

T.C
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK VE DÜŞÜK
GLİSEMİK İNDEKSİ KAHVALTININ
EGZERSİZ SONRASI
BİLİŞSEL İŞLEVLER ÜZERİNE ETKİSİ**

FERYA BERTAN

EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR- 2018

TEZ KODU: DEU. HSI. MSc- 2012970039

T.C
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK VE DÜŞÜK
GLİSEMİK İNDEKSİ KAHVALTININ
EGZERSİZ SONRASI
BİLİŞSEL İŞLEVLER ÜZERİNE ETKİSİ**

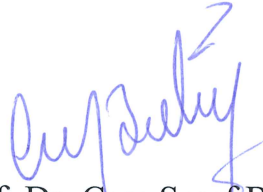
**EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

FERYA BERTAN

Danışman Öğretim Üyesi
Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ

TEZ KODU: DEU. HSI. MSc- 20129

Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoloji Anabilim Dalı, Egzersiz Fizyolojisi Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Ferya BERTAN**, “*Yüksek ve Düşük Glisemik İndeksli Kahvaltının Egzersiz Sonrası Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi*” konulu yüksek lisans tezini 01.10.2018 tarihinde başarılı olarak tamamlamıştır.



Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ
(DEÜ Tıp Fakültesi)
Başkan



Dr. Öğr. Üye. Rüksan ÇEHRELİ
(DEÜ Onkoloji Enstitüsü)
Üye



Dr. Öğr. Üye. Özge KÜÇÜKERDÖNMEZ
(Ege Ü. Sağlık Bilimleri F.ak.)
Üye

Dr. Öğr. Üye. Çağdaş GÜDÜCÜ
(DEÜ Tıp Fakültesi)
(Yedek Üye)

Doç. Dr. Recı MESERİ
(Ege Ü. Sağlık Bilimleri F.ak.)
(Yedek Üye)

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLOLAR DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
KISALTMALAR.....	vi
ÖZET	1
ABSTRACT	3
1.1. Problemin Tanımı ve Önemi.....	4
1.2. Araştırmanın Amacı	5
1.3. Araştırmanın Hipotezi.....	5
2.GENEL BİLGİLER	6
2.1. Karbonhidratlar ve Glisemik İndeks	6
2.1.1. Karbonhidratların Sınıflandırılması	6
2.1.2. Karbonhidratların Sindirim ve Emilimi	7
2.1.3. Karbonhidrat Metabolizması	8
2.1.4. Glisemik İndeks	8
2.1.5. Glisemik İndeks Değerini Etkileyen Faktörler	9
2.1.6. Glisemik Yük.....	10
2.2. Sporcularda Karbonhidratın Önemi	11
2.2.1. Sporcuların Karbonhidrat Gereksinimi	11
2.2.2. Egzersiz Öncesi Karbonhidrat Tüketim Zamanı.....	13
2.2.3. Egzersiz Sırasında Karbonhidrat Tüketimi	13
2.2.4. Sporcularda Glikojen Deposu	14
2.2.5. Sporcularda Glisemik İndeksin Önemi	15
2.3. Beslenmenin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi.....	16
2.3.1. Karbonhidratların Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi.....	16
2.3.2. Proteinlerin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi	17
2.3.3. Yağların Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi.....	18
2.3.4. Diğer Besin Öğelerinin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi.....	18
2.3.5. Kahvaltının Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi.....	19
2.3.6. Glisemik İndeksin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi	19
2.4. Egzersizin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi.....	20
2.5. Bilişsel İşlevlerin Değerlendirilmesi	21
2.5.1. Çalışma Belleği.....	22

2.5.2. N Geri Testi.....	22
2.5.3. İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme (fNIRS) Yöntemi	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM	24
3.1. Araştırmanın Tipi	24
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	24
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	24
3.4. Araştırma Materyali.....	24
3.5. Araştırmanın Değişkenleri.....	25
3.6. Veri Toplama Araçları	25
3.6.1. Katılımcılara Uygulanan Form ve Ölçekler	25
3.6.2. Boy Uzunluk Ölçümü	26
3.6.3. Vücut Kompozisyonu Ölçümü	26
3.6.4. Maksimal Egzersiz Kapasitesi Ölçümü	26
3.6.5. Kan Glikoz Düzeyi Ölçümü	26
3.6.6. Gönüllü Seçimi	27
3.6.7. Araştırma Protokolü.....	27
3.6.7.1. Yüksek Glisemik İndeks ve Düşük Glisemik İndeksli Kahvaltı Menülerinin Planlanması	28
3.6.7.2. Egzersiz Protokolü.....	29
3.6.7.3. “3 Geri Testi” Protokolü	30
3.6.7.4. İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme (fNIRS) Kayıtları.....	30
3.7. Araştırmanın Planı ve Takvimi	32
3.8. Verilerin Değerlendirilmesi	32
3.9. Araştırmanın Sınırlılıkları	33
3.10. Etik Kurul Onayı	33
4. BULGULAR	34
4.1. Katılımcılara Ait Genel Özellikler	34
4.2. Kan Glikoz Düzeyi Sonuçları.....	35
4.3. “3 Geri Testi” Sonuçları.....	36
4.4. Beyin Hemodinamisindeki Değişim Sonuçları	37
4.5. Kan Glikoz Düzeyi, Beyin Hemodinamisindeki Değişim ve “3 Geri Testi” Sonuçları Arasındaki İlişki	39

5. TARTIŞMA.....	42
5.1. Kahvaltının Glisemik İndeks Değeri ve Egzersizin Kan Glikoz Düzeyine Birleşik Etkisi	42
5.2. Kahvaltının Gİ Değeri ve Egzersizin Çalışma Belleğine Birleşik Etkisi.....	43
5.3. Kahvaltının Gİ Değeri ve Egzersizin Beynin Hemodinamisine Birleşik Etkisi	44
5.4. Genel Değerlendirme	45
5.5. Literatürdeki Benzer Araştırmalar	47
5.6. Araştırmanın Güçlü ve Kısıtlı Yanları	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	52
6.1. Sonuçlar	52
6.2. Öneriler	52
7. KAYNAKLAR.....	53
8. EKLER	60

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Besinlerin Glisemik İndeks Değerleri (3,14).....	9
Tablo 2. Sporcuların Karbonhidrat Gereksinimleri (21)	12
Tablo 3. Katılımcıların Fiziksel Özellikleri (n=10)	34
Tablo 4. Katılımcıların Kan Glikoz Düzeyi Ölçümleri ve Kahvaltının Glisemik İndeks Değerine Göre Karşılaştırılması	35
Tablo 5. Katılımcıların Egzersiz Öncesi ve Egzersiz Sonrası Kan Glikoz Düzeyi Ölçümlerinin Karşılaştırılması	35
Tablo 6. Katılımcıların “3 Geri Testi” Sonuçlarının Kahvaltının Glisemik İndeks Değerine Göre Karşılaştırılması.....	36
Tablo 7. Katılımcıların Egzersiz Öncesi ve Egzersiz Sonrası “3 Geri Testi” Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	37
Tablo 8. Katılımcıların HbO ₂ Artışındaki Faz Farkı Değerleri ve Kahvaltının Glisemik İndeks Değerine Göre Karşılaştırılması	38
Tablo 9. Katılımcıların Egzersiz Öncesi ve Egzersiz Sonrası HbO ₂ Artışındaki Faz Farkı Değerlerinin Karşılaştırılması	38
Tablo 10. Kan Glikoz Düzeyi ve HbO ₂ Artışındaki Faz Farkı Değerleri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi.....	39
Tablo 11. Kan Glikoz Düzeyi ve “3 Geri Testi” Sonuçları Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi	40
Tablo 12. “3 Geri Testi” ve HbO ₂ Artışındaki Faz Farkı Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Araştırma Protokolü	28
Şekil 2. “3 Geri Testi”nin Şematik Gösterimine İlişkin Bir Görsel	30
Şekil 3. “3 Geri Testi”nde Uygulanan Uyarılara İlişkin Bir Görsel	30
Şekil 4. fNIRS Sensöründeki Kaynak ve Dedektör Bölgelerine İlişkin Bir Görsel.....	31
Şekil 5. Araştırma Takvimi	32
Şekil 6. Onaltı Kanaldan Alınan HbO ₂ Değerlerinin Ortalamasının Bir Örneği	38
Şekil 7. Katılımcıların HbO ₂ -faz_farkı Değerlerinin Karşılaştırılması	39

KISALTMALAR

BKİ: Beden Kütle İndeksi

GI: Glisemik İndeks

GY: Glisemik Yük

DGI: Düşük Glisemik İndeks

YGI: Yüksek Glisemik İndeks

BDNF: Beyin kaynaklı nörotrofik faktör

VO₂ maks: Maksimum oksijen tüketim kapasitesi

fNIRS: İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme Yöntemi (*Functional Near Infrared Spectroscopy*)

SPSS: *Statistical Package for the Social Sciences*

ms: Milisaniye

dk: Dakika

 mol/L: Mikromol/litre (mikromolar)

mg/dL: Miligram/desilitre

HbO₂: Oksihemoglobin

TS_   ru: Bilişsel testte    ru cevaplara verilen tepki süresi

TS_toplam: Bilişsel testte tüm cevaplara verilen tepki süresi

HbO₂-faz_farkı: Oksihemoglobin artı ındaki faz farkı

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam sürecinde, sabırlı ve titiz bir şekilde değerli önerileri ile bana yön veren, tüm içtenliği ile bilgisini, zamanını ve manevi desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Cem Şeref Bediz'e,

Çalışmaya katılan sporcuların bulunmasında destek sağlayan DEÜ Spor Bilimleri ve Teknolojileri Yüksekokulu'nda görev almakta olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Erkan Günay'a

Çalışmamın istatistik hesaplarının yapılması ve değerlendirilmesindeki katkısı nedeniyle Sayın Prof. Dr. Hülya Ellidokuz'a,

Çalışmamın kayıt ve analizi aşamasındaki tüm destekleri için, DEÜ Biyofizik Anabilim Dalı'nda görev almakta olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Çağdaş Güdücü, Araş. Gör. Emre Eskicioğlu, Araş. Gör. Serhat Taşlıca, Araş. Gör. Gonca İnanc, Öğr. Gör. İpek Ergönül, Gizem Düşmez, Güliz Akın, Aşkın Kirenli'ye, Egzersiz Fizyolojisi Doktora Programı öğrencisi Egemen Mancı'ya,

Çalışmanın her aşamasına disiplinli ve gönüllü bir şekilde katılan sporcularımıza,

Bu süreçte manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan değerli aileme ve kıymetli dostlarıma

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ferya Bertan

YÜKSEK VE DÜŞÜK GLİSEMİK İNDEKSİ KAHVALTININ EGZERSİZ SONRASI BİLİŞSEL İŞLEVLER ÜZERİNE ETKİSİ

Ferya BERTAN
Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
ferya.bertan@deu.edu.tr

ÖZET

Bir öğünün glisemik indeks (Gİ) değeri, egzersiz sırasındaki fiziksel performansı etkileyebilmesi nedeniyle önemlidir. Ayrıca son yıllarda Gİ değerinin, bilişsel performansı etkileyebileceğini gösteren çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışma, egzersiz öncesindeki öğünün Gİ değerinin, egzersizin de etkisi ile bilişsel işlevleri ve beynin hemodinamisini (kanlanmasını) nasıl etkilediğini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmaya 18–22 yaş aralığında, sağlıklı 10 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Sporculara farklı günlerde, aynı enerji, karbonhidrat, protein ve yağ içeriğine sahip ancak farklı Gİ (düşük-DGİ ve yüksek-YGİ) değeri olan kahvaltı verilmiş ve glisemiye olan etkileri ölçülmüştür. Katılımcılara kahvaltıdan 90 dakika sonra bisiklet ergometresinde orta şiddette, 30 dakikalık submaksimal egzersiz yaptırılmıştır. Egzersizin hemen öncesinde ve sonrasında, bilişsel işlev alanlarından olan, çalışma belleğini doğru ve yanlış cevap verme yüzdesi ve tepki süresi ile ölçen “3 Geri Testi” uygulanmış ve test sırasında beyin hemodinamisine olan etkileri “İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme (fNIRS) Yöntemi” ile incelenmiştir.

YGİ’li kahvaltı, DGİ’li kahvaltıya göre hem egzersiz öncesi hem de egzersiz sonrası kan glikoz düzeyinde anlamlı bir şekilde artışa neden olmuştur. Hem egzersiz öncesinde hem de sonrasında uygulanan “3 Geri Testi” sonuçlarında, DGİ ve YGİ’li kahvaltı arasında bir fark görülmemiştir. Egzersiz sonrası uygulanan “3 Geri Testi” sonuçlarında doğru cevap verme yüzdesi egzersiz sonrası artarken, doğru cevaplara verilen tepki süresi ise azalmıştır. Her iki Gİ değerinde gözlenen bu durum egzersizin bilişsel performansa olumlu etkisi olduğunu düşündürmüştür. Ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Diğer bir yandan uygulanan tüm bilişsel testler sırasında beynin hemodinamisinde artış gözlemlenmiştir. Bilişsel görev sırasında değişen glikoz ihtiyacının, beyin kan akımı değişimine etkisi olup olmadığı net olarak bilinmemektedir. Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmasa da oksihemoglobin düzeyindeki artışın, egzersiz sonrası öncesine göre; YGİ’li kahvaltı gününde daha düşük, DGİ’li kahvaltı gününde ise daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu da glisemide yarattığı etki nedeniyle Gİ düzeyinin, bilişsel yüklenmeyle

meydana gelen beynin glikoz ihtiyacının karşılanmasında daha etkili olarak daha az kan akımına ihtiyaç duyulmasıyla ilişkili olabileceğini düşündürmüştür. Fakat bu etki istatistiksel olarak gözlenememiştir.

Anahtar Kelimeler: Glisemik indeks, sporcu, bilişsel işlevler, çalışma belleği



THE EFFECT OF HIGH AND LOW GLYCEMIC INDEXED BREAKFAST ON COGNITIVE FUNCTIONS AFTER EXERCISE

Ferya BERTAN
Dokuz Eylul University, Institute of Health Sciences
ferya.bertan@deu.edu.tr

ABSTRACT

The glycemic index (GI) value of a meal is important due to its effect on physical performance during exercise. In addition, studies have been conducted in recent years to show that the value of GI may affect cognitive performance. This study was carried out to investigate the effect of GI value of meal before exercise on cognitive functions and haemodynamics of the brain.

10 healthy male athletes (between the ages of 18 and 22) voluntarily participated to the study and they consumed different types of breakfast with same energy, carbohydrate, protein and fat content but different (low-LGI and high-HGI) glycemic index (GI) values on different days. The effects of different GI breakfast on glycemia were measured. After 90 minutes from breakfast, an 30-minute submaximal exercise in the cycling ergometer was performed. Just before and immediately after the exercise "3 Back Test", which measures working memory was used as cognitive function test and the effects on brain hemodynamics (oxyhemoglobin level) during the test were examined by "Functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS) Method".

HGI breakfast, resulted in a significant increase in blood glucose both before and after exercise levels compared to LGI breakfast. There was no difference between the LGI and the HGI breakfasts in the "3 Back Test" results both before and after the exercise. In the results of the "3 Back Test" performed after the exercise, the correct response percentage increased after the exercises and the response time to the correct responses decreased. Although, both of these GI values were not statistically significant, it was suggested that exercise had a positive effect on cognitive performance. But it is not statistically significant. On the other hand, an increase in the hemodynamics of the brain was observed during all cognitive tests. It is unclear whether the alternating glucose requirement during cognitive tasks has an effect on brain blood flow change. However, the increase in the level of oxyhemoglobin, after exercise compared to the before exercise; was found to be lower on the day of the HGI breakfast and higher on the day of the LGI breakfast. This suggests that the GI level may be related to the need for less blood flow more effectively to meet the glucose requirement of the brain caused by cognitive overload. But this effect was not statistically significant.

Keywords: glycemic index, athlete, cognitive function, working memory

1. GİRİŞ ve AMAC

1.1. Problemin Tanımı ve Önemi

Spor müsabakaları büyük sosyal ve kültürel etkinliklerdir. Müsabakada alınan galibiyetin önemli olması, sporcu performansının geliştirilmesinde bilimsel yöntemlerin kullanılmasını sağlamıştır (1). Sporcunun başarısının temelinde, sporu en sağlıklı şekilde ve en yüksek performansta yapması yatmaktadır. Sportif performans, yapılması gereken bir atletik görevin yerine getirilmesi sırasında başarı için ortaya konulan çabaların bütünü olarak tarif edilebilir (2).

Beslenme şekli sporcunun performansını ve sağlığını önemli ölçüde etkiler. Sporcu beslenmesinde amaç sporcunun cinsiyetine, yaşına, günlük fiziksel aktivitesine ve yaptığı spor dalına göre antrenman ve müsabaka dönemlerine yönelik düzenlemeler yapılarak, besinlerin yeterli ve dengeli bir biçimde alınmasını sağlamaktadır. Sporcunun ihtiyaçları göz önünde bulundurularak, optimal düzeyde besin ögesi ve hidrasyon sağlayan beslenme programları, bu konuda uzmanlaşmış beslenme uzmanları tarafından planlanmalıdır. Sporcularda, besin öğelerinin günlük enerjiye katkı oranları yapılan spor dallarına göre farklılık göstermektedir. Egzersizin türüne göre gerekli olan enerjinin aerobik ve/veya anaerobik yoldan karşılanıyor olması bu oranları etkileyen en önemli faktördür (3).

Karbonhidratlar, egzersiz ve sporun pek çok türünde performansı etkileyen en önemli enerji kaynağını oluşturan makro besin ögesidir. Karbonhidratlar, anaerobik metabolizmanın en önemli destekçisi ve yüksek şiddetli egzersiz için kullanılabilen tek yakıttır (4). Karbonhidratın türü de fiziksel performans için önemlidir. Pek çok çalışmada, egzersizden önceki ana öğünde düşük glisemik indeksli besin tüketmenin, daha stabil bir kan glikoz düzeyi sağladığı ve performansı anlamlı ölçüde arttırdığı gösterilmiştir (5).

Beynin besinsel değişikliklere karşı oldukça hassas olduğu bilinmekte ve kan glikoz düzeyinin hafıza arttırıcı etkisi olduğu ileri sürülmektedir (6). Sağlıklı adölesanlarda, farklı glisemik indekse sahip besinlerin bilişsel işlevleri farklı şekilde etkilediğine ilişkin bulgular mevcuttur. Bazı çalışmalar düşük glisemik indeksli besinlerin, bilişsel performans üzerine daha olumlu etkileri olduğu sonucuna varırken, bazı çalışmalarda ise yüksek glisemik indeksli besinlerin, kısa süreli bilişsel yarar sağladığını göstermiştir (7).

Sporcuların fiziksel gücü kadar spora özel bilişsel beceriler geliştirmesi (algılama, dikkat, karar verme, tepki süresi vb.) de üstün performans ve taktik geliştirebilme açısından önemlidir (8). Bu yüzden hem egzersizi sürdürebilmek, hem de sporun, müsabakanın

gerektirdiği bilişsel aktiviteleri en st düzeyde gerçekleştirebilmek için fiziksel antrenmanların yanında bilişsel becerilerin geliştirilmesi de önem taşıtmaktadır. Bu nedenle sporcularda bilişsel işlevlerin değerlendirilmesi, bunları etkileyen faktörlerin belirlenebilmesi adına yapılan çalışmalar artış göstermektedir. Beslenmenin de bilişsel işlevler üzerinde etkisi olabileceği dşnlmş ve sporcuların egzersiz öncesinde aldıkları ana öğünün glisemik indeks değerinin, egzersizin de etkisi ile beraber bilişsel işlevleri nasıl etkilediğini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu alışma, sporcuların egzersiz öncesinde tükettikleri kahvaltının glisemik indeks değerinin, egzersiz sonrası bilişsel işlevler ve beynin hemodinamisi üzerine etkili olup olmadığını araştırmak amacıyla yapılmıştır.

1.3. Araştırmanın Hipotezi

1. Egzersizden önce tüketilen düşük glisemik indeksli kahvaltı, egzersizin hemen öncesi ve hemen sonrasındaki bilişsel işlevleri olumlu yönde etkiler.
2. Egzersizden önce tüketilen kahvaltının glisemik indeks değerini, egzersizin hemen öncesi ve hemen sonrasında uygulanan bilişsel görev sırasında beynin hemodinamisinde (kan akımında) meydana gelen artış düzeyini etkiler.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Karbonhidratlar ve Glisemik İndeks

2.1.1. Karbonhidratların Sınıflandırılması

Karbonhidratlar, doğada en çok bulunan organik moleküllerdir. İnsan vücudundaki en önemli rolü, temel enerji ihtiyacını karşılamalarıdır. Karbon, hidrojen ve oksijen atomlarından meydana gelirler. Çoğu basit karbonhidrat için geçerli olan $(CH_2O)_n$ formülünden dolayı “hidratlanmış karbon” diye adlandırılır ve organik yapılarına göre dört gruba ayrılırlar (9).

1. Monosakkaritler: glikoz, früktoz, galaktoz

Daha basit karbonhidratlara hidrolize edilemezler.

2. Disakkaritler: sakkaroz, laktoz, maltoz

İki monosakkaritin birbirine glioizidik bağla bağlanması sonucu oluşurlar.

3. Oligosakkaritler: raffinoz, melezitöz, gentianoz, planteoz, stakioz

3 – 10 adet monosakkaritin birbirine bağlanmasıyla oluşan polimerlerdir.

4. Polisakkaritler: nişasta, glikojen, sellülöz

Ondan fazla monosakkaritin birbirine bağlanmasıyla oluşan polimerlerdir (10).

Monosakkaritler ve disakkaritler basit şekerler/karbonhidratlar, polisakkaritler ise kompleks karbonhidratlar olarak da adlandırılmaktadır.

Basit karbonhidratlar, sindirime ihtiyaç duymadan hızlıca emilirler ve tüketiminden 15-20 dakika sonra kana geçerler. Kan glikoz seviyesinin ani yükselmesine ve daha sonra normalin altında bir değere düşmesine neden olurlar. Şekerler, şeker türevleri, bal, reçel gibi besinler bu gruptadır ve sadece karbonhidrat içerirler. Pekmez ve meyveler (fruktoz), süt (laktoz) aynı zamanda protein, vitamin ve mineral de içerirler (3).

Kompleks karbonhidratlar, insan ve hayvan vücudunda glikojen, bitkilerin yapısında ise nişasta ve selüloz olarak yer almaktadırlar. Sindirime ihtiyaç duyarlar ve tüketiminden 3–4 saat sonra kana geçerler. Kan glikozu üzerindeki etkileri daha yavaş ve uzun sürelidir.

Tahıllar, kuru baklagiller, sebzeler ve meyveler bu gruptadır ve karbonhidratın yanısıra protein, posa, vitamin ve mineral de içerirler (3).

2.1.2. Karbonhidratların Sindirim ve Emilimi

Karbonhidratların sindirimi ağız ve ince bağırsakta gerçekleşmektedir.

Monosakkaritler: Sindirim sırasında bir değişikliğe uğramazlar.

Disakkaritler: İnce bağırsakta disakkaridaz enzimleri ile hidrolize olarak monosakkaritlere ayrışırlar.

Laktoz ----laktaz----> galaktoz + glikoz

Sakkaroz ----sakkaraz----> fruktoz + glikoz

Maltoz ----maltaz----> glikoz + glikoz

Polisakkaritler: Nişasta, ağızda tükürükte bulunan α -amilaz enzimi ile glikozid bağları rastgele hidrolizlenerek dekstrine parçalanır. Mide pH'ı karbonhidratların sindirimi için uygun değildir ve burada sindirim durur. Duedonumda bikarbonat ve pankreas α -amilaz enzimi ile dekstrin ve glikojen, disakkaritlere parçalanır. İnsan vücudunda selülozu sindiren enzim olmadığı için, selüloz sindirilmeden feçesle atılır. İnce bağırsak lümenine gelen disakkaritler de disakkaridazlar tarafından monosakkaritlere ayrışırlar (11).

İnce bağırsak mukozasından glikoz ve galaktoz Na^+ 'a bağımlı aktif transport (SGLT-1) ve kolaylaştırılmış difüzyon ile, fruktoz ve diğer monosakkaritler ise Na^+ dan bağımsız GLUT-5 taşıyıcısı ile (basit difüzyon) ile kana geçerler (11). İnce bağırsaktan emilen monosakkaritlerin 2/3'si vena portaya geçerek (GLUT-2) karaciğere gelir; 1/3'i ise bağırsak lenfatikleri ve duktus torasikus yoluyla genel dolaşıma katılırlar (9,12).

Kanda glikoz yoğunluğunun artmasıyla beraber, glikoz doku hücrelerine kolaylaştırılmış difüzyon ile geçer. Bu olay hücre tiplerine göre farklılık gösteren altı adet glikoz taşıyıcısı (GLUT 1-7) ile gerçekleşir. GLUT-4 iskelet kasında ve adipoz dokuda bulunur ve insüline duyarlıdır. Ayrıca egzersiz, iskelet kasındaki GLUT-4'ün translokasyonunu uyarak hücreye glikoz transportunu artırır (13).

2.1.3. Karbonhidrat Metabolizması

Memeli organizmasındaki karbonhidrat metabolizması aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- **Glikoliz;** glikozun enerji ve diğer metabolik yollara ara ürün sağlamak için pirüvata kadar yıkılmasıdır (10). Anaerobik glikoliz, eritrosit gibi çok az sayıda ya da hiç mitokondrisi olmayan hücrelerde ve solunum zincirinin oksidatif kapasitesini aşacak düzeyde egzersiz yapan kas dokularında gerçekleşir (9).
- **Piruvatın Asetil-KoA'ya Oksidasyonu ve Krebs Döngüsü;**
 - o Piruvatın Asetil-KoA'ya oksidasyonu, karbonhidrat, yağ ve proteinlerin oksidasyonunun olduğu aşamadır.
 - o Krebs döngüsü, organizmanın enerji ihtiyacının %90'nın sağlandığı ve besin öğelerinden enerji üretildiği son basamaktır.
- **Glikojenez;** glikoz ve diğer monosakkaritlerden glikojen sentez edilmesidir. Glikojenez tüm dokularda olmasına karşın, başlıca gerçekleştiği organ karaciğerdir. Sentezlenen glikojenin başlıca depolandığı yer, kas ve karaciğer dokusudur. Kaslarda yaklaşık olarak 400 g, karaciğerde ise 100 g glikojen bulunur.
- **Glikojenoliz;** Glikojenin enerji sağlama amacıyla karaciğerde glikoza, kaslarda ise piruvat ve laktata parçalanmasıdır.
- **Glikozun Alternatif Metabolik Yolları;**
 - o **Heksoz Monofosfat Yolu,** Embden-Meyerhof Yolu ve Krebs döngüsünün alternatif yoludur.
 - o **Üranik Asit Yolu,** skorbik asit sentezine giden ikinci yoldur.
 - o **Glikoneojenez,** karbonhidrat olmayan (glikojenik amino asitler, laktat, gliserol) kaynaklardan, glikoz ve glikojen sentez edilmesidir (10).

2.1.4. Glisemik İndeks

Bir besin tüketildikten sonra, kan glikoz düzeyinde oluşan değişiklik glisemik yanıt (postprandiyal glisemi) olarak bilinmektedir. Besinin nasıl bir glisemik yanıtı neden olacağı ise o besinin glisemik indeksi (Gİ) ile ilişkilidir (14).

1981 yılında Jenkins ve arkadaşları (15) ilk kez 62 farklı yiyecek ve şekerin tüketildikten sonraki ikinci saatte kan glikozu üzerine etkisini inceleyerek, besinlerin Gİ değerinin önemini vurgulamışlardır.

Glisemik indeks; bir test besininin, 50 g karbonhidrat içeren miktarının 2 saat içerisinde oluşturduğu kan glikozu artış alanının, aynı miktarda karbonhidrat içeren referans besinin (beyaz ekmek, glikoz) oluşturduğu kan glikozu artış alanına kıyaslanmasıdır (16).

$$GI = \frac{\text{Test besinin oluşturduğu kan glikoz artış alanı}}{\text{Referans besinin oluşturduğu kan glikoz artış alanı}} \times 100$$

Glisemik indeks, karbonhidratların fizyolojik olarak sınıflandırılmasını sağlar. Besinler GI değerlerine göre Tablo 1’ de gösterildiği gibi üç gruba ayrılırlar (3,14)

Tablo 1. Besinlerin Glisemik İndeks Değerleri (3,14)

<u>GI düzeyi</u>		<u>Besinler</u>
Düşük	0 - 55	Kepekli ekmek, kurubaklagiller, makarna, bulgur Çoğu meyve ve sebzeler Süt, yoğurt vb.
Orta	56 - 69	Çavdar ekmeği, esmer pirinç, Muz, kiraz, dondurma, şeker vb.
Yüksek	>70	Beyaz ekmek, beyaz pirinç, Kuru üzüm, hazır meyve suları, karpuz, Kök sebzeler (patates, havuç vb.), kuru iç bakla Bal vb.

2.1.5. Glisemik İndeks Değerini Etkileyen Faktörler

Bir besinin GI değerini, nişastanın yapısı, kepekliklik ve liflilik durumu, şeker kaynağı, yağ, protein ve asit içerikleri, işlenme ve pişirilme şekilleri, katı ya da yumuşak formda olması etkiler. Bu özellikler dikkate alındığında, gastrik boşalmanın ve besinlerin sindirim - emilim süresinin uzaması GI değerini düşürür.

Bir besinin katı hali püre haline göre, ham hali olgunlaşmış haline göre daha düşük bir GI değerine sahiptir.

Nişasta amiloz ve amilopektin polimerlerinden oluşur. Amilopektinin amiloza göre sindirimi daha zordur. Bu nedenle amilopektin seviyesi fazla olan kuru fasulyenin, amiloz seviyesi fazla olan pirince göre GI değeri daha düşüktür.

Tahıl içeriğinde bulunan kepek, viskoziteyi artırarak karbonhidratların bağırsak içindeki amilolitik enzimlerle temasını sınırlar. Bu yüzden de karbonhidratların parçalanarak emilmeleri ve böylece kana geçişleri yavaşlar. Bu durumda, örneğin kepekli ekmeğin Gİ değeri, beyaz undan yapılmış ekmeğe göre daha düşüktür.

Yağ ve protein, nişastanın sindirimini yavaşlatarak, Gİ değerini düşürür. Meyveleri süt veya yoğurtla tüketmek, makarnayı kıymalı veya peynirli tüketmek gibi etkenler Gİ değerinin düşmesine neden olur.

Beyaz şeker olarak da bilinen sakkaroz, glikoz ve fruktoza parçalanır. Fruktozun (meyve şekeri) Gİ değeri düşüktür. Nişasta bazlı şeker maltoz ise, iki molekül glikoza dönüşür. Ancak glikozun Gİ değeri yüksektir.

Besinlerin asiditesinin yüksek olması Gİ değerini düşürür. Ekmeğin ekşi maya kullanılarak yapılması, yemeklere limon ve sirke eklenmesi gibi durumlar asit özelliğini artırır.

Piştirme işlemi nişasta moleküllerinin şişmesine, besinin yumuşamasına ve sindiriminin hızlanmasına neden olur. Bu nedenle, makarna, patates gibi nişasta içeren yiyeceklerin piştirme süresi uzadıkça Gİ değeri yükselir (14,17).

2.1.6. Glisemik Yük

Besinlerin Gİ'i 50 gr sindirilebilir karbonhidrat içeren miktarlarına göre belirlenmektedir. Ancak her besinin 50 gr karbonhidrat içeren miktarı bir porsiyon ölçüsünden oldukça farklı olabilir. Böylece bir besinin Gİ değeri kadar, tüketilen miktarı da önemli olduğu için “Glisemik Yük” (GY) kavramı geliştirilmiştir.

$$GY = \frac{Gİ \times \text{Tüketilen Karbonhidrat Miktarı}}{100}$$

Diyet programları hazırlanırken besinlerin Gİ değerine alternatif olarak glisemik yük değerleri de kullanılabilir (14).

Uluslararası Karbonhidrat Kalite Konsorsiyumu tarafından 2015 yılında yayınlanan uluslararası bilimsel bir konsensüs ile glisemik indeks, glisemik yük ve glisemik cevap geniş bir derleme olarak sunulmuştur. Buna göre, besinlerin glisemik indeks değerinin postprandiyal glisemiye etkilediği, gliseminin de sağlık açısından fizyolojik etkileri olduğu

kabul edilmiştir (18). Bu konsorsiyumun hazırladığı derlemeye göre, glisemik indeksi düşük bir öğün, mide boşalmasını geciktirir ve sindirim ve ince bağırsak emilimini azaltır. Obezite, tip 2 diyabet (insülin duyarlılığı ve beta hücre fonksiyonunda iyileşme sağlayarak) ve koroner kalp hastalığı (kan lipidlerinde ve C-reaktif protein gibi inflamatuvar belirteçlerde iyileşme sağlayarak) riskini azalttığına dair önemli kanıtlar vardır. Ayrıca tip 2 ve tip 1 diyabette glisemik kontrolü iyileştirdiğine dair güçlü kanıtlar vardır.

2.2. Sporcularda Karbonhidratın Önemi

2.2.1. Sporcuların Karbonhidrat Gereksinimi

Besin maddelerinden elde edilen karbonhidratlar, proteinler ve yağların hücre içerisinde enzimlerce kontrol edilen oksidasyonu sonucu enerji oluşur. Elde edilen enerjinin %60'ı ısı olarak ortaya çıkarken, %40' ı vücudun iş yapabilmesinde kullanılır. Açığa çıkan bu enerjiye adenozintrifosfat (ATP) adı verilir (12).

Vücudumuz temel olarak, enerjiyi karbonhidratlar ve yağlardan sağlar. Karbonhidratlar hızlı ve hazır enerji kaynağıdır. Ayrıca, yağlara kıyasla karbonhidratlar ile mitokondriye hacim başına verilen oksijen ile daha fazla ATP üretilir (10).

Karbonhidratlar hem beyin ve merkezi sinir sistemi için hem de kas sistemi (aerobik ve anaerobik yol) için temel enerji kaynağı sağlamaktadır. Egzersiz boyunca glikoza yıkılan glikojen, çalışan kaslara enerji sağlamak için kullanılır. Egzersiz öncesinde, sırasında ve sonrasında yeterli karbonhidrat almak sporcunun performansı, kas ve sinir sisteminin ihtiyacının karşılanması açısından çok önemlidir (19).

Christensen ve Hansen 1937 yılında (20), egzersiz süresince normal glisemik düzeyin ve karbonhidrat oksidasyonunun sürdürülmesinin yorgunluğu geciktirebileceğini göstermiştir.

Vücudun karbonhidrat depoları nispeten sınırlıdır. Genel beslenme rehberlerinde, sporcunun uygun karbonhidrat alımının, vücut kompozisyonunu ve performansını pozitif yönde destekleyeceği bildirilmektedir. Sporcuların günlük ve egzersiz sırasındaki akut enerji ihtiyacına yönelik karbonhidrat gereksinimleri, hangi sporu yaptığına, sporcunun oyundaki pozisyonuna, antrenman yapma süresine, antrenman şiddetine ve vücut ağırlığına göre farklılık göstermektedir. Burke ve arkadaşları tarafından 2011 yılında (21), farklı egzersiz durumlarında ve farklı dönemler için rehberlerde önerilen karbonhidrat gereksinimleri güncellenerek Tablo 2'de verildiği şekliyle yayınlanmıştır.

Tablo 2. Sporcuların Karbonhidrat Gereksinimleri (21)

<u>Karbonhidrat Gereksinimleri</u>	
<u>Günlük Gereksinimler</u>	
Düşük Şiddette Egzersiz	3–5 g/kg/gün
Orta Şiddette Egzersiz (1 saat/gün)	5–7 g/kg/gün
Düşük – Orta Şiddette Egzersiz Dayanıklılık programı (1–3 saat/gün)	6–10 g/kg/gün
Orta – Yüksek Şiddette Egzersiz Ekstrem egzersiz (>4–5 saat/gün)	10–12 g/kg/gün
<u>Karbonhidrat yükleme</u>	
<90 dakika egzersiz	7–12 g/kg/gün
>90 dakika egzersiz (aralıklı/sürekli)	10–12 g/kg/gün (36–48 saat boyunca)
2 maç arasında 8 saatten az süre varsa – toparlanmak için	İlk egzersizden hemen sonraki ilk 4 saat içerisinde 1-1.2 g/kg (ana öğüne kadar bu durum tekrarlanmalı)
<u>Egzersiz Öncesinde</u>	1–4 g/kg egzersiz öncesi 1–4 saatte
<u>Egzersiz Sırasında</u>	
Kısa egzersizler (<45 dakika)	İhtiyaç yok
Sürekli Yüksek Yoğunluklu Egzersizler (45–75 dakika)	Ağız çalkalama ile beraber küçük miktarlar
Dayanıklılık egzersizleri (start-stop) (60–90 dakika)	30–60 g/saat
Yoğun dayanıklılık egzersizleri (>2 saat)	80–90 g/saat

2.2.2. Egzersiz Öncesi Karbonhidrat Tüketim Zamanı

Karbonhidratın tüketim zamanı, metabolik etkilesi açısından önemlidir. Karbonhidratın egzersizden 1–4 saat önce tüketildiği çalışmalarda, egzersiz sırasındaki glikoz ve insülin seviyelerinin bazala yakın değerlerde, egzersizden önceki bir saat içerisinde tüketildiğinde ise daha yüksek değerlerde olduğunu bildirmektedir.

Tüketim zamanı ne olursa olsun egzersizin ilk anlarında egzersize bağlı glikoz konsantrasyonunda düşme görülmüştür. Egzersiz öncesi öğünün bir saat önce tüketilmesi ve 1–4 saatleri arasında tüketilmesi arasındaki farkı gösteren çalışmalar bulunmamaktadır. Ama her ikisinin de plaseboyla karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Tükenme zamanı ve performansta iyileşme plasebo ile karşılaştırıldığında, 1–4 saat önce karbonhidrat verildiğinde belirgin şekilde olurken, bir saat içerisinde verildiğinde daha az olmuştur (daha az tutarlılıkta). Ayrıca ısınma sırasında karbonhidrat alımı ile, egzersizin başlangıcında gelişen kan glikoz düzeyindeki azalma engellenmiş olur. Bu nedenle sporcunun egzersizden 2–3 saat önce ana öğünü alması ve egzersizden hemen önce ısınma sırasında karbonhidrat alması önerilir (22).

2.2.3. Egzersiz Sırasında Karbonhidrat Tüketimi

Egzersiz sırasında karbonhidrat tüketiminin, fiziksel, bilişsel ve teknik performansı geliştirdiği kabul edilmektedir. Kas glikojeni, karaciğer glikojeni, plazma glikozu ve karbonhidrat oksidasyon hızlarının korunmasından oluşan çoklu mekanizmalarla egzersiz performansını arttırabileceği düşünülmektedir. Altmış dakikadan kısa süren egzersizlerde, intravenöz glikoz verildiğinde belirgin bir etkisi olmamasına rağmen, eksojen oral karbonhidrat alımı performansı arttırmaktadır. Bu veriler, oral karbonhidrat alımının egzersiz performansını, metabolik olmayan ancak merkezi sinir sistemi üzerinden doğrudan etkilerle de arttırabileceğini düşündürmektedir (23). Bu amaçla son on yıldır yapılan çalışmaların sonuçları, egzersiz sırasında her 5–10 dakikada bir 10 saniyelik periyotlarla karbonhidrat içeren bir sıvı ile sadece ağız boşluğunun durulanmasının ergojenik etkisi olabileceği yönündedir (21,23). Bu etkinin tatlı tattan bağımsız bir etki olduğu, özellikle de egzersiz öncesi karbonhidrat içeren öğün alınmadığında ve egzersize düşük kas glikojeni ile başlandığında görüldüğü bilinmektedir (23). Karbonhidratın ağız ve ağız boşluğu ile sık sık temas ettirilmesi beyin ve merkezi sinir sistemini etkileyerek, iyi hissetme algılarını geliştirdiği öne sürülmektedir (19).

Egzersiz sırasında alınan karbonhidratın miktarı ve veriliş şekli önem taşımaktadır. Egzersizin süresi ve türüne bağlı olarak 30–90 g/saat karbonhidratın, lif içeriği düşük olan bir besin desteği ile karşılanması önerilmektedir (19,24). Karbonhidrat lif, protein ve yağ içeren enerji barlarıyla sağlanmaya çalışıldığında gastrointestinal rahatsızlıklara neden olduğu görülmektedir (25). Eksojen karbonhidrat oksidasyon hızının, bağırsak glikoz taşıyıcılarının doygunluğuna da bağlı olarak, yaklaşık 1 g/dk ile sınırlı olduğu düşünülürken, artık fruktoz veya sukrozun da ilave edilmesiyle hızın 1.8 g/dk'ya kadar artabildiği bilinmektedir (19,26). Uzun süreli dayanıklılık egzersizi sırasında karbonhidrat ve protein (laktoalbumin ve whey proteini) birlikte tüketilmesinin enerji metabolizması, çaba duygusu ve duygusal tepkisellik üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (27), karbonhidrat ile birlikte laktoalbumin tüketilmesinin olumlu sonuçları olduğu gösterilmiştir.

2.2.4. Sporcularda Glikojen Deposu

Kas glikojeninin önemi ilk olarak 1960'ların sonlarında kas biyopsisi tekniğinin egzersiz fiziyojisi araştırmalarına girmesiyle anlaşılmıştır (28). Glikojen, kasa substrat sağlamanın yanı sıra kas hücresi içerisindeki miktarı ve lokalizasyonu ile hücrede egzersize karşı gelişen fiziksel, metabolik ve hormonal sinyalleri değiştirerek kasın egzersize uyumunda rol oynar. Düşük kan glikoz düzeyi ve glikojen depolarının yetersiz olmasının yorgunluk, efor algısında artış, beceri ve konsantrasyon azlığı ile ilişkili olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır (19).

Son on yılda yapılan çalışmalar, müsabaka döneminde beslenme ve antrenman döneminde beslenme yaklaşımının birbirinden farklı olması gerekliliğini ortaya koymuştur (23). Bazı çalışmalarda dayanıklılık egzersizinin düşük kas glikojen deposu ile yapılmasının, egzersize fiziyojik adaptasyonu sağlayan bir çok geni, biyokimyasal yolu ve sonuçta tüm metabolizmayı etkilediğine dair kanıtlar elde edilmiştir (19,23). Egzersiz öncesi kas glikojen doluluğunun, kas hipertrofinin regülasyonunda rol oynayan metabolik ve miyogenik genlerin transkripsiyonel aktivitesi üzerine etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapılmıştır (29). Bu çalışmada düşük kas glikojen deposuyla yapılan antrenman ile hazırlanıp yüksek glikojen deposu ile müsabakaya katılmanın, egzersize bağlı gelişen yorgunluğun ortaya çıkış zamanını iki katına kadar arttırabileceği gösterilmiştir. Bu mekanizmanın etkinliği için düşük glikojen depoları ile yapılan yoğun dayanıklılık egzersizleri, sporcu beslenmesi stratejilerinin bir parçası haline gelmiştir (19). Ancak düşük glikojen deposu ile yapılan antrenmanın, bağışıklık fonksiyonunun bozulmasına, antrenmandaki performansın ve

müsabaka sırasında ekzojen karbonhidrat oksidasyonunun azalmasına ve kas protein oksidasyonunun ise artmasına neden olduğu da gösterilmiştir. Benzer amaçla son dönemde yapılan çalışmalar; sadece proteinli beslenme ile antrenmanın, aç bırakılarak yapılan antrenmanın, bir günde iki kez antrenmanın ve antrenman sonrası toparlanma döneminde düşük karbonhidrat alımının etkisini araştırmaktadır. Daha da yeni birkaç çalışmada, sporcuların gece uyku süresi kısa tutularak, takip eden günün sabahında düşük karbonhidrat alımı ile yapılan antrenmanın etkisi araştırılmaktadır (23).

Sonuç olarak, “gerektiği kadar yakıt alma” kavramı benimsenebilir. İlimli bir antrenman düşük kas glikojeni ve karbonhidrat tüketmeden yapılabilir. Ancak maksimum performans ile bir antrenman yapılacaksa, antrenmandan önceki son 24 saatte yeterli karbonhidrat alınmalıdır. Antrenman döneminde karbonhidrat alımının etkisi ile ilgili olarak cevaplanamayan pek çok soruya rağmen, karbonhidratın egzersiz performansındaki yerinin sadece yorgunluğun neden olduğu tükenme ile ilişkili basit bir yakıt kaynağı olmadığı artık çok açıktır (23).

2.2.5. Sporcularda Glisemik İndeksin Önemi

Tüketilen karbonhidratın glisemik indeks değerinin spor performansı üzerine etkisi, 1990’lı yılların başlarında incelenmeye başlanmıştır. İlk yapılan çalışmalardan biri 1991 yılında, Thomas ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, öğünlerde düşük glisemik indekse (DGI) sahip mercimek ve yüksek glisemik indekse (YGI) sahip patates seçilmiştir. DGI’li öğün sonrasında dayanıklılık süresinin daha uzun olduğu bildirilmiştir (30).

Egzersiz öncesi yemeğin glisemik indeks değerinin, dayanıklılık performansı üzerine etkilerine yönelik yapılan ilk sistemik derlemede 19 çalışmanın verileri incelenmiştir. %91’ i erkek olmak üzere toplamda 188 katılımcının verilerinin değerlendirildiği bu derlemede (31), DGI’ye sahip yemeğin, YGI’ye göre üstünlüğü gösterilememiştir. Bu durumun, çalışmaların metodolojik farklılıkları (öğün zamanı, karbonhidrat miktarı, egzersiz protokolü, egzersiz kapasitesi) nedeniyle olabileceği düşünülmüştür.

Teorik olarak, egzersizden önceki ana öğünde tüketilen karbonhidratın DGI’li olması, egzersiz sırasında normoglisemiyi destekler ve yağ oksidasyonunu artırır. Artan yağ oksidasyonunun, endojen kas glikojen depolarının daha idareli kullanılmasını sağlayacağı, dolayısıyla da performansa olumlu katkısı olacağı düşünülmektedir (22).

Bir çalışmada 10 erkek bisikletçiye, bir gün YGI ve bir gün de DGI’li öğün tükettirilip 45 dakika sonra bisiklet ergometresi ile 40 km’lik egzersiz yaptırılmıştır. Sonucunda, DGI’li

öğün tüketildiğinde performans ve karbonhidrat oksidasyon oranı anlamlı olarak daha yüksek, yağ oksidasyonu ise daha düşük bulunmuştur (12).

Bir günde birden fazla müsabaka/antrenman yapan sporcular için toparlanma dönemi oldukça önemlidir. Kas ve glikojen depolarının hızlıca yenilenmesi gereklidir. 7 erkek bisikletçinin tüketici bir egzersiz sonrasında, 3 saatlik toparlanma döneminin başında verilen YGİ/DGİ'li öğünün, 5 km' lik bisiklet egzersizine etkisi incelenmiştir. Toparlanma döneminde, YGİ öğün tüketildiğinde serum insülin düzeyi, serbest yağ asidi konsantrasyonu, solunum değişim oranı ve karbonhidrat oksidasyon hızı daha yüksek bulunmuştur. Toparlanma dönemindeki bu metabolik farklılıklara rağmen, 5 km' lik bisiklet egzersizi sırasında performansta bir fark saptanmamıştır (32).

Egzersiz süresince alınan besinin Gİ değeri ile ilgili yapılan bir çalışmada, kan glikoz düzeyinin, serum insülin ve serum serbest yağ asidi farklılıklarına rağmen, performansta bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır (33).

Egzersizden 2–3 saat önce tüketilen ana öğündeki karbonhidratın orta – düşük glisemik indeks, egzersiz sırasında ve egzersizden hemen sonraki toparlanma döneminde tüketilen karbonhidratın ise düşük–orta glisemik indeks değerine sahip olması önerilmektedir (34).

2.3. Beslenmenin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi

Beyin metabolik ihtiyaçlarını karşılamak için glikoz alımını kendiliğinden düzenler ve fizyolojik performans için çok yüksek bir eşiğe sahip, oldukça kontrollü bir ortam sağlar. Bu hüküm olmasına rağmen, besinlerin bilişsel performansı etkileyebileceği fikri, deneysel çalışmalarda desteklenmektedir. Bu nedenle beyin gelişimi ve normal bilişsel işlevlerin sürdürülmesi için beslenme önemli bir etkidir (35).

Farklı makrobesinlerin alımından sonra meydana gelen postprandiyal metabolik değişikliklerin bilişsel performansı nasıl etkilediğine dair yapılan bir derlemede, birkaç etkiden bahsedilmiştir. Bunlar sinir hücrelerine enerji sağlanması, nörotransmitter ve hormon modülasyonları ve sinir hücrelerinin aktivasyonu ile deaktivasyonudur (36).

2.3.1. Karbonhidratların Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi

Beyin enerji ihtiyacını karşılamak için, sürekli olarak glikoza ihtiyaç duyan, yüksek derecede metabolik olarak aktif bir dokudur. Yetişkin bir insan beyninin ağırlığı, vücut ağırlığının sadece %2'si kadar olmasına rağmen glikoz kullanımı, vücudun glikoz kullanımının yaklaşık %25'i kadardır (37,38).

İnsan araştırmaları, yoğun bilişsel fonksiyon gerektiren zor görevlerin yerine getirilmesinin, kan glikozu konsantrasyonunda ölçülebilir bir düşüşe neden olduğunu göstermektedir. Bu düşüşün, artmış nöral enerji harcamasından kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Hayvan çalışmalarında, zorlu bilişsel görevlerde hipokampal glikoz talebinin arttığı ve eksojen glikoz desteğinin de performansı arttırdığı gösterilmiştir. Geriatrik yaş grubundaki kişilerde ve Alzheimer hastalarında glikozun hafızayı arttırıcı etkisi dikkat çekicidir. Kan glikoz regülasyonu bozuk olan kişilerde, bu durumun bilişsel işlevlerin bozulmasında bir risk faktörü olduğu bilinmektedir. Bu konudaki sistematik bir derlemede, bazı bilişsel alanların, zayıf glikoz regülasyonuna daha duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır (6).

Prefrontal korteks (ön beyin) işlevinde, glikoza yanıtın geçici olarak arttığı görülmüştür (39). Benzer bir şekilde, yaşlı deney hayvanlarında yapılan çalışmalarda bir taraftan glikoz enjeksiyonu ile bazı karmaşık bilişsel görevlerde iyileşme sağlandığı görülürken (40), diğer bir taraftan da kronik olarak aşırı glikoz tüketiminin, sinaptik plastisitede azalmaya ve yüksek düzeyde enflamasyona neden olabileceği için bilişsel işlevlere olumsuz etki edebileceği ileri sürülmüştür (41).

2.3.2. Proteinlerin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi

Nörotransmitterler, bir sinir hücresinde doğan impulsu, başka bir sinir hücresine veya bir kasa iletirler. Diyetle alınan proteinler, nörotransmitterlerin üretimi için aminoasit (aminobütirik asit, glutamat, aspartat, glisin vb.) kaynağı sağlarlar. Özellikle duygu durumu, bilgi işleme ve bilişsel fonksiyonlar ile ilişkili olduğu bilinen serotoninin temel maddesi triptofan aminoasididir. Yaşla birlikte azalan serotoninin düzeylerinin, ileri yaşlarda oluşan bilişsel işlevlerdeki bozulmalara katkısı olduğu düşünülebilir. Katekolaminler, glutamat, aspartat ve taurin gibi öncü maddesi amino asitler olan nörotransmitterler de diyetle alınan proteinden etkilenirler (38). Diyet proteininin, bilişsel işlevler üzerindeki akut etkisini inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Pilotlara 1 günlük yüksek protein içeren diyet tükettirildiğinde (42), bilişsel uçuş performansları daha düşük bulunurken, kırılğan yaşlılarda (43) 24 hafta boyunca 15g'lık protein desteğinin reaksiyon zamanını arttırdığı gösterilmiştir. Enerji, karbonhidrat, protein ve yağ müdahalesinin, bilişsel fonksiyonlara etkisini inceleyen 30 çalışmanın derlemesinde (44), protein müdahalesinin bilişsel performans üzerindeki etki düzeyinin diğerlerine göre daha düşük olduğu ve proteinle yapılan çalışma sayısının diğerlerine göre daha az olduğu bildirilmiştir.

2.3.3. Yağların Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi

İnsan ve hayvan çalışmalarında pek çok kez yüksek yağ oranı içeren diyet tüketiminin, hipokampusta yüksek nöroinflamatuvar yanıtı neden olarak hafızayı bozduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, yüksek yağlı diyetin kendi başına bilişsel süreçler üzerinde önemli zararlı etkileri olsa da, spesifik diyet bileşenlerinin bu etkileri tersine çevirebileceği düşünülmektedir. Omega-3, bu açıdan potansiyel olarak yararlı bir bileşendir (45). Diyetin toplam yağ miktarının azaltılması, tekli ve çoklu yağ asitleri içeriğinden zengin olmasının görsel – uzaysal bellek performansını geliştirdiği, konuyla ilgili yapılmış altı çalışmanın dördünde gösterilmiştir (44). Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri nöronların hem hücre zarlarının yapısında rol alır, hem de membran akışkanlığını, esnekliğini, geçirgenliğini ve membranla ilişkili enzimlerin ve reseptörlerin aktivitelerini etkiler (45). Özellikle de membran fosfolipid bileşiminin, %30'unun omega-3 yağ asitlerinden oluşması ilgi çekicidir. Bir tür omega-3 yağ asiti olan, dokosaheksaenoik asitin membran akışkanlığı ve sinaptik bütünlüğün sağlanmasındaki rolü nedeniyle, bilişsel işlevlere etkisi olduğu düşünülmektedir. Nöronların sağ kalımını destekleyen ve nöronal fonksiyonları etkileyen BDNF (beyin kaynaklı nörotrofik faktör) ve IGF-1' in (insülin benzeri büyüme faktörü-1) aktivasyonunda rol alır (38). Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin dengesiz alımı, nöronal ağların ve aktivitenin anormal oluşumu ile sonuçlanan mikrogial aktivasyonu etkileyerek nörogelişimsel bozukluklara katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (45). Hayvanlar üzerinde yapılan bir çalışmada (46), omega-3 eksikliğinin, beyin frontal korteks bölgesindeki dopamin nörotransmitter sistemini etkileyerek bilişsel performans ölçümlerini olumsuz etkilediği gösterilmiştir.

2.3.4. Diğer Besin Öğelerinin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi

Aminler (dopamin, epinefrin, norepinefrin, serotonin, histamin, asetilkolin), B grubu vitaminleri (B1, B2, B3, B6, B12), folat, C vitamini, çinko ve kolin nörotransmitterlerin sentezinde kofaktör veya prekürsör rolleri nedeniyle gereklidir. İn vitro bir çalışmada, B6 vitamininin nörotransmitterlerin postsinaptik reseptörlere bağlanmasında etkisi olduğunu gösterilmiştir. Folat, B12 ve B1 vitamini, miyelin kılıf bütünlüğünün korunmasında önemli rol oynar. Bu da sinir impulslarının yayılma hızını etkiler. Karaciğer glikojeninin tükendiği açlık durumunda, glukoneojenik yolda rol alan enzim için biotin gereklidir (47). D vitamini eksikliği bulunan hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, D vitamini desteğinin beyin yapısını, fizyolojisini ve davranışlarını genomik olarak düzenlediği gösterilmiştir (48).

Meyve ve sebzelerde bolca bulunan polifenolik bileşikler, antioksidan ve antienflamatuar aktiviteye sahiptir. Bu nedenle yüksek meyve ve sebze tüketiminin, oksidatif stres ve inflamasyonu azaltarak, yaşa bağlı gelişen nöronal defisitlerin önlenmesinde hatta iyileşme sağlanmasında etkili olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır (49,50).

2.3.5. Kahvaltının Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi

Kahvaltı genellikle günün en önemli öğünü olarak kabul edilir. Okul çocuklarında kahvaltı tüketiminin, bilişsel performansı (özellikle dikkat, yürütücü işlev ve hafıza) olumlu etkilediğine dair kanıtlar bulunmaktadır (51). Duygu durumu, uyanıklık ve motivasyonu arttırarak, bilişsel işlevlerde dolaylı pozitif etkiye de neden olabileceği de düşünülmüştür (52). Çocuk ve adölesanlarda (51) dikkat, yönetici işlevler ve bellekte avantaj sağladığı, yetişkinlerde (53) ise bellekte küçük ama sağlam bir avantaj sağladığı, dikkat, motor ve yönetici işlevler için büyük ölçüde tutarsız sonuçlar ortaya çıkardığı bildirilmiştir.

Daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda, bilişsel işlev testi (dikkati ölçen Stroop test ve sözel bellek ölçen BAS3 testi) kahvaltıdan sonraki tek bir anda yapılmıştır. Yeni çalışmalarda ise, testler kahvaltıdan sonraki bir kaç farklı zamanda (30. ve 120. dakika, 60. ve 180. dakika vb.) yapılmaktadır (54). Kahvaltı yapmanın, yapmamaya göre olumlu etkileri en çok kahvaltının 180. dakikasında ortaya çıkmıştır (51).

2.3.6. Glisemik İndeksin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi

Akut beslenme müdahalesinin bilişsel işlevler üzerine etkisinin incelendiği çalışmalar, daha çok kahvaltı yapıp yapmama durumunu karşılaştırır niteliktedir. Kahvaltı türüne yönelik yapılan çalışmalarda, kahvaltının glisemik indeks değerine müdahale edilmiştir ve sonuçlarında DGI'li kahvaltının, YGI'li olana kıyasla bazı bilişsel işlevlere (dikkat, hafıza, yönetici işlevler) olumlu etkisi olduğu öne sürülmüştür (51).

Kahvaltı bileşiminin (51,53) ve GI değerinin (6) ise çalışma yetersizliği ve çalışmaların metodolojik farklılıkları nedeniyle net olarak değerlendirilemediği belirtilmiştir.

Beynin besin ögesi alımına karşı çok hassas olduğu bilinmektedir. Glikoz miktarından ziyade glikoz verildikten sonraki artan kan glikoz düzeyinin hafıza üzerinde olumlu etkisi olduğu ileri sürülmüştür. Bu nedenle DGI'li bir öğünün YGI'ye göre daha sabit bir postprandiyal kan glikoz düzeyi sağladığı için olumlu etkisi olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan YGI'li öğün yüksek postprandiyal glisemiye dolayısıyla yüksek insülin yanıtına ve bu da kan glikoz düzeyinin açlık düzeyinin altına düşmesine neden olabilir (6).

Gİ'nin biliş üzerindeki etkisinde rolü olan bir diğer hormon ise kortizoldür. Okul çocuklarında kahvaltının Gİ değerinin bilişsel işlevlere etkisinin incelendiği bir çalışmada YGİ' li öğünden sonra kortizol seviyeleri daha yüksek bulunmuştur. DGİ' li öğünden sonra hipo-talamik-adrenal aksın daha düşük aktivasyonuna neden olacağı bunun da kortizol seviyesini düşürebileceği öne sürülmüştür. DGİ in stres yaratan uyaranlara azalmış bir yanıt sağlanmasına neden olduğu, daha az stresli olmanın da bellek ile ilgili testlerde performansı geliştirebildiği öne sürülmüştür (55). Diğer yandan YGİ öğünden sonra artan kortizol seviyesinin dikkat üzerinde olumlu etki yaratacağı düşünülmektedir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, çocuklarda bilişsel test sırasındaki daha yüksek kortizol cevabının hafızayı arttırdığı (2 hafta sonra) bildirilmiştir (56).

2.4. Egzersizin Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi

Egzersizin bilişsel işlevlere etkisi üzerine yapılan çalışmalar ilk kez 1986 yılında Tomporowski ve Ellis tarafından incelenmiş ve bu çalışmaların net bir değerlendirme için yetersiz olduğu ama akut egzersizin biliş üzerinde kısa süreli kolaylaştırıcı etkisi olabileceği bildirilmiştir (57). Daha sonraki yıllarda yapılan pek çok çalışmada akut egzersizin bilişsel performansı olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir. Daha yeni çalışmalarda ise, altta yatan nörobilişsel etkinin araştırılabilmesi için spesifik gruplarda (çocuk, yaşlı, bilişsel işlevleri bozulmuş hastalar, hiperaktivite vb.), farklı egzersiz modelleri (maksimal-submaksimal aerobik egzersiz, direnç egzersizi) uygulanarak, yüksek bilişsel düzeylere (yürütme işlevi) olan etkisi incelenmiştir. İnceleme yöntemleri olarak ise nöropsikolojik, nöroendokrinolojik (katekolaminler, nörotropik faktörler), nörogörüntüleme ve nöromusküler (elektromiyografi) değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır (58).

Teorik olarak; orta şiddetli egzersiz, artan sempatoadrenal sistem ve hipotalamik-hipofiz-adrenal aks aktivitesine neden olarak, norepinefrin, dopamin, adrenokortikotropin hormonu (ACTH) ve kortizolün beyin konsantrasyonlarında artışa neden olur. Yüksek şiddetli egzersiz sırasında ise bu fizyolojik cevap nöral yoğunluğa yol açarak bilişsel performansın kötüleşmesine neden olabilir. Ancak bu etki zamanla iyileşir (8).

Hem akut hem de kronik egzersiz beyin plastisitesini destekleyen moleküler ve hücresel süreçler dizisini indükleyerek, beyin kaynaklı nörotrofik faktörün (BDNF) geçici olarak artmasına neden olur (59). BDNF hipokampus ve prefrontal korteksi uyarır (60). Ayrıca enerji metabolizmasının ve homeostazının merkezi ve periferik moleküler süreçlerinde rol oynayabilen önemli bir nörotrofindir (61).

Akut egzersizden sonra artan BDNF'in öğrenme ve bellekte olumlu etkiye neden olduğu çalışmalar mevcuttur. Özellikle bellek ile ilgili çalışma sonuçları daha tutarlıdır (59). Genç erkek erişkinlerle yapılan bir çalışmada katılımcılar, şiddetli aktivitenin BDNF ve katekolaminleri (dopamin ve epinefrin) arttırabildiğini bildirilmiştir (62).

Adölesanlar ile yapılan çalışmalarının sonucunda, yüksek şiddetteki egzersizin, bilişsel performansı anlamlı etkileyen tek egzersiz şiddeti olduğu bildirilmiştir (62). Akut egzersizin BDNF üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar ise, egzersiz şiddeti arttıkça dolaşımda daha fazla BDNF'ün olduğunu bildirmiş ve bu da egzersiz şiddetinin, davranışsal sonuçları etkileyebileceğini düşündürmüştür. (61) Diğer bir yandan ise, yüksek şiddetteki egzersizin beyin homeostazisini kısa süreli de olsa bozabileceği, bu durumun da beynin metabolik kaynak (oksijen, glikoz) dağılımını değiştirmesine neden olacağı öne sürülmektedir. Bu bakış açısıyla, yüksek şiddetteki egzersizin sürdürülmesinde rolü olmayan ancak bilişsel işlevlerin yönetildiği prefrontal korteksin, metabolik kaynaklarının azalmasından büyük ölçüde olumsuz yönde etkilenebileceği belirtilmektedir (63).

Sağlık açısından olumlu fizyolojik değişikliklerin sağlanması için genelde egzersizin en az 20 dakika olması gerektiği önerilmektedir. Egzersizin neden olduğu fizyolojik değişikliklerin ortaya çıkması için zamana ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Ayrıca akut egzersize bağlı olarak gelişen fizyolojik yanıtın düzeyi, egzersizin bilişsel işlevler üzerindeki etkisinin süresini de belirler. Yani egzersizin süresi arttıkça biliş üzerine olan etki süresi de artar (60). Diğer bir yandan Demirci ve arkadaşları (64) kısa süreli yüksek şiddetteki egzersizin bilişsel işlevler ve ön beyin oksijenasyonunu etkileyebileceği sonucunu elde etmişlerdir.

2.5. Bilişsel İşlevlerin Değerlendirilmesi

Bilişsel işlevler olarak da adlandırılan karmaşık davranışlar, belli nöral sistemler aracılığı ile gerçekleşir. Bu nöral sistemler, beynin anatomik olarak belli bölgelerinin ve bunlar arasındaki ileti yollarının faaliyetine dayanır. Etkili bir bilişsel sistem ayrı işlemler şeklinde değil, bütüncül olarak yönetilir. Bilişsel sistem, uyarıcının sadece duyumsanıp algılanmasını, öğrenilip belleğe yerleştirilerek gerektiğinde hatırlanmasını sağlayan bir sistem değildir. Öğrenme, hatırlama, dikkati sürdürebilme, gerektiğinde değiştirip düzenleme, bozucu etkiye karşı koyma, strateji kurma ve planlama, problem çözme gibi pek çok işlevi birlikte yapar. Bilişsel sistemde sürdürülen bu işlemlerin tümüne yönetici işlevler (*executive function*) denir (65).

Pennigton ve Ozonoff 1996 yılında, geniş bir literatür değerlendirmesi sonucunda yönetici işlevlerin, altı farklı sınıfta toplanabileceğini belirtmişlerdir. Bu sınıflama; kurulumu koruma ve değiştirebilme, planlama, bağlamsal bellek, ketleme (bozucu etkiye karşı koyabilme), zaman ve mekanda olayları bütünleştirebilme ve çalışma belleği şeklindedir. Baddeley (1990) ve Barkley (1997) göre, ketleme ve çalışma belleği en kritik işlevlerdir (65).

2.5.1. Çalışma Belleği

Bilgilerin zihinde geçici olarak tutulması için, “kısa süreli bellek” tanımı kullanılmaktadır (66). Baddeley’in 2003 yılındaki gözden geçirme çalışmasında (67) belirttiği gibi, karmaşık bilişsel görevlerin yerine getirilmesinde kısa süreli hafıza tanımının yetersiz kaldığı düşüncesiyle bu kavram, 1974’ de Baddeley ve Hitch tarafından revize edilmiş ve genişletilmiştir. Bu revizyonda; konuşma, okuma, öğrenme, problem çözme, planlama, nesneleri ve mekanları zihinde canlandırma gibi karmaşık bilişsel görevlerin gerçekleştirilmesinde rol alan çalışma belleği (İng. working memory) kavramı öne sürülmüştür. Çalışma belleği, bilişsel bir görev yerine getirilirken bilgiyi geçici olarak tutan, düzenleyen, eski ve yeni bilgileri sürekli olarak aktif tutan ve kullanan bir sistemdir (66).

2.5.2. N Geri Testi

N geri görevi; vijilans, sürekli dikkat, görsel bellek, yönetici işlevler ve kısa süreli çalışma belleği işlevleri performansını değerlendiren ve sıklıkla kullanılan bir testtir (68). Bilginin güncellenmesi ve korunması için kodlama, geçici depolama ve cevap vermeyi gerektirir (69).

N geri testinde, görme (mekansal dahil), işitme ve koku gibi çeşitli duyuşsal uyarılar uygulanarak birçok farklı çalışma gerçekleştirilmiştir. Ard arda gelen uyarıların arasında bir uyarının “n” önceki uyarı ile aynı olduğu farkedildiğinde, düğmeye basılarak cevap verilir. Buradaki “n”, görevin zorluğunu değiştirmek için 0, 1, 2 ya da 3 olabilir (70,71). Çalışmamızda zorluk derecesi “3” olarak belirlenmiştir.

2.5.3. İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme (fNIRS) Yöntemi

Bilişsel bir iş verildiğinde veya yapılmakta olan iş değiştiğinde beyin hemodinamisi (kanlanması) değişir. Beyne dış bir uyarı verildiğinde meydana gelen elektriksel değişim, sinir hücreleri arasında nöronal aktivite oluşturur. Bu durum nöronun metabolik ihtiyacını artırır ve artan bu ihtiyaç, özellikle gri maddede lokal serebral kan akışının (arteryal vazodilatasyon) artmasıyla sağlanır. Nörovasküler eşleşme olarak da bilinen bu mekanizma

deoksihemoglobin (HHb) azalmasının ve oksihemoglobin (HbO₂) arttısının olduğu hemodinamik bir yanıt meydana getirir. fNIRS yöntemiyle, oluşan bu hemodinamik yanıt kayıt edilebilmektedir (72).

Kızıl ötesi ışın dokuya verildiğinde, HbO₂ ve indirgenmiş formu olan HHb, ışığın özgül dalga boylarında farklı emilim spektrumları ortaya çıkarmaktadır. fNIRS cihazı beyin dokusunda emilen ışığın emilim miktarı ile (özellikle dokunun 1–2 cm derinliğindeki) HbO₂ ve HHb seviyelerinin hassas bir şekilde hesaplanabilir olmasını sağlamaktadır. Hesaplanabilen bu veriler de, altına (saçsız deri) yerleştirilen elektrotlar ile ön beyin bölgesindeki oksijenlenmesinin (oksijenasyonunun) bir göstergesi olarak kullanılabilir (73). fNIRS cihazının geçerliliği ve güvenilirliği, fMRI (functional magnetic resonance imaging) cihazı ile karşılaştırarak yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (74,75).

Bölgesel beyin aktivitesi, metabolizmada bir artışa ve dolayısıyla bölgesel serebral kan akışında artışa neden olmaktadır. Bu durum artan HbO₂ ve azalan HHb aktivasyonunun bir işareti olarak kabul edilir. HbO₂’deki değişimlerin arterial venden etkilendiği düşünülür ve bilişsel görev sırasında venöz venden etkilendiği düşünülen HHb’deki değişime oranla daha belirgindir (76).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Bu araştırma, tekrarlanan ölçümlerden oluşan, tanımlayıcı deneysel nitelikte bir çalışmadır.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırmanın literatür taraması Mayıs 2017’de başlamıştır. 12.10.2017 tarihinde Etik Kurul onayı alınmış olan bu çalışmanın verileri, Ocak – Mart 2018’de Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı’nda toplanmıştır. Verilerin analizi ve tezin yazım aşaması Eylül 2018’e kadar devam etmiş ve Ekim 2018’de tez savunmasıyla araştırma sonlanmıştır.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmaya 18–22 yaş aralığında 16 erkek sporcu katılmıştır. Katılımcılardan iki kişinin maksimum oksijen tüketim kapasiteleri (VO_2 maks) 40 ml/kg/dk’ ın altında olduğu için, bir kişi verilen kahvaltılık besinlerden bir kaçını tüketemediği için, bir kişi fiziksel bir sakatlanma yaşadığı için çalışma grubuna dahil edilememiştir. Diğer iki kişi de çalışmaya devam etmek istemediklerini belirterek, çalışmadan ayrılmışlardır. Böylece araştırma 10 erkek sporcunun kayıtlarının alınması ile tamamlanmıştır.

Katılımcıların herhangi bir nörolojik, psikiyatrik, kardiyovasküler, ortopedik ve endokrinolojik rahatsızlıkları bulunmamaktadır. Vücut ağırlıkları normal değerlerde olup, maksimal egzersiz kapasiteleri (VO_2 maks.) 40 ml/kg/dk’ nın üzerinde olan bireylerdir. Katılımları sırasında istedikleri zaman dahil olduğu protokolü sonlandırma hakkına sahip olmuşlardır.

3.4. Araştırma Materyali

Araştırmada, aerobik egzersiz için, Monark bisiklet ergometresi, masa üstü bilgisayar, USB ve seri bağlantı çeviricileri ve adaptörleri kullanılmıştır. Bilişsel işlev testinin (n-geri testi) uygulanması için, *PEBL (The Psychology Experiment Building Language)* test bataryası kullanılmıştır. Bilişsel işlev testinin uygulanması sırasında ön beyin bölgesindeki hemoglobinin konsantrasyonlarını değerlendirmek için *fNIRS (Functional Near Infrared Spectroscopy)* sensörü kullanılmıştır. Farklı glisemik indekse sahip kahvaltılar, doğal besinlerden oluşan

kahvaltılık malzemeler (tam tahıllı ekmek, beyaz ekmek, elma, hurma, süt, beyaz peynir, domates) ile hazırlanmıştır. Glisemi kontrolü için ise, kan glikoz ölçüm cihazı kullanılmıştır.

3.5. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmanın bağımsız değişkeni, kahvaltının glisemik indeks değeridir. Bağımlı değişkenleri ise, bilişsel işlev test sonuçları, ön beyin bölgesindeki oksihemoglobin (HbO₂) konsantrasyon değerleri ve kan glikoz düzeyleridir.

3.6. Veri Toplama Araçları

Katılımcıların boy ölçümleri, ağırlık, vücut kompozisyonu ölçümleri ve maksimal egzersiz kapasitelerinin belirlenmesi Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı egzersiz laboratuvarında yapılmıştır. Submaksimal egzersiz, n-geri testi, fNIRS ile yapılan ölçüm ve kan glikoz düzeyi ölçümü ise Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı egzersiz laboratuvarında uygulanmıştır.

3.6.1. Katılımcılara Uygulanan Form ve Ölçekler

Laboratuvar ölçümleri başlamadan önce gönüllü katılımcıların, çalışma hakkında bilgilendirilmeleri sağlanmış ve “Aydınlatılmış Gönüllü Bilgilendirme ve Onam Formu” (EK 2) ile onamları alınmıştır. Katılımcıların bazı genel ve çalışmayı etkileyebilecek olası bilgileri “Kişisel Bilgi Formu” (EK 3) ile alınmıştır. “Psikolojik Belirti Tarama Testi” (SCL-90R; EK 4) ile de katılımcıların genel ruhsal durumları değerlendirilmiştir.

Laboratuvar ölçümlerinin yapılacağı gün, ölçüm öncesi katılımcıların kaygı düzeyleri “Anlık Anksiyete Değerlendirme Ölçeği” (STAI-TX1; EK 5), uykululuk durumları “Epworth Uyku Skalası” (EK 6) ile değerlendirilmiştir.

- *Aydınlatılmış Gönüllü Bilgilendirme ve Onam Formu:* Gönüllü katılımcılara çalışma ve çalışmada uygulanacak yöntemler hakkında ayrıntılı bilginin verildiği formdur. Gönüllüler, bilgilendirmeden sonra çalışmaya katılmayı kabul etmeleri durumunda doldurulan ve çalışmaya gönüllü olarak katıldıklarına dair imzalarının alındığı bölümlerden oluşmaktadır.
- *Kişisel Bilgi Formu:* Gönüllülerin bazı kişisel bilgilerinin ve uygulanacak testlerde yerine getirilecek görevleri etkileyebilecek uykusuzluk durumu, ilaç ve madde kullanımını, sigara, kahve, alkol gibi alışkanlıkları, çalışma için verilecek olan kahvaltılık besinlerin tüketim durumlarını sorgulayan bir bilgi formdur.

- *Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R)*: Katılımcıların psikolojik belirti düzeyini bulma, belirti düzeylerindeki değişimleri değerlendirme, klinik yorumlamaya yardımcı olma ve psikiyatrik rahatsızlığı bulunan kişileri psikopatolojik tanı gruplarına yerleştirmede kolaylık sağlamak amacıyla kullanılan bir testtir.
- *Durumluk Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (STAI TX- 1)*: Katılımcının belirli bir alanda ve belirli bir koşulda kendini nasıl hissettiğini, stres ve kaygı düzeylerini ölçmek amacıyla kullanılan bir testtir.
- *Epworth Uyku Skalası*: Katılımcıların gündüz aşırı uykululuk durumunun değerlendirilmesi amacıyla kullanılan bir formdur.

3.6.2. Boy Uzunluk Ölçümü

Boy uzunluğu ölçümü çıplak ayak, topuklar birleşik ve geriye dayalı olarak stadiometre (G-Tech International, Kore) ile yapılmıştır.

3.6.3. Vücut Kompozisyonu Ölçümü

Vücut kompozisyon analizleri (vücut ağırlığı, yağ kütlesi, kas kütlesi, yağsız doku kütlesi), laboratuvar tipi InBody 720 (Body Composition Analysers, Seul, Kore) marka bir biyoelektrik empedans cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

3.6.4. Maksimal Egzersiz Kapasitesi Ölçümü

Katılımcıların maksimal egzersiz kapasitesi “Modifiye Bruce Protokolü” ile ölçülmüştür. “Modifiye Bruce Protokolü” 50 watt yük, 70 rpm pedal hızında başlanarak her 3 dakikada bir kademeli olarak yük artışı yapılan ve katılımcının tükendiği noktaya kadar devam eden bir testtir (77). Test, “Monark 839E” model (İsveç) bisiklet ergometresinde yapılmıştır. Öncesinde katılımcılara test açıklanmış, sele yükseklikleri katılımcıların bacak boyuna göre ayarlanmış ve dinlenme durumlarındaki nabızları kaydedilmiştir. Tüm test boyunca katılımcıların kalp atım hızları bir göğüs bandı yardımı ile sürekli olarak takip edilmiştir. Test sonunda ulaştıkları seviyeye göre VO₂ maks. düzeyleri hesaplanmıştır.

3.6.5. Kan Glikoz Düzeyi Ölçümü

Katılımcıların öğün sonrası kan glikoz değişimleri, kapiller parmak ucundan alınan kan ile izlenmiştir. Parmak ucunun yan tarafı ince bir iğneyle hafifçe delinmiş, ilk gelen kan damlası pamukla silinip, ikinci damlası kan glikozu ölçüm cihazının (Free Style Optium

marka) stripine değdirilmiştir. Ölçümler 0. dakika (açlık), 90. dakika (egzersiz öncesi) ve 120. dakikada (egzersiz sonrası) yapılmıştır.

3.6.6. Gönüllü Seçimi

Bu çalışmaya 18–25 yaş arasındaki erkek bireyler katılmıştır. Bu kişilerin en az 1 yıldır aktif spor yapıyor olmasına ve hesaplanan VO₂ maks değerlerinin 40 ml/kg/dk' nın üzerinde olmasına dikkat edilmiştir. Boy ve ağırlık ölçümü, vücut kompozisyon analizleri yapılmış olup, BKİ değerı 30 kg/m² altında olan kişiler seçilmiştir. Herhangi bir nörolojik, psikiyatrik, kardiyovasküler, ortopedik ve endokrinolojik rahatsızlıklığı olmayan ve sigara kullanmayan kişiler katılmıştır.

3.6.7. Araştırma Protokolü

Araştırma öncesinde katılımcıların en az 1 hafta önce herhangi bir ilaç almamaları, son 24 saatte alkol ve kafein gibi içeceklerle, metabolik cevapların etkilenmemesi için testten 48 saat öncesinde ağır fiziksel aktivite yapmamaları istenmiştir. Her bir katılımcı 3 farklı gün laboratuvara çağırılmıştır.

1. GÜN: Katılımcıların çalışmaya dahil edilmesi

- Araştırma koşullarının anlatılması
- Kişisel Bilgi Formu
- Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R)
- Boy ölçümü (stadiometre)
- Ağırlık ve vücut kompozisyonu ölçümü (bioelektrik empedans cihazı)
- Maksimal egzersiz kapasitesinin belirlenmesi (*Modifiye Bruce Protokolü*)
- Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

2. GÜN / 3. GÜN : 1. TEST / 2. TEST

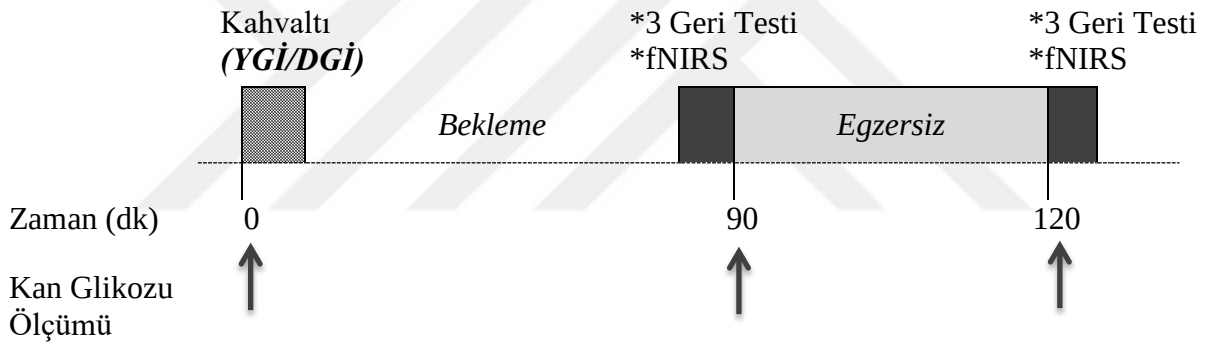
- İkinci ve üçüncü test günlerinde YGİ ve DGİ'li kahvaltı rastgele sırayla seçilerek verilmiştir. Katılımcılardan laboratuvara saat 08:00, 08:30 veya 09:00' da ve bir önceki akşam 22.00' den sonra su dışında herhangi bir besin tüketmeden gelmeleri istenmiştir.

Araştırma protokolünde belirtilen tüm adımlar aşağıdaki gibidir ve her katılımcı için “Veri Kayıt Formu”na (EK 7) kaydedilerek izlenmiştir.

- Durumluk Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (STAI-TX1)

- Epworth Uyku Skalası
- Kan glikoz düzeyi ölçümü
- Kahvaltı tüketimi (YGİ / DGI değerine sahip)
- 90 dakika bekleme
- Kan glikoz düzeyi ölçümü
- Bilişsel işlev testi (3 geri testi) ve eş zamanlı olarak fNIRS sensörü ile ön beyin dokularının oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin izlenmesi
- Submaksimal Egzersiz (maksimal egzersiz kapasitesinin %60–80'i şiddetinde 30 dak.)
- Kan glikoz düzeyi ölçümü
- Bilişsel işlev testi (3 geri testi) ve eş zamanlı olarak fNIRS sensörü ile ön beyin dokularının oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin izlenmesi

Araştırma protokolü Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Araştırma Protokolü

3.6.7.1. Yüksek Glisemik İndeks ve Düşük Glisemik İndeksli Kahvaltı Menülerinin Planlanması

Katılımcıların verilecek farklı GI’li öğünü tüketmeden önce en az 12 saat aç olmaları istenmiş ve glisemik yanıtın sabah saatlerinde daha belirgin olması nedeniyle, araştırmada verilen öğün kahvaltı olarak tercih edilmiştir. Katılımcılardan, verilen öğünü 15 dakika içerisinde tüketmeleri istenmiştir.

Katılımcıların bazal metabolizma hızları (BMH), hem boy ve ağırlık parametrelerinin kullanıldığı Harris-Benedict yöntemi (77), hem de yağsız vücut kitesini esas alan Cunningham yöntemi (78) ile ayrı ayrı hesaplanarak ortalama bir değer bulunmuştur. Elde edilen bu değere, katılımcıların “Kişisel Bilgi Formu”nda (EK 3) belirttikleri aktivite durumlarına göre fiziksel aktivite faktörü eklenerek, günlük enerji gereksinimleri

bulunmuştur. Kahvaltı öğününün enerji değeri ise bulunan bu günlük gereksinimin %25'i olacak şekilde hesaplanmıştır.

- *Harris-Benedict Yöntemi*

$$\text{BMH (Erkek)} = 66.5 + (13.75 \times \text{Ağırlık}) + (5.03 \times \text{Boy}) - (6.75 \times \text{Yaş})$$

- *Cunningham Yöntemi*

$$\text{BMH} = 500 + 22 \times \text{yağsız vücut kütlesi (kg)}$$

Her bir katılımcının kahvaltı öğünündeki enerji değeri hesaplandıktan sonra aynı enerji, karbonhidrat, yağ ve protein içeriğine sahip ancak farklı glisemik indeks değerine sahip iki farklı menü planlanmıştır. Enerji ve makrobesin öğelerinin sabit tutulduğu ve benzer besinler (beyaz ekmek karşılığında tam tahıllı ekmek vb.) kullanıldığı için GY hesaplanmadan besinlerin sadece Gİ değerleri göz önünde tutulmuştur. Menüler; ekmek, domates, peynir, süt ve meyve gibi ülkemizde sıklıkla tüketilen doğal besinler kullanılarak hazırlanmış olup 1./2. test günlerinde katılımcılara sunulmuştur. Öğünlerin enerji ve besin ögesi içerikleri kullanılan besinlerin etiket bilgisi ve “Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı” (79) yardımıyla, glisemik indeks değerleri ise 2008 Uluslararası Glisemik İndeks ve Glisemik Yük Tablosu’ndaki verilere göre belirlenmiştir (16). Tam tahıllı ekmek ve elma (Gİ değeri <55) DGI’li kahvaltı menüsünde, beyaz ekmek ve kuru üzüm ise (Gİ değeri >70) YGI’li kahvaltıda, domates, peynir ve süt ise her iki kahvaltı menüsünde de kullanılmıştır. YGI ve DGI değerine sahip kahvaltı içeriği bir örnek şeklinde EK 8’de verilmiştir.

3.6.7.2. Egzersiz Protokolü

Katılımcılara uygulanan egzersiz için, kefeli bir “Monark 824E” (İsveç) model bisiklet ergometresi kullanılmıştır. Test öncesi her katılımcı için sele ve pedal ayarları yapılmıştır. Tüm katılımcılara her iki test gününde de, orta şiddette 30 dakika süren aralıksız submaksimal egzersiz yaptırılmıştır. Her bir katılımcının hedef kalp atım sayısı, “Karvonen Metodu” ile hesaplanmıştır. Karvonen metodu yaş, cinsiyet, sağlık durumu ve fiziksel aktivite düzeyi gibi bireysel farklılıklardan etkilenen dinlenme halindeki kalp hızına duyarlıdır (80). Egzersizin şiddeti, maksimum kalp atım hızlarının %60–80’ine denk gelecek şekilde belirlenmiştir.

- *Karvonen Metodu:*

$$\text{Hedef Kalp Atım Sayısı} = \text{Egzersiz Şiddeti (\%)} \times \text{Maksimum Kalp Atımı Sayısı (220-yaş)} - \text{Dinlenme Kalp Atım Sayısı} + \text{Dinlenme Kalp Atım Sayısı}$$

3.6.7.3. “3 Geri Testi” Protokolü

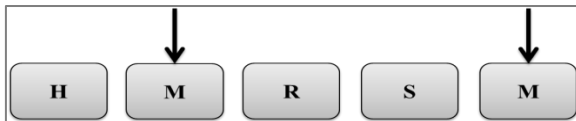
“3 geri testi”, C programlama dili kullanılarak OpenGL uygulama programlama arayüzünde hazırlanmış ve dizüstü bilgisayar yardımıyla uygulanmıştır (Şekil 2). K, Q, H, X, M, F, R, B harflerinden oluşan toplam 120 harfli diziler uygulanmıştır. Harflerin bilgisayar ekranında görünme süresi 500 ms ve uyarılar arası süre 1500–2000 ms’dir. Testte katılımcılardan, ekrana gelen harf üç önceki harf ile aynı ise ellerindeki kumandanın sağ tuşuna (Şekil 3’de gösterildiği gibi) basmaları istenmiştir. Test yaklaşık dört dakika sürmektedir.

“3 geri testi” ile “doğru cevap sayısı“, “yanlış cevap sayısı”, “doğru cevap tepki süresi” ve “toplam tepki süresi” verileri Nexus10 biyo–amplifikatörü aracılığıyla testin uygulandığı bilgisayara otomatik olarak kaydedilmiştir. Uygulanan testte ulaşılabilecek en fazla doğru cevap sayısı egzersiz öncesi 16, egzersiz sonrası 20’dir. Doğru cevap sayısındaki bu fark nedeniyle egzersiz öncesi ve sonrası karşılaştırmanın tutarlılığı için, “doğru cevap verme yüzdesi” ve “yanlış cevap verme yüzdesi” hesaplanmıştır. Tepki süreleri, milisaniye (ms) olarak verilmiştir.

Tüm katılımcılara kahvaltının 90 dakikalık bekleme sürelerinde “3 geri testi”ni öğretmek amacıyla 15 harfli deneme dizisi ile eğitim uygulanmıştır. Kahvaltının 90. dakikası (egzersiz öncesi) ve 120. dakikasında (egzersiz sonrası) ise “3 geri testi” tam olarak uygulanmıştır.



Şekil 2. “3 Geri Testi”nin Şematik Gösterimine İlişkin Bir Görsel



Şekil 3. “3 Geri Testi”nde Uygulanan Uyarılara İlişkin Bir Görsel

3.6.7.4. İşlevsel Yakın Kızılötesi İşaretleme (fNIRS) Kayıtları

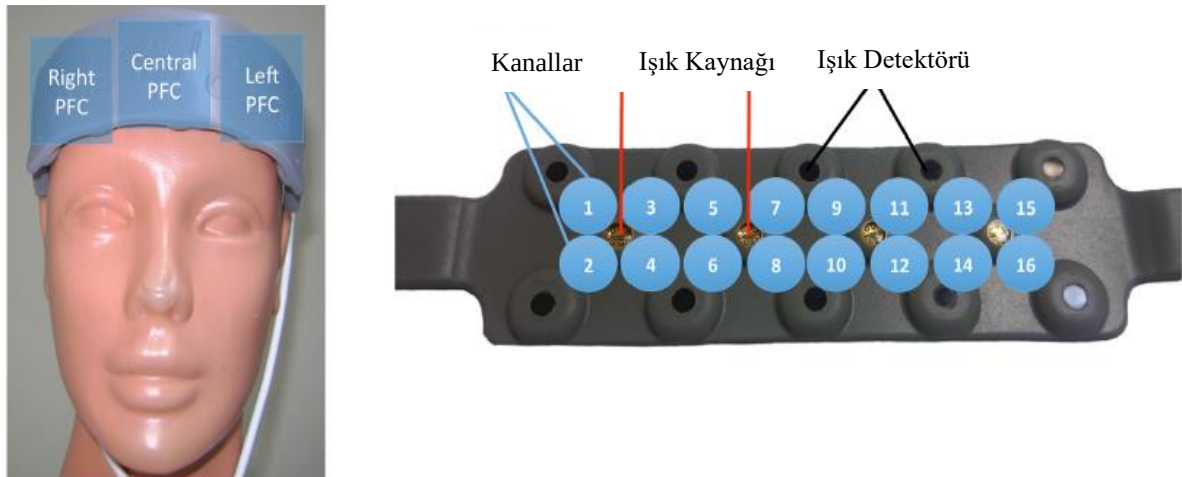
Araştırmada kahvaltının Gİ değerinin ve egzersizin, bilişsel görev sırasında beyin hemodinamisine olan etkileri fNIRS yöntemi ile incelenmiştir. fNIRS yöntemi ile beyin

dokusundaki oksihemoglobin değişimleri ölçölmüştür. Beyin kan akımı değişiminin bir göstergesi olan oksihemoglobin düzeyleri fNIRS (model 1100) cihazı ile kaydedilmiştir. Bu sistem kızıl ötesi ışık gönderen ışık kaynakları ve bu ışığın beyin dokusundan yansıyarak dönen miktarını ölçen dedektörlerden oluşmaktadır.

Kayıtlar, esnek bir sensör yardımıyla katılımcıların ön beyin (alın) bölgelerinden alınmıştır. Şekil 4’de de göröldüğü üzere sensör, 4 ışık kaynağına (LED), 2 dalga boyuna ve 10 dedektöre sahiptir. Dedektör ile ışık kaynağı arasındaki mesafe 2,5 cm olup, toplam 16 kanaldan ölçüm alınabilmektedir. Alınan ölçümler, modifiye edilmiş Beer-Lambert yasasına göre hesaplanarak, hemoglobin konsantrasyon değerini vermektedir (81).

Katılımcıların fNIRS kayıtları, kahvaltının 90. dakikası (egzersiz öncesi) ve 120. dakikasında (egzersiz sonrası), “3 geri testi” uygulanması ile eş zamanlı olarak (aynı anda başlatılıp sonlandırılarak) alınmıştır.

fNIRS verilerinden biri olan oksihemoglobin (HbO_2) düzeyleri değerlendirmeye alınmıştır. Cihaz 16 kanal ile ölçüm yapmaktadır ve 16 kanalın ortalama değerleri ile hesaplama yapılmıştır. “3 geri testinin” son dakikasındaki HbO_2 ortalama değeri ile ilk dakikasındaki ortalama değerin farkları alınarak, test sırasındaki faz farkı ($HbO_{2-faz_farkı}$) hesaplanmıştır. Böylece kişisel farklılıklardan da etkilenmeden, sadece bilişsel görev sırasında beynin değişen hemodinamisi gözlemlenmiştir. İstatistiksel değerlendirmede “ $HbO_{2-faz_farkı}$ ” sonuçları kullanılmıştır.



Şekil 4. fNIRS Sensöründeki Kaynak ve Dedektör Bölgelerine İlişkin Bir Görsel

3.7. Araştırmanın Planı ve Takvimi

Tez araştırması bir dizi işlemin ardışık ve tekrarlı yapılmasını içermektedir. Bunlar;

- Açlık kan glikoz düzeyi ölçümü
- Farklı GI değerine sahip kahvaltı tüketimi
- 90 dakika bekleme
- Kan glikoz düzeyi ölçümü (90. dakika)
- “3 geri testi” ve eş zamanlı olarak “fNIRS yöntemi”
- Submaksimal egzersiz
- Kan glikoz düzeyi ölçümü (120. dakika)
- “3 geri testi” ve eş zamanlı olarak “fNIRS yöntemi”

Araştırmanın takvimi Şekil 5’de gösterildiği gibidir.

Yıllar	2017 – 2018											
Aylar	Mayıs-Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs-Haziran	Temmuz-Eylül	Ekim
Araştırma Planı												
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Araştırma Taslağının Hazırlanması		X										
Etik Kurul Onayının Alınması		X	X									
Tez Öneri Formunun Verilmesi							X					
Verilerin Toplanması					X	X	X	X				
Veri Girişlerinin Yapılması						X	X	X				
Verilerin Analiz Edilmesi								X	X			
Analizlerin Yorumlanması									X	X		
Tezin Yazılması								X	X	X	X	
Tez Savunması												X

Şekil 5. Araştırma Takvimi

3.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmanın tüm istatistiksel analizleri *Statistical Package for Social Science for Windows* (SPSS) versiyon 22.0 istatistik paket programı ile yapılmıştır. Katılımcıların özelliklerini tanımlamak amacıyla parametrik özelliklerin ortalama ve standart sapma

değerleri kullanılmıştır. Grup içi karşılaştırmalarda, Shapiro Wilks ile analiz edilen gruplar normal dağılım göstermediği için, Wilcoxon testi uygulanmıştır. Gruplar arasındaki ilişkiyi belirlemek için Spearman korelasyon analizi yapılmıştır. İstatistiksel analizler 0.05 anlamlılık düzeyine göre yorumlanmıştır ($p<0,05$).

3.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma sonuçları araştırmaya katılan sporcular ile sınırlıdır. Ayrıca bu sonuçlar araştırmada kullanılan ölçüm araçlarının ölçüm gücü ile de sınırlıdır.

3.10. Etik Kurul Onayı

Proje Dokuz Eylül Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 12. 10. 2017 tarih ve 2017/ 17- 02 karar ile onaylanmıştır (EK 1).

4. BULGULAR

Çalışmaya 18–22 yaş aralığında 16 erkek sporcu katılmıştır. Katılımcılardan iki kişinin maksimum oksijen tüketim kapasiteleri (VO_2 maks) 40 ml/kg/dk' ın altında olduğu için, bir kişi verilen kahvaltılık besinlerden bir kaçını tüketemediği için, bir kişi fiziksel bir sakatlanma yaşadığı için çalışma grubuna dahil edilememiştir. Diğer iki kişi de çalışmaya devam etmek istemediklerini belirterek, çalışmadan ayrılmışlardır. Böylece çalışma 10 erkek sporcunun katılımı ile tamamlanmıştır.

4.1. Katılımcılara Ait Genel Özellikler

Bireylerin yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, beden kütle indeksi (BKI) değerleri, yağ kütlesi, kas kütlesi, yağsız doku kütlesi, VO_2 maks, dinlenim kalp atım hızı ve hedef kalp atım hızı değişkenleri Tablo3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Katılımcıların Fiziksel Özellikleri (n=10)

<u>Özellikler</u>	Ort.±Ss
Yaş (yıl)	19±1,5
Vücut ağırlığı (kg)	76,2±10,4
Boy uzunluğu (m)	1,8±0,1
BKİ (kg/m ²)	23,9±2,9
Yağ kütlesi (kg)	10,1±6,3
Kas kütlesi (kg)	37,8±3,8
Yağsız doku kütlesi (kg)	66,1±6,5
VO_2 maks (ml/kg/dk)	49,0±6,7
Dinlenim kalp atım hızı	59,7±10,2
Hedef kalp atım hızı	137,6–166,7±17,3–15,5
BKİ: beden kütle indeksi; Maks. VO_2 : maksimum oksijen tüketim kapasitesi	

4.2. Kan Glikoz Düzeyi Sonuçları

Katılımcıların, YGİ'li ve DGİ'li kahvaltı verilen test günlerindeki açlık (0. dakika), egzersiz öncesi (90. dakika) ve egzersiz sonrası (120. dakika) kan glikoz düzeyi ölçümleri ve kahvaltının Gİ değerine göre karşılaştırılması Tablo 4'de sunulmuştur. Verilerin istatistiksel analiz sonuçlarında, YGİ'li kahvaltı verilen test gününde DGİ'li kahvaltıya göre, egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası kan glikoz düzeyi anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur. Her iki glisemik indeks değerinde de, egzersiz öncesi ve sonrası kan glikoz düzeyinin karşılaştırılması Tablo 5 'de verildiği şekildedir ve anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 4. Katılımcıların Kan Glikoz Düzeyi Ölçümleri ve Kahvaltının Glisemik İndeks Değerine Göre Karşılaştırılması

	Kan Glikoz Düzeyi (mg/dL)		Z	P
	<u>YGİ'li Kahvaltı</u>	<u>DGİ'li Kahvaltı</u>		
	Ort. ± Ss	Ort. ± Ss		
Açlık	84,3 ± 9,6	86,5 ± 5,6	-0,26	0,798
Egzersiz Öncesi	96,4 ± 9,3	78,0 ± 13,6	-2,30	0,022*
Egzersiz Sonrası	101,6 ± 10,7	84,4 ± 6,6	-2,81	0,005**

*P<0,05 **P<0,01 Wilcoxon İşaretli Sıra Testi

Tablo 5. Katılımcıların Egzersiz Öncesi ve Egzersiz Sonrası Kan Glikoz Düzeyi Ölçümlerinin Karşılaştırılması

	Kan Glikoz Düzeyi (mg/dL)		Z	P
	<u>Egzersiz Öncesi</u>	<u>Egzersiz Sonrası</u>		
	Ort. ± Ss	Ort. ± Ss		
YGİ'li Kahvaltı	96,4 ± 9,3	101,6 ± 10,7	-0,67	0,506
DGİ'li Kahvaltı	78,0 ± 13,6	84,4 ± 6,6	-1,39	0,166

*P<0,05 **P<0,01 Wilcoxon İşaretli Sıra Testi

4.3. “3 Geri Testi” Sonuçları

Katılımcılara egzersizden önce ve sonra, bilişsel işlevlerini ölçmek için uygulanan “3 geri testinin” çıktıları doğru cevap verme yüzdesi, yanlış cevap verme yüzdesi, doğru cevap tepki süresi ve toplam tepki süresidir. “3 geri testi” sonuçları ve kahvaltının Gİ değerine göre karşılaştırılması Tablo 6’da sunulmuştur. Buna göre Gİ değerinin yüksek ya da düşük olması, “3 geri testi” çıktılarının herhangi birinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamıştır.

Tablo 6. Katılımcıların “3 Geri Testi” Sonuçlarının Kahvaltının Glisemik İndeks Değerine Göre Karşılaştırılması

3 Geri Testi	<u>YGI Kahvaltı</u>	<u>DGI Kahvaltı</u>	Z	P
	Ort. $\pm$ Ss	Ort. $\pm$ Ss		
Doğru Cevap Verme Yüzdesi (%)				
Egzersiz Öncesi	35,6 $\pm$ 18,2	37,0 $\pm$ 15,3	-0,26	0,798
Egzersiz Sonrası	48,5 $\pm$ 18,0	42,3 $\pm$ 15,6	-1,31	0,191
Yanlış Cevap Verme Yüzdesi (%)				
Egzersiz Öncesi	19,4 $\pm$ 9,6	18,4 $\pm$ 8,54	-0,77	0,441
Egzersiz Sonrası	18,5 $\pm$ 11,5	18,0 $\pm$ 9,0	-0,42	0,677
TS_doğru (ms)				
Egzersiz Öncesi	572,6 $\pm$ 109,2	572,5 $\pm$ 183,7	-0,66	0,508
Egzersiz Sonrası	515,0 $\pm$ 144,3	525,7 $\pm$ 159,5	-0,61	0,541
TS_toplam (ms)				
Egzersiz Öncesi	549,6 $\pm$ 129,7	528,9 $\pm$ 162,9	-0,36	0,721
Egzersiz Sonrası	516,1 $\pm$ 136,5	549,8 $\pm$ 120,7	-0,76	0,445
*P<0,05 **P<0,01 Wilcoxon İşaretli Sıra Testi				
TS_doğru: Doğru cevaplara verilen tepki süresi				
TS_toplam: Tüm cevaplara verilen tepki süresi				

“3 geri testi” sonuçlarının, egzersiz öncesi ve sonrasına göre karşılaştırılması ise Tablo 7’ de verilmiştir. Her iki glisemik indeks değerinde de egzersiz öncesi ve sonrası “3 geri testi” sonuçlarında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 7. Katılımcıların Egzersiz Öncesi ve Egzersiz Sonrası “3 Geri Testi” Sonuçlarının Karşılaştırılması

3 Geri Testi	Egzersiz Öncesi	Egzersiz Sonrası	Z	P
	Ort. $\pm$ Ss	Ort. $\pm$ Ss		
Doğru Cevap Verme Yüzdesi (%)				
YGİ’li Kahvaltı	35,6 $\pm$ 18,2	48,5 $\pm$ 18,0	-1,68	0,098
DGİ’li Kahvaltı	37,0 $\pm$ 15,3	42,3 $\pm$ 15,6	-0,97	0,331
Yanlış Cevap Verme Yüzdesi (%)				
YGİ’li Kahvaltı	19,4 $\pm$ 9,6	18,5 $\pm$ 11,5	-0,97	0,333
DGİ’li Kahvaltı	18,4 $\pm$ 8,5	18,0 $\pm$ 9,0	-0,77	0,444
TS_doğru (ms)				
YGİ’li Kahvaltı	572,6 $\pm$ 109,2	515,0 $\pm$ 144,3	-1,72	0,086
DGİ’li Kahvaltı	572,5 $\pm$ 183,7	525,7 $\pm$ 159,5	-1,17	0,241
TS_toplam (ms)				
YGİ’li Kahvaltı	549,6 $\pm$ 129,7	516,1 $\pm$ 136,5	-1,00	0,314
DGİ’li Kahvaltı	528,9 $\pm$ 162,9	549,8 $\pm$ 120,7	-0,05	0,959
*P<0,05 **P<0,01 Wilcoxon İşaretli Sıra Testi				
TS_doğru: Doğru cevaplara verilen tepki süresi				
TS_toplam: Tüm cevaplara verilen tepki süresi				

4.4. Beyin Hemodinamisindeki Değişim Sonuçları

Egzersizin hemen öncesi ve sonrasında yapılan “3 geri testi” ile eş zamanlı olarak başlatılıp bitirilen fNIRS görüntüleme yöntemi aracılığıyla bilişsel test sırasında beyinde gerçekleşen hemodinamik değişim izlenmiştir. Bu yöntemin verilerinden biri olan oksihemoglobin (HbO₂) düzeyleri değerlendirmeye alınmıştır. “3 geri testi”nde alınan ortalama HbO₂ düzeyi değişimi örneği Şekil 6’da gösterilmiştir. Bilişsel görev başladığında HbO₂ düzeyleri yükselmeye başlamıştır.

Ölçümün son dakikasındaki (4. dakika) ortalama HbO₂ değerleri ile ilk dakikasındakinin (1. dakika) farkı ile hesaplanan HbO_{2-faz_farkı}’nın, kahvaltının Gİ değerine göre

karşılaştırılması Tablo 8’de ve Şekil 7’de verilmiştir. Katılımcıların egzersiz öncesi ve sonrası HbO₂_faz_farkı’nın karşılaştırılması ise Tablo 9’da verildiği gibidir.



Şekil 6. Onaltı Kanaldan Alınan HbO₂ Değerlerinin Ortalamasının Bir Örneği

Tablo 8. Katılımcıların HbO₂ Artışındaki Faz Farkı Değerleri ve Kahvaltının Glisemik İndeks Değerine Göre Karşılaştırılması

<u>HbO₂-faz farkı</u> <u>Sonuçları (µmol/L)</u>	<u>YĞİ’li Kahvaltı</u> Ort. ± Ss	<u>DĞİ’li Kahvaltı</u> Ort. ± Ss	Z	P
Egzersiz Öncesi	4,5 ± 2,3	3,0 ± 2,0	-1,84	0,066
Egzersiz Sonrası	3,2 ± 2,3	3,9 ± 2,4	-0,178	0,859

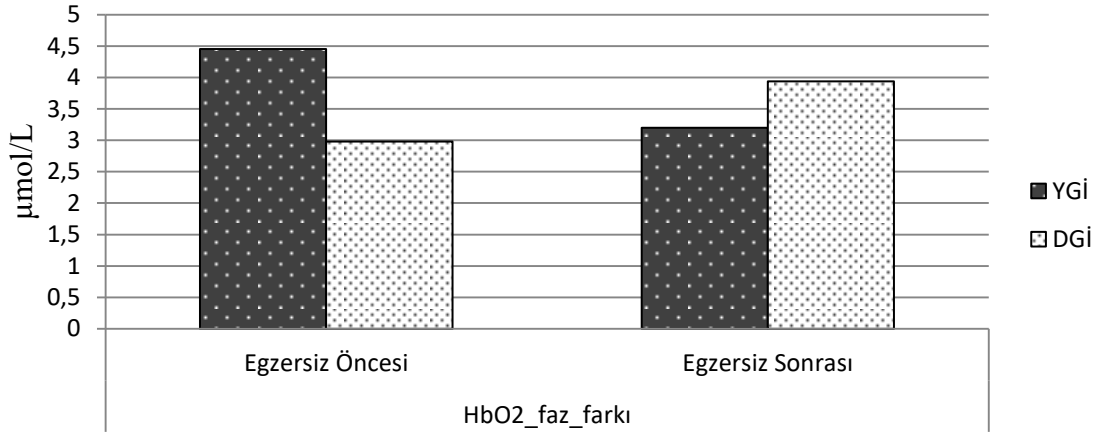
*P<0,05 **P<0,01 Wilcoxon İşaretli Sıra Testi
HbO₂-faz_farkı: Oksihemoglobin artışındaki faz farkı

Tablo 9. Katılımcıların Egzersiz Öncesi ve Egzersiz Sonrası HbO₂ Artışındaki Faz Farkı Değerlerinin Karşılaştırılması

<u>HbO₂-faz farkı</u> <u>Sonuçları (µmol/L)</u>	<u>Egzersiz Öncesi</u> Ort. ± Ss	<u>Egzersiz Sonrası</u> Ort. ± Ss	Z	p
YĞİ’li Kahvaltı	4,45 ± 2,32	3,20 ± 2,27	-1,68	0,093
DĞİ’li Kahvaltı	2,98 ± 1,96	3,94 ± 2,41	-1,36	0,173

*P<0,05 **P<0,01 Wilcoxon İşaretli Sıra Testi
HbO₂-faz_farkı: Oksihemoglobin artışındaki faz farkı

İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da, HbO_2 -faz_farkı'nın YGİ'li kahvaltı gününde egzersiz sonrası azalırken, DGI'li kahvaltı gününde artış gösterdiği Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7. Katılımcıların HbO_2 -faz_farkı Değerlerinin Karşılaştırılması

4.5. Kan Glikoz Düzeyi, Beyin Hemodinamisindeki Değişim ve “3 Geri Testi”

Sonuçları Arasındaki İlişki

Katılımcılara verilen farklı Gİ' e sahip kahvaltıdan sonra kan glikoz düzeyleri ile bilişsel görev sırasında beyin hemodinamisindeki değişim (HbO_2 -faz_farkı) arasındaki ilişki Tablo 10' daki korelasyon tablosunda sunulmuştur. Kan glikoz düzeyleri ile “3 geri testi”nin sonuçları arasındaki korelasyon ise Tablo 11' de sunulmuştur. Kan glikoz düzeyi ile, hem beynin hemodinamisi hem de bilişsel görev skorları arasında, ne egzersiz öncesi ne de egzersiz sonrası dönemde, istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır.

Tablo 10. Kan Glikoz Düzeyi ve HbO_2 Artışındaki Faz Farkı Değerleri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi

<u>Kan Glikoz Düzeyi</u>	<u>HbO_2-faz_farkı</u>							
	<u>YGİ Kahvaltı</u>				<u>DGI Kahvaltı</u>			
	<u>Egzersiz Öncesi</u>	<u>Egzersiz Sonrası</u>	<u>Egzersiz Öncesi</u>	<u>Egzersiz Sonrası</u>	<u>Egzersiz Öncesi</u>	<u>Egzersiz Sonrası</u>	<u>Egzersiz Öncesi</u>	<u>Egzersiz Sonrası</u>
	R	P	R	P	R	P	R	P
Egzersiz Öncesi	0,18	0,612			0,43	0,219		
Egzersiz Sonrası			-0,34	0,343			-0,37	0,323

*P<0,05 **P<0,01 Wilcoxon İşaretli Sıra Testi

HbO_2 -faz_farkı: Oksihemoglobin artışındaki faz farkı

Tablo 11. Kan Glikoz Düzeyi ve “3 Geri Testi” Sonuçları Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi

3 Geri Testi Sonuçları	Kan Glikoz Düzeyi							
	YGİ Kahvaltı				DGİ Kahvaltı			
	Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası		Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Doğru Cevap Verme Yüzdesi (%)								
Egzersiz Öncesi	-0,19	0,609			0,40	0,246		
Egzersiz Sonrası			0,48	0,159			0,44	0,199
Yanlış Cevap Verme Yüzdesi (%)								
Egzersiz Öncesi	-0,21	0,521			0,27	0,448		
Egzersiz Sonrası			-0,01	0,973			-0,40	0,257
TS_doğru (ms)								
Egzersiz Öncesi	-0,39	0,271			-0,61	0,062		
Egzersiz Sonrası			0,12	0,750			-0,19	0,610
TS_toplam (ms)								
Egzersiz Öncesi	-0,55	0,099			-0,34	0,336		
Egzersiz Sonrası			0,22	0,542			-0,21	0,562
*P<0,05 **P<0,01 Speraman Korelasyon Analizi								
TS_doğru: Doğru cevaplara verilen tepki süresi								
TS_toplam: Tüm cevaplara verilen tepki süresi								
HbO ₂ -faz_farkı: Oksihemoglobin artışıdaki faz farkı								

Bilişsel test skorları ile beyin hemodinamisindeki değişim arasındaki ilişki Tablo 12’de sunulmuştur. Buna göre, DGİ kahvaltı uygulamasında egzersiz öncesi yanlış cevap verme yüzdesi ile HbO₂-faz_farkı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğu saptanmıştır (P<0,05).

Tablo 12. “3 Geri Testi” ve HbO₂ Artışındaki Faz Farkı Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi

3 Geri Testi Sonuçları	HbO₂-faz farkı							
	Yüksek GI Kahvaltı				Düşük GI Kahvaltı			
	Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası		Egzersiz Öncesi		Egzersiz Sonrası	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Doğru Cevap Verme Yüzdesi (%)								
Egzersiz Öncesi	-0,12	0,736			0,09	0,812		
Egzersiz Sonrası			0,06	0,867			-0,62	0,074
Yanlış Cevap Verme Yüzdesi (%)								
Egzersiz Öncesi	-0,04	0,907			0,68*	0,030		
Egzersiz Sonrası			-0,18	0,626			-0,17	0,666
TS_doğru (ms)								
Egzersiz Öncesi	-0,36	0,310			-0,38	0,283		
Egzersiz Sonrası			-0,12	0,751			-0,15	0,700
TS_toplam (ms)								
Egzersiz Öncesi	-0,18	0,627			-0,38	0,275		
Egzersiz Sonrası			-0,35	0,328			-0,02	0,966
*P<0,05 **P<0,01 Speraman Korelasyon Analizi								
TS_doğru: Doğru cevaplara verilen tepki süresi								
TS_toplam: Tüm cevaplara verilen tepki süresi								
HbO ₂ -faz_farkı: Oksihemoglobin artışındaki faz farkı								

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada, sporcuların egzersiz öncesinde tükettikleri öğünün glisemik indeks değerinin, egzersiz sonrasındaki bilişsel işlevler ve bilişsel görev sırasında beynin hemodinamisi üzerinde etkisi olup olmadığı incelenmiştir.

Araştırmaya katılan gönüllülerin cinsiyet, yaş, maksimal egzersiz kapasiteleri ve BKİ değerleri benzerdir. Tüm katılımcıların cinsiyeti erkek, yaşları 18–22 arasında, BKİ değerleri 30 kg/m²'nin altında ve maksimal egzersiz kapasiteleri 40 ml/kg/dk'ın üzerindedir.

5.1. Kahvaltının Glisemik İndeks Değeri ve Egzersizin Kan Glikoz Düzeyine Birleşik Etkisi

Katılımcıların kan glikoz düzeyleri, her iki Gİ'li kahvaltı verilen test gününde açlık (0. dakika), egzersiz öncesi (90. dakika) ve egzersiz sonrasında (120. dakika) ölçülmüştür. Tüm katılımcıların açlık kan glikoz düzeyleri 100 mg/dL' nin altındadır. Tablo 4'de görüldüğü gibi ölçülen kan glikozunun ortalama değerleri, YGİ'li kahvaltı verilen test gününde açlık 84,30 mg/dL, egzersiz öncesi 96,40 mg/dL, egzersiz sonrası 101,60 mg/dL, DGİ'li kahvaltı verilen test gününde ise açlık 86,50 mg/dL, egzersiz öncesi 78,00 mg/dL, egzersiz sonrası 84,40 mg/dL'dir. YGİ'li kahvaltı, DGİ'li kahvaltıya göre hem egzersiz öncesi hem de egzersiz sonrası kan glikoz düzeyinde anlamlı bir şekilde yükseklığe neden olmuştur ($p < 0,05$). Wu ve Williams tarafından (82), sporcularda YGİ ve DGİ'li kahvaltının, egzersiz performansına etkisinin incelendiği bir araştırmada, YGİ'li bir öğünün 30. 60. ve 90. dakikalardaki kan glikozunu anlamlı düzeyde arttırdığını bildirilmiştir. Ayrıca DGİ'li kahvaltı verildiğinde 90. dakikadaki kan glikoz düzeyi açlıktaki değerin altına düşmüştür. Bizim araştırmamızda DGİ'li kahvaltı verildiğinde 90. dakikadaki (78,00 mg/dL) kan glikoz düzeyi açlıktaki değerinin (96,40 mg/dL) altındadır, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bunun, DGİ'li besinlerin kan glikoz düzeyini daha geç yükseltmesi ile ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Her iki Gİ'li kahvaltıda da, egzersiz sonrası kan glikoz düzeyi sonuçları, Tablo 4'de görüldüğü gibi egzersiz öncesine göre daha yüksektir, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Sporcuların genellikle yüksek karbonhidrat tüketme eğiliminde oldukları, düzenli olarak yüksek şiddetli egzersiz yapmanın katekolamin (adrenalin ve norepinefrin) konsantrasyonunu arttırdığı ve dolayısıyla da egzersiz sonrası hiperglisemiye neden olabileceği bilinmektedir (83). Aydın ve arkadaşlarının (84), 30 dakikalık orta şiddetteki (%70

VO₂ maks) aerobik egzersiz sonrasında, kan glikoz düzeyi egzersiz öncesine göre yüksek bulunmuştur.

Bu araştırmada 30 dakikalık orta şiddette bir egzersiz uygulanmıştır. Egzersizin başında artan enerji ihtiyacını karşılamak için gliseminin yükselmesi beklenir. Kan glikoz düzeyi çok hassas bir metabolik süreç olması nedeniyle değişiklik olduğunda düzenleme mekanizmaları süratle ve kesin bir doğrulukla devreye girer. Bu yüzden de uç koşullara ulaşıldığında anlamlı farklılıklar görülebilir. Bu araştırmada her iki Gİ'li kahvaltıda egzersiz sonrası kan glikoz düzeyi sonuçlarında görülen yükselme istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

5.2. Kahvaltının Gİ Değeri ve Egzersizin Çalışma Belleğine Birleşik Etkisi

Araştırmamızda, bilişsel işlev olarak çalışma belleği, zorluk derecesi üç olarak belirlenmiş “n geri testi” ile değerlendirilmiştir. “3 geri testi” tüm katılımcılara her bir test gününde egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası olacak şekilde toplamda dört kez uygulanmıştır. Testin sonunda doğru ve yanlış cevap verme yüzdeleri, doğru cevap tepki süresi, toplam tepki süresi sonuçları değerlendirilmiştir. Egzersizden önce yapılan testin sonucu, sadece kahvaltının Gİ değerinin etkisini vermektedir ve bu karşılaştırma Tablo 6'da gösterilmiştir. Egzersiz öncesi sırasıyla YGİ ve DGİ' li kahvaltıda; doğru cevap verme yüzdesi %35,6 - %37,0, yanlış cevap verme yüzdesi %19,4 – %18,4, doğru cevaplara verilen toplam tepki süresi 572,6 ms – 572,5 ms, toplam tepki süresi ise 549,6 ms – 528,9 ms şeklinde bulunmuştur. Tablo 6'da sunulduğu gibi, egzersiz öncesinde yapılan “3 geri testi”nin sonuçları hem YGİ hem de DGİ uygulamasında benzerdir. Bu araştırmada, istatistiksel analizin sonucuna göre, kahvaltının Gİ değerinin, bilişsel işlevler üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir. Egzersizden sonra yapılan testin sonucu ise, kahvaltının Gİ değeri ve egzersizin birleşik etkisini vermektedir (Tablo 7). Egzersiz sonrası uygulanan ”3 geri testlerinin” sonuçları her iki Gİ uygulamasında istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Ancak doğru cevap verme yüzdesi, YGİ'li kahvaltıdan sonra, egzersiz öncesi %35,6 iken egzersiz sonrası %48,5'ye, DGİ'li kahvaltıdan sonra ise, egzersiz öncesi %37,0 iken egzersiz sonrası %42,3' ye yükselmiştir. Aynı şekilde doğru cevaplara verilen tepki süresi (TS_doğru), YGİ'li kahvaltıdan sonra, egzersiz öncesi 572,6 ms iken egzersiz sonrası 515,0 ms' ye, DGİ'li kahvaltıdan sonra ise, egzersiz öncesi 572,5 ms iken egzersiz sonrası 525,7 ms'ye düşmüştür.

Akut egzersizin bilişsel işlevleri etkilediğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Hillman ve arkadaşlarının (85), çocukların 20 dakikalık orta şiddette yürüyüşten sonra dikkat ile ilgili bilişsel kontrolünün iyileştiği gösterilmiştir. Tsai ve arkadaşları ise (86), farklı kondisyona

sahip genç yetişkinlerde orta şiddetteki aerobik egzersiz ile bilişsel işlevler arasında pozitif bir etkileşim olduğu sonucuna varmıştır. Akut egzersizin bilişsel performans üzerindeki etkisini inceleyen 79 araştırmanın meta-analizinde incelemesinde, hafif ve orta şiddetli egzersizin bilişsel performansı pozitif yönde, yüksek şiddetli egzersizin ise negatif yönde etkilediği bildirilmiştir (60). Demirci ve arkadaşları (64), “n geri testi”ni uygulayarak yüksek şiddette egzersizin, sporcu ve sedanterlerin bilişsel fonksiyonlarını nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Her iki grupta da yüksek şiddetteki egzersizin bilişsel fonksiyonlarda olumlu bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Bizim araştırmamızda da YGİ’li kahvaltıdan sonra daha belirgin olmakla birlikte, her iki Gİ değerindeki egzersiz sonrası meydana gelen bu farklılıklar, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da dikkat çekmiştir. Uygulanan egzersizin şiddeti ve/veya süresinin yeterli olmaması nedeniyle bu etki açıkça görülmemiş olabilir.

5.3. Kahvaltının Gİ Değeri ve Egzersizin Beynin Hemodinamisine Birleşik Etkisi

Hem sporcular hem de normal bireyler ile yapılan araştırmalarda, bilişsel görev sırasında beynin hemodinamisinde (kanlanmasında) artış olduğu bilinmektedir. Araştırmamızda “3 geri testi” sırasındaki beynin hemodinamisindeki değişimler, fNIRS görüntüleme yöntemi kullanılarak oksihemoglobin (HbO_2) değerleri ile izlenmiştir. “3 geri testi” süresince HbO_2 düzeyinde bütün ölçümlerde artış gözlenmiştir. Bilişsel test başlangıcındaki baseline HbO_2 değerleri kişisel farklılıklar gösterdiğinden HbO_2 ölçümleri mutlak değer olarak değerlendirilmemiştir. Bilişsel test sırasındaki değişimlerin delta değerleri YGİ ve DGİ’li kahvaltı sonrasındaki ölçümlerin kişisel farklılıklardan etkilenmeden karşılaştırılabilmesi için kullanılmıştır. Delta değer hesaplamasında testin son dakikasındaki oksihemoglobin ortalama değeri ile ilk dakikasındaki ortalama değerin farkları alınarak “ HbO_2 -faz_farkı” verileri adıyla kayıt edilmiştir. Bu sayede aynı bilişsel test uygulandığında test boyunca HbO_2 yükselmesinin YGİ ve DGİ durumlarında farklı olup olmadıkları istatistiksel olarak araştırılmıştır. Ancak bu işlem mutlak değerlerde olası farkların küçülmesine ve anlamlılığın kaybolmasına neden olmuş olabilir. İleri araştırmalarda mutlak değerleri de dikkate alan ölçümler planlanabilir.

Tablo 8 ve Tablo 9’da sunulduğu gibi, kahvaltının Gİ değeri, egzersiz öncesi ve sonrasında uygulanan bilişsel testler sırasında beyin hemodinamisi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamıştır. Her iki uygulamada “3 geri testlerinde” HbO_2 değerleri, yükselme göstermiştir. Bu yükselme bütün test boyunca devam etmiştir. Yükselme farkları

karşılaştırıldığında YGİ ve DGİ’li kahvaltı tüketimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. YGİ’li kahvaltı gününde egzersiz sonrası HbO₂ düzeyindeki artışın daha düşük (egzersiz öncesi 4,45 µmol/L, egzersiz sonrası 3,20 µmol/L) olduğu, DGİ’li kahvaltı gününde ise egzersiz sonrası HbO₂ düzeyindeki artışın daha yüksek (egzersiz öncesi 2,98 µmol/L, egzersiz sonrası 3,94 µmol/L) düzeyde olduğu Şekil 7’de açıkça görülmektedir. Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Bu araştırmanın çıktıları olan, kan glikoz düzeyi, “3 geri testi” sonuçları ve bilişsel test sırasında ön beyindeki hemodinamik değişim (HbO_{2-faz_farkı}) verilerinin birbirleriyle arasında korelasyon gösterip göstermediği incelenerek, sonuçlar Tablo 10, Tablo 11 ve Tablo 12’ de verilmiştir. Her iki tip Gİ’li kahvaltıdan sonra kan glikoz düzeyi ile “3 geri testi” sonuçları ve hesaplanan HbO_{2-faz_farkı} değerleri arasında korelasyon görülmemektedir. “3 geri testi” sonuçları ve HbO_{2-faz_farkı} verilerinin korelasyonuna bakıldığında ise, DGİ’li kahvaltı gününde, egzersiz öncesindeki yanlış cevap verme yüzdesi ile beyin hemodinamik değişimi arasında korelasyon olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 12) (P<0.05). Beynin HbO₂ düzeyindeki değişimi, duyarlı ve geçerli bir fizyolojik ölçüm olmasına rağmen, beyin fonksiyonları ile bağlantıları ve beyin oksijenasyonunun nelere bağlı olarak değiştiği hakkında kesin bilgiler bulunmamaktadır. Bu alandaki araştırmaların hızla artmasına karşın, standartların ve normal değerlerin oluşmaması ve tekniklerin sürekli gelişme içinde olması nedeniyle sonuçları karşılaştırmak zor olmaktadır. Temel prensipte nöronal aktivite veya bilişsel iş artışı ile metabolizmanın da artacağı ve oksijenasyonun yükselmesi beklenmektedir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre beyin oksijenasyon değişimindeki artış ile yanlış cevap verme yüzdesi arasında korelasyon görülmesi problem çözme sırasında beyinde bir metabolik cevap oluştuğunu gösterebilir.

5.4. Genel Değerlendirme

Araştırmamızın 1. hipotezi; “Egzersizden önce tüketilen DGİ’li kahvaltı, egzersizin hemen öncesi ve hemen sonrasındaki bilişsel işlevleri olumlu yönde etkiler” idi. Ancak araştırmamızın “3 geri testi” sonuçları bu hipotezi desteklememiştir. DGİ’li kahvaltı gününde, egzersiz öncesindeki yanlış cevap verme yüzdesi ile beyinin HbO₂ düzeyindeki değişimi arasında bulunan korelasyon ve YGİ’li kahvaltı gününde egzersiz sonrası doğru cevap verme yüzdesinin daha fazla yükselmiş olması ve aynı koşullarda doğru cevaplara verilen tepki süresinin kısalması bu hipotezin tersi yönünde bulgular olarak değerlendirilebilir.

Araştırmamızın 2. hipotezi ise; “Egzersizden önce tüketilen kahvaltının Gİ değerinin, egzersizin hemen öncesi ve hemen sonrasında uygulanan bilişsel görev sırasında beyin oksijenlenmesinde meydana gelen artış düzeyini etkiler” idi. Bilişsel görev olan “3 geri test”leri sırasında hemodinamik yanıtların bir göstergesi olan HbO₂ düzeyleri yükselmiştir. YGİ ve DGİ durumlarında hesaplanan yükselmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülememiştir. Egzersiz öncesi ve sonrası testlerdeki HbO₂ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, beyin kanlanmasındaki artışın, YGİ’li kahvaltı gününde egzersiz sonrasında egzersiz öncesine göre daha düşük, DGİ’li kahvaltı sonrasında ise daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 7).

Bilişsel görev sırasında nöral aktivitede artış görülür. Bu da nöronun metabolik ihtiyaçlarını arttırır. fNIRS görüntüleme yöntemi, beyin ön bölgesindeki HbO₂ düzeyini ölçerek, nörona giden kan akımı hakkında bilgi verir (87). Bediz ve arkadaşları (88), bilişsel görev sırasındaki beyin oksijenlenmesindeki (kanlanmasındaki) artışın yüksek şiddetteki akut egzersizden nasıl etkilendiğini (sedanter ve sporcularda) inceleyen bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırmaya göre; bilişsel görev sırasındaki HbO₂ artışı, sporcularda sedanterlere göre daha belirgin olmakla beraber, her iki grupta da egzersiz sonrasında ölçümlerde daha yüksek bulunmuştur. Mancı ve arkadaşları ise (89), tekrarlı yüksek şiddetli egzersizin sporcularda beyin oksijenlenmesinin sürekli olarak artmasına neden olduğunu saptamışlardır.

Genelde beyin kan akımındaki artış, egzersizin yarattığı etki de dahil olmak üzere, nöral oksijen kullanımı ile ilişkilendirilir. Ancak egzersiz sırasında kas dokusunda oksijen kadar glikoz kullanımı da önemlidir ve vücuttaki glikoza kıyasla oksijen ihtiyacının karşılanmasındaki mekanizmaların üstünlüğü bilinmektedir. Bunun yanında glikoz, nöral aktivite için de önemli bir metabolittir ve bilişsel görev sırasında kullanımı artar (87). Nöronun artan glikoz ihtiyacı, beyin kanlanmasında artışa neden oluyor olabilir. Bizim araştırmamızla aynı laboratuvarında yine fNIRS görüntüleme yöntemi kullanılarak yapılmış olan bu iki araştırmada (88,89), egzersiz öncesinde herhangi bir beslenme müdahalesi yapılmamış, beslenme durumlarının nasıl olduğu ve kan glikoz düzeyleri belirtilmemiştir. Tüm çalışma gruplarında egzersiz sonrası öncesine göre daha yüksek HbO₂ düzeyi saptanan bu iki araştırma ile karşılaştırıldığında, araştırmamızda YGİ’li kahvaltı gününde egzersiz sonrası öncesine göre, kanlanma artışının daha düşük bulunması ($P>0.05$) dikkat çekmiştir (Şekil 7). YGİ’li kahvaltı, daha yüksek kan glikoz düzeyi sağlaması ile nöronun glikoz ihtiyacının karşılanmasında daha etkili olmuş olabilir ve buna bağlı olarak daha az kan

akımına ihtiyaç duyulmasıyla da ilişkili olabilir. Ancak aynı bakış açısıyla, egzersiz öncesi dönemde bilişsel görev sırasındaki HbO₂ düzeyine baktığımızda (Şekil 7), YGİ'li kahvaltı gününde HbO₂ düzeyinin daha fazla yükselme eğiliminde olması, egzersiz sonrası sonuçlar ile uyumlu olmadığını düşündürmüştür.

Gİ değerinin, bilişsel görev sırasında beynin hemodinamisini etkileyebileceği ancak hangi post-prandiyal dönemde, hangi yönde ve hangi mekanizma ile etkileyebileceğinin, farklı Gİ'li öğün alımında egzersizin bu etkideki rolünün ne olacağının ise şu an ki bilgiler ışığında net olmadığı sonucuna varılmış ve başka araştırmalarda da test edilmesinin önemli olabileceği düşünülmüştür. Özellikle de Gİ'in beyin hemodinamisindeki rolünün, egzersizin etkisi olmadan daha net değerlendirilebileceği düşünülmüştür.

5.5. Literatürdeki Benzer Araştırmalar

Beslenme ve egzersiz, bilişsel işlevleri etkilediği bilinen ve normal yaşantımızda peşi sıra yaşadığımız olaylardır. Bu nedenle sadece beslenmenin ya da sadece egzersizin bilişsel işlevlere etkisinin incelendiği araştırmalarda, diğer faktörün de kontrol altında tutulması önemlidir. Literatürde tek seferlik beslenme müdahalesinin ve akut egzersizin ayrı ayrı, bilişsel işlevler üzerine etkisini inceleyen araştırmalar bulunmaktadır. Hem beslenme (6,38,53,54) hem de egzersiz (58–60,62) müdahaleleri ile ilgili yapılan araştırmaların derlemeleri incelendiğinde, araştırmaların metodolojik farklılıkları nedeniye bilişsel işlevler üzerine etkisi hakkında net bir kanıya varılamadığı görülmektedir. Bu metodolojik farklılıklar; katılımcıların genel özelliklerindeki farklılıklar (yaş, glikoz regülasyon düzeyleri, fiziksel aktivite düzeyleri), uygulanan beslenme müdahalelerinde farklılıklar (beslenmenin verilip verilmemesi, makro besin ögesi ya da Gİ müdahalesi), glisemi kontrollerindeki farklılıklar (yapılıp yapılmaması, yapıldığındaki zamanlama), uygulanan egzersiz modelindeki farklılıklar (türü, şiddeti, süresi), bilişsel işlevlerin değerlendirilmesindeki farklılıklar (değerlendirilen bilişsel alan, kullanılan bilişsel test, bilişsel testin uygulama zamanı) şeklinde özetlenebilir.

Tek seferlik beslenme müdahalesi ve akut egzersizin bilişsel işlevler üzerindeki kombine etkisinin incelendiği araştırma sayısı oldukça azdır. İlk kez, Veasey ve arkadaşları (90) 2012 yılında kahvaltı tüketiminin ve egzersiz yapmanın bilişsel işlevler ve ruh hali üzerindeki kombine etkisini, 10 sağlıklı genç erkek katılımcı ile incelemiştir. Katılımcılara, kahvaltı verilen – verilmeyen ve egzersiz yaptırılan – yaptırılmayan durumlar ile 4 farklı günde bilişsel test uygulanmıştır. Kahvaltının 120. dakikasında %60 maks. VO₂ düzeyinde

egzersiz koşu bandında egzersiz yaptırılmıştır. Her iki test gününde de egzersiz sonrasında bir içecek ve 90 dakika sonra da öğle yemeği verilmiştir. Testin farklı zamanlarında toplamda 7 kez bilişsel test uygulanmıştır. Kahvaltının görsel bilgi işleme hızını ve reaksiyon zamanını olumsuz, ruh halini ise olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır. Egzersizin, kahvaltının bilişsel işlevler üzerindeki olumsuz etkisini tersine çevirdiği bildirilmiştir.

Komiyama ve arkadaşları (91) 2016 yılında, kahvaltı yapma – yapmama ve egzersiz yapma – yapmama şeklindeki 4 farklı durumun bilişsel işlevler üzerindeki etkisini 10 sağlıklı genç erkek katılımcı üzerinde incelemişlerdir. Kahvaltı yapmanın doğru cevap verme üzerinde olumlu bir etkisi olurken, egzersiz hem kahvaltı yapılan hem de yapılmayan durumda doğru cevap verme ve reaksiyon zamanında olumlu etki sağlamıştır.

Cooper ve arkadaşları (92) tarafından 2015 yılında ilk kez kahvaltının glisemik indeksi ve egzersizin, duygu durumu ve bilişsel işlevler üzerindeki kombine etkisi incelenmiştir. 42 adolesan, yüksek GI - düşük GI' li kahvaltı verilen ve egzersiz yaptırılan – egzersiz yaptırılmayan durumlar ile 4 farklı gruba ayrılmıştır. Her biri 10 dakika süren ve 10 setten oluşan bir koşu egzersizi uygulanmıştır. Kahvaltıda ise mısır gevreği, beyaz ekmek, margarin, süt, müsli ve elma kullanılmıştır. Bilişsel test olarak ise, Stroop testi ve Sternberg paradigması kullanılmıştır. Sonuç olarak, kahvaltının GI değerlerinin ve egzersiz yapmanın duygu durumunda anlamlı bir fark yaratmadığı, GI değerinden bağımsız olarak kahvaltı yapmanın, yorgunluk, sakinlik ve gerginlikte azalmaya neden olduğu, egzersizin bilişsel testlerin reaksiyon zamanında olumlu bir etki yarattığı ve bu etkinin düşük GI' li kahvaltı tükten grupta daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu da düşük GI kahvaltı tüketiminin egzersize ilave bir fayda sağladığını düşündürmüştür.

Bizim araştırmamızın amacıyla benzerlik gösteren bu üç araştırmanın sonunda, egzersizin bilişsel işlevlere olumlu katkı sağladığı vurgulanmıştır. Bu durum, araştırmamızdaki egzersiz sonrası artan doğru cevap sayısı ile örtüşmektedir.

5.6. Araştırmanın Güçlü ve Kısıtlı Yanları

Literatüre bakıldığında, araştırmamız bir öğünün GI değerinin ve akut egzersizin kombine etkisinin, sporcuların bilişsel işlevlerini nasıl etkilediğini inceleyen ilk araştırmadır. Ayrıca tek seferlik beslenme müdahalesinin bilişsel işlevlere etkisi incelenirken, bilişsel görev sırasında beynin hemodinamisindeki değişimlerin izlendiği ilk araştırmadır.

Araştırmamız, benzer çalışmaların eksik yönleri dikkate alınarak planlanmıştır. Bu yönüyle, bugün literatürde bulunan çalışmalara metodolojik açıdan katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Egzersizın bilişsel işlevler üzerine (93) ve Gİ değerinin ise glisemi üzerine olan etkisinin (6) tüm bireyler için farklı düzeyde olması nedeniyle, kişisel farklılıklardan etkilenmemek için bu konuda yapılmış pek çok çalışmadan farklı olarak araştırmamız, aynı kişiler üzerinde yapılmıştır.

Beynin sınırlı ve sabit metabolik kapasitesi göz önüne alındığında, düşük kondisyonlu kişilerin, yüksek kondisyonlulara göre egzersiz yaparken daha fazla sinirsel kaynağa ihtiyaç duyduğu ve bunun da bilişsel performansı olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir (60). Demirci ve arkadaşlarının (64) kısa süreli yüksek şiddetteki egzersizin bilişsel işlevler ve beyin oksijenlenmesine olan etkisini araştırdıkları çalışmada, anaerobik performansları daha iyi olan katılımcıların diğerlerine göre egzersiz sonrasında bilişsel işlev ve beyin oksijenlenmesinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu durumun araştırmamızda bir fark yaratmaması için düzenli egzersiz yapan ve maksimal egzersiz kapasiteleri 40 ml/kg/dk'ın üzerindeki gönüllüler, katılımcı olarak dahil edilmiştir.

Egzersizın bilişsel işlevlere etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, sabah saatlerindeki etkinin günün diğer saatlerindeki etkiye göre daha fazla olması (60) ve Gİ'in bilişsel işlevler üzerindeki etkisini gözlemleyebilmek için uzun süreli bir açlığın önemli olması nedeniyle (53) araştırmamızda kahvaltı öğünü kullanılmıştır. Katılımcılara, “bir önceki akşam saat 22.00” den sonra su dışında bir şey tüketme” komutu verilmiştir. 20 dakikadan uzun süren egzersizlerde dehidratasyonun gelişmesi olası olduğu için (60) katılımcıların su tüketimleri sınırlandırılmamış ve test boyunca istedikleri zaman su içmeleri sağlanmıştır.

Normalde kahvaltı yapmayan bireylerde kahvaltı tüketmenin, diğer etkenlerden bağımsız olarak nasıl bir etkiye neden olduğu bilinmemektedir (6). Bu nedenle çalışmamızda katılımcılar, genellikle / düzenli olarak kahvaltı yapan ve test gününde verilen besinleri genellikle kahvaltıda tüketebilen kişilerden seçilmiştir. Bu bilgiler test öncesinde “Kişisel Bilgi Formu” (EK 3) ile sorgulanmıştır.

Gİ değerinin bilişsel işlevlere olan etkisinin araştırıldığı bazı çalışmalarda, farklı Gİ'e sahip beslenme kombinasyonlarının farklı enerji (55) ve farklı makro besin ögesi (94) içerikleri nedeniyle, sonuçlarının Gİ değeri dışından bu farklılıklardan da etkilenmiş olabileceği bildirilmektedir. Çalışmamızda her bir katılımcıya verilen kahvaltının enerji,

karbonhidrat, protein ve yağ miktarı bireysel olarak hesaplanmış ve her iki test gününde de bu miktarlar sabit tutulmuştur.

Çalışmamızda uygulanan bilişsel testin kişisel kondisyon farklılıklarından etkilenmemesi amacıyla her bir katılımcının egzersiz şiddeti, bireysel olarak planlanmış ve her iki test gününde de aynı egzersiz protokolü uygulanmıştır. Protokol, katılımcıların “Karvonen Metodu” ile hesaplanmış hedef kalp atım sayılarına göre, orta şiddette 30 dakika süren aralıksız submaksimal egzersiz şeklinde planlanmıştır. Egzersizin şiddeti, maksimum kalp atım hızlarının %60–80’ine denk gelecek şekilde belirlenmiştir.

Bilişsel işlevlere yönelik yapılan çalışmalarda, katılımcının bir önceki gün yapmış olduğu fiziksel aktivitenin kontrol altına alınması önemlidir. Çünkü egzersiz kasın glikoz alımını artırır ve bu durum yemeğe karşı oluşan glisemik cevabı etkileyebilir (95). Bu nedenle çalışmamızda katılımcılardan, test günlerinden bir önceki günde alışılmışın dışında bir şiddette egzersiz yapmamaları istenmiştir.

Egzersizden etkilenen ve bilişsel işlevlerle ilgili rolü olan fizyolojik mekanizmalar (örneğin BDNF), egzersiz sonlandırıldığı an normale dönmeye başlar. Tamamen normale dönme süresi, egzersizin şiddeti ve süresi ile ilişkilidir. Bu nedenle, egzersiz sırasında, egzersizin hemen ardından ve egzersizden 1 dakika ya da daha sonrasında bilişsel performans sonuçlarının farklı olması beklenebilir (96). Hafif ve orta yoğunluklu egzersizin pozitif etkisi bilişsel test egzersizden hemen sonra yapıldığında mevcuttur ancak 1 dakika geçtikten sonra yapıldığında etki görülmeyebilir (60). Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda orta şiddette bir egzersiz uygulandığı için, GI değerine ilave olarak egzersizin de etkisinin ölçüldüğü “3 Geri Testi” egzersizin hemen ardından uygulanmıştır.

Diğer bir yandan çalışmamızda, konunun özellikleri nedeniyle her faktör dikkate alınamamıştır. Katılımcıların normalde tükettikleri kahvaltının porsiyon ölçüsünün, test öğününün kompozisyonunun neden olduğu dolgunluk, şişkinlik, tokluk hissini ve yemeğin derecelendirmesini etkilediği ve bunun da bilişsel performansı etkileyebileceği düşünülmektedir. Ayrıca test günü verilen kahvaltının GI değeri ve makro besin ögesi içeriğinin, katılımcının kahvaltı alışkanlıklarıyla benzer olup olmamasının nasıl bir etkisi olduğu bilinmemektedir (6). Ancak çalışmamızda katılımcıların kahvaltı alışkanlıklarındaki porsiyon ölçüleri, GI değeri, enerji ve makro besin ögesi içeriği sorgulanmamıştır. Bir önceki akşam yemeğinin ertesi sabahki glisemik cevabı etkilediği bilinmemektedir (6). Çalışmamızda test günlerinden bir önceki akşam yemekleri kontrol altında tutulamamıştır. Kahvaltının akut

etkisini inceleyen çalışmaların, laboratuvar tabanlı olması nedeniyle katılımcıların normal ortamına ve günlük kahvaltı yapma alışkanlıklarına uymadığı bunun da bilişsel fonksiyonları etkileyebileceği düşünülmüştür (51). Ayrıca beslenme çalışmalarındaki müdahalenin doğası gereği (sağlanan besinler) gizleme ve körleme çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu da bias olarak düşünülebilmektedir (6).

Beyin hemodimanisindeki değişimin bir göstergesi olan HbO_2 ölçümleri, fNIRS tekniği ile yapılmıştır. Yakın kızılötesi ışık spektroskopisi özellikle saçlı deri ve terlemeden çok etkilenmektedir. Bu çalışmada sadece alın bölgesine elektrotlar yerleştirilmiştir; ancak egzersiz sonrasında terlemiş olan kişilerin kayıtlarında bazı kanallarda kayıplar ortaya çıkmıştır. fNIRS ölçümlerinde ölçüm mutlak değerleri bazı kişilerde aynı değerden başlamamıştır. Bu yüzden mutlak değerler yerine ölçüm sırasındaki delta değişim değerleri hesaplanmış ve grupların karşılaştırılmasında bu değerler kullanılmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

1. YGİ'li kahvaltı verilen test gününde DGİ'li kahvaltıya göre, hem egzersiz öncesi hem de egzersiz sonrası kan glikoz düzeyi anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur.
2. DGİ'li kahvaltı gününde, egzersiz öncesindeki bilişsel test sırasındaki beyin hemodinamisindeki artış ile yanlış cevap verme yüzdesi arasında korelasyon olduğu sonucuna varılmıştır.

Elde edilen bu sonuçlar ile, egzersizin kahvaltının Gİ değerinden bağımsız olarak bilişsel test skorlarına olumlu katkı sağladığı görülmüştür. DGİ kahvaltının egzersiz sonrasındaki bilişsel işlevler ve bilişsel görev sırasındaki beyin hemodinamisi üzerinde olumlu bir etki yaratmadığını göstermiş ve çalışmanın 1. hipotezini desteklememiştir. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da, kahvaltının Gİ değerinin, bilişsel görev sırasında beyin hemodinamisini etkileyebileceği yönündeki sonuçlar çalışmanın 2. hipotezini destekler niteliktedir.

6.2. Öneriler

1. Katılımcı sayısının artırılması, daha sağlıklı sonuç alınması açısından fayda sağlayabilir.
2. Egzersizin kan glikozu üzerinde daha belirgin bir etkiye neden olabileceği yüksek şiddetli bir egzersiz protokolü ile benzer bir çalışma yapılabilir.
3. Yine Gİ değeri ve egzersizin kombine etkisinin başka bir bilişsel alan üzerindeki etkisi incelenebilir.
4. Hem Gİ değerinin hem de egzersizin bilişsel işlevler üzerine olan etkisinin zaman içerisinde değişkenlik gösterdiği gerçeğinden yola çıkarak, daha farklı zaman dilimlerindeki kombine etkileri incelenebilir.
5. Çalışmamız, serebral kanlanmanın hücrenin oksijen kullanımındaki değişikliğinden yola çıkılarak ölçüldüğü fNIRS nörogörüntüleme yöntemi ile yapılmıştır. Hücrenin glikoz kullanımına hassas bir yöntem ile izlenerek benzer bir çalışma yapılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Karacabey K. Sporda performans ve çeviklik testleri. *Int J Hum Sci.* 2013;10(1).
2. Bayraktar B, Kurtoğlu M. Sporda performans, etkili faktörler, değerlendirilmesi ve artırılması. *Klin Gelişim.* 2009;22(1): s.16–24.
3. Ersoy G. Egzersiz ve spor yapanlar için beslenme - sorular ve cevapları ile açıklamalı sözlük. 5. baskı. Ankara: Nobel Yayınevi; 2012. s.70.
4. Campbell SC. Nutritional recommendations for athletes. In: *Nutrition in the prevention and treatment of disease.* 3. baskı. New Jersey; 2015. s.279–93.
5. Moore LJS, Midgley AW, Thurlow S, Thomas G ve ark. Effect of the glycaemic index of a pre-exercise meal on metabolism and cycling time trial performance. *J Sci Med Sport.* 2010;13(1): s.182–8.
6. Philippou E, Constantinou M. The influence of glycemic index on cognitive functioning: A systematic review of the evidence. *Adv Nutr An Int Rev J.* 2014;5: s.119–30.
7. Jones EK, Sünram-Lea SI, Wesnes KA. Acute ingestion of different macronutrients differentially enhances aspects of memory and attention in healthy young adults. *Biol Psychol.* 2012;89(2): s.477–86.
8. McMorris T, Sproule J, Turner A, Hale BJ. Acute, intermediate intensity exercise, and speed and accuracy in working memory tasks: a meta-analytical comparison of effects. *Physiol Behav.* 2011;102(3–4): s.421–8.
9. Harvey R, Ferrier D. Lippincott Görsel Anlatımlı Çalışma Kitapları-Biyokimya. Engin PDU, editor. Nobel Tıp Kitabevi; 2014. s.87-131.
10. Aksoy M. Beslenme Biyokimyası. 3 baskı. Ankara: Hatipoğlu Yayınları; 2011. s.80-110.
11. Sunguroglu K, editor. Biyokimya Açıklamalı Soru ve Cevaplı. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2014. s.99-129.
12. Widmaier EP, Hershel R, Strang KT. Vander İnsan Fizyolojisi. 10. baskı. Demireören S, editor. Güven Bilimsel; 2010. s.616-636.
13. Mul JD, Stanford KI, Hirshman MF, Goodyear LJ. Exercise and regulation of carbohydrate metabolism. 1. baskı. Vol. 135, *Molecular Biology and Translational Science.* Elsevier Inc.; 2015. s.17-37.
14. Ozer E. Diyabetliler İçin Hayatı Kolaylaştırma Kılavuzu. 2. baskı. Ankara: Hayykitap Yayınevi; 2007. s.39-41.
15. Jenkins D, Wolever T, Taylor R, Barker H ve ark. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr.* 1981;34(3): s.362–6.
16. Atkinson F, Foster-Powell K, Brand-Miller J. International tables of glycemic index

and glycemic load values: 2008. *Diabetes Care*. 2008;31(12): s.2281–3.

17. Saban Guler M, Bilici S. Besinin içeriği, işleme ve pişirme yöntemlerinin glisemik indeks üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilim Derg.* 2017;4(3): s.1–12.
18. Augustin LSA, Kendall CWC, Jenkins DJA, Willett WC ve ark. Nutrition , metabolism & cardiovascular diseases glycemic index , glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC) *. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2015;25(9): s.795–815.
19. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the academy of nutrition and dietetics, dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Diet.* 2016;116(3): s.501–28.
20. Moore LJS, Midgley AW, Thomas G, Thurlow S ve ark. The effects of low– and high–glycemic index meals on time trial performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2009;4: s.331–44.
21. Burke LM, Hawley JA, Wong SHS, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci.* 2011;29(1): s.17-27.
22. Ormsbee MJ, Bach CW, Baur DA. Pre-exercise nutrition: The role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients.* 2014;6(5):1782–808.
23. Close GL, Hamilton DL, Philp A, Burke LM ve ark. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radic Biol Med.* 2016;98: s.144–58.
24. Zhang X, O’Kennedy X, Morton JP. Extreme variation of nutritional composition and osmolality of commercially available carbohydrate energy gels. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015;25(5): s.504–9.
25. Pfeiffer B, Stellingwerff T, Hodgson AB, Randell R ve ark. Nutritional intake and gastrointestinal problems during competitive endurance events. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(2): s.344–51.
26. Jeukendrup A. A step towards personalized sports nutrition: Carbohydrate intake during exercise. *Sport Med.* 2014;44: s.25-33.
27. Qin L, Wong SH, Sun FH, Huang Y ve ark. The effect of carbohydrate and protein co-ingestion on energy substrate metabolism, sense of effort, and affective responses during prolonged strenuous endurance exercise. *Physiol Behav.* 2017;174: s.170–7.
28. Bergström J, Hermansen L, Hultman E, Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiol.* 1967;71(2–3): s.140–50.
29. Churchley EG, Coffey VG, Pedersen DJ, Shield A ve ark. Influence of preexercise muscle glycogen content on transcriptional activity of metabolic and myogenic genes in well-trained humans. *J Appl Physiol.* 2006;102(4): s.1604–11.
30. Thomas DE, Brotherhood JR, Brand JC. Carbohydrate feeding before exercise: Effect of glycemic index. *Int J Sports Med.* 1991;12(2): s.180–6.

31. Burdon CA, Spronk I, Cheng HL, O'Connor HT. Effect of glycemic index of a pre-exercise meal on endurance exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Sport Med.* 2017;47(6): s.1087–101.
32. Brown LJS, Midgley AW, Vince R V., Madden LA ve ark. High versus low glycemic index 3-h recovery diets following glycogen-depleting exercise has no effect on subsequent 5-km cycling time trial performance. *J Sci Med Sport.* 2013;16(5): s.450–4.
33. Wong SHS, Chan OW, Chen YJ, Hu HL ve ark. Effect of preexercise glycemic-index meal on running when CHO-electrolyte solution is consumed during exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19(3): s.222–42.
34. Burke L, Cox G. The complete guide to food for sports performance. 3. baskı. Allen & Unwin-Australia-1995. Australia: allen unwin; 2010. s.38.
35. Dye L, Lluch A, Blundell JE. Macronutrients and mental performance. *Nutrition.* 2000;16(10): s.1021–34.
36. Fischer K, Colombani PC, Langhans W, Wenk C. Cognitive performance and its relationship with postprandial metabolic changes after ingestion of different macronutrients in the morning. *Br J Nutr.* 2001;85(3): s.393.
37. Pfaff DW, Volkow ND. Brain energy and metabolism. In *Fundamental Neuroscience.* 2. baskı. San Diego: Academic Press; 2016. s.1879-1909.
38. Wahl D, Cogger VC, Solon-biet SM, Waern RVR ve ark. Nutritional strategies to optimise cognitive function in the aging brain. *Ageing Res Rev.* 2016;31: s.80–92.
39. Kumar N, Wheaton LA, Snow TK, Millard-stafford M. Carbohydrate ingestion but not mouth rinse maintains sustained attention when fasted. *Physiol Behav.* 2016;153: s.33–9.
40. Gold PE. Glucose and age-related changes in memory. *Neurobiol Aging.* 2005; s.60–4.
41. Stefanidis A, Watt MJ. Does too much sugar make for lost memories? *J Physiol.* 2012;16: s.3633–4.
42. Lindseth GN, Lindseth PD, Jensen WC, Petros TV ve ark. Dietary effects on cognition and pilots' flight performance. *Int J Aviat Psychol.* 2011;2(3): s.269–82.
43. Tieland M, Adam JJ, Jan G, Loon LJC Van ve ark. The impact of protein supplementation on cognitive performance in frail elderly. *Eur J Nutr.* 2014;53: s.803–12.
44. Attuquayefio T, Stevenson RJ. A systematic review of longer-term dietary interventions on human cognitive function : Emerging patterns and future directions. *Appetite.* 2015;95: s.554–70.
45. Spencer SJ, Korosi A, Layé S, Shukitt-hale B ve ark. Food for thought : how nutrition impacts cognition and emotion. *npj Sci Food.* 2017(Temmuz): s.1–7.
46. Wainwright PE. Dietary essential fatty acids and brain function : a developmental

- perspective on mechanisms. *Proc Nutr Soc.* 2002(Mayıs): s.61–9.
47. Drake VJ. Cognitive Function In Depth [İnternet]. Oregon State University. 2011 [erişim tarihi: Şubat 2018]. Erişim adresi: <https://lpi.oregonstate.edu/mic/health-disease/cognitive-function>
 48. Cui X, Gooch H, Petty A, Mcgrath JJ ve ark.. Vitamin D and the brain: genomic and non-genomic actions. *Mol Cell Endocrinol.* 2017;453: s.131–43.
 49. Miller MG, Shukitt-hale B. Berry fruit enhances beneficial signaling in the brain. *J Agric Food Chem.* 2012;60: s.5709–15.
 50. Joseph JA, Shukitt-hale B, Lau FC. Fruit polyphenols and their effects on neuronal signaling and behavior in senescence. *Ann N Y Acad Sci.* 2007(Nisan): s.470–85.
 51. Adolphus K, Lawton CL, Champ CL, Dye L. The effects of breakfast and breakfast composition on cognition in children and adolescents: A Systematic Review. *Adv Nutr.* 2016;7(3): s.590–612.
 52. Cooper SB, Bandelow S, Nevill ME. Breakfast consumption and cognitive function in adolescent schoolchildren. *Physiol Behav.* 2011;103(5): s.431–9.
 53. Galioto R, Spitznagel MB. The effects of breakfast and breakfast composition on cognition in adults. *Adv Nutr.* 2016;7: s.5765–895.
 54. Edefonti V, Bravi F, Ferraroni M. Breakfast and behavior in morning tasks: Facts or fads ? *J Affect Disord.* 2017; s.1–11.
 55. Micha R, Rogers PJ, Nelson M. The glycaemic potency of breakfast and cognitive function in school children. *Eur J Clin Nutr.* 2010;64(9): s.948–57.
 56. Quas JA, Yim IS, Edelstein RS, Cahill L ve ark. The role of cortisol reactivity in children's and adults' memory of a prior stressful experience. *Dev Psychobiol.* 2011;53(2): s.166–74.
 57. Tomporowski PD, Ellis NR. Effects of exercise on cognitive processes: a review. *Psychol Bull.* 1986;99: s.338–46.
 58. Chang Y-K, Etnier JL. Acute exercise and cognitive function: Emerging research issues. *J Sport Heal Sci.* 2015;4(1): s.1–3.
 59. Li JW, O'Connor H, O'Dwyer N, Orr R. The effect of acute and chronic exercise on cognitive function and academic performance in adolescents: A systematic review. *J Sci Med Sport.* 2017;20(9): s.841–8.
 60. Chang YK, Labban JD, Gapin JI, Etnier JL. The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Res.* 2012;1453(250): s.87–101.
 61. Knaepen K, Goekint M, Heyman EM, Meeusen R. Neuroplasticity - exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor: a systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports Med.* 2010;40(9): s.765–801.
 62. Esteban-Cornejo I, Tejero-Gonzalez CM, Sallis JF, Veiga OL. Physical activity and

- cognition in adolescents: A systematic review. *J Sci Med Sport*. 2015;18(5): s.534–9.
63. Dietrich A, Audiffren M. The reticular-activating hypofrontality (RAH) model of acute exercise. *Neurosci Biobehav Rev*. 2011;35(6): s.1305–25.
64. Ural Demirci E. Egzersizin beyin performansına etkisi: Kısa süreli yoğun egzersizin kognisyon üzerine etkisi. İzmir;2013. s.44.
65. Karakas S, Karakas HM. Yönetici işlevlerin ayrıştırılmasında multidisipliner yaklaşım: Bilimsel psikolojiden nöroradyolojiye. *Klin Psikiyatr*. 2000;3: s.215–27.
66. Oktem O. Sinirbilim bakış açısıyla bellek [İnternet]. 2014 [erişim tarihi Mayıs 2018]. Erişim adresi: <http://noropsikoloji.org/sinirbilim-bakis-acisiyla-bellek/>
67. Baddeley A. Working memory and language: an overview. *J Commun Disord*. 2003;36: s.189–208.
68. Rac-Lubashevsky R, Kessler Y. Decomposing the n-back task: An individual differences study using the reference-back paradigm. *Neuropsychologia*. 2016;90: s.190–9.
69. Jaeggi SM, Studer-Luethi B, Buschkuhl M, Su Y ve ark. The relationship between n-back performance and matrix reasoning—Implications for training and transfer. *Intelligence*. 2010;38(6): s.625–35.
70. Gonçalves VT, Mansur LL. N-back auditory test performance in normal individuals. *Dement Neuropsychol*. 2009;3(2): s.114–7.
71. Owen AM, McMillan KM, Laird AR, Bullmore E. N-back working memory paradigm: a meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Hum Brain Mapp*. 2005;25(1): s.46–59.
72. Dolu N, Altınkaynak M, Pektaş F, Yıldız S ve ark. Dikkatte hemisferik farklılığın fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisiyle incelenmesi. *Tıp Teknol Ulus Kongresi*. 2015; s.169–72.
73. Nakato E, Otsuka Y, Kanazawa S, Yamaguchi MK ve ark. Distinct differences in the pattern of hemodynamic response to happy and angry facial expressions in infants - A near-infrared spectroscopic study. *Neuroimage*. 2011;54(2): s.1600–6.
74. Vassena E, Gerrits R, Demanet J, Verguts T ve ark. Anticipation of a mentally effortful task recruits dorsolateral prefrontal cortex: An fNIRS validation study. *Neuropsychologia*. 2018;(Ekim 2017): s.0–1.
75. Wijeakumar S, Huppert TJ, Magnotta VA, Buss AT ve ark. Validating an image-based fNIRS approach with fMRI and a working memory task. *Neuroimage*. 2017;147(Aralık 2016): s.204–18.
76. Franceschini MA, Fantini S, Thompson JH, Culver JP ve ark. Hemodynamic evoked response of the sensorimotor cortex measured noninvasively with near-infrared optical imaging. *Psychophysiology*. 2003;40(4): s.548–60.

77. Jagim A, Camic C, Kisiolek J, Luedke J ve ark. The accuracy of resting metabolic rate prediction equations in athletes. *Strength Cond Res.* 2018;32(7): s.1875–81.
78. Ten Haaf T, Weijs PJM. Resting energy expenditure prediction in recreational athletes of 18-35 years: Confirmation of Cunningham equation and an improved weight-based alternative. *PLoS One.* 2014;9(10): s.1–8.
79. Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı [İnternet]. [Erişim tarihi: Eylül 2017]. Erişim adresi: <http://www.turkomp.gov.tr/>
80. Ignaszewski M, Lau B, Wong S, Isserow S. The science of exercise prescription: Martti Karvonen and his contributions. *B C Med J.* 2017;59(1): s.38–41.
81. Ilgaz IP. Fizikte bazı spektral uygulamalar. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi: 2014.
82. Wu CL, Williams C. A low glycemic index meal before exercise improves endurance running capacity in men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006;16(5): s.510–27.
83. Thomas F, Pretty CG, Desai T, Chase JG. Blood glucose levels of subelite athletes during 6 days of free living. *J Diabetes Sci Technol.* 2016;10(6): s.1335–43.
84. Aydın C, Gökdemir K, Cicioğlu İ. Aerobik ve anaerobik egzersiz sonrası insülin ve kan glikoz değerlerinin incelenmesi. *Hacettepe J Sport Sci.* 2000;11: s.47–55.
85. Hillman CH, Pontifex MB, Raine LB, Castelli DM ve ark. The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience.* 2010;159(3): s.1044–54.
86. Tsai CL, Chen FC, Pan CY, Wang CH ve ark. Impact of acute aerobic exercise and cardiorespiratory fitness on visuospatial attention performance and serum BDNF levels. *Psychoneuroendocrinology.* 2014;41(1): s.121–31.
87. Hepdarcan SI. Investigating the validity and reliability of hemodynamic measurements obtained via functional near-infrared spectroscopy (fnirs) by using n-back task. İzmir Ekonomi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü; Yüksek lisans tezi 2017.
88. Bediz CS, Oniz A, Guducu C, Ural Demirci E ve ark. Acute supramaximal exercise increases the brain oxygenation in relation to cognitive workload. *Front Hum Neurosci.* 2016;10(Nisan): s.1–11.
89. Mancı E, Eskicioğlu E, Güdücü Ç, Günay E ve ark. Tekrarlı ve yüksek şiddetli egzersiz ve toparlanmada beyin ön bölgesinin hemodinamik değişimleri.6. Egzersiz Fizyolojisi Sempozyumu. Edirne: Trakya Üniversitesi; 2017. s.70–1.
90. Veasey RC, Gonzalez JT, Kennedy DO, Haskell CF ve ark. Breakfast consumption and exercise interact to affect cognitive performance and mood later in the day. a randomized controlled trial. *Appetite.* 2013;68: s.38–44.
91. Komiyama T, Sudo M, Okuda N, Yasuno T ve ark. Cognitive function at rest and during exercise following breakfast omission. *Physiol Behav.* 2016;157: s.178–84.

92. Cooper SB, Bandelow S, Nute ML, Morris JG ve ark. Breakfast glycaemic index and exercise: Combined effects on adolescents' cognition. *Physiol Behav.* 2015;139: s.104–11.
93. Sibley BA, Beilock SL. Exercise and working memory : An individual differences investigation. *J Sport Exerc Psychol.* 2007;(2000): s.783–91.
94. Micha R, Rogers PJ, Nelson M. Glycaemic index and glycaemic load of breakfast predict cognitive function and mood in school children: a randomised controlled trial. *Br J Nutr.* 2011;106(10): s.1552–61.
95. *Physiol AJ, Metab E, Harrison M, Gorman DJO ve ark.* Prior exercise and postprandial substrate extraction across the human leg syndrome. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2011;279: s.1020–8.
96. Lambourne K, Tomporowski P. The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: A meta-regression analysis. *Brain Res.* 2010;1341: s.12–24.

8. EKLER

EK 1. Etik Kurul Onay Belgesi

EK 2. Aydınlatılmış Gönüllü Bilgilendirme ve Onam Formu

EK 3. Kişisel Bilgi Formu

EK 4. Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R)

EK 5. Anlık Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (STAI-TX1)

EK 6. Epworth Uyku Skalası

EK 7. Veri Kayıt Formu

EK 8. YGİ ve DGİ' Kahvaltı Örneği

EK 9. Özgeçmiş



EK 1. Etik Kurul Onay Belgesi

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Konu: Karar hk. 471

12.10.2017

Prof.Dr.Cem Şeref BEDİZ

Kurulumuz tarafından 12.10.2017 tarih ve 403-SBKAEK protokol numaralı 2017/17-02 karar ile onayı alınan “Yüksek ve Düşük Glisemik İndeksli Kahvaltının Egzersiz Sonrası Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi” konulu araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof.Dr.Ayşegül YILDIZ
Başkan
4.

Ek: Etik Kurul Kararı

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Yerleşkesi İnciraltı 35340 İZMİR-TÜRKİYE
Tel:0 232 4122254 - 0 232 4122258 Faks: 0232 4122243 Elektronik posta:etikkurul@deu.edu.tr

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

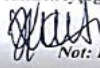
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Yüksek ve Düşük Glisemik İndeksli Kahvaltının Egzersiz Sonrası Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-
ETİK KURUL PROTOKOL NUMARASI	403-SBKAİEK

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Dokuz Eylül Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ	Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Yerleşkesi Dekanlık Binası Kat:2 İnciraltı 35340 İZMİR-TÜRKİYE
	TELEFON	0 232 4122254 - 0 232 4122258
	FAKS	0232 4122243
	E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.Cem Şeref BEDİZ	
	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizyoloji	
	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji A.D	
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-	
	DESTEKLEYİCİ	-	
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI	-	
	(TUBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için) DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLÇİSİ	-	
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐
		FAZ 2	☐
		FAZ 3	☐
FAZ 4		☐	
Gözlemsel ilaç çalışması		☐	
	Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐	
	In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐	
	İlaç dışı klinik araştırma	☒	
	Diğer ise belirtiniz		
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐ ULUSAL ☒ ULUSLARARASI ☐		

DEĞERLEN DİRLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
				Türkçe	İngilizce	Diğer
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	01.09.2017	Versiyon 1	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.	01.09.2017	Versiyon 1	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	01.09.2017	Versiyon 1	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	Belge Adı			Açıklama		
	SIGORTA	☐				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒	18.09.2017 tarihli ıslak imzalı			
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐				
	İLAN	☐				
	YILLIK BİLDİRİM	☐				
SONUÇ RAPORU	☐					
GUVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐					
DİĞER:	☒			-Modifiye Bruce Protokolü, 01.09.2017, Versiyon 01 -SCL-90-R -Kişisel Bilgi Formu -Stat Form Tq-1 -Epworth uykululuk testi -N Geri Testi -fNIR Sensörü		

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr.Aysegül Yıldız
İmza:



Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

Scanned by CamScanner

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Yüksek ve Düşük Glisemik İndekslı Kahvaltının Egzersiz Sonrası Bilinçli İşlevler Üzerine Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	
ETİK KURUL PROTOKOL NUMARASI	401-SHKAER

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2017/17-02	Tarih:12.10.2017
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerektirdiği amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	
İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.		

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İy Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BASKANIN UNVANI/ADI/SOYADI:	Prof.Dr. Aysegül Yıldız

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İlgili	Katılım *	İmza
Prof.Dr. Aysegül YILDIZ	Psikiyatri	DEÜ Tıp Fakültesi Psikiyatri Anabilim Dalı	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	katılmadı
Prof.Dr. Hilmi ELİDOKUZ	Halk Sağlığı	DEÜ Onkoloji Enstitüsü Preventif Onkoloji A.D.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Yıldız
Prof.Dr. Nuri DUMAN	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları (Yeni Doğum)	DEÜ Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	katılmadı
Prof.Dr. Bahar KUVAKI BAL KAN	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	DEÜ Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof.Dr. Tamer DAĞCI	Fizyoloji	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	dağcı
Prof.Dr. Feriye KESKİNOĞLU	Biyoistatistik	DEÜ Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilgi A.D.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof.Dr. Erdem YAKA	Nöroloji	DEÜ Tıp Fakültesi Nöroloji A.D.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	katılmadı
Prof.Dr. M. Cenk ECEVİT	KBB	DEÜ Tıp Fakültesi KBB A.D.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof.Dr. Uluç YIŞ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları (Çocuk Nöroloji)	DEÜ Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Doç.Dr. Uğur Önsel TÜRK	Kardiyoloji	Batı Anadolu Mersinli Tıp Merkezi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Doç.Dr. Yasemin ERAÇ	Farmakoloji	Ege Üniversitesi Ezzerhik Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Öğr.Gör.Dr. Cemal Hüseyin GÖVERCİN	Tıp Tarihi ve Etik	DEÜ Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik A.D.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Av. Fulya TANTAŞ	Hukuk	Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü Hukuk Müşavirliği	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	katılmadı
Av. İrem TUNCER TIRAŞ	Hukuk	Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü Hukuk Müşavirliği	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Hayat ALBAYRAK	Sağlık Mesleği Mensubu Olmayan Üye	Emekli	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr. Aysegül Yıldız
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasını yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

Scanned by CamScanner

EK 2. Aydınlatılmış Gönüllü Bilgilendirme ve Onam Formu

Aydınlatılmış Gönüllü Bilgilendirme ve Onam Formu

“Yüksek ve Düşük Glisemik İndeksli Kahvaltının Egzersiz Sonrası Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi”

Ardışık olmayan 3 farklı gün laboratuvara çağırılacaksınız.

1. GÜN: Katılımcıların çalışmaya dahil edilmesi

- * Sizin kişisel bilgileriniz alınacaktır.
- * Sizin psikolojik durumunuzu ölçen birkaç sorudan oluşan bir test uygulanacaktır.
- * Sizin boy, ağırlık ve vücut yağ oranı ölçümleriniz yapılacaktır.
- * Sizin maksimal egzersiz kapasiteniz belirlenecektir. (yaklaşık 15 dakika)
- * (bisiklet ergometresinde 5 dakikalık ısınmadan sonra, her dakikada 25 Watt arttırılacaktır.)
- * Egzersiz sırasında sizin göğüs kafesinize kalp hızınızı ölçen bir bant takılacaktır. Tek yönlü maske takılarak solunum havası toplanacaktır.

2. GÜN ve 3. GÜN

- * Size anksiyete ve uyku durumunuzu ölçen kısa testler yapılacaktır.
- * Sizin parmak ucunuzdan bir damla kan alınarak kan şekeri düzeyiniz ölçülecektir. (3 kez/gün)
- * Sizin kahvaltınız araştırmacı tarafından besin ögesi içerikleri ve glisemik indeks değerleri hesaplanarak hazırlanacak ve size sunulacaktır. Kahvaltıda kullanılan yiyecek ve içecekler tam tahıllı ekme, beyaz ekme, beyaz peynir, tam yağlı inek sütü, domates, zeytinyağı, elma ve hurmadır.
- * Kahvaltıdan sonra 90 dakika laboratuvarında beklemeniz istenecektir.
- * Egzersiz ve bilişsel testler esnasında sizin beyin elektriksel aktivitenizi ve beynin ön bölgesinde meydana gelen oksijenlenmeyi ölçen bir kayıt işlemi yapılacaktır.
- * Bu işlemler gürültüden arındırılmış özel bir odada yapılacaktır.
- * Bisiklet ergometresinde, sizin maksimal egzersiz kapasitenizin %60-80’ni şiddetinde egzersiz yapmanız istenecektir. (30 dakika)
- * Egzersizden hemen önce ve hemen sonra sizin bellek, dikkat ve tepki sürenizi ölçen bilişsel bir test diz üstü bilgisayar yardımı ile uygulanacaktır. (5 dakika)
- * Sizin beyninizin elektriksel aktivitesini ölçebilmek için başınıza ucunda kabloları bulunan özel bir kayıt bonesi takılacak, bu boneden iyi kayıt alabilmek için deliklerine bir miktar jel sıkılacaktır. Ancak bu jel cildinize zarar vermeyecek ve suyla kolayca yıkanabilecektir.
- * Ayrıca sizin göz çevrenize göz kırpmalarınızı fark edebilmemiz için iki özel kablo cilde zarar vermeyecek şekilde geçici olarak özel bir macunla tutturulacaktır.
- * Sizin alın bölgenize fNIR sensörü yerleştirilecektir.

** Kayıt sırasında uygulayacağımız egzersizden rahatsız olursanız arzu ettiğinizde kaydı durdurabiliriz.

EGZERSİZ PROTOKOLÜ

- Sele yüksekliği sizin boyunuza göre diz eklemi hafif bükülü olacak şekilde ayarlanacaktır.
- Pedal üstündeki bant ayağınızı sıkıca kavrayacaktır.
- Isınma: Siz 5 dakika boyunca yük (direnç) olmadan pedal çevireceksiniz.
- Test: pedal hızını maksimuma çıkarma komutu ile birlikte yük uygulanacaktır. 30 sn süreyle sizin kilonuza göre önceden belirlenen yüke karşı bisiklet süreceksiniz.
- Soğuma: 30 sn sonunda kefe kaldırılarak tekrar 5 dakika yüksüz pedal çevireceksiniz.
- Test sırasında sizin pedal dönüş sayılarınız sayılacaktır.
- Test sırasında sizin video kaydınız doğru değerlendirme yapabilmek amacıyla alınacaktır.

BİLİŞSEL TEST PROTOKOLÜ

- Teste başlamadan önce size 15 harften oluşan deneme testi yapılacaktır.
- Denemeden 1- 2 dakika sonra 120 harften oluşan dizide harfler tek tek ve karışık sırayla bilgisayar ekranına gelecektir.
- Harfler ekrana geldiği anda test başlayacaktır.
- Gördüğünüz harfin iki önceki harfle aynı olduğunu düşündüğünüz uyaranda elinizdeki kumandanın sağ tuşuna basacaksınız.
- 120 uyarının hepsi ekrana geldikten sonra test son bulacaktır.
- Test süresi toplam 4 dakikadır.

***“Yüksek ve Düşük Glisemik İndeksli Kahvaltının Egzersiz Sonrası Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi”* GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU**

Bu çalışmada kahvaltının glisemik indeks değerinin, egzersiz sonrasında bazı bilişsel fonksiyonlar üzerine etkisi incelenecektir. Sizlere doğal gıdalardan oluşan bir kahvaltı verilecektir. Kahvaltının kan şekeri üzerindeki etkisini gözlemleyebilmek için sizin parmak ucunuzdan bir damla kan alınacaktır. Sabit bisiklet üzerinde egzersiz öncesi ve sonrasında diz üstü bilgisayar aracılığıyla sizin beyin performansınızı değerlendirecek bilişsel test uygulanacaktır.

Yapılacak bu işlemlerin size herhangi bir yan etkisi yoktur. Kahvaltılık malzemeler doğal gıdalardan seçilmiş olup, sizlerin bu gıdaları tüketme durumlarınız “Kişisel Bilgi Formu” nda önceden sorulacaktır. Test sırasında sizden submaksimal bir egzersiz (30 dak.) yapmanız istenecektir. Bu nedenle sporcu olma şartı aranacak ve öncesinde sizin maksimum oksijen tüketim kapasiteniz ölçülecektir.

İşlemler için gerekli olan masraflar size ödetilmeyecektir. Sosyal güvenlik kurumu ve özel sağlık sigortanız kullanılmayacaktır.

Gönüllüler kendi rızası ile uygulamaları kabul eder ve istediği anda testi sonlandırma hakkına sahiptir.

Çalışmada alınan kayıtlarımız, sağlık ve kişisel bilgileriniz kesinlikle gizli tutulacaktır.

GÖNÜLLÜ BEYANI

Araştırmacı Ferya BERTAN tarafından “Yüksek ve Düşük Glisemik İndeksli Kahvaltının Egzersiz Sonrası Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi” isimli çalışmanın yapılacağı bana belirtildi.

Araştırmanın uygulama şekli, riskleri ve kişisel bilgilerimin gizliliği konusunda gerekli yazılı ve sözlü açıklama yapıldı. Bu koşullarda yapılan bu araştırmaya kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün

Adı:

Soyadı:

Adresi:

Telefonu:

Tarih:

İmza:

Tanığın

Adı:

Soyadı:

Adresi:

Telefonu:

Tarih:

İmza:

Cekimi yapan

Adı:

Soyadı:

Adresi:

Telefonu:

Tarih:

İmza:

Görüşme tarihi ve saati:

EK 3. Kişisel Bilgi Formu



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BİYOFİZİK ANABİLİM DALI
35340 Balçova, İzmir
Telefon: 0 232 412 44 81 Faks: 0 232 412 44 89



KİŞİSEL BİLGİ FORMU

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

1. Adı-Soyadı:

2. Doğum Tarihiniz:/...../.....

3. Cinsiyetiniz ☐ Bayan ☐ Bay

4. Medeni haliniz ☐ Evli ☐ Bekar ☐ Boşanmış

5. Adres :

İlçe /İl Tel (Ev/İş):..... Tel (Cep):.....

E-mail:.....

6. Eğitim durumunuz:

☐ Okur-yazar değil ☐ İlköğretim ☐ Lise ☐ Üniversite ☐ Lisansüstü

7. En son mezun olduğunuz veya okumakta olduğunuz bölümünüz? (Lise veya fakülte branşınızı yazınız.)

8. Mesleğiniz:

☐ Memur ☐ İşçi ☐ Serbest meslek ☐ Öğrenci ☐ Diğer.....

9. Boyunuz:.....

10. Vücut ağırlığınız:.....

Hastalık öyküsü

11. Geçirmiş olduğunuz önemli hastalık, kaza ve ameliyatlar (Özellikle ruhsal, nörolojik veya kronik; Hangi tarihte):

1.

2.

3.

12. Tedavisini görmekte olduğunuz hastalıklar:

Hastalık Adı:

İlaç Adı:

Doz Miktarı:

.....

.....

.....

13. Soygeçmiş (Aile üyelerinin geçirmiş olduğu ruhsal, nörolojik ve kronik hastalıklar):

.....

.....

Alışkanlıklar (sigara/alkol/ madde kullanımı/keyif verici ilaç):

14. Sigara içiyor musunuz?

☐ Evet ☐ Bıraktım ☐ Hayır (18. soruya geçiniz)

15. Düzenli olarak sigara içmeye kaç yaşında başladınız/başlamıştınız?

16. Kaç adet sigara içiyorsunuz/içiyordunuz? Günde...../Haftada...../Ayda.....

17. Sigara içmeyi ne kadar zaman önce bıraktınız?

18. Düzenli olarak alkol kullanıyor musunuz (Haftada 3 gün ve üstü = Düzenli kullanım)?

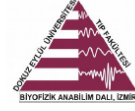
☐ Evet ☐ Bıraktım ☐ Hayır (22. soruya geçiniz)

19. Düzenli olarak alkol içmeye kaç yaşında başladınız/başlamıştınız?

20. Alkol kullanım miktarınız nedir? Günde...../Haftada...../Ayda.....



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BİYOFİZİK ANABİLİM DALI
35340 Balçova, İzmir
Telefon: 0 232 412 44 81 Faks: 0 232 412 44 89



21. Alkol kullanmayı ne zaman bıraktınız?
22. Keyif verici madde kullanıyor musunuz?
☐ Evet ☐ Bıraktım ☐ Hayır (26. soruya geçiniz)
23. Düzenli olarak bu maddeyi içmeye kaç yaşında başladınız?/başlamıştınız?
24. Madde kullanım miktarınız nedir? Günde...../Haftada...../Ayda.....
25. Bu maddeyi içmeyi ne zaman bıraktınız?
26. Görme sorunuz var mıdır? ☐ Evet(versa açıklayınız):..... ☐ Hayır
27. İşitme sorunuz var mıdır? ☐ Evet(versa açıklayınız):..... ☐ Hayır
28. Kahvaltı yapma alışkanlığınız? ☐ Her gün düzenli ☐ Arasıra (haftada kez)
☐ Sadece hafta sonları ☐ Hiç yapmam
29. Aşağıdaki besinlerden kahvaltıda tükettiklerinizi işaretleyiniz.
☐ Tam tahıllı ekmek ☐ Beyaz ekmek ☐ Tam tahıllı ekmek ☐ Beyaz ekmek
☐ Peynir ☐ Süt ☐ Domates ☐ Zeytin yağı
☐ Elma ☐ Kuru hurma
30. Aşağıdaki besinlerden hiç tüketmediklerinizi işaretleyiniz.
☐ Tam tahıllı ekmek ☐ Beyaz ekmek ☐ Tam tahıllı ekmek ☐ Beyaz ekmek
☐ Peynir ☐ Süt ☐ Domates ☐ Zeytin yağı
☐ Elma ☐ Kuru hurma
31. Haftada kaç gün ve ne kadar süre egzersiz yapıyorsunuz? gün/hafta dakika

Anketimize katıldığınız için teşekkür ederiz.

DENEMEYE GELİRKEN:

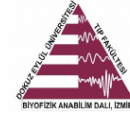
- Denemeye katılacağınız günün akşamında alkol veya herhangi bir ilaç kullanmamanız ve uykunuzu yeterli miktarda almanız gerekmektedir.
- Denemeye geleceğiniz gün bir akşam önce saat 24.00'den sonra su dışında herhangi bir yiyecek içecek tüketmemeniz ve denemeye aç gelmeniz gerekmektedir.
- Herhangi bir endişeniz veya sorunuz olursa bölüm çalışanlarından bilgi edininiz.

EK 4. Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R)

Ad ve Soyad:

Tarih:...../...../20.....

Dokuz Eylül Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyofizik Anabilim Dalı
35340 Balçova, İzmir
Tel: 0 232 412 44 81 Faks: 0 232 412 44 89



Saat:.....:.....

SCL-90-R

Aşağıda zaman zaman herkeste olabilecek yakınma ve sorunların bir listesi vardır. Lütfen her birini dikkatlice okuyunuz. Sonra her bir durumun, bugün de dahil olmak üzere son on beş gün içinde sizi ne ölçüde huzursuz ve tedirgin ettiğini göz önüne alarak, cevap kağıdında belirtilen tanımlamalardan (Hiç / Çok az / Orta derecede / Oldukça fazla / İleri derecede) uygun olanının (yalnızca bir seçeneğin) altındaki parantez arasına bir (x) işareti koyunuz. Düşüncenizi değiştirseniz ilk yaptığınızı tamamen silmeyi unutmayınız. Lütfen anlamadığınız bir cümleyle karşılaştığınızda uygulamacıya danışınız.

Hiç	Çok az	Orta derecede	Oldukça Fazla	İleri derecede
1. Baş ağrısı	()	()	()	()
2. Sinirlilik ya da içinin titremesi	()	()	()	()
3. Zihinden atamadığınız, yineleyici, hoşa gitmeyen düşünceler	()	()	()	()
4. Baygınlık veya baş dönmesi	()	()	()	()
5. Cinsel arzu ve ilginin kaybı	()	()	()	()
6. Başkaları tarafından eleştirilme duygusu	()	()	()	()
7. Herhangi bir kimsenin düşüncelerimizi kontrol edebileceği fikri	()	()	()	()
8. Sorunlarınızdan pek çoğu için başkalarının suçlanması gerektiği duygusu	()	()	()	()
9. Olayları anımsamada güçlük	()	()	()	()
10. Dikkatsizlik veya sakarlıkla ilgili endişeler	()	()	()	()
11. Kolayca gücenme, rahatsız olma hissi	()	()	()	()
12. Göğüs veya kalp bölgesinde ağrılar	()	()	()	()
13. Caddelerde veya açık alanlarda korku hissi	()	()	()	()
14. Enerjinizde azalma veya yavaşlama hali	()	()	()	()
15. Yaşamınızın sonlanması düşünceleri	()	()	()	()
16. Başka kişilerin duymadıkları sesleri duyma	()	()	()	()
17. Titreme	()	()	()	()
18. Çoğu kişiye güvenilmemesi gerektiği hissi	()	()	()	()
19. İştah azalması	()	()	()	()
20. Kolayca ağlama	()	()	()	()
21. Karşı cinsten kişilerle utangaçlık ve rahatsızlık hissi	()	()	()	()
22. Tuzaga düşürülmüş veya yakalanmış olma hissi	()	()	()	()
23. Bir neden olmaksızın aniden korkuya kapılma	()	()	()	()
24. Kontrol edilemeyen öfke patlamaları	()	()	()	()
25. Evden dışarı yalnız çıkma korkusu	()	()	()	()
26. Olanlar için kendisini suçlama	()	()	()	()
Hiç	Çok az	Orta derecede	Oldukça Fazla	İleri derecede

27. Belin alt kısmında ağrılar	()	()	()	()	()
28. İşlerin yapılmasında erteleme duygusu	()	()	()	()	()
29. Yalnızlık hissi	()	()	()	()	()
30. Karamsarlık hissi	()	()	()	()	()
31. Her şey için çok fazla endişe duyma	()	()	()	()	()
32. Her şeye karşı ilgisizlik hali	()	()	()	()	()
33. Korku hissi	()	()	()	()	()
34. Duygularınızın kolayca incitilebilmesi hali	()	()	()	()	()
35. Diğer insanların sizin özel düşüncelerinizi bilmesi	()	()	()	()	()
36. Başkalarının sizi anlamadığı veya hissedemeyeceği duygusu	()	()	()	()	()
37. Başkalarının sizi sevmediği ya da dostça olmayan davranışlar gösterdiği hissi	()	()	()	()	()
38. İşlerin doğru yapıldığından emin olabilmek için çok yavaş yapma	()	()	()	()	()
39. Kalbin çok hızlı çarpması	()	()	()	()	()
40. Bulantı veya midede rahatsızlık hissi	()	()	()	()	()
41. Kendini başkalarından aşağı görme	()	()	()	()	()
42. Adale (kas) ağrıları	()	()	()	()	()
43. Başkalarının sizi gözlediği veya hakkınızda konuştuğu hissi	()	()	()	()	()
44. Uykuya dalmada güçlük	()	()	()	()	()
45. Yaptığınız işleri bir ya da birkaç kez kontrol etme	()	()	()	()	()
46. Karar vermede güçlük	()	()	()	()	()
47. Otobüs, tren, metro gibi araçlarla yolculuk etme korkusu	()	()	()	()	()
48. Nefes almada güçlük	()	()	()	()	()
49. Soğuk veya sıcak basması	()	()	()	()	()
50. Sizi korkutan belirli uğraş, yer ve nesnelerden kaçınma durumu	()	()	()	()	()
51. Hiçbir şey düşünmeme hali	()	()	()	()	()
52. Bedeninizin bazı kısımlarında uyuşma, karıncalanma olması	()	()	()	()	()
53. Boğazınıza bir yumru tıkanmış olma hissi	()	()	()	()	()
54. Gelecek konusunda ümitsizlik	()	()	()	()	()
55. Düşüncelerinizi bir konuya yoğunlaştırmada güçlük	()	()	()	()	()
56. Bedeninizin çeşitli kısımlarında zayıflık hissi	()	()	()	()	()
57. Gerginlik veya çöşku hissi	()	()	()	()	()
58. Kol ve bacaklarda ağırlık hissi	()	()	()	()	()
59. Ölüm ya da ölme düşünceleri	()	()	()	()	()
60. Aşırı yemek yeme	()	()	()	()	()

Hiç Çok az Orta derecede Oldukça Fazla İleri derecede

61. İnsanlar size baktığı veya hakkınızda konuştuğu zaman rahatsızlık duyma	()	()	()	()	()
62. Size ait olmayan düşüncelere sahip olma	()	()	()	()	()
63. Bir başkasına vurmak, zarar vermek, yaralamak dürtülerinin olması	()	()	()	()	()
64. Sabahın erken saatlerinde uyanma	()	()	()	()	()
65. Yıkanma, sayma, dokunma gibi bazı hareketleri yineleme hali	()	()	()	()	()
66. Uykuda huzursuzluk rahat uyuyamama	()	()	()	()	()
67. Bazı şeyleri kırıp dökme isteği	()	()	()	()	()
68. Başkalarının paylaşıp Kabul etmediği inanç ve düşüncelerin olması	()	()	()	()	()
69. Başkalarının yanında kendini çok sıkışık hissetme	()	()	()	()	()
70. Çarşı, sinema gibi kalabalık yerlerde rahatsızlık hissi	()	()	()	()	()
71. Her şeyin bir yük gibi görünmesi	()	()	()	()	()
72. Dehşet ve panik nöbetleri	()	()	()	()	()
73. Toplum içinde yiyip-içerken huzursuzluk hissi	()	()	()	()	()
74. Sık sık tartışmaya girme	()	()	()	()	()
75. Yalnız bırakıldığında sinirlilik hali	()	()	()	()	()
76. Başkalarının sizi başarılarınız için yeterince takdir etmediği duygusu	()	()	()	()	()
77. Başkalarıyla birlikte olunan durumlarda bile yalnızlık hissetme	()	()	()	()	()
78. Yerinizde duramayacak ölçüde huzursuzluk duyma	()	()	()	()	()
79. Değersizlik duygusu	()	()	()	()	()
80. Size kötü bir şey olacaktı duygusu	()	()	()	()	()
81. Bağırma ya da eşyaları fırlatma	()	()	()	()	()
82. Topluluk içinde bayılacağınız korkusu	()	()	()	()	()
83. Eğer izin verirsiniz insanların sizi sömüreceği duygusu	()	()	()	()	()
84. Cinsiyet konusunda sizi çok rahatsız eden düşüncelerin olması	()	()	()	()	()
85. Günahlarınızdan dolayı cezalandırılmanız gerektiği düşüncesi	()	()	()	()	()
86. Korkutucu türden düşünce ve hayaller	()	()	()	()	()
87. Bedeninizin ciddi bir rahatsızlık olduğu düşüncesi	()	()	()	()	()
88. Başka bir kişiye asla yakınlık duyamama	()	()	()	()	()
89. Suçluluk duygusu	()	()	()	()	()
90. Aklınızda bir bozukluğun olduğu düşüncesi	()	()	()	()	()

Not:

Güncelleme : 16.11.2007

EK 5. Anlık Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (STAI-TX1)



Dokuz Eylül Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyofizik Anabilim Dalı
35340 Balçova, İzmir
Tel: 0 232 412 44 81 Faks: 0 232 412 44 85



Adı Soyadı:

....../....../20....
Saat::.....

STAI FORM TX-1

YÖNERGE: Aşağıda kişilerin kendilerine ait duygularını anlatmada kullandıkları bir takım ifadeler verilmiştir. Her ifadeyi okuyun, sonra da nasıl hissettiğinizi ifadelerin sağ tarafındaki parantezlerden uygun olanını karalamak suretiyle belirtin. Doğru ya da yanlış cevap yoktur. Herhangi bir ifadenin üzerinde fazla zaman sarf etmeksizin anında nasıl hissettiğinizi gösteren cevabı işaretleyin.

	Hiç	Biraz	Çok	Tamamıyla
1. Şu anda sakinim	(1)	(2)	(3)	(4)
2. Kendimi emniyette hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
3. Şu anda sinirlerim gergin	(1)	(2)	(3)	(4)
4. Pişmanlık duygusu içindeyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
5. Şu anda huzur içindeyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
6. Şu anda hiç keyfim yok.	(1)	(2)	(3)	(4)
7. Başıma geleceklerden endişe ediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
8. Kendimi dinlenmiş hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
9. Şu anda kaygılıyım.	(1)	(2)	(3)	(4)
10. Kendimi rahat hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
11. Kendime güvenim var.	(1)	(2)	(3)	(4)
12. Şu anda asabım bozuk.	(1)	(2)	(3)	(4)
13. Çok sinirliyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
14. Sinirlerimin çok gergin olduğunu hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
15. Kendimi rahatlatmış hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
16. Şu anda halimden memnunum.	(1)	(2)	(3)	(4)
17. Şu anda endişeliyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
18. Heyecandan kendimi şaşkına dönmüş hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
19. Şu anda sevinçliyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
20. Şu anda keyfim yerinde	(1)	(2)	(3)	(4)

Durumluk kaygı puanı:.....

Güncelleme : 13.01.2009

EK 6. Epworth Uyku Skalası



**Dokuz Eylül Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyofizik Anabilim Dalı**

35340 Balçova, İzmir
Telefon : 0 232 412 44 81 Faks : 0 232 412 44 89



EPWORTH UYKULULUK TESTİ

ADI :

TARİH :

SOYADI :

DOĞUM TARİHİ :

CİNSİYETİ :

Aşağıdaki durumlarda son aylarda uyuklama veya uyuma ihtimalinize göre en uygun rakamı işaretleyiniz.

- 0 ► Hiçbir zaman uyuklamadım
- 1 ► Bazen uyuklarım \ uyurum
- 2 ► Genellikle uyuklarım \ uyurum
- 3 ► Sıklıkla uyuklarım \ uyurum

- Otururken ve okurken	0	1	2	3
- Oturmuş televizyon seyredirken	0	1	2	3
- Topluluk içinde aktif olmadan otururken	0	1	2	3
- Arabada yolcu olarak 1 saat aralıksız seyahat ederken	0	1	2	3
- Öğleden sonra şartlar uygun olduğunda ve uzandığımda	0	1	2	3
- Otururken ve birisi ile konuşurken	0	1	2	3
- Alkolsüz yemek sonrası sakin otururken	0	1	2	3
- Araba kullanırken trafik tıkanıldığında	0	1	2	3

TOPLAM :

/24

Güncelleme: 11/05/12

EK 7. Veri Kayıt Formu

VERİ KAYIT FORMU

Araştırma Adı: "Yüksek ve Düşük Glisemik İndeksli Kahvaltının Egzersiz Sonrası Bilişsel İşlevler Üzerine Etkisi"

KATILIMCI NO:								
Doğum T.	Yaş	Cinsiyet	Kilo	Boy	BKI	% Yağ	% Kas	VO2 max.
- Gönüllüye çalışma koşulları anlatıldı. ☐ "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" imzalatıldı. ☐ "Kişisel Bilgi Formu" dolduruldu. ☐ "Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R)" yapıldı. ☐								
1. TEST (düşük glisemik indeks) Tarih:					2. TEST (yüksek glisemik indeks) Tarih:			
1.	- Durumluk Anksiyete Değ. Ölçeği (STAI-TX1) ☐ - Epworth Uyku Skalası ☐			- Durumluk Anksiyete Değ. Ölçeği (STAI-TX1) ☐ - Epworth Uyku Skalası ☐				
2.	Kan Glikozu Ölçümü				2.	Kan Glikozu Ölçümü		
3.	Kahvaltı	Tam tah.		3.	Kahvaltı	Beyaz ekmek		
		Elma				Hurma		
		Peynir				Peynir		
		Süt				Süt		
		Yağ				Yağ		
		Domates				Domates		
	Enerji:	CHO:				Enerji:	CHO:	
	GI:	Protein:				GI:	Protein:	
		Yağ:					Yağ:	
90 DAKİKA BEKLEME				90 DAKİKA BEKLEME				
4.	Kan Glikozu Ölçümü				4.	Kan Glikozu Ölçümü		
5.	Bilişsel test				5.	Bilişsel test		
6.	Kan Glikozu Ölçümü				6.	Kan Glikozu Ölçümü		
7.	Egzersiz				7.	Egzersiz		
8.	Bilişsel test				8.	Bilişsel test		
9.	Kan Glikozu Ölçümü				9.	Kan Glikozu Ölçümü		

UYGULAYAN

8. YGİ ve DGI' Kahvaltı Örneği

YÜKSEK VE DÜŞÜK GLİSEMİK İNDEKSİLİ KAHVALTI ÖRNEĞİ

Günlük enerji gereksinimi = 3400 kkal/gün

Yüksek Glisemik İndeks		Düşük Glisemik İndeks	
<u>Kahvaltılık</u>	<u>Miktar</u>	<u>Kahvaltılık</u>	<u>Miktar</u>
Beyaz ekmek	125 g	Tam tahıllı ekmek	130 g
Kuru üzüm	40 g	Elma	300 g
Beyaz peynir	90 g	Beyaz peynir	90 g
Süt (tam yağlı)	230 mL	Süt (tam yağlı)	240 mL
Domates	200 g	Domates	200 g
Enerji = 850 kkal		Enerji = 845 kkal	
%54 karbonhidrat (113 g)		%53 karbonhidrat (120 g)	
%15 protein (29 g)		%15 protein (30 g)	
%31 yağ (29 g)		%30 yağ (30 g)	
Beyaz ekmek: Uno® Tam tahıllı ekmek: Uno® Beyaz peynir: Süttaş® Süt (tam yağlı): Süttaş®			

EK 9. Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

TC Kimlik No / Pasaport No:	31462910972
Doğum Yılı:	1982
Yazışma Adresi:	Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Beslenme ve Diyet Birimi-İnciraltı İzmir/Türkiye - 35340
Telefon :	02324122515
Faks :	
e-posta :	ferya.bertan@deu.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	Üniversite	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	Hacettepe Üni.	Sağlık Bilimleri YO.	Beslenme ve Diyetetik		2005

AKADMIK / MESLEKTE DENEYİM

Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Dokuz Eylül Üniv. Hastanesi	Türkiye	İzmir	Beslenme ve Diyet Birimi	Diyetisyen	2005 -

UZMANLIK ALANLARI

ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi
Onkoloji Diyetisyenliği
Klinik Enteral ve Parenteral Nutrisyon

ÖDÜLLER

Ödülün Adı	Alındığı Kuruluş	Yılı
1 st International Food and Medicine Congress Sözel Bildiri (İkincilik)	Ankara Üniversitesi	2018