



T.C.
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Beden Eğitimi ve Spor Öğretimi Doktora Programı

**BASKETBOLCULARDA BEYİN TEMELLİ EGZERSİZLER VE
BEYİN-TÜREVLİ NÖROTROFİK FAKTÖR (BDNF) GEN
POLİMORFİZMLERİNİN; SERUM BDNF DÜZEYLERİ VE
PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Mahmut ÖZDİNÇ
Doktora Tezi

Tez Danışmanları
I. Danışman Prof. Dr. Emrah ATAY
II. Danışman Prof. Dr. Pınar ASLAN KOŞAR

Burdur, 2024

T.C.
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Beden Eğitimi ve Spor Öğretimi Doktora Programı

**BASKETBOLCULARDA BEYİN TEMELLİ EGZERSİZLER VE
BEYİN-TÜREVLİ NÖROTROFİK FAKTÖR (BDNF) GEN
POLİMORFİZMLERİNİN; SERUM BDNF DÜZEYLERİ VE
PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Mahmut ÖZDİNÇ
Doktora Tezi

Tez Danışmanları
I. Danışman Prof. Dr. Emrah ATAY
II. Danışman Prof. Dr. Pınar ASLAN KOŞAR

Burdur, 2024

Bu çalışma Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından **0887-DR-23** nolu proje numarası ile desteklenmiştir.



**MAKÜ EĞİTİM BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA JÜRİ ONAY FORMU

M.A.K.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 11.07.2024 tarih ve 525/3 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 25.07.2024 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Mahmut ÖZDİNÇ'in "Basketbolcularda Beyin Temelli Egzersizler ve Beyin-Türevli Nörotrofik Faktör (Bdnf) Gen Polimorfizmlerinin; Serum Bdnf Düzeyleri ve Performans Üzerine Etkilerinin İncelenmesi" konulu tez çalışması Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Doktora Programında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE (TEZ DANIŞMANI) :

Prof. Dr. Emrah ATAY

ÜYE :

Doç. Dr. Mehmet ULAŞ

ÜYE :

Doç. Dr. Mahmut ALP

ÜYE :

Doç. Dr. Sezgin KORKMAZ

ÜYE :

Doç. Dr. Gürhan SUNA

ONAY

M.A.K.Ü Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../.....
tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA / MÜHÜR

BİLDİRİM

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu taahhüt edip, tezimin kaynak göstermek koşuluyla aşağıda belirttiğim şekilde fotokopi ile çoğaltılmasına izin veriyorum.

[] Tezimin/Raporumun tamamı her yerde erişime açılabilir.

[] Tezim/Raporumun tamamı sadece Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.

[] Tezim/Raporumun yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerde erişime açılabilir.

Mahmut ÖZDİNÇ

Tarih:

İmza:

TEŞEKKÜR

Çalışmamın tüm evresinde yardımına ihtiyaç duyduğum zamanlarda, bilgeliği, tecrübesi ve özverili yardımı ile çalışmanın her anında tecrübelerinden faydalandığım, akademik olarak örnek aldığım, her zaman güven ve desteğini gördüğüm çok değerli danışmanım Prof. Dr. Emrah ATAY'a, ayrıca çalışmamın planlanmasında, tasarımı, laboratuvar ortamında kanların analiz edilmesi ve saklanması konusunda uygun ortamların hazırlanıp uygulamaya geçirilmesinde, çalışmamın multidisipliner bir çalışma olarak şekillenmesinde ve çalışmamın her aşamasında beni motive ederek desteklerini hiç esirgemeyen, akademik anlamda örnek bir insan olan ikinci danışmanım Prof. Dr. Pınar ARSLAN KOŞAR 'a çok teşekkür ederim. Antrenmanlara ve çalışmaların her aşamasına gönüllü olarak katılan Süleyman Demirel Üniversitesi Erkek Basketbol Takımı öğrencilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Sporculardan kan alınması, kanların laboratuvara taşınması ve sporculara destek sağlanması konusunda arkadaşlarım hemşire Anıl TARAKCI ve sevgili eşi Özlem KORKMAZ TARAKCI 'ya teşekkür ederim. Çalışma bulgularının istatistiki yönden değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Gürhan SUNA ve tez izleme komitesi üyelerimden Doç. Dr. Mahmut ALP 'e çalışmamda bize yol gösteren diğer tez izleme komitesi üyelerimden Doç. Dr. Mehmet ULAŞ 'a teşekkür ederim. 0887-DR-21 numaralı ve "Basketbolcularda Beyin Temelli Egzersizler ve Beyin-Türevli Nörotrofik Faktör (BDNF) Gen Polimorfizmlerinin; Serum BDNF Düzeyleri ve Performans Üzerine Etkilerinin İncelenmesi" adlı projenin gerçekleşmesinde her türlü katkıyı sağlayan Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü Müdürlüğüne ve çalışanlarına teşekkür ederim. En büyük teşekkürü ise bu yola çıktığımdan beri sevgi ve desteklerini bir an bile esirgemeyen tezimin yazım aşamasında sürekli yanımda olan ve motive eden sevgili eşim Uzman Biyolog Elvin ERÖKSÜZ ÖZDİNÇ 'e, beni büyütüp okutup bu günlere getiren en büyük destekçilerim başta anneme, babama, kardeşime ve sosyal yaşamdaki arkadaşlarım ile iş arkadaşlarıma sunarım.

Basketbolcularda Beyin Temelli Egzersizler ve Beyin-Türevli Nörotrofik Faktör (Bdnf) Gen Polimorfizmlerinin; Serum Bdnf Düzeyleri ve Performans Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

(Doktora Tezi)

Mahmut ÖZDİNÇ

ÖZ

Bu çalışmanın amacı basketbolcularda beyin temelli egzersizler ve beyin-türevli nörotrofik faktör (bdnf) gen polimorfizmlerinin; serum bdnf düzeyleri ve performans üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Araştırmaya 18-24 yaş aralığında herhangi bir sağlık problemi olmayan 24 erkek basketbol oyuncusu katılmıştır. Katılımcılar basketbol antrenman grubu (n:8), basketbol+beyin temelli egzersiz grubu (n:8) ve beyin temelli egzersiz grubu (n:8) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Her grup içindeki 8 sporcudan 2 si BDNF gen polimorfizmi (rs6265) olan sporculardır. Çalışmada 12 hafta ve haftada en az 3 gün 90-120 dakika antrenman programları uygulanmıştır. Basketbol antrenmanlarına ek olarak yapılan beyin temelli egzersizler basketbol antrenmanların bitiminde uygulanmıştır. Sadece beyin temelli egzersiz yapan grup basketbol antrenmanlarına katılmazken, sadece basketbol antrenmanı yapan grup beyin temelli egzersizlere katılmadı. Veri toplama aracı olarak basketbol beceri testi, basketbol hızlı şut testi, statik ve dinamik denge, D2 dikkat testi, reaksiyon testi kullanılmıştır. BDNF gen polimorfizmi belirlemek için sporculardan antrenmanlardan önce kan alımı yapılmıştır. Serum düzeylerini belirlemek için her grupta ilk antrenman öncesi ve sonrası, son antrenman öncesi ve sonrası olacak şekilde toplamda 4 kez kan alınmıştır. Çalışmanın istatistiksel analizlerini değerlendirmek için istatistik paket programı kullanılmıştır. Tüm değerlerin normal dağılım varsayımlarında, küçük veri setlerinde daha çok tercih edilen Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Test sonuçlarında tüm değerlerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Grup içi ön test ve son test karşılaştırmasında Eşleştirilmiş t Test kullanılmıştır. Ön test ve son test değerlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında One-Way ANOVA testi kullanılmıştır. Her grubun değişimlerinin farklılık oluşturan değişkenler arasındaki üstünlük düzeyi LSD Post Hoc testi ile analiz edilmiştir. Tüm test sonuçları, anlamlılık düzeyi “ $p<0,05$ ” kabul edilerek değerlendirilmiştir. Sonuç olarak GG genotipli sporcular hem performans hem serum düzeyi ölçümlerinde GA genotipe sahip sporculardan daha iyi sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Basketbol, Beyin Temelli Egzersiz, BDNF, Polimorfizm, Performans

Tezin Sayfa sayısı: 153

Danışman: Prof. Dr. Emrah ATAY

İkinci Danışman: Prof. Dr. Pınar ASLAN KOŞAR

Brain-Based Exercises and Brain-Derived Neurotrophic Factor (Bdnf) Gene Polymorphisms in Basketball Players; Examination of Serum Bdnf Levels and Their Effects on Performance

(Doktorate Thesis)

Mahmut ÖZDİNÇ

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effects of brain-based exercises and brain-derived neurotrophic factor (BDNF) gene polymorphisms on serum BDNF levels and performance in basketball players. The study included 24 male basketball players aged between 18-2 years, all without any health issues. Participants were divided into three groups: basketball training group (n=8), basketball+brain-based exercises group (n=8), and brain-based exercises group (n=8). Within each group, 2 athletes had the BDNF gene polymorphism (rs6265). The training programs lasted for 12 weeks with sessions of 90-120 minutes at least three times a week. Brain-based exercises were performed immediately after basketball training sessions. The brain-based exercises group did not participate in basketball training, while the basketball training group did not participate in brain-based exercises. Data collection tools included the basketball skills test, basketball rapid shooting test, static and dynamic balance tests, D2 attention test, and reaction test. Blood samples were collected from the athletes before the training sessions to determine BDNF gene polymorphisms. Serum levels were measured four times: before and after the first training session, and before and after the last training session for each group. Statistical analyses were conducted using a statistical package program. The Shapiro-Wilk test was used to assess the normality of all values, as it is preferred for smaller data sets. Results indicated that all values followed a normal distribution. Paired Samples T-Test was used for within-group pre-test and post-test comparisons. One-Way ANOVA test was applied for between-group comparisons of pre-test and post-test values. The LSD Post Hoc test was used to analyze the superiority levels among variables that showed differences. All test results were evaluated with a significance level of “ $p<0.05$ ”. As a result, it was determined that athletes with GG genotype achieved better results than athletes with GA genotype in both performance and serum level measurements.

Keywords: Basketball, BDNF, Brain Based Exercise, Polymorphism, Performance

Page Number: 153

Supervisor: Prof. Dr. Emrah ATAY

Co-Supervisor: Prof. Dr. Pınar ASLAN KOŞAR

İÇİNDEKİLER

BİLDİRİM	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZ	iii
ABSTRACT.....	iv
KISALTMALAR	xi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Problem Cümlesi	8
1.2.1. Alt Problemler.	8
1.3. Araştırmanın Amacı	9
1.4. Araştırmanın Önemi	10
1.5. Sınırlılıklar.....	10
BÖLÜM II.....	11
KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	11
2.1. Kuramsal Çerçeve	11
2.1.1. Basketbolun Temel Unsurları.	11
2.2. Sportif Performans	12
2.2.1. Performansı Etkileyen Faktörler.....	14
2.2.2. Denge.....	18
2.2.3. Reaksiyon Zamanı.	19
2.2.4. Dikkat.	20
2.3. Beyin Temelli (Nörofizyolojik) Öğrenme Yaklaşımı	21
2.4. Beyin Temelli Egzersiz	21
2.4.1. Beyin Temelli Egzersizler ve BDNF.....	23
2.5. Genetik ve Moleküler Genetik Kavramları	24
2.5.1. Genetik.....	24
2.5.2. Deoksiribonükleik asit (DNA).....	24
2.5.3. Gen.....	25

2.5.4. Allel.	25
2.5.5. Tek Nükleotid Polimorfizmi (SNP).....	26
2.6. Beyin Türevli Nörotrofik Faktör (BDNF).....	28
2.7. BDNF (rs6265) Polimorfizmi	32
2.8. İlgili Araştırmalar	33
BÖLÜM III	40
YÖNTEM.....	40
3.1. Araştırmanın Modeli	40
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı.....	40
3.3. Çalışma Grubu.....	41
3.4. Veri Toplama Araçları.....	42
3.4.1. Vücut Ağırlığı Ölçümü.	42
3.4.2. D2 Dikkat Testi Uygulaması.	42
3.4.3. Dinamik Denge Testi.....	44
3.4.4. Statik Denge Testi.....	45
3.4.5. Reaksiyon Testi Fit Light.	46
3.4.6. Basketbol Beceri Testi.....	47
3.4.7. Basketbol Hızlı Şut Testi.....	48
3.4.8. BDNF Serum Düzeyi ve rs6265 Gen Polimorfizmi İçin Kan Örneklerinin Alınması.	49
3.4.9. BDNF rs6265 Polimorfizminin Belirlenmesi.....	51
3.4.10. BDNF Düzeylerinin Elisa Yöntemi ile Ölçümü.....	55
3.4.11. Uygulanan Antrenman Programı Örnek.....	56
3.5. Verilerin Analizi.....	56
BÖLÜM IV	57
BULGULAR VE YORUM.....	57
4.1. Çalışmaya Katılan Basketbolcuların Demografik Özellikleri.....	57
4.2. Sporcuların Genotip Dağılımları	57
4.3. Grupların Ön Test ve Son Test Değişkenleri Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları.....	58
4.4. Grupların Ön Test ve Son Test Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları	59
4.5. Gruplar Arası Ön-Son Test ANOVA Sonuçları.....	64

BÖLÜM V	71
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	71
5.1. Sonuç ve Tartışma	71
5.2. Öneriler.....	99
KAYNAKLAR	101
EKLER.....	133
EK-1	134



TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablolar</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1	Çalışmaya Katılan Basketbolcuların Demografik Özellikleri..... 57
Tablo 2	Sporcuların Genotip Dağılımları 57
Tablo 3	Ön Test ve Son Test Değişkenleri Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları..... 58
Tablo 4	Grupların Ön Test ve Son Test Basketbol Beceri Testi Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları 59
Tablo 5	Grupların Ön Test ve Son Test Hızlı Şut Testi Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları 59
Tablo 6	Grupların Ön Test ve Son Test Denge Performansı Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları 60
Tablo 7	Grupların ön test ve son test D2 Dikkat testi grup içi Eşleştirilmiş t Testi sonuçları..... 61
Tablo 8	Grupların Ön Test ve Son Test Reaksiyon Testi grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları 62
Tablo 9	Grupların Ön Test ve Son Test Birim Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları..... 62
Tablo 10	Grupların Ön Test ve Son Test 12. Haftalık Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Grup İçi Eşleştirilmiş t Test Sonuçları..... 63
Tablo 11	GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Basketbol Beceri Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları 64
Tablo 12	RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Basketbol Beceri Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları..... 64

Tablo 13	GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Hızlı Şut Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları.....	65
Tablo 14	RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Hızlı Şut Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	65
Tablo 15	GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Denge Parametresi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	66
Tablo 16	RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Denge Parametresi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	66
Tablo 17	GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası D2 Dikkat Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	67
Tablo 18	RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası D2 Dikkat Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	67
Tablo 19	GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Reaksiyon Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	68
Tablo 20	RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Reaksiyon Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	68
Tablo 21	GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Birim Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	69
Tablo 22	RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Birim Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	69
Tablo 23	GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası 12 Haftalık Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Ön-Son Test ANOVA Sonuçları..	70
Tablo 24	RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası 12 Haftalık Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Ön-Son Test ANOVA Sonuçları	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekiller</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Single Nucleotide Polymorphism (SNP).	27
Şekil 2. Single Nucleotide Polymorphism (SNP).	28
Şekil 3. Nöron Hücresi	29
Şekil 4. Kromozom Üzerindeki BDNF Gen Lokalizasyonu.....	30
Şekil 5. Örnek Antrenmanı Uygulaması	41
Şekil 6. D2 Dikkat Testi Uygulaması	44
Şekil 7. Dinamik Denge Platformu	45
Şekil 8. Statik Denge Platformu.....	45
Şekil 9. Reaksiyon Testi Fit Light Cihazı	46
Şekil 10. Basketbol Beceri Testi Parkuru	47
Şekil 11. Basketbol Hızlı Şut Testi	48
Şekil 12. Kan Örnekleri Alım Uygulaması	50
Şekil 13. Tüm Egzersiz Gruplarının Kan Alımı	51
Şekil 14. BDNF rs6265 Polimorfizminin Belirlenmesi Electropherogram Görüntüsü.....	55
Şekil 15. Uygulanan Antrenman Programı Çizelgesi	56

KISALTMALAR

A	Adenin
BA	Basketbol Antrenmanı
BA+BTE	Basketbol Antrenmanı + Beyin Temelli Egzersiz
BDNF	Beyin Kaynaklı Nörotrofik Faktör
BTE	Beyin Temelli Egzersiz
C	Sitozin
DNA	Deoksiribonükleik Asit
G	Guanin
GA	Guanin-Adenin
ml	Mililitre
Pg	Pikogram
SNP	Tek Nükleotid Polimorfizmi
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
T	Timin

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmaya temel teşkil eden problem durumu, problem cümlesi ve alt problemler ile araştırmanın amacı, önemi ve sınırlılıklarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Basketbol dünya genelinde hem performans sporcuları hem de amatör ve hobi amaçlı oyuncular arasında geniş bir popülerliğe sahip olan, binlerce lisanslı ve lisanssız bireyin oynadığı sevilen bir spor dalıdır. Rekabet ortamının yüksek olduğu basketbolda sporcular hangi seviyede olursa olsun kendilerini sürekli geliştirmek zorundadır. Sporcuların kendi gelişimlerini takip etmesinin yanında spor bilimcilerinde başarılı ve etkili sonuçlar elde edebilmek için diğer bilim dallarında olduğu gibi yapılacak tüm çalışmaların bilimsel temellere dayanması gerekmektedir. Hedeflere ulaşmak için yapılan bilimsel araştırmalar ve uygulamalar, sporcuların yeteneklerini geliştirmeye ve performanslarını en yüksek seviyeye çıkarmaya yönelik olmalıdır. Performans seviyesini üst düzeye çıkarmak, teknik-taktik, fiziksel, kondisyon, motorik özellikler ve psikolojik yönlerin kaliteli ve koordineli bir şekilde disiplinli çalışmayla mümkündür. (Pietsch ve Böttcher, 2017). Yeteneklerin, teknik ve taktik becerilerden en fazla ve etkili verim alınması için dengeli olmasına ihtiyaç vardır (Jain ve ark., 2015). Sadece fiziksel yeteneklerin değil, aynı zamanda zihinsel becerilerin de önemli olduğu basketbol koordinasyon, odaklanma, dikkat, hızlı düşünme ve strateji geliştirme gibi bir dizi beceriyi gerektirir. Bu karmaşık yeteneklerin geliştirilmesi, basketbolcularda sportif performansın artırılması ve başarıyı sağlamak için temel bir gerekliliktir (Trninić ve Dizdar, 2000: 217; Tavino, Bowers ve Archer, 1995: 75). Son yıllarda bu amaçla hem temel motorik özellikleri hem de bilişsel işlev süreçlerini birlikte de geliştirmek amacıyla çeşitli antrenman yöntemleri ve egzersiz programları üzerine yapılan araştırmalar ilgi odağı olmuştur. Optimum sportif performansa ulaşmada her geçen gün çeşitli antrenman yöntemleri ve uygulamalar spor bilimciler tarafından geliştirilmektedir. Geliştirilen bu antrenman

yöntemlerinin temel ve ortak gayesi sporcunun performansını en kısa süreçte ve en etkili biçimde geliştirilmesidir. Son zamanlarda sıklıkla uygulanmaya başlayan ve sportif performans açısından etkili olduğu düşünülen beyin temelli egzersizler yapılan bilimsel çalışmalarla sporcuların performansını artırdığını göstermektedir.

Beyin temelli egzersizlerin temelini Dennison (1986) ilk olarak beyin jimnastiği olarak isimlendirmiş ve günümüzde birçok çalışmanın yapılmasında öncülük etmiştir. Bu egzersiz modeli beynimizde bulunan sinir ağlarının tüm bölgelerde uygun şekilde çoğalması ve çeşitlenmesini etkileyerek yaşam kalitesini iyileştiren ve sağlıklı bir hayat sağlamaya yardımcı olmaya çalışan bir egzersizdir. Daha sonra Almanya’da geliştiren ve Life kinetik programlarının ilk uygulayıcısı ve aynı zamanda ilk geniş çaplı egzersiz kitabının da yazarı olan Host Lutz (2002), ısrarla değindiği life kinetiğin kapsamlı koordine edilmiş egzersiz programı yolu ile hem zihinsel hem de fiziksel sağlık çıktıları açısından önemli olduğunu ifade etmiştir. Beyin temelli egzersiz olarak da adlandırılan Life Kinetik (LK) egzersizleri, nöronal öğrenme sürecini hareketlendirerek, yeni beyin ağlarını inşa ederek sinirsel belirtileri azaltırken, konsantrasyonu, odaklanma ve görsel sistemin performansını iyileştiren, günümüzde dünyanın birçok ülkesinde 3 yaşından 75 yaşına kadar herkesin yararlanabileceği bir eğitim programı olarak kullanılmaktadır (Lutz, 2011). Beyin temelli egzersizler, sporcuların kabiliyetlerine göre değişiklik gösteren, beynin sürekli aktif düşünmesini sağlayan yeni mücadelelerle karşılaşmalarını içeren bir dizi hareket, görsel ve bilişsel etkinliklerden oluşan eğlenceli ve aktif alıştırmalardan oluşmaktadır. Bireylerin bu hareketleri gerçekleştirme kapasitesi arttıkça, zihinsel gelişimlerini daha üst seviyelere çıkarabilmek için beyin temelli egzersizlerin zorluk seviyesi de artmaktadır. (Peker, 2017). Antrenman uygulamaları eş güdümlü bir şekilde branşa özgü teknik ya da motorik hareketler ile düşünsel içerikleri bütün olarak birleştirip, beyindeki sinir ağlarının arttırması, insanların keşfetme yeteneklerini genişleterek bilinmeyenleri anlama kapasitelerini artırır. Bu durumda kısa zamanda sporcuların algılama, karar verme, konsantrasyon gibi bilişsel performanslarını ayrıca hareket unsurunu da etkilemekle birlikte sporcuların koordinatif yetilerini geliştirip sporcunun sportif performans verimini arttıracakı düşünülmektedir (Lutz, 2010). Ayrıca bireylerin tepki gösterme, konsantrasyon ve engeller karşısında problem çözme kabiliyetlerinde büyük ölçüde artış sağlayarak, riskli durumlarla daha çevik bir şekilde başa çıkmalarına yardımcı olacağı belirtilmektedir. Beyin temelli egzersiz uygulamalarının etkileri

incelendiğinde stres ve kaygı düzeylerinde ciddi anlamda azalma, belleğin güçlenmesi, öğrenme süreçlerinin kolaylaşması, bedensel yeteneklerin gelişimi ve kendine güvenin artması gibi olumlu sonuçlar elde edildiği görülmektedir. (Yarım, Çetin ve Orhan, 2019). Beyin temelli egzersizler esnek vücut kontrolü, görsel algı ve bilişsel yetenekler olmak üzere üç önemli grupta değerlendirilmektedir. Esnek vücut kontrolü üzerine yapılan araştırmalar, bireylerin çevresel uyarıcılara hazır olma ve bu uyarıcılara uygun tepkiler verme yeteneklerini artırmayı hedeflemektedir. Görsel algıyla ilgili çalışmalar ise bireylerin görsel uyarıcıları fark etme, ayırt etme ve önceki deneyimlerle ilişkilendirme yeteneklerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bilişsel yeteneklere odaklanan araştırmalar ise düşünme ve bilgiyi içeren tüm süreçleri kapsar niteliktedir. (Lutz, 2014) Beyin temelli egzersiz programları sayesinde sporcular, kısa sürede koordinatif yeteneklerini geliştirebilir, hızlı algılayıp hızla harekete geçebilir ve kararlarını daha etkin bir şekilde verebilen sporcular haline gelebilirler. Bu sayede sporcuların bireysel performanslarını takım düzeyinde daha etkili bir şekilde sergilemelerini sağlar. Sonuç olarak, bu egzersiz programları sayesinde sporcular, yetenekli ve başarılı oyuncular haline gelme yolunda ilerleyebilirler. (Çimen, 2021). Bireysel performansın takım performansını etkilediği, saliselerin önemli olduğu ve aktif düşünme ile hızlı karar vermenin, konsantrasyonun üst düzeyde olması, fiziksel yeterliliğin yanında mental olarak da hazır olunması, motor becerilerin ve bilişsel yeteneklerin iyi seviyede olması gereken kombine bir spor dalı olan basketbolda, tüm bu özelliklerin en iyi şekilde sahaya yansıtılması sportif performansın karşılığı olan kazanmanın anahtarıdır. Beyin temelli egzersizlerinde üzerinde yoğunlaştığı ve basketbol içinde önemli olduğu belirtilen denge, dikkat ve reaksiyon süresi performansı etkileyen diğer önemli faktörler arasında yer almaktadır.

Basketbol da maç esnasında oyuncular sürekli olarak beklenmedik ve yinelenen koşullar, şut atma, sprint, ani yön değiştirme ve sıçrama gibi çeşitli hareketlerden oluşan formları uygulanmaktadırlar. Bu hareketler, maç esnasında sürekli olarak değişen dinamik bir ortamda gerçekleşir (McInnes ve ark., 1995). Bu nedenle basketbol oyunun da canlı bir yapı söz konusudur ve her sporcunun birbirinden farklı özelliklerinin önemi burada ön plana çıkmaktadır. Oyuncuların çabukluk bileşenlerini içeren hızlanma ve duraksama, yön değiştirme, savunma ve hücum aksiyonları, top sürme, dar alanda ve hızlı bir şekilde uygulayabilmeleri yüksek koordinasyon becerisine, kas kuvvetine, kasların kasılma hızına ve dengeye bağlıdır (Meszler ve

Váczi, 2019; Boccolini ve ark., 2013). Denge özellikle vücudun ağırlık merkezinin değişmesiyle savrulmalara karşı çözüm üreten bir yetenektir. Denge, genellikle statik ve dinamik olarak iki ana kategoriye ayrılır. Statik denge, vücudun belirli bir yerde veya pozisyonda dengesini sağlama yeteneğini ifade ederken, dinamik denge ise hareket halindeyken vücudun dengesini koruma yeteneğini ifade eder. Bu şekilde, denge kavramı hem hareketsiz durumda hem de hareket halindeyken vücudun stabilitesini sağlama kapasitesini içerir (Hazra ve Taşmektepligil, 2008; Muratlı, 1997). Basketbolda denge özelliğinin iyi gelişmesi, oyuncuların vücutlarını etkili bir şekilde kontrol etmelerini sağlar. Bu, oyuncuların hata yapma olasılığını en aza indirir ve özellikle yön değiştirmeler sırasında teknik becerileri kısıtlı bir alanda hızlı bir şekilde uygulayabilmelerine yardımcı olur. Ayrıca, iyi bir dengeye sahip olmak, oyuncuların denge kaybı sonucu düşmelerini önler ve bu şekilde sakatlanma riskini azaltır. Bu nedenle, basketbolda denge, oyuncuların performansını artırmak ve sakatlanma riskini minimize etmek açısından kritik bir öneme sahiptir. (Kostopoulos ve ark., 2012; Mahmoud, 2011) Bu nedenle, basketbolcuların sürekli ikili mücadelelere girme, fiziksel temasları karşılama, ribaunt sonrası düşüşlerle başa çıkma ve dar alanlarda ani pozisyon değişikliklerinde teknik becerilerini uygun hareket kombinasyonlarıyla etkin bir şekilde sergileme yeteneklerini geliştirmeleri için dinamik denge becerilerini de geliştirmeleri önemlidir (Boccolini ve ark., 2013)

Denge yeteneğinin geliştirilmesinin yanı sıra fiziksel, bilişsel ve motor gelişimi etkileyen diğer önemli bir faktörde sporcularda dikkat becerisidir. Literatürde dikkat çalışmalarına ek olarak yapılan denge ve reaksiyon çalışmaları, dikkatin gelişimiyle eşzamanlı olarak denge becerisinde (Baştuğ ve ark. 2016; Streepey ve ark. 2002) ve reaksiyon zamanında (Wulf ve ark., 2001) iyileşmeler görülebilmektedir. Bir motor beceriyi ortaya koyarken görevle ilişkili bilgiye ulaşmada görsel seçici dikkat önemlidir. (Magill, 2004). Uyarana verilecek tepkide bilginin kısa süreli belleğe aktarılmasında sürecinde seçici dikkat önemli bir rol oynamaktadır. Müsabaka esnasında dikkat sporcunun oyunun her anında odaklanmasını ve stratejik kararlar almasını sağlar. Müsabaka esnasında ilgili uyarıyı alıp, hangi tepkinin verileceğinin karar verilmesi arasında geçen sürenin çabuk olması sporcuya avantaj sağlamaktadır. Ayrıca müsabaka esnasında sporcuların üst düzey dikkat sergilemesi sporcuların oyunun her anında odaklanmasını ve stratejik kararlar almasını sağlar. Bu süreçte bilgi işlem yaklaşımıyla açıklanmaktadır. Bilgi işleme hızını belirlemek amacıyla birçok

araştırmacı, bireylerin reaksiyon süresini incelemektedir. Reaksiyon süresi, çevresel uyarılara karşı gösterilen sinir-kas koordinasyonunun hızını ve karar verme etkinliğini ortaya koyan bir performans ölçütüdür. Kısaca bir uyarana yanıt verme süresidir. Bu bilişsel işleme hızını ve motor yanıtın hızını içerir. Ani ve etkin bir karar verme sürecinin temel unsurlarından biri olan reaksiyon zamanı basketbol da rakibin hareketine, topun yönüne veya ani bir duruma çabucak yanıt verebilmesini sağlar ve topu yakalama, pas arası yapma, blok yapma gibi oyun içerisinde sıklıkla karşılaşılan durumlarda avantaj sağlamak için önemli bir özelliktir. (Çetinkaya, 2011; Schmidt, 2004). Reaksiyon süresinin kısa olması hareketleri müsabakalarda rakipten önce algılayarak avantaj sağlayan önemli bir unsurdur. Antrenman yetersizliği, yorgunluk, odaklanma sorunu moral düzeyi gibi faktörler reaksiyon zamanının uzamasına neden olur (Akgün, 1986). Dolayısıyla reaksiyon süresi hem bireysel hem de takım performansını etkileyen önemli özelliklerden biridir.

Sportif performansı sadece antrenman, egzersiz, motivasyon, denge, dikkat, reaksiyon zamanı, koordinasyon, fiziksel, fizyolojik, psikolojik, teknik-taktik, çevresel faktörler değil, aynı zamanda genetik alt yapının da etkisi olduğu bilinmektedir. Yüksek performansa ulaşmak için gelişen teknoloji ve ekipman destekleriyle spor bilimcileri en kısa sürede en iyi performansı ortaya koymak için sürekli araştırmalar yapmaktadır. Genetik yapının etkinliği İnsan Genom Projesi'nin (İGP) sonlanmasıyla ardından genetik varyasyonlar ile atletik performans arasındaki ilişkinin incelenmesi çok daha fazla önem kazanmıştır (Ahmetov ve diğerleri, 2015). Projenin tamamlanmasıyla birlikte, genlerin sayıları, konumları ve yapıları hakkında önemli bilgilere ulaşılmıştır. Bu bulgular, genetik yapıların daha iyi anlaşılmasını sağlayarak, genetik araştırmalar ve biyoteknoloji alanında önemli ilerlemelerin önünü açmıştır. Özellikle son yirmi yıl içerisinde atletik performans ve genetikle ilişkili alanlarda yapılan çalışmaların sayısı artmaya başlamıştır (Bulğay, Çetin ve Ergün, 2020b). Çalışmalar spor genetiği alanı olarak elit veya amatör sporcuların genetikle ilişkisini, etkilerini ve işleyişlerini inceleyip araştıran yeni bir bilim dalı olarak kabul edilmektedir. Spor genetiği; atletik performansa etki eden aday genlerin tespit edilmesi, etki mekanizmalarının aydınlatılması ve atletik performans yetkinliklerinin belirlenmesine ilişkin yapılan araştırmaların tümünü kapsamaktadır (Kaman ve diğerleri, 2017; Koku, 2015). Araştırmalar, sportif performansın yaklaşık %66 gibi yüksek bir oranın genetik faktörlerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Kalan %34 ise antrenman, beslenme,

malzeme, motivasyon, uyku ve diğer genetik dışı faktörlere bağlıdır. Bu bulgular genetik yapının atletik başarıda önemli bir rol oynadığını ancak çevresel ve kişisel faktörlerin de performansı belirlemede kritik olduğunu ortaya koymaktadır (Ahmetov ve ark., 2013; Ahmetov ve ark., 2015; Lopez-Leon ve ark., 2016). Alanda yapılan son araştırmalar, öncelikle belirli gen polimorfizmleri ile egzersiz ve spor performansının çeşitli yönleri arasındaki bağlantıyı anlamaya çalışmaya odaklanmıştır. Bu bağlamda, 200'den fazla aday gen, atletik performansla ilişkilendirilmiştir (Ahmetov vd., 2016; Bray vd., 2009; De Moor vd., 2007; Eynon vd., 2011; Sarzynski vd., 2016; Antero vd., 2018; Zeybek vd., 2019). Söz konusu genlerden yaklaşık yirmi tanesi elit düzeyde performans ile ilişkilendirilmiştir (Ahmetov ve diğerleri, 2015; Ulucan, 2016a). Atletik performansla ilişkili genetik lokasyonların belirlenmesine ilişkin farklı popülasyonlar ve parametreler üzerinde yapılan araştırmalar halen devam etmektedir (Ulucan ve diğerleri, 2015). Çalışmalar sonucunda genetik ve epigenetik faktörlerin atletik performansta, güç, aerobik kapasite, esneklik, boy, kas kütlesi, koordinasyon ve kişilik özellikleri gibi ilgili fenotiplerde önemli bir rol oynadığını öne sürülmektedir. Özellikle tek nükleotid polimorfizmleri (SNPs) ile ilgili yapılan birçok çalışma alana katkı sağlamıştır. Son 20 yılda sporcularla ilgili 185 farklı gen polimorfizminin çalışıldığı saptanmıştır (Maciejewska-Skrendo vd., 2019; Valeeva vd., 2019). Bu süreçte özellikle atletik performans gelişiminde etkili olduğu düşünülen iki önemli aday gen olan ACTN3 ve ACE gen ile ilişkin yapılan çalışmaların sayısı oldukça fazladır (Cerit, 2021; Ulucan, 2016; Ortiz ve diğerleri, 2020; Bulğay ve diğerleri, 2020a).

Son dönemde spor bilimcilerin dikkatini çeken ve sportif performansa potansiyel etkisi olduğu düşünülen bir diğer aday gen ise beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) genidir. BDNF geni, 11. kromozomun kısa kolu (11p14.1) üzerinde yer almakta olup, yaklaşık 70 kb uzunluğundadır. Bu gene ilişkin önemli bir nokta BDNF geninde yüzün üzerinde polimorfizmin tanımlanmış olmasıdır. Bunların arasında en fazla çalışılan tek nükleotid polimorfizmi BDNF geninin prodomain bölgesinde yer alan Val66Met (G196A, rs6265) polimorfizmidir. Yapılan bir araştırma da BDNF'nin farklı egzersiz yüklerinde serum etkisini değiştirebildiği ifade edilmektedir (Öztasyonar, 2017). Egzersiz, BDNF seviyesinin artmasının ve bilişsel işlevlerin geliştirilmesi için potansiyel bir uygulama olarak kabul edilmektedir (Griesbach, et al., 2004; Wrann, et al., 2013). Fakat egzersizle birlikte yükselen serum BDNF'nin performans üzerine

nasıl bir etkisi olacağını net olarak gösteren çalışma bulunamamaktadır (Bulğay ve diğerleri, 2020b). BDNF'nin artan serum düzeyi ve beyindeki sinir hücrelerinin gelişimine katkı sağlamasından dolayı öğrenme ve hafıza üzerine etkileri düşünüldüğünde, sportif performans açısından tekniği çabuk kavrama, gelişen beyin fonksiyonlarıyla bilişsel işlevlerdeki yeteneklerin daha çabuk öğrenilmesiyle sportif performansa etkisi söz konusu olabilir. Ayrıca rs6265 gen polimorfizmin etkilerinin araştırıldığı çalışmaların sınırlı olmasından dolayı BDNF'nin performans üzerindeki etkisinin, spor bilimleri alanında yeni bir araştırma konusu olabileceği ve ileride sporda başarı için aday genlerden birisi olabileceği öngörülmektedir (Ulucan, 2016b). Bununla birlikte spesifik gen polimorfizmleri ile atletik performans arasındaki korelasyon, sporcuların profillerini değerlendirmek için incelenebilir (Ferioli vd., 2019,). Elit düzeydeki sporcuların performansları ve antrenman yüklenmelerinin düzenlenmesi ve branşa özel testlerinin uygulanmasının yanı sıra genetik testlerin de yapılmasının yüksek performans seviyesine ve bireye özel antrenman modeli belirlenmesine katkı sağlayabileceği öngörülmektedir (Bulğay ve diğerleri, 2020; Yıldırım ve diğerleri, 2022a).

Spor genetiği alanında yapılan araştırmalar incelendiğinde, BDNF gen ve polimorfizminin elit sporcuların performansı ile ilgili olarak sınırlı literatür bilgisi yer aldığı görülmektedir. Bu kapsamda çalışmaya katılan sporcuların performans durumları ve serum düzeyleri; yapılan fiziksel, motor, bilişsel özellikleri ve laboratuvar testleri içeren test sonuçları ile uygulanan antrenmanların ve genotip farklılıklarının nasıl bir etki edeceği çoklu disiplinler bir bakış açısıyla değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, elit sporcular üzerinde gerçekleştirdiğimiz bu çalışmanın hem literatüre katkı sağlayacağını hem de elde edilen bulguların yapılacak benzer çalışmalara öncülük edeceğini düşünmekteyiz.

Bu kapsamda yapılan araştırmanın amacı basketbolcularda beyin temelli egzersizler ve beyin-türevli nörotrofik faktör (bdnf) gen polimorfizmlerinin; serum bdnf düzeyleri ve performans üzerine etkilerini incelemektir.

1.2. Problem Cümlesi

Bu çalışmanın problemi; “Basketbolcularda Beyin Temelli Egzersizlerin ve Beyin-Türevli Nörotrofik Faktör (BDNF) Gen Polimorfizmlerinin; Serum Bdnf Düzeyi ve Performans Üzerine etkisi var mıdır? Sorusu oluşturmaktadır.

1.2.1. Alt problemler. Bu çalışmada aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

1- Çalışmaya katılacak sporcuların genotip dağılımları nedir?

2-Basketbol antrenmanları Serum Bdnf düzeyini arttır mı?

3-Basketbol antrenmanlarının performans üzerine etkisi var mıdır?

3.1.- Basketbol antrenmanlarının basketbol becerileri üzerine etkisi var mıdır?

3.2.- Basketbol antrenmanlarının şut performansı üzerine etkisi var mıdır?

3.3.- Basketbol antrenmanlarının denge becerileri üzerine etkisi var mıdır?

3.4.- Basketbol antrenmanlarının dikkat üzerine etkisi var mıdır?

3.5.- Basketbol antrenmanlarının reaksiyon süresi üzerine etkisi var mıdır?

4-Beyin Temelli Egzersizler Serum Bdnf düzeyini arttır mı?

5-Beyin Temelli Egzersizlerin performans üzerine etkisi var mıdır?

5.1.- Beyin Temelli Egzersizlerin basketbol becerileri üzerine etkisi var mıdır?

5.2.- Beyin Temelli Egzersizlerin şut performansı üzerine etkisi var mıdır?

5.3.- Beyin Temelli Egzersizlerin denge becerileri üzerine etkisi var mıdır?

5.4.- Beyin Temelli Egzersizlerin dikkat üzerine etkisi var mıdır?

5.5.- Beyin Temelli Egzersizlerin reaksiyon süresi üzerine etkisi var mıdır?

6-Basketbol antrenmanlarıyla birlikte yapılan beyin temelli egzersizlerin serum Bdnf düzeyi üzerine etkisi var mıdır?

7-Basketbol antrenmanlarıyla birlikte yapılan beyin temelli egzersizlerin performans üzerine etkisi var mıdır?

7.1.- Beyin Temelli Egzersizlerin basketbol becerileri üzerine etkisi var mıdır?

7.2.- Beyin Temelli Egzersizlerin şut performansı üzerine etkisi var mıdır?

7.3.- Beyin Temelli Egzersizlerin denge becerileri üzerine etkisi var mıdır?

7.4.- Beyin Temelli Egzersizlerin dikkat üzerine etkisi var mıdır?

7.5.- Beyin Temelli Egzersizlerin reaksiyon süresi üzerine etkisi var mıdır?

8-BDNF gen polimorfizmlerinin serum BDNF düzeyine etkisi var mıdır?

9-BDNF gen polimorfizmlerinin performans üzerine etkisi var mıdır?

10- Gruplar arası serum BDNF düzeyleri farklılık var mıdır?

11- Gruplar arası performans testleri arasında farklılık var mıdır?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu tezin amacı Basketbolcularda Beyin Temelli Egzersizlerin ve Beyin-Türevli Nörotrofik Faktör (BDNF) Gen Polimorfizmlerinin; Serum Bdnf Düzeyi ve Performans Üzerine etkisini araştırılmasıdır. Bu kapsamda;

- Çalışmaya katılacak sporcuların genotip dağılımları,
- Basketbol antrenmanlarının serum Bdnf miktarını üzerine etkisi,
- Basketbol antrenmanlarının performans üzerine etkisi,
- Beyin temelli egzersizlerin serum Bdnf miktarını üzerine etkisi,
- Beyin temelli egzersizlerin performans üzerine etkisi,
- Basketbol antrenmanlarıyla birlikte yapılan beyin temelli egzersizlerin serum bdnf düzeyi üzerine etkisi,
- Basketbol antrenmanlarıyla birlikte yapılan beyin temelli egzersizlerin performans üzerine etkisi,
- BDNF gen polimorfizmlerinin serum Bdnf miktarına etkisi,
- BDNF gen polimorfizmlerinin performans üzerine etkisi araştırılmıştır.

1.4. Araştırmanın Önemi

BDNF'nin sportif performans üzerindeki etkisinin spor biliminde yeni bir araştırma konusu olduğu literatür taramasında görülmektedir. BDNF'nin özellikle beyin fonksiyonu üzerindeki olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir. Ancak literatürde BDNF gen polimorfizmi ve sportif performansla ilişkili çalışmalar sınırlı olarak görülmektedir. Beyin temelli egzersizlerin ve polimorfizmin serum düzeyi ve performans üzerinde nasıl bir etki edeceği konusunda literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Ulucan, 2016; Bulğay ve diğerleri, 2020b; Bath ve diğerleri, 2013; Kertes ve diğerleri, 2017; Matthews ve diğerleri, 2009; Jones ve diğerleri, 1990). Ayrıca hangi antrenman modelinin basketbolcularda nasıl bir performans değişimi göstereceği bu durumun BDNF serum seviyesiyle bir ilişki olup olmadığı ve polimorfizmin nasıl bir etkisi olduğu açıklanmaya çalışılacaktır. Literatürde beyin temelli egzersizlerin çeşitli yaş, spor branşı ve gruplara uygulandığı çalışmalar mevcuttur. Ayrıca serum BDNF seviyelerinin de çeşitli egzersiz modelleriyle değişimini inceleyen çalışmalarda yer almaktadır. Ancak önerilen bu çalışmada beyin temelli egzersizlerin serum BDNF seviyesini nasıl etkilediği bu durumun genotipleme sonuçlarının etkisinin olup olmadığını konusunda fikir verebilmesi bakımından önemli bilgiler elde edileceği düşünülmektedir. BDNF'nin performans üzerindeki etkisini inceleyen sınırlı sayıda araştırma olması sebebiyle hala belirsiz olması, performansla arasındaki ilişkiyi anlamak ve yorumlamak için bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

1.5. Sınırlılıklar

Bu araştırma,

1. Çalışma her bir grupta 8 sporcu olmak üzere toplamda 24 kişi ile sınırlandırılmıştır.
2. Çalışmada uygulanan egzersizler haftada 3 gün 120 dakika şeklinde, toplamda 12 hafta ile sınırlandırılmıştır.
3. Çalışma sağlıklı 18-24 yaş aralığı erkek basketbol sporcuları ile sınırlandırılmıştır.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Çerçeve

Bu bölümde araştırmanın konusu ile ilgili literatür bilgisi taranarak araştırmanın kuramsal çerçevesi oluşturulmuştur.

2.1.1. Basketbolun temel unsurları. Basketbol aralıklı ve yüksek yoğunluklu yapısı olan takım sporlarından biridir ve kişisel becerilerin, antropometrik profilin, takım oyununun, stratejinin, teknik-taktik ve motivasyonel gibi birçok faktörlerin uyumlu bir birlikteliğini gerektirmektedir (Trninić ve Dizdar, 2000; Tavino, Bowers ve Archer, 1995). Oyuncularının saha içerisinde hem hücum hem de savunmada etkili olabilmeleri için oyunun temel prensiplerine uymaları ve iyi seviyede yapabilmeleri oyunu kazanmak için büyük önem arz etmektedir. Bunlar; dripling, hareketli ve durarak şut atma, pas verme ve ribaunt alma gibi temel ve özel tekniklerden oluşmaktadır. İyi derecede temel oyun ilkelerini yerine getirmek için basketbolcuların fiziksel, fizyolojik, psikolojik, teknik-taktik ve biyomotorik özelliklerinin, takım çalışmasına uygun olması ve bilişsel fonksiyonların üst düzeyde olması gerekmektedir (Alemdaroğlu, 2012; Matavulj vd., 2001; Santos ve Janeira 2008; Castagna vd., 2008). Sporcuların sayılan özelliklerin yetkinliği dışında antrenörlerin sporculara antrenman yaptırırken çalışmaları olabildiğince sporculara basit ve net aktarması gerekmektedir. Basketbol sadece sporculardan değil teknik bir kadrodan oluştuğu için antrenörlerinde kendilerini geliştirmesi gerekmektedir. Bu sebeple antrenörler bu alanda eğitimlerini almış olmaları ve kendilerini sürekli güncel tutmaları gerekmektedir (Nalbant, 2013). Ayrıca basketbol oyununun karakteristik özellikleri nedeniyle ani koşular ve dönüşler, yön değiştirmeler, hareketi veya tüm vücudu yavaşlatarak tekrar harekete başlatmak, sıçramalar, düşmeler, dengede durma ve tutmalar basketbolda çok sık ihtiyaç duyulan hareketlerdir. Bir sporcu oyun içerisinde yaklaşık 300 ila 400 kez yön değiştir ve 1 dakikalık süre içerisinde seri olarak 4-5 tane birbiri arkasına gelen top tutma, dripling, ribaunt ve pas aktivesinde bulunur (Atlı, 2009). Özellikle hücum süresi kuralı olmasından dolayı sporcular ani karar verme, odaklanma, dikkat ve hızlı düşünme gibi

karmaşık hareket etmek zorundalardır. Bu hareketlerin, mümkün olan en yüksek hız ve kuvvetle ve en kısa sürede amaca yönelik olarak gerçekleştirilmesi oyunda fark yaratır. Saliselerin önemli olduğu basketbol oyununda, bu bireysel ve takım performansında yüksek verimliliğe ulaşmayı sağlar. Bu nedenlerle, çeşitli ve güncel antrenmanlar, diğer takım sporlarında olduğu gibi basketbolda da yıllık antrenman programı hazırlanırken önemlidir. Son zamanlarda sıklıkla kullanılan ve etkili sonuçlar veren beyin temelli egzersizler, programın bir parçası olarak ele alınmalı ve uygulanmalıdır.

2.2. Sportif Performans

Richard Schechner performans çalışmalarının kurucusu olarak bilinir ve performansı şu şekilde tanımlar “kimlikleri işaretler, zamanı büker, bedeni yeniden şekillendirir, süsler ve hikayeler anlatır”. Performans önceden belirlenmiş standartları karşılayarak ya da o standartları aşarak hedefe ulaşmak olarak açıklanabilir. (Portenga, Aoyagi ve Cohen 2017). Çok boyutlu performans, fizyolojik ve psikolojik etkilerle bağlantılı olup, bireysel veya toplu davranış kalıplarını içeren bir dizi beceri, yetenek ve belirli koşullara bağlıdır. Bu bağlamda performans, beklenmeyen çevresel koşullara uyum sağlamak için belirli beceri ve yeteneklerin geliştirilmesi ve bu beceri ve yeteneklerin rekabetçi durumlarda sürekli ve güvenilir şekilde sürdürülmesiyle belirlenir (Kellmann & Beckmann, 2018; Portenga ve ark., 2017). Dayanıklılık, güç, esneklik ve hız gibi fizyolojik kapasiteler performansı etkileyen faktörlerdir (Halson, 2014; Lambert, 2012). Konsantrasyon, motivasyon ve irade gibi psikolojik faktörler de performansı etkiler (Beckmann ve Elbe 2015). Performans, sporcunun psikolojik, fizyolojik, biyomotorik ve fiziksel yeteneklerini gözlenebilir ve ölçülebilir düzeyde sergilemesi olarak tanımlanır (Karakuş ve Kılınç, 2006). Tiryağı (1991), performansın dört bileşenden (kondisyon, beceri, fiziksel özellikler ve psikolojik özellikler) oluştuğunu belirtirken, Astrand ve Rodahl (1986) ise performansı nöromüsküler iletim, psikolojik faktörler ve enerji oluşumu olarak üç başlıkta toplar (Akt; Kuter ve Öztürk, 1997). Bu iki bakış açısını genel bir çerçevede değerlendirdiğimizde, performans içsel ve dışsal etkenler olarak kategorize edilebilir. İçsel etkenler; yaş, cinsiyet, zekâ, genetik ve anatomik yapı, psikolojik denge, sinir sistemi ve iletim hızı,

kardiyovasküler sistem gibi unsurları içerir. Dışsal etkenler ise insan vücudunda bulunmayan ve dışarıdan gelen faktörlerdir (Bayraktar ve Kurtoglu, 2009).

Bilim ve teknolojinin ilerlemesiyle yapılan araştırmalar, genetik altyapının sportif performans üzerindeki etkilerinin büyük öneme sahip olduğunu göstermektedir. İnsan genlerinin yaklaşık 25 bini arasında, sportif performansı etkileyen 200 gen bölgesi belirlenmiştir (Ulucan ve ark., 2015; Santos ve ark., 2015). Sporcuların genetik yapıları; hız, dayanıklılık, kas kütlesi, kuvvet ve kas lifleri üzerinde etkili olmaktadır (Işık, 2009). En çok çalışılan spor geni olan ACE geni, 17. kromozomda yer alır ve 25 intron ile 26 ekzon içerir (Sercan ve ark., 2016). ACE geninin alel kombinasyonlarına göre üç farklı formu (DD, ID, II) bulunmaktadır. Araştırmalar, hız ve kuvvet gerektiren kısa mesafe yüzme, uzun atlama, kısa mesafe koşu ve yüksek atlama gibi spor dallarında DD genotipi sporcuların daha başarılı olduğunu öne sürerken, dayanıklılık gerektiren orta ve uzun mesafe koşu ve kayak gibi branşlarda ise II genotipi sporcuların daha yüksek başarı oranlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur (Ulucan ve ark., 2013). Spor bilimciler sportif becerinin en üst noktaya gelmesinin yalnızca fiziksel yeteneklerle olmayacağı aynı zamanda psikolojik yeteneklerin ortaklaşa bir ürünü olduğunu iddia etmişlerdir (Kunter 2006). 200 yıla yakındır araştırmalara konu olan spor psikolojisi, atletik performanstaki pozitif etkileri bulundukça spor psikoloji çalışmaları uluslararası bazda artmaya başlamıştır. 2021 yılı mayıs ayında tamamlanan Web of Science çekirdek koleksiyonunda 1985 ten bugüne hedef belirleme ve spor üzerine 1415, 1980'den itibaren kaygı ve spor alanında 3421, 1961'den bu yana güven ve spor alanında 5303 bilimsel çalışma yapıldığı tespit edilmiştir (Lochbaum ve ark. 2022). Sporcunun atletik performans değeri ne kadar iyi olursa olsun, psikolojik becerileri düşük ise performansını en iyi şekilde göstermesi mümkün değildir. Bunun nedeni ise; sporcuyu yarışmalara kadar getiren atletik performans olsa da onu sahada kazandıracak olan psikolojik becerileridir. Sporcuların kaygı ve stres düzeylerini kontrol edebilmeleri becerileri ancak bu alanda yapılacak olan antrenmanlarla mümkün olabilir ve psikoloji antrenmanlar en az fiziksel antrenmanlar kadar önemlidir. Sporculara yarışma ortamındaymış gibi hissettiren, yeni bir beceriyi adım adım analiz etme fırsatı sunan ve mevcut becerileri geliştirmeyi hedefleyen imgeleme antrenmanları, antrenörler veya spor psikologları tarafından sporculara uygulanması gereken en önemli psikolojik beceriler arasında yer almaktadır.

2.2.1. Performansı etkileyen faktörler. Performansı etkileyen çok çeşitli faktörler vardır. Bu faktörler dış (eksternal) faktörler ve iç (internal) faktörler olmak üzere ikiye ayrılır.

2.2.1.1. Dış faktörler

- a- Yükselti: Deniz seviyesinden yukarılara çıkıldıkça hava basıncı düşer, oksijen miktarı azalır. Vücut bu dış koşullara kalp atım sayısında ve nefes alıp vermede artışlarla uyum sağlamaya çalışır. Bu sürece aklimatizasyon süreci denir. Ortalama 3 hafta gibi bir sürede bu oksijen azlığı kanda bulunun hemoglobinlerin artmasına sebep olur ve böylece nabız ve nefes alıp verme eski haline döner. Deniz seviyesine inildiği zaman belirli bir süre için sporcunun performansında artış görülür (Akgün, 1992).
- b- Nem: Vücuttan ısı kaybında çevrenin nem miktarı önemli bir rol oynar. Nem miktarı, belirli bir ortam sıcaklığında havada bulunan en yüksek su miktarına oranla rölatif nem olarak adlandırılır. Nem oranı yüksek olduğunda vücut ısı kaybı azalır, bu da sporcunun organizmasını ve dolayısıyla sportif performansını olumsuz etkiler. Burada önemli olan, terleme değil, terle ısı kaybının gerçekleşmesi ve terin uzaklaştırılmasıdır. Örneğin, kuru havası olan bir çölde yüksek sıcaklık, nem oranı yüksek tropik bir bölgeye oranla daha kolay tolere edilebilir (Akgün, 1992).
- c- Sıcaklık: İnsan vücudu yüksek rakıma olduğu gibi ısıya da uyum sağlayabilir. Zamanla derideki kan akımı artar, kalp debisi daha verimli hale gelir, terleme sıcaklığı düşer ve sıcaklık çok fazla artmadan terleme başlar. Isıya uyum sağlanabilmesi için yüksek sıcaklık olan yerlerde antrenman yapılmalıdır. Sıcak ortamlar dolaşım sistemi üzerine önemli bir stres yükler, terleme ile kaybedilen vücut ısısı çeşitli fizyolojik rahatsızlıklara neden olur. Örneğin, ısı krampları, ısı bitkinliği ve ısı çarpması sportif performansını olumsuz etkileyen durumlardır (Esk. And. Üniv. A.Ö.F yayınları 1996). Bu nedenle, sporcuların sıcak ortamlara uyum sağlayabilmesi için düzenli olarak bu koşullarda antrenman yapmaları gerekmektedir.

- d- Malzeme: Antrenmanlarda ve yarışlarda kullanılan ekipmanların sporcu performansına katkısı göz ardı edilemez. Örneğin, çivili ayakkabılarla ilgili yapılan birçok çalışma sonucunda optimum çivi sayısı belirlenmiştir. Ayrıca, kayağın teknoloji ile mükemmelleşmesi de performansı olumlu yönde etkilemiştir (Açıkada 1990). Modern malzemeler, sporcuların daha verimli ve güvenli bir şekilde performans göstermelerini sağlar, bu yüzden doğru ekipman seçimi büyük önem taşır.
- e- Zemin: yarışmaların yapıldığı ortamın dönemin gerektirdiği düzeyde olması sporcunun sakatlanma riskinin en alt düzeye indirilmesi ve atletik becerilerin en üst düzeyde sergilenmesini sağlamaktadır.

2.2.2.2. İç faktörler

- a- Antrenman düzeyi: Sporcular maksimum performanslarını uzun bir süre sergileyemiyorlarsa bu onların iyi bir antrenman dönemi geçirmediğini göstermektedir. İyi bir kondisyon, sağlamlaştırılmış teknik ve ön taktik, takımın iyi anlaşılması, oyun taktiklerinin oturması, kendine güven, iyi bir antrenman düzeyinin göstergesidir (Sevim, 1997).
- b- Cinsiyet: Genellikle kadınlar erkeklere oranla, çevre faktörlerine daha dirençlidir. Erkekler ise çevre faktörlerinden çabuk etkilenirler. Bu etki gelişim süreci içerisinde de iskelet olgunlaşması ve uzunluk gelişmelerinde de görülmüştür. Buna karşılık, kadınların beden yağ oranı, doğumdan itibaren tüm yaşlarda erkeklerden daha fazla olmuştur. Yetişkin kadınlarda vücut yağ oranı, aynı ölçülerde erkeğe oranla %8 -10 daha fazladır. Yağ oranı yüksek olan bayan sporcuların sürat, dayanıklılık ve kuvvet gerektiren sporlarda fazla başarılı olmadıkları görülmüştür. Bu ve benzeri sporlarda erkekler vücut yağ yüzdelerinin az olması nedeniyle daha fazla avantaj sağlarken, yüzme sporunda başarı grafiğinin bayanlardan yana olduğu görülmüştür. Yapısal olarak kadınlar erkeklere oranla dar bir omuz yapısına ve geniş bir pelvise sahiptirler. Erkeklerde ise bu yapısal özellik, dar bir kalça, daha geniş omuzlar, daha hafif bir vücut kütlelerine sahiptirler (Sevim, 1997).

- c- Yaş: Yaş, dokuların ve organların yalnızca toleranslarını değil bunların kullanımlarını da kısıtlar. Örneğin; genç bir kişide sempatik tonus hâkim olduğu için, 30 yaşındaki bir kişiden daha ekonomik çalışır. 20-30 yaşın altında maratoncu, koşucu, bisikletçi sayısı düşüktür. Her spor dalının eğitim aşamaları belirlenirken, öncelikle spor dalına özgü yüksek başarı yaşının bulunduğu yaş dönemi araştırılmalı ve performansa üst düzeyde ulaşmak için antrenman yöntemleri, spor dalına özgü olarak saptanmalıdır. Örneğin; bir artistik jimnastikçinin başarı elde ettiği yaş bir maratoncununkinden çok daha erkendir (Muratlı, 1998,).
- d- Fiziksel uygunluk: Her spor dalına uygun fiziksel özelliklere sahip olmak, o spor dalına özgü avantajı oluşturmaktadır. Somatik özellikler araştırılıp uygunluğa göre yönlendirilen sporcular, performanslarıyla da etkili olacaktır (Kuter, Öztürk, 1997).
- e- Stres düzeyi: Vücudun psikolojik ve bedensel olarak zorlanması sonucu ortaya çıkan fiziksel, zihinsel, psikolojik davranış stres olarak adlandırılır (Kuter, Öztürk, 1997).

Sportif karşılaşmaların başrol oyuncusu olan sporcu, milyonlarca insana coşku, heyecan ya da hüznü yaşatabilir. Sporcular, bedensel ve ruhsal olarak ağır yüklemeler altında olup, arzu edilen performansı sergileyebilmek için uzun süreli ve yoğun antrenmanlara katlanırlar. Özel yaşamları dahil her hareketi kontrol altında tutulan sporculardan tek beklenen şey kazanmalarıdır. Bu zorlu ortamda, fiziksel özellikleri ne kadar mükemmel ve antrenman süreçleri ne kadar kusursuz olsa da, sporcuların başarıya ulaşmaları stresle başa çıkabilme yeteneklerine bağlıdır. Bu nedenle, sporcuların doğru nefes alma egzersizleri, otojenik gevşeme, progresif gevşeme uygulamaları ile pozitif düşünmeyi sağlayacak zihinsel çalışmalar yapmaları gerekmektedir (Kuter & Öztürk, 1997). Ayrıca, sporcuların mental dayanıklılıklarını artırmak için meditasyon ve mindfulness teknikleri gibi yöntemleri de benimsemeleri önemlidir. Bu tür teknikler, sporcuların hem antrenmanlarda hem de müsabakalarda daha sakin ve odaklanmış olmalarına yardımcı olabilir.

- f- Motivasyon durumu: Sporda motivasyon, sporcunun fiziksel ve mental olarak yarışmaya hazır olma durumunu ifade eder ve üç şekilde incelenebilir.

Yeterli motivasyon, sporcunun hem psikolojik hem de fizyolojik açıdan yarışmaya tam olarak hazır olduğu durumu belirtir. Yetersiz motivasyon ise yarışmaya isteksizlik ve düşük motivasyon düzeyi ile karakterizedir (Kuter & Öztürk, 1997; Muratlı, 1998). Aşırı motivasyon, sporcunun aşırı derecede motivasyon yüklü olduğu durumu ifade eder ve bu durumda kalp atışlarının artması, aşırı terleme, idrar yapmada zorluk, bacaklarda halsizlik ve ellerde titreme gibi belirtiler görülebilir (Muratlı, 1998, s. 18, 205). Antrenörlerin, motivasyonun performansı olumlu yönde etkileyebilmesi için sporcularını yakından tanımaları ve onların ilgi ve ihtiyaçları hakkında doğru bilgilere sahip olmaları gerekmektedir (Kuter & Öztürk, 1997, s. 17). Antrenörlerin, bireysel motivasyon tekniklerini kullanarak her sporcunun motivasyon seviyesini optimize etmeleri de önemlidir. Bu, performansın en üst düzeye çıkarılmasına yardımcı olabilir.

- g- Beslenme: Yarışmacının antrenman ve yarışma zamanında, ihtiyaç duyduğu besinlerin gerek duyduğu zamanda almasıdır. Başka bir deyişle sporcunun antrenman veya yarışmada harcadığı besinlerin sağlıklı ve dengeli bir biçimde almasıdır (Kuter, Öztürk, 1997).
- h- Ergojenik destekleyiciler: Performansı artırmak amacıyla, yardıma başvuru bazı besin maddeleri ve yöntemleridir (Kuter, Öztürk, 1997, s.17). Ergojenik destekleyiciler, kuvveti, dayanıklılığı, hızı ve beceriyi sürekli olarak artıran yöntemlerdir. Sentetik maddeler olmadıkları için doping değildirler. (B vitamini, Karnitin, Kreatin).
- i- Sağlık durumu: Sporcuların performansını belirleyen en önemli faktörlerden biri sağlık durumlarıdır. Bu yüzden, sporcuların sağlık durumları periyodik olarak kontrol edilmelidir. Bu kontroller, sporcuların hazırlık dönemindeki sağlık durumlarını belirlemeye, eksiklikleri tespit etmeye ve bu eksikliklerin giderilmesi için gerekli önlemleri doktor tavsiyeleri doğrultusunda almaya yarar. Bahsedilen eksiklikler hem fizyolojik hem de fiziksel uygunlukla ilgili eksikliklerdir (Kuter, Öztürk, 1997).
- j- İlaç kullanımı: Özel durumlarda, doğal besin kaynaklarından sağlanamayan ve vücut tarafından üretilmeyen maddeler sentetik olarak alınarak performans artırılabilir. Bu maddeler, Tıp Komisyonu'nun doping listesinde yer almayan vitaminler ve türevleri olmalıdır. Bu tür maddeler vücutta çeşitli uyarılar

oluşturarak sporcunun performansını artırmak için avantaj sağlar (Kuter, Öztürk, 1997, s.17).

- k- Genetik:** Genetik ve beslenme ile sosyo-ekonomik faktörlerin varlığı bilinse de araştırmalar bu faktörlerin performans üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Bu araştırmalar genellikle üç ana ırk üzerinde yoğunlaşmaktadır: siyah, beyaz ve sarı. Bu çalışmalar, farklı spor dallarına uygunluk açısından yapılmıştır (Muratlı, 1997, s.18,205) (Özerk, 1993)

2.2.2. Denge. Denge, vücudun ağırlık merkezini destek temeli üzerinde tutabilme yeteneğine dayanan işlevsel bir postür kontrol sistemine bağlıdır. Bu karmaşık geri bildirim, nöromüsküler hareketle bağlantılı olan görsel, vestibüler ve somatosensorik uyarılar temelindedir (Hancen ve ark., 2000).

Meinel ve Schnabel'e göre denge, vücudu hem hareket halindeyken hem de dururken kontrol edebilme yeteneğidir. Başka bir tanıma göre; vücudun yer çekimine karşı yere düşmesini engelleyen vücut dinamiğini anlatan genel bir tanım olarak açıklanır. Denge vücudun düzgün durmasını (postür muhafazası) kapsar ve genel bir tanımla kas hareketlerinin koordinasyonudur. Denge yeteneği sayesinde hemen hemen bütün sporsal becerileri başarılı bir şekilde yaparız, yön değiştirmede, durmada, başlamada, yakalama ve fırlatmada, cismi hareket ettirme ve vücudu belli bir pozisyonda tutmak için denge önemli bir beceridir (Altay, 2001). Denge, kinetik zincir boyunca koordine hareketler yolu ile kontrol edilen alt ekstremit eklemler hareketlerini içerir. Bu hareketlerde sporsal becerilerin devamlılığının sağlanmasında önemlidir. Denge statik bir olay olarak bilinse de asıl olan birçok nörolojik yolu içine alan dinamik bir süreçtir (Prentice, 1999).

Normal dik bir duruşta, vücut ağırlık merkezi basınç merkezinin üzerine yerleşir. Basınç merkezi, yer tepkime kuvveti vektörünün etkili olduğu noktadır. Dik duruş sırasında hafif hareketler gözlemlenebilir. Bu hareketler, vücut ağırlık merkezinin yer değiştirmesine yol açar. Vücut ağırlık merkezindeki küçük değişiklikler, yer tepkime kuvvetinin de hafifçe yer değiştirmesine sebep olur ve bu durum postural salınım olarak adlandırılır (Akman ve Karataş, 2003).

2.2.2.1. Statik denge. Statik denge, hareketsiz bir şekilde eksternal hiçbir desteğe ihtiyaç duymadan vücudun bütün ya da belirli parçalarının sabit pozisyonda kalması için otomatik bir şekilde sağlanan beceridir (Jones, 1999).

Bir cismi etkileyen kuvvetlerin birbirleriyle dengede ve birbirlerine eşit oldukları durum statik denge olarak isimlendirilmektedir. Cismin dengesini o cisme uygulanan kuvvetlere bağlı olmasına rağmen, cismin ağırlık noktası, yer çekimi hattı ve cismin olduğu alana göre de değerlendirilir (İnal, 2004). Tittel (1998) statik dengeyi sporcunun belli bir süre sadece ağırlık merkezini kullanarak olduğu pozisyonu koruyabilmesi olarak açıklarken, dinamik dengeyi ise sporcunun hareket halinde vücudun kontrolü olarak tanımlamaktadır (Altay, 2001). Kişinin vücudunu belli bir pozisyonda sabit tutma becerisine statik denge denir (Hazar, 2005).

2.2.2.2. Dinamik denge. Vücutta etkili eksternal kuvvetlerin kas ve eklem çevresi yumuşak dokular tarafından nötralize edilmesi sonucu sağlanan dengedir (Jones, 1999). Dinamik denge, günlük hayat içindeki tüm hareketlerin bütünlüğünü kapsar. Hareket halindeyken kişinin denge kontrolü dinamiktir. Bundan dolayı statik dengeye oranla dinamik denge daha komplekstir (Clark ve Rose, 2000). Hazar; statik dengeyi tanımlarken vücudun sabit bir şekilde korunması olarak tanımlarken, dinamik denge için vücudun hareket halindeyken dengesini koruması olarak tanımlamıştır (Arslanoğlu ve ark., 2010). Baltacıya göre dinamik denge vücudun yer çekimine karşı şeklinin bozulmasına karşın verdiği postüral yanıtlar olarak açıklar (Baltacı ve ark., 2003). Tittel ise dinamik denge için bir aktivitenin yapılma esnasında vücudun kendini kontrol etmesi olarak açıklamıştır (Altay, 2001).

2.2.3. Reaksiyon zamanı. Reaksiyon süresi, motor beceri unsurlarından biri olan hareket hızının bir parçasıdır. Hareket hızı, vücut bölümlerinin bir noktadan başka bir noktaya mümkün olan en hızlı şekilde hareket ettirilmesi yeteneğini ifade eder. Başka bir deyişle, aynı hareketi en kısa sürede başarıyla tamamlama yeteneği olarak tanımlanır (Gökmen, Karagül, Aşçı, 1995). Dış faktörlere karşı, bir uyarı ile başlayan ve önceden belirlenmiş hareketin tamamlanması, belirli bir mesafenin geçilmesi için gereken süre kısaldıkça ortaya çıkan fiziksel bir değerdir (Dündar, 1999). Fizyolojik açıdan, hız; algılama hızı, reaksiyon hızı ve hareket hızı olarak sınıflandırılır (Sevim,

1992). Reaksiyon süresi ve hareket süresi sıklıkla birbirinin yerine kullanılır. Hareket süresi, gözlenen ilk hareket ile bitiş hareketi arasındaki süre iken, reaksiyon süresi, kişiye verilen uyarı ile başlayan ilk kas tepkisi arasındaki süreyi ifade eder. Başlangıçta reaksiyon süresinin kolay ölçüldüğü düşünülse de, araştırmalar bu sürenin birçok faktörden etkilendiğini göstermiştir. Daha net bir ifadeyle, ölçüm yöntemleri belirtilmeden bir sporcunun yalnızca reaksiyon süresi hakkında bilgi vermek yanıltıcıdır. Reaksiyon süresi, uyarılan duyu oranları, uyarı şiddeti, hazırlık durumu, genel kas gerginliği, motivasyon, antrenmana verilen tepki, yorgunluk ve sporcunun sağlık durumu gibi değişkenlere bağlıdır (Johnson ve Nelson, 1979). Magill'e göre, reaksiyon süresi, uyarı ile ilk tepki arasındaki geçen süredir (Magill, 1989). Schmidt ve Lee, reaksiyon süresini, bir uyarının ortaya çıkması ile bu uyarıya verilen ilk tepki arasındaki süre olarak tanımlarlar (Schmidt ve Lee, 1999). Reaksiyon süresi ve hareket süresinin toplamına tepki süresi denir.

2.2.4. Dikkat. Spor yaparken ya da bir maç sırasında, sıkça vurgulanan kelime dikkattir. Dikkat, zihinsel aktivitelerin belirli bir düşünce veya obje üzerinde yeterli bir süre boyunca odaklanabilmesi anlamına gelir. Ancak, bu tanım dikkati bir makinenin düğmesini açıp kapatma gibi mekanik bir işlem olarak algılayabilir. Bu nedenle, dikkat için daha kapsamlı bir tanım yapmak gereklidir. 'Dikkat, algılamının aktif ve seçici bir yönüdür; kişiye bir uyarı geldiğinde, etkin bir hazırlık ve yönelim ile etkileşen zihinsel bir işlemdir' tanımı daha uygun olacaktır. Bu tanımdan, dikkatin seçici bir işlev olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Bilindiği gibi, beynimiz sürekli ve kesintisiz olarak uyarılara maruz kalır, ancak biz bunların sadece bazılarını fark ederiz ve bu farkındalık rastlantısal değildir (Tiryaki, 2000; Beşer, 1998).

Dikkat kavramının, motor becerilerin öğreniminde önemli bir rol oynadığı uzun zamandır bilinmektedir. Motor öğrenme alanında, dikkat performansı için gerekli olan algının bilinçli veya bilinçsiz olarak artırılması şeklinde tanımlanmıştır. Spor, seçici dikkat konusundaki araştırmaların merkezi haline gelmiştir. Singer ve arkadaşlarına (1991) göre, psikomotor becerileri başarıyla sergileyebilmek için bireylerin seçici dikkat göstermesi, ilgili olmayan uyarıları göz ardı ederken, ilgili uyarılara odaklanabilmesi gerekmektedir. Herhangi bir durumda, organizma hem içsel hem de dışsal çevreden sürekli olarak bilgi bombardımanına maruz kalır ve sadece belirli bir

miktarını işleyebilir. Bu nedenle, yalnızca birkaç uyarının işleme alınabilmesi için seçicilik gereklidir. Sporda başarı için, dikkati uygun uyarılara yönlendirme ve bu dikkati sürdürme yeteneğinin önemli bir faktör olduğu görülmektedir.

2.3. Beyin Temelli (Nörofizyolojik) Öğrenme Yaklaşımı

Kaya (2012), beyin temelli öğrenme teorisini, öğrenmeyi biyokimyasal ve elektrokimyasal değişimler olarak tanımlar ve öğrenme sürecinde beyin hücreleri arasında yeni ilişkiler ve bağlantıların kurulduğunu vurgular. Ona göre, yeni öğrenmeler, bu yeni bağlantıların ve ilişkilerin beyin hücreleri arasında oluşmasıyla gerçekleşir.

Nörofizyolojik kuram ise, beyin hücreleri ile öğrenme arasında önemli bir ilişki olduğunu ve öğrenme sürecinin başlangıcında ve sonrasında beyinde değişiklikler meydana geldiğini belirtir (Özyurt ve Girgin, 2000).

Duman (2007) ise, beyin temelli öğrenme kavramının ortaya atılmasıyla ilgili olarak, tüm öğrenmelerin aslında beyinde gerçekleştiğini ve bu nedenle öğrenmenin temel olarak beyinle ilişkili olduğunu vurgular. Onun için önemli olan, beyin işleyişini anlamak ve öğrenmeyi en etkili şekilde gerçekleştirmektir.

Beyin temelli öğrenme yaklaşımı, diğer öğrenme yaklaşımlarıyla benzerlikler gösterse de araştırmacılar tarafından yeni yüzyılda daha fazla kullanılması öngörülen bir yaklaşım olarak dikkat çeker. Spor bilimleri alanında da bu yaklaşımın sportif performans ve antrenmanlarda etkinliğini artırmak için farklı yöntemlerle hayata geçirilen çalışmaları teşvik etmektedir.

2.4. Beyin Temelli Egzersiz

Dr. Kawashima'nın 2006'da ortaya attığı beyin egzersizi kavramı, günümüzde yaygın bir şekilde kabul görmüş durumdadır. Beyin egzersizi, sadece gelişim için değil, aynı zamanda beyin fonksiyonlarını korumak ve sağlıkla ilgili önleyici tedbirler almak amacıyla da kullanılmaktadır. Bu tür egzersizler, zihinsel gelişimi desteklemenin yanı sıra beyin sağlığını koruma ve iyileştirme amacıyla da uygulanmaktadır. Lutz (2010) tarafından ortaya atılan fikir ise beyinsel faaliyetleri artırmak için fiziksel aktivitelerin

kullanılması üzerine odaklanmıştır. Bu amaca yönelik olarak geliştirilen beyin cimnastiği antrenmanları, özel olarak tasarlanmış fiziksel egzersizlerin zihinsel yeterliliği ve performansı artırmak için temel alınmasına dayanır. Bu egzersizler, zihinsel becerileri geliştirmek için eğlenceli ve zorlayıcı hareketler ile aynı zamanda oyunlar içerir ve zihinsel yorgunluğu azaltmayı amaçlar. Almanya'da geliştirilen bu egzersiz modeli, günümüzde birçok ülkede kullanılan nöronal öğrenme sürecini canlandırarak yeni beyin ağlarını yapılandıran ve sinirsel semptomları azaltan bir eğitim programı olarak kullanılmaktadır. Bu program, konsantrasyonu ve görsel sistemin performansını iyileştirmeyi de amaçlamaktadır (Lutz, 2011). Beyin temelli egzersiz, motor ve bilişsel faaliyetleri görsel görevlerle birleştiren, yeni ve alışılmadık koordinatif görevler sunarak beyni zorlayan ve etkileşime sokan bir beyin eğitim yöntemidir. (Demirakca T. ve ark., 2016; Lutz H. 2014). Beyin temelli egzersizler, motor aktivite, bilişsel zorluk ve çevresel görsel alan algı görevlerini içeren üç bileşenli bir egzersiz kombinasyonu sonucu yapılan bir egzersizdir (Life kinetik. (2019). Beyin temelli egzersiz eğitimi, küçük yaşlardan adolesanlara ve yetişkinlere kadar hem takım hem de bireysel sporcuların eğitiminde kullanılabilen bir yöntemdir. Bu yaklaşımın temel özelliği, kişilerin bilişsel olarak zorlanırken aynı anda uzuvlarını alışılmadık kombinasyonlarda hareket ettirmelerini sağlamak ve görsel algı ile uzuv-göz koordinasyonunu geliştirmek için farklı ebattaki nesneleri yakalayarak veya fırlatarak yapılan çalışmaları içermesidir (DudaH.2015). Sporcuların ilgisini canlı tutmak, sıkılmalarının önüne geçmek için ve zevk almalarını sağlamak amacıyla, performansları yaklaşık %60'a ulaştığında veya birkaç dakika sonra egzersizler de değişiklikler yapılmaktadır (Life kinetik, 2022). Bu sayede yapılan egzersizlerin farklılaşması antrenmanlar esnasında eğlenceli vakit geçirirken aslında görevleri yerine getirmeyi kolaylaştırmaktadır. Eşli, grup ya da tekli olarak meydana okumalar ve görevler sayesinde hem eğlenceli vakit geçirip hem de geliştirilmesi istenilen özelliğe katkı sağlamaktadır. Bu durum farkında olmadan fakat amaca yönelik olarak beynin devamlı olarak yeni ve daha önce karşılaşmadık zorluklara senkronizasyonunu sağlamaya teşvik etmek amacını taşımaktadır (Lutz H. (2010). Beyin temelli egzersizler, insan beyninden sürekli daha fazla performans bekleyerek beyin fonksiyonlarının tüm alanlarını aktive eder ve bu süreçte yeni sinaptik bağlantıların oluşumunu destekleyebilir. Bu egzersizlerdeki hareket çeşitliliği, beyinde yapısal değişiklikleri tetikler ve nöral yapılanma ile öğrenme sürecini başlatır. Dolayısıyla,

beyin temelli egzersizler içeren antrenman programları, sürekli değişen hareketlerle yeni nöron bağlantıları oluşturmayı hedefler. Oluşan sinir bağlantı sayısı ve miktarı ne kadar fazlaysa o denli yüksek beyin performansı ve sportif performansa katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Lutz H. (2014). Spor performansında en alt seviyeden en üst seviyeye kendini geliştirmek için beyinde yapısal veya fonksiyonel plastisitenin öneminin oldukça gerekliliği bildirilmiştir (Debarnot U. ve ark., 2014). Sportif birçok branşta elit seviyeye ulaşmak için yapılan egzersizlerin beyinde plastisiteye sebep olduğu literatür tarafından kabul görmektedir (Jacini WF., ve ark., 2009). Bununla birlikte, çeşitli hareket aktiviteleriyle gerçekleştirilen beyin temelli egzersizlerin, beyin hücrelerini uyarmasıyla birlikte, özellikle kortikal bölgede aktif sinapsların oluşturulduğu ve sporcuların performansını artırdığı bilinmektedir. Alan yazında beyin temelli egzersizlerinin pek çok farklı değişken üzerinde pozitif etkileri rapor edilmiştir (Duda H. 2015; Lutz H. 2016; Lutz H. 2021).

2.4.1. Beyin temelli egzersizler ve BDNF. Beyin temelli egzersiz, fiziksel aktivitenin beyin sağlığı üzerindeki etkilerini vurgulayan bir kavramdır. Araştırmalar, egzersizin beyinde nöroplastisiteyi artırabileceğini ve bilişsel fonksiyonları geliştirebileceğini göstermektedir (Berchtold N.C. ve ark., 2010). Özellikle, egzersizin beyindeki nörotransmitterlerin salınımını artırarak, nöronal bağlantıları güçlendirdiği ve nöronal büyümeyi teşvik ettiği bulunmuştur (Liu, P. Z. and Nusslock, R. 2018). Ayrıca, egzersizin beyindeki BDNF (beyin türevli nörotrofik faktör) seviyelerini artırarak nörojenez yani yeni nöron oluşum sürecini desteklediği gösterilmiştir (Jeon, Y.K. and H.A, C.H. 2017). Egzersizin beyindeki etkileri, özellikle hipokampus üzerinde odaklanmaktadır. Hipokampus, öğrenme ve hafıza ile ilişkilendirilen bir beyin bölgesidir ve egzersizin bu alanın nöro plastisitesini artırabileceği gösterilmiştir (Berchtold, N. C. ve ark., 2010; Ding, Q., ve ark., 2006). Ayrıca, egzersiz sırasında periferik kaslardan salgılanan proteinlerin, özellikle BDNF'in ifadesini artırarak hipokampüsteki nörojenezi ve hafıza gelişimini etkileyebileceği belirtilmektedir (Liu, P. Z. and Nusslock, R. 2018). Bununla birlikte, egzersizin beyindeki enerji metabolizmasını da etkilediği bilinmektedir. Özellikle, egzersiz sırasında beyindeki glikojen seviyelerinin azaldığı ve egzersiz sonrasında süperkompansasyon yaşandığı gözlemlenmiştir (Matsui et al., 2011; Matsui et al., 2017). Bu durum, egzersizin

beyinde enerji rezervlerini etkileyerek, nöronal aktiviteyi desteklediği ve dayanıklılık kapasitesini artırdığına işaret etmektedir (Matsui et al., 2017).

2.5. Genetik ve Moleküler Genetik Kavramları

2.5.1. Genetik. Genetik canlı organizmaların fenotiplerini yani görünür özelliklerini belirleyen ve kuşak kuşağa aktarılan kalıtsal materyalin yapısal, işlevsel ve evrimsel özelliklerini inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlanır. Genetik, genlerin ve kromozomların yapısı, organizmalar arasındaki genetik çeşitlilik, gen ifadesi ve düzenlenmesi gibi konuları içermektedir. Ayrıca moleküler düzeyde DNA'nın çoğalması, mutasyonları, rekombinasyonu ve genetik etkileşimlerin yanı sıra genetik hastalıkların temel mekanizmalarını da araştıran biyolojinin bir alt dalıdır (Campbell ve Reece, 2006).

1953 yılında Watson ve Crick tarafından DNA'nın moleküler yapısı keşfedildikten sonra genetik bilimi hızla ilerlemiş ve modern genetiğe ilk adım atılmıştır. Bu keşiften sonra DNA ipliklerinin birbirini tamamlayan yapılar olduğunu ve yapıda bulunan A (Adenin) nükleotidinin T (Timin) nükleotidi ile G (Guanin) nükleotidinin C (Sitozin) nükleotidi ile bağ yaptığını belirlemiştir. Bu ilişki DNA replikasyonu ve gen ifadesi yani protein sentezi için temel oluşturmaktadır. Ayrıca, DNA'nın yapısının aydınlatılması sayesinde, genetik bilgi okunabilir, saklanabilir ve nesilden nesillere aktarılabilir hale gelmiştir (Ulutin, 2005; Ekmekçi, 2006; Ateş, 2016).

2.5.2. Deoksiribonükleik asit (DNA). DNA, tüm organizmaların hücrelerinde bulunan ve genetik özelliklerini taşıyan, uzun ve çift sarmaldan oluşan bir moleküldür. Her bir iplikte nükleotit adı verilen alt birimler bulunmaktadır. Bir DNA nükleotidinde A (Adenin), T (Timin), G (Guanin), C (Sitozin) azotlu bazlarından birisi bulunmaktadır. Bu dört baz çeşitli kombinasyonlar oluşturarak proteinlerdeki aminosit dizilimini belirleyen “genetik kod” u oluşturmaktadır.

İnsanların DNA'sı %99,9 aynıdır. Farklı olan %0,1'lik kısım, kişilerin benzersizliğini oluşturmakta ve çevresel etkilerle birlikte yeteneklerini, sağlık-hastalık durumlarını, davranışlarını ve becerilerini oluşturan varyasyonları içermektedir (Genome, 2023) DNA, uzun bir merdiven gibi görünen ve çift sarmaldan oluşan bir moleküldür.

Sarmalın her bir ipliği nükleotid adı verilen parçacıklardan oluşur. DNA dört farklı nükleotidden oluşur. DNA'nın her bir nükleotidinde dört azotlu baz vardır: bunlar -A (adenin), -G (guanin), -T (timin) veya -C (sitozin). Bu dört nükleotid aminoasitleri kodlayan kodonları ve sonrasında protein yapısını oluşturmak için eşleşerek çeşitli baz dizileri oluşturulur. Başka bir ifadeyle A, T, G, C bazlarının dizilimiyle proteinlerin yapıtaşları olarak adlandırılan aminoasitler meydana gelmektedir. Bu aminoasitlerin farklı kombinasyonları sonucunda ise organizmada farklılıklar meydana gelmektedir. Belirli bir hücrede ifade edilen onlarca gen, o hücrenin işlevini (ne yapacağını) belirlemektedir. Kodlanan proteinler saç rengi, göz rengi, vücut yapısı, hastalıklara yatkınlık durumu, atletik performans gibi organizmanın fenotipini ortaya çıkarmaktadır. (Klug vd., 2009)

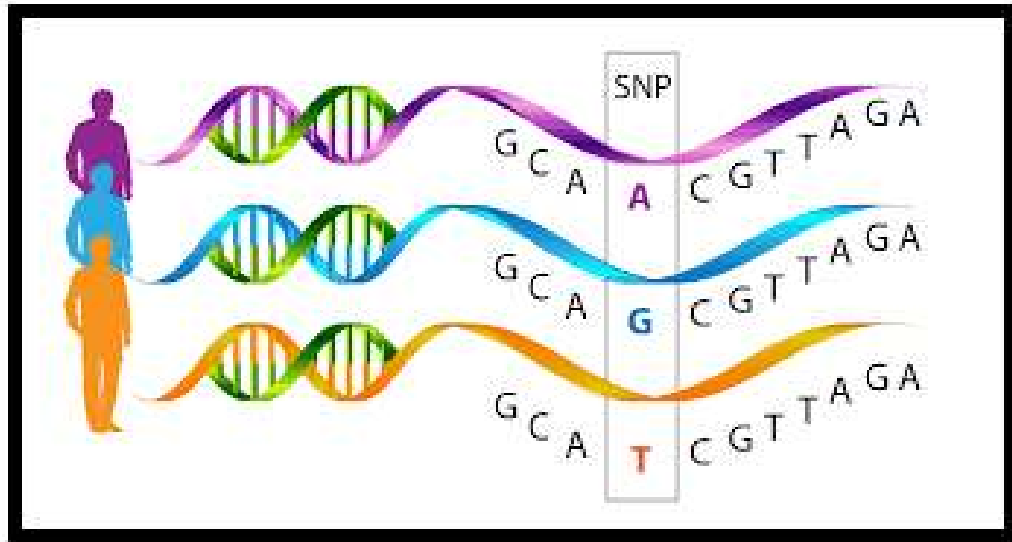
2.5.3. Gen. Gen, kalıtımın temel fiziksel ve işlevsel birimidir. Bazı genler, proteinleri üretmek için işlevseldir. Ancak birçok gen protein kodlamaz. Genlerde protein kodlanan bölgelere ekzon kodlamayan bölgelere ise intron adı verilmektedir. Gen tanımı, ilk olarak 1909 yılında Danimarkalı bilim adamı Wilhelm Johansen tarafından yapılmıştır (Lodish vd., 2008). Genler, kromozom üzerinde belirli bir bölgede bulunmaktadır. Genlerin bulundukları bu bölgelere “gen lokusu” adı verilmektedir. Her insanda bir genin iki kopyası bulunmakta ve her biri bir ebeveyninden gelmektedir. Bir gen lokusunda genetik bilginin farklı görülen formları “allel” olarak adlandırılır. Allel, aynı genin DNA baz dizilimlerinde küçük farklılıklar olan formlarıdır. Bu küçük farklılıklar organizmanın benzersiz fiziksel özelliklerine katkıda bulunmaktadır. Ebeveynlerden gelen her iki allelin aynı olması durumu homozigot, farklı olması durumu heterozigotluk olarak adlandırılmaktadır (Griffiths vd., 2005).

2.5.4. Allel. Bir genin alternatif farklı yapı ve şekiller almasına neden olan değişikliklerdir. Örneğin bir bezelye yapısının yuvarlak veya kırışık taneli olması, yuvarlaklık ve kırışıklık alellerinin baskınlığından meydana gelir (Ateş, 2009). Diğer bir tanımla bir genin anneden ve babadan gelen alternatif kopyalarından birisi. Bir organizmada aynı alellerden iki kopya bulunur (Klug vd., 2009).

2.5.5.Tek nükleotid polimorfizmi (SNP). İnsan türü olarak, birbirimiz arasındaki farklılıklarımızın büyük çoğunluğunu bireyin genomdaki tek bir baz çiftinin varyasyonu olan tek nükleotid polimorfizmleri (Single Nucleotide Polymorphism, SNP) oluşturmaktadır. Tek nükleotid polimorfizmi (SNP), DNA'da tek bir baz pozisyonunda oluşan genomik bir varyantı ifade etmek için kullanılmaktadır. Bilim insanları genomdaki tek nükleotid polimorfizmlerinden yola çıkarak sağlık, hastalık, ilaç tepkisi ve diğer özellikleri etkileyip etkilemediğini ve eğer etkiliyorsa bu etkinin nasıl olduğunu araştırmaktadır (<https://medlineplus.gov>, 2023). İnsan genom projesiyle birlikte incelenen genlerin çoğunun insanda oldukça benzer olduğu ancak arada bazı bazlarda farklılıklar görüldüğü tespit edilmiştir. Bunun bir diğer anlamı olarak, insanların DNA dizileri %99,9 oranında benzerlik göstermektedir (Lander & Weinberg, 2000). Örneğin, bir referans genomda belirli bir konumda bulunan bir A nükleotidi, bireylerin azınlığında bir G nükleotidi ile değiştirilebilir. Bu SNP 'nin iki olası nükleotid varyasyonu (A veya G) bulunmaktadır. Buradan yola çıkarak tek nükleotid polimorfizmlerinin, insanlar arasında en yaygın genetik çeşitliliği sağlayan yapılar olduğu ortaya konulmuştur.

SNP'ler ortalama her 1000 nükleotidde neredeyse bir kez ortaya çıkmakta ve bu da bir kişinin genomunda yaklaşık 4 ila 5 milyon SNP olduğu anlamına gelmektedir (Auton vd., 2015). Genomda tek bir nükleotidde görülen bu farklılık eğer popülasyonun %1'inden daha fazlasında görülüyorsa bu durum tek nükleotid polimorfizmi olarak adlandırılmaktadır (Strachan ve Read, 2003). Bilim insanları yaptıkları çalışmalarla dünya popülasyonun da 600 milyondan fazla SNP keşfetmiştir (<https://medlineplus.gov>, 2023). Çoğu SNP'nin sağlık veya gelişim üzerine bir etkisi bulunmamaktadır. SNP'ler genin içinde veya yakınındaki düzenleyici bir bölgede meydana geldiğinde, genin fonksiyonunu etkileyebilmekte ve sonucunda hastalık oluşumunda rol oynamaktadır. Aynı zamanda ailesel hastalıklarla ilişkili genetik varyantların kalıtımını izlemek için de SNP'lerin varlığının tespiti önem arz etmektedir. SNP'ler genel olarak hastalık genlerinin teşhisinde, çevresel toksin ve ilaçlara karşı duyarlılığı etkileyen genlerin belirlenmesinde yararlı belirteçler halindedir. Örnek olarak orak hücre anemisi, beta talesemi ve kistik fibrozis hastalıkları tek nükleotid polimorfizminden kaynaklanmaktadır (Hamosh ve ark., 1992; Chang & Kan, 1979; Ingram, 1956). Günümüzde diyabet, kanser, kalp rahatsızlığı gibi hastalıkların kalıtsallığının tespitinde SNP'lerin belirlenmesi

hastalığın erken teşhis ve tedavisinde oldukça yaygın kullanılmaktadır. Hastalıkların şiddeti ve vücudun hastalıklara cevabı da genetik çeşitliliğin etkisi altındadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar da SNP'lerin atletik performansla da ilişkisi olduğunu göstermiştir. 1998 yılında spor genetiğinin temellerinin atıldığı ilk zamanlarda ACE genindeki bir SNP'nin dayanıklılık performansı ile ilişkisi olduğunun gösterilmesi ile başlayan araştırmalardan sonra sporla ilişkisi olduğu bildirilen SNP sayısı günümüzde 100'ün üzerindedir (Ahmetov ve ark., 2009) BDNF gen polimorfizmindeki rs6265 de sportif performansla ilişkisinin olabileceği araştırmacılar tarafından merak konusu olmuş ve yeni yeni çalışmalar literatürde yer almaya başlamıştır.



Şekil 1. Single nucleotide polymorphism (SNP).



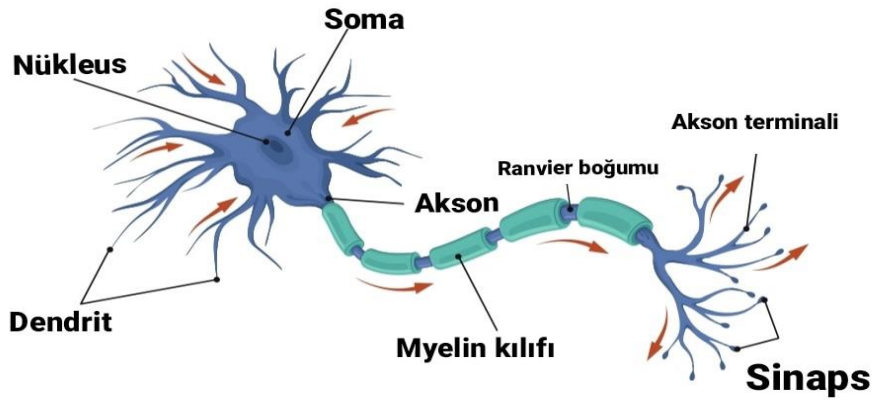
Şekil 2. Single nucleotide polymorphism (SNP).

Genetiğin (PEP, (performans artırıcı polimorfizmler) antrenman programlarına dahil edilmesi, atletik performansla bağlantılı çok sayıda genetik varyantın tanımlanmasıyla tetiklenmiştir (Ostrander ve ark., 2009). Spor genetiği alanında 1990'ların sonlarından itibaren yapılan araştırmalarda, başlangıçta ACE, ACTN3, AMPD1, PPARA, PPARG ve PPARGC1A genlerinin varyantlarına odaklanılarak belirli spor türlerine ve egzersizle ilişkili fenotiplere yakınlıkla ilişkili DNA polimorfizmlerini tanımlanmıştır (Semenova vd., 2023). Atletik performansı artırmak için çalışılan SNP sayısı yüzü aşındır (Ahmetov vd., 2015). 2009 yılı itibariyle 100'den fazla genetik varyant fiziksel performansla ilişkilendirilmiş olup 20'den fazla varyant elit sporcu statüsüyle ilişkilendirilmiştir (Bray vd., 2009).

2.6. Beyin Türevli Nörotrofik Faktör (BDNF)

"Nörotrofin" terimi, "nöron" yani sinir hücresi ve Yunanca kökenli "trophe" yani beslenmek, iyileştirmek anlamına gelen terimlerin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Nörotrofinler, sinir hücrelerinin beslenmesini, çoğalmasını ve işlevlerini etkileyen, sinapsların sürekliliğini koruyan, sinir sistemi plastisitesini düzenleyen, aksonların ve dentritlerin büyümesini destekleyen bir büyüme faktörü ailesidir (Yano ve Chao,

2000).



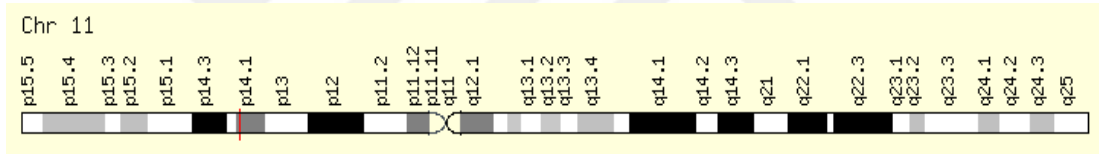
Şekil 3. Nöron hücresi

Nörotrofik faktörler, beyin nöronlarının gelişiminde ve bu nöronların korunmasında kritik aracı moleküllerdir. Bu faktörler, büyümenin gerçekleşebilmesi için hücrelere trofik destek sağlarlar ve aynı zamanda hücre ölümlerini önlerler. Kazak ve Yarım (2014) tarafından belirtildiği gibi, nörotrofik faktörler, nöronların sağlıklı gelişimini ve fonksiyonlarını sürdürmeleri için önemli bir role sahiptirler.

1950'li yıllarda sinir büyüme faktörünün keşfi, nörotrofinler hakkındaki bilimsel araştırmalara ivme kazandırmıştır. Bu keşif, nörotrofin ailesinin diğer üyelerinin tanımlanmasına öncülük etmiş ve sonraki yıllarda bu ailenin diğer üyeleri de belirlenmiştir (Hohn ve diğerleri, 1990; Huang ve Reichardt, 2001; Levi-Montalcini ve Hamburger, 1951; Levi-Montalcini ve Angeletti, 1968). Nörotrofinler, sinir büyüme faktörü (NGF), beyinden kaynaklanan nörotrofik faktör (BDNF), nörotrofin-3, nörotrofin-4/5, nörotrofin-6 ve nörotrofin-7 olmak üzere altı alt sınıfa ayrılır (Barde ve diğerleri, 1982; Berkemeier ve diğerleri, 1991; Davies ve diğerleri, 1993; Götz ve diğerleri, 1994; Hallböök, 1999; Lai ve diğerleri, 1998; Nilsson ve diğerleri, 1998).

İlk olarak 1980'lerde Hans Thoenen ve Yves Barde tarafından keşfedilen Beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) başlangıçta domuz beyninden saflaştırılmış ve düşük konsantrasyonlarda eksprese edildiği bulunmuştur (Barde, et al., 1982). Beyinde yaygın olarak eksprese (dışarı atma) edilip, üretilebilirken (Rasmussen ve diğerleri, 2009), aynı zamanda kas kasılmasıyla da indüklenebilen (uyarılan) (Matthews ve

diğerleri, 2009) ve bağışıklık hücreleri (Kerschensteiner ve diğerleri, 1999) ile endotel hücrelerinde (Nakahashi ve ark., 2000) gözlemlenen, kanda trombositlerde yer alan (Numakawa ve Odaka, 2018; Walsh ve Tschakovsky, 2018) bir proteindir. BDNF, otonomik (OSS) ve merkezi sinir sistemindeki (MSS) nöronal plastiteyi uyararak ve nöronların hayatta kalması, korunması, farklılaşması ve çoğalmasını kolaylaştırarak nörojenizde kritik bir role sahiptir ve kanıtlar BDNF'nin hafıza ve öğrenme süreçlerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Lim, et al., 2015). BDNF özellikle yetişkin sinir sisteminde sinaptik bağlantıların düzenlenmesi, sinaps yapısının sürdürülmesi, nörotransmitter salınımının kontrolü ve sinaptik plastisitenin sağlanması gibi birçok önemli rol üstlenmektedir (Song ve diğerleri, 2017). BDNF, birden fazla sinir hücresinin gelişimine katkıda bulunur. Beyin tarafından üretilen BDNF, 247 amino asitlik bir protein kodlar ve ağırlığı 13 kDa'dır. BDNF geni, 11. kromozomun kısa kolunda (11p13) yer alır ve yaklaşık olarak 70 kilobaz uzunluğundadır.



Şekil 4. Kromozom üzerindeki BDNF gen lokalizasyonu

BDNF, özellikle iskelet kasları başta olmak üzere kas hücrelerinde, endotel hücrelerinde ve yağ dokusunda depolanır. Kanda trombositler aracılığıyla, karaciğerde ve dalakta da bulunmaktadır (Bramham ve Messaoudi, 2005). Akciğer dokusu, kalp, büyük damarlar, dalak, düz kas hücreleri, böbrek, mesane ve viseral epitelyal hücrelerde de BDNF mRNA ifadesi görülmüştür (Lommatzsch ve ark., 1999; Timmusk ve ark., 1993b; Yamamoto ve ark., 1996). Araştırmalar, dolaşımdaki BDNF'nin büyük çoğunluğunun trombositlerde depolandığını ve bu nedenle serum BDNF seviyesinin plazmadaki seviyesinden 100 kat daha fazla olduğunu göstermektedir (Lommatzsch ve ark., 2005; Yamamoto ve Gurney, 1990). Fiziksel aktivite, BDNF'nin rejeneratif sinyalleme yapan bölgelerde salınımını teşvik eder ve protein sentezini düzenleyebilir (Nilsson ve ark., 2020). Beyinde, özellikle serebral korteks ve hipokampüste yaygın olarak bulunur. Yeni beyin hücrelerinin gelişimini artırarak, duygu durum değişiklikleri ve stresli durumlarla başa çıkmada önemli rol

oyunar; özellikle hipokampüste BDNF'ye verilen yanıtın azaldığı düşünülmektedir (Gürpınar ve ark., 2007). Bu nedenle, nörodejeneratif hastalıkların tedavisinde kullanılmasının temel nedenlerinden biridir (Murer ve diğerleri, 2001). Literatür, BDNF'nin egzersiz, yaş, stres, psikiyatrik bozukluklar ve nörodejeneratif hastalıklar (Alzheimer, Parkinson, Prion, Motor Nöron, Huntington gibi) ile değişiklik gösterdiğini belirtmektedir (GeneCard, 2020).

BDNF'nin beyin içinde uyarma ve kontrol mekanizmalarında önemli bir rol oynadığı ve yüksek konsantrasyonlarda üretildiği bilinmektedir. BDNF, sinir iletiminde etkili olduğu kadar, egzersiz sırasında da artan salgı seviyeleri ile kendini gösterir (Jones ve ark., 1990). Bu proteinin plastisite ile ilgili önemli süreçlere dahil olması nedeniyle, akut egzersiz araştırmalarının çoğu BDNF'ye odaklanmıştır (Basso ve Suzuki, 2017). Egzersizin, BDNF seviyelerini artırma ve bilişsel fonksiyonları iyileştirme potansiyeline sahip olduğu düşünülmekte ve araştırmalar, bilişsel işlevlerdeki gelişmelerle pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Griesbach ve ark., 2004; Wrann ve ark., 2013). Düzenli egzersizle birlikte, BDNF seviyeleri artar ve bu artış sinir hücrelerinde yeni dallanmaların oluşmasına yol açar. Bu süreç, beyinde yeni iletişim yollarının gelişmesine katkıda bulunur. Öğrenme süreci de bu mekanizmaların altında yatar. Beyin hücreleri arasında yeni bağlantılar oluşması, gelecekte yeni beceriler veya bilgilerin kazanılmasına olanak tanır. BDNF'nin miktarının artması, beyin kapasitesini de genişletir (Huang, 2001). Ayrıca moleküler kanıtlar, bir tirozin kinaz b reseptörü (TrkB) yoluyla bu nörotrofinin uzun vadeli güçlenmeyi, nörojenezi, aksonal büyümeyi ve sinaptogenezi arttırdığını göstermektedir (Fernandes, Arida ve Gomez-Pinilla, 2017). Bunların yanı sıra BDNF hipokampus hücrelerinin farklılaşmasına katılarak, sinyal iletimini indükler ve sürdürür, bilişsel ve duygusal süreçlerin, uzaysal yönelimin veya öğrenmenin moleküler temelleri olan sinaptik geliştirmeyi sağlar (Miranda, Morici, Zanoni ve Bekinschtein, 2019; Numakawa, Odaka ve Adachi, 2018). BDNF dahil olmak üzere çeşitli nörokimyasallar, egzersizin beyin ve biliş üzerindeki etkilerine aracılık eden anahtar proteinler olarak kabul edilmektedir (Cotman, Berchtold ve Christie, 2007; Etnier ve diğerleri, 2016). Literatür, akut bir egzersiz döneminin ardından bilişsel performanstaki gelişmelerin gözlenebileceğini ve faydalı etkilerinin olabileceğini göstermektedir. Ancak etki büyüklükleri değerlendirildiğinde bu etkilerin zayıf kaldığı bildirilmiştir (Chang, Labban, Gapin ve Etnier, 2012; Dinoff, Herrmann, Swardfager ve Lanctot, 2017;

Lambourne ve Tomporowski, 2010). Ayrıca BDNF düzeyi yaş, adet döngüsü, ağırlık, egzersiz seviyesi, fiziksel uygunluk durumu, kolesterol, kronik hastalıklar veya benzeri birden çok duruma göre değişmektedir. Belli bir standart seviyesi olmasa da bireylerin ırkına, cinsiyetine veya yaşına göre de değişiklik göstermektedir (Trajkovska, et al., 2007).

Kısaca BDNF'in işlevleri arasında nöronal ve glial gelişimin kontrolü, nöro-koruma, biliş ve hafıza için kritik olan hem kısa hem de uzun süreli sinaptik etkileşimlerin modülasyonu sayılabilir (Kowiański vd., 2018). BDNF, neredeyse tüm beyin bölgelerinde mevcuttur. İşlevi beyin dokusu ve nöronlara göre çeşitlilik gösterir (Yan vd.,1997). BDNF'nin en önemli işlevleri arasında sinaptik etkileşim mekanizmalarının kontrolünü sağlayıp bilişsel ve hafıza için sinaptik düzenlemelerde görevlerde alır. (Foltran ve Diaz, 2016; Gonzalez vd., 2016; Sasi vd., 2017).

2.7.BDNF (rs6265) Polimorfizmi

Tek nükleotid polimorfizmleri (SNP'ler) genomda belirli bir konuma sahip tek bir nükleotiddeki değişikliklerdir. Val66Met veya G196A olarak da isimlendirilen rs6265, BDNF geninde kodlayan tek bir nükleotid polimorfizmidir (Sheikh ve ark., 2010; Bao ve ark., 2018). SNP'ler, proteinin amino asit dizisini değiştirebilir veya gen ekspresyonu olarak açıklanan hücrelerin işlevini düzenleyen ve organizmanın gelişimini, büyümesini ve fizyolojik süreçlerini kontrol eden temel bir süreci etkileyebilir. BDNF'nin gen sekansında yüzden fazla SNP bulunmuştur. BDNF geni içinde en çok araştırılan Val66Met olarak da adlandırılan rs6265, BDNF genini kodlayan dizideki tek bir nükleotid polimorfizmi 196. nükleotidde olan guanin-adenin değişikliğidir. G aleli Valin (Val) aminoasidini kodlarken, A aleli Metiyonin (Met)'i kodlar. Bu SNP için bir birey heterozigot (Val66Met) veya homozigot (Met66Met) olabilir. Ayrıca, BDNF genindeki "G" alelinin bir "A" ile değiştirilmesi, bir CpG metilasyon bölgesini ortadan kaldırarak, örneğin depresif bozukluklar gibi çevresel olarak etkilenen fenotipleri kısmen açıklayabilen epigenetik ve genotipik etkileşime izin verdiği hipotezi kabul görmektedir (Nguyen ve ark., 2023). Dünya popülasyonunda görülme sıklığı yaklaşık %20'dir ve Doğu Asya'daki bazı popülasyonlarda %72'ye varan bir insidans bildirilmektedir (Szarowicz ve ark., 2022). Bu polimorfizm, pro-BDNF'nin hücre içi paketlenmesini ve aksonal taşınmasını

etkileyerek nöronlarda BDNF üretimini ve salgılanmasını azaltır. Bunun sonucunda sinaptaki BDNF'in aktiviteye bağlı salgılanması da azalır ve hücre içi trafiği etkilenir (Egan ve ark., 2003; Chen ve ark., 2004). In vitro analizler, BDNF Met proteininin, BDNF Val proteinine göre salgı yolu tarafından daha az etkili bir şekilde hedeflendiğini ortaya koymuştur ve bu durum dolayısıyla bu proteinin azalmış bir şekilde salgılandığını göstermektedir. İnsanlarda rs6265 Met aleli, hipokampal hacimde azalmaya, bilişsel performansta düşüşe ve psikiyatrik bozukluklar, depresyon ve anksiyete gibi duygudurum bozuklukları ile ilişkilendirilmiştir. (Corponi ve ark., 2018)

2.8. İlgili Araştırmalar

Zoladz ve ark., (2008) 'nın 5 haftalık orta şiddette dayanıklılık antrenmanının BDNF 'deki bazal ve egzersize bağlı değişiklikler üzerindeki etkisini incelediği çalışmada, 13 sağlıklı ve fiziksel olarak aktif erkek ile orta yoğunlukta antrenmanlardan oluşan beş haftalık bir dayanıklılık bisiklet antrenmanı programından sonra antrenmanlı grubun hem bazal hem egzersiz sonrasında BDNF seviyeleri daha yüksek olduğu görülmüştür. Hem istirahat hem de egzersiz sırasında BDNF'nin %70-%80 ana kaynağı beyin olduğu tahmin edilmektedir (Rasmussen ve ark., 2009). Yarrow ve ark., (2010) 20 sağlıklı üniversite öğrencisine 5 haftalık direnç egzersizleri uygulatılmıştır. Kan örnekleri başlangıçta direnç egzersizlerinden sonra ve istirahatte olacak şekilde 3 kez kan alımı uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, direnç egzersizinin dolaşımdaki BDNF'de güçlü ancak geçici bir artışa neden olduğunu ve ilerleyici direnç eğitiminin bu yanıtı artırdığını gösteren ilk çalışma olduğunu; belki de egzersizin beyin sağlığını etkilediği bir mekanizmayı gösteriyor olabileceğini bildirmiştir. Benzer bir araştırma da randomize kontrollü bir çalışmada 12 sedanter birey gönüllü olarak çalışmaya katılmıştır. 2 gruba ayrılan sedanterler den 7 kişilik 1. grup üç aylık dayanıklılık antrenmanı yapmış ve 5 kişilik diğer grup kontrol grubu olarak çalışmaya katılmışlardır. Dayanıklılık antrenmanları olarak 5 haftalık bir koşu bandı eğitim protokolünü tamamlamışlardır. Üç aylık dayanıklılık antrenmanlarına katılan grubun sedanter gruba kıyasla BDNF seviyesinde önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı antrenman sonrasında BDNF'nin insan beyinde daha fazla salındığını, dayanıklılık antrenmanının beyin işlevselliğini geliştirdiğini açıklamışlardır (Seifert ve

ark., 2010). Benzer diğerk bir çalışmada, araştırmacı sprint gibi anaerobik aktivitenin bazal plazma BDNF konsantrasyonunu farklı şekilde değiştirip değiştirmediğini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada 3 grup (uluslararası 14, ulusal 8 ve kontrol grubu 15) toplam 37 katılımcının bazal plazma BDNF konsantrasyonları incelenmiş ve katılımcıların bazal plazma BDNF konsantrasyonları, uluslararası ve yerli sprinterlerde, hareketsiz kişilere göre önemli ölçüde daha yüksek sonucuna ulaşmıştır. Sonuçlara ek olarak, uluslararası düzeydeki sprinterlerin plazma BDNF konsantrasyonları yerel düzeydekilere göre daha yüksekti olduğunu rapor etmiştir. Araştırmacı bulguların artan bazal plazma BDNF düzeyinin artan egzersiz performansıyla ilişkili olduğunu gösterdiğini ifade etmiştir (Correia PR, ve ark., 2011). Hem akut hem de kronik egzersizin, serum BDNF konsantrasyonlarını artırdığına dair araştırmalara da rastlanmaktadır (Griffin , ve ark. 2011). Benzer diğerk bir çalışmada sporcular üzerinde yapılan araştırmada serum BDNF'nin egzersizle arttığı, bu artışın sıcakta yapılan egzersizle daha arttırıldığı saptanmıştır (Goekint M, ve ark. 2011). Dinçer (2011) tarafından yapılan çalışmada, 20 profesyonel kadın voleybol sporcusu ile 20 sedanter kadından oluşan kontrol grubu arasında karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmaya katılan voleybolcular haftada en az 8 saat antrenman yapmakta ve en az 7 yıldır voleybol oynamaktadır. Kontrol grubu ise aktif olarak herhangi bir spor faaliyetinde bulunmamaktadır. Çalışmanın bulgularına göre, voleybolcuların hazırlık dönemi öncesi ve sonrası BDNF (Beyin Türevli Nörotrofik Faktör) değerleri arasında uzun süreli düzenli egzersiz yapmanın etkisiyle anlamlı bir şekilde yükselme gözlemlenmiştir ($P<0,05$). Bu sonuçlar, düzenli ve yoğun spor aktivitelerinin beyin sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini desteklemekte ve sporcuların BDNF seviyelerinin egzersizle artabileceğini göstermektedir. Williams ve Ferris (2012), dayanıklılık antrenman programının BDNF'nin bazal seviyeleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; 18 fiziksel olarak aktif denek üzerinde 12 hafta boyunca haftada 3 gün en az 30dk ve maksimum kalp atım hızının %65-70'i ile antrenman programı uygulamışlar. Bdnf kan alımları için antrenman programı öncesinde, orta noktasında ve sonrasında bazal serum BDNF kan örnekleri almışlardır. Eğitim programına yanıt olarak serum BDNF düzeylerinin değişmediğini tespit etmişlerdir ($P>0,05$). Araştırmacılar bu sonucun yoğunluk, sıklık ve sredeki aerobik egzersiz eğitiminin, bazal BDNF'de anlamlı bir artışa neden olacak yeterli bir eğitim uyarısı sağlamadığı sonucuna varmışlardır. Farklı bir çalışmada araştırmacılar şiddetli

hipoksinin ve hafif bir termal zorluğun performans, fizyolojik ölçümler, biliş ve serum beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) üzerindeki izole ve kombine etkilerini incelediği araştırmada, egzersiz BDNF'yi önemli ölçüde artırdı ancak yüksekliğin BDNF konsantrasyonu üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Orta yaşlı erkeklerde yapılan 6 haftalık dayanıklılık egzersizlerin BDNF ve hafıza performansı üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada sağlıklı egzersiz grubunda aerobik egzersizin BDNF seviyesinde önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. Ayrıca hem kısa hem de orta süreli hafızanın yalnızca sağlıklı egzersiz grubunda önemli derecede arttığı rapor edilmiştir (Babaei ve ark., 2013). Babaei ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir çalışmada ise, uzun süredir ulusal şampiyonalarda yarışan profesyonel sporcular ile sedanter bireyler üzerinde yapılan araştırmada, akut aerobik ve anaerobik antrenmana yanıt olarak BDNF düzeylerindeki değişiklikler incelenmiş ve sporcularda kontrol grubuna göre daha düşük bazal serum BDNF düzeyleri tespit edilmiştir, ayrıca serum BDNF düzeylerinin VO₂max ile ters korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Fakat yapılan aerobik veya anaerobik yoğun aktivitenin ve tek bir antrenmanın bile hem sedanter hem de sporcularda serum BDNF düzeyini yükseltme kapasitesine sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir. Uzun süreli egzersizin daha düşük periferik BDNF ve daha iyi ara bellek ile ilişkili olduğunu öne sürmüşlerdir. (Van Cutsem J, et al. 2015). Ayrıca literatürde çeşitli yaş ve branşlar üzerinde yapılan yüksek yoğunluklu egzersizlerin serum BDNF düzeyini yükselttiğine yönelik çalışmalar da mevcuttur (Saucedo M, ve ark. 2015). Başka bir çalışmada ise, beyin temelli egzersiz eğitiminin işlevsel beyin sinir ağ hücrelerinin bağlanabilirliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. 21 katılımcı ile dört haftalık bir eğitim süreci boyunca yapılan bir çalışmada, katılımcıların beyin aktiviteleri fMRI yöntemi ile eğitim öncesinde ve sonrasında kaydedilmiştir. Eğitim süreci büyük ölçüde motor aktiviteler içermiştir ve katılımcıların tamamının sağ ellerini kullandıkları belirlenmiştir. Bu durum, sol el, kol ve bacakları daha fazla koordine etmelerini gerektirmiştir. Sonuç olarak, beyin temelli egzersizlerin, alışılmışın dışında veya bilinmeyen hareket ve görevler içermesinden dolayı kas aktivasyonu ile beyin bölgeleri arasında artan bağlantı gücünü ifade eden beyin plastisitesini tetiklediği bulunmuştur (Demirakca ve ark., 2016). Peker ve Taşkın (2016) ise 20 sağlıklı sporcu üzerinde yaptıkları çalışmada, deney grubuna atletizm antrenmanlarına ek olarak haftada üç gün 30 dakika beyin temelli egzersiz uygulamaları yaptırmışlardır. Deney grubunun, planlama ve bilişsel işlem

performansının kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Vural (2016) beyin temelli egzersizlerin genç erkek basketbolcuların denge, dikkat ve reaksiyon süresi üzerindeki etkilerini incelediği bir çalışmada, denekleri deney ve kontrol gruplarına ayırmıştır. Çalışma grubuna 12 hafta boyunca beyin temelli egzersiz uygulanmış ve işitsel ile görsel reaksiyon sürelerinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha kısa olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak denge skorlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Benzer bir çalışma da Polonya Kadın Futbol Ligi'nde yer alan 18 futbolcu üzerinde yapılan bir çalışmada, 12 hafta boyunca beyin temelli egzersizler uygulanmıştır. Araştırmada, ritim kullanılarak (dominant ve olmayan bacakla ses eşliğinde top sektirme) testler yapılmış ve baskın olmayan bacakta belirgin bir gelişme olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Araştırmacılar, bu sonuçlar doğrultusunda beyin temelli egzersizlerin futbolcuların özel yeteneklerini geliştirmesine katkı sağlayabileceği ve oyun performanslarını artırabileceği yönünde öneride bulunmuşlardır (Buraczewski ve ark., 2016). Ancak literatürde BDNF ve sportif performans arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmalarda farklı bulgular da mevcuttur. Örneğin, sedanter bireylerin sporculara göre daha yüksek bazal BDNF düzeylerine sahip olabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Kim, 2016). Öztasyoner (2017)'in farklı spor branşlarındaki etkileşim ve serum beyin kaynaklı nörotrofik faktör düzeylerini incelediği çalışmasında, çalışma grubu olarak sedanter, koşucular (haftada 6 gün 2 saatlik antrenman seansları uygulayan orta ve uzun mesafe koşucular), grup 3 olarak boksörler ve 4. grup olarak boksörler yer almıştır. Tekvando sporcularının, boksörlerin ve sporcuların antrenman öncesi ve sonrası kan BDNF düzeylerindeki değişiklikleri araştırmış ve bunları kendi aralarında ve hareketsiz kontrol grubu ölçümleriyle karşılaştırmıştır. Tüm sporcuların sedanter bireylere kıyasla daha yüksek serum BDNF düzeylerine sahip olduğu bulunmuştur. Spor branşları karşılaştırıldığında, serum BDNF düzeyleri sırasıyla tekvando, boks, orta ve uzun mesafe koşucusu olarak sıralanmıştır. Araştırmacı BDNF, beyin hasarına karşı koruma mekanizmasında rol oynayabilir veya özellikle dövüş sporlarında yüksek dikkat ve konsantrasyonun oluşmasına ve sürdürülmesine katkıda bulunabilir sonucu ileri sürmüştür. Benzer sonuçlara Helm ve arkadaşları da 2017 yılında yaptıkları çalışmayla ortaya koymuştur. İpekten (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, 20-25 yaşları arasında en az iki yıldır düzenli antrenman yapan 15 amatör futbolcu ile 15 sedanter katılımcı arasında

karşılaştırma yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, futbolcuların aerobik ve anaerobik performans değerlerinin sedanterlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bilişsel fonksiyon testleri sonuçları açısından ise gruplar arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiş, ancak futbolcularda serum BDNF seviyelerinin sedanterlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Son yıllarda yapılan araştırmalardan bir tanesi de sedanter üniversite öğrencilerinde “açık beceri” ile “kapalı beceri” antrenmanlarının BDNF üretimi üzerindeki etkileri incelenmiş ve beş dk., ısınmadan sonra 30 dk., badminton veya koşu programı uygulandığında, badminton oynayan bireylerin BDNF serum seviyeleri daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Hung C, ve ark., 2018) Ayrıca literatürde çeşitli yaş ve branşlar üzerinde yapılan yüksek yoğunluklu egzersizlerin serum BDNF düzeyini yükselttiğine yönelik çalışmalar da mevcuttur (Jiménez-Maldonado A, ve ark., 2018). Schor ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında, Brezilya'da 56 milli judo sporcusu üzerinde yapılan araştırmada, bir judo antrenman seansı (Randori) öncesinde ve sonrasında plazma BDNF düzeyleri ile maksimum artımlı rampa testinin (MIRT) önce ve sonra plazma BDNF seviyeleri incelenmiştir. Araştırmada, BDNF'nin hem Randori hem de MIRT sonrasında erkekler ve kadınlar için anlamlı ölçüde arttığı bulunmuştur. Özellikle Randori sonrasında BDNF düzeylerinde daha belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Başka bir çalışma olan Polat ve diğerleri (2019) ise BDNF rs6265 polimorfizmini voleybolcularda incelemişlerdir. Çalışmada, 21 voleybolcudan 15'inin GG, 6'sının GA genotipine sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca, BDNF geninde AA genotipine rastlanmadığı ve G allelinin popülasyonda %86 oranında, A allelinin ise %14 oranında olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, GG genotipinin ve G allelinin BDNF polimorfizminde baskın olduğunu belirtmişlerdir. Arık (2019) elit kickboks sporcularında kafa travmasının bilişsel fonksiyonlar ve nörotrofik faktörler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada, 15-25 yaş arası düzenli antrenman yapan 15 elit kickbokscu ile 15 sağlıklı sedanter erkek birey olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Sporcuların son antrenmanından 24 saat sonra iki gruptan ölçümler ve kan alım işlemleri yapılmıştır. Serum BDNF ve VO2max değerleri kickboksçularda sedanterlere göre yüksek olduğunu tespit etmişleridir. Araştırmacı bu durumun sporcuların yaptıkları yoğun antrenmanlar sonucunda olabileceğini ifade etmiştir. Kickboksçuların BDNF serum seviyesi yükselmesini sağlayarak öğrenme, hafıza gibi bilişsel fonksiyonları olumlu yönde etkileyebileceği saptamışlardır. Ayrıca, futbolcularda yapılan başka bir

çalışmada (Tobakçal, 2019), 18-23 yaşları arasında en az 6 yıldır futbol oynamış 20 elit sporcu katılımcıya yönelik bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada, rastgele olarak HIIT (Yüksek Yoğunluklu Interval Antrenmanı) ve normal antrenman grubu oluşturulmuştur. Antrenman sonrası yapılan değerlendirmelerde, HIIT grubunun normal antrenman grubuna göre daha yüksek yorgunluk indeksi, VO2max ve Mini-Mental Durum testi değerlerine sahip olduğu bulunmuştur ($p>0,05$). BDNF değerleri açısından ise gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiş, ancak her iki grupta da antrenman öncesi değerlere göre BDNF seviyelerinin anlamlı olarak arttığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Sonuç olarak Tobakçal HIIT antrenmanının sporcuların performans değerlerini ve bilişsel fonksiyonlarını normal antrenmanlara göre daha olumlu etkileyebileceğini öne sürmektedir. Bu nedenle, futbolcularda normal antrenman programlarına ek olarak HIIT programlarının uygulanmasının faydalı olabileceği önerilmektedir. Beyin temelli egzersizler üzerine yapılan bazı çalışmalar literatürde yer almaktadır. Penka, askeri üniversite öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmada, beyin temelli egzersizlerin denge, göz-el ve göz-ayak koordinasyonu üzerinde etkili olduğunu belirlemiştir (Life Kinetik, 2019). Deveci ve diğerleri (2020) çalışmaların da BDNF geninde bulunan Rs6265 polimorfizminin, duyuşsal motor entegrasyonu (SMI) üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada, sağlıklı 43 katılımcıyı BDNF genotiplerine göre iki gruba ayırarak, her gruba 5 günlük bir basketbol atış egzersizi programı uygulanmıştır. Birinci grup Val66Val genotipine sahip 26 kişiden oluşurken, ikinci grup ise Met aleli olan 17 kişiden oluşmaktadır. Araştırmacılar, Met aleli taşıyan katılımcıların 5. günde basketbol performanslarında daha az bir gelişme gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Met alelinin varlığı, daha zayıf bir öğrenme performansı ile ilişkilendirilmiştir ve bu katılımcıların egzersiz sırasında motor öğrenmeyi sürdüremedikleri gözlemlenmiştir. Kegang vd. (2022), yüksek yoğunluklu antrenmanların iki farklı çalışma-dinlenme oranının beyin kaynaklı nörotrofik faktör üzerindeki akut etkisini inceledikleri çalışmada, 12 eğitimsiz genç erkek (yaşları $23,7 \pm 1,8$ yıl), randomize kontrollü çapraz denemeye katılmıştır. İki farklı çalışma-dinlenme oranına sahip yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman protokolü uygulamışlardır. Antrenman protokolleri; yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman 1 (30 dakika, %85-%90 VO2max'ta 1 dakikalık efordan oluşan 15 aralık ve %50'de 1 dakikalık aktif toparlanma) %60 VO2max ve yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman 2 (30 dakika, %85-%90 VO2max'ta 10 aralıklı 2 dakikalık efor ve %50-%60

VO₂max'ta 1 dakikalık aktif iyileşme) şeklidedir. Araştırmanın sonucunda her iki yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman protokolünde benzer serum beyin kaynaklı nörotrofik faktör değişiminin olduğunu ve maksimum serum beyin kaynaklı nörotrofik faktör düzeylerine müdahalenin sonuna doğru ulaşıldığını, 30 dakikalık iyileşme sonrasında serum beyin kaynaklı nörotrofik faktörde başlangıca göre anlamlı bir değişiklik olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Eğitimsiz genç erkeklerde beyinden türetilen nörotrofik faktör düzeyleri, yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman protokollerinin farklı çalışma-dinlenme oranlarına yanıt olarak önemli ölçüde artmaktadır ve artışın büyüklüğü egzersiz süresinden bağımsız olduğunu rapor etmişlerdir. Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman protokolünün 1:1 çalışma-dinlenme oranının, beyin sağlığını geliştirmek için tercih edilen bir müdahaleyi temsil edebileceğini önemsediklerini ifade etmişlerdir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama aracı, verilerin toplanması ve verilerin analizi alt bölümleri ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Çalışmamız nicel araştırma yöntemlerinden deneysel araştırma modeline uygun şekilde yapılmıştır. Uygulanan egzersizler, kan alım yöntemi ve aşamaları, performans testleri de dâhil tüm şartlar katılımcılar için aynı tutulmuştur. Çalışmaya Süleyman Demirel Üniversitesin de okuyan ve erkek basketbol takımında oynayan bilinen herhangi bir sağlık problemi olmayan 18-24 yaş aralığında 24 öğrenci dahil edilmiştir. Araştırma Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (0887-DR-21). Çalışma öncesinde çalışmaya katılan her bir gönüllü katılımcı ile görüşme yapılarak; araştırmanın amacı, süresi, araştırmada kullanılan yöntemler ve yapılan değerlendirmeler hakkında yazılı ve sözlü olarak bilgi verilmiş ve katılımcılara Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak “Bilgilendirilmiş Onam Formu” imzalatılmıştır.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı, 20.09.2022 tarihli ve 239 sayılı etik kurulu onayı alındıktan sonra Süleyman Demirel Üniversitesinde öğrenim gören ve basketbol takımında oynayan 24 erkek sporcu ile gerçekleştirilmiştir. Antrenmanlar 12 hafta boyunca Süleyman Demirel Üniversitesi doğu yerleşkesinde bulunan Atatürk Spor Salonunda gerçekleştirilmiştir.

3.3.Çalışma Grubu

Çalışma grubu Süleyman Demirel Üniversitesi Erkek Basketbol takımında oynayan 18-25 yaş aralığında bilinen herhangi bir sağlık problemi olmayan 24 öğrenci dahil edilmiştir. Gruplar rastgele yöntemle 3 grup şeklinde ayrılmıştır.

1. Basketbol antrenmanı yapan grup (n=8)
(Normal n:6; rs6265 n:2)
2. Basketbol antrenmanı + Beyin temelli egzersiz yapan grup (n=8)
(Normal n:6; rs6265 n:2)
3. Beyin temelli egzersiz yapan grup (n=8)
(Normal n:6; rs6265 n:2)

Çalışmada 12 hafta ve haftada en az 3 gün 90-120 dakika antrenman programları uygulanmıştır. Basketbol antrenmanlarına ek olarak yapılan beyin temelli egzersizler basketbol antrenmanların bitiminde uygulanmıştır. Sadece beyin temelli egzersiz yapan grup basketbol antrenmanlarına katılmadı. Sadece basketbol antrenmanı yapan grup beyin temelli egzersizlere katılmadı.



Şekil 5. Örnek antrenmanı uygulaması

3.4. Veri Toplama Araçları

3.4.1. Vücut ağırlığı ölçümü. Sporcuların vücut ağırlıkları hassasiyeti 0,1 kg olan tüm vücut ölçüm yapabilen elektronik medikal cihaz InBody 120 ile sporcuların çıplak ayak ve üzerlerinde sadece şort ve t-shirt varken alındı ve “kg” cinsinden kaydedildi.

3.4.2. D2 dikkat testi uygulaması. D2 Dikkat Testi, dikkatin seçicilik ve odaklanma gibi önemli özelliklerini ölçen bir testtir (Ruff ve Rothbart, 2001). Bu test, zamanla sınırlı olarak seçici dikkati değerlendirir. Testin ölçtüğü alt özellikler arasında görevin yapılma hızı, kurallara uyum ve performans kalitesi bulunur (Brickenkamp ve Zillmer, 1998). D2 Dikkat Testinde kullanılan görsel tarama, seçici dikkatin kritik bir bileşenidir (Spreen ve Strauss, 1998). D2 Dikkat Testi, diğer dikkat testlerine kıyasla grup uygulamasına olanak tanıyan, kolay uygulanabilen, güvenilir ve kısa sürede tamamlanabilen bir testtir (Brickenkamp ve Zillmer, 1998). Türkiye’de, d2 testinin sporcular (Çağlar ve Koruç, 2006) ve sedanterler (Yaycı, 2013) üzerinde geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Sporcular üzerinde yapılan çalışmada, Cronbach’s Alpha değerlerinin Toplam Madde (TM) için 0,95, Toplam Madde Hata (TM-H) için 0,96 ve Konsantrasyon Performansı (KP) için 0,96 olduğu bulunmuştur (Çağlar ve Koruç, 2006). D2 testinin 9-60 yaş arası bireylere, bireysel veya grup olarak uygulanabileceği belirtilmiştir (Çağlar ve Koruç, 2006; Yaycı, 2013). Ayrıca, bu testin yüksek güvenilirlik ve geçerliliğe sahip olduğu ve dikkat performansını değerlendirmek amacıyla hem araştırmalarda hem de pratik uygulamalarda kullanılabileceği vurgulanmıştır (Yaycı, 2013). Bu bilgiler ışığında basketbolculara D2 dikkat testi 12 haftalık ilk antrenman öncesinde ve 12 haftalık son antrenman öncesinde Süleyman Demirel Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi dersliklerinde yapılmıştır. Teste başlamadan önce test ile ilgili sporcular bilgilendirilmiş ve örnek bölümü uygulamalı bir şekilde anlatıldıktan sonra ölçüm sessiz, yeterli ışık alan, ekstra herhangi bir uyaran olmayan bir derslikte yapılmıştır. D2 test formu 14 satırdan ve her satırda 47 tane harften oluşmaktadır. Toplam figür sayısı 658’dir. D2 Dikkat Testi Uygulaması: 14 satırdan oluşan testte, her bir satırda p ve d harfleri bulunmaktadır. Ancak bu harflerin üzerinde ya da altında farklı kombinasyonlarda 1, 2, 3 ve 4 tane

tırnak işareti olan toplamda 16 farklı işaretli harf bulunmaktadır. Sporculardan, uygulama esnasında sadece 'd' harfinin üzerinde veya altında iki tırnak işareti olan harfi ya da 'd' harfinin altında veya üstünde birer adet tırnak işareti olan harfin üzerini işaretleme yapması istendi. Diğer harf ve işaretler göz ardı edilmesi söylendi. Her bir satır için sporculara 20 saniye süre tanındı ve bu 20 saniye içerisinde hem hızlı hem de doğru bir şekilde işaretleme yapması istendi. 20 sn bittiğinde bulunduğu satırda işaretleme yapmamaları ve diğer satıra geçmeleri istendi. Testin sonucunda değerlendirilme için TN, E1, E2, CP, TN-E puanları hesaplandı. Toplam işaretleme sayısı TN seçici dikkatin becerisini, dikkatin sürdürülebilirliğini, motivasyonu gösterir. 20 saniye içerisindeki doğru ya da yanlış tüm ifadelerin toplamı o satırın karşısına yazılır ve daha sonra 14 satırın toplanmasıyla hesaplanır.

E1 hata sayısının fazla oluşu, seçici dikkatin az oluşunu, performansın yeterince iyi olmadığını gösterir. E1'in yüksekliği, seçici dikkatteki düşüklüğe işaretir. E1 puanı işlem gördüğü yere kadar ki işaretlemediği doğru D2lerin toplamı ile elde edilir. E2 hata sayısının yüksek olması öğrenme güçlüğü, dikkat eksikliği, yönergelere uyumda zorlanmayı, görsel ayırım yapmada problemi gösterir. E2 puanı işlem yaptığı figürler arasında yanlış işaretlediği D2 lerin toplamıdır. TN-E puanının yüksek oluşu psikomotor hız ve seçici dikkat arasındaki dengeyi, performansın kaliteli oluşunu göstermektedir. TN-E puanı toplam işaretlediği figürlerden E1+E2 lerin (hataların) toplanın çıkartılmasıyla hesaplanır. CP puanı psikomotor hızın istikrarını, yapılan görevin performans kalitesini gösterir. İşaretlediği figürler arasındaki doğru işaretledikleri figürlerin toplamıdır. Dalgalanma oran (FR) puanının yüksekliği ise motivasyonun düşük olmasını ve psikomotor hızdaki devamlılığın olmayışını göstermektedir. En fazla işaretlediği satır ile en az işaretlenen arasındaki farkın hesaplanmasıyla bulunur. (Briekamp ve Zillmer, 1998). Bu çalışmada toplam madde puanı ve toplam hata puanı değerlendirilmiştir.



Şekil 6. D2 dikkat testi uygulaması

3.4.3. Dinamik denge testi. Sporcuların dinamik denge ölçümleri SIGMA marka 18.166.014 kodlu uygun yazılımlı bilgisayara bağlı Stabilometric denge platformu ile alınmıştır. Bilgisayar yerden 70-80 cm yükseklikte deneğin net olarak görebileceği açıda bir masa üzerine yerleştirildi. Sporcular 4,5 kg ağırlığında 680 x 680 mm ebatlarında olan platform üzerine ayaklar omuz genişliğinde açık olacak şekilde ve çıplak ayakla çıkarak ölçüm alınmıştır. Sporcu test için platform üzerine çıktığında daha önceden kalibrasyonu yapılmış olan ve ekranda görülen yeşil top simgesini sabit tutmaları ve 30 sn boyunca dengede durmaları istenmiştir. Sporcuların başlangıçta platform üzerine çıkarken yardım almalarına izin verilmiş ve test geri sayımı başladığında herhangi bir yere dokunması ve tutunmaması istenmiştir. Sporculardan 2 kez ölçüm alınmış ve en iyi değer kaydedilmiştir.



Şekil 7. Dinamik denge platformu

3.4.4. Statik denge testi. Sporcuların statik denge ölçümleri Alfa marka uygun yazılımlı bilgisayara bağlı Alfa- Stabilometric Platform ile alınmıştır. Bilgisayar yerden 70-80 cm yükseklikte deneğin net olarak görebileceği açıda bir masa üzerine yerleştirildi. Sporcular 27 kg ağırlığında 55 cm x 55 cm x 8 cm ve maksimum 150 kg taşıma kapasitesine sahip platform üzerine ayaklar omuz genişliğinde açık olacak şekilde ve çıplak ayakla çıkarak ölçüm alınmıştır. Sporcu test için platform üzerine çıktığında daha önceden kalibrasyonu yapılmış olan ve ekranda görülen yeşil top simgesini sabit tutmaları ve 30 sn boyunca dengede durmaları istenmiştir. Sporculardan 2 kez ölçüm alınmış ve en iyi değer kaydedilmiştir.



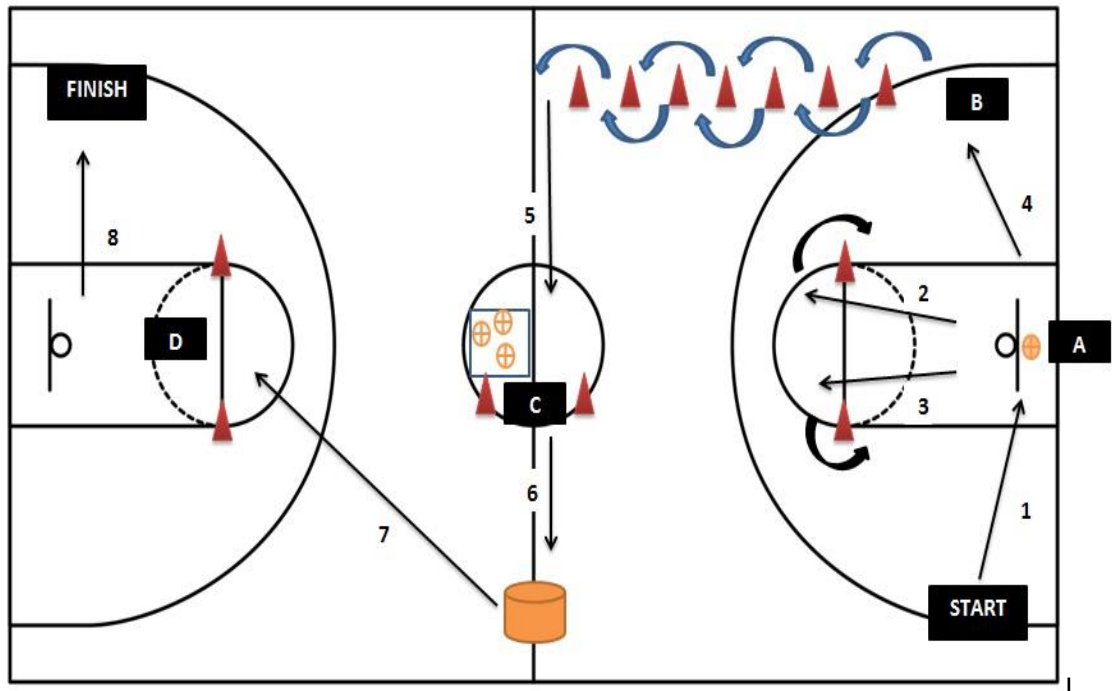
Şekil 8. Statik denge platformu

3.4.5.Reaksiyon testi fit light. FITLIGHT® sistemi seçkin reaksiyon ve bilişsel eğitim için kablosuz bir LED ışık sistemidir. Patentli sensörler hem darbeyi (dokunma) hem de hareketi kaydeder. Işıklar hem dayanıklı hem esnektir ve sistem cihazdan 50metreden 75 metreye kadar iç veya dış mekanlarda aksesuarlar arasında cırt cırtlı bağlantılar sayesinde çeşitli zeminlerde kullanabilir. Kendi tablet sistemi içerisinde yer alan uygulama ile çalıştırılan sistem 8 kategoride 30'dan fazla önceden programlanmış alıştırmaı özelleştirebilir ve arasından seçim yapabilir. İlerlemeyi gözden geçirmek için kaydedilen veriler daha sonra veri seti olarak sporcuların gelişimleri takip edilebilir. Eşli ve tekli çalışmalara uygun olan fit light sistemi hem antrenmanlarda hem de test amaçlı kullanılabilir. Farklı renklerde ve çeşitli kombinasyonlar ile sayısız antrenman çeşidi uygulanabilir. Fitlight teknolojisi, sporda uygulanabilirliği ile reaksiyon hızı ve bilişsel süreçleri iyileştirmenin etkinliğini vurgulamak için çok sayıda çalışmada uygulanmıştır. Çalışmaya başlamadan önce sporcuların kendilerini ve sistemi denemek için 1er kez denemeleri istendi. Daha sonra yerden 75-90 cm yükseklikte birbirine farklı uzaklıkta ve rastgele masa üzerine koyulan cihazlar yerleştirildi. Sporcuların masaya en fazla 30cm yaklaşmaları istendi. Çalışma da her sporcuya 30 sn de farklı renklerin yanmasını göz ardı ederek (yeşil-sarı-mavi-kırmızı) yanan her ışığa dokunmaları ve ışığı söndürmeleri istendi. 0,5 saniye ışık açık kalır ve 0,5 saniye diğer ışığın yanma sürecince geçen süre olarak sistem ayarlandı. Her sporcuya 2 deneme hakkı verildi ve en iyi derece dokunma sayısı olarak kaydedildi.



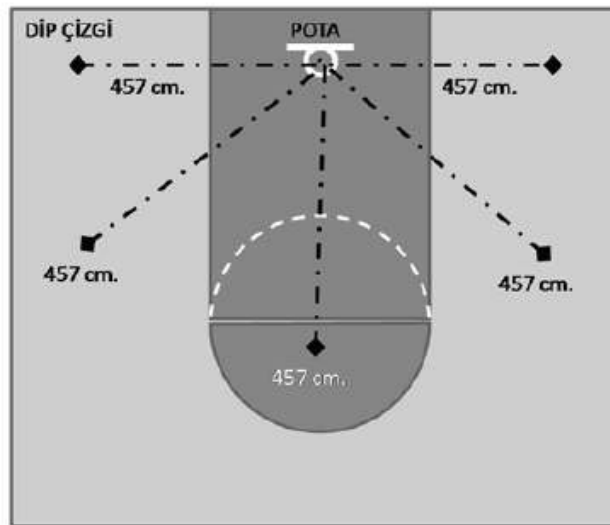
Şekil 9. Reaksiyon testi fit light cihazı

3.4.6. Basketbol beceri testi. Basketbol becerileri için Bavlı (2016)'nın kullandığı hızlı top sürme, pas verme, turnike ve şut becerileri kurulan parkur ile ölçüldü. Parkurun başlangıç ve bitiş noktasına fotosel yerleştirildi. Sporculara iki deneme hakkı verildi ve en iyi süre saniye cinsinden kaydedildi. Teste başlamadan önce bir tur tüm parkur yavaş şekilde uygulamalı olarak bir sporcu tarafından gösterildi. Sporcular 15 dk ısınmanın ardından teste alındı. Başlangıç fotoselinden geçerek süreyi başladı. Pota altındaki topu potanın altından aldıktan sonra sol elle top sürme engelin etrafında dön ve sol elle turnike yap, eğer başarılı değilse potanın altından sayı yapılacak daha sonra sağ elle top sür engelin etrafından dönme ve sağ elle turnike, eğer sporcu başarılı olamazsa potanın altından sayı yapması istendi ve daha sonra 2. istasyona geçti. B istasyonunda iki elini kullanarak slalom arasında top sürme ve C istasyonuna geçti. C istasyonunda arkadaşıyla göğüs pası yaptıktan sonra son olarak D ye kadar top sürmesi istendi. Serbest atış çizgisine doğru top sürdükten sonra jamshot atışı yapıldı. Jamshot başarısız olursa ribauntu alıp potanın altından sayı yapıldı. Başarılı olursa çıkış fotoseline koşarak fotoseli durdurarak test tamamlandı.



Şekil 10. Basketbol beceri testi parkuru

3.4.7. Basketbol hızlı şut testi. Aahperd basketbol testi, top sürme, pas verme, şut ve defansif hareketler gibi basketbola özgü teknik testlerden oluşmaktadır. Testin her bir bölümünün geçerlilik katsayısı 0,65-0,95 aralığında bildirilmiş, test-tekrar test güvenilirlik katsayısı ise 0,84-0,97 olarak rapor edilmiştir (Strand B.N. ve Wilson R. 1993). Bu testin amacı, deneklerin şut yeteneklerini ölçmektir. Şekilde görüldüğü gibi, çembere 4,57 metre uzaklıkta, eşit aralıklarla yerleştirilmiş 5 adet atış yeri belirlenmiştir. Atış yerleri, çemberin orta noktasının izdüşümünden ölçülerek, yere sabitlenmiş antrenman tabakalarıyla işaretlenmiştir. Deneklerden, 1 dakika süre içinde ilk noktadan çembere şut atmaları, geri dönen topu alıp sürerek diğer atış noktasına gelip tekrar şut atmaları istenmiştir. Her birinden en az bir kez şut atılmasına ve şutlarda en az bir ayağın işaretli alanın arkasında olmasına dikkat edilmiştir. Deneklerden, bu süre içinde isabetsiz atışlar sonrası topu alıp turnike atış denemelerine izin verilmiş, ancak iki turnike atışını arka arkaya yapmama ve en fazla 4 defa turnike atışı yapma şartı getirilmiştir. Denekler, dur ihtarı verilene kadar 5 atış noktasından kurala uygun şut atmaya veya turnike yapmaya devam etmişlerdir. 1 dakikalık süre dolduğunda şut testi sona ermiştir. Her başarılı atış için 2 puan verilmiştir. Başarısız olan ve çembere çarpıp dönen atışlar için 1 puan verilmiştir. Çemberden dönen top sonrası turnike başarılıysa 2 puan verilmiştir. Arka arkaya iki başarılı turnike yapılması durumunda ikincisine puan verilmemiştir. Top sürme, top taşıma ve atış çizgisi ihlali gibi kural hataları ile yapılan atışlara puan verilmemiştir (Mülazımoğlu 2012).

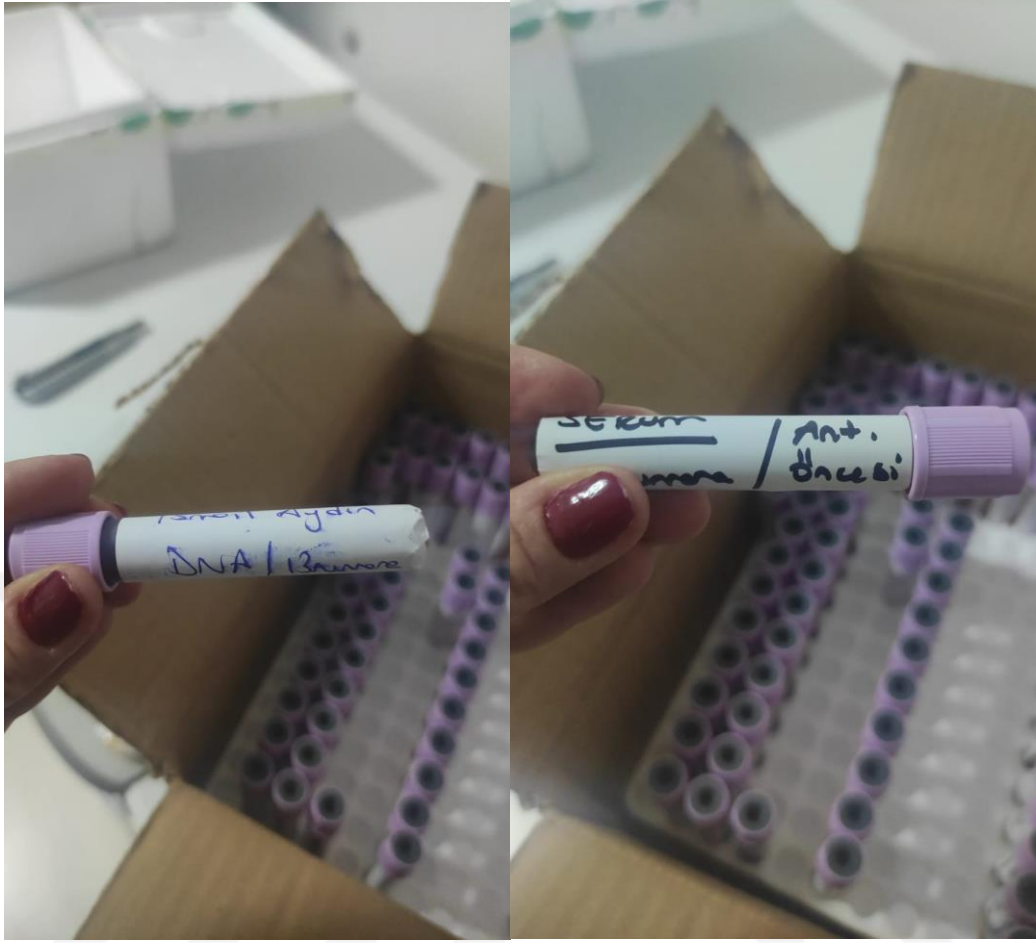


Şekil 11. Basketbol hızlı şut testi

3.4.8. Bdnf serum düzeyi ve rs6265 gen polimorfizmi için kan örneklerinin alınması. Çalışmaya gönüllü olarak katılan basketbolculardan sağlık çalışanı tarafından ön kol venöz damardan alınacak kan örnekleri için bölgenin 10-15 cm üzerinden turnike uygulaması yapıldı. Bölge %70 alkol ile temizlenecek ve sporcunun kol ve dirseğini sabit tutması istendi. İlk antrenman öncesi (5ml) ve ilk antrenman sonrası (5ml) toplam 10 ml kan alınmıştır. İlk antrenman öncesi kan alımı için sporcular 10dk dinlendirildikten sonra kan alım işlemi Süleyman Demirel Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Performans Lab. gerçekleştirildi. Antrenman sonrası kanlar spor salonunda hazır bekleyen sağlık çalışanı tarafından kol veninden yaklaşık 5 ml olacak şekilde alınarak biyokimya ve hemogram tüplerine aktarılmıştır. 12 hafta (96 gün) sonra son antrenman öncesi ve antrenman sonrası kan alım işlemi tekrar edildi. BDNF rs6265 gen polimorfizmi için alınan kan örnekleri antrenmanlara başlamadan önce yine sağlık çalışanı tarafından aynı yöntemle ön kol venöz damardan 5 ml olarak jelli biyokimya tüplerine alındı. Kanlar transfer sürecinde ısı izolasyonuna sahip içi köpük ve buz kalıpları olan “Kan Taşıma Çantası” ile taşındı. Kan örnekleri Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Tıbbi Genetik laboratuvarında testlerin çalışılacağı zamana kadar +4 °C de muhafaza edildi. Alınan kanlar jelli biyokimya tüpleri ile alınarak, kan örnekleri 3000 rpm hızında 5 dakika süre santrifüj edilerek serum kısımları ayrıştırılmış ve eppendorf tüplerde -80 °C saklanmıştır.



Şekil 12. Kan örnekleri alım uygulaması



Şekil 13. Tüm egzersiz gruplarının kan alımı

Biyokimyasal analizler.

3.4.9. BDNF rs6265 polimorfizminin belirlenmesi. Polimorfizmlerin belirlenmesi için özel firmada roche izolasyon protokolüne göre yapılmıştır. BDNF geninde G/A yanlış anlamlı mutasyonu içeren rs6265 SNP bölgesine spesifik primerlerle Real time PCR yapılmıştır.

Sequences of the TaqMan probe used for genotyping brain-derived neurotrophic factor rs6265 polymorphism	
qPCR	Sequence (5'-3')
VIC/FAM	GGCTGACACTTTCGAACAC G>A TGATAGAAGAGCTGTTGGAT

Çalışılacak katılımcılar izolasyon talimatlarından roche izolasyon protokolüne uygun olarak DNA elde edilir.

A- PRMR012 Primeri SEKANS PCR

Her katılımcı için 1 adet pcr tüpü hazırlanır ve tüplerin üzerine katılımcıların adı yazılır. Pcr master miski hazırlanarak katılımcılar için eşit olacak şekilde platelere dağıtılır. Multiplex PCR master miks aşağıdaki gibi hazırlanır.

Multiplex PCR master miks	6 µl	X hasta sayısı
Primer Miks (10 pikamol) forward + reverse	1 µl	X hasta sayısı
5xTureUp Solution	1 µl	
ddH2O	1 µl	
DNA (50ng/ µl)	1 µl	
Toplam Hacim	10 µl	

1-Reaksiyon hazırlandıktan sonra ilgili PCR programında PCR işlemi yapılır.

Denatürasyon	95 c	10 dakika	
Denatürasyon	95 c	30 saniye	35 döngü
annealing	61 c	45 saniye	
uzama	72 c	45 saniye	
Son uzama	72 c	7 dakika	
hold	+4		

B- Pcr Pürifikasyonu (Exosap ile)

1. Her pcr reaksiyonu için yeni bir pcr tüpü hazırlanır üzerlerine katılımcı adı ve primer numaraları yazılır.

2. Her tüpe 2 µl Exosap ve 5 µl pcr ürünü eklenir.

?	37 c	30 dakika
?	80 c	15 dakika
?	4 c	

C- Cycle Sequencing Pcr

1. Sekans PCR da her katılımcı için yeni bir tüp hazırlanır. Reaksiyon aşağıdaki tabloya uygun olarak hazırlanır.

2. İşlem tamamlandığında uygun Pcr programında Pcr işlemi yapılır.

Bıg dye cycle seq mix	1 µl
Sekans forward/reverse primer	1 µl
5x buffer	4 µl
ddH2O	2 µl
Pürifiye pcr ürünü	2 µl
Toplam Hacim	10 µl

Denatürasyon	96 c	1 dakika	
?	96 c	10 saniye	25 döngü
?	50 c	5 saniye	
?	60 c	4 dakika	

D- Sekans pürifikasyonu (DCU-50)

1- Her pcr tüpü için bir spin kolon hazırlanır ve üzerlerine hasta adı ve ekzon numarası yazılır.

2 – Her pcr ürünü üzerine 240 µl Binding Buffer eklenir birkaç kez pipetaj yapıp kolon tüplere aktarılır.10000 rpm de 30 saniye santrifüj yapılır.

3 – Üzerine 300 µl Wash Buffer eklenir ve 10000 rpm de 40 saniye santrifüj yapılır.

4 – Spin kolonları 1,5’luk ependorf tüplere aktarılır.20 µl ddH2O spinin tam ortasına pipetlenir.10000 rpm de 1 dakika santrifüj yapılır.

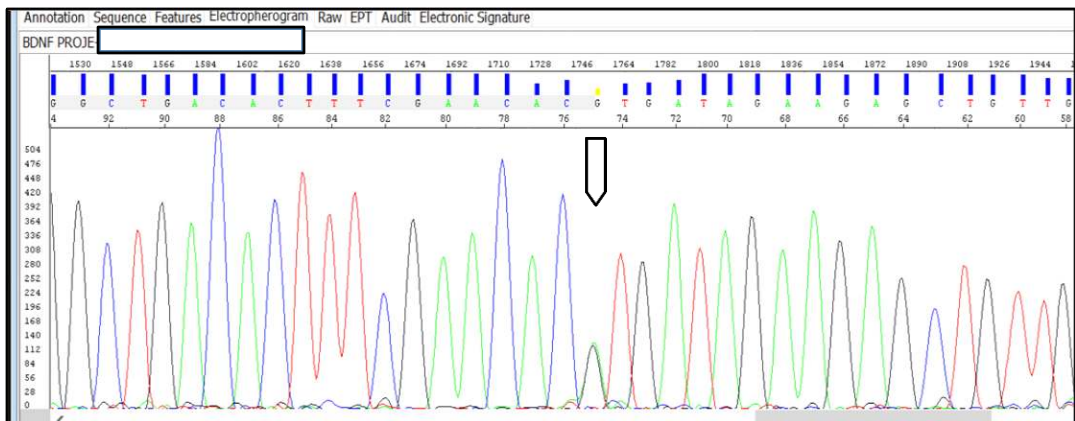
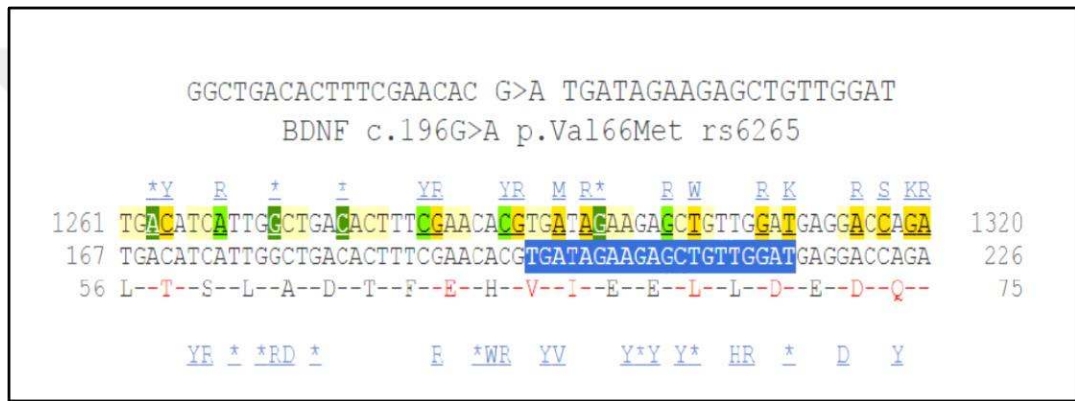
5 – Spin kolonlar atılır. Elde ettiğimiz pürüföye sekans pcr ürünleri -20 c de saklanır.

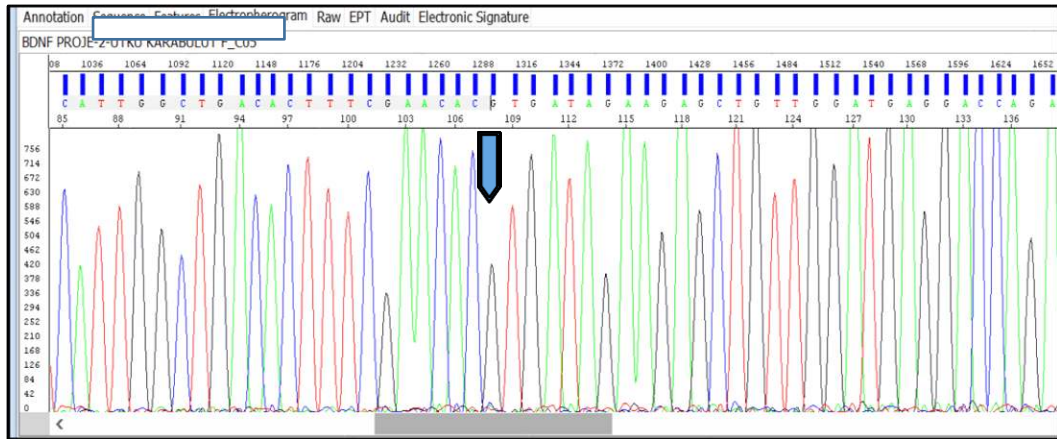
E – Plate Yükleme

3500 Hasta yükleme listesine hastaların adları ve exonları yazılır. Bu listeye uygun olarak yükleme yapılır. Her kuyucuğa 10 µl distile su 10 µl pürüfiye sekans pcr ürünü konulur. 3500 genetik analyser cihazı kullanma talimatına uygun olarak cihazda sekans işlemi gerçekleştirilir.

F- Analiz

Analiz Seqspace3 programında yapılır.





Şekil 14. BDNF rs6265 polimorfizminin belirlenmesi electropherogram görüntüsü

3.4.10. BDNF düzeylerinin elisa yöntemi ile ölçümü. BDNF düzeyleri, Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA) yöntemi kullanılarak, Elabscience Biotechnology Co., Ltd. China tarafından üretilen Human BDNF ELISA Kit ile belirlendi. Bu prosedüre göre, antikor kaplı mikroparka kuyucuklarına 100 µl standart veya numune eklendi ve 37°C'de 90 dakika boyunca inkübe edildi. İnkübasyon süresince, örnekteki BDNF, kuyucuklardaki kaplanmış antikorlara bağlandı. İnkübasyonun ardından kuyucuklar boşaltıldı ve 100 µl Biotinylated Detection Ab antikoruna eklendi, ardından 37°C'de 60 dakika daha inkübe edildi. Mikroparkanın tüm kuyucukları 3 kez yıkama solüsyonu ile yıkandı. Her bir kuyucuğa 100 µl streptavidin-HRP eklendi ve 37°C'de 30 dakika inkübe edildi. İnkübasyonun ardından mikroparkanın tüm kuyucukları 5 kez yıkama solüsyonu ile yıkandı ve her bir kuyucuğa 90 µl TMB eklendi, karanlıkta 37°C'de 15 dakika inkübe edildi. Daha sonra reaksiyonu durdurmak için kuyucuklara 50 µl durdurma solüsyonu eklendi. Numunelerin optik dansiteleri mikro plaka okuyucuda 450 nm'de okundu. Numunelerin konsantrasyonları standart eğriye göre hesaplandı ve sonuçlar pg/mL olarak raporlandı. Bu kitin ölçüm aralığı 31.25-2000 pg/mL olup, çalışma içi değişim katsayısı (CV) %6'nın altındadır.

3.4.11. Uygulanan Antrenman Programı Örnek

Şiddet	60%		
Teknik Antrenman süresi	90-120 dk		
Teknik Antrenmanda Aktif Dinlenme	3-5 dk		
Beyin Temelli Egzersiz Süresi	45-60 dk		
Beyin Temelli Egzersizlerde Egzersiz Arası Dinlenme	3-5 dk		
Toplam Antrenman Süresi	90-150 dk		
1. ve 2. hafta	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
Basketbol Antrenman Grubu	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma	Bilgilendirme (10dk)
	Isınma (10dk)	(10dk)	Isınma (10dk)
	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)
	-Kalistenik antrenman	-Sağlık topu ve terbant	-Kombine antrenman
	-Pas antrenmanı	egzersizleri	-Şut antrenmanı
	Soğuma (10dk)	-Dribbling drilleri	Soğuma (10dk)
Basketbol Antrenmanı + Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma	Bilgilendirme (10dk)
	Isınma (10dk)	(10dk)	Isınma (10dk)
	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)
	-Kalistenik antrenman	-Sağlık topu ve terbant	-Kombine antrenman
	-Pas antrenmanı	egzersizleri	-Şut antrenmanı
	Fit Light (30dk)	-Dribbling drilleri	-Top ve Nesne
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Soğuma (10dk)	-Farklı toplar ile eşli	Değiştirme
		egzersiz (30dk)	Soğuma (10dk)
		-Soğuma (10dk)	
	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma	Bilgilendirme (10dk)
	Isınma (10dk)	(10dk)	Isınma (10dk)
	Ana Evre (30dk)	Ana Evre (30dk)	Ana Evre (30dk)
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	-Fit Light	-Farklı toplar ile	-Top ve nesne değiştirme oyunu
	Soğuma (10dk)	egzersiz	Soğuma (10dk)
		Soğuma (10dk)	

Şekil 15. Uygulanan antrenman programı çizelgesi

3.5. Verilerin Analizi

Çalışmanın istatistiksel analizlerini değerlendirmek için istatistik paket programı kullanılmıştır. Tüm değerlerin normal dağılım varsayımlarında, küçük veri setlerinde daha çok tercih edilen Shapiro Wilk testi kullanılmıştır. Test sonuçlarında tüm değerlerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Sporculara ait tanımlayıcı parametreler minimum maksimum değerler ve ortalama şeklinde sunulmuştur. Her grubun basketbol beceri testi, hızlı şut testi, denge performansı, D2 dikkat testi, El-göz reaksiyon testi, Serum BDNF düzey test değerlerinin grup içi ön test ve son test karşılaştırmasında Eşleştirilmiş t Testi kullanılmıştır. Ön test ve son test değerlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında One-Way ANOVA testi kullanılmıştır. Her grubun değişimlerinin farklılık oluşturan değişkenler arasındaki üstünlük düzeyi LSD Post Hoc testi ile analiz edilmiştir. Tüm test sonuçları, anlamlılık düzeyi “p<0,05” kabul edilerek değerlendirilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde sporcuların basketbol antrenmanı, basketbol + beyin temelli egzersiz ve sadece beyin temelli egzersiz gruplarının gerçekleştirilen antrenmanlar öncesi ve 12 hafta sonrasında alınan kan örnekleri, sportif testler, genotipleme için yapılan analizler ile ilgili bulgulara, yorumlamalara ve açıklamalara yer verildi.

4.1. Çalışmaya Katılan Basketbolcuların Demografik Özellikleri

Tablo 1.

Çalışmaya Katılan Basketbolcuların Demografik Özellikleri

	N	Minimum	Maximum	Ort. $\pm$ SS
Yaş (yıl)		18,00	24,00	20,21 $\pm$ 1,74
Boy (cm)	24	170,00	203,00	186,33 $\pm$ 7,94
Vücut Ağırlığı (kg)		62,00	101,00	79,28 $\pm$ 11,43
Antrenman Yaşı (yıl)		6,00	14,00	9,83 $\pm$ 2,46

4.2. Sporcuların Genotip Dağılımları

Tablo 2.

Sporcuların Genotip Dağılımları

	Durum	N	GG	AG	AA	%
Sporcular (n:24)	Normal (GG)	24	18	-	-	75
	Rs6265 Gen Polimorfizm (GA)		-	6	-	25
						100

Tablo 2 incelendiğinde BDNF geninin Guanin-Adenin değişimine bağlantılı genotipleme çalışması sonucu basketbolculardan 18 (%75) kişi GG, 6 (%40) kişi GA, 0 (%0) AA genotipinde olduğu belirlenmiştir.

4.3. Grupların Ön Test ve Son Test Değişkenleri Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları

Tablo 3.

Ön Test ve Son Test Değişkenleri Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları

Değişkenler	Testler	Gruplar	Shapiro-Wilk	Sig.
Basketbol Beceri Testi	Ön Test	BA	,951	,721
		BA+BTE	,893	,250
		BTE	,909	,349
	Son Test	BA	,960	,814
		BA+BTE	,885	,211
		BTE	,838	,071
Hızlı Şut Testi	Ön Test	BA	,837	,070
		BA+BTE	,919	,424
		BTE	,894	,255
	Son Test	BA	,834	,066
		BA+BTE	,861	,123
		BTE	,899	,283
Statik Denge	Ön Test	BA	,955	,764
		BA+BTE	,833	,063
		BTE	,878	,181
	Son Test	BA	,937	,583
		BA+BTE	,834	,065
		BTE	,877	,176
Dinamik Denge	Ön Test	BA	,855	,107
		BA+BTE	,873	,162
		BTE	,921	,442
	Son Test	BA	,934	,549
		BA+BTE	,963	,837
		BTE	,918	,413
D2 Dikkat Testi Toplam Madde	Ön Test	BA	,817	,043
		BA+BTE	,889	,229
		BTE	,949	,702
	Son Test	BA	,829	,058
		BA+BTE	,904	,315
		BTE	,953	,744
D2 Dikkat Testi Toplam Hata	Ön Test	BA	,910	,351
		BA+BTE	,934	,551
		BTE	,906	,328
	Son Test	BA	,922	,447
		BA+BTE	,918	,411
		BTE	,900	,290
Reaksiyon Testi	Ön Test	BA	,939	,603
		BA+BTE	,866	,139
		BTE	,952	,731
	Son Test	BA	,965	,860
		BA+BTE	,933	,548
		BTE	,965	,860
BDNF Serum Düzeyi	Ön Test	BA	,928	,495
		BA+BTE	,832	,062
		BTE	,833	,064
	Son Test	BA	,945	,665
		BA+BTE	,831	,061
		BTE	,832	,063

4.4. Grupların Ön Test ve Son Test Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları

Tablo 4.

Grupların Ön Test ve Son Test Basketbol Beceri Testi Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları

(Saniye/Salise)	Durum	Test	Ort.±SS	t	p
BA	Normal (GG)	Ön Test	31,66 ± 3,02	10,365	,000*
		Son Test	26,74 ± 2,36		
	Rs6265 (GA)	Ön Test	31,80 ± 0,84	44,529	,014*
		Son Test	28,01 ± 0,96		
BA+BTE	Normal (GG)	Ön Test	29,75 ± 4,88	3,289	,022*
		Son Test	25,03 ± 1,71		
	Rs6265 (GA)	Ön Test	27,25 ± 1,30	3,854	,162
		Son Test	22,64 ± 0,38		
BTE	Normal (GG)	Ön Test	31,92 ± 4,07	5,071	,004*
		Son Test	28,98 ± 2,96		
	Rs6265 (GA)	Ön Test	28,55 ± 1,30	3,011	,204
		Son Test	25,87 ± 0,04		

p < 0.05

Tablo 4'te basketbol beceri testi ön test ve son test ortalamaları incelendiğinde BA grubunda da hem GG genotipine sahip hem polimorfizm olan sporcularda istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. BA+BTE grubun da GG genotipine sahip sporcularında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmişken RS6265 gen polimorfizmi olan sporcularda ortalama olarak fark görünmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir. BTE grubun da GG genotipine sahip sporcularda istatistiksel olarak anlamlı fark görülürken, RS6265 gen polimorfizmi olan sporcularda istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir (p<0,05).

Tablo 5.

Grupların Ön Test ve Son Test Hızlı Şut Testi Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları

(Sayı)	Durum	Test	Ort±Ss	t	p
BA	Normal (GG)	Ön test	13,83 ± 4,35	-4,250	,008*
		Son test	18,00 ± 3,52		
	Rs6265 (GA)	Ön test	17,00 ± 1,41	-9,000	,070
		Son test	21,50 ± 0,70		
BA+BTE	Normal (GG)	Ön test	11,67 ± 2,16	-13,000	,000*
		Son test	16,00 ± 2,60		
	Rs6265 (GA)	Ön test	10,50 ± 2,12	-11,000	0,58
		Son test	16,00 ± 1,41		
BTE	Normal (GG)	Ön test	11,50 ± 1,64	-11,619	,000*
		Son test	14,50 ± 1,51		
	Rs6265 (GA)	Ön test	9,00 ± 0,00	-11,000	,058
		Son test	14,50 ± 0,70		

p < 0.05

Tablo 5’te hızlı şut testi ön test ve son test ortalamaları incelendiğinde tüm grupların GG genotipine sahip sporcularında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmişken, RS6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların ortalamalarında artış görünmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$).

Tablo 6.

Grupların Ön Test ve Son Test Denge Performansı Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları

Denge (Cm ²)	Durum	Test	Ort.±SS	t	p
BA	Statik Denge	Normal (GG)	Ön Test 2,41 ± 0,63	3,271	,022*
		Son Test	1,53 ± 0,39		
	Rs6265 (GA)	Ön Test	1,70 ± 0,70	2,000	,029*
		Son Test	1,30 ± ,424		
	Dinamik Denge	Normal (GG)	Ön Test 0,70 ± 0,28	5,337	,003*
		Son Test	0,57 ± 0,25		
BA+BTE	Normal (GG)	Ön Test	0,56 ± 0,19	3,250	,190
		Son Test	0,43 ± 0,24		
	Statik Denge	Normal (GG)	Ön Test 2,26 ± 1,51	2,469	,045*
		Son Test	1,50 ± 0,96		
	Rs6265 (GA)	Ön Test	2,05 ± 1,20	1,375	,400
		Son Test	0,95 ± 0,07		
BTE	Normal (GG)	Ön Test	0,31 ± ,14	1,713	,147
		Son Test	0,21 ± 0,13		
	Dinamik Denge	Rs6265 (GA)	Ön Test 0,53 ± 0,01	3,235	,190
		Son Test	0,25 ± 0,10		
	Statik Denge	Normal (GG)	Ön Test 2,66 ± 0,79	4,887	,005*
		Son Test	1,56 ± 0,76		
BTE	Rs6265 (GA)	Ön Test	1,50 ± 0,14	3,000	,205
		Son Test	0,90 ± 0,14		
	Normal (GG)	Ön Test	0,66 ± 0,41	3,368	,020*
		Son Test	0,45 ± 0,4		
	Dinamik Denge	Rs6265 (GA)	Ön Test 0,80 ± 0,01	1,917	,306
		Son Test	0,57 ± 0,18		

$p<0.05$

Tablo 6’da denge testi ön test ve son test ortalamaları incelendiğinde BA gurubunda hem GG hem rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların statik denge sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Aynı grubun dinamik denge test sonuçlarında ise normal sporcularda istatistiksel olarak anlamlı fark görünürken rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcularda ise istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p<0,05$). BA+BTE grubunda sadece statik denge ve normal sporcuların skorları istatistiksel olarak farklı tespit edilirken, diğer normal ve rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların hem statik hem dinamik denge skorları arasında

istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmemiştir $p<0,05$. BTE grubunda hem statik hem dinamik denge de GG genotipine sahip sporcuların skorları istatistiksel olarak anlamlı tespit edilirken, Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$).

Tablo 7.

Grupların ön test ve son test D2 Dikkat testi grup içi Eşleştirilmiş t Testi sonuçları

Skor	Durum	Test	Ort±Ss	t	p
BA	Toplam madde	Normal (GG)	Ön test 194,33±35,78	-4,518	,006*
		Son test	201,00±37,40		
	Rs6265 (GA)	Ön test	168,00 ± 5,65	-11,000	,058
		Son test	179,00 ± 4,24		
	Toplam hata	Normal (GG)	Ön test 25,16 ± 11,01	3,322	,021*
		Son test	22,5 ± 9,11		
BA+BTE	Toplam madde	Normal (GG)	Ön test 172,66±23,71	-8,252	,000*
		Son test	189,50±21,51		
	Rs6265 (GA)	Ön test	223,50±51,61	-10,000	,063
		Son test	233,50±50,20		
	Toplam hata	Normal (GG)	Ön test 45,83 ± 21,62	3,710	,014*
		Son test	35,83 ± 15,80		
BTE	Toplam madde	Normal (GG)	Ön test 171,16±57,30	-11,145	,000*
		Son test	212,83±55,72		
	Rs6265 (GA)	Ön test	164,50±36,06	-13,000	,049*
		Son test	197,00±39,59		
	Toplam hata	Normal (GG)	Ön test 27,83 ± 23,12	2,549	,051
		Son test	19,33 ± 15,73		
		Rs6265 (GA)	Ön test 58,50 ± 14,84	21,000	,030*
		Son test	37,50 ± 13,43		

$p<0.05$

Tablo 7’de D2 dikkat testi ön test ve son test sonuçları incelendiğinde BA ve BA+BTE grubunda GG genotipine sahip sporcuların toplam madde ve toplam hata sonuçlarında istatistiksel olarak fark tespit edilirken, aynı grupların Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcularda istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$). BTE grubunda toplam madde puanlarında hem GG hem GA genotipe sahip sporcuların ön test ve son test sonuçlarına bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark görünürken, toplam hata ön test ve son test skorlarında GG genotipindeki sporcuların sonuçları istatistiksel olarak fark tespit edilmemişken, GA genotipine sahip sporcuların sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ($p<0,05$).

Tablo 8.

Grupların Ön Test ve Son Test Reaksiyon Testi grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları

Doğru dokunma sayısı	Durum	Test	Ort±SS	t	p
BA	Normal (GG)	Ön test	18,33 ± 2,16	-1,000	,363
		Son test	19,16 ± 2,92		
	Rs6265 (GA)	Ön test	19,50 ± 0,70	-2,000	,295
		Son test	21,50 ± 2,12		
BA+BT	Normal (GG)	Ön test	17,66 ± 2,25	-5,217	,003*
		Son test	21,16 ± 1,94		
	Rs6265 (GA)	Ön test	18,00 ± 1,41	-15,000	,042*
		Son test	25,50 ± 0,70		
BT	Normal (GG)	Ön test	19,16 ± 3,92	-8,043	,000*
		Son test	24,00 ± 3,03		
	Rs6265 (GA)	Ön test	17,50 ± 2,12	-15,000	,042*
		Son test	25,00 ± 2,82		

p< 0.05

Tablo 8’ de reaksiyon testi ön test ve son test sonuçlarına bakıldığında sadece BA yapan grupta hem GG hem GA genotipine sahip sporcuların ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p<0,05). BA+BTE ve BTE grubunda hem GG hem GA genotipine sahip sporcuların ön test ve son test değerlerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir (p<0,05).

Tablo 9.

Grupların Ön Test ve Son Test Birim Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları

(pg/ml)		Durum	Test	ort±ss	t	p
BA	İlk Antrenman	Normal (GG)	Ön test	860,01 ± 570,85	-4,403	,007*
			Son test	1150,65 ± 632,80		
		Rs6265 (GA)	Ön test	455,09 ± 217,40	-3,322	,186
			Son test	895,03 ± 30,12		
	Son Antrenman	Normal (GG)	Ön test	1093,77 ± 572,95	-3,857	,012*
			Son test	1381,29 ± 658,30		
		Rs6265 (GA)	Ön test	523,87 ± 58,80	-78651	,000*
			Son test	917,12 ± 58,81		
BA+BT	İlk Antrenman	Normal (GG)	Ön test	759,80 ± 604,21	-5,976	,002*
			Son test	1006,93 ± 653,84		
		Rs6265 (GA)	Ön test	1157,13 ± 531,60	-2,637	,231
			Son test	1146,93 ± 714,54		
	Son Antrenman	Normal (GG)	Ön test	942,29 ± 638,72	-6,348	,001*
			Son test	1193,26 ± 672,83		
		Rs6265 (GA)	Ön test	1004,08 ± 600,52	-1,111	,466
			Son test	1246,39 ± 908,88		

BT	İlk Antrenman	Normal (GG)	Ön test	592,32 ± 550,26	-10,540	,000*
			Son test	809,78 ± 530,70		
	Son Antrenman	Rs6265 (GA)	Ön test	414,95 ± 142,96	-4,796	,131
			Son test	729,10 ± 235,60		
	İlk Antrenman	Normal (GG)	Ön test	942,29 ± 641,09	-10,757	,000*
			Son test	1114,59 ± 659,83		
	Son Antrenman	Rs6265 (GA)	Ön test	555,51 ± 105,43	-3,666	,170
			Son test	874,38 ± 17,57		

p < 0.05

Tablo 9’da birim antrenman serum BDNF düzeyleri incelendiğinde ilk antrenman ve son antrenman ön-son test değerlerinde tüm gruplarda GG genotipine sahip sporcuların değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir (p<0,05). BA grubunda ilk antrenman öncesi ve sonrası karşılaştırmalarda Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporların değerlerinde istatistiksel olarak fark tespit edilmezken, aynı grubun son antrenman ön-son test değerlerinde fark tespit edilmiştir. BA+BTE ve BTE gruplarının Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların hem ilk antrenman hem son antrenman ön-son test değerlerinde istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir (p<0,05).

Tablo 10.

Grupların Ön Test ve Son Test 12. Haftalık Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Grup İçi Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları

(pg/ml)	Durum	Test	Ort ± SS	t	p
BA	Normal (GG)	Ön test	860,01 ± 570,85	-11,208	,000*
		Son test	1093,77 0 ± 572,95		
	Rs6265 (GA)	Ön test	455,09 ± 217,40	-,613	,650
		Son test	523,87 ± 58,80		
BA+BT	Normal (GG)	Ön test	759,80 ± 604,21	-3,053	,028*
		Son test	942,29 ± 638,72		
	Rs6265 (GA)	Ön test	1007,65 ± 768,658	-2,030	,291
		Son test	1234,99 ± 927,07		
BT	Normal (GG)	Ön test	592,32 ± 550,26	-14,932	,000*
		Son test	809,78 ± 530,70		
	Rs6265 (GA)	Ön test	414,95 ± 142,96	-5,297	,119
		Son test	555,51 ± 105,43		

p < 0.05

Tablo 10’da 12 haftalık antrenmanların serum BDNF düzeyleri ön test ve son test ortalamaları incelendiğinde BA, BA+BTE ve BTE grupların GG genotipine sahip sporcularında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmişken, RS6265 gen

polimorfizmine sahip sporcuların ortalamalarında artış görünmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$).

4.5. Gruplar Arası Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

Tablo 11.

GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Basketbol Beceri Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

Testler	Gruplar	Ort $\pm$ SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	31,66 $\pm$ 3,02	,510	,610	-
	^b BA+BTE	29,75 $\pm$ 4,88			
	^c BTE	31,92 $\pm$ 4,07			
Son Test	^a BA	26,74 $\pm$ 2,36	4,069	,039	c>b
	^b BA+BTE	25,03 $\pm$ 1,71			
	^c BTE	28,98 $\pm$ 2,96			

$p<0.05$

Tablo 11’de grupların ön test sonuçları incelendiğinde BA- BA+BTE ve BTE grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken; son testlerinde BA - BA+BTE ve BTE istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir($p<0,05$).

Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde ise BTE grup ortalamasının BA+BTE grubuna nazaran ortalama değerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 12.

RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Basketbol Beceri Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

Testler	Gruplar	Ort $\pm$ SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	31.80 $\pm$ 0,84	7,986	,063	-
	^b BA+BTE	27,25 $\pm$ 1,30			
	^c BTE	28,55 $\pm$ 1,30			
Son Test	^a BA	28,01 $\pm$ 0,96	40,150	,007*	a>c>b
	^b BA+BTE	22,64 $\pm$ 0,38			
	^c BTE	25,87 $\pm$ 0,04			

$p<0.05$

Tablo 12’de grupların ön test sonuçları incelendiğinde BA- BA+BTE ve BTE grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmezken; son testlerinde BA- BA+BTE ve BTE istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir($p<0,05$).

Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde ise BA grup ortalamasının hem BA+BTE hem BTE grup ortalama değerlerinden yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 13.

GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Hızlı Şut Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

Testler	Gruplar	Ort $\pm$ SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	13,83 $\pm$ 4,35	1,158	,341	-
	^b BA+BTE	11,67 $\pm$ 2,16			
	^c BTE	11,50 $\pm$ 1,64			
Son Test	^a BA	18,00 $\pm$ 3,52	2,581	,109	-
	^b BA+BTE	16,00 $\pm$ 2,60			
	^c BTE	14,50 $\pm$ 1,51			

Tablo 13’te gruplar arası ön-son test değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$).

Tablo 14.

RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Hızlı Şut Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

Testler	Gruplar	Ort $\pm$ SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	17,00 $\pm$ 1,41	16,692	0,24*	a>b>c
	^b BA+BTE	10,50 $\pm$ 2,12			
	^c BTE	9,00 $\pm$ 0,00			
Son Test	^a BA	21,50 $\pm$ 0,70	21,167	0,12*	a>b>c
	^b BA+BTE	16,00 $\pm$ 1,41			
	^c BTE	14,50 $\pm$ 0,70			

$p<0.05$

Tablo 14’te grupların ön-son test sonuçları incelendiğinde BA- BA+BTE ve BTE grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir($p<0,05$).

Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde ön-son test değerlerinde ise BA grup ortalamasının hem BA+BTE hem BTE grup ortalama değerlerinden yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 15.

GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Denge Parametresi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

		Gruplar	Ort ± SS	F	p	Fark
Ön Test	Statik denge	^a BA	2,41 ± 0,63	,221	,804	-
		^b BA+BTE	2,26 ± 1,51			
		^c BTE	2,66 ± 0,79			
	Dinamik denge	^a BA	0,70 ± 0,28	3,048	,077	-
		^b BA+BTE	0,31 ± ,14			
		^c BTE	0,66 ± 0,41			
Son Test	Statik denge	^a BA	1,53 ± 0,39	,012	,988	-
		^b BA+BTE	1,50 ± 0,96			
		^c BTE	1,56 ± 0,76			
	Dinamik denge	^a BA	0,57 ± 0,25	3,082	,076	-
		^b BA+BTE	0,21 ± 0,13			
		^c BTE	0,45 ± 0,4			

$p < 0.05$

Tablo 15’te gruplar arası ön-son test değerleri incelediğinde hem statik hem dinamik denge parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p < 0,05$).

Tablo 16.

RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Denge Parametresi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

	Gruplar	Ort ± SS	F	p	Fark	
Ön Test	Statik denge	^a BA	1,70 ± 0,70	,237	,803	-
		^b BA+BTE	2,05 ± 1,20			
		^c BTE	1,50 ± 0,14			
	Dinamik denge	^a BA	0,56 ± 0,19	3,510	,164	-
		^b BA+BTE	0,53 ± 0,01			
		^c BTE	0,80 ± 0,01			
Son Test	Statik denge	^a BA	1,30 ± ,424	1,390	,374	-
		^b BA+BTE	0,95 ± 0,07			
		^c BTE	0,90 ± 0,14			
	Dinamik denge	^a BA	0,43 ± 0,24	1,140	,370	-
		^b BA+BTE	0,25 ± 0,10			
		^c BTE	0,57 ± 0,18			

Tablo 16’da gruplar arası ön-son test değerleri incelediğinde hem statik hem dinamik denge parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p < 0,05$).

Tablo 17.

GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası D2 Dikkat Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

		Gruplar	Ort ± SS	F	p	Fark
Ön Test	Toplam Madde	^a BA	194,33±35,78	,590	,567	-
		^b BA+BTE	172,66±23,71			
		^c BTE	171,16±57,30			
	Toplam Hata	^a BA	25,16 ± 11,01	2,024	,167	-
		^b BA+BTE	45,83 ± 21,62			
		^c BTE	27,83 ± 23,12			
Son Test	Toplam Madde	^a BA	201,00±37,40	,493	,620	-
		^b BA+BTE	189,50±21,51			
		^c BTE	212,83±55,72			
	Toplam Hata	^a BA	22,5 ± 9,11	2,378	,127	-
		^b BA+BTE	35,83 ± 15,80			
		^c BTE	19,33 ± 15,73			

Tablo 17’de gruplar arası ön-son test değerleri incelendiğinde hem toplam madde hem toplam hata puanlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p < 0,05$).

Tablo 18.

RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası D2 Dikkat Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

	Gruplar	Ort ± SS	F	p	Fark	
Ön Test	Toplam Madde	^a BA	168,00 ± 5,65	1,645	,329	-
		^b BA+BTE	223,50±51,61			
		^c BTE	164,50±36,06			
	Toplam Hata	^a BA	28,00 ± 11,31	1,517	,351	-
		^b BA+BTE	41,00 ± 24,04			
		^c BTE	58,50 ± 14,84			
Son Test	Toplam Madde	^a BA	179,00 ± 4,24	1,127	,432	-
		^b BA+BTE	233,50±50,20			
		^c BTE	197,00±39,59			
	Toplam Hata	^a BA	24,00 ± 8,48	,419	,691	-
		^b BA+BTE	34,00 ± 21,21			
		^c BTE	37,50 ± 13,43			

$p < 0.05$

Tablo 18’de gruplar arası ön-son test değerleri incelendiğinde hem toplam madde hem toplam hata puanlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p < 0,05$).

Tablo 19.

GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Reaksiyon Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

Testler	Gruplar	Ort $\pm$ SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	18,33 $\pm$ 2,16	,405	,674	-
	^b BA+BTE	17,66 $\pm$ 2,25			
	^c BTE	19,16 $\pm$ 3,92			
Son Test	^a BA	19,16 $\pm$ 2,92	4,930	,023*	c>a
	^b BA+BTE	21,16 $\pm$ 1,94			
	^c BTE	24,00 $\pm$ 3,03			

Tablo 19’da grupların ön test sonuçları incelendiğinde BA- BA+BTE ve BTE grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmezken; son testlerinde BA- BA+BTE ve BTE istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir(p<0,05).

Gruplar arasındaki farklılıklar incelediğinde ise BTE grup ortalamasının BA grup ortalama değerlerinden yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05).

Tablo 20.

RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Reaksiyon Testi Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

Testler	Gruplar	Ort $\pm$ SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	19,50 $\pm$ 0,70	,929	,485	-
	^b BA+BTE	18,00 $\pm$ 1,41			
	^c BTE	17,50 $\pm$ 2,12			
Son Test	^a BA	21,50 $\pm$ 2,12	2,192	,259	-
	^b BA+BTE	25,50 $\pm$ 0,70			
	^c BTE	25,00 $\pm$ 2,82			

p< 0.05

Tablo 20’de gruplar arası ön-son test değerleri incelediğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p<0,05).

Tablo 21.

GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Birim Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

	Gruplar	Ort ± SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	860,01 ± 570,85	,331	,733	-
	İlk Antrenman ^b BA+BTE	759,80 ± 604,21			
	^c BTE	592,32 ± 550,26			
	^a BA	1093,77 ± 572,95	,357	,706	-
	Son Antrenman ^b BA+BTE	942,29 ± 638,72			
	^c BTE	942,29 ± 641,09			
Son Test	^a BA	1150,65 ± 632,80	,209	,814	-
	İlk Antrenman ^b BA+BTE	1006,93 ± 653,84			
	^c BTE	809,78 ± 530,70			
	^a BA	1381,29 ± 658,30	,223	,803	-
	Son Antrenman ^b BA+BTE	1193,26 ± 672,83			
	^c BTE	1114,59 ± 659,83			

$p < 0.05$

Tablo 21’de gruplar arası ön-son test değerleri incelediğinde hem ilk antrenman öncesi ve sonrası hem son antrenman öncesi ve sonrası BDNF serum düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p < 0,05$).

Tablo 22.

RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası Birim Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

	Gruplar	Ort ± SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	455,09 ± 217,40	,999	,465	-
	İlk Antrenman ^b BA+BTE	1157,13 ± 531,60			
	^c BTE	414,95 ± 142,96			
	^a BA	523,87 ± 58,80	1,108	,436	-
	Son Antrenman ^b BA+BTE	1004,08 ± 600,52			
	^c BTE	555,51 ± 105,43			
Son Test	^a BA	895,03 ± 30,12	,523	,638	-
	İlk Antrenman ^b BA+BTE	1146,93 ± 714,54			
	^c BTE	729,10 ± 235,60			
	^a BA	917,12 ± 58,81	,344	,733	-
	Son Antrenman ^b BA+BTE	1246,39 ± 908,88			
	^c BTE	874,38 ± 17,57			

Tablo 22’de gruplar arası ön-son test değerleri incelediğinde hem ilk antrenman öncesi ve sonrası hem son antrenman öncesi ve sonrası BDNF serum düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$).

Tablo 23.

GG Genotipine Sahip Sporcuların Gruplar Arası 12 Haftalık Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

Testler	Gruplar	Ort $\pm$ SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	860,01 $\pm$ 570,85	,331	,723	-
	^b BA+BTE	759,80 $\pm$ 604,21			
	^c BTE	592,32 $\pm$ 550,26			
Son Test	^a BA	1093,77 $\pm$ 572,95	,223	,803	-
	^b BA+BTE	942,29 $\pm$ 638,72			
	^c BTE	809,78 $\pm$ 530,70			

$p < 0.05$

Tablo 23’te gruplar arası ön-son test değerleri incelediğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$).

Tablo 24.

RS6265 Gen Polimorfizmine Sahip Sporcuların Gruplar Arası 12 Haftalık Antrenman Serum BDNF Düzeyleri Ön-Son Test ANOVA Sonuçları

Testler	Gruplar	Ort $\pm$ SS	F	p	Fark
Ön Test	^a BA	455,09 $\pm$ 217,40	,999	,465	-
	^b BA+BTE	1007,65 $\pm$ 768,658			
	^c BTE	414,95 $\pm$ 142,96			
Son Test	^a BA	523,87 $\pm$ 58,80	,344	,733	-
	^b BA+BTE	1234,99 $\pm$ 927,07			
	^c BTE	555,51 $\pm$ 105,43			

$p < 0.05$

Tablo 24’te gruplar arası ön-son test değerleri incelediğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$).

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın sonuçlarına ve bu sonuçlar doğrultusunda önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Günümüzde bilim insanları teknolojinin de gelişmesiyle birlikte sporcuların sportif performansını en yüksek seviyeye çıkarmak için çeşitli antrenman modelleri ve spor genetiği hakkındaki gelişmeleri kullanarak en iyi performans seviyesine en kısa sürede ulaşmayı hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda antrenmanların planlanması ve uygulanmasında, sporsal verimliliği artırmak için yeni antrenman modellerine ihtiyaç duyulduğu kadar sporcuların genotip bilgilerine sahip olunması bireysel odaklı eğitim programlarının oluşturulmasında faydalı olabilir. Bir sporcunun en yüksek başarı seviyesine ulaşabilmesi için psikolojik durum, spor deneyimi, yaşam tarzı, yapılan egzersiz türleri, nöromotor gelişim, spor dalına uygun beslenme, antrenörün bilgisi gibi çevresel faktörler önemlidir. Ayrıca klasik antrenman yöntemlerin kullanıldığı uygulamalarda, atletik performansı geliştiren antrenmanların yanı sıra, algılama ve karar verme süreçlerinde hızlı ve üst düzey muhakeme yeteneğini geliştiren bilişsel antrenman uygulamaları da yapılmalıdır. Buna en iyi örneklerden biri de beyin temelli egzersiz modelidir. Bu egzersizler, son zamanlarda spor bilimcilerinin ilgisini çeken çok yönlü bir antrenman modelidir. Sportif performans kavramı geniş çaplı düşünüldüğünde hem modern antrenman modelleri hem genetik faktörler spor bilimciler için büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda bu çalışma ile; basketbolcularda beyin temelli egzersizlerin ve Beyin-Türevli Nörotrofik Faktör (BDNF) gen polimorfizmlerinin; serum BDNF düzeyleri ve performans üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmamız, beyin temelli egzersiz ve BDNF'nin sportif performans ve serum düzeyi üzerindeki rolünü kavramak amacıyla tasarlanmış olup hem antrenmanların hem de genetik faktörlerin bireysel performans

farklılıklarına nasıl katkıda bulunduğunu disiplinler bir bakış açısıyla ortaya koymayı hedeflenmiştir.

Elde edilen bulgular literatürle karşılaştırılarak analiz edilecek, beyin temelli egzersizlerin ve genetik çeşitliliğin sportif performans üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirilecek olup ulaşılan bulgular çerçevesinde tartışılacaktır. Ayrıca, çalışmamızın bulguları ışığında basketbolcuların antrenman programları ve genetik bilgiye dayalı stratejilerin uygulanması konularında öneriler sunulacaktır. Literatür incelendiğinde özellikle BDNF gen polimorfizmlerinin sportif performansla ilişkisini inceleyen çalışmaların kısıtlı olması çalışmamızın özgün değerini arttırmakta ve ileride yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmamız da Süleyman Demirel Üniversitesi erkek basketbol takımında oynayan yaşları $20,21 \pm 1,74$, boy uzunlukları $186,33 \pm 7,94$ cm, vücut ağırlıkları $79,28 \pm 11,43$ kg ve antrenman yaşları $9,83 \pm 2,46$ yıl olarak tespit edilen toplam 24 sporcu yer almaktadır. Sporcular rastgele olarak 8'erli 3 grup şeklinde belirlenmiştir. Gruplar 6 sporcu GG genotipine, 2 sporcu Rs6265 gen polimorfizmine yani GA genotipine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Gruplar; Basketbol antrenmanı yapan (BA) grup, Basketbol antrenmanı + Beyin temelli egzersiz yapan (BA+BTE) grup ve Beyin temelli egzersiz yapan (BTE) grup olarak çalışmalar yapılmıştır.

Çalışmamız da sporcuların genotip dağılımlarına bakıldığında 18'nin GG (%75), 6'sının GA (%25) genotipine sahip olduğu, AA (%0) genotipine sahip sporcu olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar literatürde yer alan dünya popülasyonunda görülme sıklığı yaklaşık %20 ve Doğu Asya'daki bazı popülasyonlarda %72'ye varan bir insidans bildirilmesiyle paralel olarak normal bir sonuç olarak değerlendirebilir (Szarowicz ve ark., 2022). Literatür incelendiğinde Yontan (2020)'nın genç sporcularda bdnf geni rs6265 polimorfizminin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada; genç futbolcularda AA genotipine sahip futbolcuya rastlanmadığını, 12 kişi (%40) AG ve 18 (%60) kişi de ise GG genotipine rastlandığını tespit etmiştir. Bu bulguya benzer olarak Polat ve diğerleri, (2020) de voleybol sporcularıyla yaptıkları çalışma da kontrol grubu ile deney grubu olarak belirledikleri voleybolcularda GG (%72) ve GA (%28) genotiplerini tespit ederken AA genotip taşıyıcılarına rastlanmamıştır. Kontrol grubunda ise GG (%57.8), GA (%36.3) ve AA (%5.9) genotipine sahip olduğunu bildirmiştir. Bulğay (2021)'de elit atletlerde actn3 ve bdnf

gen polimorfizmlerinin dağılımlarını araştırdığı çalışmaya da farklı kulüplerde lisanslı olarak yarışan 64 elit (sprint/atma/atlama (n=17), orta mesafe (n=15), uzun mesafe (n=13) ve yürüyüş (n=19) atlet katılmıştır. Katılımcıların genotip dağılımlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilememesine rağmen, sprint/atma/atlama grubunda GG %58,8, orta mesafe grubunda GG %86,7, uzun mesafe grubunda GG %76,9, yürüyüş grubunda GG %68,4 genotip yüzdesi ile daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tüm gruplarda AA genotipe sahip sporcuya rastlanmamıştır. Araştırmacı yapılan araştırmanın popülasyon açısından elit sporculardan oluşmasını güçlü olarak değerlendirirken, ulaşılabilen sporcu sayısının yeterli sayıda olmaması araştırmanın sonuçlarını sınırlandırdığını ve zayıflattığını ifade etmektedir. Eker ve arkadaşlarının 28 gönüllü üzerinde gri madde değişimini incelediği bir çalışmada katılımcıların 20'sinde GG, 8'inde ise GA genotipi saptanmış olup AA homozigot mutant genotipine rastlanmamıştır (Eker ve ark. 2005). Literatürde ulaşabildiğimiz farklı branşlar da dahil çalışmalarda AA genotipine en az rastlanan ve/veya hiç rastlanmadığı tespit edilmiştir. Bu durum genetik çeşitlilik ve popülasyondaki farklılıktan, yapılan çalışmalarda doğal seçilimden ve çalışmalarda küçük örneklem gruplarıyla çalışılması olasılığından kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamızda basketbol beceri testi ön test ve son test ortalamaları incelendiğinde BA grubunda da hem GG genotipine sahip hem RS6265 gen polimorfizmi olan sporcularda istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. BA+BTE grubun da GG genotipine sahip sporcularında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilirken RS6265 gen polimorfizmi olan sporcuların ortalama değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir. BTE grubun da GG genotipine sahip sporcularda istatistiksel olarak anlamlı fark görülürken, RS6265 gen polimorfizmi olan sporcularda istatistiksel olarak farka rastlanmamıştır (Tablo 3). Çalışmanın bulgularına bağlı olarak BA+BTE ve BTE grubundaki Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcularda fark çıkmamasının sebepleri olarak örneklem büyüklüğü ve uygulanan egzersiz programına diğer genotiplerden farklı yanıt vermiş olabileceği düşünülmektedir. Bu durum, egzersiz programının bu spesifik genotip için yeterince etkili olmadığı olasılığını gösterebilir.

Diğer BA grubundaki GA genotipine sahip sporcularda fark tespit edilmesi uygulanan antrenmanın etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum RS6265 gen polimorfizmi, beyin plastisitesi ve öğrenme yeteneği üzerinde etkili olmasından dolayı kaynaklanıyor olabilir. Bu, sporcuların yeni beceriler öğrenme ve motor becerilerini geliştirme yeteneklerini artırabilir ve basketbol beceri testlerinde fark yaratabilir. Tüm gruplarda GG genotipine sahip sporcuların ön test-son test sonuçlarını arasında istatistiksel fark tespit edilmiştir. Bu durum sporcuların yapılan antrenmanlara daha iyi yanıt verdiği anlamına gelmektedir. Ayrıca BDNF gen ekspresyonunun olmaması sporcuların nöroplastisitesini ve öğrenme yeteneğini artırmada etkili olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu sporcuların yeni beceriler öğrenme ve mevcut becerilerini geliştirme yeteneklerini artırabilir, bu da basketbol beceri testlerinde daha belirgin farklar yaratabilir. Literatür incelendiğinde Rs6265 gen polimorfizmlerinin basketbol ya da farklı branşlarda sportif performansa etkisini araştıran çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bulğay (2021)'da güncel çalışmasında elit atletlerde *actn3* ve *bdnf* gen polimorfizmlerinin dağılımlarını araştırdığı çalışmasını literatürde ulaşabildiği araştırmalarda atletler veya farklı branşlardaki sporcularda atletik performans ile *BDNF* gen polimorfizmini karşılaştıran araştırmalara rastlamadığını ve yapılan çalışmanın performans değerlendirilmesi ile ilgili ilk araştırma olduğunu, bulgularının değerlendirmesinin sınırlandırıldığını ifade etmiştir. Sportif performansa etkisinin değerlendirilmesi olarak düşünüldüğünde Bulğay'ın çalışması Türkiye Atletizm Federasyonuna bağlı farklı kulüplerde lisanslı olarak yarışan 64 elit (sprint/atma/atlama (n=17), orta mesafe (n=15), uzun mesafe (n=13) ve yürüyüş (n=19)) atlet katılmıştır. Katılımcıların genotip dağılımlarına sprint/atma/atlama grubunda GG %58.8, orta mesafe grubunda GG %86.7, uzun mesafe grubunda GG %76.9, yürüyüş grubunda GG %68.4 genotip yüzdesi ile daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tüm gruplarda AA genotipe sahip sporcuya rastlanmamıştır. Araştırmacı tüm branşlarda GG genotipe sahip sporcuların PB puan ortalamasının GA genotipe sahip sporculardan daha yüksek olması ve AA genotipe sahip sporcuların olmaması *BDNF* gen polimorfizminin sportif performansa etkisi olabileceğini ileri sürmüştür. *BDNF* rs6265 gen polimorfizminin hem genotip hem de PB puan ortalaması ile daha önce hiç çalışılmadığından özgün bir araştırma özelliğini taşıdığını ve literatürle tartışmasının sınırlı olduğunu ifade etmiştir. Çalışmamızın bulguları da ulaşılan literatür de yapılan ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Fakat çalışmamız ve

Bulğay'ın çalışmasındaki GG genotipine sahip sporcuların daha iyi performans göstermesi çalışmamızın sonuçlarıyla benzer sonuçların ortaya çıkması BDNF gen polimorfizmlerinin sportif performans üzerinde etkisinin olduğunu düşündürmektedir.

Literatür incelendiğinde, Bavlı (2016) sekiz haftalık step aerobik egzersizlerinin genç basketbol oyuncularında statik denge, esneklik ve belirli basketbol becerileri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmaya, yaşları $16,1 \pm 0,7$ yıl ve ortalama spor yaşı $4,1 \pm 0,7$ yıl olan 20 basketbol oyuncusu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar rastgele iki gruba ayrılmıştır: deney grubu (n:10) ve kontrol grubu (n:10). Tüm katılımcılar, 12 hafta boyunca haftada 3 gün basketbol antrenmanına katılmıştır, ancak deney grubu ayrıca haftada 2 gün step aerobik dans pratiği yapmıştır. Çalışmanın başlangıcında ve sonunda statik denge, esneklik ve belirli basketbol teknikleri değerlendirilmiştir. Deney grubunun basketbol beceri testlerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler kaydedilmiştir. Deney grubu, kontrol grubuna kıyasla tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir. Araştırmacı, step aerobik egzersizlerinin basketbol antrenmanlarına eklenmesinin, genç sporcuların basketbol becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini belirtmektedir.

Akyıldız (2021) 15-18 yaş grubu basketbol sporcularında 8 haftalık zihinsel antrenman uygulamalarının basketbol teknik becerileri üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmaya 15-18 yaş aralığında bulunan toplam 19 sporcu (deney grubu:10, kontrol grubu:9) dâhil edilmiştir. Tüm katılımcılar 8 hafta boyunca normal basketbol antrenmanlarına devam etmişler, deney grubundaki 10 sporcuya ek olarak zihinsel antrenman programı uygulatmıştır. 8 haftalık antrenman süresince deney grubu normal antrenmanlarından sonra haftada 2 gün ve günde 1 saat sürecek şekilde zihinsel antrenman programlarına dâhil edilmişlerdir. Kontrol grubu ise sadece 8 haftalık süreç boyunca haftada 2 gün ve günde 1,30 saat süren antrenman programına katılım sağlamışlardır. 8 hafta sonra basketbol beceri parkuruna tüm katılımcılar bir kez daha katılım sağlamış ve aynı şekilde değerlendirilmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda hem deney hem kontrol grubunda basketbol toplam beceri puanları üzerinden anlamlı bir fark yaratmış ve puan ortalamalarında artışa neden olmuştur. Araştırmacı ayrıca deney grubuna uygulanan zihinsel antrenmanların deney grubundaki gelişimini kontrol grubuna göre çok daha anlamlı bir şekilde gerçekleştiğini ifade etmektedir.

Özçelik (2019) çalışmasında, 16-18 yaş aralığındaki yarışmacı genç erkek takım basketbol oyuncularının basketbol becerileri üzerinde farklılıkla öğrenme yönteminin etkisini incelemiştir. Çalışmaya gönüllü olarak 24 erkek sporcu katılmıştır ve bu sporcular German Heidelberger Basketbol Testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Deney grubuna sekiz hafta boyunca haftada dört gün farklılıkla öğrenme yöntemi ile zenginleştirilmiş bir antrenman programı uygulanmış, kontrol grubu ise normal basketbol antrenmanlarına devam etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, beceri testinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Ayrıca Bogdanis ve arkadaşları (2007), basketbol becerileri üzerindeki etkileri araştırmak için dört haftalık karışık kuvvet ve basketbol antrenmanı uygulamış ve karışık antrenman dönemlerinin, basketbol becerileri üzerinde yalnızca basketbol antrenmanı kadar etkili olduğunu bulmuştur. Santos ve arkadaşları (2017) çalışmalarında, geç özelleşme prensiplerine dayalı farklı öğrenme antrenmanlarının basketbol becerileri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Taco Bell yetenek yarışması testi kullanarak yapılan ön test-son test değerlendirmelerinde, deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık bulmuşlardır ($p < 0,05$). Cohen's d değerleri yüksek ($d > 1,2-2,0$) olarak rapor edilmiş, bu da deney grubunun lehine önemli bir etki büyüklüğü olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar, farklı öğrenme antrenmanlarının basketbol becerilerine olumlu etkilerini vurgulayarak bulgularını desteklemişlerdir. Bu sonuçlar, çalışmanızın ön-son test değerlendirmeleri açısından benzer bir destek sağlamaktadır.

Çalışmamız da hızlı şut testi grup içi ön test ve son test ortalamaları incelendiğinde tüm grupların GG genotipine sahip sporcuların da ortalama değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilirken, RS6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir (Tablo 5). GG genotipi ile RS6265 polimorfizmi arasındaki genetik farklılıklar sporcuların şut performans yanıtlarında farklılık olduğunun bir göstergesidir. Fakat RS6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların örneklem yetersizliği farkın anlamlı olmasını etkileyebileceği düşünülmektedir. Küçük örneklem büyüklüğü, istatistiksel gücün düşük olmasına neden olabilir ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı çıkmasını zorlaştırabilir. Ayrıca literatürde Rs6265 gen polimorfizmine sahip bireylerin BDNF seviyesini baskılayarak azalmış serum düzeyinin stres ve anksiyeteye daha yatkın olabileceği ifade edilmiştir (Murer ve diğerleri, 2001; Gürpınar, vd., 2007; Sanhueza vd., 2016). Bu sebeple artan stres ve anksiyete seviyeleri, spor performansını da olumsuz

etkileyebilir. Yüksek stres seviyeleri, odaklanma ve dikkat üzerinde negatif etkiler yapabilir ve bu durum da test esnasında performans düşüşüne neden olabilir. Tüm gruplardaki GG genotipine sahip grupların ön-son test ortalamalarının da istatistiksel olarak fark çıkmasının sebebi uygulanan tüm antrenman programlarında ekstra şut çalışmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu durum BA grubunda yapılan teknik antrenmanlardan, BA+BTE grubunda hem fiziksel hem bilişsel yetenekleri üst düzeye çıkaran antrenman modeli olması, BTE grubunda bilişsel ve motor becerilerin gelişmesi ve bu egzersiz modelinin nöropilastiteyi arttırarak yeni becerilerin öğrenmesinde temel oluşturmamasından dolayı kaynaklanıyor olabilir. Literatür incelendiğinde basketbolcularda şut performansını inceleyen çalışmalar yer almaktadır. Fakat Rs6265 gen polimorfizmi olan sporcularda bu performansı araştıran çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu yüzden çalışmamız bu alanda yapılan ilk araştırmalardan olması nedeniyle literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir.

Yüksel ve arkadaşlarının (2016) yaşları 18 ve üzeri 30 gönüllü ile yaptıkları çalışmada 15 kontrol ve 15 deney grubu olmak üzere 2 gruba ayırdıkları basketbolculara core egzersizleri uygulatmışlardır. Çalışmalarında ön test – son test olarak basketbolcuların bir dakikalık iki sayılık ve üç sayılık şut isabet yüzdelerinde ön-test sonucunda grupXzaman etkileşiminde her iki grupta da anlamlı artış meydana geldiğini tespit etmişlerdir ($p<0,05$). Uzun ve Pulur (2019) genç basketbolcular da bölgesel şut antrenmanlarının şut performansına etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, 30 gönüllü sporcu sürekli şut antrenman grubu (deney) ve genel basketbol antrenman grubu (kontrol) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Her iki gruba da haftada 4 gün olmak üzere 10 hafta süreyle antrenman programı uygulanmıştır. Şut antrenman grubuna normal basketbol antrenmanlarına ek olarak şut antrenmanları verilmişken, kontrol grubuna sadece normal basketbol antrenmanları uygulanmıştır. Toplamda 10 haftalık süre boyunca her bir oyuncuya 2000 iki sayılık atış, 2000 üç sayılık atış ve Zig-Zag çalışması içinde 2000 atış (1000 iki sayılık ve 1000 üç sayılık) yapmaları sağlanmıştır. Araştırmacılar, çalışmanın sonunda beş farklı bölgede yapılan iki, üç ve Zig-Zag çalışmaları sırasında ön test sonuçlarında deney ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılık bulamamışlardır. Ancak son test sonuçlarına göre önemli farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, deney grubunun kendi içinde yapılan ön test-son test karşılaştırmalarında, tüm bölgelerde anlamlı farklılıkların ve bu farklılıkların bölgelere göre değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçların özel şut

antrenmanlarının sporcuların bölgesel şut performansını önemli ölçüde katkı sağladığını kanıtladığını ileri sürmüşleridir. Bu durum basketbolda şut antrenmanlarının bölgelere göre yapılmasının şut performansı açısından önemli olduğunu ve önerdiklerini ifade etmişleridir.

Mülazımoğlu (2012) çalışmasında, 13 genç erkek basketbolcu üzerinde yorgunluğun şut yeteneğine etkisini araştırmıştır. Yorgunluk seviyelerini belirlemek için 20 metre mekik koşusu kullanılmış ve orta ile yüksek yorgunluk seviyelerinde şut testi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, orta yorgunluk seviyesinde elde edilen şut puanı ile yüksek yorgunluk seviyesinde elde edilen şut puanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,01$). Araştırmacı, yorgunluğun sporcuların şut performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu vurgulamakta ve bu nedenle antrenman planlama ve maç stratejisi oluşturulurken sporcuların bireysel özelliklerinin dikkate alınmasının önemli olduğunu belirtmektedir. Bu bulgular, çalışmanın sonuçları ile uyumlu olarak sporcuların performansını etkileyen faktörlerin anlaşılmasına katkı sağlar.

Şut performanslarını genotip farklılıklarına göre inceleyen bir çalışma da Deveci ve arkadaşlarının (2020) Rs6265 polimorfizm ve karmaşık bir motor öğrenme uygulaması sırasında bu polimorfizmin Duyusal-motor entegrasyonu (SMI) üzerindeki rolünü araştırmışlarıdır. Araştırmacı gözetim altında sağlıklı 43 katılımcının 5 günlük basketbol atış egzersizleri programı BDNF genotiplerine göre iki gruba ayırmıştır. BDNF genotipine bakıldığında 1. grup Val66Val (GG) 26 kişiden 2. grup, Met aleli olan (GA) 17 kişiden oluşuyordu. 2. Grup 5. günde basketbol skorlarında daha düşük bir artışa sahip olduğu saptanmıştır. BDNF met alelin varlığı daha düşük bir öğrenme performansı ile ilişkilendirilmiştir. Bu polimorfizmi olan denekler, egzersizin sonuna kadar sürdürülemeyen motor öğrenmeyi gösterdiğini ileri sürmüşleridir. Araştırmacının bu bulguları çalışmamızın sonuçlarıyla paralellik göstererek destekler niteliktedir.

Literatürde ayrıca şut performanslarının çeşitli değişkenlerle ilişkini inceleyen çalışmalarda yer almaktadır. Dengenin ve şut performansının ilişkisi (Sadeghi, Shariat, Asadmanesh ve Mosavat, 2013), yorgunluk ve şut performans ilişkisi, motorik performans ve dikkat seviyeleriyle şut performansı arasındaki ilişki (Mülazımoğlu, 2012; Wilson, Vine ve Wood, 2009; Canlı, 2019), kuvvet antrenmanlarının şut

performansı ile ilişkisini (Struzik, Pietraszewski ve Zawadzki, 2014; oşkun, 1999) inceleyen çalışmalar yer almaktadır.

Çalışmamız da denge testi ön test ve son test ortalamaları incelendiğinde (Tablo 6) BA gurubunda hem GG hem GA genotipine sahip sporcuların statik denge sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu durum genetik farklılığın etkisinin olmadığı ve yapılan antrenmanların denge performansı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Aynı grubun dinamik denge test sonuçlarında ise normal sporcularda istatistiksel olarak anlamlı fark görünürken rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcularda ise istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p<0,05$). Bu bulgular rs6265 gen polimorfizmi olan grubun örneklem büyüklüğünden kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca GA genotipine sahip bireyler de motor becerilerin öğrenilmesini kısıtlamasından kaynaklanıyor olabilir. Düşük öğrenme kapasitesi test performansı etkilemiş olacağı düşünülmektedir (Deveci, vd., 2020). Ancak BDNF genotipi ile ilgili öğrenme aşamasına bağlı etkilerin varlığını ortaya koymak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Sasaki, Miyaguchi, & Onishi, 2022). BA+BTE grubunda sadece statik denge ve normal sporcuların skorları istatistiksel olarak farklı tespit edilirken, diğer geriye kalan normal ve rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların hem statik hem dinamik denge skorları arasında istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Bu durum genetik farklılığın sporcuların denge performansı üzerinde etkili olmadığı olasılığını düşündürmektedir. Yapılan egzersiz ve antrenmanların denge performansını geliştirme yetersiz kaldığı söylenebilir. BTE grubunda hem statik hem dinamik denge de GG genotipine sahip sporcuların skorları istatistiksel olarak anlamlı tespit edilirken, Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların sonuçları istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Bu durum genetik farklılıkların etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca beyin temelli egzersizlerin beyinde yeni sinir ağları oluşturmada etkili olmasına rağmen bu genotipe sahip sporcuların gelişimini baskılayabilir. RS6265 gen polimorfizmi, nöroplastisiteyi ve motor öğrenme süreçlerini olumsuz etkilediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu genetik varyasyon, beyindeki sinaptik bağlantıların güçlenmesini zorlaştırarak, denge gibi motor becerilerin geliştirilmesini engelleyebilir.

Literatürde ulaşılan çalışmalara göre Rs6265 gen polimorfizmine sahip basketbolcuların denge performanslarını inceleyen çalışmalara rastlanmadığı, sunulan bu çalışma ilk olma özelliği taşımaktadır. Bu sebeple literatüre katkı sağlayacağı

düşünülmektedir. Ayrıca sonuçlarımız literatürle tartışılmadan bulgularımız sunulmuştur.

Rs6265 gen polimorfizmi dikkate alınmadan Polonya da yapılan bir güncel bir çalışmada Kujach ve arkadaşları (2022) Judo antrenman programının yaşlılarda beyin ve kas fonksiyonlarını iyileştireceği ve periferik BDNF konsantrasyonunu yükseltebileceğini ileri sürmüşleridir. Araştırmacılar 12 haftalık judo antrenmanının (JEX) yaşlılarda bilişsel işleme ve kas fonksiyonu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Kırk katılımcı iki gruba ayrıldı: JEX grubu ve kontrol grubu (CTL). 12 haftalık JEX öncesinde ve sonrasında katılımcılar bir dizi fizyolojik ve psikolojik test gerçekleştirdi. Beyin kaynaklı nörotrofik faktörün (BDNF) periferik seviyesi analiz edildi. 12 haftalık bir JEX müdahalesi, Stroop "adlandırma" müdahalesine ilişkin yanıt süresinin kısaltılmasıyla yansıtılan Stroop performansının iyileşmesine yol açtı. Ayrıca BDNF'nin periferik konsantrasyonu, CTL grubuyla karşılaştırıldığında JEX'in ardından önemli ölçüde arttı. JEX'e yanıt olarak denge ve alt ekstremitte gücü önemli ölçüde arttı. Mevcut sonuçlar, JEX'in yüksek periferik BDNF ile gösterilen bilişsel işlevlerin yanı sıra denge ve güç yetenekleri üzerinde de faydalı etkileri olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Hareket ve biliş açısından olumlu etkilerin birleşimi, JEX'i yaşlanan nüfus için ideal bir önleyici yaşam tarzı değişikliği haline getirebileceğini ifade etmişlerdir. Literatürde yer alan bu çalışmayla bulgularımızın GG genotipine sahip sporcu gruplarının denge performansı bulguları ile paralellik göstermektedir ve destekler niteliktedir. Fişek (2019) erkek basketbolcularda sabit ve sabit olmayan zeminlerde yapılan denge antrenmanlarının denge ve pas performansını üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmaya, en az 3 yıldır basketbol oynayan 25 erkek basketbolcu katılmıştır. Sporcular, sabit olmayan yüzey (n=13) ve sabit yüzey (n=12) olarak homojen 2 gruba ayrılmıştır. Tüm sporcular haftada 4 gün 120 dk yaptıkları teknik ve kuvvet antrenmanlarına ek olarak, altı hafta süresince farklı yüzeylerde aynı denge antrenmanına katılmışlardır. Araştırmanın sonucunda basketbolculara sabit olmayan zeminde uygulanan denge antrenmanlarının, sabit zeminde uygulanan antrenmana göre denge ve pas performansının gelişimine katkısının daha fazla olduğu ileri sürmüştür. Araştırmacı bu durumun denge antrenmanlarının gelişime farklı düzeylerde etki etmesinin sebeplerini, adolesanlarda spinal ve supraspinal düzeydeki adaptasyon mekanizmalarının kas içi ve kaslar arası koordinasyon açısından daha iyi olmasından kaynaklandığını ileri sürmektedir. Ayrıca erken yaşta spora başlamanın ve

hareketleri sıkça tekrarlamamanın, sporcuların nörofizyolojik gelişimine olan katkısı (Yarrow ve ark., 2009) da gelişimde etken faktörlerden bir olarak değerlendirilebileceğini ifade etmektedir. Ayrıca, literatürde Akın (2015) ve Mülazımoğlu (2006) tarafından yapılan çalışmalarda, akut dönemde denge becerisinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ayrıca, Van Beurden ve diğerleri (2002) denge becerisi üzerine yapılan bir çalışmada, akut dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu rapor etmişlerdir. Literatürdeki bu çalışmalar bulgularımızı destekler niteliktedir.

Tomac ve arkadaşları (2012), Livonen ve diğerleri (2011), Sheikh ve diğerleri (2011), Yarımkaya ve Ulucan (2015), Altınkök (2006), Şen (2004), Gup ve diğerleri (2011), Demiral (2011), İri ve diğerleri (2009), Kaufman ve Schilling (2007) gibi araştırmacılar, denge becerisi testlerinde ön ve son test ölçümlerinde gelişme olduğunu ve son testlerde ortalama değerlerde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tespit etmişlerdir.

Ayrıca, life kinetik antrenmanlarının ritim, denge, reaksiyon, bağdaşım ve bazı bilişsel yetenekler üzerindeki etkilerini inceleyen Lutz (2014) çalışmasında, deney grubunun son test sonuçlarında ön testlere göre anlamlı iyileşme olduğu belirtilmiştir. Koç (2017) ise çocuklarla yaptığı çalışmada, zaman içinde gruplarda meydana gelen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve gruplar arasında zaman etkileşiminde anlamlı farklılıklar olduğunu rapor etmiştir. Bu durumun nedenini 12 haftalık süreçte önemli düzeyde gelişme olarak açıklamıştır. Yılmaz (2022) doktora tezi olarak yaptığı basketbolcular da life kinetik antrenmanlarının seçili bazı nörotrofik ve motorik özelliklerin etkisini incelemiştir. Çalışmasına 15 kontrol 15 deney grubu olarak 2 ye ayırdığı toplam 30 sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Her iki grupta basketbol antrenmanlarına katılım sağlamışlardır. Ancak deney grubundaki sporculara basketbol antrenmanından sonra 8 hafta boyunca 30 dakikalık Life Kinetik egzersiz programı uygulanmıştır. Araştırmacının sonuçlarına göre deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test Y Denge Testi skorları incelendiğinde, deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunduğunu rapor etmiştir. ($p<0.05$). Araştırmacı yapılan LK antrenmanlarından kaynaklandığını ileri sürmektedir.

Rehab (2017), yapmış olduğu beyin egzersizlerine dayanan çalışmasında deney ve kontrol grubunu kıyasladığında yaptığı çalışmanın deney grubundaki sporcuların

dengelerini geliştirdiğini bildirmiştir. Beyin temelli egzersiz programı uygulayan başka bir çalışmada Panse ve diğerleri (2018), deney grubundaki denge değerlerinin arttığını ve düşme riskini azalttığını bildirmiştir. Büyüktaş (2021), tenis sporcularından oluşan sporcular üzerine yapmış olduğu life kinetik egzersizlerinin denge skorlarında çalışma grubu lehine anlamlı bir artış olduğunu bildirmiştir. Mugan (2019), eskrim sporcuları üzerine yapmış olduğu çalışmada life kinetik egzersizlerinin denge üzerine etkisine bakıldığında deney grubundaki sporcularda baskın ayaklarındaki denge değerlerini arttırdığını bulmuştur. Life kinetik antrenmanları üzerine yapılan başka bir çalışmada Peker (2014), denge hata puanının azaldığını ve denge becerisinin arttığını bildirmiştir. Niznikowski ve diğerleri (2016), kadın futbolcuları, 12 hafta boyunca Life Kinetik Antrenmanı uygulayarak değerlendirmişlerdir. Baskın ve baskın olmayan bacakla gerçekleştirilen şut testleri sonucunda baskın olmayan bacakta anlamlı bir gelişme olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada Çoban (2019), Life Kinetik'in sporcuların dengelerini geliştirdiğini bildirmiştir. Literatürdeki bu çalışmalar Rs6265 gen polimorfizmini dikkate almadan normal genotip varsayımındaki katılımcılarla gerçekleştirilmiş olup bulgularımızdaki GG genotipine sahip sporcu gruplarının bulgularıyla benzerlik göstererek destekler niteliktedir.

Çalışmamızın bulgularını desteklemeyen çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Vural (2016) genç erkek basketbolcular da life kinetik antrenmanlarının denge, reaksiyon süresi ve dikkat üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmaya 32 genç erkek denek ile gerçekleştirmiştir. LK antrenmanı uygulanan 16 sporcuya 12 hafta süreyle haftanın ilk antrenmanında ısınma egzersizlerinin içerisinde 40 dakikalık LK antrenman programı uygulanırken kontrol grubundaki 16 sporcuya ısınma egzersizleri sırasında LK antrenmanı uygulaması yapılmamıştır. Denek ve kontrol grubunun denge skorları 12 haftalık LK programı başlamadan önceki ilk antrenmanın öncesinde ve program tamamlandıktan sonraki ilk antrenmanın öncesinde ölçüm yapmıştır. Sonuç olarak Life Kinetik antrenmanı yapan basketbolcuların denge skorunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Literatürde çalışmamız da kullandığımız denge ölçümünden farklı olarak başka bir ölçüm yöntemi kullanılan çalışma da Plisky, Rauh, Kamiski ve Underwood'un (2006) Y-Denge testi skorunda sağ ve sol bacak arasındaki skorun azaldığını ileri sürmüşleridir. Ayrıca kontrol ve deney gruplarında LK denge skorunu doğrudan geliştirmemekle birlikte sağ ve sol bacak arasındaki farkı ortadan kaldırdığını rapor

etmişlerdir. Bu çalışmaların bulgularımızla benzerlik göstermemesinin sebebi uygulanan antrenman içerikleri, süresi, yoğunluğu, örneklem büyüklüğü ve yaş faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamız da D2 dikkat testi ön test ve son test sonuçları incelendiğinde (Tablo 7) BA ve BA+BTE grubunda GG genotipine sahip sporcuların toplam madde ve toplam hata sonuçlarında istatistiksel olarak fark tespit edilirken, aynı grupların Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcularda istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$). D2 Dikkat testinde toplam madde puanı yüksek oluşu psikomotor hız ve seçici dikkat arasındaki dengeyi, performansın kaliteli oluşunu gösterirken toplam hata ise seçici dikkatin az olduğunu ve hata sayısının yüksek olması öğrenme güçlüğü, dikkat eksikliği, yönergelere uyumda zorlanmayı, görsel ayırım yapmada problemi gösterir. Bu durumun antrenman gruplarının dikkat seviyesini geliştirmede etkili olduğunu fakat genotip farklılığın bu gelişimi kısıtladığı anlamına gelmektedir. RS6265 gen polimorfizmi (Val66Met), beyin türevli nörotrofik faktör (BDNF) seviyelerini ve salgılanmasını etkilediği bilinmektedir. BDNF, sinaptik plastisite ve nörolojik adaptasyon süreçlerinde önemli bir rol oynar ve bu polimorfizmine sahip sporcular, sinaptik plastisitedeki azalma nedeniyle dikkat ve bilişsel performansta yeterli gelişimi gösteremeyebilirler. Ayrıca GG genotipine sahip sporcular, sinaptik plastisite ve nöroplastisite süreçlerinde daha iyi performans gösterebilirler. Bu dikkat ve bilişsel performansın iyileşmesini sağlayabilir. RS6265 gen polimorfizmine sahip sporcular ise bu nörolojik adaptasyon süreçlerinde dezavantajlı olabilirler. BTE grubunda toplam madde puanlarında hem GG hem GA genotipe sahip sporcuların bulgularında istatistiksel olarak anlamlı fark görünürken, toplam hata ön test ve son test skorlarında GG genotipindeki sporcuların sonuçlarında istatistiksel olarak fark tespit edilmezken, GA genotipine sahip sporcuların sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ($p<0,05$). Genel olarak BTE'nin her iki genotipli sporcularda da etkili olduğu söylenebilir. Bu durum beyin temelli egzersizlerin beyinde yeni sinir hücreleri ve bağlantıları sağlamasıyla genetik farklılığın önüne geçen etkili bir egzersiz modeli olduğu sonucuna varılabilir. BTE 'nin beynin her iki bölgesini de aktif kullanmaya zorlamasıyla beyindeki kan akışını ve BDNF seviyesini yükseltmesi, yüksek dikkat ve konsantrasyonun oluşmasına ve sürdürülmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Literatürde fiziksel aktivitenin ve farklı spor branşlarına özgü antrenmanların dikkat düzeyi üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar yer almasına rağmen (Asan, 2011; Azrin, Ehle ve Beaumont, 2006; Clikeman ve ark., 1999; Dereceli, 2011; Karaduman, 2004; Tunç, 2013), literatürde Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcularda dikkat düzeyini ölçen çalışmaya rastlanmadığı ve çalışmamızın ilk olma özelliği taşımasından dolayı farklı çalışmalar ile karşılaştırma ve değerlendirmeyi kısıtlamaktadır. Bu sebeple araştırmamızın literatüre katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Vural (2016) genç erkek basketbolcular da life kinetik antrenmanlarının dikkat düzeyleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmayı 32 genç erkek denek ile gerçekleştirmiştir. LK antrenmanı uygulanan 16 sporcuya 12 hafta boyunca haftanın ilk antrenmanında ısınma egzersizlerinin içerisinde 40 dakikalık LK antrenman programı uygulatmıştır. Kontrol grubundaki 16 sporcuya ısınma egzersizleri sırasında LK antrenmanı uygulaması yapılmamıştır. Life Kinetik antrenman grubunun gruplar arası kıyaslamasına bakıldığında dikkat testinde elde ettiği skorun kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Büyüктаş (2021), tenis sporcuları üzerine yapmış olduğu çalışma da deney grubuna Life Kinetik antrenmanı uygulamış ve dikkat skorlarına bakıldığında sonuç istatistiksel olarak bir fark bulmasa da deney grubunun dikkat testi skorları kontrol grubuna oranla arttığını bildirmiştir. Farklı bir araştırma da Matthias Grünke, öğrenme güçlüğü bulunan 9-12 yaş 35 öğrenciye uygulanan life kinetik egzersizlerinin çalışmamız da kullandığımız Brickenkamp'ın Dikkat Stres Testinin dikkatin % 6 arttığını tespit etmiştir. LK antrenmanı yapan deney grubunun son test dikkat puanları, ön test dikkat puanlarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu kontrol grubu sonuçlarının deney grubunu çok gerisinde kaldığı ifade edilmiştir. Yaşar ve arkadaşlarının (2018) okçuluk sporcularında LK antrenmanlarının dikkat, el ve göz koordinasyonu ve performans üzerine etkisi incelenmiş; d2 dikkat testinde toplam hata puanlarının gruplar arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmediğini rapor etmiştir (Yaşar vd.,2018). Araştırmacının sonuçları çalışmamız da ki BTE grubunun normal genotipli sporcularının ve BA+BTE deki rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların toplam hata puanında istatistiksel olarak fark tespit etmediğimiz bulgularla benzerlik göstermektedir ve destekler niteliktedir.

Peker (2017) Life kinetik antrenmanlarının 20 sağlıklı atletin gönüllü katıldığı bilişsel işlemler üzerine etkisi incelemiştir. Yaptığı çalışmada sporcular rastgele seçilerek 10 kontrol 10 deney atleti iki gruba ayırmıştır. Deney grubuna, atletizm antrenmanlarına ek olarak 12 hafta boyunca haftada 3 gün 30 dakikalık Life Kinetik çalışma programı uygulanmıştır. Kontrol grubu ise sadece atletizm antrenmanlarına devam etmiştir. Çalışma sonucunda, Life Kinetik antrenmanları yapan deney grubunun dikkat performansı son test sonuçlarında önemli ölçüde iyileşme gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$). Ancak kontrol grubu ile deney grubu arasında yapılan son test sonuçları karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$). Araştırmacı, bu bulgularıyla Life Kinetik antrenmanlarının dikkat performansı üzerinde olumlu bir etkisi olabileceğini öne sürmektedir. Ayrıca mevcut literatürdeki bilgilerle kendi çalışması arasında paralellikler olduğunu belirterek, Life Kinetik antrenmanlarının dikkat performansı üzerine olan etkilerini değerlendirmekte olduğunu ifade etmektedir.

Memmert (2009), üst düzey spor yapan bireylerin dikkatleri amatör düzeyde spor yapan bireylerden daha iyi olduğunu belirtmiştir. Kartal ve diğerleri (2016) eskrim yapan ve yapmayan çocukların dikkat düzeyleri üzerine yapmış oldukları çalışmada spor yapanların yapmayanlara oranla dikkat düzeylerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Aslan ve diğerleri (2020), spor yapma durumuna göre bireylerin dikkat düzeyini inlemişlerdir ve spor yapan bireylerin spor yapmayan bireylere göre dikkat düzeylerinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Atakurt ve diğerleri (2017), yaptıkları farklı bir çalışma da oryantiring eğitiminin dikkat ve bellek üzerine etkisini incelemiş ve sonuç olarak D2 testinin konsantrasyon bölümünde ön test, ara test ve son test karşılaştırmalarında giderek artan bir sonucun olduğunu tespit etmişlerdir.

Salihi (2022) tarafından yapılan araştırmada, takım sporları, mücadele sporları ve kış sporlarından toplam 55 sporcu üzerinde dikkat ve reaksiyon düzeyleri incelenmiştir. Katılımcıların d2 dikkat testi sonuçları, spor branşlarına göre değerlendirildiğinde, psiko-motor hız ve kavrama hızı-test performansı ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Sonuçlara göre, karate, kickboks, futbol, kayakla atlama, taekwondo ve alp disiplini branşlarında psiko-motor hızının basketbol branşından anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Futbol ve taekwondo branşlarının psiko-motor hız değerleri, kayakla atlama branşından daha

yüksektir. Ayrıca, taekwondo branşı, alp disiplini branşına göre daha yüksek psiko-motor hız değerine sahiptir. Kavrama hızı ve test performansı değerlendirildiğinde ise, karate, kickboks, futbol, kayakla atlama, taekwondo ve alp disiplini branşlarında basketbol branşına göre üstünlük olduğu belirlenmiştir. Özellikle futbol branşı, kavrama hızı ve test performansı açısından kickboks, kayakla atlama ve voleybol branşlarından daha yüksek değerlere sahiptir. Araştırmacı, spor branşları arasındaki bu farklılıkların sebebini açıklamamış ancak dikkat ve performans arasındaki ilişkiye vurgu yapmıştır.

Yıldırım (2023), voleybolcularda zihinsel ve Life Kinetik egzersizlerin dikkat ve konsantrasyon üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmada yer alan 66 voleybolcu, zihinsel antrenman grubu (Grup 1) (n=22), Life Kinetik antrenman grubu (Grup 2) (n=22) ve kontrol grubu (Grup 3) (n=22) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Voleybol antrenmanlarına ek olarak Grup 1'e 8 haftalık zihinsel antrenman programı, Grup 2'ye ise Life Kinetik antrenman programı uygulanmış; Grup 3 ise sadece voleybol antrenmanlarına devam etmiştir. Araştırma sonucunda, voleybolcuların 8 haftalık zihinsel ve Life Kinetik antrenman sürecinin ardından dikkat ve konsantrasyon düzeylerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubunda ise sadece ön test sonuçlarına göre 16. hafta ölçümleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Araştırmacı, bu bulgular doğrultusunda, düzenli ve planlı olarak uygulanan zihinsel ve Life Kinetik antrenmanların voleybolcularda dikkat ve konsantrasyon düzeylerini olumlu yönde etkilediğini ve Life Kinetik antrenmanların zihinsel antrenmanlara göre daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Araştırmamız da elde edilen sonuçlara bakıldığında literatürdeki sonuçlarla benzerlik gösterse de bazı parametrelerde farklılıkların olduğu görülmektedir. Sporcuların antrenman yılı, yaşı, farklı egzersiz ve antrenman modelleri kullanılması gibi farklılıklar sebebiyle sonuçların farklı olabileceği düşünülmektedir.

Reaksiyon, beyin tarafından kaslara giden bir uyarının sinir sistemi aracılığıyla merkezi sinir sistemine iletilmesi, burada hareket için karar alınması ve ardından bu kararın sinir yoluyla kaslara iletilerek kasların harekete geçmesi sürecidir (Gündüz, 1998). Layton (1991) tarafından belirtildiği üzere, reaksiyon süresi, müsabaka sırasında hızla harekete geçirilen becerilerin performans artışında kritik bir rol oynar. Bu nedenle, basketbolcuların performansını önemli ölçüde etkileyebilir. Bu bağlamda,

sporcuların diğer becerilerle birlikte reaksiyon sürelerinin de geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Çalışmamız da reaksiyon testi ön test ve son test sonuçlarına bakıldığında (Tablo 8) sadece BA yapan grupta hem GG hem GA genotipine sahip sporcuların ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$). BA+BTE ve BTE grubunda hem GG hem GA genotipine sahip sporcuların ön test ve son test değerlerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu bulgular basketbol antrenmanlarının genetik çeşitlilik fark etmeksizin reaksiyon sürelerini geliştirmede etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir. BA+BTE ve BTE grubunun da yapılan antrenmanların genotip farklılık gözetmeksizin etkili olduğu özellikle beyin temelli egzersizlerin etkili olduğu her iki grupta da tespit edilmiştir. Beyin temelli egzersizlerin içerisindeki karmaşık hareketler ve egzersizlerde kullanılan fit light ekipmanının reaksiyon süresini geliştirdiği düşünülmektedir. Reaksiyon süresi bulgularımız da genetik farklılığın değil antrenman modellerinin etkileri daha ön plana çıkmaktadır. Çünkü BA grubunda da her iki genotipte farklılık gözlemlenmezken diğer iki grupta da istatistiksel fark tespit edilmiştir. Burada genetik farklılığın performans üzerine etkisinden daha çok antrenman modelinin etkisi ön plana çıkmaktadır.

Literatür incelendiğinde Yılmaz (2022) basketbolcular da life kinetik antrenmanlarının seçili bazı nörotrofik ve motorik özelliklerin etkisini incelemiştir. Çalışmaya 15 kontrol 15 deney grubu olarak 2 ye ayırdığı toplam 30 sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Her iki grupta basketbol antrenmanlarına katılım sağlamışlardır. Ancak deney grubundaki sporculara basketbol antrenmanından sonra 8 hafta boyunca 30 dakikalık Life Kinetik egzersiz programı uygulanmıştır. Araştırmacının sonuçlarına göre deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test reaksiyon testi skorları incelendiğinde, deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunduğunu rapor etmiştir. ($p<0,05$). Araştırmacı elde edilen bulguların uygulanan Life Kinetik Antrenmanlarında görsel ve işitsel komutlar ile yapılan uygulamaların olmasına, buna bağlı olarak da Life Kinetik Antrenmanlarının basketbol sporcularında reaksiyonu geliştirdiğini ileri sürmektedir. Hassan, Alhumaid ve Hamad (2022)'ın yapmış oldukları güncel bir çalışma olarak basketbol oyuncularının görsel tepki süresi hızı ve top sürme becerisine fit light antrenman sistemi ile reaktif çeviklik egzersizlerinin etkisini incelemiştir.

Çalışmaya 20 basketbolcu (10 kontrol 10 deney) gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre değiştirilmiş çeviklik *t* testi (%11; $p = 0,001$), hem sağ hem de sol el için artan görsel reaksiyon süresi hızı (%23-31) ve gelişmiş top sürme becerileri (%19); Fitlight reaktif çeviklik yazılımını kullanan deney grubu için $p = 0,001$ tespit etmişleridir. Sonuçlar ayrıca deney grubunun becerilerinin kontrol grubuyla karşılaştırıldığında arttığını ileri sürmüşlerdir. Değişkenlikteki farklılığın deney grubu lehine %6 ila %14,1 arasında ortaya çıktığını ifade etmişleridir. Araştırmacılar bu nedenle fitlight reaktif çeviklik antrenmanının basketbol oyuncularının fiziksel, görsel ve beceri yeteneklerini geliştirmek için etkin bir şekilde kullanılması gerektiğini önermektedirler. Badau ve arkadaşlarının (2022) Fitlight teknolojisini kullanarak özel egzersizler ve bazı uyarlanmış testlerden oluşan 6 haftalık bir deneysel program uygulayarak, hentbol, basketbol ve voleybol oyuncularında periferik (tek taraflı ve çift taraflı) görmenin görsel uyaranlara verilen manuel reaksiyon süresi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmaya üç takım sporundan 412 oyuncu (212 erkek- %51,5; 200 kadın- %48,5) dahil edildi: basketbol- 146 (%35,4), hentbol- 140 (%40) ve voleybol- 126 (%30,6). Altı hafta boyunca gerçekleştirilen deneysel program, çalışmaya katılan tüm hentbol, basketbol ve voleybolcular için aynıydı; haftada iki eğitim seansı yapıldı ve her seans 30 dakika sürdü; Periferik görmeyi içeren görsel uyaranlara manuel reaksiyon süresinin iyileştirilmesi için 15 egzersiz kullanıldı. Varyans Analizi (ANOVA) aracılığıyla, hentbol, basketbol ve voleybolcu örneklerinin aritmetik ortalamaları arasında ve ayrıca cinsiyet (erkek ve kadın) genel örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit etmişleridir $p = 0,000$. Erkek ve kadın hentbol örnekleri, tek taraflı sağ görsel uyaranla Reaksiyon süresi testi (30 sn) ve tek taraflı sol görsel uyaranla Reaksiyon süresi testinde (30 sn), periferik görüşü içeren görsel uyaranlara manuel reaksiyon süresinde en büyük ilerlemeyi elde ettiklerini ifade etmişleridir. Genel örneklem ayrıca erkek ve kadın basketbol örneklerinden oluşurken, iki taraflı görsel uyaranlarla Reaksiyon süresi testi (30 sn) ve altı Fitlight ile Reaksiyon süresi testi (1 dk) için; erkek ve kadın voleybol örnekleri, hentbol ve basketbol gruplarına kıyasla tüm testlerde en düşük ilerlemeyi kaydetmişleridir. Araştırmacıların sonuçlarına göre, bu çalışmanın dört testinin tamamında kadın katılımcılar reaksiyon süresinde erkek gruplara göre daha fazla ilerleme kaydetti. Uygulanan deneysel program, Fitlight teknolojisinin kullanılması ve tüm araştırma örnekleri için çevresel görüşün dahil edilmesi sayesinde

görsel uyaranlara manuel reaksiyon süresinde bir iyileşmeye yol açtığını ifade etmişlerdir. Çalışmanın bulguları reaksiyon süresini geliştirme açısından çalışmamızın bulgularıyla paralellik göstererek destekler niteliktedir. Vural (2016) genç erkek basketbolcular üzerine yapmış olduğu çalışmada deney ve kontrol grupları oluşturmuştur. Deney grubuna 3 ay süresince LK antrenmanı yaptırılmıştır. Sonuç olarak deney grubunun reaksiyon skorları kontrol grubuna oranla anlamlı düzeyde daha kısa bulmuştur. Başka bir çalışmada Mugan (2019), eskrim sporcularına uyguladığı Life Kinetik uygulamalarının sporcuların reaksiyonlarını geliştirdiği bildirilmiştir. Büyüктаş (2021), tenisçilere uyguladığı life kinetik egzersizlerinin reaksiyon süresini istatistiksel olarak geliştirdiğini bulmasa da life kinetik egzersizlerinin sporcuların reaksiyonlarını yüzdelik değişim olarak geliştirdiğini bildirmiştir. Büyükyazı ve Tatar (2004), düzenli egzersiz yapan erkeklerin reaksiyon zaman düzeylerini sedanterler ile karşılaştırdığı çalışmada düzenli egzersiz yapanların, sedanterlerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha kısa reaksiyon zamanı ortalamasına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Alpkaya ve Mengütay (2004), yapmış oldukları fiziksel aktivitenin reaksiyon süresine etkisi adlı çalışmada 10 haftalık fiziksel aktivitenin reaksiyon sürelerini geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Literatür incelendiğin de belirli bir süre uygulanan egzersiz ve antrenmanların reaksiyon süresini kısalttığı yönünde bulgular içermektedir. Bu bilgiler ışığında çalışmamızın bulguları literatür ile paralellik göstermektedir. Fakat literatür de çalışmamızı desteklemeyen araştırmalar da yer almaktadır.

Audiffren ve arkadaşlarının (2008) yaptığı çalışmada, akut aerobik egzersizin ve bilgiyi işleme süreçlerinin iki seçimli reaksiyon süresi performansı ile olan ilişkisi incelenmiştir. Bu araştırmada, 17 katılımcının egzersiz öncesi, egzersiz sırasında ve egzersiz sonrasındaki reaksiyon süreleri ölçülmüştür. Sonuçlar, akut aerobik egzersizin reaksiyon süresi performansını azaltmadığını, aksine artırdığını ve uyarılma düzeyi ile aktivite arasında bir bağlantı olduğunu göstermiştir. Reddy ve arkadaşları (2014), atletlerde akut egzersizin reaksiyon süresine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, 28 katılımcıdan oluşan deney grubuna bisiklet ergonometrisi kullanılarak anaerobik yorgunluk uygulanmış, kontrol grubuna ise yorgunluk protokolü uygulanmamıştır. Anaerobik yorgunluk sonrasında yapılan reaksiyon süresi ölçümlerinde, deney grubunun yorgun olmayan kontrol grubuyla arasında reaksiyon süresi performansı

açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Salihi (2022) spor branşlarının dikkat ve reaksiyon düzeylerini inceleyen çalışmasında araştırmaya takım sporları, mücadele sporları ve kış sporlarından toplam 55 sporcu katılmıştır. Araştırmanın bulgusuna göre, katılımcıların reaksiyon test sonuçları branşlarına, spor türlerine, psikomotor hız, toplam reaksiyon süresi ve reaksiyon ortalama süresi göre incelendiğinde; istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmemiştir. Genç (2019) tarafından yapılan çalışmada benzer bulgular yer almaktadır. Yaptıkları çalışma sonucunda kontrol ve deney gruplarının reaksiyon zamanı ve psikomotor hız değerlerinde herhangi bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Bu araştırmalar çalışmamızın bulgularını desteklememektedir. Bu durum kullanılan test yöntemleri ve protokollerden, sporcuların farklı yaş gruplarından olması, egzersiz türü ve şiddetinin değişiklik göstermesinden kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca örneklem grubu farklılığından da kaynaklandığı düşünülmektedir

Literatürde yapılan çalışmalardan elde edilen bulgulara göre, spor branşları arasında reaksiyon zamanları üzerine karşılaştırmalar yapılmıştır. Gürsoy ve diğerleri (2017) tarafından futbolcuların, güreşçi ve atletlerden daha iyi reaksiyon zamanına sahip olduğu bulunmuştur. Savaş ve Uğraş (2004) tarafından boks, tekvando ve karate sporcularının reaksiyon zamanları incelenmiş; boks sporcularının görsel ve işitsel reaksiyon zamanlarında belirgin farklılıklar olduğu, tekvando sporcularının her iki reaksiyon zamanında farklılık olmadığı, karate sporcularının ise sadece işitsel reaksiyon zamanında farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Günay ve diğerleri (2011) tarafından voleybol ve tenis oyuncularının reaksiyon test sonuçları ve psikomotor hız değerleri arasında benzerlikler bulunduğu ve bu benzerliğin her iki spor dalının da hızlı uyaranlara hızlı tepki verme gerekliliğinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Aksoy (2012) tarafından yapılan çalışmada ise güreş, voleybol ve futbol sporlarıyla ilgilenen katılımcıların reaksiyon zamanları incelenmiş; güreşçi ve voleybolcular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, futbolcular ile diğer spor branşları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, literatürdeki diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (örneğin Dawranche vd., 2006; Ün ve Erbahçeci, 2001; Hasdemir vd., 2003; Collardeau vd., 2001; Aşçı, 2013; Reimersa ve Maylora, 2011).

Çalışmamız da birim antrenman serum BDNF düzeyleri incelendiğinde (Tablo 9) ilk antrenman ve son antrenman ön-son test değerlerinde tüm gruplarda GG genotipine sahip sporcuların değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). BA grubunda ilk antrenman öncesi ve sonrası karşılaştırmalarda Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporların değerlerinde istatistiksel olarak fark tespit edilmezken, aynı grubun son antrenman ön-son test değerlerinde fark tespit edilmiştir. BA+BTE ve BTE gruplarının Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların hem ilk antrenman hem son antrenman ön-son test değerlerinde istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Bu durum tek bir antrenmanın bile üç grupta da GG genotipine sahip sporcularda BDNF serum düzeyini arttırdığını göstermektedir. BA grubunda rs6265 polimorfizmi olan sporcuların ilk antrenman ön test ve son test değerleri arasında fark tespit edilmezken son antrenmanın öncesi ve sonrasındaki değerlerinin değişmesi kronik olarak devam eden antrenmanların sonucunda uzun dönemde etkisini gösterdiği görülmektedir. Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların birim antrenmanda dahil istatistiksel fark görülmemesinin sebebi gen bölgesindeki ekspresyonun kan akışını baskılamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu polimorfizm, pro-BDNF'nin hücre içi paketlenmesini ve aksonal taşınmasını etkileyerek nöronlarda BDNF üretimini ve salgılanmasını azaltır. Bunun sonucunda sinapstaki BDNF'in aktiviteye bağlı salgılanması da azalır ve hücre içi trafiği etkilenir (Egan ve ark., 2003; Chen ve ark., 2004). Ayrıca bu polimorfizme sahip sporcularda fark tespit edilememesinin sebebi BDNF'nin egzersiz, yaş, stres, psikiyatrik bozukluklar ve nörodejeneratif hastalıklar ile değişiklik gösterdiğinden kaynaklanıyor olabilir (GeneCard, 2020).

Çalışmamız da 12 haftalık antrenmanların serum BDNF düzeyleri ön test ve son test ortalamaları incelendiğinde (Tablo 10) BA, BA+BTE ve BTE grupların GG genotipine sahip sporcularda istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmişken, RS6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Bu durum GG genotipine sahip sporcuların oluşturduğu gruplarda uygulanan antrenman ve egzersizlerin uzun dönemde düzenli çalışmaların etkili olduğunu göstermektedir. Bu durumun aksine GA genotipine sahip sporcular için aynı durumun söz konusu olmadığı görülmektedir. GG genotipinde, BDNF'nin hücre dışına salgılanması ve taşınmasında daha etkili olabilir. RS6265 polimorfizmi, BDNF'nin salgılanmasını ve taşınmasını engelleyerek serum seviyelerinin anlamlı düzeyde artmasını zorlaştırabilir. Ayrıca RS6265 polimorfizmi, BDNF reseptörlerinin

duyarlılığını da etkileyebilir. Bu durum, BDNF'nin fizyolojik etkilerini azaltarak serum düzeylerindeki artışı sınırlayabilir ya da GG genotipine sahip sporcular, antrenman programına daha yüksek motivasyonla ve uyumla katılım sağladığından kaynaklanıyor olabilir. RS6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların ise motivasyon eksikliği veya düşük uyum nedeniyle antrenmanların etkilerini tam olarak yansıtamadığı düşünülmektedir. BDNF'nin vücutta ki seviyesi ve polimorfizm daha çok psikiyatrik bozukluklar (şizofreni, bipolar bozukluk, obsesif kompulsif bozukluk) ve nörodejeneratif hastalıklar (Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı, prion hastalığı, motor nöron hastalığı, huntington hastalığı, spinoserebellar ataksi ve spinal müsküler atrofi) ile ilişkilendirilse de yapılan antrenmanlar ve egzersizlere yanıtları kısıtlı olduğu ve performans açısından değerlendirildiğinde GG genotipine göre daha az etkin olduğu ifade edilebilir.

Literatür incelendiğinde çalışmamızın bulgularını destekler nitelikte araştırmalar yer almaktadır. Fakat literatürde ulaşılan çalışmalar arasında Rs6265 gen polimorfizmine sahip basketbolcuların serum BDNF düzeyini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden çalışmamızın bulguları alanda yapılan ilk çalışmalar arasında yer alarak literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir

BDNF rs6265 gen polimorfizmi literatürde daha çok bilişsel performans ile ilişkili araştırmalar yer alsa da sportif performansla da ilişkili olabileceği ve belirli branşlarda bir biyobelirteç olabileceğini destekleyen görüşler de mevcuttur (Ulucan, 2016b). Bu görüşü destekler nitelikte olan Bulğay ve diğerleri, (2020b) tarafından yapılan derleme çalışmasında, farklı branşlarda ve değişen egzersiz türlerinin BDNF serum seviyesini farklılaştırabileceği bildirilmiştir. Bu bulguya benzer Öztasyonar (2017) da koşucular, tekvandocular, boksörler ve sedanter olarak 4 gruba ayrılan sporcuların ve sedanter bireylerin antrenman sonrası BDNF serum seviyeleri karşılaştırılmış, sporcuların sedanter bireylere göre BDNF serum seviyesinin daha yüksek oranda olduğunu bildirmiştir. Farklı spor branşları karşılaştırıldığında ise BDNF serum düzeyi sırasıyla; tekvandocular, boksörler, orta ve uzun mesafe koşucuları olarak sıralanmaktadır. Gökçe ve arkadaşları (2020) açık ve kapalı beceri egzersizlerinin serum BDNF düzeyine etkisini incelemişleridir. Egzersizin serum düzeyine etkisini olup olmadığı ile ilgili yapılan bu araştırmada, açık beceri egzersizi olarak eskrim (n=18), kapalı beceri egzersizi olarak yüzme (n=18) ve kontrol grubunda sedanterler (n=18) yer almıştır. Gruplar arasında anlamlı bir fark görülmemesine rağmen, akut egzersiz

sonrasında sporcu gruplarda BDNF serum seviyesinin daha fazla yükseldiği bildirilmiştir. Araştırmacılar BDNF' nin spor gruplarındaki artışı genel olarak bilişsel işlevleri geliştirmek için egzersizin önemine işaret ettiğini ileri sürmüşleridir. Sedanter grupta BDNF düzeyinin egzersizle düşüşü, egzersizin sedanterler için bir stress faktörü olmasıyla açıklanabileceğini ve stres durumunda artan kortizolün, BDNF ile negatif ilişki gösterdiğinin bilinmesiyle ilişkisi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu bulguya benzer başka bir araştırmada Hung ve arkadaşları (2018) üniversite öğrencilerinde açık beceri ve kapalı beceri antrenmanlarının BDNF serum seviyesi üzerindeki etkilerine bakılmış ve 5 dk. ısınmadan sonra 30 dk. badminton veya koşu antrenmanı uygulandığında, badminton oynayan bireylerin BDNF serum seviyelerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar BDNF ve yürütücü işlev üzerindeki göreceli faydalarını destekleyen ön kanıtlar sağladıklarını ifade etmişleridir. Ayrıca bu sonuçlar tek bir egzersiz seansının bile serum düzeyini etkilediğini göstermektedir. Bu bulgular çalışmamızın birim antrenman da elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstererek destekler niteliktedir. Ayrıca Griffin ve diğerleri (2011), sadece kronik egzersizin değil aynı zamanda akut egzersizinde, serum BDNF konsantrasyonunu arttırdığına dair bulgular sunmuşlardır. Birinci (2021), Veteran masa tenisi sporcularına uygulamış olduğu % 70-75 şiddetinde akut egzersiz sonrası BDNF değerlerinde anlamlı artış olduğunu bildirmiştir.

Yılmaz (2022) basketbolcular da life kinetik antrenmanlarının seçili bazı nörotrofik ve motorik özelliklerin etkisini incelemiştir. Çalışmaya 15 kontrol 15 deney grubu olarak 2 ye ayırdığı toplam 30 sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Her iki grupta basketbol antrenmanlarına katılım sağlamışlardır. Ancak deney grubundaki sporculara basketbol antrenmanından sonra 8 hafta boyunca 30 dakikalık Life Kinetik egzersiz programı uygulanmıştır. Araştırmacının sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki katılımcıların ön test ve son test BDNF değerleri incelendiğinde, deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Deney grubundaki sporcuların ön test BDNF değeri 2.61 ± 1.68 ng/mL iken son test ölçümlerinde 4.48 ± 1.36 ng/mL' ye ulaşmıştır. Kontrol grubundaki sporcuların ön test BDNF değeri ise 2.04 ± 1.24 ng/mL iken son test değeri 2.03 ± 1.34 ng/mL olarak bulunmuş olup anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmacının bulgularıyla çalışmamızın sonuçları paralellik göstererek destekler niteliktedir.

Arık (2019) Elit kickboks sporcularında kümülatif kafa travmasının bilişsel fonksiyonları ve nörotrofik faktörler üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada 15-25 yaş aralığında en az iki yıldır düzenli antrenman yapan 15 adet elit kickboksçu 15 sağlıklı sedanter toplam 30 erkek gönüllü bireyler karşılaştırılmıştır. Araştırmacı serum BDNF ve VO2max değerleri kickboksçularda sedanterlere göre yüksek olduğunu rapor etmiştir ($p<0.05$). Anaerobik güçleri ve plazma BDNF seviyeleri gruplar arasında farklı değildi ($p>0.05$). Sonuç olarak, tekrarlayan kafa travmalarına maruz kalan kickboksçularda sürekli kafaya darbe almak beyin hasarına neden olabilir, fakat bilişsel fonksiyonları etkileyecek seviyede değildir. Kickboks bir dövüş sporu olsa da yoğun antrenmanları sebebiyle CTSB ve BDNF'nin yükselmesini sağlayarak öğrenme, hafıza gibi bilişsel fonksiyonları olumlu yönde etkileyebileceği ileri sürmektedir. İpekten 'in (2018) amatör futbolcular üzerinde yapmış olduğu nörotrofik faktörler ve miyokinlerle ilişkisini incelediği çalışmada; 20-25 yaşları arasında en az iki yıldır düzenli antrenman yapan 15 amatör futbolcu ve 15 sedanter birey yer almıştır. Araştırmacının bulgulara göre, futbolcuların aerobik ve anaerobik performans değerlerinin sedanterlere kıyasla daha yüksek olduğu belirlemiştir. Ayrıca, bilişsel fonksiyon testlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, futbolcularda serum BDNF seviyelerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı sonuç olarak, sporcularda tekrarlayan topa kafa ile vurma beyin hasarına neden olabilir ancak bu hasar bilişsel fonksiyonları etkileyecek düzeyde olmadığını ileri sürmektedir. Yine futbolcular üzerine Tobakçal'ın (2019) çalışmasında, futbol geçmişi en az 6 yıl olan 18-23 yaş aralığındaki 20 elit sporcu rastgele iki gruba (HIIT ve Antrenman Grubu) ayrılmıştır. Çalışma sonucunda, BDNF değerleri açısından gruplar arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen, her iki grupta da antrenman öncesine kıyasla BDNF değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Araştırmacı, HIIT antrenmanının sporcuların performans ve bilişsel fonksiyonlarını normal antrenmana göre daha olumlu etkilediğini ve bu nedenle futbolcularda normal antrenmana ek olarak HIIT programlarının uygulanmasının önerilebileceğini ifade etmektedir. Schor ve diğerleri (2019), Brezilya ulusal judo ekibi sporcuları üzerinde yaptıkları çalışmada, judo egzersiz seansı (Randori) ile maksimum artımlı rampa testi (MIRT) öncesi ve sonrası plazma BDNF seviyelerini karşılaştırmışlardır. Sonuçlar, Randori ve MIRT sonrasında hem erkeklerde hem de kadınlarda plazma BDNF seviyelerinde önemli bir artış olduğunu göstermiştir. İki

egzersiz uyarıcısı karşılaştırıldığında, Randori'den sonra BDNF seviyelerinde daha büyük bir artış gözlemlenmiştir.

Bir başka araştırmada Dinçer (2011) tarafından yürütülen bir araştırmada, 20 profesyonel kadın voleybolcu ve 20 sedanter kadın bireyden oluşan kontrol grubu üzerinde çalışma yapılmıştır. Profesyonel voleybolcular, voleybol branşında yoğun antrenman yapılan genel ve özel hazırlık dönemleri ile maç öncesi ve sonrasında BDNF düzeylerini değerlendirmek amacıyla kan örnekleri vermiştir. Kontrol grubu için de aynı ölçümler bir kez voleybolcuların ölçümleri tamamlandıktan sonra uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, voleybolcuların genel ve özel hazırlık dönemleri öncesi ve sonrasında BDNF değerlerinde düzenli ve uzun süreli egzersiz yapmanın etkisiyle anlamlı bir yükselme olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). Müsabaka öncesi ve sonrası serum düzeyleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmediğini rapor etmiştir. Bu bulgular çalışmamızın Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların tüm gruplardaki ilk antrenman öncesi ve ilk antrenman sonrası, son antrenman öncesi ve sonrası BDNF serum düzeyi sonuçlarının istatistiksel olarak fark tespit edilmediği sonucuyla paralellik göstererek destekler niteliktedir. Aynı durum 12 haftalık kronik egzersizler sonucu GA genotipine sahip sporcu grupların bulgularıyla da paralellik göstermektedir.

Correia ve diğerleri, (2011) tarafından sprinterler üzerine yapmış olduğu çalışmada sedanter, ulusal ve uluslararası düzeyde sprinterler olmak üzere 3 farklı grubun BDNF konsantrasyonunu incelemiş ve uluslararası düzeydeki sprinterlerin ulusal düzeydeki sprinterlere göre daha yüksek değerlere sahip olduğunu ve ulusal düzeydeki sprinterlerinde sedanter grubuna göre BDNF konsantrasyonunun daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Zoladz ve diğerleri (2008), tarafından 5 haftalık dayanıklılık antrenmanına katılan 13 birey üzerinde yapmış oldukları çalışmada plazma BDNF konsantrasyonunu ölçmüşlerdir ve plazma BDNF konsantrasyonunu antrenman sonrası son testte büyük bir artış tespit etmişlerdir.

Egzersiz ve BDNF ile ilgili çalışmalar birbirinden farklı görüşlere de rastlanmaktadır ve çalışmamızın bulgularını desteklemeyen araştırmalar da yer almaktadır.

Serdar (2021), akut interval antrenmanın kadın futbolcularda serum Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) ve kortizol seviyelerine olan etkisini araştırmıştır. Çalışmada, 25 kadın futbolcudan antrenmana başlamadan önce, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra olmak üzere üç farklı zaman diliminde kan örnekleri

alınmıştır. Kadın futbolcuların serum BDNF seviyeleri sırasıyla ilk kan alımında 4,16 (ng/ml), antrenman sonrasında 5,78 (ng/ml) ve 24 saat sonrasında 4,48 (ng/ml) olarak ölçülmüştür. Araştırmacı, bu değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını rapor etmiş ve bu durumun antrenmanın tipi, süresi ve şiddetinin etkilerinden kaynaklandığını öne sürmüştür. Farklı egzersiz protokolleriyle BDNF ve kortizol seviyelerinin araştırılmasının önemli olduğunu belirtmiştir.

William ve Ferris (2012) de yapmış oldukları çalışmada aerobik egzersiz programının BDNF düzeyini arttırmadığını belirtmişlerdir. Kim (2016), deney ve kontrol grubu olan çalışmada deney grubunu haftada 18 saat ve 3 yıldan fazla masa tenisi sporculardan oluşturmuştur. Düzenli olarak spor yapan sporcuların bazal BDNF düzeyinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu belirtmiştir. Başka bir çalışmada ise Ozan ve arkadaşları, (2022) tarafından yapılan çalışmada sporcu ve sedanterlerin BDNF seviyelerini antrenman öncesi ön test ve antrenman sonrası son test şeklinde incelemiş ve sonuç olarak sedanter grubun serum BDNF seviyesinde % - 3.6 azalma tespit etmişlerdir. Öte yandan sporcu grubunun serum BDNF değerlerinde % 21.9 artışın olduğunu bildirmişlerdir.

Tobakçal (2019), elit erkek futbolcularda yapılan 6 haftalık antrenmanın Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) seviyelerinde anlamlı bir artışa neden olduğunu belirtmiştir. Ancak kontrol ve deney grupları arasında bu artışın istatistiksel olarak farklılık göstermediğini ifade etmiştir. Çalışmaya katılan futbolcuların elit seviyede olmalarının, başlangıçta yüksek BDNF düzeylerine sahip olmalarının bu sonucu etkilediğini belirtmiştir. Schmolesky ve diğerleri (2013), %60 ve %80 kalp atım hızlarında yapılan aerobik egzersizin BDNF seviyelerini etkilemediğini, bu etkinin görülebilmesi için farklı egzersiz türlerinin gerektiğini ifade etmişlerdir. Wagner ve ekibi, bisiklet ergometresi eğitimi sırasında Egzersiz Grubu'nun başlangıçtaki BDNF seviyelerinin sabit kaldığını ve egzersiz sonrasında azaldığını öne sürmüşlerdir. Ayrıca, genç hareketsiz öğrenciler üzerinde yürüme, koşma ve bisiklet sürmekten oluşan 8 haftalık aerobik bir eğitim programının periferik serum BDNF konsantrasyon seviyelerini önemli ölçüde etkilemediğini rapor etmişlerdir. (Goekint vd., 2010). Araştırmacıların bu sonuçları ile çalışmamızın Rs6265 gen polimorfizmi olan sporcuların sonuçları paralellik gösterse de GG genotipine sahip sporcuların sonuçlarıyla benzerlik göstermemektedir. Bu sonuçların branş, yaş, sağlık durumu ve hastalık, ölçüm yöntemindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi cinsiyet

farklılıklarından da kaynaklanıyor olabilir. Yapılan antrenmanın tipi, yüklenme şiddetleri ve sürelerinde de kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca Walsh ve arkadaşlarının (2016) da ifade ettiği gibi egzersiz sırasında kullanılan kas kütlesi miktarının nörotrofin seviyelerine etkisi olabileceğini belirtmiştir. Çalışmaya katılan Rs6265 gen polimorfizmine sahip basketbolcuların kas kütlesi miktarının az olabileceği ve bu durumun da BDNF salınımını etkileyebileceği söylenebilir.

Sunulan bu çalışmada grup içi ön test- son test ortalamalarının literatürle tartışılmasından sonra gruplar arası ön test-son test karşılaştırmaların bulgularına yer verilmiştir.

Çalışmamız da GG genotipine sahip sporcu gruplarının basketbol beceri testi ön test sonuçları incelendiğinde (Tablo 11) BA- BA+BTE ve BTE grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken; son testlerinde BA- BA+BTE ve BTE istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir($p<0,05$).

Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde ise BTE grup ortalamasının BA+BTE grubuna nazaran ortalama değerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Gruplar arasındaki bu istatistiksel farkın BTE grubundaki yapılan karmaşık ve beceri öğrenimine katkı sağlayan alıştırmaların yer almasından kaynaklanıyor olabilir.

Tablo 12’de RS6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların gruplar arası basketbol beceri testi sonuçları incelendiğinde BA- BA+BTE ve BTE grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken; son testlerinde BA- BA+BTE ve BTE istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir($p<0,05$).Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde ise BA grup ortalamasının hem BA+BTE hem BTE grup ortalama değerlerinden yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$) Bu durum polimorfizmi olan sporcuların en iyi BA grubunda olduğunu performans olarak değerlendirildiğin de bu polimorfizmi olan sporculara BA yaptırmanın daha etkili olacağı düşünülmektedir.

Tablo 13’te GG genotipine sahip sporcuların gruplar arası hızlı şut testi ön-son test değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Tablo 14’te RS6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların gruplar arası hızlı şut testi ön-son test değerleri incelendiğinde BA- BA+BTE ve BTE grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir($p<0,05$). Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde ön-son test değerlerinde ise BA grup ortalamasının sırasıyla BA+BTE ve BTE grup ortalama değerlerinden yüksek olduğu ve istatistiksel olarak

anlamli farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Her ne kadar bu polimorfizme sahip sporcuların grup içi değerlerinde istatistiksel olarak fark tespit edilmese de içlerinde en iyi gelişim gösterenlerin sıralaması $BA>BA+BTE>BTE$ şeklinde sıralanmaktadır. Tablo 15 ve 16 da GG ve GA genotipine sahip grupların hem statik hem dinamik denge performanslarının gruplar arası ön-son testleri arasında istatistiksel olarak anlamli farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Bu durum grup ve genotip farklılık ayırt etmeksizin yapılan antrenmanların etki büyüklüklerinin birbirine benzer olduğunu göstermektedir.

Tablo 17 ve 18 de GG ve GA genotipine sahip gruplar arası ön-son test değerleri incelediğinde hem toplam madde hem toplam hata puanlarında istatistiksel olarak anlamli farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Bu durum örneklem büyüklüğünden kaynaklanıyor olabileceğın gibi deneyin yapıldığı koşullar ve katılımcıların durumu da sonuçları etkilemiş olabilir. Ayrıca dış faktörler (ses, ışık, ortam, hava vb) farkların ortaya çıkmamasına neden olmuş olabilir.

Çalışmamız da GG genotipine sahip sporcuların gruplar arası reaksiyon testi sonuçları incelendiğinde (Tablo 19) BA- BA+BTE ve BTE grupları arasında istatistiksel olarak anlamli farklılık tespit edilmezken; son testlerinde BA- BA+BTE ve BTE istatistiksel olarak anlamli farklılık tespit edilmiştir($p<0,05$). Gruplar arasındaki farklılıklar incelediğinde ise BTE grup ortalamasının BA grup ortalama değerlerinden yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamli farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu durum BTE grubunda yapılan reaksiyon egzersizlerinin etkisinden kaynaklanıyor olabilir.

RS6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların gruplar arası reaksiyon testi ön-son test sonuçları incelendiğinde (Tablo 20) gruplar arası sonuçlar da istatistiksel olarak anlamli farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Bu duruma bazı araştırmacılar otonomik (OSS) ve merkezi sinir sistemindeki (MSS) nöronal plastiteyi uyarak ve nöronların hayatta kalması, korunması, farklılaşması ve çoğalmasını kolaylaştıran BDNF'nin bu polimorfizme sahip bireyler de baskılanmasından kaynaklandığını ileri sürmüşleridir (Lim, et al., 2015).

Çalışmamız da tablo 21 ve 22 de hem GG hem GA genotipine sahip sporcuların gruplar arası ön-son test değerleri incelediğinde hem ilk antrenman öncesi ve sonrası hem son antrenman öncesi ve sonrası BDNF serum düzeylerinin istatistiksel olarak anlamli farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Bu durum grup ve genotip fark etmeksizin yapılan antrenmanların serum düzeyini benzer şekilde etkilendiğinden

kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer durum 12 haftalık antrenman öncesi ve sonrası gruplar arası karşılaştırmalarda (Tablo 23 ve 24) hem GG hem GA genotipine sahip sporcuların bulgularında yer almaktadır. Grup fark etmeksizin yapılan antrenmanların tüm gruplarda serum düzeyini arttırdığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak,

- Çalışma bulgularına göre GG genotipine sahip sporcuların basketbol antrenmanlarının, beyin temelli egzersizlerin ve basketbol antrenmanına ek olarak yapılan beyin temelli egzersizlerin 12 hafta düzenli yapılması serum bdnf düzeyini artırma da etkili olduğunu,
- Performans değerlendirmesi olarak 3 grubunda GG genotipli sporcular üzerinde gelişim gösterdiğini,
- GA genotipine sahip sporcuların 3 grupta da serum BDNF seviyesinin etkilemediğini,
- Performans değerlendirmesi olarak GA genotipine sahip sporcuların gelişiminin kısıtlı olduğu anlaşılmıştır.

Çalışmanın bulgularına göre 12 hafta boyunca düzenli olarak yapılan antrenman ve egzersizlerin serum BDNF düzeylerini arttırmada etkili olduğunu ve basketbolcularda çeşitli performans testlerinde belirgin gelişmeler sağladığını göstermektedir. Bdnf rs6265 gen polimorfizmi ile ilgili sınırlı araştırma olmasına rağmen çalışmamızın bulgularına göre GG genotipine sahip sporcuların GA genotipe sahip sporculara oranla daha iyi performans gösterdikleri söylenebilir. Rs6265 gen polimorfizmine sahip sporcuların tüm gruplarda serum düzeylerinin GG genotipine sahip sporculardaki gelişime oranla daha az geliştiğini göstermektedir. Bu sonuçlar hem bilişsel hem de fiziksel performansın optimize edilmesi için basketbol antrenmanlarına beyin temelli egzersiz uygulamalarının eklenmesinin önemli olabileceğini söyleyebiliriz.

5.2. Öneriler

- Çalışmada Bdnf serum düzeyi parametreleri ön ve son test şeklinde incelenmiştir fakat bu parametrelerin daha geniş bütçeli çalışmalar ile detaylı olarak dört haftalık periyotlar şeklinde incelenebilir.

- Çalışmamızda uygulanan beyin temelli egzersiz ve basketbol antrenmanlarının farklı yaş kategorilerinde ve kadınlarda uygulanarak bulguları incelenebilir.
- Rs6265 gen polimorfizmlerinin diğer branşlarda da incelenmesi spor genetiği alanı için katkı sağlayabilir.
- Basketbol antrenman programlarına beyin temelli egzersizleri dahil etmeleri önerilebilir.
- Sporculara stres anksiyete ve duygu durum bozukluklarıyla ilgili değerlendirmeler ve testler yapılabilir.



KAYNAKLAR

- Abdelrazik, H., Sharma, R., Mahfouz, R., & Agarwal, A. (2009). L-carnitine decreases dna damage and improves the in vitro blastocyst development rate in mouse embryos. *Fertil Steril.*, 91(2), 589-596.
<https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2007.11.067>
- Ahmetov, I. I., & Fedotovskaya, O. N. (2015). Current progress in sports genomics. *Advances in clinical chemistry*, 70, 247-314.
<https://doi.org/10.1016/bs.acc.2015.03.003>
- Ahmetov, I. I., Egorova, E. S., Gabdrakhmanova, L. J., & Fedotovskaya, O. N. (2016). Genes and athletic performance: an update. *Genetics and sports*, 61, 41-54.
<https://doi.org/10.1159/isbn.978-3-318-03011-2>
- Ahmetov, I. I., Gavrilov, D. N., Astratenkova, I. V., Druzhevskaya, A. M., Malinin, A. V., Romanova, E. E., & Rogozkin, V. A. (2013). The association of ACE, ACTN3 and PPARA gene variants with strength phenotypes in middle school-age children. *The Journal of Physiological Sciences*, 63, 79-85.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12576-012-0233-8> sayfasından erişilmiştir.
- Ahmetov, I. I., Williams, A. G., Popov, D. V., Lyubaeva, E. V., Hakimullina, A. M., Fedotovskaya, O. N., Rogozkin, V. A. (2009). The combined impact of metabolic gene polymorphisms on elite endurance athlete status and related phenotypes. *Human genetics*, 126, 751-761.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00439-009-0728-4> sayfasından erişilmiştir.
- Akgün, N. (1986). *Egzersiz fizyolojisi*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Akın, S. (2015). Okul öncesi 60-72 aylık çocukların temel motor becerilerinin gelişimine eğitsel oyunların etkisi (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

- Akman, N., & Karataş, M. (2003). Temelde uygulanan kinesyoloji. Ankara: Haberal Eğitim Vakfı.
- Akyıldız, B. (2021). Zihinsel antrenman yöntemlerinin 15-18 yaş basketbolcularda teknik beceri performansı üzerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Yer Bilgisi.
- Alemdaroğlu, U. (2012). The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 31(2012), 149-158. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0016-6>
- Alpkaya, U. ve Mengütay, S. (2004). Fiziksel Aktivitenin Reaksiyon Süresine Etkisinin İncelenmesi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9(3), 49-58.
- Altay, F. (2001). Ritmik jimnastikte iki farklı hızda yapılan chaine rotasyon sonrası yan denge hareketinin biyomekanik analizi (Doktora tezi)
- Altınoğlu, M. (2006). Temel Motor Hareketlerin Geliştirilmesini İçeren Özel Beden Eğitimi Program Tasarısının 5–6 Yaş Çocukların Temel Motor Hareketlerinin Gelişimine Etkisinin Araştırılması, (Yayınlanmamış Yüksek Lisan Tezi). Marmara Üniversitesi, Beden Eğitimi Spor Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Antero, J., Saulière, G., Marck, A., & Toussaint, J. F. (2018). A medal in the Olympics runs in the family: a cohort study of performance heritability in the games history. *Frontiers in Physiology*, 9, 1313. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01313>
- Arık, F. (2019). Elit kickboks sporcularında kümülatif kafa travmasının bilişsel fonksiyonları ve nörotrofik faktörler üzerine etkileri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

- Arslanoğlu, E., Aydoğmuş, M., Arslanoğlu, C., & Şenel, Ö. (2010). Badmintoncularda reaksiyon zamanı ve denge ilişkisi. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2).
- Asan, R. (2011). Sekiz haftalık masa tenisi egzersizinin 9-13 yaş arası çocuklarda dikkat üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Aslan, H., Aksoy, Y. ve İmamoğlu, O. (2020). Öğrencilerde spor durumu ve yaş kategorisine göre dikkat düzeylerinin karşılaştırılması. *Electronic Turkish Studies*, 15(2), 1-5.
- Atakurt, E., Şahan, A. ve Erman, K. A. (2017). Oryantiring eğitiminin dikkat ve bellek üzerine etkisinin incelenmesi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 15(4), 127-134.
- Ateş, A. (2016). Gen mi, RNA mı?. *Deneyisel Tıp Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 6(11), 43-49. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/295204> sayfasından erişilmiştir.
- Ateş, K. (2009). Dünyü ve bugünüyle evrim teorisi. İstanbul: Evrensel Yayın Basın.
- Atlı, A. (2009). 14-16 yaşları arasındaki erkek basketbolcu, futbolcu ve sedanterlerin bazı fiziksel, fizyolojik ve antropometrik özelliklerinin karşılaştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Audiffren M, Tomporowski P D, Zagrodnik J. Acute aerobic exercise and information processing: energizing motor processes during a choice reaction time task. *Acta Psychol (Amst)*. 2008; 129(3): 410-419.
- Auton, A, Brooks, L.D, Durbin, R.M., Garrison, E.P., Kang, H.M., Korbel, J.O., Marchini, J.L., McCarthy, S., McVean, G.A. & Abecasis, G.R. (2015). A global reference for human genetic variation. *Nature*. 526(7571), 68–74. <https://doi.org/10.1038/nature15393>

- Babaei, P., Azali Alamdari, K., Soltani Tehrani, B. & Damirchi, A. (2013). Effect of six weeks of endurance exercise and following detraining on serum brain derived neurotrophic factor and memory performance in middle aged males with metabolic syndrome. *J Sports Med Phys Fitness*, 53(4), 437-443. https://www.researchgate.net/profile/Parvin-Babaei/publication/336315272_BDNF_and_cognition/links/5d9b829692851c2f70f3fb5b/BDNF-and-cognition.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Babaei, P., Damirchi, A., Mehdipoor, M. & Tehrani, B. S. (2014). Long term habitual exercise is associated with lower resting level of serum BDNF. *Neuroscience letters*, 566, 304-308. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.02.011>
- Badau, D., Stoica, A. M., Litoi, M. F., Badau, A., Duta, D., Hantau, C. G., Sabau, A. M., Oancea, B. M., Ciocan, C. V., Fleancu, J. L., et al. (2023). The impact of peripheral vision on manual reaction time using Fitlight technology for handball, basketball and volleyball players. *Bioengineering*, 10, 697. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10060697>
- Baltacı, G., Bayrakçı, T. V., Tuncer, A., & Ergun, N. (2003). Spor yaralanmalarında egzersiz tedavisi. Ankara: Alp Yayınları.
- Bao, M. H., Zhu, S. Z., Gao, X. Z., Sun, H. S. & Feng, Z. P. (2018). Meta-analysis on the association between brain-derived neurotrophic factor polymorphism rs6265 and ischemic stroke, poststroke depression. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 27(6), 1599-1608. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.01.010>
- Barde, Y. A., Edgar, D., & Thoenen, H. (1982). Purification of a new neurotrophic factor from mammalian brain. *The EMBO Journal*, 1(5), 549-553. <https://doi.org/10.1002/j.1460-2075.1982.tb01207.x>
- Başer, E. (1998). *Uygulamalı spor psikolojisi*. Bağırhan Yayınevi.
- Baştuğ G, Mollaoğulları H, Göral K, Kocacan S. (2016). Investigation of the effect of mental training method on balance and attention of 10-12 years old football

players. *International Journal of Psychiatry and Psychological Researches*, 4,;167-76.

Bath, S. C., Steer, C. D., Golding, J., Emmett, P. & Rayman, M. P. (2013). Effect of inadequate iodine status in Uk pregnant women on cognitive outcomes in their children: results from the avon longitudinal study of parents and children (ALSPAC). *The Lancet*, 382(9889), 331-337. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60436-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60436-5)

Bavlı, Ö. (2016). Investigation into the effects of eight weeks of step aerobic dance practice on static balance, flexibility and selected basketball skills in young basketball players. *Journal of Education and Training Studies*, 4(5), 37-44. <https://doi.org/10.11114/jets.v4i5.1516>

Berchtold, N. C., Castello, N. A. & Cotman, C. W. (2010). Exercise and time-dependent benefits to learning and memory. *Neuroscience*, 167(3), 588-597. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.02.050>

Birinci Y, Şahin Ş, Vatansever Ş, Pancar S. Yaşlılarda fiziksel egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (bdnf) üzerine etkisi: deneysel çalışmaların sistematik derlemesi. *Spor Hekim Derg* 2019;54(4):276–87.

Boccolini, G., Brazziti, A., Bonfanti, L., & Alberti, G. (2013). Using balance training to improve the performance of youth basketball players. *Sport Sciences for Health*, 9, 37-42. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11332-013-0143-z> sayfasından erişilmiştir.

Bogdanis, G. C., Ziagos, V., Anastasiadis, M., & Maridaki, M. (2007). Effects of two different short-term training programs on the physical and technical abilities of adolescent basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(2), 79-88. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.05.008>

Bramham CR, Messaoudi E. BDNF function in adult synaptic plasticity: the synaptic consolidation hypothesis. *Prog Neurobiol* 2005;76(2):99-125.

- Bramham, C. R., & Messaoudi, E. (2005). BDNF function in adult synaptic plasticity: the synaptic consolidation hypothesis. *Progress in Neurobiology*, 76(2), 99-125. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2005.06.003>
- Bray, M. S., Hagberg, J. M., Perusse, L., Rankinen, T., Roth, S. M., Wolfarth, B. & Bouchard, C. (2009). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 34-72. Doi: 10.1249/MSS.0b013e3181844179
- Brickenkamp, R. & Zillmer, E. (1998). *The d2 test of attention*. Seattle: Hogrefe & Huber Publishers.
- Bulgay, C., Cetin, E., Orhan, Ö., & Ergün, M. A. (2020). Koşucularda ACTN3 ve ACE genlerinin sportif performans etkisi. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 7(1), 1-12. <https://dergipark.org.tr/en/pub/inubesyol/issue/56750/793166> sayfasından erişilmiştir.
- Bulğay, C. (2021). Elit atletlerde ACTN3 ve BDNF gen polimorfizmlerinin incelenmesi. Yayınlanmış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı.
- Bulğay, C., Çetin, E. ve Ergün, M. (2020b). Sportif performans ve BDNF ilişkisi. *Gazi Medical Journal*, 31(4), 686-689.
- Buraczewski, T., Cicirko, L. & Ciupińska, A. (2016). The effectiveness of coordination training of female football players coordination abilities in physical education. T. Niznikowski., J. Sadowski., & W. Starosta (Eds.), *Coordination abilities in physical education, sports and rehabilitation* (p. 43-55). Poland: International Association of Sport Kinetics Library Series.
- Büyüktaş, B. (2021). 10-14 yaş grubu tenisçilerde Life Kinetik egzersizlerinin bilişsel ve motorsal beceriler üzerindeki etkilerinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Büyük Yazı, G. ve Tatar, A. (2004). Düzenli egzersiz yapan erkeklerin mental reaksiyon zamanı düzeylerinin sedanterlerle karşılaştırılması. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9(4), 41-50.
- Campbell N. A., Reece, J. B. (2006). Biyoloji. Çeviri Editörleri, Gündüz E., Demirsoy A., Türkan İ. (Altıncı. Baskı) Palme Yayıncılık, 232-325
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., D'Ottavio, S., & Manzi, V. (2008). The Yo–Yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(2), 202-208. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.02.013>
- Cerit, M. (2021). *İnsan metabolizmasının bilinmeyenleri, genetik ve atletik performans*. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Chang, J. C. & Kan, Y. W. (1979). Beta 0 thalassemia, a nonsense mutation in man. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 76(6), 2886-2889. <https://doi.org/10.1073/pnas.76.6.2886>
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87-101. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068>
- Chen, Z. Y., Patel, P. D., Sant, G., Meng, C. X., Teng, K. K., Hempstead, B. L., & Lee, F. S. (2004). Variant brain-derived neurotrophic factor (BDNF)(Met66) alters the intracellular trafficking and activity-dependent secretion of wild-type BDNF in neurosecretory cells and cortical neurons. *Journal of Neuroscience*, 24(18), 4401-4411. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0348-04.2004>
- Clark, S., & Rose, D. J. (2000). Evaluation of dynamic balance among community-dwelling older adult fallers: A generalizability study of the limits of stability test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(4), 468-474.

- Clikeman, M.S., Nielsen, K.H., Clinton, A., Sylvester, L., Parle, N., Connor, R.T. (1999). An intervention approach for children with teacher and parent-identified attentional difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 32(6), 581-590.
- Collardeau M, Brisswalter J, Audiffren M. (2001), Effects of a prolonged run on simple reaction time of well-trained runners. *Perceptual and Motor Skills*. 93(3): 679.
- Corponi F, Fabbri C, Serretti A. (2018). Pharmacogenetics in psychiatry. *Adv Pharmacol*, 83:297-331.
- Correia, P. R., Scorza, F. A., da Silva, S. G., Pansani, A., Toscano-Silva, M., de Almeida, A. C. & Arida, R. M. (2011). Increased basal plasma brain-derived neurotrophic factor levels in sprint runners. *Neuroscience Bulletin*, 27(5), 325-329. <https://doi.org/10.1007/s12264-011-1531-5>
- Coşkun, A. (1999). Basketbolda şut. Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Spor Bilimleri Semineri.
- Cotman, C. W., Berchtold, N. C., & Christie, L. A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neurosciences*, 30(9), 464-472. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.06.011>
- Çağlar, E., & Koruç, Z. (2006). D2 dikkat testinin sporcularda güvenirliği ve geçerliği. *Spor Bilimleri Dergisi*, 17(2), 58-80. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sbd/issue/16401/171458> sayfasından erişilmiştir.
- Çetinkaya, C. (2011). *Beden eğitimi derslerinde yürütülen sekiz haftalık oryantiring çalışmalarının görsel reaksiyon zamanına etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Çimen, E. (2021). *Life kinetik egzersizlerin motor koordinasyon ve beceri öğrenimi üzerine akut ve kronik etkilerinin incelenmesi* (Doktora Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

- Çoban, M. (2019). Life Kinetik: Entegre Edilmiş Multimodel Bilişsel ve Tüm Beden Motor Koordinasyon Antrenmanının Bazı Motor ve Psikolojik Parametrelere Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 17 –65.
- Davranche K, Audiffren M, Denjean A. (2006), A distributional analysis of the effect of physical exercise on a choice reaction time task. *Journal of Sports Sciences*. 24(3): 323-330.
- De Moor, M. H., Spector, T. D., Cherkas, L. F., Falchi, M., Hottenga, J. J., Boomsma, D. I., & De Geus, E. J. (2007). Genome-wide linkage scan for athlete status in 700 British female DZ twin pairs. *Twin Research and Human Genetics*, 10(6), 812-820. <https://doi.org/10.1375/twin.10.6.812>
- Debarnot U., Sperduti M., Di Rienzo F. & Guillot A. (2014). Experts bodies, experts minds: how physical and mental training shape the brain. *Frontiers in Human Neuroscience*. 8, 280. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00280>
- Demirakca, T., Cardinale, V., Dehn, S., Ruf, M., & Ende, G. (2016). The Exercising Brain: Changes in Functional Connectivity Induced by an Integrated Multimodal Cognitive and Whole-Body Coordination Training. *Neural plasticity*, 2016, 8240894. <https://doi.org/10.1155/2016/8240894>
- Demiral, Ş. (2011). The study of the effects of educational judo practices on motor abilities of 7-12 years aged judo performing children. *Asian Social Science*, 7(9), 212-219.
- Dereceli, C. (2011). Tai chi programına katılımın dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu olan ilköğretim I. kademe öğrencilerinin iç-dış denetim odağı ve dikkat düzeylerine etkisinin araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Deveci, S. Ş., Matur, Z., Kesim, Y. Y., Senturk, G. G., Sargin-Kurt, G. G., Ugur, S. A. & Öge, A. E. O. (2020). Effect of the brain-derived neurotrophic factor gene Val66Met polymorphism on sensory-motor integration during a complex motor

learning exercise. *Brain Research*, 1732, 146652. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2020.146652>

Die wissenschaft und life kinetik recherchiert und verfasst von im. <http://lifekinetik-martin.de/wp-content/uploads/2015/10/Die-Wissenschaft-undLife-Kinetik-2014.pdf>. [Erişim Tarihi: 15.01.2022].

Dinçer, Ö. (2011). Bayan voleybolcularda egzersizin sinir sistemi üzerine etkilerin plazma glokoz, insülin, kortizol, brain derived nörotopik faktör (bdnf) ve insülin like growth faktör 1 (igf-1) düzeyleri ile incelenmesi (Bilim Uzmanlığı Doktora Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Ding, Q., Vaynman, S., Souda, P., Whitelegge, J. P. & Gómez-Pinilla, F. (2006). Exercise affects energy metabolism and neural plasticity-related proteins in the hippocampus as revealed by proteomic analysis. *European Journal of Neuroscience*, 24(5), 1265-1276. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.05026.x>

Dinoff, A., Herrmann, N., Swardfager, W., & Lanctôt, K. L. (2017). The effect of acute exercise on blood concentrations of brain-derived neurotrophic factor in healthy adults: a meta-analysis. *European Journal of Neuroscience*, 46(1), 1635-1646. <https://doi.org/10.1111/ejn.13603>

Duda H. (2015). Application of life kinetik in the process of teaching technical activities to young football players. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*. 71(25), 51-61. <https://doi.org/10.5604/17310652.1203803>

Duman, B. (2007). Süreç temelli öğrenme-öğretim modeli. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19, 37-61.

Dündar, U., (1999), “Basketbolda Kondisyon”, Bağırhan Yayımevi, Ankara.

Egan, M. F., Kojima, M., Callicott, J. H., Goldberg, T. E., Kolachana, B. S., Bertolino, A.,.... Weinberger, D. R. (2003). The BDNF val66met polymorphism affects activity-dependent secretion of BDNF and human memory and hippocampal

function. *Cell*, 112(2), 257-269. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(03\)00035-7](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(03)00035-7)

Eker Ç, Kitis Ö, Ozan E, Okur H, Eker OD, Ersoy MA, Akdeniz F, Vahip S, Akarsu N, Gönül AS. BDNF gene Val66met polymorphism associated grey matter changes in human brain. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni*. 2005;15(3):104-111.

Ekmekçi, A. (2006). *Genetik değişim ve hastalıklar*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Ergen E. Yorgunluk ve başa çıkma yolları, 1.Baskı, Nobel yayın dağıtım, Ankara 2002

Etnier, J. L., Wideman, L., Labban, J. D., Piepmeyer, A. T., Pendleton, D. M., Dvorak, K. K., & Becofsky, K. (2016). The effects of acute exercise on memory and brain-derived neurotrophic factor (BDNF). *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 38(4), 331-340. <https://doi.org/10.1123/jsep.2015-0335>

Eynon, N., Ruiz, J. R., Oliveira, J., Duarte, J. A., Birk, R., & Lucia, A. (2011). Genes and elite athletes: a roadmap for future research. *The Journal of Physiology*, 589(13), 3063-3070. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.207035>

Feroli, M., Zauli, G., Maiorano, P., Milani, D., Mirandola, P., & Neri, L. M. (2019). Role of physical exercise in the regulation of epigenetic mechanisms in inflammation, cancer, neurodegenerative diseases, and aging process. *Journal of Cellular Physiology*, 234(9), 14852-14864. <https://doi.org/10.1002/jcp.28304>

Fernandes, J., Arida, R. M., & Gomez-Pinilla, F. (2017). Physical exercise as an epigenetic modulator of brain plasticity and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 80, 443-456. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.06.012>

Foltran, R. B., & Diaz, S. L. (2016). BDNF isoforms: a round trip ticket between neurogenesis and serotonin?. *Journal of neurochemistry*, 138(2), 204-221. <https://doi.org/10.1111/jnc.13658>

Genç S. (2019), Taekwondo Sporcularında (11-14) Yapılan 8 Haftalık Life Kinetik Antrenmanlarının Reaksiyon Süresi ve Anaerobik Güce Etkisi. İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Yüksek Lisans Tezi.

Gene Cards The Human Gene Database (2020). Retrieved from <https://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=BDNF>.

George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference, 17.0 update* (10th ed.). Boston, MA: Pearson.

Goekint M, Roelands B, De Pauw K, Knaepen K, Bos I, Meeusen R. (2010) Does a period of detraining cause a decrease in serum brain-derived neurotrophic factor? *Neurosci Lett* 486(3):146-149.

Goekint, M., Roelands, B., Heyman, E., Njemini, R. & Meeusen, R. (2011). Influence of citalopram and environmental temperature on exercise-induced changes in BDNF. *Neuroscience Letters*, 494(2), 150-154. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.03.001>

Gonzalez, A., Moya-Alvarado, G., Gonzalez-Billaut, C., & Bronfman, F. C. (2016). Cellular and molecular mechanisms regulating neuronal growth by brain-derived neurotrophic factor. *Cytoskeleton*, 73(10), 612-628. <https://doi.org/10.1002/cm.21312>

Gökçe, E., Güneş, E., Arı, F. ve Nalçacı, E. (2020). *Açık ve kapalı beceri egzersizlerinin, bilişsel işlevler ve serum BDNF düzeyine etkisi*. 18. Ulusal Sinirbilim Kongresi, Bilkent Üniversitesi, Ankara.

Gökmen, H., Karagül, T., Aşçı, F. H., (1995), "Psikomotor Gelişim", Gsgm Yayınları, Yayın No:139, Ankara.

Griesbach, G. S., Hovda, D. A., Molteni, R., Wu, A., & Gomez-Pinilla, F. (2004). Voluntary exercise following traumatic brain injury: brain-derived neurotrophic factor upregulation and recovery of function. *Neuroscience*, 125(1), 129-139. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2004.01.030>

- Griffin, É. W., Mullally, S., Foley, C., Warmington, S. A., O'Mara, S. M. & Kelly, Á. M. (2011). Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiology & Behavior*, 104(5), 934-941. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.06.005>
- Griffiths, A. J. (2005). An introduction to genetic analysis. Macmillan.
- Günay, Ş., Savran, C., & Aksoy, U. M. (2005). Erişkin dikkat eksikliği hiperaktivite ölçeğinin (adult add/adhd dsm iv-based diagnostic screening and rating scale) dilsel eşdeğerlilik, geçerlik güvenirlik ve norm çalışması. M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi. Sayı 21, Sayfa: 133-150.
- Gürpınar, D., Erol, A., & Mete, L. (2007). Depresyon ve nöroplastisite. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni*, 17(2), 100-110. <https://research.ebsco.com/c/deopco/search/details/v2yjrccmmr?db=asn> sayfasından erişilmiştir.
- Gürsoy, R., Akarsu, S., & Hazar, K. (2017). Farklı branşlarda yer alan sporcular ve sedanterlerde bazı biomotor özellikler ve reaksiyon zamanı arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Journal of Human Sciences*. 14(4), 3282-3291.
- Hamosh, A., King, T. M., Rosenstein, B. J., Corey, M., Levison, H., Durie, P.,... Cutting, G. R. (1992). Cystic fibrosis patients bearing both the common missense mutation, Gly→ Asp at codon 551 and the ΔF508 mutation are clinically indistinguishable from ΔF508 homozygotes, except for decreased risk of meconium ileus. *American journal of human genetics*, 51(2), 245.
- Hancen MS, Dieckmann B, Jensen K, Jakobsen BW. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer (KAT 2000). *Knee surg sports traumatol arthrosc* 2000; 8:180-85.
- Hasdemir S. Gündüz N. Müniroğlu S. (2003), Bayan Hentbolcuların Görsel ve İşitsel Reaksiyon Zaman Farklılıklarının İncelenmesi, *Spormetre*, 1(1): 9-52.
- Hassan, A. K., Alhumaid, M. M., & Hamad, B. E. (2022). The Effect of Using Reactive Agility Exercises with the FITLIGHT Training System on the Speed of Visual

Reaction Time and Dribbling Skill of Basketball Players. *Sports*, 10, 176.
<https://doi.org/10.3390/sports10110176>

Hazar, F., & Taşmektepligil, Y. (2008). Puberte öncesi dönemde denge ve esnekliğin çeviklik üzerine etkilerinin incelenmesi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6(1), 9-12. https://doi.org/10.1501/Sporm_00000000130

Helm, E. E., Matt, K. S., Kirschner, K. F., Pohlig, R. T., Kohl, D. & Reisman, D. S. (2017). The influence of high intensity exercise and the Val66Met polymorphism on circulating BDNF and locomotor learning. *Neurobiology of Learning and memory*, 144, 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2017.06.003>

Hohn, A., Leibrock, J., Bailey, K., & Barde, Y. A. (1990). Identification and characterization of a novel member of the nerve growth factor/brain-derived neurotrophic factor family. *Nature*, 344(6264), 339-341.
<https://www.nature.com/articles/344339a0> sayfasından erişilmiştir.

<https://lifekinetik.com/effekte/> [Erişim Tarihi: 18.01.2022].

<https://medlineplus.gov/genetics/understanding/genomicresearch/snp/>

Huang, E. J., & Reichardt, L. F. (2001). Neurotrophins: roles in neuronal development and function. *Annual Review of Neuroscience*, 24(1), 677-736.
<https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.677>

Hung, C. L., Tseng, J. W., Chao, H. H., Hung, T. M. & Wang, H. S. (2018). Effect of acute exercise mode on serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and task switching performance. *Journal of Clinical Medicine*, 7(10), 301. <https://doi.org/10.3390/jcm7100301>

Ingram, V. M. (1956). A specific chemical difference between the globins of normal human and sickle-cell anaemia haemoglobin. *Nature*, 178(4537), 792-794.

International Human Genome Sequencing Consortium. (2004). Finishing The Euchromatic Sequence Of The Human Genome. *Nature*, p: 931-945.

İnal S. Spor Biyomekaniği Temel Prensipler, 2004, Nobel yayın Dağıtım, Ankara

İpekten E. Amatör futbolcularda bilişsel fonksiyonların beyin hasarı belirteçleri, nörotrofik faktörler ve miyokinlerle ilişkisi (tez). Fizyoloji (Tıp) Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Bilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Selçuk Üniversitesi. 2018.

İri, R. ve Aktuğ, Z. B. (2017). Çocuklarda sporun motor beceri üzerine etkisinin incelenmesi. *Journal of Human Sciences*, 14(4), 4300-4307, doi:10.14687/jhs.v14i4.4780.

Jacini WF., Cannonieri GC., Fernandes PT., Bonilha L., Cendes F. & Li LM. (2009). Can exercise shape your brain? Cortical differences associated with judo practice. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 688-690. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.11.004>

Jain, A., Bansal, R., Kumar, A., & Singh, K. D. (2015). A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*, 5(2), 124-127. <https://doi.org/10.4103/2229-516X.157168>

Jeon, Y. K. & Ha, C. H. (2017). The effect of exercise intensity on brain derived neurotrophic factor and memory in adolescents. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 22(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/s12199-017-0643-6>

Jiménez-Maldonado, A., Rentería, I., García-Suárez, P. C., Moncada-Jiménez, J. & Freire-Royes, L. F. (2018). The impact of high-intensity interval training on brain derived neurotrophic factor in brain: a mini-review. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 419585. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00839>

Johnson, B. L., Nelson, J. K., (1979), “Practical Measurements For Evaluation İn Physical Education”, Third Edition, Burgess Publishing, Minnesota, Usa

Jones LA. Special sense, The vestibular system, In: Cohen H. editor. Neuroscience for rehabilitation. 2nd ed. Philadelphia. lippincott williams and wilkins press, 1999: 149-167

- Jones, K. R. & Reichardt, L. F. (1990). Molecular cloning of a human gene that is a member of the nerve growth factor family. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87(20), 8060-8064. <https://doi.org/10.1073/pnas.87.20.806>
- Kaman, T., Kapıcı, S., Serca, C., Konuk, M., & Ulucan, K. (2017). Türk milli bisikletçilerde alfa-aktinin-3 R577X polimorfizm dağılımının belirlenmesi. *Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 41-47. <https://dergipark.org.tr/en/pub/musbd/issue/30825/333553> sayfasından erişilmiştir.
- Karaduman, B. D. (2004). Dikkat toplama eğitim programının ilköğretim 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin dikkat toplama düzeyi, benlik algısı ve başarı düzeylerine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kartal, R., Dereceli, Ç. ve Kartal, A. (2016). Eskrim sporu yapan ve yapmayan 10-12 yaş arası çocukların dikkat düzeylerinin incelenmesi. *Sportif Bakış: Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 82-88.
- Kaya, M (2012). Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2012, Eskişehir (Danışman: Yrd. Doç. Dr. A. Nurhan ŞAKAR).
- Kazak, F., & Yarım, G. F. (2014). Nörotrofinler. *Kocatepe Veterinary Journal*, 7(1), 47-57. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kvj/issue/10406/127332> sayfasından erişilmiştir.
- Kerschensteiner, M., Gallmeier, E., Behrens, L., Leal, V. V., Misgeld, T., Klinkert, W. E.,... Hohlfeld, R. (1999). Activated human T cells, B cells, and monocytes produce brain-derived neurotrophic factor in vitro and in inflammatory brain lesions: a neuroprotective role of inflammation?. *The Journal of Experimental Medicine*, 189(5), 865-870. <https://doi.org/10.1084/jem.189.5.865>
- Kertes, D. A., Bhatt, S. S., Kamin, H. S., Hughes, D. A., Rodney, N. C. & Mulligan, C. J. (2017). BNDF methylation in mothers and newborns is associated with maternal exposure to war trauma. *Clinical Epigenetics*, 9, 1-12.

- Kim, Y. I. (2016). The impact of exercise training on basal BDNF in athletic adolescents. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(11), 3066-3069. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.3066>
- Klug, W. S., Cummings, M. R., Spencer, C. A., Palladino, M. A. & Ward, S. M. (2009). *Concepts of genetics*. Boston: Pearson.
- Koç, M. C. (2017). İlkokul çağındaki çocukların temel motor beceri gelişiminde eğitsel oyunların etkisi (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kütahya
- Koku, F. E. (2015). Sportif performansın genetik ile ilişkisi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 50(1), 021-030. <https://journalofsportsmedicine.org/full-text/3/tur> sayfasından erişilmiştir.
- Kowiański, P., Lietzau, G., Czuba, E., Waśkow, M., Steliga, A., & Moryś, J. (2018). BDNF: a key factor with multipotent impact on brain signaling and synaptic plasticity. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 38, 579-593. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10571-017-0510-4> sayfasından erişilmiştir.
- Kujach, S., Chroboczek, M., Jaworska, J., Sawicka, A., Smaruj, M., Winklewski, P., & Laskowski, R. (2022). Judo training program improves brain and muscle function and elevates the peripheral BDNF concentration among the elderly. *Scientific reports*, 12(1), 13900. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17719-6>
- Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Research*, 1341, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.03.091>
- Lander, E. S. & Weinberg, R. A. (2000). Journey to the center of biology. *Science*, 287(5459), 1777-1782. [Doi: 10.1126/science.287.5459.1777](https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1777)
- Levi-Montalcini, R., & Angeletti, P. U. (1968). Nerve growth factor. *Physiological Reviews*, 48(3), 534-569.

- Levi-Montalcini, R., & Hamburger, V. (1951). Selective growth stimulating effects of mouse sarcoma on the sensory and sympathetic nervous system of the chick embryo. *Journal of Experimental Zoology*, 116(2), 321-361.
- Life Kinetik (2019). www.lifekinetik.com.tr/life-kinetik adresinden erişilmiştir.
- Life Kinetik'in faydaları (2022). <https://lifekinetik.com.tr/life-kinetik-infaydalari/> adresinden erişilmiştir.
- Liu, P. Z. & Nusslock, R. (2018). Exercise-mediated neurogenesis in the hippocampus via BDNF. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 52. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00052>
- Livonen, S., Saakslähti, A., & Laukkanen, A. (2016). A review of studies using the körperkoordinationstest für kinder. *European Federation of Adapted Physical Activity*, 8(2), 18–36.
- Lodish H., Berk A., Kaiser CA., Krieger M., Scott MP., Bretscher A., Ploeg H. & Matsudaira P. (2008). *Molecular cell biology*. New York: WH Freeman and Company.
- Lopez-Leon, S., Tuvblad, C., & Forero, D. A. (2016). Sports genetics: the PPARA gene and athletes' high ability in endurance sports. A systematic review and meta-analysis. *Biology of Sport*, 33(1), 3-6. <https://doi.org/10.5604/20831862.1180170>
- Lutz H. (2014). Die wissenschaft und life kinetik recherchiert und verfasst von im. Retrieved from <http://lifekinetik-martin.de/wp-content/uploads/2015/10/Die-Wissenschaft-undLife-Kinetik-2014.pdf>.
- Lutz H. (2016). Wir wollen nicht therapieren – interview mit life-kinetik-gründer horst lutz. *Physiopraxis*, 14(6), 34-37.
- Lutz, H. (2002). Life Kinetik, Gehirtraining durch Bewegung. Germany: Blv Buchverlag Gmbh& Co.

Lutz, H. (2010). *Life Kinetik Gehirntraining durch Bewegung*. BLV Buchverlag &

Lutz, H. (2011). LK&wetenschappelijk onderzoek research en samenstelling 1-8, Germany.

Maciejewska-Skrendo, A., Ciężczyk, P., Chycki, J., Sawczuk, M., & Smółka, W. (2019). Genetic markers associated with power athlete status. *Journal of Human Kinetics*, 68(1), 17-36. <https://sciendo.com/article/10.2478/hukin-2019-0053> sayfasından erişilmiştir.

Magill, R. A., (1989), “Motor Learning Concepts And Applications”, Third Edition, C. Brown Publishers, Iowa, Usa

Mahmoud, M. H. (2011). Balance exercises as the basis for developing the level of physical and skill performance in basketball young players. *World Journal of Sport Sciences*, 4(2), 172-178. https://www.researchgate.net/profile/Mahmoud-Houssain/publication/267996954_Balance_Exercises_as_the_Basis_for_Developing_the_Level_of_Physical_and_Skill_Performance_in_Basketball_Young_Players/links/59f05f7a458515bfd07bedca/Balance-Exercises-as-the-Basis-for-Developing-the-Level-of-Physical-and-Skill-Performance-in-Basketball-Young-Players.pdf sayfasından erişilmiştir.

Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 159-164. https://www.researchgate.net/profile/Slobodan-Jaric/publication/11894825_Effects_on_plyometric_training_on_jumping_performance_in_junior_basketball_players/links/55d9b98b08aeb38e8a87e71f/Effects-on-plyometric-training-on-jumping-performance-in-junior-basketball-players.pdf sayfasından erişilmiştir.

Mathiowetz, V. Federman, S. ve Wiemer, D. (1985). Box and Block Test of Manual Dexterity: Norms for ^19 Year Olds. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 52(5), 241245. doi: 10.1177/000841748505200505

- Matsui, T., Omuro, H., Liu, Y., Soya, M., Shima, T., McEwen, B.,... Soya, H. (2017). Astrocytic glycogen-derived lactate fuels the brain during exhaustive exercise to maintain endurance capacity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6358-6363. <https://doi.org/10.1073/pnas.1702739114>
- Matsui, T., Soya, S., Okamoto, M., Ichitani, Y., Kawanaka, K. & Soya, H. (2011). Brain glycogen decreases during prolonged exercise. *The Journal of Physiology*, 589(13), 3383-3393. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.203570>
- Matthews, V. B., Åström, M. B., Chan, M. H. S., Bruce, C. R., Krabbe, K. S., Prelovsek, O., ... & Febbraio, M. A. (2009). Brain-derived neurotrophic factor is produced by skeletal muscle cells in response to contraction and enhances fat oxidation via activation of AMP-activated protein kinase. *Diabetologia*, 52, 1409-1418. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00125-009-1364-1> sayfasından erişilmiştir.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387-397. <https://doi.org/10.1080/02640419508732254>
- Memmert, D. (2009). Pay attention! A review of visual attentional expertise in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2(2), 119-138.
- Meszler, B., & Vácz, M. (2019). Effects of short-term in-season plyometric training in adolescent female basketball players. *Physiology International*, 106(2), 168-179. <https://doi.org/10.1556/2060.106.2019.14>
- Minz, A. K. (2003). Relationship of coordinative abilities to performance in badminton. *India, Lakshmibai National Institute of Physical Education Deemed Universty Degree of Master of Physical Education*, 1-91.
- Miranda, M., Morici, J. F., Zanoni, M. B., & Bekinshtein, P. (2019). Brain-derived neurotrophic factor: a key molecule for memory in the healthy and the pathological brain. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 13, 472800. <https://doi.org/10.3389/fncel.2019.00363>

- Mugan, G. (2019). 12 haftalık Life Kinetik antrenmanlarının 12-14 yaş eskrimcilerde hamle hareketi hızı ve bazı kinematik parametrelere etkileri (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Muratlı, S. (1997). *Çocuk ve spor (antrenman bilimi ışığı altında)*. Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- Murer, M. G., Yan, Q., & Raisman-Vozari, R. (2001). Brain-derived neurotrophic factor in the control human brain, and in Alzheimer's disease and Parkinson's disease. *Progress in Neurobiology*, 63(1), 71-124. [https://doi.org/10.1016/S0301-0082\(00\)00014-9](https://doi.org/10.1016/S0301-0082(00)00014-9)
- Mülazımoğlu, O. (2012). Genç basketbolcularda yorgunluğun şut tekniğine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 14(1), 37-41. <https://www.ajindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423931837.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Nakahashi, T., Fujimura, H., Altar, C. A., Li, J., Kambayashi, J. I., Tandon, N. N., & Sun, B. (2000). Vascular endothelial cells synthesize and secrete brain-derived neurotrophic factor. *FEBS Letters*, 470(2), 113-117. [https://doi.org/10.1016/S0014-5793\(00\)01302-8](https://doi.org/10.1016/S0014-5793(00)01302-8)
- Nalbant, Ö. (2013). *Basketbol farklı bakış açılarıyla bilindik ve bilinmedik yönleriyle*. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Nguyen VT, Hill B, Sims N, et al. Brain-derived neurotrophic factor rs6265 (Val66Met) single nucleotide polymorphism as a master modifier of human pathophysiology. *Neural Regen Res*. 2023;18(1):102-106. doi:10.4103/1673-5374.343894
- Nikolaos, K., Evangelos, B., Nikolaos, A., Emmanouil, K., & Panagiotis, K. (2012). The effect of a balance and proprioception training program on amateur basketball players' passing skills. *Journal of Physical Education and Sport*, 12(3), 316. <https://doi.org/10.7752/jpes.2012.03047>

- Nilsson, J., Ekblom, Ö., Ekblom, M., Lebedev, A., Tarassova, O., Moberg, M., & Lövdén, M. (2020). Acute increases in brain-derived neurotrophic factor in plasma following physical exercise relates to subsequent learning in older adults. *Scientific Reports*, 10(1), 4395. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-60124-0> sayfasından erişilmiştir.
- Niżnikowski, T., Sadowski, J., & Starosta, W. (2016). Coordination abilities in physical education, sports and rehabilitation. *Józef Pilsudski University of Physical Education, Warsaw. Faculty of Physical Education and Sport*, 40-65.
- Numakawa, T., Odaka, H., & Adachi, N. (2018). Actions of brain-derived neurotrophin factor in the neurogenesis and neuronal function, and its involvement in the pathophysiology of brain diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(11), 3650. <https://doi.org/10.3390/ijms19113650>
- Ortiz, M., Ayala, A., Petro, J. L., Argothy, R., Garzón, J., & Bonilla, D.A. (2020). Evaluation of ACTN3 R577X and ACE I/D polymorphisms in young Colombian athletes: An exploratory research. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(4), 1367-1386.
- Ostrander, E. A., Huson, H. J. & Ostrander, G. K. (2009). Genetics of athletic performance. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 10, 407-429. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-082908-150058>
- Ozan, M., Buzdağlı, Y., Baygutalp, N. K., Yüce, N., Baygutalp, F. and Bakan, E. (2022). Serum bdnf and selenium levels in elite athletes exposed to blows. *Medicina*, 58(5), 608.
- Özçelik, M. (2019). Farklılıkla öğrenme antrenmanlarının yarışmacı genç takım oyuncularını üzerindeki etkinliği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Bilimleri Ana Bilim Dalı.
- Öztasyonar, Y. (2016). Interaction between different sports branches such as taekwondo, box, athletes and serum brain derived neurotrophic factor levels. *The*

Jjournal of Sports Medicine and Physical Fitness, 57(4), 457-460.
<https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06070-x>

Özyurt, S. ve Girgin, N. (2000). *Gelişim süreçleri “insan nasıl öğrenir”*. Adapazarı: Değişim Yayınları.

Panse, R., Deshpande, M., Yeole, U. and Pawar, P. (2018). Effect of brain gym exercises on balance and risk of fall in patients with diabetic neuropathy. *International Journal of Science and Healthcare Research*, 3(4), 257-262.

Peker, A. T. (2014). Life Kinetik antrenmanlarının koordinatif yetenekler üzerine etkisi (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya

Peker, A. T. (2017). *Life kinetik antrenmanlarının bilişsel işlemler üzerine etkisi* (Doktora Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

Peker, A.T., ve Taşkın, H. (2016). The effect of LK trainings on coordinative abilities. 27th Proceedings of International Academic Conferences 5306946, 20 Oct., 2016. International Institute of Social and Economic Sciences. ISBN 978-80-87927-29-8.

Pietsch, S., Böttcher, C., & Jansen, P. (2017). Cognitive motor coordination training improves mental rotation performance in primary school-aged children. *Mind, Brain, and Education*, 11(4), 176-180. <https://doi.org/10.1111/mbe.12154>

Plisky, J.P., Rauh M.J., Kaminski, T.W. and Underwood, F.B. (2006). Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, (12), 911-919.

Polat, T., Dogan, C. S., Eken, B. F., Yilmaz, Ö. Ö., Silar, Ç., Karapinar, G., Baltacioglu, B., Ekmekci, R., and Ulucan, K. (2020). The distribution of brain-derived neurotrophic factor rs6265 polymorphism in Turkish volleyball players. *The Journal of Neurobehavioral Sciences*, 7(3), 152.

- Polat, T., Sercan, C., Ekmekçi, R., Eken, B. & Ulucan, K. (2019). *Profesyonel voleybolcularda beyin-türevli nörotrofik faktör (bdnf) (rs6265) polimorfizmlerinin dağılımı*. 17. Spor Bilimleri Kongresi, Antalya.
- Prentice WE, Regaining balance and postüral equilibrium. Rehabilitation Techniques in Sports Medicine. Third edition. mcb mc grew-hill. Usa, 1999
- Rasmussen, P., Brassard, P., Adser, H., Pedersen, M. V., Leick, L., Hart, E.,... Pilegaard, H. (2009). Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Experimental Physiology*, 94(10), 1062-1069. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.048512>
- Reddy S, Eckner J T, Kutcher J S. Effect of acute exercise on clinically measured Reaction Time in Collegiate Athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2014; 46(3): 429-434.
- Rehab, H. (2017). Effect of brain gym on manipulating skills and balance for beginners in rhythmic gymnastics. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health*, 17(1), 66-72.
- Reimersa S & Elizabeth A. (2011), Gender effects on Reaction Time Variability and trial-to-Trial performance, Maylora University of Warwick, United Kingdom.
- Ruff, H. A., & Rothbart, M. K. (2001). *Attention in early development: Themes and variations*. London: Oxford University Press.
- Sadeghi H., Shariat A., Asadmanesh E., Mosavat M. (2013). The Effects of Core Stability Exercise on the Dynamic Balance of Volleyball Players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 2(2):1-10.
- Salihî, M. R. O. (2022). Sporcuların dikkat ve reaksiyon düzeylerinin branşlara göre karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi). Erzurum: Danışman: Prof. Dr. Fatih Kıyıcı.

- Sanhueza, J.A., Zambrano, T., Bahamondes-Avila, C., & Salazar, L.A. (2016). Association of anxiety-related polymorphisms with sports performance in Chilean long-distance triathletes: a pilot study. *Journal of sports science & medicine*, 15(4), 554.
- Santos, E. J., & Janeira, M. A. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 903-909. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a59f2>
- Santos, S., Coutinho, D., Gonçalves, B., Schöllhorn, W., Sampaio, J., & Leite, N. (2018). Differential learning as a key training approach to improve creative and tactical behavior in soccer. *Research quarterly for exercise and sport*, 89(1), 11-24.
- Sarzynski, M. A., Loos, R. J., Lucia, A., Perusse, L., Roth, S. M., Wolfarth, B.,... Bouchard, C. (2016). Advances in exercise, fitness, and performance genomics in 2015. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(10), 1906-1916. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000982>
- Sasaki, R., Miyaguchi, S., & Onishi, H. (2022). Effect of brain-derived neurotrophic factor gene polymorphisms on motor performance and motor learning: A systematic review and meta-analysis. *Behavioural Brain Research*, 420, 113712. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113712>
- Sasi, M., Vignoli, B., Canossa, M., & Blum, R. (2017). Neurobiology of local and intercellular BDNF signaling. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*, 469(5), 593-610. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00424-017-1964-4> sayfasından erişilmiştir.
- Saucedo Marquez, C. M., Vanaudenaerde, B., Troosters, T. & Wenderoth, N. (2015). High-intensity interval training evokes larger serum BDNF levels compared with intense continuous exercise. *Journal of applied physiology*, 119(12), 1363-1373. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00126.2015>

- Savaş S. & Uğraş A. (2004), Sekiz Haftalık Sezon Öncesi Antrenman Programının Üniversiteli Erkek Boks, Taekwondo ve Karate Sporcularının Fiziksel ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Olan Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(3).
- Sayın, M. (2011). *Hareket ve beceri öğretimi*. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Schmidt RW, CA. In Wrisberg CA (Ed.), *Motor Learning and Performance* (ed.). Champaign, IL: Human Kinetics. 2004.
- Schmolesky, M. T., Webb, D. L., Hansen, R. A. (2013). The effects of aerobic exercise intensity and duration on levels of brain-derived neurotrophic factor in healthy men. *Journal of Sports Science Medicine*. 12 (3) 502.
- Schor B, da Silva SG, de Almeida AA, Pereira CAB, Arida RM. (2019) Plasma brain-derived neurotrophic factor is higher after combat training (Randori) than incremental ramp test in elite judo athletes. *Brazilian J Med Biol Res*.52(4):1–8.
- Seifert, T., Brassard, P., Wissenberg, M., Rasmussen, P., Nordby, P., Stallknecht, B., ... Secher, N. H. (2010). Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 298(2), 372-377. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00525.2009>
- Semenova, E. A., Hall, E. C. & Ahmetov, I. I. (2023). Genes and athletic performance: the 2023 update. *Genes*, 14(6), 1235. <https://doi.org/10.3390/genes14061235>
- Serdar, F. (2021). Akut interval antrenmanın kadın futbolcularda serum BDNF ve kortizol seviyesine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Sevim Y. (1997). *Basketbol-Teknik-Taktik-Antrenman*: Ankara: TUBİTAY
- Sevim, Y., (1992), “Antrenman Bilgisi Ders Notları”, Gazi Matbaası, Ankara.

- Sheikh, H. I., Hayden, E. P., Kryski, K. R., Smith, H. J., & Singh, S. M. (2010). Genotyping the BDNF rs6265 (val66met) polymorphism by one-step amplified refractory mutation system PCR. *Psychiatric Genetics*, 20(3), 109-112. <https://doi.org/10.1097/YPG.0b013e32833a2038>
- Sheikh, M., Safania, A.M. & Afshari, J. (2011). Effect of selected motor skills on motor development of both genders aged 5 and 6 years old. *Procedia Social ve Behavioral Science (Published by Elsevier)*, 15, 1723-1725.
- Singh, H. (2023). *Science of sports training*. India: Friends Publications.
- Song, M., Martinowich, K., & Lee, F. (2017). BDNF at the synapse: why location matters. *Molecular Psychiatry*, 22(10), 1370-1375. <https://www.nature.com/articles/mp2017144> sayfasından erişilmiştir.
- Strachan T, Read A. P. (2003). Human molecular genetics. Garland science Edition, Kapitel, 13: 418.
- Strachan, T. & Read, A. (2018). *Human molecular genetics*. New York: Garland Science.
- Strand BN, Wilson R. (1993). Assessing Sport Skills. Human Kinetics Publishers:USA Utah State Un. 95-100.
- Streepey, J. W., & Angulo-Kinzler, R. M. (2002). The role of task difficulty in the control of dynamic balance in children and adults. *Human Movement Science*, 21(4), 423-438. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(02\)00104-5](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(02)00104-5)
- Struzik, A., Pietraszewski, B., Zawadzki, J. (2014). Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *Journal of Human Kinetics*, 42(1), 73-79. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0062>
- Szarowicz, C. A., Steece-Collier, K., & Caulfield, M. E. (2022). New frontiers in neurodegeneration and regeneration associated with brain-derived neurotrophic factor and the rs6265 single nucleotide polymorphism. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(14), 8011. <https://doi.org/10.3390/ijms23148011>

- Şen, M., (2004). *Anaokuluna devam eden altı yaş çocukların motor gelişimlerine beden eğitimi çalışmalarının etkisinin incelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- T., Fujimura, H., Altar, C. A., Li, J., Kambayashi, J. I., Tandon, N. N.ve Sun, B. (2000). Vascular endothelial cells synthesize and secrete brain-derived neurotrophic factor. *FEBS letters*, 470(2), 113-117. doi: 10.1016/s0014-5793(00)01302-8
- Tavino, L. P., Bowers, C. J., & Archer, C. B. (1995). Effects of basketball on aerobic capacity, anaerobic capacity, and body composition of male college players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 9(2), 75-77. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/1995/05000/effects_of_basketball_on_aerobic_capacity..3.aspx sayfasından erişilmiştir.
- Tiryaki, Ş. (2000). Spor psikolojisi: *Kavramlar, kuramlar ve uygulama*. Mersin: Eylül Kitap ve Yayın Evi.
- Tobakçal F. (2019). Genç elit futbolcularda yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanın performansa ve kognitif fonksiyona etkisi (tez). Fizyoloji (Tıp) Ana Bilim Dalı Spor Fizyolojisi Bilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Selçuk Üniversitesi, Konya. 2019.
- Trajkovska, V., Marcussen, A. B., Vinberg, M., Hartvig, P., Aznar, S., & Knudsen, G. M. (2007). Measurements of brain-derived neurotrophic factor: methodological aspects and demographical data. *Brain Research Bulletin*, 73(1-3), 143-149. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2007.03.009>
- Trninić, S., & Dizdar, D. (2000). System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *Collegium Antropologicum*, 24(1), 217-234. <https://hrcak.srce.hr/clanak/15447> sayfasından erişilmiştir.

- Tunç, A. (2013). Golf sporu yapan çocukların dikkat düzeylerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ulucan, K. (2016). Brain-derived neurotrophic factor and exercise, can it be a new biomarker for athletic performance?. *The Journal of Neurobehavioral Sciences*, 3(1), 1-2. <https://doi.org/10.5455/JNBS.1456905938>
- Ulutin, T. (2005). İnsan genom projesi. *Moleküler Hematoloji ve Sitogenetik Alt Komitesi, Temel Moleküler Hematoloji Kursu*, 70-72.
- Uzun, A., & Pulur, A. (2019). Basketbolda Bölgesel Şut Antrenmanlarının Şut Performansı Üzerine Etkisi. *Sportive*, 2(1), 35-49. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sportive/issue/43809/531803>
- Ün N. & Erbahçeci F. (2001), The Evaluation of Reaction Time on Mentally Retarded Children. *Pediatric Rehabilitation*. 4(1): 17-20.
- Valeeva, E. V., Ahmetov, I. I., & Rees, T. (2019). Psychogenetics and sport. *Sports, exercise, and nutritional genomics* (pp. 147-165). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816193-7.00007-5>
- Van Cutsem, J., Pattyn, N., Vissenaeken, D., Dhondt, G., De Pauw, K., Tonoli, C.,... Roelands, B. (2015). The influence of a mild thermal challenge and severe hypoxia on exercise performance and serum BDNF. *European journal of applied physiology*, 115, 2135-2148.
- Vandendriessche, Jb., vd. (2012). Variation in sport participation, fitness and motor coordination with socioeconomic status among Flemish children. *Pediatr Exercise Science*, 24(1), 113-28.
- Vural, M.U. (2016). Life kinetik antrenmanının genç erkek basketbolcularda denge, reaksiyon süresi ve dikkat üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Wagner G, Herbsleb M, de la Cruz F, Schumann A, Köhler S, Puta C, Gabriel HW, Reichenbach JR, Bär KJ. Changes in fMRI activation in anterior hippocampus

and motor cortex during memory retrieval after an intense exercise intervention. *Biol Psychol* 2017;124:65-78.

Walsh, J. J., & Tschakovsky, M. E. (2018). Exercise and circulating BDNF: Mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(11), 1095-1104. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0192>

Walsh, J.J., Scribbans, T.D., Bentley, R.F., Kellawan, J.M., Gurd, B., Tschakovsky, M.E. (2016). Neurotrophic growth factor responses to lower body resistance training in older adults. *Applied Physiology Nutrition And Metabolism*. 4 (1). 315–323.

Williams J, Ferris L. (2012) Effects of endurance exercise training on brain-derived neurotrophic factor. *J Exerc Physiol*, 15(4):11–7.

Wilson, M.R., Vine, S.J., Wood, G. (2009). The influence of anxiety on visual attentional control in basketball free throw shooting. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(2), 152–168. doi:10.1123/jsep.31.2.152

Wrann, C. D., White, J. P., Salogiannis, J., Laznik-Bogoslavski, D., Wu, J., Ma, D.,... Spiegelman, B. M. (2013). Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1 α /FNDC5 pathway. *Cell Metabolism*, 18(5), 649-659. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.09.008>

Wulf, G., McNevin, N., & Shea, C. H. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 54(4), 1143-1154. <https://doi.org/10.1080/713756012>

Yan, Q., Rosenfeld, R. D., Matheson, C. R., Hawkins, N., Lopez, O. T., Bennett, L., & Welcher, A. A. (1997). Expression of brain-derived neurotrophic factor protein in the adult rat central nervous system. *Neuroscience*, 78(2), 431-448. [https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(96\)00613-6](https://doi.org/10.1016/S0306-4522(96)00613-6)

- Yano, H., & Chao, M. V. (2000). Neurotrophin receptor structure and interactions. *Pharmaceutica Acta Helvetiae*, 74(2-3), 253-260. [https://doi.org/10.1016/S0031-6865\(99\)00036-9](https://doi.org/10.1016/S0031-6865(99)00036-9)
- Yarım, İ., Çetin, E., & Orhan, Ö. (2019). Life kinetiğın performans sporcuları üzerine etkileri. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 181-186. <https://doi.org/10.25307/jssr.581943>
- Yarımkaya, E. ve Ulucan, H. (2015). The effect of movement education program on the motor development of children, *International Journal of New Trends in Arts, Sports Science Education*, 4(1), 37-48.
- Yarrow, J. F., White, L. J., McCoy, S. C., & Borst, S. E. (2010). Training augments resistance exercise induced elevation of circulating brain derived neurotrophic factor (BDNF). *Neuroscience Letters*, 479(2), 161-165. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.05.058>
- Yaşar, T.S. Beyleroğlu, M. Hazar, M. ve Işık, Ö. (2018). F. Soyer ve diğlerleri (Ed.), ERPA International Congresses on Education Book of proceedings:2018. *Okçularda life kinetik antrenmanının dikkat, el-göz koordinasyonu ve atış performansı üzerine etkisi (592-600) içinde.*
- Yaycı, L. (2013). D2 dikkat testinin geçerlik ve gúvenirlik alışması. *Kalem Uluslararası Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 3, 43-80. https://www.researchgate.net/profile/Levent-Yayci/publication/312478681_d2_Dikkat_Testinin_Gecerlik_ve_Guvenirlik_Calismasi/links/5f6a42fc458515b7cf46d25f/d2-Dikkat-Testinin-Gecerlik-ve-Guevenirlik-Calismasi.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Yıldırım, D. S., Koçak, M. S., & Cerit, M. (2022). Genlerin Gizemli Dúnyası: Fiziksel Performans ve Genetik Etkileřimler: Geleneksel Derleme. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 14(3), 357-362. 10.5336/sportsci.2022-91973

- Yıldırım, T. (2023). Zihinsel ve Life Kinetik antrenmanların voleybolcularda dikkat ve konsantrasyon üzerine etkisi (Doktora tezi). Hitit Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Çorum
- Yılmaz, U. (2022). Life Kinetik antrenmanlarının seçilmiş bazı nörotrofik ve motorik özelliklere etkisinin incelenmesi (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara.
- Yontan, E. (2020). Genç sporcularda beyin kaynaklı nörotrofik faktör BDNF geni rs6265 polimorfizminin belirlenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yüksel, O., Akkoyunlu, Y., Karavelioğlu, M. B., Harmancı, H., Kayhan, M., & Koç, H. (2016). Basketbolcularda core alt ekstremitte kuvveti antrenmanlarının dinamik denge ve şut isabeti üzerine etkisi. *Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 51-61. <https://doi.org/10.22396/sbd.2016.5>
- Zeybek Ü. (2018). Genetik yatkınlık ve sportif performans yaklaşımı. *International Journal of Sport, Exercise & Training Sciences – IJSETS*, 4(2), 48-51.
- Zhao K, Hu Z, Wang T, Tian L, Wang M, Liu R, Zuo C, Jihua W. (2022). Acute effects of two different work-to-rest ratio of high-intensity interval training on brain-derived neurotrophic factor in untrained young men. *Front Physiol*. Sep 7;13:988773. doi: 10.3389/fphys.2022.988773.
- Zoladz, J. A., Pilc, A., Majerczak, J., Grandys, M., Zapart-Bukowska, J. & Duda, K. (2008). Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men. *J Physiol Pharmacol*, 59(7), 119-132.



EKLER

EK-1

Uygulanan Antrenman Programları

Şiddet	60%		
Teknik Antrenman süresi	90-120 dk		
Teknik Antrenmanda Aktif Dinlenme	3-5 dk		
Beyin Temelli Egzersiz Süresi	45-60 dk		
Beyin Temelli Egzersizlerde Egzersiz Arası Dinlenme	3-5 dk		
Toplam Antrenman Süresi	90-120 dk		
1. ve 2. hafta	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
Basketbol Antrenman Grubu	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk)	Bilgilendirme (10dk)
	Isınma (10dk)		Isınma (10dk)
	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)
	-Kalistenik antrenman	-Sağlık topu ve terbant egzersizleri	-Kombine antrenman
	-Pas antrenmanı	-Dribling drilleri Soğuma (10dk)	-Şut antrenmanı
Basketbol Antrenmanı + Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Soğuma (10dk)		Soğuma (10dk)
	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk)	Bilgilendirme (10dk)
	Isınma (10dk)		Isınma (10dk)
	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)
	-Kalistenik antrenman	-Sağlık topu ve terbant egzersizleri	-Kombine antrenman
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	-Pas antrenmanı	-Dribling drilleri	-Şut antrenmanı
	Fit Light (30dk)	-Farklı toplar ile eşli egzersiz (30dk)	-Top ve Nesne
	Soğuma (10dk)	-Soğuma (10dk)	Değiştirme
			Soğuma (10dk)
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk)	Bilgilendirme (10dk)
	Isınma (10dk)		Isınma (10dk)
	Ana Evre (30dk)	Ana Evre (30dk)	Ana Evre (30dk)
	-Fit Light	-Farklı toplar ile egzersiz	-Top ve nesne değiştirme oyunu
	Soğuma (10dk)	Soğuma (10dk)	Soğuma (10dk)

Uygulanan Antrenman Programı

Şiddet	60%		
Teknik Antrenman süresi	90-120 dk		
Teknik Antrenmanda Aktif Dinlenme	3-5 dk		
Beyin Temelli Egzersiz Süresi	45-60 dk		
Beyin Temelli Egzersizlerde Egzersiz Arası Dinlenme	3-5 dk		
Toplam Antrenman Süresi	90-120 dk		
1. ve 2. hafta	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
Basketbol Antrenman Grubu	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk)	Bilgilendirme (10dk)
	Isınma (10dk)		Isınma (10dk)
	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)
	-Kalistenik antrenman	-Sağlık topu ve terbant egzersizleri	-Kombine antrenman
	-Pas antrenmanı	-Dribling drilleri	-Şut antrenmanı
Basketbol Antrenmanı + Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Soğuma(10dk)	Soğuma(10dk)	Soğuma(10dk)
	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk)	Bilgilendirme (10dk)
	Isınma (10dk)		Isınma (10dk)
	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)
	-Kalistenik antrenman	-Sağlık topu ve terbant egzersizleri	-Kombine antrenman
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	-Pas antrenmanı	-Dribling drilleri	-Şut antrenmanı
	Soğuma(10dk)	Soğuma(10dk)	Soğuma(10dk)
	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk)	Bilgilendirme (10dk)
	Isınma (10dk)		Isınma (10dk)
	Ana Evre (30dk)	Ana Evre (30dk)	Ana Evre (30dk)
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	-Fit Light	-Farklı toplar ile egzersiz	-Top ve nesne değiştirme oyunu
	Soğuma(10dk)	Soğuma(10dk)	Soğuma(10dk)

Uygulanan Antrenman Programı

Şiddet			65%
Teknik Antrenman süresi			90-120 dk
Teknik Antrenmanda Aktif Dinlenme			3-5 dk
Beyin Temelli Egzersiz Süresi			45-60 dk
Beyin Temelli Egzersizlerde Egzersiz Arası Dinlenme			3-5 dk
Toplam Antrenamn Süresi			90-120 dk
3. ve 4. hafta	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
Basketbol Antrenman Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Pliometrik antrenman -Savunma antrenmanı Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Kuvvet antrenmanı -Pick and Roll çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Pliometrik antrenman -Şut antrenmanı Soğuma(10dk)
Basketbol Antrenmanı + Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Pliometrik antrenman -Savunma antrenmanı Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Kuvvet antrenmanı -Pick and Roll çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Pliometrik antrenman -Şut antrenmanı Soğuma(10dk)
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Fit Light Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Farklı toplar ile egzersiz Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Top ve nesne değiştirme oyunu Soğuma(10dk)

Uygulanan Antrenman Programı

Şiddet			65%
Teknik Antrenman süresi			90-120 dk
Teknik Antrenmanda Aktif Dinlenme			3-5 dk
Beyin Temelli Egzersiz Süresi			45-60 dk
Beyin Temelli Egzersizlerde Egzersiz Arası Dinlenme			3-5 dk
Toplam Antrenamn Süresi			90-120 dk
5. ve 6. hafta	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
Basketbol Antrenman Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Dribbling drilleri -Pick and Roll çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -1v1 hücum savunma çalışması Pas ntrenmanı Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Üçlü örne çalışması Şut antrenmanı Soğuma(10dk)
Basketbol Antrenmanı + Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Dribbling drilleri -Pick and Roll çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -1v1 hücum savunma çalışması - Pas antrenmanı Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Üçlü örne çalışması -Şut antrenmanı Soğuma(10dk)
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Fit Light + top Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Farklı nesneler ile egzersiz Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Kutu ve merdiven oyunu Soğuma(10dk)

Uygulanan Antrenman Programı

Şiddet	70%
Teknik Antrenman süresi	90-120 dk
Teknik Antrenmanda Aktif Dinlenme	3-5 dk
Beyin Temelli Egzersiz Süresi	45-60 dk
Beyin Temelli Egzersizlerde Egzersiz Arası Dinlenme	3-5 dk
Toplam Antrenman Süresi	90-120 dk

7. ve 8. hafta	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
Basketbol Antrenman Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Savunma antrenmanı -2v2 hücum savunma çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -Dörtlü Örne çalışması - Dribling antrenmanı Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -3v3 hücum savunma çalışması -Şut antrenmanı Soğuma(10dk)
Basketbol Antrenmanı + Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) - Savunma antrenmanı -2v2 hücum savunma çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) - Dörtlü Örne çalışması - Dribling antrenmanı Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -3v3 hücum savunma çalışması -Şut antrenmanı Soğuma(10dk)
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Fit Light + top Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Farklı nesneler ile egzersiz Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) - Kutu ve merdiven oyunu Soğuma(10dk)

Uygulanan Antrenman Programı

Şiddet	75%
Teknik Antrenman süresi	90-120 dk
Teknik Antrenmanda Aktif Dinlenme	3-5 dk
Beyin Temelli Egzersiz Süresi	45-60 dk
Beyin Temelli Egzersizlerde Egzersiz Arası Dinlenme	3-5 dk
Toplam Antrenman Süresi	90-120 dk

9. ve 10. hafta	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
Basketbol Antrenman Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) Dribling antrenmanı Fastbreak çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) Pas antrenmanı Transition çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -4v4 hücum savunma çalışması -Şut antrenmanı Soğuma(10dk)
Basketbol Antrenmanı + Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) - Dribling antrenmanı -Fastbreak çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) - Pas antrenmanı -Transition çalışması Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (60dk) -4v4 hücum savunma çalışması -Şut antrenmanı Soğuma(10dk)
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Fit Light + step aerobik Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Kart eşleştirme- hafıza oyunları Soğuma(10dk)	Bilgilendirme (10dk) Isınma (10dk) Ana Evre (30dk) -Gözler kapalı top çalışmaları- Dominant olmayan el ayak çalışmaları Soğuma(10dk)

Uygulanan Antrenman Programı			
Şiddet			80%
Teknik Antrenman süresi			90-120 dk
Teknik Antrenmanda Aktif Dinlenme			3-5 dk
Beyin Temelli Egzersiz Süresi			45-60 dk
Beyin Temelli Egzersizlerde Egzersiz Arası Dinlenme			3-5 dk
Toplam Antrenamn Süresi			90-150 dk
11. ve 12. hafta	Pazartesi	Çarşamba	Cum a
Basketbol Antrenman Grubu	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme
	Isınma (10dk)	Isınma (10dk)	(10dk) Isınma
	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)	(10dk)
	Transition çalışması	-Fastbreak	Ana Evre (60dk)
	Hücum taktik	çalışması	-5v5 hücum savunma
	antrenmanı	-Savunma Taktik	çalışması
	Soğuma(10dk)	antrenmanı	-Şut
		Soğuma(10dk)	antrenmanı
			Soğuma(10dk)
Basketbol Antrenmanı + Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme
	Isınma (10dk)	Isınma (10dk)	(10dk) Isınma
	Ana Evre (60dk)	Ana Evre (60dk)	(10dk)
	Transition çalışması	- Fastbreak	Ana Evre (60dk)
	Hücum taktik	çalışması	-5v5 hücum savunma
	antrenmanı	-Savunma Taktik	-Şut
	Soğuma(10dk)	antrenmanı	antrenmanı
		Soğuma(10dk)	Soğuma(10d)
Beyin Temelli Egzersiz Grubu	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme (10dk)	Bilgilendirme
	Isınma (10dk)	Isınma (10dk)	(10dk) Isınma
	Ana Evre (30dk)	Ana Evre (30dk)	(10dk)
	-Fit Light +	-Kart eşleştirme-	Ana Evre (30dk)
	step aerobik	hafıza oyunları	-Gözler kapalı top çalışmaları-
	Soğuma(10dk)	Soğuma(10dk)	Dominant olmayan el ayak
			çalışmaları
			Soğuma(10dk)

