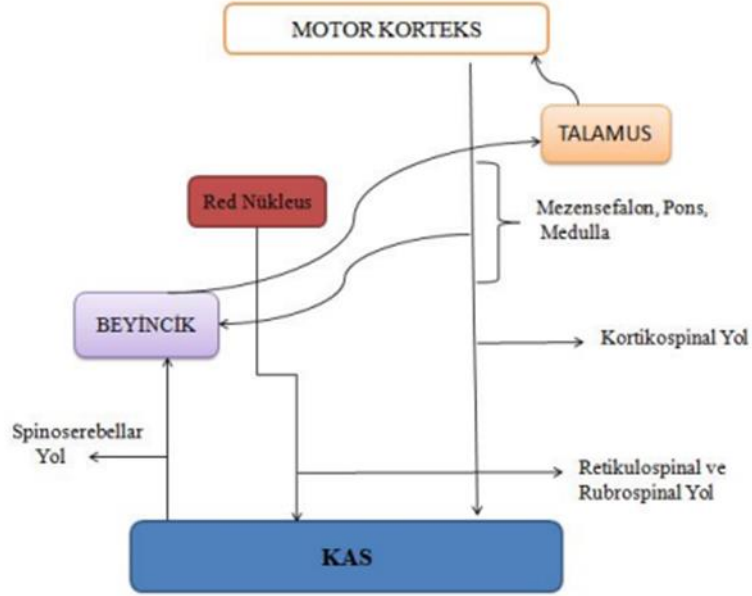
2.6. Proprioseptif Sistem

Propriyosepsiyon, vücudun konumunu ve hareketini algılama yeteneği olarak tanımlanır (Aslan, 2019). Bu algı, bir dizi duyuşal sistem ve sinir yolu aracılığıyla gerçekleşir. Özellikle, kas spindilleri ve golgi tendon organları gibi mekanoreseptörler, hareket algısında önemli rol oynarlar (Baumeister vd., 2012). Proprioseptiyon, omurilikteki proprioseptif duyuşal bilginin işlenmesinin son noktası olarak kabul edilen dorsal spinoserebellar yol sistemi üzerinden incelenebilir (Bosco ve Poppele, 2001). Ayrıca, kaslardaki özel duyu organları olan kas spindilleri ve tendonlardaki Golgi tendon organları, proprioseptif bilgiyi beyne ileten afferent sinir liflerine sahiptir (Vega ve Cobo, 2021).

Propriyosepsiyonun nörofizyolojisi, beyindeki çeşitli bölgelerin bu duyuşal bilgiyi işlemesini içerir. Örneğin, proprioseptif ve efferent kopya tabanlı bilgilerin etkileşiminden etkilenen beyin bölgeleri arasında orta frontal girus ve ilave motor alan bulunmaktadır (Stock vd., 2013). Ayrıca, bilinçli propriyosepsiyon, interosepsiyon ve solunum için kritik olan beyincik bölgelerinin gelişiminde önemli bir rol oynayan Math1 geninin kritik bir rolü olduğu belirtilmektedir (Machold ve Fishell, 2009).

Propriyosepsiyonun önemi, motor öğrenme süreçlerinde ve hareket kontrolünde diğer duyuşal bilgilerle bütünleşerek hareket desenlerinin kazanılmasında ve gerçekleştirilmesinde kritik bir rol oynadığı yönündedir (Vidoni ve Boyd, 2009).

Ayrıca, proprioceptif bilginin, denge kontrolü, spor performansı ve sakatlanma riski gibi faktörlerle ilişkili olduğu gösterilmiştir (Han vd., 2015).



Şekil 2.22. Motor korteks mekanizması ve proprioepsiyon.

(Okçu, 2012)

Proprioepsiyon, vücut pozisyonu, hareketi ve kuvveti algılamak için özelleşmiş bir duyuşal sistemdir. Bu sistem, artiküler, musküler ve kutanöz reseptörler aracılığıyla çalışır. Vücutun uzaydaki konum ve hareketini tanımlamak için eklem pozisyonu, kinestezi ve dokunma duyularını içerir. Proprioepsiyon sayesinde, bireyler vücutlarının hangi pozisyonda olduğunu ve nasıl hareket ettiğini görsel bir referans olmadan anlayabilir. Bu sistem, özellikle dengede durma ve nöromusküler performansı sağlama gibi işlevlerde hayati öneme sahiptir (Cerbezer, 2022)

Proprioepsiyonun işleyişi, vücuttaki bir dizi reseptör ve sinir yolunun etkileşimiyle gerçekleşir. Bu reseptörlerden bazıları Ruffiniform ve Paciniform cisimler, kas içcikleri ve Golgi tendon gövdeleridir. Ruffiniform cisimler eklem kapsüllerinde ve ligamentlerde bulunurken, Paciniform cisimler eklem hareketini işaret eder. Kas içcikleri, kasın uzamasını ve kısalmasını kaydeder; Golgi tendon gövdeleri ise kas-tendon arayüzünde bulunur ve yüksek gerilim altında aktivite

gösterir. Proprioepsiyonun beyne iletilmesi iki ana sistem olan lemniskal ve anterolateral sistemler aracılığıyla gerçekleşir. Anterolateral sistem ağrı, sıcaklık gibi duyuları taşırken, lemniskal sistem dokunma ve proprioseptif bilgileri taşır. Bu bilgiler, vücudun dengesini ve hareketlerini koordine etmede kullanılır (Gilman, 2003) Bu özelleşmiş duyu sistemi, günlük yaşamda karşılaşılan birçok temel aktivitenin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinde önemli bir rol oynar. Örneğin, merdiven çıkarken, koşarken veya bilinmeyen bir zeminde yürürken proprioseptif sistem, vücudun uyum sağlamasına ve dengede kalmasına yardımcı olur.

Proprioseptif adaptasyon, çeşitli spor dallarında antrenman yapmakla iyileştirilebilir. Örneğin, hız-kuvvet eğitimi alan bireylerde nöromüsküler parametreler, alfa motonöron uyarılabilirliği ve proprioseptör duyarlılığı izlenmiş ve sprinterlerde artmış gerilme refleksi genliği ölçülmüştür. (Şengöl, 2022) Bununla birlikte, motonöron uyarılabilirliği dayanıklılık sporcularına göre daha düşüktür. Bu nedenle, sprinterlerin performansı için proprioepsiyon, motor nöron aktivitesinden daha önemlidir. Denge eğitimi de proprioseptif eğitimin bir parçasıdır (Cerbezer, 2022)

Proprioseptif adaptasyon, sporcuların denge ve hareket kontrolünü iyileştirmek için temel bir yetenektir. Bu süreç, proprioseptörlerin hassasiyetini ve nöromüsküler kontrolü artırarak performansı optimize eder. Nöroatletik antrenmanlar, sporcuların proprioseptif sistemlerini geliştirerek, daha hızlı ve doğru hareketler yapmalarını ve dengeyi korumalarını sağlar (Cerbezer, 2022; Yılmaz vd., 2024). Sonuç olarak, proprioseptif adaptasyon, sporcuların performansını artırmak için kritik bir yetenektir. Bu süreç, proprioseptörlerin hassasiyetini artırarak ve nöromüsküler kontrolü geliştirerek dengeyi ve hareket etkinliğini optimize eder. Nöroatletik antrenmanlar, sporcuların proprioseptif sistemlerini geliştirmelerine yardımcı olarak, daha hızlı ve doğru hareketler yapmalarını sağlar.

2.7.Nöro Atletik Eğitim

Nöro-atletik eğitimin kurucusu, insan biyoloğu, kayropraktör ve eğitimci Eric Cobb'dur. Eric Cobb, 2000 yılında ABD'de Z-Health Performans Eğitim Sistemini geliştirmeye başlamış, nöroloji ve nörobilimdeki en son bulgulara dayanarak antrenörler ve terapistler için bu sistemi oluşturmuştur. Amacı, hareket kontrol sistemlerini sporcuların klasik biyomekanik odaklı eğitimine entegre etmektir ve bu hedefe ulaşmıştır. Avrupa'da ve Almanca konuşulan ülkelerde, bu eğitim "Neuroathletic Training (NAT)" adıyla tanınmaktadır. Bu isim, Eric Cobb'un ilk öğrencilerinden biri olan Alman antrenör Lars Lienhard tarafından ortaya atılmıştır. Lars Lienhard, 2014 FIFA Dünya Kupası sırasında ilk dış nöro-atletik uzman olarak görev yapmış, 2016 Olimpik Atletizm Takımı'na danışmanlık yapmış ve 2021 Tokyo Olimpiyatları'nda altın madalya kazanan tenisçi Alexander Zverev ile çalışmıştır. (Z-health, 2021).

Nöro-atletik antrenmanın kesin bir tanımı yoktur. Lienhard'a (2023) göre, nöro-atletik antrenman sinirsel ilkeleri ve yasaları ön plana çıkaran, böylece mümkün olan en iyi antrenman sonuçlarına olanak tanıyan bir yaklaşımdır. Nöro-atletizm, yalnızca antrenmanın biyomekanik ve fizyolojik etkilerini belirleyici olarak görmez, aynı zamanda hareketin merkezi sinirsel kontrol yasalarını da antrenmanın merkezine yerleştirir. Beyin ve sinir sistemi, fiziksel performansı büyük ölçüde belirleyen arka plan sistemleridir. Antrenmanın kalitesi ve etkinliği büyük ölçüde hareketin kalitesi tarafından belirlenir ve bu da beyin ile vücut arasındaki optimum iletişimden kaynaklanır.

Nöro-atletik antrenmanın temel bileşenleri arasında merkezi sinir sistemi (CNS) ve periferal sinir sisteminin (PNS) eğitimi yer alır. Bu antrenmanlar, motor kontrol, denge, koordinasyon ve reaksiyon zamanı gibi nörolojik parametrelerin geliştirilmesini hedefler. Beynin ve sinir sisteminin, kasların ve eklemlerin hareketlerini kontrol etmedeki rolü üzerinde durulur. Nöro-atletik antrenman, proprioseptif duyuların geliştirilmesi, vestibüler sistemin (denge) eğitimi ve görsel sistemin iyileştirilmesi gibi duyuusal sistemlerin optimizasyonunu içerir. Bu,

sporcuların performansını artırmak ve yaralanma riskini azaltmak için önemlidir (Lienhard, 2023).

Özetle, nöro-atletik eğitim, hareketin sinirsel kontrol yasalarını antrenmanın merkezine yerleştiren ve böylece antrenman kalitesini ve etkinliğini artırmayı amaçlayan nörosentrik bir yaklaşımdır. Bu, sporcuların performansını artırmak için beyin ve sinir sisteminin rolünü vurgulayan yenilikçi bir antrenman metodolojisidir.

2.8.Nöro Atletik Antrenmanların Dayanağı Nedir?

Sporcular bazen antrenman sonuçlarından memnun kalmazlar, bol motivasyon, enerji ve sıkı çalışmaya rağmen istedikleri sonuçları elde edemezler. Bu durumda genellikle antrenman programını veya genetik yapılarını suçlarlar, fakat vücutta olan her şeyi düzenleyen ve kontrol eden beyin olduğunu göz ardı ederler. Beynin yönlendirmesi ve onayı olmadan hiçbir şey olmaz. Bu durum, antrenman ve antrenmanın vücut üzerindeki etkileri için de geçerlidir. Beyin ve sinir sistemi, fiziksel ve atletik performansı önemli ölçüde belirleyen arka plan sistemleridir. Ancak, spor performansı açısından beyin üzerine yapılan araştırmalara dayanarak, beyin ana görevinin hayatta kalmamızı sağlamak olduğu açıktır. Diğer her şey bu göreve bağlıdır veya ertelenmiştir. Sinir sistemindeki neredeyse her şey, potansiyel tehlikeleri ve öngörülemeyen durumları tanımak ve bunlara hızlıca tepki vermek için tasarlanmıştır (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Lienhard (2023)'a göre, beyin ve sinir sistemi üç temel işlevi yerine getirir:

- Duyu organlarından gelen sinyalleri alır.
- Beyin bu bilgiyi analiz eder, yorumlar ve bütünleştirir.
- Beyin gelen sinyallere yanıt olarak bir program oluşturur ve iletir.

Hareketin ne kadar hassas, güçlü, dinamik veya koordineli olacağı, beyne gelen bilgilerin kalitesine ve bu bilgilerin nasıl işlendiğine bağlıdır. Performansımız, beynin mevcut veri durumuna göre ne yapmaya karar verdiğine bağlıdır. Antrenman sonuçları sadece iradeye, mükemmel antrenman programına veya sporcunun genetik yapısına değil, aynı zamanda sporcunun beyninin ve merkezi sinir sisteminin ne kadar verimli çalıştığına da dayanır (Lienhard, 2023).

Beyin her milisaniyede çevremizi, hareketimizi ve vücudumuzu algılar ve bu bilgileri anında değerlendirir. Beynin bilgiyi nasıl değerlendirdiği büyük ölçüde durumun öngörülebilirliği tarafından belirlenir. En iyi tahminleri yapabilmek için beynin, özellikle hareketimizi kontrol etmekten sorumlu reseptörlerden gelen net, kaliteli ve yeterli bilgiye ihtiyacı vardır. Bu bilginin kaynakları temel olarak görsel sistem, vestibüler sistem ve proprioseptif sistemdir. Hareketi kontrol eden sistemler hiyerarşisinde görsel sistem en üstte yer alır (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024). Neredeyse tüm hareketler görsel algıya dayalı olarak tasarlanır, programlanır ve koordine edilir. Çoğu sporcu, performanslarının iyi işleyen bir görsel sisteme ne kadar bağlı olduğunun farkında bile değildir. Görsel sistem, beynin hareket kontrolünde yer alan tüm önemli alanlarla bağlantılıdır ve bu alanların işlevselliğini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilir. Duruş, denge, hareket hassasiyeti, uzayda yönelim ve çok daha fazlası görsel sistemle yakından bağlantılıdır.

İkinci sırada, hızlanma süreçleri sırasında yönelim ve duruşa karar veren kaslarla doğrudan iletişim kuran vestibüler sistem yer alır. Vestibüler sistem, görsel sistemle en yüksek etkileşime sahiptir çünkü işleyen bir denge sistemi olmadan hareket sırasında görüş stabilize edilemez. Üçüncü sistem, en önemli görevi kişinin kendi hareketinin üç boyutlu bir resmini oluşturmak için eklemlerin konumunu ve hareketini algılamak olan proprioseptif sistemdir. Eklemlerin nerede olduğu ve nasıl hareket ettiği bilgisi, beynin vestibüler sistemden ve görsel bilgilerden gelen bilgileri sınıflandırması ve karşılaştırması için son derece önemlidir. Bu, iyi bir denge, koordinasyon, doğruluk ve hareket verimliliği için çok önemlidir (Lienhard, 2023).

Yüksek performans sağlamak için sadece yukarıda bahsedilen üç sistemi eğitmek yeterli değildir, aynı zamanda bilginin farklı sinirsel yollardan sorunsuz bir şekilde iletilmesi ve uygun beyin bölgesinde değerlendirilmesi gerekir. Bahsedilen beyin bölgelerinin neredeyse tamamı iki şekilde bulunur, bir kez sağ yarımkürede, bir kez de sol yarımkürede. Hareket söz konusu olduğunda her yarımkürenin iki rolü vardır, bir yarımküre kasıtlı hareketleri tasarlar ve başlatır, diğeri ise vücudun yarısını dengeler (örneğin, sağ yarımküre sol taraftaki hareketlerden sorumludur, sol yarımküre ise vücudun sağ yarısının dengesinden sorumludur). Hareketi kontrol etmek için beyinden vücuda gönderilen sinyallere bakarsak, hareketin stabilizasyonu, asıl hedef hareketin uygulanmasından daha önemlidir. Güvenlik önce gelir, bu nedenle bir hareketin icrası sırasında beyinden vücuda gönderilen sinyallerin %90'ı, bilinçli dikkat olmadan vücudu sabit tutmak içindir. Bu süreç refleks olarak kontrol edilir. Bu nedenle, refleks stabilitesinden sorumlu nöral bileşenleri eğitmek, nörosentrik eğitimin en önemli hedeflerinden biridir (Lienhard, 2023).

Beyincik, beyin sapı, orta beyin, parietal ve frontal loblar, beyin hareket tasarımı, hareket kontrolü ve vücuttan gelen sinyallerin bilgi işleminde birincil olarak yer alan bölgelerdir. Bu bölgeler, daha iyi entegrasyon, stabilizasyon ve hareket süreçleri sağlamak ve atletik performansı artırmak için nöro-atletik eğitimle işlevi geliştirilmesi gereken alanlardır. Beyincik, üç duyu sisteminden (görsel, vestibüler, proprioseptif) gelen bilgileri entegre eder, hareketi koordine eder ve denge ile hareket hatalarının düzeltilmesinde önemli rol oynar. Orta beyin görsel bilgiyi entegre eder ve çoğu göz hareketinden sorumludur. Bir beyin sapı yapısı olan retiküler formasyon, postüral hizalama, hareketin refleks stabilizasyonu, ağrı düzenlemesi veya nefes alma ya da kan akışı gibi otonomik süreçler için kritik öneme sahiptir. Tüm duyu ve motor sinyaller parietal loba veya sensorimotor kortekse gönderilir ve orada işlenir. Bu bilgi daha sonra ön lobun (premotor ve motor korteks) alanlarında tasarlanan, başlatılan ve kontrol edilen hareket için önemli bir temel görevi görür (Lienhard, 2023).

2.9.Esneklik ve Nöro Atletik

Esneklik, kasların ve eklemlerin geniş bir hareket açıklığına sahip olma yeteneğini ifade eder. Bu yetenek, merkezi sinir sistemi (MSS) ve kas-iskelet sistemi arasındaki etkileşimle belirlenir. Esneklik antrenmanı, proprioseptif sistemin etkinliğini artırarak kasların ve eklemlerin durumunu beyne daha doğru bilgilerle iletir. Proprioseptif sistem, kas içcikleri ve Golgi tendon organları gibi reseptörlerden gelen bilgileri merkezi sinir sistemine ileterek kas gerilimini ve eklem açısını sürekli olarak düzenler. Esneklik antrenmanı sırasında, kas içcikleri kasın uzunluğunu ve gerilimini algılar ve bu bilgileri omurilik aracılığıyla beyne iletir. Beyin, gelen bu bilgileri değerlendirerek kasın daha fazla gerilmesine izin verir veya kasılma emri verir. Golgi tendon organları ise, kas-tendon bileşkesinde yer alır ve kasın gerilim seviyesini algılayarak aşırı gerilme durumunda koruyucu bir refleksle kasın gevşemesini sağlar. Bu süreçler, esneklik antrenmanının etkili olabilmesi için kasların ve eklemlerin optimal pozisyonda tutulmasını sağlar. Esneklik antrenmanı, sinir sisteminin adaptasyonunu teşvik eder. Düzenli esneklik çalışmaları, kas ve tendonların uzama kapasitesini artırır, bu da kas-iskelet sisteminin daha geniş hareket açıklığına sahip olmasına olanak tanır. Bu süreç, aynı zamanda kas liflerinin elastikiyetini artırarak yaralanma riskini azaltır. Esneklik antrenmanının etkili olması için, düzenli ve kontrollü germe egzersizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu egzersizler, sinir sisteminin ve kasların optimal işleyişini destekler, hareket açıklığını artırır ve atletik performansı geliştirir. Nöro-atletik eğitim, esneklik antrenmanını optimize ederek hareket verimliliğini artırır. Sinir sisteminin esneklik üzerindeki etkisi, beynin kas ve eklemlere gönderdiği sinyallerin doğruluğu ve etkinliği ile ilgilidir. Nöro-atletik eğitim, beyin ve sinir sistemi ile kaslar arasındaki iletişimi geliştirerek, esneklik egzersizlerinin daha etkili ve verimli olmasını sağlar. Bu eğitim, proprioseptif geri bildirimini artırarak, vücudun hareketleri daha hassas bir şekilde kontrol etmesine olanak tanır (Lienhard, 2023).

2.10. Diz Kuvveti ve Nöro Atletik

Diz kuvveti, diz eklemi çevreleyen kas gruplarının güçlendirilmesiyle doğrudan ilişkilidir. Bu kas grupları, diz stabilitesini sağlamak ve güçlü, dengeli hareketler gerçekleştirmek için kritik öneme sahiptir (Çakır, 2016). Diz çevresindeki kaslar, özellikle quadriceps, hamstrings ve gastrocnemius kaslarından oluşur. Bu kasların güçlenmesi, merkezi sinir sistemi ile kaslar arasındaki nöral aktivitenin optimize edilmesiyle mümkündür (Lienhard, 2020). Alt ekstremitte antrenmanında, motor ünitelerin etkin bir şekilde harekete geçirilmesi ve kasların maksimal kuvvet üretmesi hedeflenir (Akarçeşme ve Aktuğ, 2018). Beyin, motor korteks aracılığıyla hareketin tasarımını yapar ve gerekli kaslara hareket komutlarını gönderir. Bu süreçte, omurilik yoluyla iletilen sinyaller, kasların kuvvet üretme kapasitesini artırır. Sinir sisteminin bu koordinasyon süreci, diz kuvveti antrenmanının temelini oluşturur. Golgi tendon organları ve kas içcikleri, kasların gerilme ve kasılma süreçlerini düzenleyerek kasların optimal gerilim seviyesinde çalışmasını sağlar (Lienhard, 2020). Diz çevresi kaslarının güçlendirilmesi, diz stabilitesini artırır, hareket verimliliğini yükseltir ve yaralanma riskini azaltır (Türksoylu ve İşlegen, 2013). Nöroatletik eğitim, atletik eğitimi ve sinirbilimi birleştirerek, hareketlerin nöromusküler kontrolünü geliştirir. Bu eğitim, özellikle diz çevresindeki kas gruplarını hedef alarak, belirli motor görevler aracılığıyla kasların hassas aktivasyonunu sağlar. Bu süreç, dizin stabilitesini artırır ve daha güçlü, dengeli hareketlerin yapılmasına olanak tanır. Araştırmalar, nöroatletik eğitimin kas aktivasyonunda önemli artışlar sağladığını ve bu artışların hamstring esnekliği ile ayak bileği dorsifleksiyon hareket aralığında iyileşmelerle sonuçlandığını göstermiştir (Dulger vd., 2024). Bu iyileşmeler, sporcuların genel performansını ve hareket kabiliyetini artırarak, yaralanma riskini azaltır ve sinir sistemi ile kaslar arasındaki iletişimi iyileştirir, bu da daha etkili ve verimli hareketlerin gerçekleştirilmesine yardımcı olur (Murray vd., 2021). Bu bilgiler ışığında, nöro-atletik eğitim, diz kuvvetini ve diz stabilitesini artırarak sporcuların performansını optimize etmeyi amaçlar. Sinir sistemi ve kaslar arasındaki etkileşimin iyileştirilmesi, hareket kalitesini ve verimliliğini artırarak daha güçlü, esnek ve dengeli sporcular yetiştirilmesine katkıda bulunur.

2.11. Futbol

Futbol, dünya genelinde büyük bir tutkuyla takip edilen ve artan popülaritesiyle dikkat çeken bir spordur. Kökleri Orta Çağ Latince "disportare" kelimesine dayanan futbol, teknolojinin ilerlemesiyle İngiltere'den tüm dünyaya yayılmıştır. Futbol, top sürme, şut çekme, pas verme ve top kontrolü gibi çeşitli aktiviteleri içerir ve teknik becerilerin, stratejik düşünmenin ve fiziksel kondisyonun geliştirilmesinin önemini vurgular (Giulianotti, 2002).

Futbol, yaklaşık bin farklı hareketi içeren ve bu hareketlerin maç içinde hızla değiştiği zengin bir yapıya sahiptir. Maçlar 90 dakika süreyle iki devrede oynanır ve devreler arası on beş dakikalık bir mola verilir. Bu spor, iki takım arasında oynanmakta olup her takım on bir oyuncudan oluşur. Bu oyuncuların onu sahada aktif rol alırken, biri kaleci olarak görev yapar. Oyun kurallarına göre, yalnızca kaleciler ceza sahası içinde topa elle müdahale edebilir. Müsabakalar, takımların en az yedi oyuncuyla sahaya çıkmasıyla başlar ve her takım, oyun sırasında en fazla beş oyuncu değişikliği hakkına sahiptir (Wiebe vd., 2018). Oyun, esas olarak aerobik bir yapıda olup, patlayıcı güç, dayanıklılık, hız, koordinasyon, teknik ve taktik gibi pek çok yetenek oyunun farklı bölümlerinde sergilenir. Futbolda başarı elde etmek için özel bir stratejik anlayışın ve hız yeteneğinin önemli olduğu vurgulanmaktadır (Güllü, 2019).

Araştırmalar, futbolun genç oyuncuların bilişsel yeteneklerini etkileyebileceğini göstermiştir. Paško ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışma, genç futbolcular arasındaki bilişsel yeteneklerin basit reaksiyon süresi, karmaşık reaksiyon süresi, el-göz koordinasyonu ve mekansal yönelim gibi faktörlerle bağlantılı olduğunu ortaya koymuştur (Paško vd., 2021).

Ayrıca, genç futbolcuların fiziksel performansını artırmak için spor dışı ve spora özgü antrenmanların etkileri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Formenti vd., (2021), genç futbolcular arasında genel motor koordinasyonu, dinamik denge ve top sürme becerilerinin antrenman türüne bağlı olarak nasıl değişebileceğini incelemiştir.

Çalışmalar ayrıca, futbol antrenmanında küçük gruplarda oynanan oyunların beceri gelişimine nasıl etki ettiğini de araştırmıştır. Beato vd. (2014), küçük gruplarda oynanan oyunların futboldaki teknik gereksinimleri nasıl etkilediğini açıklamış ve RPE ile HR'nin egzersiz yoğunluğunu nasıl etkilediğini vurgulamıştır (Beato vd., 2014). Sonuç olarak, futbolun genç oyuncuların bilişsel, fiziksel ve teknik becerilerini geliştirmek için çeşitli antrenman yöntemleri ve oyun formatları kullanılmaktadır. Bu çalışmalar, futbolun sadece bir spor olmanın ötesinde genç sporcuların bütünsel gelişimine katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Futbol, atletik performansın önemli olduğu bir spor dalıdır. Özellikle futbolda hızlı ve doğru pas atma ve şut çekme becerileri büyük önem taşır. Hızlı ve doğru pas atma, takımın hücumunu hızlandırabilir ve rakip savunmayı aşmak için kritik bir rol oynar. Aynı şekilde, hızlı ve doğru şut çekme becerisi, gol pozisyonları oluşturmak ve rakip kaleye gol atmak için hayati öneme sahiptir (Rengül vd., 2023).

Futbolda başarılı olmak için atletik performansın yanı sıra nöro-atletik yetenekler de gereklidir. Bu yetenekler, oyuncuların hızlı kararlar almasını, oyunu okumasını ve doğru zamanda doğru hamleleri yapmasını sağlar (Seyhan vd., 2021). Ayrıca, futbolcuların denge, kas kuvveti ve koordinasyon gibi fiziksel özelliklerinin dengeli olması, sakatlık riskini azaltabilir ve performanslarını artırabilir (Seyhan vd., 2021).

Günümüzde, futbolda giyilebilir teknolojilerin kullanımı artmaktadır. Bu teknolojiler, oyuncuların antrenman ve maçlardaki performanslarını izlemelerine ve analiz etmelerine yardımcı olur. Giyilebilir teknolojiler, hız, dayanıklılık ve diğer performans ölçütlerini takip ederek futbolcuların gelişimine katkıda bulunabilir (Kartal, 2023).

Sonuç olarak, futbol sadece fiziksel bir spor olmanın ötesinde, zihinsel ve teknolojik becerilerin de önemli olduğu karmaşık bir oyun olarak kabul edilmektedir. Başarılı futbolcular, atletik performanslarını nöro-atletik yeteneklerle birleştirerek hızlı ve doğru pas atma ile şut çekme becerilerini geliştirmekte ve giyilebilir

teknolojileri kullanarak performanslarını optimize etmektedirler. Bu faktörlerin bir araya gelmesi, futbolun rekabetçi ve heyecan verici doğasını oluşturur.

2.11.1. Futbolun Fizyolojisi ve Nöro Atletik

Futbol, oyuncuların sürekli hareket halinde olduğu, yüksek tempolu ve dinamik bir spor dalıdır. Bu nedenle, futbolcuların aerobik ve anaerobik kapasiteleri, sahadaki performanslarını belirleyen temel faktörler arasındadır.

2.11.1.1. Aerobik Kapasite

Aerobik kapasite, vücudun uzun süreli egzersiz sırasında oksijeni kullanma yeteneğini ifade eder (Yıldız, 2012). Futbolda, aerobik kapasite, oyuncuların maç boyunca yüksek düzeyde performans göstermelerini ve yorgunluğa karşı direnç göstermelerini sağlar. Aerobik enerji sistemi, düşük ve orta şiddetteki sürekli koşular, topa sahip olma ve pozisyon alma gibi faaliyetlerde önemlidir. Uzun süreli maçlarda, oyuncuların aerobik kapasiteleri, enerji düzeylerini korumalarına ve maçın son dakikalarına kadar etkili olmalarına olanak tanır. (Köse, 2024).

2.11.1.2. Anaerobik Kapasite

Anaerobik kapasite ise, vücudun kısa süreli, yüksek şiddetli egzersizler sırasında oksijensiz enerji üretme yeteneğidir. Futbolda, anaerobik kapasite, ani hızlanmalar, hızlı yön değiştirmeler, atık şutlar ve sert müdahaleler gibi faaliyetlerde kritik bir rol oynar (Yıldız, 2012). Oyuncuların anaerobik kapasiteleri, patlayıcı hareketlerde ve kısa süreli yüksek performans gerektiren durumlarda ön plana çıkar.

Bu kapasite, maçın kritik anlarında rakiplerden sıyrılma veya savunmayı aşma yeteneğini doğrudan etkiler (Köse, 2024).

2.11.1.3. Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Nöro Atletik ile İlişkisi

Aerobik ve anaerobik kapasite, futbolcuların performansı üzerinde kritik bir rol oynamaktadır. Aerobik kapasite, uzun süreli dayanıklılığı temsil ederken, anaerobik kapasite ise kısa süreli yüksek yoğunluklu aktiviteler için gereklidir. Nöro-atletik bakış açısından, aerobik kapasite, beyin sağlığı ve bilişsel fonksiyonlarla ilişkilendirilmiştir. Aerobik egzersizlerin, beyin hacmi üzerinde olumlu etkileri olduğu ve bilişsel işlevleri artırabileceği belirtilmektedir (Ankaralı ve Bayramlar, 2019).

Nöroatletik antrenmanlar, futbolcuların aerobik ve anaerobik kapasitelerini geliştirmek için bilişsel ve duysal işlevleri hedef alır. Bu yaklaşım, motor becerilerin ve nöromüsküler koordinasyonun geliştirilmesiyle, oyuncuların enerji sistemlerini daha verimli kullanmalarını sağlayabilir. Örneğin, nöroatletik antrenmanlarla geliştirilen daha iyi görsel ve proprioseptif algılar, oyuncuların sahada daha hızlı ve doğru kararlar almasına yardımcı olabilir. Bu da, enerji tüketimini optimize eder ve oyuncuların yüksek tempolu oyunlarda daha uzun süre dayanıklı olmalarını sağlayabilir. Ayrıca, nöroatletik antrenmanlar, beyin ve sinir sisteminin koordinasyonunu artırabilir, oyuncuların yorgunlukla mücadele etme kapasitelerini geliştirebilir. Bu, özellikle maçın son dakikalarında ve yoğun fiziksel çaba gerektiren anlarda, performansın sürdürülebilirliğini artırmayı hedefler.

2.11.1.4. Motor Beceriler, Nöromüsküler Koordinasyon ve Nöro Atletik

Futbolda motor beceriler ve nöromüsküler koordinasyon, oyuncuların sahadaki başarılarını doğrudan etkileyen temel unsurlardır. Bu yetenekler, fiziksel hareketlerin düzgün ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan beyin, sinir sistemi ve kaslar arasındaki karmaşık etkileşimleri ifade eder (Bojkowski vd., 2022).

Motor beceriler, bireyin hareket etme, dengede kalma, nesnelere manipüle etme ve çeviklik gibi fiziksel görevleri yerine getirme yeteneğidir. Futbolda bu beceriler, top sürme, şut çekme, pas verme, rakiplerden kaçınma ve ani manevra yapma gibi temel hareketlerde kendini gösterir. Oyuncuların motor becerileri, sahadaki hızlarını, çevikliklerini ve teknik yeteneklerini belirlerken, maç sırasında karşılaşılan çeşitli durumlara hızlı ve etkili bir şekilde uyum sağlama kapasitelerini artırır. Gelişmiş motor becerilere sahip futbolcular, oyunun hızına ve değişkenliklerine daha çabuk adapte olur, bu da takımın stratejik ve taktiksel avantajlarını artırır (Zavotçu, 2023).

Nöromüsküler koordinasyon, beyin, sinir sistemi ve kaslar arasındaki iletişim ve işbirliğini ifade eder. Bu koordinasyon, kasların uyumlu ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlar, böylece oyuncuların hareketleri daha kontrollü ve güçlü olur. Futbolda, nöromüsküler koordinasyon, ani hareket değişiklikleri, hızlı dönüşler ve kompleks motor görevlerin başarılı bir şekilde yerine getirilmesi için hayati bir rol oynar. Bu koordinasyon, oyuncuların hem savunma hem de hücum sırasında optimal performans göstermelerini sağlar ve fiziksel yeteneklerini maksimize eder. İyi bir nöromüsküler koordinasyona sahip oyuncular, daha az yaralanma riski taşır ve zorlu fiziksel koşullarda bile etkili performans sergileyebilir (Piechota ve Majorczyk, 2023).

Nöroatletik antrenmanlar, motor becerilerin ve nöromüsküler koordinasyonun geliştirilmesi üzerine yoğunlaşır. Bu antrenmanlar, sinir sisteminin daha hızlı ve etkili bir şekilde çalışmasını teşvik eder, böylece oyuncuların motor becerileri gelişir ve koordinasyonları artar. Nöroatletik antrenmanlar, özellikle beyin ve sinir sistemi

arasındaki iletişimi güçlendirerek, kasların daha uyumlu çalışmasını sağlar (Köklü, 2021).

Bu antrenmanlar, duyuşal geribildirim mekanizmalarını kullanarak, oyuncuların mekansal farkındalıklarını ve vücutlarının farklı bölümleri arasındaki koordinasyonu artırır. Görsel, işitsel ve proprioseptif sistemlerin geliştirilmesi, oyuncuların hareketlerini daha doğru zamanlamalarını ve zorlu koşullarda bile dengelerini korumalarını sağlar. Ayrıca, bu antrenmanlar, bireysel oyuncuların reflekslerini ve tepki sürelerini geliştirerek, ani durumlar ve stres altında bile optimal performans sergilemelerine olanak tanır. Nöroatletik antrenmanların bir diğere önemli yönü, bilişsel yorgunlukla mücadele ve mental dayanıklılığın artırılmasıdır. Futbolcular, maç boyunca sürekli değışen koşullara ve yüksek baskılara maruz kalır. Nöroatletik yaklaşımlar, beyin fonksiyonlarını destekleyerek, oyuncuların bu baskılara karşı koyma yeteneklerini geliştirir. Bu sayede, oyuncular zihinsel olarak daha hazır olur ve fiziksel performanslarını sürdürülebilir bir şekilde devam ettirebilirler (Gavendová, 2024; Lienhard, 2021).

Sonuç olarak, motor beceriler ve nöromüsküler koordinasyon, futbolcuların saha performansını artıran kritik unsurlardır. Nöroatletik antrenmanlar, bu becerilerin geliştirilmesine yönelik bütüncül bir yaklaşım sunar, böylece oyuncuların fiziksel yetenekleri maksimize edilir ve sahadaki başarıları artırabilir. Bu bölüm, tezinizin ilerleyen kısımlarında nöroatletik antrenman programlarının etkilerini daha derinlemesine inceleyeceğimiz temeli oluşturur.

2.11.1.5. Bilişsel Fonksiyonlar, Duyusal İşleme ve Nöro Atletik

Futbolda, karar verme süreçleri ve taktiksel farkındalık, bilişsel yetenekler ve duyuşal işleme kapasitelerine büyük ölçüde bağlıdır. Bu unsurlar, oyuncuların sahadaki durumları hızlı bir şekilde analiz etmelerini ve etkili kararlar almalarını sağlar (Demir, 2022).

Bilişsel fonksiyonlar, bilgi işleme, karar alma, problem çözme ve öğrenme gibi zihinsel süreçleri içerir. Futbol gibi dinamik bir sporda, bu fonksiyonlar oyuncuların oyunun hızına uyum sağlamaları, stratejik kararlar vermeleri ve rakiplerinin hareketlerini öngörmeleri için kritik öneme sahiptir. Gelişmiş bilişsel yetenekler sayesinde oyuncular, oyunun gelişimini daha iyi takip eder ve takım stratejisine uygun şekilde hareket edebilirler. Bu, oyunun bütünsel akışını anlamalarını ve gerektiğinde anlık taktik değişiklikleri yapabilmelerini sağlar (Ivarsson vd., 2020).

Duyusal işleme, çevreden gelen bilgilerin beyin tarafından algılanması, işlenmesi ve yorumlanması sürecidir. Futbolda, duysal işleme, oyuncuların görsel, işitsel ve proprioseptif algılarını kullanarak saha içi durumları değerlendirmelerini ve buna göre hareket etmelerini kapsar. Bu, topun konumunu, takım arkadaşlarının ve rakiplerin yerleşimini doğru bir şekilde algılamayı ve buna uygun hareket etmeyi içerir. İyi geliştirilmiş duysal işleme becerileri, oyuncuların daha hızlı tepki vermelerini, dengede kalmalarını ve hızlı tempoda çevik hareketler yapmalarını sağlar (Catalá vd., 2018).

Nöroatletik antrenman, bilişsel fonksiyonların ve duysal işlemenin geliştirilmesine odaklanarak, futbolcuların bu yeteneklerini maksimize etmeyi hedefler. Bu tür antrenmanlar, beyin ve sinir sisteminin etkinliğini artırarak, oyuncuların bilgi işleme hızını, dikkatini ve çoklu görev yeteneğini geliştirir. Nöroatletik yaklaşımlar, ayrıca beyin fonksiyonlarını destekleyerek, oyuncuların bilgiyi daha hızlı işlemelerini ve stres altında bile etkili kararlar almalarını sağlar (Lienhard, 2023).

Bu antrenmanlar, oyuncuların görsel ve proprioseptif sistemlerini geliştirerek, saha içindeki pozisyonlarını daha iyi belirlemelerine, rakiplerin hareketlerini daha çabuk fark etmelerine ve topun yönünü daha hızlı tahmin etmelerine yardımcı olabilir. Aynı zamanda, işitsel işleme becerilerini artırarak, takım arkadaşlarından gelen sinyalleri algılama ve buna göre hızlı hareket etme yeteneklerini geliştirmesi istenir. Sonuç olarak, bilişsel fonksiyonlar ve duysal işleme, futbolcuların saha içindeki performansını etkileyen kritik faktörlerdir. Nöroatletik antrenmanlar, bu yeteneklerin

geliştirilmesine yönelik kapsamlı bir yaklaşım sunar, böylece oyuncuların karar verme süreçleri ve taktiksel farkındalıkları derinlemesine geliştirebilir.

2.11.1.6. Futbolda Teknik Beceriler ve Nöro Atletik

Pas verme, oyuncuların topu takım arkadaşlarına doğru ve hassas bir şekilde dağıttığı futboldaki bir diğer önemli teknik beceridir. Kısa paslar, uzun paslar, ara toplar ve ortalar gibi farklı pas türleri, bir maç sırasında çeşitli taktiksel amaçlara hizmet eder. Oyuncular, başarılı top dolaşımını ve hücum oyunlarını sağlamak için paslarının ağırlığına ve yönüne hakim olmalıdır. Pas verme aynı zamanda takım arkadaşlarının ve rakiplerin pozisyonlarını anlayarak topun etkili bir şekilde nereye dağıtılacağı konusunda bilinçli kararlar vermeyi de içerir. Paslaşmanın futboldaki önemi, fırsat yaratma, topa sahip olmayı sürdürme ve nihayetinde gol atmadaki temel rolünde yatmaktadır. Paslaşma, oyuncuların takım arkadaşlarıyla bağlantı kurmasını, boşluklardan yararlanmasını ve rakiplerini alt etmesini sağlayan temel bir beceridir (Razali ve Akbari, 2022). Kısa paslar, uzun paslar, ara toplar ve ortalar gibi çeşitli pas türleri, oyunda farklı taktiksel amaçlara hizmet eder (Yu vd., 2020). Doğru ve zamanında pas atma becerisi, takımın oyun akışını ve etkinliğini doğrudan etkilediği için takım başarısı için çok önemlidir (Krolo ve vd., 2020).

Futbolda paslaşma sadece teknik yeterlilikle ilgili değil, aynı zamanda takım dinamiklerini ve oyuncu hareketlerini anlamakla da ilgilidir. Takım pas ağları ve oyuncu hareket dinamikleri, bir takımın sahada nasıl işlediğini şekillendirmede önemli bir rol oynar (Gonçalves vd., 2017). Pas ağları aracılığıyla yakalanan oyuncular arasındaki etkileşimler, bir takımın maçlar sırasında ne kadar iyi işbirliği yaptığına ve eylemlerini koordine ettiğine dair içgörü sağlar (Pacheco ve vd., 2022). Etkili pas ağları, futbolda başarıya ulaşmak için gerekli olan güçlü takım uyumunun ve iletişiminin göstergesidir (Blaser, 2019).

Dahası, futbolda pas atmak yalnızca fiziksel bir eylem değil, aynı zamanda karar verme, uzamsal farkındalık ve öngörü içeren bilişsel bir süreçtir. Oyunu okuma, rakiplerin hareketlerini tahmin etme ve doğru zamanda doğru pası seçme becerisi, pas etkinliğini etkileyen kritik bilişsel becerilerdir (Buldú vd., 2018). Sahadaki uzamsal kısıtlamaları ve fırsatları anlamak, oyuncuların başarılı penetratif paslar atması ve rakip savunmayı yarması için çok önemlidir (Travassos vd., 2023). Bu nedenle, bilişsel yetenekler futbolda pas kalitesinin belirlenmesinde hayati bir rol oynamaktadır.

Paslaşmanın etkisi, genel takım performansını ve başarısını etkilemek için bireysel becerilerin ve takım dinamiklerinin ötesine uzanır. Araştırmalar, başarılı paslaşmanın takım performansı ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ve maçların sonucunu önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermiştir (Jamil vd., 2021). Pas isabeti, hız ve karar verme, bir takımın galibiyet ve hatta daha üst liglere yükselme şansını etkileyebilecek temel performans göstergeleridir (Gómez vd., 2019). Pas kalıplarını ve ağlarını analiz etmek, antrenörlerin ve analistlerin takım stratejilerini optimize etmeleri ve performansı artırmaları için değerli bilgiler sağlayabilir (Pina vd., 2017).

Nöro-atletik ilkelerin futbolda pas analizine dahil edilmesi, bilişsel ve fiziksel faktörlerin oyuncu performansını şekillendirmek için nasıl etkileşime girdiğine dair anlayışımızı daha da geliştirebilir. Nöro-atletik antrenman, atletik performansı artırmak için karar verme, tepki süresi ve uzamsal farkındalık gibi bilişsel işlevleri geliştirmeye odaklanır (Kulkarni vd., 2021). Antrenörler ve oyuncular, fiziksel becerilerin yanı sıra pas vermenin bilişsel yönlerini de göz önünde bulundurarak, oyunlarını geliştirmek için daha kapsamlı antrenman programları geliştirebilirler (Andersen vd., 2012).

Nöroatletik antrenmanlar, özellikle duyu-motor entegrasyonu güçlendirerek futbolcuların mekansal farkındalıklarını ve çevresel algılarını keskinleştirmeyi amaçlar. Bu, oyuncuların pas atarken sahanın genelini daha iyi görmelerini ve daha geniş bir perspektiften karar vermelerini sağlaması hedeflenir. Görsel, işitsel ve proprioseptif sistemler üzerine yapılan çalışmalar, bu sistemlerin koordinasyon ve

dikkat süreçlerini geliştirerek, oyuncuların anlık olarak daha etkili kararlar alabilmelerine yardımcı olduğunu göstermektedir (Zelinsky, 2022).

Şut, bir takımın futbolda gol atma becerisini doğrudan etkileyen teknik bir beceridir. Oyuncular, topa ayağın doğru kısmıyla vurma, güç ve isabet üretme ve şut çekmek için doğru anı seçme dahil olmak üzere uygun şut tekniğini sergilemelidir. Şut atmanın bir alt kümesi olan bitiricilik, bir oyuncunun gol atma fırsatlarını gerçek gollere dönüştürme becerisini ifade eder. Bitiricilik, soğukkanlılık, hassasiyet ve kalecileri alt etmek ve kalenin arkasını bulmak için kalecilerin pozisyonlarını anlamayı gerektirir (Tenga vd., 2010).

Futbolda nöro atletğin şut çekme üzerindeki etkisi ve önemi büyüktür. Nöro atletizm, sporcuların zihinsel süreçleri, karar verme yetenekleri, odaklanma becerileri ve motor becerileri gibi alanlarda gelişimlerini kapsayan bir kavramdır. Smith vd., (2016) yaptıkları araştırmada, zihinsel yorgunluğun futbolcuların koşu, pas ve şut gibi performanslarını olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir (Smith vd., 2016). Bu da gösteriyor ki, futbolcuların zihinsel durumları, performansları üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Ivarsson vd. (2020) ise futbolcuların karar verme süreçlerinin, özellikle de futbolcuların gelecekteki performansları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Bu da nöro atletğin, futbolcuların saha içindeki başarılarına doğrudan katkı sağladığını gösterecektir.

Futbolda şut çekme becerisi, futbolcuların oyun içindeki etkinliklerinde kritik bir rol oynamaktadır. Kontos vd. (2017) yaptıkları bir derleme çalışmasında, futbolun diğer temas sporlarından farklı olarak, futbolcuların topu paslaşırken, şut atarken, yönlendirirken ve kontrol ederken kafalarını kullanmalarının benzersiz olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum, futbolcuların nöro atletik becerilerinin, özellikle de görsel-mekansal işleme yeteneklerinin şut çekme becerileri üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Ayrıca, Wing vd. (2020) yaptıkları bir çalışmada, güç ve kuvvet antrenmanının futbol performansı üzerinde önemli olduğunu ortaya koymuşlardır (Wing vd., 2020). Bu da gösteriyor ki, nöro atletik becerilerin yanı sıra fiziksel güç de futbolcularda başarılı şut çekme becerileri için gereklidir.

Futbolcularda teknik becerilerin geliştirilmesi, genellikle çeşitli antrenman yöntemleri ve testlerle desteklenir. Ali vd. (2007) yaptıkları bir çalışmada, Loughborough Soccer Passing Test (LSPT) ve Loughborough Soccer Shooting Test (LSST) gibi testlerin futbol becerilerini değerlendirmede güvenilir ve geçerli araçlar olduğunu belirtmişlerdir (Ali vd., 2007). Bu tür testler, futbolcuların teknik becerilerini objektif bir şekilde ölçmeye ve geliştirmeye yardımcı olabilir. Souglis vd. (2022) ise yaptıkları bir çalışmada, propriosepsiyon antrenmanının futbolcularda teknik becerileri geliştirmede etkili olduğunu göstermişlerdir (Souglis vd., 2022). Bu da nöro atletikğin etki ettiği becerileri, özellikle de denge ve koordinasyonun, futbolcularda şut çekme becerilerini artırmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Futbolcularda şut çekme becerilerinin geliştirilmesi, genellikle fiziksel antrenmanlarla desteklenir. de Villarreal vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada, plyometrik ve sprint antrenmanlarının genç futbolcularda fiziksel ve teknik beceri performansını artırdığını belirtmişlerdir. Bu da gösteriyor ki, futbolcularda hız, kuvvet ve çeviklik gibi fiziksel özelliklerin geliştirilmesi, şut çekme becerilerini olumlu yönde etkileyebilir. Brahim vd. (2020) yaptıkları bir çalışmada, kuvvet antrenmanı ve dirençli sprint antrenmanının U-19 elit futbolcularda fiziksel performansı artırdığını göstermişlerdir (Brahim vd., 2020). Bu da nöro atletik becerilerin yanı sıra fiziksel gücün de futbolcularda başarılı şut çekme becerileri için önemli olduğunu göstermektedir.

Nöroatletik antrenmanlar, beyin ve sinir sisteminin koordinasyonunu ve verimliliğini artırarak, futbolcuların şut performansını geliştirmeyi hedefliyor. Bu antrenmanlar, görsel-uzaysal farkındalığı artırarak, oyuncuların kaleyi ve rakip savunmayı daha iyi görmelerini sağlamayı ön görür. Aynı zamanda, duyuşal geri bildirim mekanizmaları kullanılarak, hareketlerin doğru ve zamanında yapılması teşvik edilmesi bekleniyor. Sonuç olarak, futbolda nöro atletikğin şut çekme üzerindeki etkisi ve önemi büyüktür. Zihinsel yorgunluk, karar verme süreçleri, görsel-mekansal işleme yetenekleri, denge, koordinasyon, güç ve kuvvet gibi nöro atletik ve fiziksel özellikler, futbolcularda başarılı şut çekme becerileri için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, futbolcularda hem nöro atletik hem de fiziksel becerilerin geliştirilmesi, şut çekme performanslarını artırmak için önemli bir strateji olabilir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Araştırmanın Türü, Yeri ve Zamanı

Bu çalışma, ön test-son test bir deneysel tasarımı benimsemiştir. Bu model, tek gruplu öntest ve sontest ile tekrarlanan ölçümleri kapsar (Alpar, 2022)

3.2.Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Bu araştırmanın evreni, 2023 – 2024 sezonunda Türkiye Futbol Federasyonu Bölgesel Amatör Liglerde mücadele eden ve benzer antrenman programlarını uygulayan 18-23 yaş aralığındaki elit futbol oyuncularındır (Tobakçal, 2019; Derelioğlu, 2022). Çalışmaya dahil edilecek birey sayısını belirlemek üzere G*Power programı 3.1.9.2 yazılımı kullanılarak güç (power) analizi yapıldı. Tip-1 0,05 ve güç oranı %80 olarak kabul edildi. Etki büyüklüğü 0,5 alındı. Güç analizi sonuçlarına göre çalışmaya alınması gereken kişi sayısı 30 olarak belirlendi. Araştırma da 30 elit futbol oyuncusu ile çalışılmıştır.

Çalışmaya 30 erkek futbolcuyla başlanmıştır. Çalışma sürecinde 2 sporcu yaşadığı ciddi sakatlıktan dolayı antrenmanları bırakmak zorunda kalmış ve 2 sporcu düzenli devam etmediği için araştırmaya dahil edilmemiştir. Çalışma 26 kişi ile tamamlanmıştır.

3.3.Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler

Araştırmanın bağımlı değişkenleri, pas, şut, esneklik ve diz kuvvetidir. Bağımsız değişkeni ise 8 haftalık nöroatletik egzersiz programıdır.

3.4.Veri Toplama Araçları ve Teknikleri

Araştırma deneysel olup, çalışmaya katılan gönüllülere kişisel bilgiler formu ile vücut ağırlığı- boy uzunluğu ölçümü beraber saha test protokolleri uygulanmıştır. Mor-Christian şut testi, Mor-Christian pas testi, Sit and Reach esneklik testi, Hamstring ve Quadriceps izokinetik ölçüm testi uygulanmıştır. Ölçümlere ilk gün boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ile başlanmıştır. İkinci gün Mor-Christian pas ve şut testi ile tamamlanmıştır. Üçüncü gün ise önce Otur – Uzan esneklik testi ardından Hamstring ve Quadriceps izokinetik ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3.4.1. Kişisel Bilgi Formu

Elit futbolcu bireylerin demografik özellikleri belirlemek üzere araştırmacı tarafından hazırlanan kişisel bilgi formu “Google Forms” üzerinden doldurtulmuştur.

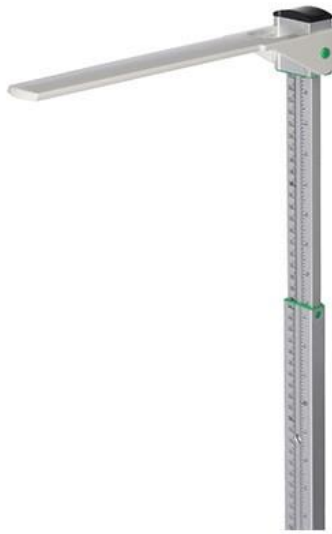
Kişisel bilgi formunda, futbolcuların yaşı, spor yaşı, son 6 ayda ki sakatlık geçmişi, futbol lisans yılları, herhangi bir ilaç kullanıp kullanmadığı bilgileri yer almaktadır.

3.4.2. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri

Vücut Ağırlığı ölçümleri, Tanita BC 418 Segmental profesyonel baskül kullanılarak yapılmıştır. Boy Uzunluğu, Boy Ölçer MS-200 ile ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Tanita BC 418 segmental cihazı.



Şekil 3.2. Boy ölçer MS-200 cihazı.

3.4.3. Sit and Reach Test

Katılımcılar, düz bir zemin üzerine oturarak ve çıplak ayaklarını test platformuna düz bir biçimde yerleştirerek hazırlandı. Daha sonra, gövdelerini mümkün olduğunca öne doğru uzatarak, kollarını ve parmaklarını düz ve gergin tutmaları istendi. En uç noktada iki saniye durmaları sağlandı. Üç farklı deneme gerçekleştirildi ve bunların arasından en iyi sonuç kaydedildi.



Şekil 3.3. Sit and Reach cihazı.

3.4.4. Diz Kuvvet Ölçümü

Bu çalışmada, diz kuvvetinin değerlendirilmesi için izokinetik dinamometre (ISOMED-2000) cihazı kullanılarak ekstansör (quadriceps) ve fleksör (hamstring) kas gruplarının kuvvet ölçümleriyle gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, öncelikle izokinetik dinamometre cihazına uygun bir şekilde yerleştirilmiş ve ayarlanmıştır. Bu test sürecinde, katılımcıların quadriceps ve hamstring kas gruplarına ait kuvvet değerleri, izometrik olarak ölçülmüştür.

Katılımcılar, cihazın ölçüm yapacağı pozisyona göre ayarlandı ve her iki bacak için ayrı ayrı testler yapıldı. Quadriceps için, katılımcılar diz eklemleri 60 derece fleksiyonda olacak şekilde otururken, hamstring için katılımcılar yatar pozisyonda, diz

eklemi yine 180 derece fleksiyonda tutuldu. Her iki kas grubu için de maksimum izometrik kuvvet, cihazın veri kayıt sistemi tarafından kaydedildi.

Bu ölçümler, katılımcıların diz kuvvetini değerlendirmek için kullanıldı. Her katılımcının maksimum kuvvet değerleri, çalışmanın sonunda analiz edilerek, antrenman programlarının etkilerini gözlemlemek üzere değerlendirildi. Bu süreçte, cihazın sağladığı hassas ve tekrarlanabilir veriler, çalışmanın güvenilirliğini artıran önemli faktörlerden biri olarak kabul edildi.

Kullanım kılavuzuna uygun olarak koltuk ayarı yapıldı: Bireyler oturma pozisyonundayken, koltuğun sırt kısmı 90° açıyla ve bireyin dinamometreye göre rotasyonu 40° olarak ayarlandı. Dinamometre bireye göre 0° eğim ve 40° rotasyonda konumlandırıldı. Diz eklemi ile dinamometrenin rotasyon eksenini, aynı doğrultuda olacak şekilde düzenlendi. Lomber bölge ve ölçüm yapılan bacak, hareketi kısıtlamak için bir kemerle sabitlendi. Ayrıca, yerçekimi etkisi de dikkate alınarak ortadan kaldırıldı.



Şekil 3.4.. ISOMED 2000 izokinetik kas kuvveti cihazı.

3.4.5. Mor – Christian Pas Testi

Mor-Christian Pas Testi bu çalışmada futbol oyuncularının pas verme becerilerinin doğruluğunu değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu testin geçerliliği 0,78 olarak belirlenmiş ve test-tekrar-test yöntemi ile yapılan ölçümler sonucunda 0,96 güvenilirlik katsayısı elde edilmiştir. Kolej öğrencileri üzerinde uygulanmış ve daha genç yaş grupları için de uygun olduğu tespit edilmiştir (Mülazımoğlu, 2022).

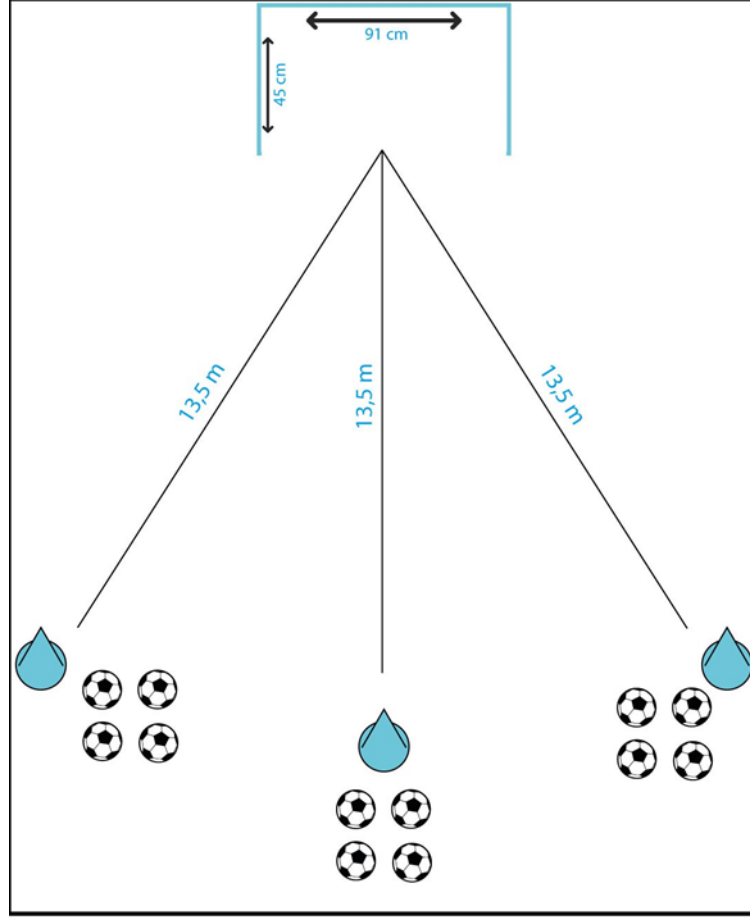


Şekil 3.5. Mor - Christian pas testi protokol hazırlanışı.



Şekil 3.6. Mor – Christian pas testi protokol uygulaması.

Test için gereken malzemeler arasında pas kayıt formu, kalem, mezura, işaret konileri, futbol topları ve işaret bantları bulunmaktadır. Testin yapılacağı alan, 15 metre uzunluğunda ve 4 metre genişliğinde olacak şekilde ayarlanmıştır. Test alanı, mini bir kale kullanılarak hazırlanmıştır; bu kale 91cm yükseklikte ve 45cm genişliktedir ve işaret konileri ile oluşturulabilir. Üç farklı vuruş noktası işaretlenmiştir: Sağ ve sol tarafta iki vuruş noktası, gol çizgisine 45 derecelik açıyla 13.5 metre mesafeye; üçüncü vuruş noktası ise kaleye tam karşı ve gol çizgisine 90 derece açıyla 13.5 metre mesafeye konumlandırılmıştır (Mülazımoğlu, 2022).



Şekil 3.7. Mor – Christian pas testi şematik görüntüsü.

Uygulama sırasında, her bir vuruş noktasından kaleye dört pas atılması gerekmektedir; toplamda 12 pas yapılmaktadır. Sporcular pas atarken istedikleri ayağı kullanabilirler. Her noktadan iki kez deneme yapmalarına izin verilmiştir. Puanlama, isabetli paslar için bir puan şeklinde kaydedilmiştir; kale direklerine (konilere) çarpan toplar da isabetli olarak kabul edilmiştir. Toplam sonuç, 12 pasın toplam puanıdır (Mülazımoğlu, 2022).

3.4.6. Mor – Christian Şut Testi

Mor - Christian Şut Testi bu çalışmada, futbol oyuncularının isabetli şut yeteneğini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Bu testin geçerliliği 0,91 olarak belirlenmiş ve test-tekrar-test yöntemiyle yapılan ölçümler sonucunda 0,98

güvenilirlik katsayısı elde edilmiştir. Kolej öğrencileri üzerinde uygulanmış ve daha genç yaş grupları için de uygun olduğu tespit edilmiştir (Mülazımoğlu, 2022).



Şekil 3.8.. Mor Christian şut testi protokolünün hazırlanması.

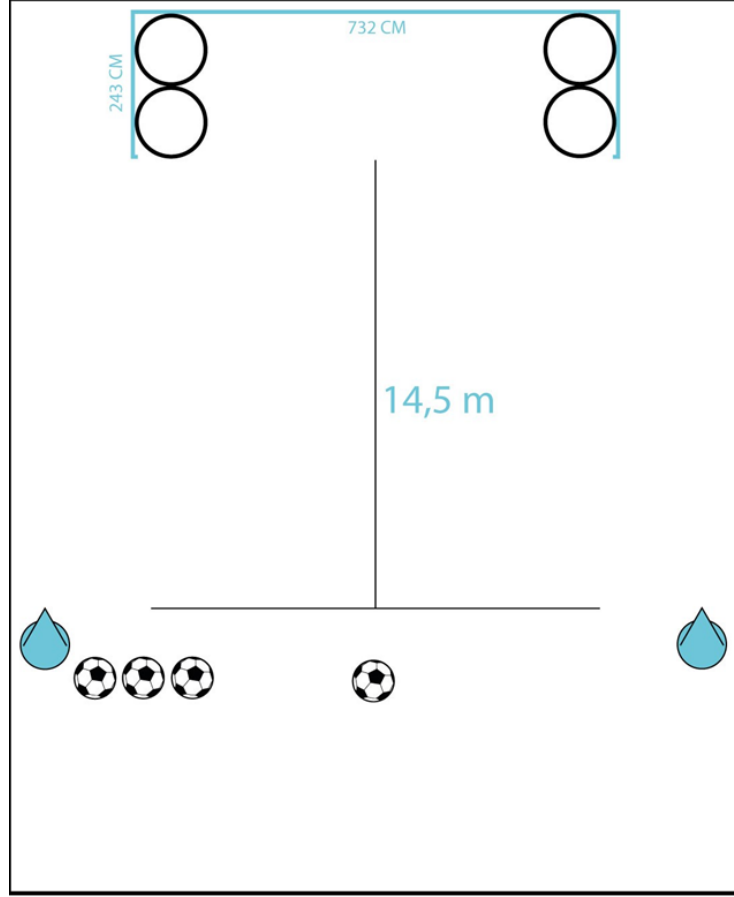


Şekil 3.9.Mor Christian şut testi protokolünü uygulanması.

Test için gerekli malzemeler arasında şut kayıt formu, kalem, mezura, işaret konileri, futbol topları ve işaret bantları yer almaktadır. Testin yapılacağı alan, 16 metre uzunluğunda ve 9 metre genişliğinde olacak şekilde düzenlenmiştir. Hazırlık sürecinde, standart bir futbol kalesinin ya da aynı ölçülerdeki bir duvarın dört köşesine 121 cm çapında dört daire işaretlenmiştir. Vuruş çizgisi, kaleye paralel olarak ve kaleden 14.5 metre uzaklıkta belirlenmiştir (Mülazımoğlu, 2022).

Uygulama sırasında, sporcular çizginin arkasından sabit durumdaki topa şut atarlar. Şutlarda istedikleri ayağı kullanabilirler ve top, vuruş çizgisinin arkasında herhangi bir yere yerleştirilebilir. Her bir dairesel hedefe toplamda dört kez şut atılır; bu da toplamda 16 şut anlamına gelir. Hedeflere sırayla şut atılır (Mülazımoğlu, 2022).

Puanlama, şut atılan hedefe isabet durumunda her bir isabet için 10 puan olarak kaydedilir. Yanlış hedefe isabet eden şutlar için ise 4 puan verilir. Hedefe havadan giden şutlar başarılı kabul edilirken, yuvarlanarak veya yerde zıplayarak hedefe giren toplar başarısız sayılır. Toplam sonuç, 16 denemenin toplam puanı olarak kaydedilir (Mülazımoğlu, 2022).



Şekil 3.10. Mor Christian şut testi şematik görüntüsü.

3.4.7. Uygulanan Nöro Atletik Egzersiz Programı

3.4.7.1. Egzersiz Programına Ait Genel Bilgiler

- Egzersiz Şiddeti: %60-65 (Sporcuların HR değerleri üzerinden belirlenmiştir).
- Egzersiz Yapılma Zamanı: Standart ısınma hareketlerinden hemen sonra.
- Egzersiz Sıklığı: Haftada 3 gün, toplam 8 hafta boyunca her seans 20 dakika sürecektir.
- Egzersiz Yeri ve Mekanı: Tüm egzersizler futbol sahasında istasyonlar aracılığıyla gerçekleştirilecektir.
- Egzersiz Türü: Dairesel Egzersiz Metodu.

3.4.7.2. Isınma Prosedürleri

Standart Futbol Dinamik Isınması: 8 dakika

Palming: Her set 30-60 saniye sürecek olup, toplam 3 set yapılacaktır.

Göz Masajı: Altı farklı göz bölgesi için uygulanacak olan göz masajı, her bölgeye 5-10 saniye süre ile 3 set halinde yapılacaktır. Masaj yapılacak bölgeler sırasıyla, santral inferior orbit, medial inferior orbit, lateral inferior orbit, santral superior orbit, medial superior orbit, lateral superior orbit.

3.4.7.3. Egzersiz İstasyonları ve Prosedürleri

Pası geliştirmek için yapılacak egzersiz istasyonları şu şekildedir:

- a) *Karşılıklı İki Kişilik Paslaşma İstasyonu*: Yakınsama ve uzaksama hareketleri ile, 5 tekrar veya 1 dakika süresince, toplam 3 set gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.11. Convergence-divergence training.

İki oyuncu karşılıklı olarak "vision stick" ile yakınsama ve uzaksama egzersizi yaparken, aynı zamanda karşılıklı paslaşmalar ve görüş çubuğunu 40-50 cm uzaklıkta tutarlar. Amaç orta beyin ve 3. kranial sinir aktivasyonu sağlamaktır.

b) *Ortada Oyun ve Pinhole Gözlük Kullanımı İstasyonu:* 1 dakika süresince, toplam 5 set gerçekleştirilmiştir



Şekil Şekil 3.12. Rondo in the middle with pinhole glasses.

Oyuncular "dar alan oyun" düzenine geçer ve tüm oyuncular "delikli gözlük" takar. Ortada olan oyuncu, yan oyuncular belirle pas yapmadan önce topu kapmaya çalışır; topu kaparsa, topu kaptığı oyuncuyla yer değiştirir, kapamazsa son pası atanla hızlıca yer değiştirir.

c) *Ortada Oyun ve Gz Bandı Kullanımı İstasyonu (Opsiyonel Harf Topu):* 1 dakika süresince, toplam 5 set gerçekleştirilmiştir.



şekil 3.13. Rondo in the middle with eye patch.

Oyuncular "dar alan oyun" düzenine geçer ve tüm oyuncular "göz bandı" takar. Ortada olan oyuncu, yan oyuncular belirle pas yapmadan önce topu kapmaya çalışır; topu kaparsa, topu kaptığı oyuncuyla yer değiştirir, kapamazsa son pası atanla hızlıca yer değiştirir.

d) *Reaksiyon Pas İstasyonu*: 1 dakika süresince, toplam 3 set gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.14.. Reaksiyon pas istasyonu.

Bu drillde, oyuncular hızlı paslaşma ve pozisyon değişikliği gerçekleştirirken, koordinasyon ve reaksiyon süreleri geliştirilmektedir. Top, bir dizi oyuncu arasında hızlıca dolaşır ve antrenörün belirlediği renge göre ortadaki oyuncular yer değiştirir. Bu hareket, dinamik oyun koşullarına uyum sağlama ve takım içi iletişimi güçlendirme amacı taşır.

Şut Egzersiz İstasyonları:

- a) *Harf Sakkad İstasyonu:* Her sette 10 tekrar yapılacak olup, toplam 3 set gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.15.Harf sakkad istasyonu.

Bu drillde, oyuncu bir elinde küçük harfli kartı tutarken, büyük harfli kart bir kol mesafesi ile karşısına yerleştirilir. Oyuncu yüksek sesle kartları soldan sağa doğru okurken, küçükten büyüğe sürekli atlama yapar. Belirli bir süre sonra ya da komut üzerine, sağdan ya da soldan gelecek topa (isteğe bağlı olarak bir hedef de konulabilir) kaleye doğru şut çeker.

- b) *Anti-Sakkad İstasyonu*: Her sette 10 tekrar yapılacak olup, toplam 3 set gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.16. Anti sakkad istasyonu.

Bu drillde, oyuncu yerinde hızlıca sayarak hareketlenmeye başlar. Gösterilen renk yönünün tam tersi yönünde hareket eder ve antrenörün attığı pas ile istenilen hedefe doğru şut atar. Oyuncunun hareketine başlamasının ardından çizgi üzerinden antrenör pasını atar.

- c) Smart Optometry İstasyonu: Her sette 5 tekrar yapılacak olup, toplam 3 set gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.17. Smart optometry istasyonu.

Bu drillde, oyuncular yerlerinde saymaya başlar ve aynı zamanda ekranlarda beliren kırmızı çizgileri gözleriyle takip ederler. Antrenör, karışık bir sıra ile renkler söyler. Renkler belirtildikten sonra, oyuncular hızla ilgili renklere dokunup, ortadaki top ile kaleye şut çekmeye çalışırlar.

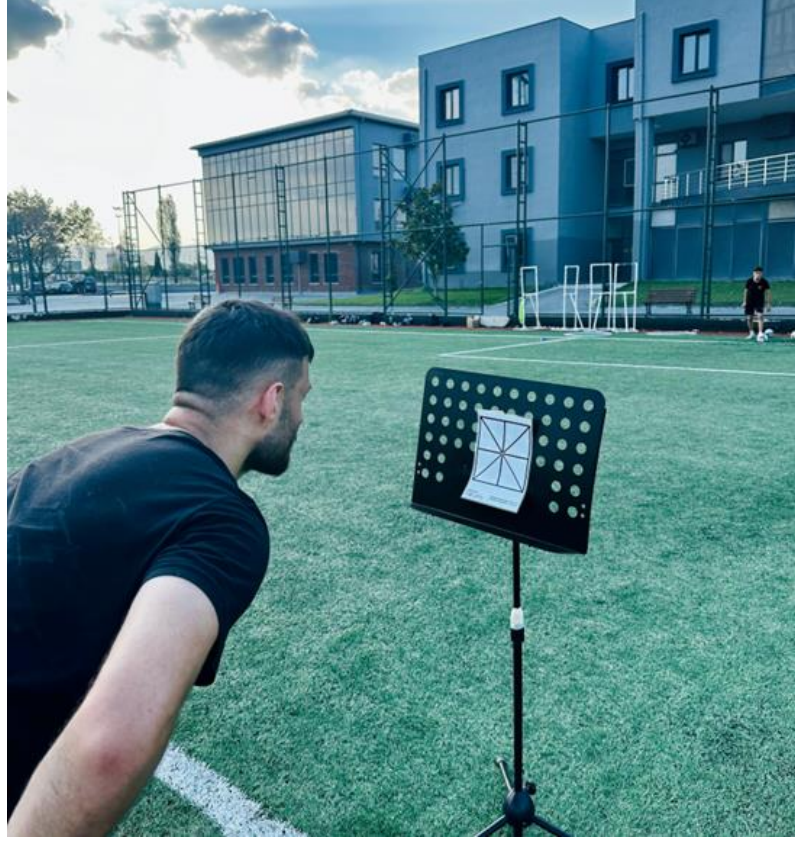
- d) Brock String İstasyonu: Her sette 10 saniye sürecek 5 tekrar yapılacak olup, toplam 3 set gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.18. Brock string istasyonu.

Bu drillde, oyuncuların sırayla belirli renklere odaklanmaları istenir. Oyuncular, antrenörün verdiği komutları eksiksiz bir şekilde yerine getirdikten sonra, belirlenen hedeflere doğru kaleye şut çekerler.

- e) Yıldız Grafiği İstasyonu: Her sette 8 tekrar yapılacak olup, toplam 3 set gerçekleştirilmiştir.



şekil 3.19.. Yıldız grafiği istasyonu.

Bu drillde, oyuncuların göz hizasına yıldız şeklinde bir grafiği konumlandırılır. Katılımcılar, başlarını sabit tutarken, bu yıldız grafiğinde belirtilen 8 köşegeni gözleriyle  set sekizer kez takip ederler. Bu görsel takip egzersizini tamamladıktan sonra, oyuncular kaleye giderek şut çekmeleri beklenir. Bu drill, oyuncuların görsel algılarını ve koordinasyonlarını geliştirmeyi amaçlar

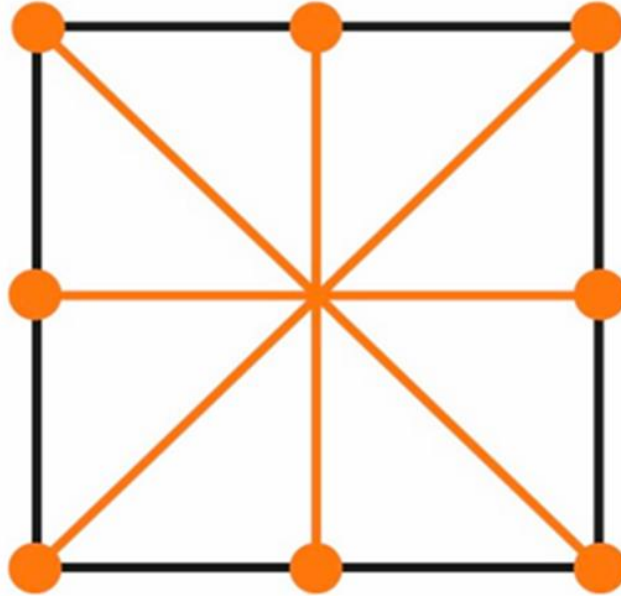
3.4.8. Nöro Training Set

Nöroatletik antrenmanlar sırasında Artzt Vitality Nöro Antrenman Seti kullanılacaktır. Artzt Vitality Nöro Eğitim Seti, hedefli egzersizler aracılığıyla bilişsel ve fiziksel performansı artırmak için tasarlanmış kapsamlı bir araç setidir. Bu set

genellikle Brock ipi, pinhole gözlükleri, Marsden topları ve görme çubukları gibi çeşitli araçları içerir. Bu araçlar, senkron görüş eğitimi, göz kaslarını güçlendirme ve göz takip hareketlerini iyileştirme için gereklidir. Suni deri bileşenler, dayanıklılık ve üstün bir his sağlar. Atletler, rehabilitasyon hastaları veya görsel ve bilişsel işlevlerini geliştirmek isteyen herkes için ideal olan bu set, nöroatletik eğitim için pratik bir yaklaşım sunar (Z-health, 2021).

3.4.8.1.Araştırmada Kullanılan Nöro Training Set Gereçleri

a) Yıldız Grafiği



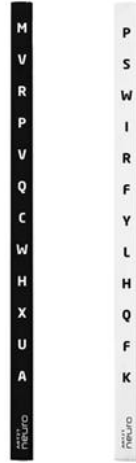
Şekil 3.20.. Yıldız grafiği.

b) Gz Bandı



Şekil 3.21. Göz bandı.

c) Vision Stick



Şekil 3.22. Vision stick.

d) Pinhole Gözlük



Şekil 3.23.. Pinhole gözlük.

e) Brock String



Şekil 3.24.. Brock string.

f) Harf Kartları



Şekil 3.25. Harf kartları

3.5.İstatiksel Analiz

Sporcuların egzersiz sonrası motorik yetenekleri ve becerilerinin egzersiz öncesi motorik yetenekler ve becerilerinden yüksek olup olmadığı bağımlı örneklem t testi ile incelenmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde SPSS 25.0 programı kullanıldı. Veriler, betimleyici istatistiklerden minimum, maksimum, \bar{X} (Aritmetik Ortalama) ve Standart Sapma ile özetlenmiş olup normallik için Shapiro Wilk testi kullanıldı. Normallik varsayımları sağlandığı için veriler, grup içi ikili karşılaştırmalarda “Bağımlı Gruplar t Testi” kullanıldı. Sonuçlar %95 güven aralığında, $p \leq 0.05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

Gruplardaki değişimin etki genişliği hesaplandı. Etki genişliği, “<0,30” ise “küçük (small)”, “0,30-0,50” arası “orta (medium)”, ve “0,50 ve üzeri” ise “büyük (large)” olarak değerlendirildi (Field vd., 2012).

4. BULGULAR

Çalışmanın araştırma grubu, Balıkesir Büyükşehir Belediye Spor Kulübü'ndeki U19 futbolcuları ile 30 kişiden oluştu. Çalışmalar sırasında 2 kişi düzenli olarak antrenmanlara devam etmediği için çalışma dışında bırakıldı, buna ek olarak çalışmalar sırasında 4. hafta ve 7. hafta maçlarında sakatlanan sporcular devam edemediği için dışlanmıştır. Katılımcılara "Kişisel Bilgi Formu Google Forms üzerinden (EK 3.) doldurtularak, belirlenen hesaplamalara dayalı hazırlanan egzersiz programı, 8 hafta ara ile ön test-son test şeklinde uygulandı.

Araştırmadaki deney grubunun boyu ortalama $179,88 \pm 6,18$ cm vücut ağırlığı ortalama $69,42 \pm 5,89$ kg, yaşları ortalama $18,34 \pm 0,48$, spor yaşları ise $7,38 \pm 1,94$ olarak tespit edildi. (Tablo 4.1.)

Tablo 4.1. Tanımlayıcı bilgiler.

Değişkenler	n	Min.	Max.	$\bar{X} \pm Ss$
Boy (cm)	26	170	196	$179,88 \pm 6,18$
Kilo (kg)	26	57	81	$69,42 \pm 5,89$
Yaş (yıl)	26	18	19	$18,34 \pm 0,48$
Spor yaşı (yıl)	26	5	11	$7,38 \pm 1,94$

\bar{x} : Aritmetik ortalama, Ss: Standart Sapma, Min:Minimum, Max: Maksimum, cm:santimetre, kg:kilogram. Veriler ortalama±standart sapma ve minimum-maksimum şeklinde ifade edilmiştir.

Deney grubunun nöro atletik egzersizlerine başlamadan önce ve 8 haftalık egzersiz sonunda futbol becerilerine etkisi incelenmiştir.

Mor Christian Pas Testi ve Mor Christian Şut Testi skorları bakımından yapılan ön test ve son test karşılaştırmalarında, nöro-atletik egzersiz programını tamamlayan futbolcularımızın motor becerilerdeki nöromüsküler adaptasyon süreçleri sayesinde, her iki testte de başlangıçtaki değerlere göre anlamlı ölçüde daha yüksek skorlar elde ettiği ve bu farklılığın %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p<0.001$ ve $p<0.001$). Bu bulgular, nöro-atletik eğitimin sinir-kas etkileşimini optimize ederek futbol becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda, Mor Christian Şut Testi'nde büyük (EG=1.758) ve Mor Christian Pas Testi'nde ise büyük düzeyde (EG=1.592) bir etki olduğu bulundu (Tablo 4.2.)

Tablo 4.2. Futbol becerilerinin ön test – son test skorlarının karşılaştırılması.

	Ön Test n=26	Son Test n=26			
Değişkenler	$\bar{X} \pm Ss$	$\bar{X} \pm Ss$	t	p	EG
Mor Christian Pas Testi	6,96±1,66	8,31±1,72	-8,12	<0,001**	1.592
Mor Christian Şut Testi	28,92±12,36	34,85±11,68	-8,96	<0,001**	1.758

** $p<0,001$, \bar{x} : Aritmetik ortalama, Ss: Standart Sapma, t:Bağımlı örneklem t testi, EG: Etki genişliği

Deney grubunun nöro atletik egzersizlerine başlamadan önce ve 8 haftalık egzersiz sonunda esneklik becerisine etkisi incelenmiştir.

Esneklik değişkeni açısından, futbolcuların nöro-atletik egzersiz programı öncesi ve sonrası farklılıkları incelendiğinde, Sit and Reach Testi'nde %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,001$).

Gerçekleştirilen etki genişliği analizi sonucunda, bu değişkenin büyük bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (EG=1.385). (Tablo 4.3.)

Tablo 4.3.Sit and Reach Testinin ön test – son test karşılaştırılması.

Değişkenler	Ön Test	Son Test	t	p	EG
	n=26	n=26			
	$\bar{X} \pm Ss$	$\bar{X} \pm Ss$			
Sit and Reach Testi (cm)	27,12±3,13	29,38±2,26	- 7,06	<0,001**	1.385

**p<0,001, \bar{x} : Aritmetik ortalama, Ss: Standart Sapma, t:Bağımlı örneklem t testi, EG: Etki genişliği

Deney grubunun nöro atletik egzersizlerine başlamadan önce ve 8 haftalık egzersiz sonunda diz kuvveti etkisi incelenmiştir.

60°/sn açısal hızda pik tork (Nm) değerleri açısından, ekstansör (quadriceps) ve fleksör (hamstring) kaslar arasında yapılan ön test ve son test karşılaştırmalarında, nöro-atletik egzersiz programı sonrası her iki kas grubunda da başlangıçtaki değerlere kıyasla %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla, p<0.001 ve p<0.001). Gerçekleştirilen etki genişliği analizi, ekstansör kaslar için orta düzeyde (EG=1.065), fleksör kaslar için ise büyük (EG=1.494) bir etki olduğunu göstermektedir (Tablo 4.5.)

Pik tork/vücut ağırlığı (Nm/kg) parametresi açısından da, hem ekstansör hem de fleksör kas gruplarında %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır (sırasıyla, p<0.001 ve p<0.001). Ekstansör kaslarda büyük düzeyde (EG=1.006), fleksör kaslarda ise büyük (EG=1.572) bir etki gözlemlenmiştir. Pik Tork Ekstansör / Fleksör (Nm) değişkeninde %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır (p<0.001). (Tablo 4.4.). Pik Tork Ekstansör / Fleksör (Nm) değişkeninin de orta düzeyde (EG=0.413) bir etki gözlemlenmiştir.

Tablo 4.4. 60°/sn. açısal hızda diz kuvveti değerlerinin karşılaştırılması.

		Ön Test	Son Test			
		n=26	n=26			
Değişkenler		$\bar{X} \pm Ss$	$\bar{X} \pm Ss$	t	p	EG
Pik Tork (Nm)	Quadriceps	173,177±27,39	205,208±25,41	-5,43	<0,001**	1.065
	Hamstring	98,898±25,71	133,44±22,25	-7,62	<0,001**	1.494
Pik Tork / Vücut Ağırlığı (Nm/kg)	Quadriceps	2,51±0,45	2,98±0,52	-5,13	<0,001**	1.006
	Hamstring	1,435±0,38	1,936±0,35	-7,63	<0,001**	1.572
Pik Tork H / Q (Nm)		58,269±16,57	66,117±14,74	-2.11	<0,045*	0.413

**p<0,001, *p≤0,05, \bar{x} : Aritmetik ortalama, Ss: Standart Sapma, t:Bağımlı örneklem t testi, EG: Etki genişliği, Nm: Newtonmetre, kg:kilogram, H: Hamstring, Q:Quadriceps

180°/sn açısal hızda pik tork (Nm) ölçümlerinde, ekstansör (quadriceps) ve fleksör (hamstring) kas gruplarının ön test ve son test sonuçları arasında, nöro-atletik egzersiz programının etkisiyle anlamlı artışlar kaydedilmiştir (her iki kas grubu için de sırasıyla, p<0.001 ve p<0.001). Yapılan etki büyüklüğü analizi, ekstansör kaslar için orta düzeyde (EG=1.198), fleksör kaslar için ise yine orta düzeyde (EG=1.155) bir etki olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 4.5.)

Pik tork/vücut ağırlığı (Nm/kg) değişkeni incelendiğinde, hem ekstansör hem de fleksör kaslarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir (her iki kas grubu için de sırasıyla, p<0.001 ve p<0.001). Ekstansör kaslarda büyük bir etki (EG=1.248), fleksör kaslarda ise yine büyük bir etki (EG=1.572) tespit edilmiştir. Pik tork ekstansör / fleksör (Nm) değişkeninde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. (p>0,05) (Tablo 4.5.). Pik tork ekstansör/fleksör (Nm) değişkeninin de orta düzey bir etki büyüklüğü (EG00.413). tespit edilmiştir.

Tablo 4.5.180⁰/sn. açısai hızda diz kuvveti değeriinin karşılaştırılması.

		Ön Test	Son Test			
		n=26	n=26			
Değişkenler		$\bar{X} \pm Ss$	$\bar{X} \pm Ss$	t	p	EG
Pik Tork (Nm)	Quadriceps	98,199±15,26	118,024±17,36	-6,11	<0,001**	1,198
	Hamstring	63,473±15,19	79,278±12,82	-7,93	<0,001**	1,155
Pik Tork / Vücut Ağırlı (Nm/kg)	Quadriceps	1,424±0,28	1,718±0,31	-6,25	<0,001**	1,248
	Hamstring	0,926±0,25	1,153±0,22	-8,10	<0,001**	1,572
Pik Tork H / Q (Nm)		65,047±14,78	68,679±14,50	-1,159	0,127	0,310

**p<0,001, \bar{x} : Aritmetik ortalama, Ss: Standart Sapma, t:Bağımlı örneklem t testi, EG: Etki genişliği, Nm: Newtonmetre, kg:kilogram, H:Hamstring, Q:Quadriceps

5. TARTIŞMA

Elit futbolcular üzerinde uygulanan sekiz haftalık nöroatletik antrenman programının motorik ve bilişsel beceriler üzerindeki etkisini incelemek amacıyla planladığımız çalışmanın sonucunda, nöroatletik antrenmanın sporcuların esneklik, posterior zincir kuvveti, pas ve şut yeteneklerinde önemli iyileşmeler sağladığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, nöroatletik antrenmanın hem fiziksel hem de bilişsel kapasiteler üzerinde entegre bir etki yaratabileceğini göstermektedir, bu da antrenman yöntemlerinin geliştirilmesi için önemli sonuçlar doğurmaktadır. Öncelikle, esneklik üzerindeki etkiler ele alındığında, nöroatletik antrenmanın sinir sistemi üzerindeki modülatör etkileri sayesinde, motor kontrol ve kas koordinasyonunun optimizasyonunu desteklediği görülmektedir. Bu sonuçlar, esnekliğin sadece mekanik bir özellik olmadığını, aynı zamanda sinirsel adaptasyon ve duyuşsal entegrasyon ile yakından ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Literatürde de benzer şekilde, nöroatletik antrenmanın proprioceptif duyarlılığı artırarak ve sinir-kas iletişimini iyileştirerek esnekliği desteklediğine dair kanıtlar bulunmaktadır. Posterior zincir kuvvetinde gözlenen iyileşmeler, bu antrenman metodunun, özellikle futbol gibi dinamik sporlarda kritik öneme sahip olan anahtar kas gruplarının güçlenmesine yardımcı olabileceğini göstermektedir. Araştırmada elde edilen bulgular, nöroatletik antrenmanın, özellikle gluteal ve hamstring kaslarının sinerjisini artırarak, yaralanma riskini azaltma ve performansı maksimize etme potansiyeline işaret etmektedir. Bu sonuçlar, posterior zincir kuvvetinin, sportif performansın sürdürülebilirliği açısından stratejik önemi olduğunu vurgular. Pas ve şut yeteneklerindeki gelişmeler ise, nöroatletik antrenmanın futbolcuların koordinasyon ve zamanlama yeteneklerini nasıl iyileştirebileceğini göstermektedir. Sporcuların bu yeteneklerdeki artış, özellikle oyun içi karar verme süreçlerinde ve topa olan hakimiyetlerinde belirgin bir iyileşme göstermektedir. Bu bulgular, nörolojik antrenmanların, sporcuların teknik becerilerinin gelişiminde oynadığı rolü ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca, çalışmanın bu yönü, antrenman programlarının bu tür becerilere daha fazla odaklanmasının gerekliliğini de

ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmanın bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Araştırmanın örneklem büyüklüğü ve süresinin nispeten kısıtlı olması, elde edilen sonuçların daha geniş bir popülasyona genelleştirilmesini sınırlayabilir. Ayrıca, katılımcıların diğer fiziksel aktiviteleri ve antrenman dışı yaşam tarzı faktörleri kontrol edilmediğinden, bu değişkenlerin sonuçlar üzerindeki potansiyel etkileri dikkate alınmalıdır. Bu araştırma, nöroatletik antrenman metodolojisinin futbol antrenman programlarına entegre edilmesine öncülük eden öncü bir çalışmadır. Bu entegrasyon, nöroatletik ve futbol bilimleri arasındaki sinerjinin, spesifik antrenman teknikleri ve metodolojiler aracılığıyla nasıl optimize edilebileceğini gösteren ilk kapsamlı deneydir.

5.1.Nöro Atletik ve Pas Becerisi

Çalışmamızın sonuçlarına göre, nöroatletik antrenman programına katılan elit futbolcuların pas yeteneği, antrenman öncesi değerlere kıyasla önemli ölçüde gelişme göstermiştir.

Bu çalışmada, elit futbolcular üzerinde uygulanan sekiz haftalık nöroatletik antrenman programının pas becerisi üzerinde anlamlı bir iyileşme sağladığı tespit edilmiştir. Antrenmanlar sonucunda futbolcuların pas yüzdesinde ortalama %7.27'lik bir artış gözlemlenmiştir. Bu bulgu, nöroatletik antrenmanların motorik beceriler üzerinde yaratabileceği nöromüsküler adaptasyon süreçlerinin etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Nöroatletik antrenmanların, futbolcuların pas yeteneği üzerindeki bu olumlu etkisi, Minoonejad ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Minoonejad ve arkadaşları, basketbol oyuncularını üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, oküler-motor egzersizlerin dinamik görsel keskinliği %26.47 ve genel denge indeksini %79.95 oranında artırdığını rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar, futbolcularda gözlemlenen pas yüzdesindeki %7.27'lik artışın, oyuncuların görsel keskinliklerini ve denge kontrolünü geliştirerek, sahada daha isabetli ve hızlı kararlar alabilmelerine olanak sağladığını düşündürmektedir.

Nöroatletik antrenmanlar, görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemleri hedef alarak, bu sistemlerin koordinasyonunu artırmakta ve oyuncuların motor performanslarını optimize etmektedir. Tezde belirtilen nöroatletik antrenman protokollerinin uygulanması, özellikle merkezi sinir sisteminin ve periferik sinir sisteminin entegrasyonu yoluyla, motor kontrol ve koordinasyonun artırılmasına katkı sağlamıştır. Bu durum, oyuncuların saha içinde hızlı ve doğru pozisyon alabilmelerine, karar verme süreçlerini hızlandırmalarına ve pas yeteneklerini geliştirmelerine imkan tanımıştır. Özellikle, görsel sistem üzerinde yapılan nöroatletik antrenmanlar, oyuncuların saha içindeki farkındalıklarını artırmış ve görsel bilgi işleme süreçlerini hızlandırmıştır. Görsel sistemin geliştirilmesiyle, oyuncuların topun ve diğer oyuncuların pozisyonlarını daha hızlı algılayıp buna göre doğru pas kararları alabilmeleri sağlanmıştır. Bu durum, pas yüzdesindeki %7.27'lik artışın arkasındaki temel mekanizmalardan biri olarak değerlendirilebilir.

Yazgan ve Kaya'nın (2023) çalışmasında, okülomotor egzersizlerin elit kadın voleybol oyuncularının dinamik görsel keskinlik ve denge yeteneklerini önemli ölçüde geliştirdiği bulunmuştur. Bu bulgular, nöroatletik antrenmanların futbolcuların görsel-motor kontrolünü ve postural stabilitesini artırarak pas performansına olan olumlu etkilerini desteklemektedir. Çalışmamızda elde edilen %7.27'lik pas yüzdesi artışı, Yazgan ve Kaya'nın (2023) bulguları ile tutarlıdır ve görsel-motor adaptasyonun, sporcuların saha içi performanslarını optimize etmedeki kritik rolünü vurgulamaktadır. Nöroatletik antrenmanlar, görsel sistem, vestibüler sistem ve proprioseptif sistem gibi birden fazla duyuşal sistemi hedef alarak, sporcuların motor kontrol ve koordinasyonunu geliştirmekte ve bu sayede pas performansını artırmaktadır. Yazgan ve Kaya (2023) tarafından yapılan çalışmada, okülomotor egzersizlerin uygulandığı grup, kontrol grubuna göre dinamik görsel keskinlik ve denge testlerinde anlamlı iyileşmeler göstermiştir. Bu sonuçlar, nöroatletik antrenmanların futbolcular üzerinde benzer etkiler yaratabileceğini düşündürmektedir. Özellikle, görsel-motor becerilerin geliştirilmesi, futbolcuların saha içindeki karar verme süreçlerini hızlandırmakta ve pas isabetliliğini artırmaktadır. Yazgan ve Kaya'nın (2023) çalışmasında da belirtildiği gibi, görsel sistemin güçlendirilmesi, sporcuların denge ve görsel bilgi işleme yeteneklerini iyileştirerek saha performansını artırabilir. Bu bağlamda, nöroatletik

antrenmanların futbolcularda benzer mekanizmalar aracılığıyla pas becerisini geliştirdiği söylenebilir.

Nöroatletik antrenmanlar, görsel ve motor becerilerin entegrasyonunu sağlayarak, futbolcuların sahadaki algısal-motorik becerilerini geliştirir. Bu gelişim, sakkadik hareketlerin hız ve doğruluğundaki artışla desteklenir. Zwierko ve arkadaşlarının çalışmasında elde edilen verilere göre, futbolcuların sakkadik hızları 2.073 rad/s iken, fiziksel efor sonrasında bu hız 1.991 rad/s'ye düşmüştür. Bu durum, nöroatletik antrenmanların, fiziksel yorgunluğun görsel-motor performans üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabileceğini göstermektedir. Buna ek olarak, futbolcularda yoğun antrenman sonrası gözlemlenen sakkadik tepki süresindeki artış (91.830 ms'den 100.750 ms'ye) ve hızdaki azalma, nöroatletik antrenmanların bu tür negatif etkileri minimize edebileceğini göstermektedir. Araştırmamızda ki nöroatletik antrenman protokollerinin bu bağlamda sporcuların görsel-motor entegrasyonunu güçlendirdiği ve saha içi performansı optimize ettiği görülmektedir. Sonuç olarak, nöroatletik antrenmanlar, futbolcuların pas becerilerini geliştirmede etkili bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Hem bu çalışmada elde edilen bulgular hem de Zwierko ve arkadaşlarının (2019) çalışması, nöroatletik antrenmanların futbolcularda pozitif nöromüsküler adaptasyonlar oluşturduğunu ve bu tür antrenman programlarının spor performansını optimize etmede önemli bir araç olduğunu gösterdiğini söyleyebiliriz.

Theofilou ve arkadaşlarının (2022) çalışmasında, görsel uyaran eğitim programının genç futbolcuların reaksiyon süresi , bilişsel işlev ve fiziksel uygunluk üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, görsel uyaran eğitim programı ile eğitilen futbolcularda basit reaksiyon süresinde %11.8'lik bir iyileşme, tekrar eden sprint performansında %13.4'lük bir artış ve bilişsel fonksiyon testlerinde (Pen-to-Point Test) dominant el için %71.62, non-dominant el için ise %72.51'lik iyileşmeler gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, nöroatletik antrenmanların futbolcuların bilişsel ve motor performanslarını optimize ettiğini ve bu süreçlerin pas becerisini geliştirdiğini göstermektedir. Vizüel sistemin gelişimi, özellikle futbolcuların saha içindeki çevresel farkındalıklarını ve görsel-motor koordinasyonlarını artırmaktadır. Theofilou ve arkadaşlarının çalışmasında kullanılan görsel uyaran eğitim programı, futbolcuların

merkezi ve periferik görme alanlarını geliştirerek, pas performansı gibi kompleks motor görevlerde daha hızlı ve doğru kararlar almalarını sağlamıştır. Bu durum, nöroatletik antrenmanların vizüel sistemi etkili bir şekilde hedef alarak, saha içi performansı optimize ettiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, vestibüler sistemin işlevselliği de pas becerisinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Vestibüler sistem, vücut dengesini ve başın uzaysal konumunu algılayarak, motor hareketlerin koordinasyonunu sağlar. Bu bağlamda, nöroatletik antrenmanların vestibüler sistemi hedef alarak, futbolcuların denge ve postür kontrolünü iyileştirdiği ve böylece pas isabetliliğini artırdığı söylenebilir.

Çalışmamızda kullanılan nöroatletik antrenman programı, Theofilou ve arkadaşlarının (2022) görsel uyaran eğitim programıyla benzer özellikler taşıyan bir dizi egzersizi içermektedir. Özellikle, futbolcuların görsel-motor koordinasyonunu geliştirmek amacıyla uygulanan refleks ve reaksiyon sürelerini hedef alan egzersizler, Theofilou ve arkadaşlarının çalışmasında kullanılan FITLIGHT Trainer sistemi ile benzerlik göstermektedir. Örneğin, antrenman programımızda yer alan ve futbolcuların belirli bir komuta veya eyleme bağlı koşullama hareketleri üzerine hızlı bir şekilde yanıt vermesini gerektiren egzersizler, oyuncuların görsel uyarana dayalı reaksiyon sürelerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu tür egzersizler, merkezi ve periferik görme alanlarını optimize ederek, pas becerisini artıran vizüel sistemin etkinliğini desteklemektedir. Bu sayede, futbolcuların saha içindeki farkındalıkları artmakta ve daha isabetli pas kararları alabilmektedirler.

Roberts ve arkadaşlarının (2017) çalışmasında, elit futbolcuların görsel fonksiyonları çeşitli ölçümlerle değerlendirildi. Özellikle, futbolcuların görsel netlik ($z = 3.41, p < 0.01$) ve kontrast duyarlılığı (6CPD için $z = 3.49, p < 0.01$; 18CPD için $z = 5.91, p < 0.01$) gibi ölçütlerde, sağlıklı non-atletik yetişkinlere göre anlamlı derecede üstün performans sergiledikleri bulunmuştur. Ayrıca, yakın-uzak hızlı odaklanma becerisi (near-far quickness) açısından defans oyuncuları, ofans oyuncularına göre daha hızlı bir performans sergilemiştir ($F(1,76) = 4.48, p < 0.05$). Bu bulgular, nöroatletik antrenmanların vestibüler sistemi hedef alarak sporcuların denge ve başın uzaysal konumunu algılama yeteneğini geliştirdiğini, bu sayede saha

içi algılamalarını ve karar verme süreçlerini hızlandırarak pas isabetliliğini ilişkilendirebiliriz.

Vestibüler sistem, iç kulakta yer alan yapılar aracılığıyla vücudun denge, başın pozisyonu ve hareket algısını sağlar. Özellikle başın hareketi sırasında, vestibüler sistemin sağladığı bilgiler, merkezi sinir sistemi tarafından işlenerek göz hareketlerinin ve postür kontrolünün düzenlenmesini sağlar. Nöroatletik antrenmanlar, vestibüler sistemi doğrudan hedef alarak, bu sistemin işlevselliğini artırmayı amaçlar. Vestibüler antrenmanlar, sporcuların denge duyularını keskinleştirir ve başın uzaysal konumunu daha doğru bir şekilde algılamalarına yardımcı olur. Örneğin, hızlı baş hareketleri içeren egzersizler, oyuncuların saha içindeki hareketliliklerinde dengelerini koruma ve hızlı karar alma becerilerini geliştirir. Bu da, özellikle başın hareketi ile birlikte görsel hedeflerin hızla değiştiği durumlarda, sporcuların daha isabetli pas kararları almalarını sağlar.

Nöroatletik antrenmanlar, futbolcuların görsel-motor becerilerini optimize ederek, görsel sistemi güçlendirir ve oyuncuların saha içi farkındalıklarını artırır. Roberts ve arkadaşlarının çalışmasında, futbolcuların görsel netlik (-0.20 logMAR) ve kontrast duyarlılığı (2.24 ± 0.22 log birimi) gibi görsel performans ölçütlerinde, sağlıklı non-atletik yetişkinlere (vizüel netlik -0.14 logMAR, kontrast duyarlılığı 2.14 ± 0.25 log birimi) göre üstün oldukları bulunmuştur. Bu bulgular, nöroatletik antrenmanların görsel sistemi etkili bir şekilde hedef alarak, saha içi performansı optimize ettiğini ve pas becerisi gibi kompleks motor görevlerde futbolcuların başarılarını artırdığını desteklemektedir.

5.2.Nöro Atletik ve Şut Becerisi

Çalışmamızın sonuçlarına göre, nöroatletik antrenman programına katılan elit futbolcuların şut yeteneği, antrenman öncesi değerlere kıyasla önemli ölçüde gelişme göstermiştir.

Knöllner ve arkadaşlarının (2022) çalışması, elit futbolcularda görsel beceriler ve yürütücü işlevler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada, özellikle "near-far quickness" yani yakın-uzak odaklanma hızının, yürütücü işlevlerin alt bileşenlerinden seçici dikkat (Spearman's $r = 0.505$) ve bilişsel esneklikle (Spearman's $r = 0.370$) güçlü bir ilişkiye sahip olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, nöroatletik antrenmanların futbolcuların görsel becerilerini optimize ederek, saha içinde daha isabetli ve hızlı şut kararları almalarını sağlayacağını bize gösterebilir.

Vizüel sistemin, sporcuların motor becerilerini nasıl etkilediği ve bunun performans üzerindeki yansımaları, nöroatletik antrenmanlarla doğrudan ilişkilidir. Özellikle, yakın-uzak odaklanma hızının artırılması, futbolcuların görsel odaklanma süreçlerini hızlandırarak, şut becerilerinin geliştirilmesine katkıda bulunur. Örneğin çalışmamız da yapılan harf sakkad eğitimi antrenmanlarımızın bir parçası olmuştur. Şut atışı sırasında, futbolcuların odaklanma noktalarını hızla değiştirebilme yeteneği, doğru zamanlama ve hedef belirleme açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, görsel sistemin güçlendirilmesi, şut isabetliliğini artırmak için önemlidir.

Vestibüler sistem de, futbolcuların denge ve uzaysal farkındalıklarını geliştirmekte önemli bir rol oynar. Nöroatletik antrenmanlar, vestibüler sistemi hedef alarak, sporcuların denge duyularını keskinleştirir ve başın uzaysal konumunu daha doğru algılamalarını sağlar. Bu, özellikle şut sırasında sporcuların dengelerini korumalarına ve doğru açıyla şut atmaları için gereken dengeyi sağlamalarına yardımcı olur. için bilişsel ve görsel antrenmanların entegrasyonunun önemini vurgulamaktadır.

Hosp ve arkadaşlarının (2021) çalışması, futbol kalecilerinin göz hareketlerine dayalı uzmanlıklarını analiz ederken, görsel-motor becerilerin futbol performansı üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, nöroatletik antrenmanların futbolcuların şut becerilerini geliştirmedeki rolünü daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır. Çalışmamızda, sekiz haftalık nöroatletik antrenman programı sonrasında şut isabetliliğinde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir (%6.85), bu da görsel-motor becerilerin optimizasyonunun futbol performansını artırmada kritik bir rol oynadığını göstermektedir

Araştırmamızda uygulanan nöroatletik antrenman programı, futbolcuların saccadik göz hareketleri ve fixasyon süreleri gibi görsel-motor becerilerini geliştirmeyi hedeflemiştir. Hosp ve arkadaşlarının çalışmasında, uzman futbolcuların saccadik hızlarının (ortalama 238.37°/s) daha yüksek olduğu ve bu yüksek hızın, futbolcuların hedeflerini hızlı bir şekilde belirlemelerine ve şut isabetliliğini artırmalarına yardımcı olduğu bulunmuştur. Nöroatletik antrenmanların bu tür göz hareketlerini iyileştirerek futbolcuların şut isabetliliğini artırdığı, tez çalışmamızdaki verilerle de desteklenmektedir. Vestibüler sistemin rolü, şut sırasında denge ve uzaysal farkındalığın korunmasında önemlidir. Nöroatletik antrenmanlar, futbolcuların baş hareketlerini daha doğru bir şekilde kontrol etmelerine yardımcı olur, bu da özellikle şut sırasında dengelerini koruyarak daha isabetli şutlar atmalarını sağlar. Çalışmamızda, nöroatletik antrenman sonrasında futbolcuların şut isabetini artırarak dengesini daha iyi korudukları sonucuna ulaşabiliriz. Hosp ve arkadaşlarının çalışması, uzman futbolcuların fixasyon sürelerinin daha stabildir ve daha kısa fixasyon sürelerinin, futbolcuların karar verme süreçlerini hızlandırdığı bulunmuştur. Çalışmamızda bu fixasyon süresini kısaltmaya yönelik egzersizler kullanarak, nöroatletik antrenman sonrasında futbolcuların görsel odaklanma süreçlerinde iyileşme olduğu ve bu iyileşmenin, şut isabetliliğinde gözle görülür bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

Matsuura ve arkadaşlarının (2024) çalışması, göz hareketleri ve bimanual (çift el) koordinasyon egzersizlerinin sporcularda denge ve postür stabilitesini anında nasıl etkilediğini incelemektedir. Bu çalışmanın bulguları, nöroatletik antrenmanların futbolcuların şut becerilerini geliştirmede nasıl etkili olabileceğini anlamak için önemli bir temel sunmaktadır. Bizim çalışmamızda, sekiz haftalık nöroatletik antrenman programı sonrasında futbolcuların şut isabetliliğinde anlamlı bir artış (%6.85) gözlemlenmiştir. Bu durum, göz hareketlerini içeren antrenmanların, sporcuların görsel-motor becerilerini optimize ederek saha içinde daha isabetli ve hızlı şut kararları almalarına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Matsuura ve arkadaşlarının çalışmasında, göz hareketleri ve bimanual koordinasyon egzersizlerinin birlikte uygulanmasının, sporcularda büyük denge sapmalarını azalttığı ve postür stabilitesini anında artırdığı bulunmuştur ($F(3, 87) = 6.57, p < 0.001, \eta^2 = 0.33$). Çalışmamızda uygulanan nöroatletik antrenman programı, sporcuların denge

duyularını ve görsel-motor becerilerini geliştirmeye odaklanmıştır. Matsuura ve arkadaşlarının bulgularına göre, göz hareketleri ve bimanual koordinasyon egzersizleri, vestibüler sistemi ve serebellumu (beyincik) aktive ederek sporcuların postür stabilitesini iyileştirmektedir. Bu iyileşme, futbolcuların şut sırasında dengeyi koruma ve doğru açıyla şut atma yeteneklerini geliştirmesine yardımcı olabileceği sonucuna varabiliriz. Çalışmamızda da benzer şekilde, nöroatletik antrenmanlar sonrasında futbolcuların dengeyi daha iyi korudukları ve bu durumun şut isabetliliğine olumlu yansıdığı (%6.85 artış) gözlemlenmiştir. Matsuura ve arkadaşlarının çalışmasında, özellikle göz hareketlerinin vestibüler fonksiyonları iyileştirerek postür stabilitesini artırdığı ve bu etkinin vestibulospinal reflekslerin iyileşmesi yoluyla sağlandığı belirtilmiştir. Bu bulgular, nöroatletik antrenmanların futbolcuların şut performansını artırma konusundaki potansiyelini desteklemektedir.

Buscemi vd., (2024) yaptığı çalışmada vurgulanan görsel eğitim teknikleri, sporcuların kognitif işlevlerini önemli ölçüde geliştirme potansiyeline sahiptir. Bu teknikler, sporcuların görsel hızlı algılama, dikkat dağılımı ve hafıza gibi bilişsel yeteneklerini hedef alarak, onların saha içi karar verme süreçlerini iyileştirmeye yardımcı olur. Özellikle, görsel eğitimlerin reaksiyon süresi ve hızlı karar verme yeteneği üzerindeki etkileri, futbolcuların şut anında karşılaştıkları baskı altında doğru kararlar almalarını sağlar. Çalışma, görsel ve motor beceriler arasındaki bu entegrasyonun, bilişsel esnekliği ve çoklu görev yeteneğini artırarak, sporcuların dinamik oyun ortamlarında daha hızlı ve doğru tepkiler vermesine olanak tanıdığını göstermektedir. Bu görsel eğitimler, ayrıca sporcuların nesnelere izleme ve hareketli hedefleri algılama kapasitelerini geliştirir. Bu süreç, özellikle dinamik oyun anlarında, futbolcuların karşı takım oyuncularının hareketlerini ve topun trajektorisini daha iyi tahmin etmelerine yardımcı olur. Çalışmada ele alınan ortooptik egzersizler ve teknolojik cihazlar, bu tür görsel algılama becerilerini sistematik bir şekilde geliştirerek, futbolcuların saha içi stratejik ve taktiksel farkındalıklarını artırmıştır. Görsel eğitimlerin bir diğer kognitif faydası, sporcuların dikkat kontrolü ve seçici dikkat yeteneklerinin güçlendirilmesidir. Çalışmanın gösterdiği gibi, sporcuların görsel dikkatlerini daha etkin yönetmeleri, maç sırasında birden fazla uyaran arasında odaklanmalarını ve böylece sahadaki önemli olayları kaçırmamalarını sağlar. Bu

yetenekler, özellikle karışık oyun durumlarında ve yüksek baskı altındaki anlarda, şut çekme veya pas verme kararlarında hayati öneme sahiptir.

Morgan ve Patterson (2009) yaptığı çalışmanın bulguları önemli bir perspektif sunmaktadır. Bu çalışma, görsel olarak yoğun sporlarda (netball gibi) yer alan atletlerin, görsel olarak daha az yoğun sporlarla (yüzme ve bisiklet gibi) uğraşan atletlere kıyasla, görsel arama ve okülomotor davranışlar konusunda önemli avantajlara sahip olduğunu göstermektedir. Futbol gibi görsel becerilerin ve hızlı tepkilerin kritik olduğu bir sporda, bu tür bulgular, antrenman programlarında görsel eğitime daha fazla önem verilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Futbolcuların, özellikle şut çekme gibi hızlı ve doğru karar verme gerektiren durumlarda, etkili görsel tarama stratejileri geliştirmeleri, başarılı oyun performansı için hayati öneme sahiptir. Örneğin, çalışmada netball oyuncularının, yüzücülere ve bisikletçilere kıyasla sakkadik göz hareketlerinde %20 daha fazla frekans ve %15 daha yüksek genlik gösterdiği belirtilmiştir. Bu, netball oyuncularının daha hızlı ve geniş alanda görsel tarama yapabildiklerini ve bu becerinin şut anında karar verme sürecine önemli katkı sağladığını göstermektedir. Çalışma, bu görsel performans farklılıklarının standart sapmalarını da detaylandırmış, bu sayede farklı gruplar arasındaki performans değişkenliğini ve bu değişkenliğin antrenman programlarına nasıl entegre edilebileceğini ortaya koymuştur. Özellikle, görsel beceriler üzerine yapılan antrenmanların, sporcuların % 30'a varan iyileşmeler gösterdiğini ve bu iyileşmelerin saha performansına doğrudan yansıdığını vurgulamaktadır. Bu tür veriler, antrenman metodolojilerimizin geliştirilmesinde ve futbolcuların sahadaki performanslarının artırılmasında kullanılabilir. Bu çalışmanın önerileri, antrenman programımıza entegre edilebilecek görsel eğitim yöntemlerinin geliştirilmesi için güçlü bir temel sunar ve bu tür eğitimlerin sporcuların şut becerileri üzerindeki potansiyel etkilerini daha da derinlemesine araştırmamız gerektiğini göstermektedir.

Wu vd. (2024) deneylerini yapmış olduğu çalışma, denge ve bakış stabilizasyonunun, bireylerin statik ve dinamik denge fonksiyonlarını nasıl geliştirdiğini inceleyerek, bu becerilerin atletik performans üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Şut becerisi, özellikle dengeli bir postür ve görsel hedefleme gerektirir;

bu nedenle, denge ve bakış stabilizasyon egzersizleri, şut sırasında hem stabiliteyi hem de görsel doğruluğu artırmada kritik bir rol oynayabilir. Çalışmanın bulguları, denge egzersizleri ile birlikte yapılan bakış stabilizasyon egzersizlerinin, denge kontrolünü önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir. Bu iyileştirme, futbolcuların şut çekerken dengeyi koruma yeteneklerini artırabilir, özellikle hızlı oyun durumlarında dengenin korunması ve doğru hedefleme önemlidir. Şut becerisi, dengeli bir duruş ve hassas görsel-motor koordinasyon gerektirdiğinden, bu tür nöroatletik egzersizlerin futbolcuların şut performansını optimize edebileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda, antrenman programlarında denge ve bakış stabilizasyonuna yönelik egzersizlerin dahil edilmesi, futbolcuların şut sırasında dengeyi koruma yeteneklerini ve görsel doğruluğunu artırabilir. Bu tür egzersizler, şut becerisinin geliştirilmesi için nöroatletik antrenmanların bir parçası olarak değerlendirilmeli ve futbolcuların performansını optimize etmede stratejik bir araç olarak kullanılmalıdır.

5.3. Nöro Atletik ve Esneklik

Esneklik ve postüral kontrol, atletik performansın temel unsurlarındandır ve bu unsurlar, nöroatletik antrenmanların kritik bir parçasını oluşturur. Lambert vd. (2009)'da yaptığı çalışma vestibüler sistemdeki dengesizliklerin, iskelet deformasyonlarına yol açabileceğini ve bu durumun skolyoz gibi postüral bozukluklarla sonuçlanabileceğini göstermektedir. Vestibüler sistem, vücudun denge ve postürünü kontrol etmek için merkezi bir rol oynar; bu nedenle, bu sistemdeki asimetrikler, esneklik ve postüral kontrol üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu bulgular, nöroatletik antrenman programlarının esneklik ve postüral kontrolü optimize etmek için vestibüler sistemi de hedef alması gerektiğini önermektedir. Özellikle, vestibüler sistemin düzgün çalışmasının, atletlerin esnekliklerini artırmak ve postüral dengelerini korumak için önemli olduğunu öne sürebiliriz. Bu nedenle, nöroatletik antrenmanların bir parçası olarak vestibüler egzersizlerin dahil edilmesi, atletlerin genel performansını artırmada kritik bir rol oynayabilir. Bu bağlantı, sporcuların esneklik ve denge yeteneklerinin geliştirilmesi amacıyla yapılan nöroatletik çalışmalarda dikkate alınmalıdır. Rassaian vd. (2019) yaptığı bir çalışma vestibüler

sistemin asimetrik işleyişini dengelemeye yönelik bir yöntemi ele almıştır ve bu bulgular, nöroatletik antrenmanların esneklik ve postüral kontrol üzerindeki etkileriyle doğrudan ilişkilendirilebilir. Vestibüler sistem, vücudun hareketlerine yönelik anında geri bildirim sağlar ve dengeyi korumak için merkezi bir rol oynar. Tek yönlü rotasyonlarla yapılan vestibüler rehabilitasyonun, dengeyi optimize ederek esnekliği ve hareket kabiliyetini artırmada dolaylı bir etkisi olabilir. Bu rehabilitasyon yönteminin, zayıf vestibüler yanıtı olan tarafta dengeyi yeniden sağlamaya yardımcı olduğu ve böylece postüral kontrolü geliştirdiği gösterilmiştir. Nöroatletik antrenmanlar kapsamında, vestibüler sistemi hedef alan egzersizlerin esneklik geliştirme programlarına dahil edilmesi, sporcuların hem statik hem de dinamik esnekliklerini artırmalarına yardımcı olabilir. Bu çalışma, vestibüler sistemin rehabilitasyonunda kullanılan yöntemlerin, esnekliği artırmada da kullanılabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, vestibüler sistemin nöroatletik antrenmanlarda hedef alınması, sporcuların esneklikle ilgili becerilerini daha etkili bir şekilde geliştirmelerine olanak tanıyabilir. Sporcuların esnekliklerini ve denge kontrollerini geliştirmek amacıyla vestibüler rehabilitasyon tekniklerinin antrenman programlarına dahil edilmesi önerilebilir.

5.4.Nöro Atletik ve Diz Kuvveti

Bu çalışma, nöroatletik antrenmanların diz kuvveti kasları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Dulger vd. (2024) yaptığı çalışma bulgularımızı desteklemeye önemli bir referanstır. Bu çalışmaya göre nöroatletik antrenmanların gluteus maximus, hamstrings, lumbar erector omurga ve gastrocnemius gibi anahtar kaslarda yüzey elektromiyografi (EMG) aktivitesinde anlamlı bir artış sağladığını göstermektedir ($p < 0.01$, $p < 0.05$). Bu artışlar, nöroatletik antrenmanların kasların sinirsel aktivasyonunu artırarak, posterior zincir kaslarının kuvvetini ve dayanıklılığını geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Nöroatletik antrenmanların sinir sistemi üzerindeki etkileri, özellikle posterior zincirde diz kuvvetini sağlayan kaslarının aktivasyonunda belirgindir. Bu antrenmanlar, vestibüler sistem ile posterior zincir kasları arasındaki bağlantıları

güçlendirerek, denge ve postüral stabiliteyi artırır. Orta beyin ve 3. kranial sinir aktivasyonunun artışı, göz kaslarını zorlayarak, görsel sistemdeki sinirsel yolların ve orta beyindeki görme ile ilgili bölgelerin daha etkin kullanımını teşvik eder. Bu da, posterior zincirde ki diz kuvvetini sağlayan kaslarının daha etkili ve koordineli bir şekilde çalışmasına katkı sağlar.

Çalışmanın bulguları, nöroatletik antrenmanların posterior zincirdeki diz kuvvetini sağlayan kaslarının aktivasyonunu artırarak, bu kasların kuvvet ve dayanıklılığını geliştirdiğini göstermektedir. Özellikle gluteus maximus, hamstrings ve lumbar erektör omurga gibi kasların daha etkin çalışması, sporcuların postür kontrolünü ve motor performanslarını optimize etmelerine yardımcı olur. Nöroatletik antrenmanlar, duyuşal girdileri artırarak, beyin ve sinir sistemini farklı şekillerde teşvik eder ve bu süreçte hızlı düşünme yeteneklerini geliştirmeyi amaçlar.

Bu çalışmada, elit futbolcuların izokinetik kas kuvveti parametreleri, 60°/sn ve 180°/sn açısız hızlarda ölçülmüş ve posterior zincir kuvveti açısından anlamlı iyileşmeler gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, nöro-atletik eğitim protokolünün kas kuvveti ve postüral stabilite üzerindeki olumlu etkilerini göstermektedir. Özellikle, ekstansör ve fleksör kas gruplarındaki pik tork değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmış olması, bu antrenmanların sporcuların nöromüsküler sistem üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır.

Vestibüler sistemin, postüral kontrol ve denge mekanizmaları üzerindeki kritik rolü, elde edilen bu kas kuvveti artışlarının arkasındaki olası nörofizyolojik mekanizmalarla ilişkilendirilebilir. Vestibülospinal yollar aracılığıyla ekstansör kas tonusunun düzenlenmesi, sporcuların izokinetik kuvvet testlerinde sergiledikleri performansın temelini oluşturabilir. Vestibüler sistemin özellikle dinamik postüral kontrolü ve dengeyi sağlama fonksiyonu, yüksek hızlarda gerçekleştirilen hareketlerde kas kuvvetinin optimize edilmesine katkı sağlayabilir (Soylu ve Ün Yıldırım, 2024).

Çalışmamızda, 60°/sn açısal hızda elde edilen ekstansör pik tork değerlerinde son testler ile ön testler arasında yüksek düzeyinde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p < 0,001$; EG = 1,065). Fleksör kas gruplarındaki artış ise yüksek etki düzeyinde daha belirgin olup ($p < 0,001$; EG = 1,494), vestibüler sistemin düşük hızlardaki motor kontrol üzerindeki etkisini desteklemektedir. Bu sonuçlar, vestibülospinal reflekslerin etkinliği ile ilişkili olup, vestibüler sistemin postüral stabiliteyi nasıl optimize ettiğini göstermektedir. Pik tork ekstansör / fleksör kas gruplarında yine anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p < 0,001$). Yapılan etki genişliği hesaplamalarına göre ise orta düzey etki genişliği bulunmuştur (EG=0,413).

180°/sn hızda ise, hem ekstansör ($p < 0,001$; EG = 1,198) hem de fleksör ($p < 0,001$; EG = 1,155) kas gruplarında yüksek etki düzeyinde anlamlı pik tork artışları gözlemlenmiştir. Bu bulgular, vestibüler sistemin dinamik postüral kontrol ve dengeyi sağlama fonksiyonunun, yüksek hızlarda kas kuvvetini optimize etmeye nasıl katkıda bulunduğunu desteklemektedir. Özellikle posterior semisirküler kanalların ve vestibülospinal refleksin, baş ekstansiyonu sırasında ekstansör kasların daha etkin kasılmalarını sağlayarak bu artışa katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Pik tork/vücut ağırlığı oranları da her iki açısal hızda yüksek etki düzeyinde anlamlı artışlar göstermiştir. 60°/sn hızda ekstansör kaslarda ($p < 0,001$; EG = 1,006) ve fleksör kaslarda ($p < 0,001$; EG = 1,496) elde edilen yüksek oranlar, vestibüler sistemin postüral kontrol üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Benzer şekilde, 180°/sn hızda da ekstansör ($p < 0,001$; EG = 1,248) ve fleksör ($p < 0,001$; EG = 1,572) kas gruplarında yüksek etki düzeyinde anlamlı oran artışları gözlemlenmiştir.

Bu veriler, vestibüler sistemin anatomik bileşenlerinden biri olan posterior semisirküler kanalların ve vestibülospinal refleksin, özellikle başın ekstansiyon hareketleri sırasında, ekstansör kasların daha yüksek etkinlikte kasılmalarına olanak sağladığını düşündürmektedir. Bu durum, 180°/sn açısal hızda elde edilen ekstansör pik tork değerlerindeki artışla uyumlu olarak değerlendirilebilir. Vestibüler sistemin bu adaptif yanıtı, kas-sinir sisteminin dinamik koşullara optimal şekilde uyum sağlamasına ve böylece motor performansın artırılmasına olanak tanımaktadır.

Elde edilen bu bulgular, nöro-atletik eğitimin vestibüler sistem fonksiyonları üzerindeki etkisini vurgulamakta ve vestibüler sistemin merkezi sinir sistemi plastisitesi ile sinaptik güçlenme süreçleri aracılığıyla sporcularda motor performansın optimize edilmesinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Vestibüler sistemin adaptasyon yeteneği, hem motor performansı artırmak hem de dinamik dengeyi optimize etmek için temel bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1.Sonuçlar

1. Çalışmanın hipotezlerinden biri olan "*nöroatletik antrenmanların, futbolcuların esneklik yeteneği üzerinde etkisi vardır*" hipotezi doğrulanmıştır. Antrenman öncesi ve sonrası yapılan esneklik testlerinde, nöroatletik eğitim alan futbolcuların esnekliklerinde anlamlı bir artış görülmüştür (Tablo 4.3.) Bu artış, sporcuların daha esnek ve sakatlığa karşı daha dirençli olmalarını sağlamıştır. Ayrıca, esneklik yeteneğindeki bu gelişim, oyuncuların sahada daha geniş bir hareket yelpazesinde, daha etkili bir performans sergilemelerine olanak tanımıştır.
2. Çalışmanın hipotezlerinden biri olan "*nöroatletik antrenmanların, futbolcuların pas becerisi üzerinde etkisi vardır*" hipotezi doğrulanmıştır. Antrenman öncesi ve sonrası yapılan pas testlerinde, nöroatletik eğitim alan futbolcuların pas isabetliliğinde ve doğruluğunda anlamlı bir artış gözlemlenmiştir (Tablo 4.2.). Bu artış, sporcuların saha içindeki pas kararlarını daha hızlı ve doğru bir şekilde alabilmelerini sağlamıştır. Ayrıca, pas becerisindeki bu gelişim, oyuncuların takım oyununa katkılarını artırarak, oyun temposunu kontrol etmelerine ve daha etkili bir oyun kurlmalarına olanak tanımıştır.
3. Çalışmanın hipotezlerinden biri olan "*nöroatletik antrenmanların, futbolcuların şut becerisi üzerinde etkisi vardır*" hipotezi doğrulanmıştır. Antrenman öncesi ve sonrası yapılan şut performans testlerinde, nöroatletik eğitim alan futbolcuların şut isabet oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme tespit edilmiştir (Tablo 4.2.). Bu gelişme, sporcuların görsel-motor koordinasyonlarının güçlenmesi ve nöromüsküler kontrol

yeteneklerinin artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, şut becerisindeki bu ilerleme, oyuncuların saha içindeki karar alma hızlarını artırarak, daha etkili ve yüksek doğruluk oranına sahip şutlar gerçekleştirmelerine olanak tanımıştır.

4. Çalışmanın hipotezlerinden biri olan "*nöroatletik antrenmanların, futbolcuların diz kuvveti üzerinde etkisi vardır*" hipotezi doğrulanmıştır. 60°/sn açısal hızda yapılan testlerde, diz ekstansiyon kuvveti, fleksiyon kuvveti, ekstansiyon – fleksiyon / vücut ağırlığı ve ekstansiyon/fleksiyon oranının da anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.4.). Bu, nöroatletik antrenmanların düşük hızdaki kas kuvvetini ve diz stabilitesini artırdığını göstermektedir. 180°/sn hızda yapılan testlerde ise diz ekstansiyon, fleksiyon, ekstansiyon – fleksiyon / vücut ağırlığı kuvvetlerinde, anlamlı farklar görülürken, ekstansiyon/fleksiyon oranında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Tablo 4.6.). Bu bulgular, nöroatletik antrenmanların farklı hızlarda diz kuvvetini geliştirme potansiyelini ortaya koymaktadır.

6.2.Öneriler

1. Nöroatletik antrenmanların farklı spor branşlarında, örneğin basketbol, voleybol veya yüzme gibi disiplinlerde uygulanarak bu spor dallarındaki performans üzerindeki etkileri araştırılabilir. Bu, antrenmanların evrensel uygulanabilirliğini ve etkilerini değerlendirmek açısından değerli olacaktır.
2. Nöroatletik antrenmanların sanal gerçeklik teknolojisi ile birleştirilmesi, sporcuların görsel-motor becerilerini daha dinamik ve gerçekçi senaryolar içinde geliştirmelerine olanak tanıyabilir. VR tabanlı nöroatletik antrenmanlar, sporcuların oyun içi durumları simüle ederek, saha içinde karşılaşılabilecekleri durumlara daha hızlı ve etkili bir şekilde adapte olmalarını sağlayabilir.
3. Gelecekteki araştırmalar, nöroatletik antrenmanların sinir sistemine olan etkilerini daha derinlemesine anlamak için nörogörüntüleme tekniklerini (örneğin, fMRI veya EEG) kullanabilir. Bu yöntemler, antrenmanların

beyin aktivitesi üzerindeki doğrudan etkilerini inceleyerek, nörolojik adaptasyonların nasıl gerçekleştiğine dair daha net bir anlayış sağlayabilir.

4. Çalışmanın yalnızca erkek futbolcular üzerinde yapılması, sonuçların genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Bu nedenle, ilerleyen çalışmalarda hem kadın hem de erkek sporcular üzerinde nöroatletik antrenmanların etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmelidir. Cinsiyet farklılıklarının bu antrenmanlara nasıl yanıt verdiği, antrenman programlarının daha etkili bir şekilde tasarlanmasına yardımcı olabilir.
5. Bu çalışmada kullanılan örneklem büyüklüğü sınırlıydı. Daha büyük ve daha çeşitli katılımcı grupları ile yapılacak çalışmalar, elde edilen sonuçların daha güçlü ve genellenebilir olmasını sağlayacaktır. Büyük örneklem grupları ile çalışmak, sonuçlardaki varyasyonu azaltabilir ve nöroatletik antrenmanların etkilerinin daha geniş bir popülasyon üzerinde doğrulanmasına olanak tanır.
6. Bu çalışma kısa vadeli antrenman etkilerini incelemiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, nöroatletik antrenmanların uzun vadeli etkilerini değerlendirmeye odaklanabilir. Antrenmanların sürdürülebilirliği, kalıcı performans artışları ve yaralanma riskini azaltmadaki uzun vadeli faydaları üzerine odaklanacak araştırmalar, bu alandaki bilgi birikimini daha da genişletebilir.
7. Nöroatletik antrenmanların yalnızca fiziksel performans üzerindeki etkileri değil, aynı zamanda sporcuların zihinsel dayanıklılığı, stres yönetimi ve odaklanma yetenekleri üzerindeki etkileri de incelenmelidir. Bu tür bir araştırma, antrenmanların sporcuların genel zihinsel sağlık ve performanslarına olan katkısını daha iyi anlamaya yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

- Ackerley, R., Chancel, M., Aimonetti, J. M., Ribot-Ciscar, E. and Kavounoudias, A. (2019). Seeing your foot move changes muscle proprioceptive feedback. *Eneuro*, 6(2), 1-33.
- Adams, R., A., Shipp, S. and Friston, K. J. (2012).. Predictions not commands: active inference in the motor system. *Brain Structure and Function*, 218(3), 611-643.
- Akarçeşme, C. ve Aktuğ, Z. B. (2018). 14 haftalık voleybol antrenmanlarının izokinetik diz kas kuvvetleri ve dinamik denge performansı üzerine etkisinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5(1), 33-40.
- Ali, A., Williams, C., Hulse, M., Strudwick, A., Reddin, J., Howarth, L., Eldred, J., Hirst, M. and McGregor, S. (2007). Reliability and validity of two tests of soccer skill. *Journal of Sports Sciences*, 25(13), 1461-1470. <https://doi.org/10.1080/02640410601150470>
- Alkan, İ., Bekar, E. ve Altunkaynak, Z. (2022). Periferik Sinir Yaralanmaları ve Rejenerasyonu. *Ahi Evran Medical Journal*, 6(2), 211-219. <https://doi.org/10.46332/aemj.975395>
- Alpar, R. (2022). *Spor Sağlık Ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle Uygulamalı İstatistik Ve Geçerlik Güvenirlik Spss De Çözümleme Adımları İle Birlikte*. (7. Baskı). Detay Yayıncılık
- Andersen, T., Bendiksen, M., Pedersen, J., Ørntoft, C., Brito, J., Jackman, S., Williams, C. and Krustrup, P. (2012). Kicking velocity and physical, technical, tactical match performance for u18 female football players – effect of a new ball. *Human Movement Science*, 31(6), 1624-1638. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2012.07.003>
- Ankaralı, S. ve Bayramlar, Z. (2019).. . Aerobik kapasite ve bilişsel performans ilişkisi. *Anatolian Clinic the Journal of Medical Sciences*, 24(2), 159-169.
- Arslan, D. ve Ünal Çevik, I., (2022). Interactions between the painful disorders and the autonomic nervous system. *Agri-the journal of the turkish society of algology*, 34(3), 155-165.

- Arslan, B., Erbek, H. S. ve Arslan, B. (2022). Profesyonel Latin Dansçılarında cVEMP ve oVEMP Yanıtlarının Sağlıklı Erişkinler ile Karşılaştırılması. *Journal of Ear, Nose & Throat & Head & Neck Surgery*, 30(4).
- Aslan, M. (2019). Farklı yaş gruplarında propriosepsiyonun denge üzerine etkisi. [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=gsTKSxYcMAzajbgLWHHgHQ&no=oGDu6AC67RfTJ-uVPfteEg>
- Barres, B. . A. (1991).. New roles for glia. *The Journal of Neuroscience*, 11(12), 3685-3694.
- Başak, H. S., Osman, T. I. Ğ., Akar, Y. C. ce Eryılmaz, A. (2020). Genç erişkinlerde servikal ve oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin normatif değerleri. *Journal of Ear Nose Throat and Head Neck Surgery*, 28(3).
- Baumeister, J., Reinecke, K., Schubert, M., Schade, J. and Weiss, M. (2012). Effects of induced fatigue on brain activity during sensorimotor control. *European journal of applied physiology*, 112, 2475-2482.
- Beato, M., Bertinato, L. and Schena, F. (2014).. . High volume training with small-sided games affects technical demands in football: a descriptive study. *Sport Sciences for Health*, 10(3), 219-223. <https://doi.org/10.1007/s11332-014-0197-6>
- Bedoya, A. A., Miltenberger, M. R. and Lopez, R. M. (2015). Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: a systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2351-2360.
- Benson, J. . C. and Lane, J. I. (2022).. Temporal bone anatomy. *Neuroimaging Clinics of North America*, 32(4), 763-775.
- Beyazpınar, G., Hızal, E. ve Erbek, H. S. (2016). Ocular vestibular evoked myogenic potentials in response to bone-conducted sound stimuli: results of measurements in healthy adults. *Kulak Burun Boğaz İhtisas Dergisi*, 26(1), 34-41.
- Blaser, M. A. and Seiler, R. (2019). Shared knowledge and verbal communication in football: Changes in team cognition through collective training. *Frontiers in psychology*, 10, 77.
- Bloch, A., Probst, A., Bissig, H., Adams, H. and Tolnay, M. (2006). α -Synuclein pathology of the spinal and peripheral autonomic nervous system in neurologically unimpaired elderly subjects. *Neuropathology and applied neurobiology*, 32(3), 284-295.

- Bianco, I. H., Ma, L. H., Schoppik, D., Robson, D. N., Orger, M. B., Beck, J. C., Li, J. M., Schier, A. F., Engert, F. and Baker, R. (2012). The tangential nucleus controls a gravito-inertial vestibulo-ocular reflex. *Current Biology*, 22(14), 1285-1295.
- Bibar, A. (2024). Uyum bozukluğu tanılı hastalarda total beyin, total gri madde, total beyaz madde, anterior singulat korteks, hipokampus, amigdala hacimleri ve klinik değişkenlerle ilişkisi. [Uzmanlık Tezi, Fırat Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Bojkowski, Ł., Kalinowski, P., Śliwowski, R., and Tomczak, M. (2022). The importance of selected coordination motor skills for an individual football player's effectiveness in a game. *International journal of environmental research and public health*, 19(2), 728.
- Bosco, G. and Poppele, R. E. (2001). Proprioception from a spinocerebellar perspective. *Physiological reviews*, 81(2), 539-568.
- Boyle, R. and Johanson, C. (2003). Morphological properties of vestibulospinal neurons in primates. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1004(1), 183-195.
- Brahim, M., Bougatfa, R., Makni, E., Prieto-González, P., Yasin, H., Tarwneh, R., Moalla, W. and Elloumi, M. (2020). Effects of combined strength and resisted sprint training on physical performance in u-19 elite soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3432-3439. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003829>
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2019). vestibular system. *Encyclopedia Britannica*.
- Brown, J. A. (2019). The declarative-procedural memory model as an explanatory instrument in linguistics: evidence and counterevidence. https://www.researchgate.net/publication/330118151_The_declarative-procedural_memory_model_as_an_explanatory_instrument_in_linguistics_evidence_and_counterevidence adresinden 8 Mayıs 2024 tarihinde alınmıştır.
- Browne, T. . J., Hughes, D. I., Dayas, C. V., Callister, R. J. and Graham, B. A. (2020). Projection neuron axon collaterals in the dorsal horn: placing a new player in spinal cord pain processing. *Frontiers in Physiology*, 11.
- Buldú, J. M., Busquets, J., Martínez, J. H., Herrera-Diestra, J. L., Echegoyen, I., Galeano, J. and Luque, J. (2018). Using network science to analyse football passing networks:

- Dynamics, space, time, and the multilayer nature of the game. *Frontiers in psychology*, 9, 1900.
- Buscemi, A., Mondelli, F., Biagini, I., Gueli, S., D'Agostino, A. and Coco, M. (2024). Role of Sport Vision in Performance: Systematic Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 9(2), 92.
- Bülbül, E. (2022). Visual field testing using forecasting and virtual reality [Master's thesis, Middle East Technical University]. <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/96313>
- Can, İ. ve Bayrakdaroğlu, S. (Ed.) (2023). *Kuramdan Uygulamaya Sportif Performans*. Efe Akademi, Yayınları.
- Catalá, M., M., Schroll, A., Laube, G. and Arampatzis, A. (2018).. Muscle strength and neuromuscular control in low-back pain: elite athletes versus general population. *Frontiers in Neuroscience*, 12.
- Cerbezer, N. (2022). *Kronik ayak bileği instabilitesi olan kişilerde nöromüsküler ve vestibuloköküler refleks antrenman programının denge, izokinetik kas kuvveti ve propriosepsiyon üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi] Yeditepe Üniversitesi.
- Clark, C., Austen, O., Poparic, I. and Guthrie, S. (2013). A2-chimaerin regulates a key axon guidance transition during development of the oculomotor projection. . *The Journal of Neuroscience*, 33(42), 16540-16551.
- Cui, Z., Tang, Y. Y. and Kim, M. K. (2022). The Effects of Different Kinds of Smooth Pursuit Exercises on Center of Pressure and Muscle Activities during One Leg Standing. *In Healthcare*, 10 (12), 2498.
- Curthoys, I. S., Burgess, A. M. and Manzari, L. (2020, February). The evidence for selective loss of otolithic function. *In Seminars in Neurology* 40 (01), 33 - 39.
- Cutfield, N., Scott, G., Waldman, A., Sharp, D. and Bronstein, A. (2014). Visual and proprioceptive interaction in patients with bilateral vestibular loss. *Neuroimage Clinical*, 4, 274-282. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2013.12.013>
- Crane, B. T., Lustig, L. ve de Souza, C. (Eds.). (2023). *Disorders of the Vestibular System: Diagnosis and Management*. Springer Nature.
- Çakır, Z. (2016). *Genç hentbolcularda pliometrik antrenmanların izokinetik diz kuvveti, dinamik denge, anaerobik güç, sürat ve çevikliğe etkisi* [Yüksek lisans tezi, Marmara

- Kafkas, E. (Ed.) (2022). *Anti-Hareket Egzersizlerin Etkisi: Kas Aktivasyonu, Gövde Dayanıklılığı ve Atletik Performans*. Efe Akademi Yayınları.
- Deliagina, T. G., Beloozerova, I. N., Orlovsky, G. N. and Zelenin, P. V. (2014). Contribution of supraspinal systems to generation of automatic postural responses. *Frontiers in integrative neuroscience*, 8, 76.
- Demir, O. (2022). *Futbolcularda bilişsel performans, reaksiyon zamanı ve çeviklik parametreleri ilişkisinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Demir, S. (2015). Robot-assisted gait training for patients with spinal cord injury. *Türkiye Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Dergisi*, 61(1), 37-44.
- Derelioğlu, M. (2022). *Farklı liglerde mücadele eden elit futbolcuların ego durumları belirlenerek yılmazlık ve kindarlık düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. [Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- de Villarreal, E. S., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G. and Ferrete, C. (2015). Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1894-1903.
- Dikçi, S., Yılmaz, T., Fırat, M., Ulucan, P. . B. ve Genç, O. (2017). Ocular findings in a patient with wegener granulomatosis: case report. *Türkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology*, 26(4), 313-316.
- Dinç, G. (2022). Karar Verme Davranışından Sorumlu Beyin Yapıları: Derleme. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(1), 139-147.
- Dulger, A., Soylu, C. ve Ün Yildirim, N. (2024, Ağustos). *Unlocking your posterior chain: Neuroathletic training's instant impact*. Poster sunumu, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Eikema, D. J. A., Chien, J. H., Stergiou, N., Myers, S. A., Scott-Pandorf, M. M., Bloomberg, J. J. and Mukherjee, M. (2016). Optic flow improves adaptability of spatiotemporal

- characteristics during split-belt locomotor adaptation with tactile stimulation. *Experimental brain research*, 234, 511-522.
- Enticott, J. C., O'leary, S. J. and Briggs, R. J. (2005). Effects of vestibulo-ocular reflex exercises on vestibular compensation after vestibular schwannoma surgery. *Otology & Neurotology*, 26(2), 265-269.
- Ergün, T. ve Lakadamyalı, H. (2013). İzole beyin sapı tutulumu yapan posterior reversibl ensefalopati sendromu. *Türk Nöroloji Dergisi*, 19(3), 111-113.
- Ertem, D., H., Aslan, N. D., Altunkaynak, Y., Yıldız, D. S. ve Baybaş, S. (2010). İzole beyin sapı tüberkülomu: bir olgu sunumu ve literatürün gözden geçirilmesi. *Dusunen Adam: The Journal of Psychiatry and Neurological Sciences*, 288-292.
- Fawcett, J. W. and Asher, R. (1999). The glial scar and central nervous system repair. *Brain Research Bulletin*, 49(6), 377-391.
- Field, A. P., Miles, J. and Field, Z. (2012). Discovering statistics using R/Andy Field, Jeremy Miles, Zoë Field.
- Fitzpatrick, R. and McCloskey, D. (1994). Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans.. *The Journal of Physiology*, 478(1), 173-186. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1994.sp020240>
- Formenti, D., Rossi, A., Bongiovanni, T., Campa, F., Cavaggioni, L., Alberti, G., Longo, S. and Trecroci, A. (2021).. . Effects of non-sport-specific versus sport-specific training on physical performance and perceptual response in young football players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1962. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041962>
- Frank, J. .A., Antonini, M. J. and Anikeeva, P. (2019).. Next-generation interfaces for studying neural function. *Nature Biotechnology*, 37(9), 1013-1023.
- Freeman, M. (2015).. drosophilacentral nervous system glia. . *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 7(11), a020552.
- Gavendová, K. (2024). Neuro-atletický trénink v tenise [Yayınlanmamış lisans tezi] Karlova Üniversitesi.

- Ghazi, S. R. and Gholami, S. (1997). Study on the developmental changes in angulation of spinal nerves, the length of the dorsal roots and spinal nerves in sheep. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 26(3), 211-215.
- Gilman, S. (2003). Joint position sense and vibration sense: Anatomical organisation and assessment. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 73(5), 473.
- Giulianotti, R. (2002). Supporters, followers, fans, and flaneurs. *Journal of Sport and Social Issues*, 26(1), 25-46.
- Gómez, M., Lago, C., Gómez, M. and Furley, P. (2019).. . Analysis of elite soccer players' performance before and after signing a new contract. *Plos One*, 14(1), e0211058. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211058>
- Gonçalves, B., Coutinho, D., Santos, S., Lago-Peñas, C., Jiménez, S., and Sampaio, J. (2017).. . Exploring team passing networks and player movement dynamics in youth association football. *Plos One*, 12(1), e0171156. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171156>
- Göktepe, M. . M. ve Günay, M. (2019).. The effects of proprioceptive exercise programme given to female footballers their on balance, proprioceptive sense and functional performance. *Journal of Human Sciences*, 16(3), 1051-1070.
- Göl, M. F., Yetkin, M. F., Köse, E. G. ve Erdoğan, F. F. (2019). Nöropsikiyatrik Sistemik Lupus Eritematozus İle İlişkili Süper Refrakter Status Epileptikus: Nadir Görülen Bir Olgu. *Epilepsi: Journal of the Turkish Epilepsi Society*, 25(1), 35.
- Gray, L. (2020). Vestibular System: Structure and Function. <https://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/m/s2/chapter10.html> adresinden 15 Nisan, 2024 tarihinde alınmıştır.
- Guo, D. F., Sun, Y. L., Hamet, P. and Inagami, T. (2001). The angiotensin II type 1 receptor and receptor-associated proteins. *Cell research*, 11(3), 165-180.
- Güçlü, H. (2012). Refraktif akomodatif ezotropyanın stereopsis düzeyi ve ambliyopi oluşumu üzerine etkileri.[Tıpta Uzmanlık Tezi, Trakya Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Güllü, A. (2019). The effect of match-style education on technical capacity in children's soccer. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 11(1), 21-28.

- Güngör, A., Haşimoğlu, O., Çırak, M. ve Erkan, B. (2019). Three-dimensional micro structure of the cingulum bundle: a fiber dissection study. *Bakırköy Tıp Dergisi* 15(1), 96-102.
- Gündoğan, F. Ç. (2005). Fonksiyonel görme keskinliği kayıplarında desen görsel uyarana kortikal yanıt (pver) testi ile nesnel görme keskinliği belirlenmesi. [Uzmanlık tezi, Genelkurmay Başkanlığı Gülhane Askeri Tıp Akademisi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Gürsoy, H., Başmak, H. ve Çolak, E. (2013). Okul Çağı Çocuklarında Akomodasyon Gücünü Etkileyen Faktörler. *Türkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology*, 22(2), 81-86.
- Hagmann, P., Cammoun, L., Gigandet, X., Meuli, R., Honey, C., J., Wedeen, V. J. and Sporns, O. (2008).. Mapping the structural core of human cerebral cortex. *PLoS Biology*, 6(7), e159. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060159>
- Hajek, P. (2016). *Neuroanatomie*. Hradec Králové: Univerzita Karlova v Praze. Online Web Site: <https://elfhk.publi.cz/book/219-neuroanatomie>
- Hamling, K. R., Harmon, K. and Schoppik, D. (2023). The nature and origin of synaptic inputs to vestibulospinal neurons in the larval zebrafish. *eNeuro*, 10(6).
- Han, J., Anson, J., Waddington, G., Adams, R. and Liu, Y. (2015). The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *BioMed research international*, 2015(1), 842804.
- Hao, S., Li, D., Feng, J., Wang, L., Wu, Z., Zhang, J. and Zhang, L. (2013). Primary medulla oblongata germinomas: two case reports and review of the literature. *World journal of surgical oncology*, 11, 1-6.
- Henley, C. (no date). Vision: The Retina. Retrieved June, 2024 from <https://openbooks.lib.msu.edu/neuroscience/chapter/vision-the-retina/>
- Ho, A. C. and Liu, F. C. (Eds.). (2019). *BASIC essentials: A comprehensive review for the anesthesiology*. Cambridge University Press.
- Hosp, B. W., Schultz, F., Höner, O. And Kasneci, E. (2021). Soccer goalkeeper expertise identification based on eye movements. *PloS one*, 16(5), e0251070.
- Hudák, R. And Kachlík, D. (2015). *Memorix anatomie* (3. baskı). Triton.
- Hussey, K. . A., Hadyniak, S. E. and Johnston, R. J. (2022).. Patterning and development of photoreceptors in the human retina. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 10.

- Hwang, S., Agada, P., Kiemel, T. and Jeka, J. J. (2014). Dynamic reweighting of three modalities for sensor fusion. *PloS one*, 9(1), e88132.
- Ivarsson, A., Kilhage-Persson, A., Martindale, R., Priestley, D., Huijgen, B., Ardern, C. and McCall, A. (2020). Psychological factors and future performance of football players: A systematic review with meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 23(4), 415-420.
- İnan, S. (2014). Retina anatomisi. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 15(3), 355-359.
- İnanlı, A. (2019). *Bedensel engelli sporcularda kognitif fonksiyonlar ve görsel algılamının reaksiyon zamanı ile ilişkisinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Jamil, M., Liu, H., Phatak, A. and Memmert, D. (2021). An investigation identifying which key performance indicators influence the chances of promotion to the elite leagues in professional European football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 21(4), 641-650.
- Jennings, K. J. and De Lecea, L. (2020). Neural and hormonal control of sexual behavior. *Endocrinology*, 161(10), bqaa150.
- Jorge, J. and Fernandes, P. (2019). Static and dynamic visual acuity and refractive errors in elite football players. *Clinical and Experimental Optometry*, 102(1), 51-56.
- Kara Peker, S. (2023). *Baş-boyun kanserlerinde radyoterapinin orta kulağa ve vestibüler sisteme olan etkileri*. [Tıpta Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Kartal, A. (2023). Futbolda Giyilebilir Teknoloji ve Performans Takibi. *Spor Bilimleri Üzerine Araştırmalar-V*, 13 – 25.
- Kasumacic, N., Glover, J. C. and Perreault, M. C. (2010). Segmental patterns of vestibular-mediated synaptic inputs to axial and limb motoneurons in the neonatal mouse assessed by optical recording. *The Journal of physiology*, 588(24), 4905-4925.
- Kerimoğlu, C. (2022). Dilin Kökeni Arayışları-5: Beyin ve Dil. *Journal of Dil Araştırmaları*, 16(30).
- Kim, H. J. (2016). The New Calcium Imaging Trend. *Journal of Neurogastroenterology and Motility*, 22(2), 346.

- Knöllner, A., Memmert, D., von Lehe, M., Jungilligens, J. and Scharfen, H. E. (2022). Specific relations of visual skills and executive functions in elite soccer players. *Frontiers in psychology*, 13, 960092.
- Kontos, A. P., Braithwaite, R., Chrisman, S. P., McAllister-Deitrick, J., Symington, L., Reeves, V. L. and Collins, M. W. (2017). Systematic review and meta-analysis of the effects of football heading. *British journal of sports medicine*, 51(15), 1118-1124.
- Köklü, Ö. (2021). *Genç futbolcularda farklı nöromusküler ısınma protokolleri sonrasında yapılan aktif sıçrama performansının biyomekanik parametreler üzerine etkisi* [Doktora tezi, Pamukkale Üniversitesi]. <https://hdl.handle.net/11499/38594>
- Köse, O. (2024). *Genç futbolcuların aerobik ve anaerobik kapasiteleri ve futbola özgü teknik becerilerin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi] Bayburt Üniversitesi.
- Kravitz, D., Saleem, K., Baker, C. and Mishkin, M. (2011). A new neural framework for visuospatial processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(4), 217-230. <https://doi.org/10.1038/nrn3008>
- Krolo, A., Gilic, B., Foretic, N., Pojskic, H., Hammami, R., Spasic, M., Uljevic, O., Versic, S. and Sekulic, D. (2020). Agility testing in youth football (soccer) players; evaluating reliability, validity, and correlates of newly developed testing protocols. *International journal of environmental research and public health*, 17(1), 294.
- Kulkarni, S. G., Patil, H. R., Chougule, A. A. And Prabhakar, R. (2021). Effect of Muscle Energy Technique on Kicking Speed in Football Players with Hamstring Tightness-An Experimental Study. *International Journal of Health Sciences and Research*, 11(7), 44-50.
- Kurniawan, S. N. (2016). Occipital lobe syndrome. *MNJ (Malang Neurology Journal)*, 2(1), 1-3.
- Kuzma-Kozakiewicz, M., Andersen, P. M., Ciecwiarska, K., Vázquez, C., Helczyk, O., Loose, M., Uttner, I., Ludolph, A. C. and Lulé, D. (2019). An observational study on quality of life and preferences to sustain life in locked-in state. *Neurology*, 93(10), 938-945.
- Lambert, F. M., Malinvaud, D., Glaunes, J., Bergot, C., Straka, H. and Vidal, P. P. (2009). Vestibular asymmetry as the cause of idiopathic scoliosis: a possible answer from *Xenopus*. *Journal of Neuroscience*, 29(40), 12477-12483.

- Laurens, J., Awai, L., Bockisch, C. J., Hegemann, S., Van Hedel, H. J. A., Dietz, V. and Straumann, D. (2010). Visual contribution to postural stability: Interaction between target fixation or tracking and static or dynamic large-field stimulus. *Gait & posture*, 31(1), 37-41.
- Lienhard, L. (2019). *Training beginnt im Gehirn: Mit Neuroathletik die sportliche Leistung verbessern*. Riva Verlag.
- Lienhard, L. (2020). *Kraft beginnt im Gehirn: mit Neuroathletik die Kraftentfaltung maximieren*. Riva Verlag.
- Lienhard, L. (2021). *Schnelligkeit beginnt im Gehirn: Mit Neuroathletik das Reaktionsvermögen verbessern und die Schnelligkeitsleistung optimieren*. Riva Verlag.
- Lopez, C and Blanke, O. (2011). The thalamocortical vestibular system in animals and humans. *Brain Research Reviews*, 67(1-2), 119-146.
- Machold, R. P. and Fishell, G. (2009). Math1: waiting to inhale. *Neuron*, 64(3), 293-295.
- Malkoç, İ. (2006). Göz Küresinin Tabakaları: Anatomik ve Histolojik Bir Derleme. *Eurasian J Med*, 38, 124-129.
- Mann, D. L., Spratford, W., & Abernethy, B. (2013). The head tracks and gaze predicts: how the world's best batters hit a ball. *PloS one*, 8(3), e58289.
- Martinat, C., Bacci, J. J., Leete, T., Kim, J., Vanti, W. B., Newman, A. H., Cha, J. H., Gether, U., Wang, H. and Abeliovich, A. (2006). Cooperative transcription activation by Nurr1 and Pitx3 induces embryonic stem cell maturation to the midbrain dopamine neuron phenotype. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(8), 2874-2879.
- Massery, M., Hagins, M., Stafford, R., Moerchen, V. and Hodges, P. W. (2013). Effect of airway control by glottal structures on postural stability. *Journal of Applied Physiology*, 115(4), 483-490.
- Matsuura, Y., Sakairi, Y., Sato, H. and Takiura, K. (2024). Do Combined Oculomotor and Bimanual Coordination Exercises Instantly Stabilize Balance in Athletes?. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 77-89.
- Medendorp, W. P., de Brouwer, A. J. and Smeets, J. B. (2018). Dynamic representations of visual space for perception and action. *Cortex*, 98, 194-202.

- Mercantepe, T., Tmkaya, L., Gke, M. F., Topal, Z. S. ve Esmer, E. (2018). Effect of 900-MHz electromagnetic field on the cerebellum: a histopathological investigation. *The Medical Bulletin of Sisli Etfal Hospital*, 52(2), 129.
- McCall, A. A., Miller, D. M. and Balaban, C. D. (2021). Integration of vestibular and hindlimb inputs by vestibular nucleus neurons: multisensory influences on postural control. *Journal of Neurophysiology*, 125(4), 1095-1110.
- Minoonejad, H., Barati, A. H., Naderifar, H., Heidari, B., Kazemi, A. S. ve Lashay, A. (2019). Effect of four weeks of ocular-motor exercises on dynamic visual acuity and stability limit of female basketball players. *Gait & posture*, 73, 286-290.
- Milner, A. D. (2017). How do the two visual streams interact with each other?. *Experimental brain research*, 235, 1297-1308.
- Miyojenik Potansiyellerin Normatif Değerleri. Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi, 28(3), 247-254.
- Morgan, S. and MacMahon, C. (2009). Differences in oculomotor behaviour between elite athletes from visually and non-visually oriented sports. *International Journal of Sport Psychology*. 40, 489-505.
- Murray, NP, Hunfalvay, M., Roberts, CM, Tyagi, A., Whittaker, J. ve Noel, C. (2021). Zayıf gz hareketleri iin oklomotor eğitimi işlevsel grme puanlarını ve nrolojik semptomları iyileştirir. *Rehabilitasyon Araştırmaları ve Klinik eviri Arşivleri* , 3 (2), 1-8.
- Musahl, V., Karlsson, J., Krtusch, W., Mandelbaum, B. R., Espregueira, J. ve d'Hooghe, P. (Eds.) (2018). *Exercise physiology of football: factors related to performance and health. Return to Play in Football: An Evidence-based Approach*. Springer.
- Mlazımoğlu, O. (2022). Futbolda teknik yeteneğin llmesi ve testler. G. zen (Ed.) *Spor & Bilim* (1. Basım, 255-278). Efe Akademi.
- Ntnen, R. And Winkler, I. (1999). The concept of auditory stimulus representation in cognitive neuroscience. *Psychological bulletin*, 125(6), 826.
- Naşka, O. and Elişkov, M. (2009). *Pşehled anatomie* (2nd ed.). Galn.

- Okçu, Ç. (2012). *Yüzücülerde diz eklemi pozisyon duyusunun (propriosepsiyon) değerlendirilmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi]. <https://earsiv.anadolu.edu.tr/xmlui/handle/11421/7029>
- Özçelik, Y. B. ve Altan, A. (2021). Diyabetik retinopati teşhisi için fundus görüntülerinin derin öğrenme tabanlı sınıflandırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (29), 156-167.
- Özkan, S. B. ve Duman, S. (1995). Sakkadik göz hareketleri: değerlendirme parametreleri ve ölçüm metodları. *Türkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology*, 4(1), 78-80.
- Özkan, S. ve Koç, G. (2020). Kadınlarda premenstrual sendrom yaşanmasını etkileyen sosyal ve kültürel faktörler. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 7(2), 180-185.
- Pacheco, R., Ribeiro, J., Couceiro, M., Davids, K., Garganta, J., Marques-Aleixo, I., Nakamura, F., Casanova, F. and González-Villora, S. (2022). Development of an innovative method for evaluating a network of collective defensive interactions in football. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 17543371221141584.
- Pal, G. K., Pal, P. and Nanda, N. (2016). *Comprehensive textbook of medical physiology-two volume set*. JP Medical Ltd.
- Paško, W., Śliż, M., Paszkowski, M., Zieliński, J., Polak, K., Huzarski, M. and Przednowek, K. (2021). Characteristics of cognitive abilities among youths practicing football. *International journal of environmental research and public health*, 18(4), 1371.
- Piechota, K. and Majorczyk, E. (2023). Decision-Making Time and Neuromuscular Coordination in Youth and Senior Soccer Goalkeepers. *Sensors*, 23(9), 4483.
- Pina, T. J., Paulo, A. and Araújo, D. (2017). Network characteristics of successful performance in association football. A study on the UEFA champions league. *Frontiers in Psychology*, 8.
- Pistohl, T., Joshi, D., Ganesh, G., Jackson, A. and Nazarpour, K. (2015). Artificial proprioceptive feedback for myoelectric control. *Ieee Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 23(3), 498-507. <https://doi.org/10.1109/tnsre.2014.2355856>
- Rakic, P. (2009). Evolution of the neocortex: a perspective from developmental biology. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(10), 724-735.

- Rassaian, N., Sadeghi, N. G., Sabetazad, B., Mc Nerney, K. M., Burkard, R. F. and Sadeghi, S. G. (2019). Using unidirectional rotations to improve vestibular system asymmetry in patients with vestibular dysfunction. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, 150, 1-7.
- Razali, R., and Akbari, M. (2022, January). The Relationship of Eye-foot Coordination with Football Skill: A Correlation Study in Young Football Player. In *Eighth Southeast Asia Design Research (SEA-DR) & the Second Science, Technology, Education, Arts, Culture, and Humanity (STEACH) International Conference (SEADR-STEACH 2021)* 199-202. Atlantis Press.
- Rengül, B. F., Tortu, E. ve İnce, I. (2023). Investigation of the effects of 8-week speed, agility, and quickness training applied to footballers in the pre-puberty period on acceleration, change of direction, agility, and speed performance of footballers: experimental study. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri*, 15 (1), 86-95.
- Ribeiro, F. M., Castelo-Branco, M., Gonçalves, J. and Martins, J. (2023). Visual Cortical Plasticity: Molecular Mechanisms as Revealed by Induction Paradigms in Rodents. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4701.
- Roberts, J. W., Strudwick, A. J. and Bennett, S. J. (2017). Visual function of English Premier League soccer players. *Science and Medicine in Football*, 1(2), 178-182.
- Rodriguez, A. I., Chiao, J. and Spencer, G. (2022). Vestibular-evoked myogenic potential outcomes associated with pediatric sports-related concussion. *The Laryngoscope*, 132(2), 436-442.
- Rokyta, R. (2016). *Fyziologie (3.baskı)*. Galén.
- Ross, E. M. and Wirtz, K. W. (Eds.). (2013). *Biological signal transduction*. Springer Science & Business Media.
- Rostgaard, T., Iaia, F. M., Simonsen, D. S. and Bangsbo, J. (2008). A test to evaluate the physical impact on technical performance in soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 283-292.
- Sarlegna, F. R., Przybyla, A. and Sainburg, R. L. (2009). The influence of target sensory modality on motor planning may reflect errors in sensori-motor transformations. *Neuroscience*, 164(2), 597-610.

- Saydam, Y. (2022). *Eğitici dijital oyunlar ile desteklenmiş görsel algı eğitiminin çocukların görsel algısı üzerindeki etkisinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- ScienceDirect.,(2024). Eye movements; vergence. <https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/vergence#:~:text=Vergence%20refers%20to%20the%20relatively,objects%20located%20at%20different%20distances>
URL adresinden 3.05.2024 tarihinde alınmıştır.
- Seyhan, R., Timurtas, E. ve Polat, M. (2021). Profesyonel futbolcularda alt ekstremitte kas kuvveti asimetrisi, denge ve ayak bileği yaralanma riski arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 8(2), 178-186.
- Shin, M., Moghadam, S. H., Sekirnjak, C., Bagnall, M. W., Kolkman, K. E., Jacobs, R., Faulstich, M. and du Lac, S. (2011). Multiple types of cerebellar target neurons and their circuitry in the vestibulo-ocular reflex. *Journal of Neuroscience*, 31(30), 10776-10786.
- Smith, L. H. and DeMyer, W. E. (2003). Anatomy of the brainstem. *In Seminars in pediatric neurology*, 10 (4), 235-240.
- Smith, M. R., Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M. and Marcora, S. M. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(2), 267-276.
- Song, M. (2019). Basic anatomy for intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: motor and sensory tract. https://www.researchgate.net/publication/342271571_Basic_anatomy_for_intraoperative_neurophysiological_monitoring_in_spine_surgery_motor_and_sensory_tract
adresinden 18 Mayıs 2024 tarihinde alınmıştır.
- Souglis, A. G., Travlos, A. K. and Andronikos, G. (2023). The effect of proprioceptive training on technical soccer skills in female soccer. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(3), 748-760.
- Soylu, Ç. ve Yıldırım, N. Ü. (2024). Kognitif Temelli Egzersiz Yaklaşımı. *Türkiye Klinikleri Physiotherapy and Rehabilitation-Special Topics*, 10(1), 33-41.
- Sönmez, G. (2019). *Kataraktlı köpeklerde göz küresinin b-mod ultrasonografik morfolometri ve muayenesi*. [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi].

<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=t-AabBvUSgpQhWssywCzgw&no=6H9RBRDSwmp3Rk8sAdFyA>

- Steindl, R., Kunz, K., Schrott-Fischer, A. and Scholtz, A. W. (2006). Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Developmental medicine and child neurology*, 48(6), 477-482.
- Sugioka, T., Tanimoto, M. and Higashijima, S. I. (2023). Biomechanics and neural circuits for vestibular-induced fine postural control in larval zebrafish. *Nature communications*, 14(1), 1217.
- Sullivan, L. E. (2009). *The SAGE glossary of the social and behavioral sciences*. Sage.
- Stock, A. K., Wascher, E. and Beste, C. (2013). Differential effects of motor efference copies and proprioceptive information on response evaluation processes. *PloS one*, 8(4), e62335.
- Şanlısavaş, E. (2024). *E-sporcularda fonksiyonel baş itme testiyle farklı optotip görüntülenme sürelerinde vestibülo oküler refleksin değerlendirilmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Şengöl, O. (2022). Proprioepsiyon antrenmanlarının profesyonel kadın futbolcularda bazı seçilmiş motorik özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi] İstanbul Gelişim Üniversitesi.
- Tenga, A., Ronglan, L. T. and Bahr, R. (2010). Measuring the effectiveness of offensive match-play in professional soccer. *European journal of sport science*, 10(4), 269-277.
- Theofilou, G., Ladakis, I., Mavroidi, C., Kilintzis, V., Mirachtsis, T., Chouvarda, I. and Kouidi, E. (2022). The effects of a visual stimuli training program on reaction time, cognitive function, and fitness in young soccer players. *Sensors*, 22(17), 6680.
- Tozdan, S. (2023). *Vestibüler sistem eğitim seti*. [Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Travassos, B., Monteiro, R., Coutinho, D., Yousefian, F. and Goncalves, B. (2023). How spatial constraints afford successful and unsuccessful penetrative passes in elite association football. *Science and Medicine in Football*, 7(2), 157-164.
- Tre, M., Zeyrek, C. D. ve Koçyiğit, A. (2013). Hışılıtlı çocuklarda serum D vitamini, folik asit ve B12 düzeyi. *Astım Allerji Immunoloji*, 11(3), 169.

- Tsay, J. S., Kim, H. E., Parvin, D. E., Stover, A. R. and Ivry, R. B. (2021). Individual differences in proprioception predict the extent of implicit sensorimotor adaptation. *Journal of Neurophysiology*, 125(4), 1307-1321.
- Tuncel, O. (2018). Futbolda dayanıklılık performansı. *Iğdır Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 16-23.
- Türksoylu, A. ve İşlegen, Ç. (2013). Kuvvet ve sportif yaralanmaların önlenmesindeki önemi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 48(1), 009-016.
- Tobakçal, F. (2019). *Genç elit futbolcularda yüksek yoğunluklu antrenmanın performansa ve kognitif fonksiyona etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Uluç, E. A. (Ed.) (2023). *Spor Bilimleri Alanında Güncel Yaklaşımlar-II*. Özgür Yayınları.
- Vega, J. A. and Cobo, J. (Eds.). (2021). *Proprioception*. BoD–Books on Demand.
- Venkatesh, H. S. (2019). The neural regulation of cancer. *Science*, 366(6468), 965-965. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.aaz7776>
- Vidoni, E. D. and Boyd, L. A. (2009). Preserved motor learning after stroke is related to the degree of proprioceptive deficit. *Behavioral and Brain Functions*, 5, 1-10.
- Yetkin, A. . E., Fırat, Z. ve Hamamcı, A. (2015, October 15-18). *Epileptic focus identification based on hemispheric asymmetry using surface based analysis*. Medical Technologies National Conference, Bodrum, Türkiye.
- Yazgan, E. A. ve Kaya, P. (2023). Do oculomotor exercises improve balance, dynamic visual acuity and performance in female volleyball players? A randomized controlled clinical trial. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, 14(2), 192-205.
- Yıldız, S. A. (2012). Aerobik ve anaerobik kapasitenin anlamı nedir. *Solunum dergisi*, 14(1), 1-8.
- Yıldız, M. B., Öztürk, Y., Bolaç, R., Yıldız, S. ve Yıldız, E. (2022). Oküler Dominans ve Lateralite ile Akomodasyon Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. *Batı Karadeniz Tıp Dergisi*, 6(3), 398-403.
- Yılmaz, O., Soylu, Y., Erkmen, N., Kaplan, T., & Batalık, L. (2024). Effects of proprioceptive training on sports performance: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 149.

- Young, L. R., Sienko, K. H., Lyne, L. E., Hecht, H. and Natapoff, A. (2003). Adaptation of the vestibulo-ocular reflex, subjective tilt, and motion sickness to head movements during short-radius centrifugation. *Journal of vestibular research*, 13(2-3), 65-77.
- Yu, Q., Gai, Y., Gong, B., Gomez, M. A. and Cui, Y. (2020). Using passing network measures to determine the performance difference between foreign and domestic outfielder players in Chinese Football Super League. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 15(3), 398-404.
- Yüksekyayla, F. D. (2017). *Farklı refraksiyon kusurlarında binoküler görme fonksiyonunun değerlendirilmesi*. [Tıpta Uzmanlık Tezi, Harran Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Zavotçu, M. (2023). *Futbol teknik becerileri ile algısal motor becerilerin incelenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. <https://www.proquest.com/docview/2866781867?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>
- Zelinsky, D. (2022, 22 December). *Eye-ear connection plays major role in proprioception*. The Brain Health Magazine. Retrieved April 15, 2024 from <https://thebrainhealthmagazine.com/proprioception/eye-ear-connection-plays-major-role-in-proprioception/>
- Z-health, (2021). *Neurofundamentals, An introduction to applied neuroscience for pain relief and improved performance*. 15 Mart 2024 tarihinde, <https://zhealtheducation.com/download-nf-ebook/> adresinden erişildi.
- Zwierko, T., Jedziniak, W., Florkiewicz, B., Stępiński, M., Buryta, R., Kostrzewa-Nowak, D., Nowak, R., Popowczak, M. ve Woźniak, J. (2019). Oculomotor dynamics in skilled soccer players: The effects of sport expertise and strenuous physical effort. *European journal of sport science*, 19(5), 612-620.
- Ward, B. K., Wenzel, A., Kalyani, R. R., Agrawal, Y., Feng, A. L., Polydefkis, M., Ying, H. S., Schubert, M. C., Zuniga, M. G., Della Santina, C. C. and Carey, J. P. (2015). Characterization of vestibulopathy in individuals with type 2 diabetes mellitus. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 153(1), 112-118.
- Waxman, S. G. (2021). *Clinical neuroanatomy* (30th ed.). McGraw Hill.

- Welgampola, M. and Colebatch, J. (2001). Vestibulospinal reflexes: quantitative effects of sensory feedback and postural task. *Experimental brain research*, 139, 345-353.
- White, J. G., Southgate, E., Thomson, J. N. and Brenner, S. (1986). The structure of the nervous system of the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 314(1165), 1-340.
- Wiebe, D. J., D'Alonzo, B. A., Harris, R., Putukian, M. and Campbell-McGovern, C. (2018). Association between the experimental kickoff rule and concussion rates in Ivy League football. *Jama*, 320(19), 2035-2036.
- Wing, C. E., Turner, A. N. and Bishop, C. J. (2020). Importance of strength and power on key performance indicators in elite youth soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(7), 2006-2014.
- Wu, Y., Zhou, X. H., Jung, Y. and Kim, M. K. (2024). Effect of Gaze Stabilization Exercise with Balance Exercise on Static and Dynamic Balance Function of Healthy Young Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 19(2), 1-16.
- Worts, P. R., Schatz, P. and Burkhart, S. O. (2018). Test performance and test-retest reliability of the vestibular/ocular motor screening and King-Devick test in adolescent athletes during a competitive sport season. *The American journal of sports medicine*, 46(8), 2004-2010.
- Xu, H., Liang, F. Y., Chen, L., Song, X. C., Tong, M. C. F., Thong, J. F., Zhang, Q. Q. and Sun, Y. (2016). Evaluation of the utricular and saccular function using oVEMPs and cVEMPs in BPPV patients. *Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 45(1), 12.
- Quintana, C., Heebner, N. R., Olson, A. D., Abt, J. P. and Hoch, M. C. (2020). Sport-specific differences in dynamic visual acuity and gaze stabilization in division-I collegiate athletes. *Journal of Vestibular Research*, 30(4), 249-257.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Ali Polat ÇAKICI
Eğitim	
Lise	Balıkesir Ticaret Odası Anadolu Lisesi(2015)
Lisans	Balıkesir Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu (2017-2021)
Yüksek Lisans	Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı(2021-2024)

EKLER

EK-1. Etik Kurul Onay Formu



**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
SAĞLIK BİLİMLERİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Elit Futbolculara Uygulanan Sekiz Haftalık Nöro Atletik Egzersizlerin Motorik ve Beceri Parametreleri Üzerine Etkisi.
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu
	KURUL ADRESİ	Balıkesir Üniversitesi Çağış Yerleşkesi 10145 Balıkesir
	TELEFON	(0266) 612 14 18
	FAKS	(0 266) 612 14 17
	E-POSTA	sb.etikkurulu@balikesir.edu.tr
KARAR BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr. Numan ALPAY
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Antrenman Bilimi, Egzersiz Fizyolojisi
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Balıkesir Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI, ADI-SOYADI	-
	DESTEKLEYİCİ	-
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ (TÜBİTAK vb kaynaklardan destek alanlar için) UNVANI, ADI-SOYADI	-
	YARDIMCI ARAŞTIRMACI VE BÖLÜMÜ	Dr.Öğr.Üyesi Çağlar SOYLU Sağlık Bilimleri Üniversitesi-Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ali Polat ÇAKICI Yüksek Lisans Öğrencisi
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Kesitsel Tipte Araştırma
	Karar No: 2024/71	Tarih: 21/05/2024
	Başvuru dosyası ile ilgili belgeler; araştırmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve UYGUN BULUNMUŞ olup usulüne uygun gerçekleştirilmesinde bilimsel ve etik sakınca OLMADIĞINA oy birliğiyle karar verilmiştir. Araştırmanın tüm süreçlerinde ilgili kurum, kuruluş ve kişilerden gereken izinlerin alınmasından araştırmacılar sorumludur.	

ETİK KURUL ÜYELERİ

Ünvanı	Adı-Soyadı	Görevi	Araştırma ile İlişkisi		İmza
			VAR	YOK	
Prof. Dr.	Sibel ERGÜN	Başkan		X	KATILMADI
Doç. Dr.	Sevde AKSU	Üye		X	
Doç. Dr.	Selda YÖRÜK	Üye		X	
Doç. Dr.	Özkan IŞIK	Üye		X	
Doç. Dr.	Hilmi BOLAT	Üye		X	
Dr. Öğr. Üyesi	Oğuzhan KORKUT	Üye		X	
Dr. Öğr. Üyesi	Emrah ÖZDEMİR	Üye		X	
Dr. Öğr. Üyesi	Mehmet ÖZÜİÇLİ	Üye		X	

EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

Nöro-atletik egzersizlerin futbola etkisi ile ilgili yeni bir araştırma yapmayı planlıyoruz. Bu araştırmanın amacı “futbolcuların bilişsel ve motor yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan sekiz haftalık bir nöroatletik antrenman programının teorik ve pratik yönlerini incelerken, futbol performansına olan bilimsel temelli etkilerini derinlemesine analiz etmeyi hedeflemekte”dir. Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki, bu araştırmaya katılıp katılmamakta özgürsünüz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Bu form aracılığı ile elde edilecek bilgiler gizli kalacaktır ve sadece araştırma amacıyla (veya “bilimsel amaçlar için”) kullanılacaktır. Çalışmaya katılmamayı tercih edebilirsiniz veya anketi doldururken istemezseniz son verebilirsiniz. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz, bu formu imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, futbola özgü yeni nöro-atletik egzersizler’in ortaya konulmasıdır. Balıkesir Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı’nda gerçekleştirilecek bu çalışmaya katılımınız araştırmanın başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için önemlidir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Sorumlu araştırmacı Prof. Dr. Numan ALPAY veya onun görevlendireceği bir yardımcı araştırmacı tarafından veri toplanacak ve elde edilen veriler kaydedilecektir. Yine izniniz doğrultusunda bu çalışmayı yapabilmek için araştırma’ya ilişkin veriler performans ve beceri ölçüm test yöntemleri kullanılarak toplanacaktır. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığımız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanan yöntemlerde herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme hakkına da sahiptiriz.

Sayın Prof. Dr. Numan ALPAY tarafından Balıkesir Üniversitesi’nin Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı’nda gerçekleşecek olan ölçüme dayalı bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam, araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin gizlilikle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağını bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence araştırmacılar tarafından verildi (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; günün herhangi bir saatinde, Sayın Prof. Dr. Numan ALPAY.'yı (cep) no'lu telefonlardan da arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve araştırmacı ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararımı aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdı iki kopya şeklinde düzenlenir ve bir kopyası katılımcıya verilir.

Tarih: /.... /.....

Gönüllü Katılımcının
yada Yasal Temsilcisinin

Adı ve Soyadı:

Adres:

Telefon:

İmza:

Sorumlu Araştırmacının

Adı ve Soyadı:

Adres:

Telefon:

İmza:

EK-3. Kişisel Bilgi Formu

Değerli katılımcı bireyimiz,

Bu çalışma, öncelikle bilime katkı sağlamayı ve ardından topluma faydalı olmayı hedeflemektedir. Lütfen tüm soruları dikkatlice okuyarak, bilgileri eksiksiz ve doğru bir şekilde doldurunuz. Anket kapsamında vereceğiniz bilgiler yalnızca bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak olup, hiçbir kurum veya kuruluşla paylaşılmayacaktır. Soruları dikkatle yanıtlamanız, çalışmanın sağlıklı sonuçlar elde etmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Gösterdiğiniz özen ve ayırdığınız zaman için şimdiden teşekkür ederiz.

Araştırmaya katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Numan ALPAY

Ali Polat Çakıcı

Balıkesir Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

- 1) Ad Soyad:
- 2) Yaş:
- 3) Spor Yaşınız (futbola başladığınız yıl)
- 4) Son 6 ayda bir sakatlık geçmişiniz var mı ?
() Evet (varsa.....) () Hayır
- 5) Düzenli olarak kullandığınız bir ilaç var mı ?
() Evet (varsa.....) () Hayır

EK-4. Balıkesir Büyükşehir Belediye Spor Kulübü Onay ve İzin



T.C.
BALIKESİR BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE SPOR KULUBÜ

Konu: Bilimsel Araştırma İzin Onayı

Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Girişimsel Olmayan Etik Kurulu Başkanlığı'na

Balıkesir Büyükşehir Belediye Spor Kulübü olarak kulübümüz bünyesindeki 'Futbol Bölgesel Amatör (BAL) U-19 Ligi' oyuncularını üzerinde "Elit Futbolculara Uygulanan Sekiz Haftalık Nöro Atletik Egzersizlerinin Motorik ve Beceri Parametreleri Üzerine Etkisi" konulu yüksek lisans tez çalışmasına kulüp olarak izin veriyoruz. Bu bağlamda araştırma, Balıkesir Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğretim üyesi olan **Prof. Dr. Numan ALPAY** danışmanlığında Sağlık Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans öğrencisi **Ali Polat ÇAKICI** tarafından yürütülecektir. Araştırma sürecinde, futbolcularımız üzerinde çeşitli motorik ve beceri testleri bilginiz dahilinde uygulanacak olup, bu testlerin uygulanışı etik kurallara uygun 'haftada 3 kez sekiz hafta süreli' olarak gerçekleştirilecektir.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Tarih: 17/04/2024

Mustafa Barbaros ÖZÜPEK
Kinetikçi



Adres: Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Spor Tesisleri Gümüşçeşme Mah. Faruk Kula Cad. No:82
Altıeylül / BALIKESİR
E-mail: balikesirbbsk@balikesir.bel.tr
Telefon: 0 266 243 39 69



Eğitimde, bilimde, sanatta çağdaş...

