



YALOVA ÜNİVERSİTESİ SPOR BİLİMLERİ DERGİSİ YALOVA UNIVERSITY JOURNAL OF SPORTS SCIENCES

CİLT: 3 SAYI: 2 YIL: 2024

GELİŞ TARİHİ(RECEIVED): 27.06.2024

KABUL TARİHİ(ACCEPTED): 17.08.2024

YAYIN TARİHİ(PUBLISHED): 19.08.2024

ISSN: 2822-664X

Kafeinin Ağızda Çalkalanmasının Egzersiz Performansı Üzerine Etkisi: Geleneksel Derleme

Muhammed Uygur SERTKAYA¹, Raci KARAYİĞİT², Yakup KÖSE³, Mehmet Mübarek BORA⁴

¹Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara/Türkiye

<https://orcid.org/0009-0001-5210-6654>

²Ankara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara/Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-9058-1918>

³Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Burdur/Türkiye

<https://orcid.org/0009-0009-1552-6818>

⁴Iğdır Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Iğdır, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-9711-8472>

DOI: 10.70007/yalovaspor.1522579

DERLEME

Özet

Profesyonel sporcuların beslenmesi, fiziksel ve bilişsel performans arasındaki ilişki açısından kritik öneme sahiptir. Sporcu beslenmesi, büyüyen bir sektör haline gelmiş ve beslenmenin sportif performansa etkileri giderek daha fazla incelenmiştir. Bu bağlamda, besinsel ergojenik desteklerden biri olan kafeinin sporcu performansı üzerindeki etkileri dikkat çekicidir. Kafein, yaygın olarak tüketilen bir madde olup, içecekler ve besin takviyelerinde bulunur. Araştırmalar, kafeinin bilişsel performansı artırdığı ve uyarıcı etkileri olduğunu göstermektedir. Ayrıca, son yıllarda kafeinin dayanıklılık performansını artırdığına dair çalışmalar da önem kazanmıştır. Kafeinin adenosin reseptörlerine bağlanarak nörotransmitter salınımını artırması ve bilişsel uyanıklığı teşvik etmesi bu alandaki araştırmaları motive etmiştir. Kafein, kapsül, tablet, kahve ve enerji içecekleri gibi çeşitli formlarda bulunurken, son zamanlarda ağızda çalkalanarak kullanılma yöntemi de popülerlik kazanmıştır. Bu yöntemin kafeinin daha hızlı emilmesini sağlayarak performansı artırma potansiyeli olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, kafeinin ağızda çalkalanmasının performans üzerindeki etkilerini derlemektir. Literatürde bu konuda yapılan çalışmalar incelenmiş ve kafein çalkalamanın performans üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ancak, bazı çalışmalar tutarlı sonuçlar ortaya koysa da bazıları farklı sonuçlar elde etmiştir. Bu nedenle, kafeinin ağızda çalkalanmasının performans üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için daha fazla araştırma gerekmektedir. Bu çalışmanın, kafeinin ağızda çalkalanmasının sporcu performansı üzerindeki etkileri hakkında geniş bir bakış sağlaması ve gelecekteki araştırmalara yol göstermesi beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Kafein çalkalama, Sportif performans, Bilişsel performans, Ergojenik beslenme

THE EFFECT OF CAFFEINE MOUTH RINSING ON EXERCISE PERFORMANCE: A TRADITIONAL REVIEW

Abstract

The nutrition of professional athletes is critically important for the relationship between physical and cognitive performance. Athletic nutrition has become a growing industry, with increasing scrutiny of its effects on athletic performance. In this context, the effects of caffeine, one of the nutritional ergogenic aids, on athlete performance are particularly noteworthy. Caffeine is a widely consumed substance found in beverages and dietary supplements. Research indicates that caffeine enhances mental performance and has stimulating effects. Additionally, recent studies have highlighted caffeine's role in improving endurance performance. Caffeine's mechanism involves binding to adenosine receptors, increasing neurotransmitter release, and promoting cognitive alertness, which has driven further research in this area. Caffeine is available in various forms, such as capsules, tablets, coffee, and energy drinks. Recently, the method of caffeine mouth rinsing has gained popularity, as it is believed to enhance performance by allowing for faster absorption. This study aims to compile the effects of caffeine mouth rinsing on performance. A review of the literature reveals that while some studies have produced consistent results, others have shown varied outcomes. Consequently, further research is needed to better understand the effects of caffeine mouth rinsing on performance. This study is expected to provide a comprehensive overview of the impact of caffeine mouth rinsing on athletic performance and to guide future research in this area.

Keywords: Caffeine rinsing, Exercise performance, Cognitive performance, Ergogenic nutrition

GİRİŞ

Beslenmenin profesyonel sporcular için fiziksel ve bilişsel sağlık ve performans üzerindeki etkisi çoğu araştırma tarafından ortaya konmuştur (da Silve ve ark., 2021). Sporcu beslenmesi, ergojenik beslenme ve supplement kullanımı gibi alanlar son yıllarda giderek büyüyen ve geniş bir kitleyi bünyesinde bulunduran bir sektör haline gelmiştir (Bayram ve Öztürkcan, 2020). Spor alanında beslenmeye duyulan önemin artış gösterdiği ve bu konudaki çalışmaların da yukarı yönlü bir çizgi oluşturduğu görülmektedir (Süel ve ark., 2006). Besinsel ergojenik desteklerden biri olan kafeinin sporcu performansı üzerindeki etkilerini inceleyen çok sayıda araştırma yapılmıştır (Grgic ve ark., 2020). Özellikle de kafeinin, 2004 yılında Dünya Anti-Doping Ajansı (WADA) tarafından yasaklı maddeler listesinden çıkarılmasıyla sporcular arasındaki kullanımında artış görülmüştür (Chester ve Wojek, 2008). Kafein binlerce yıldır kullanılan ve dünya çapında en çok tüketilen besin maddelerinden biridir (Heckman ve ark., 2010). Altmıştan fazla bitkinin çekirdeklerinde, yapraklarında ve meyvelerinde bulunan doğal olarak oluşan bir alkaloiddir (Heckman ve ark., 2010). Kimyasal adı 1,3,7-trimetilksantin olan kafein, adını $C_8H_{10}N_4O_2$ formülünden ve moleküler yapısından alır (da Silva ve ark. 2021). Kahve, çay ve alkolsüz asitli içecekler gibi yaygın içeceklerin yanı sıra kakao veya çikolata içeren ürünlerde, çeşitli ilaçlarda ve besin takviyelerinde bulunur (Andrews ve ark., 2007; Barone ve Roberts, 1996). Kafein içeren bazı bitki kaynakları ise, kola findığı (*Cola acuminata*), kakao çekirdeği (*Theobroma cacao*), yerba mate (*Ilex paraguariensis*) ve guarana meyveleridir (*Paullinia cupana*); bununla birlikte, kavrulmuş kahve çekirdekleri (*Coffea Arabica* ve *Coffea robusta*) ve çay yaprakları (*Camelia siniensis*) dünyadaki birincil kafein kaynaklarıdır (Barone ve Roberts, 1996). Tarihçiler, Çin İmparatoru Shen Nung'un MÖ 2737'de içme suyuna, yakındaki bir çalıdan kopardığı yaprakları koyup kaynatarak hoş bir kokuyla ilk çay demlediği zaman kafein tükettiğini söylemektedir (Arab ve Blumberg, 2008). Ancak tanımlanması ve izole edilmesi ilk kez 1819 yılında Friedlieb Ferdinand Runge tarafından yapılmıştır (Runge, 1820). Kahve formu ise, yıllar sonra 9. YY'de Etiyopya'da bir çobanın, keçilerini otlatırken yabancı kahve meyvelerini yedikten sonra, keçilerin enerjilerinde bir artış gözlemlemesiyle ortaya çıkmıştır (Griffin, 2006). Kahve ve çay dünya çapında en popüler içecekler arasındadır ve içerdikleri kafein miktarından dolayı kafein en çok tüketilen psikoaktif madde haline gelmiştir (van Dam ve ark., 2020). Bugün, Dünya nüfusunun yaklaşık %80'i her gün kafeinli bir ürün tüketmektedir (Ogawa ve Ueki, 2007).

Kafein, beta alanin, bikarbonat, kreatin, karnitin ve nitrat güncel literatürde performansı en çok etkileyen ve faydaları kanıtlanmış ana takviyeler olarak belirtilmektedir (Burke, 2017). Kafein, sporcular tarafından en çok tüketilen takviyelerden biridir ve her yıl yüzlerce bilimsel çalışma performans üzerindeki etkisini incelemektedir (Akça ve ark., 2018). Egzersiz öncesi kahve alımının dayanıklılık performansını artırdığı 1978'de yapılan bir çalışmada ortaya konulmuştur (Costill ve ark., 1978). Akut kafein alımının egzersiz üzerindeki etkileri, bu ufuk açıcı çalışmadan bu yana kapsamlı bir şekilde incelenmeye başlanmıştır (Trexler ve Smith-Ryan, 2015).

Kafein, sporcular tarafından kapsül, tablet, kahve, enerji içecekleri, jel, bar ve sakız gibi farklı form biçimleriyle en çok kullanılan ergojenik yardımcılarından biridir (da Silva ve ark.,

2023). Kafein moleküler olarak adenoze benzerdir ancak adozin beyindeki uyarıcı nörotransmitterlerin (dopamin, norepinefrin) salınımını engellerken; kafein, adozin reseptörlerine bağlanarak nörotransmitter salınımını artırır ve ergojenik etkilerin merkezi düzeyde uygulamasını sağlar (Fredholm, 1995). Yapılan araştırmalarda kafeinin özellikle uzun süreli (<1 saat) dayanıklılık antrenmanları boyunca merkezi sinir sistemini (MSS) uyaran bir adozin reseptör (A1, A1a ve A2b) karşıtı olarak hareket ettiği ve iskelet kas dokusunda Na⁺/K⁺ pompa aktivasyonunu artırarak performansı artırdığı ortaya konulmuştur (Spriet, 2014). Kafein ayrıca adrenalın ve sarkoplazmik kalsiyum salınımında artış, efor ve ağrı algısında da azalma sağlar ve bunların tümü performans artırıcı potansiyele sahiptir (Pickering, 2019). Son yayımlanan bir meta analize göre kafein, güç, kuvvet, aerobik ve kas dayanıklılığını artırmaktadır (Grgic ve ark., 2020). Lopes-Silva ve arkadaşları (2022) 10 sporcunun katıldığı bir araştırmada kafeinin dövüş sporlarıyla uğraşan sporcularda üst vücut dayanıklılık performansını ve maksimum izometrik gücünü geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Kafeinin, direnç egzersizleri sırasında, hareket hızını, gücü ve kas dayanıklılığını iyileştirmede etkili olduğu kabul edilmektedir (Karayığit ve ark., 2021b). Egzersizden 60 dakika önce vücut ağırlığının kilogramı başına 3-6 mg kafein kullanımının gücü ve aerobik-kassal dayanıklılığı artırdığı iyi bilinmektedir (Karayığit ve ark., 2021a). Ayrıca bilişsel performansın etkili olduğu sporlarda da kafeinin faydalı olduğu görülmüştür (Foskett ve ark., 2009; Stuart ve ark., 2005). Kafeinin fiziksel performansta olduğu gibi adozin reseptörlerine bağlanıp dopamin salınımını artırarak bilişsel performansa etki ettiği düşünülmektedir (Fredholm, 1995; Guest ve ark., 2018). Kafein adozin reseptörlerinden A1 ve A2'ye bağlanarak parasempatik sistemin etkisini azalttığı ve dopamin, katekolamin, norepinefrin gibi nörotransmitterlerin sentezini artırarak elit-orta derecede antremanlı sporcularda bilişsel performansı, gerilimi, canlılığı artırdığı; antrenman yükü ile algılanan zorluk derecelerini azalttığı görülmüştür (da Silva ve ark. 2021). En kapsamlı ve en tutarlı bilişsel performans etkilerinden biri reaksiyon zamanı geliştirmesidir (Viridinli ve ark., 2022). Duncan ve arkadaşları (2019) 12 erkeğin katıldığı ve 5 mg/kg kafeinin kullanıldığı araştırmada kafeinin bilişsel performansı geliştirdiğini ortaya koymuştur. Ancak, fiziksel ve bilişsel performansı geliştirmekte etkili olsa da bazı kişiler kafein alımından sonra anksiyete, baş ağrısı ve artan kan basıncı gibi yan etkiler gösterebilir (Pallarés ve ark., 2013). Literatürde 9 mg/kg ve üzeri alımlar yüksek doz olarak kabul edilmekte ve bu doz miktarına yaklaştıkça yan etki görülmesinin yanında kafeinin ergojenik etkisinin de düşebildiği rapor edilmiştir (Karayığit ve Yaşlı, 2017). Wilk ve arkadaşları (2019) 16 erkek sporcuyla yaptıkları araştırmada 9 ve 11 mg/kg kafein alımının performansa anlamlı bir etkisi olmadığını aksine yan etkiler gözlemlendiğini ortaya koymuştur. Bu yüzden yan etkileri tetiklemeden farklı bir kafein uygulama metodu geliştirme ihtiyacı doğmuştur. Bu bağlamda, kafeini ağızda çalkalama (KAF-AÇ), yan etkileri tetiklemeden hem fiziksel hem de bilişsel performansı iyileştirmede etkili bir alternatif yol olarak önerilmiştir (Best ve ark., 2021; Wickham ve Spriet, 2018). KAF-AÇ yöntemi gastrointestinal rahatsızlık riskinin olduğu bireylerde, ramazan aylarında gündüz saatlerinde yiyecek içecek alımından kaçınması gibi durumlarda performans artırımı için kullanılabilir bir yöntemdir (Burke ve Maughan, 2015). Bunun yanında, günlük kafein tüketim sıklığı yüksek olan sporcularda, ki bu grup zaten akut kafein alımına tolerans geliştirmiş ve akut kafeine cevap vermiyor olabilir (Karayığit ve Aras, 2021), ağızda kafein çalkalanarak, tolerans fenomeni

ortadan kaldırılarak atletik performans artırılabilir. Ayrıca KAF-AÇ yönteminin bir başka avantajı olarak müsabaka öncesi ve sırasında tekrarlı kullanıma olanak tanınması ve anında etki etmesidir (da Silva ve ark., 2021).

Optimum ergojenik etkilerin görülebilmesi için yaklaşık ~300 mg kafein alınması önerildiğinden, çoğu KAF-AÇ çalışması 300 mg (%1,2 ağırlık/hacim) kafein içeren 25 ml sıvılarla yapılmıştır (McLellan ve ark., 2016). Ağızda çalkama yöntemi, kafeinin bir miktar sıvı içerisinde çözünmesinden sonra 5-10 saniye ağızda çalkalanmasıdır (Wickham ve Spriet, 2018). Kafeinin, 5-10 saniye boyunca ağızda çalkalanmasının egzersiz performansını nasıl artırdığına dair iki potansiyel mekanizma olduğu iddia edilmektedir. Bunlardan birincisi kafeinin, ağızda bulunan adenözün reseptörlerine bağlandığı ve buradaki nörotransmitter salınımıyla beraber motor ünite ateşleme hızlarını artırdığı (Kamimori ve ark., 2002); ikincisi ise ağız boşluğunda bulunan acıya duyarlı tat reseptörlerini uyararak beyne sinyal göndermesi sonucu oluşan zihinsel uyanıklık (GAM ve ark., 2014). Kafeine maruz kaldıklarında bu reseptörler aktive olur ve beyne transdüksiyon başlamaktadır (Pickering, 2019). KAF-AÇ, motor kontrol sürecinde önemli bir rol oynayabilir ve ardından biliş, dikkat ve ödül ile ilişkili orbitofrontal ve dorsolateral prefrontal korteksi aktive edebilir (da Silva ve ark. 2021). De Pauw ve arkadaşları (2021) 10 sağlıklı erkeğin katıldığı bir araştırmada 300 mg kafeinin ağızda çalkalanmasının reaksiyon zaman performansına olumlu anlamda etki ettiğini ortaya koymuştur. Diğer yandan KAF-AÇ'ın sportif ve bilişsel performansı artırmadığını gösteren araştırmalar da vardır. Clarke ve ark. (2015) 15 erkeğin katıldığı araştırmada 300 mg (%1,2 ağırlık/hacim) KAF-AÇ'ın kuvvet antrenmanında anlamlı bir sonuç oluşturmadığını ortaya koymuştur. Yine başka bir çalışmada Figueiredo ve arkadaşları (2021) 10 sağlıklı antrenmanlı erkeğin katıldığı araştırmada 300 mg (%1,2 ağırlık/hacim) KAF-AÇ'ın tükenme zamanında anlamlı bir değişiklik yaratmadığını ortaya koymuştur.

Kafeinin ağızda çalkalanmasının egzersiz performansı üzerine etkileri incelenmek istendiğinde literatür taranmış ve bu konuda derleme eksikliği göze çarpmıştır. Bu durum göz önüne alınarak bu alanda geleneksel derleme oluşturmak amaçlanmıştır.

Kafein Formları

Günümüzde, sakızlar, barlar, jeller, ağızda çalkalamalar, enerji içecekleri ve aerosoller gibi alternatif formlarda uygulanan kafeinin etkilerini araştırmaya artan bir ilgi var (Grgic ve ark., 2019). Araştırma ve spor uygulamalarında kafein yaygın olarak suda karıştırılmış toz/tablet veya kahve şeklinde kullanılmıştır (Wickham ve Spriet, 2018). Aynı zamanda kafeinli spor içecekleri de uzun yıllar boyunca incelenmiş ve çoğu rapor sporcu içeceğine eklenen kafeinin, tek başına bir karbonhidrat (CHO) çözeltisine göre daha fazla performansı artırdığını göstermiştir (Cureton ve ark., 2007; Kovacs ve ark., 1998; Spriet, 2014). Kafeinin emilim hızı, bu form değişikliklerinden etkilenebilir (Wickham ve Spriet, 2018). Araştırmalar ağızda emilimin çok daha hızlı olduğunu ve kafein ağızda çalkalanmasının kapsül alımına göre daha hızlı yanıt verebileceğini göstermiştir (Kamimori ve ark., 2002).

Kafein Mekanizması ve Ağzda Çalkalama Prensipleri

Kafein öncelikle merkezi sinir sistemine bir adenosin reseptör antagonisti olarak etki eder, böylece yorgunluğu önler ve sonuç olarak tükenme süresini uzatır (Fredholm ve ark., 1999). Beyinde adenosin birikmesi uyarılmayı engeller ve uyuşukluğu artırır (van Dam ve ark., 2020). Orta dozlarda (40 ila 300 mg) kafein, adenosinin etkilerini antagonize edebilir, yorgunluğu ve reaksiyon süresini azaltabilir ve uyanıklığı artırabilir (Clark ve Landolt, 2017; Smith, 2002). Karaciğerde, sitokrom P450 oksidaz enzim sistemi üç dimetilksantine metabolize eder: paraksantin, lipolizi artırır ve kan plazmasında yüksek gliserol ve serbest yağ asidi seviyelerine neden olur; teobromin, kan damarlarını genişletir ve idrar hacmini artırır ve teofilin, bronşların düz kaslarını gevşetir ve astımı tedavi eder (Ribeiro ve Sebastião, 2010). Bu kafein metabolitleri, demetilasyon ve oksidasyondan sonra ksantin ve ürik asit türevlerine geçer (Herman ve Herman, 2013). Kafeinin sadece %10'u vücuttan böbrekler tarafından değişmeden atılır (Burlando ve ark., 2010). Tüm bu metabolik olaylar kafeinin farklı formlarla vücuda oral yoldan alınmasının bir sonucu olarak gerçekleşir ancak kafeini oral yoldan almakta sorun yaşayan, tölere edemeyenler ve bu bağlamda kafeinin olumlu etkilerinden faydalanamayanlar için yeni arayışlara ve araştırmalara ihtiyaç duyulmuştur.

KAF-AÇ nispeten yeni bir kafein takviye şeklidir. KAF-AÇ stratejisi kafeinli solüsyonu yutmadan ağızda 5-20 saniye çalkalama şeklindedir (Karayiğit ve ark., 2021b). Araştırma çalışmalarında, kafein genellikle orta (3 mg/kg) ila yüksek (6 mg/kg) dozlarda kullanılmıştır, 9 mg/kg overdoz olarak kabul edilmekte olup araştırmalarda nadir olarak kullanılmıştır (Wilk ve ark., 2019).

KAF-AÇ'ın Direnç Performansı Üzerine Etkisi

Son 10 yılda kafeinin kas kuvveti ve kas dayanıklılığı performansı üzerindeki etkileri daha fazla araştırılmaktadır (Warren ve ark., 2010). Clarke ve arkadaşları (2015) kafein çalkalamanın maksimal kuvvet ve kas dayanıklılığına etkisini ölçmek amacıyla rekreasyonel direnç antrenmanlı 15 erkekle yaptıkları bir çalışmada, katılımcılardan 10 saniye boyunca ağızda 25 ml suyla ve 200 mg (0.8%) sükrulozla karıştırılmış 300 mg (1.2%) kafein veya plasebo (sükrulozlu su) çalkalamaları istenmiştir daha sonra katılımcılar 1 TM bench press ve ardından 1 TM'nin 60% tükenene kadar bench press egzersiz protokolünü tamamlamışlardır. Test sonucunda koşullar arasında (PLA ve KAF) maksimal kuvvet ve kassal dayanıklılık parametrelerinde anlamlı farklılıklar görülmemiştir.

Karayiğit ve arkadaşları (2021b) direnç antrenmanlı 14 erkek gönüllünün katıldığı çalışmada farklı dozlarda kafeinin kuvvet ve dayanıklılık performansına etkisini incelemiştir. Katılımcılardan, 25 ml su içinde çözünmüş farklı dozlarda kafein veya plaseboyu ağızda 5 saniye boyunca çalkalamaları istenmiştir. Bu dozlar sırasıyla 250 mg (düşük doz, %1), 500 mg (orta doz, %2) veya 750 mg (yüksek doz, %3) kafeini içermektedir. Plasebo ise 300 mg sükrulozlu su içermektedir. Daha sonra katılımcılar, 1 TM bench press testinin ardından 3 set 1 TM'nin %60'ına kadar bench press egzersizlerini tamamlamışlardır. Test

sonucunda 750 mg (yüksek doz) kafein çalkanan denemenin 250 mg (düşük doz) ve plasebo denemeleriyle karşılaştırıldığında tekrar sayılarında anlamlı bir artış olduğu görülmüştür.

Doz miktarıyla kafeinin direnç egzersizlerinde performans üzerindeki etkilerinin doğru orantılı şekilde artabileceği yorumu yapılabilir; ancak literatür detaylı incelendiğinde, dozlar arası karşılaştırma yapan çalışma sayısının oldukça az olduğu görülmektedir. Bu durum, kafeinin ağızda çalkalanmasının; direnç egzersizlerinde, performans etkisinin doz miktarıyla doğru orantılı olduğunu net bir şekilde belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu nedenle, gelecekte daha fazla çalışma yapılması ve farklı doz seviyelerinin performans üzerindeki etkilerinin daha detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Yine Karayığit ve arkadaşları (2021a) kafeinin ağızda çalkalanmasının kas dayanıklılığı ve kuvvet performansına olan etkisini ölçmek amacıyla, direnç antrenmanlı 13 erkek ve 14 kadın takım sporcusuyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışma kapsamında, katılımcılardan 500 mg kafein (2%) veya plasebo (300 mg sükraloğlu su) içeren maddeleri 10 saniye boyunca ağızda çalkalamaları istenmiştir. Daha sonra katılımcılar, 1 TM squat ve göğüs pres testinin ardından 3 set 1 TM'nin %40'ı kadar skuat ve göğüs pres egzersizlerini tamamlamışlardır. Test sonucunda hem kadın sporcularda hem de erkek sporcularda denemeler arasında (PLA ve KAF) anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Literatürde direnç antrenmanı ile kafein çalkalama arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalarda, test protokolü olarak genellikle göğüs pres egzersizinin tercih edildiği görülmektedir. Ancak bu durum, kafein tüketiminin direnç egzersizleri sırasında farklı kas bölgeleri üzerindeki etkisini değerlendirmeyi kısıtlamaktadır. Bu nedenle, gelecekte farklı kas gruplarına odaklanan çalışmaların artması, konuyla ilgili daha kesin yorumların yapılabilmesine olanak sağlayabilir.

Tablo 1. Kafeinin ağızda çalkalanmasının direnç performansı üzerindeki etkisini değerlendiren çalışmaların özeti ve sonuçları.

Çalışma	N/Seviye	Yaş (yıl) (ort ± SS)	Test	Ağızda çalkalama protokolü	Ağızda çalkalama süresi	Kontrol	Performans Gelişimi
Clarke ve ark. 2015	15 E/ rekreasyonel direnç antrenmanlı	21 ± 2	Göğüs Pres 1 TM + tükenene kadar 60% 1 TM	KAF-AÇ (300 mg) %1.2 test öncesi	10 s	PLA (sükraloğlu su)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir
Karayığit ve ark. 2021a	14K-13E Direnç antrenmanlı takım sporcuları	K 21 ± 1 E 24 ± 3	Skuat ve Göğüs Pres 1 TM + 3 x 40% tükenene kadar 1 TM	KAF-AÇ (500 mg) %2 test öncesi	10 s	PLA (sükraloğlu su)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir
Karayığit ve ark. 2021b	14 E/ direnç antrenmanlı	23 ± 2	Göğüs Pres 1 TM + 3 x 60% 1 TM tükenene kadar	KAF-AÇ (250 mg; 500 mg; 750 mg) 1%, 2%, 3% her test ve her denemenin hemen öncesinde	5 s	PLA (sükraloğlu su)	YKAÇ (750 mg), PLA ve DKÇAÇ (250 mg) göre daha yüksek tekrar görülmüştür

KAF, kafein; K, kadın; E, erkek; KAF-AÇ, kafein ağızda çalkalama; TM, tekrarlı maksimum; PLA, plasebo; YKAÇ, yüksek doz kafein ağızda çalkalama; DKAÇ, düşük doz kafein ağızda çalkalama;

KAF-AÇ'in Aerobik Performans Üzerine Etkisi

Kafeinin ağızda çalkalanmasının aerobik egzersiz performansı üzerine etkileri şüphelidir (Wickham ve Spriet, 2018). Bu konuda performans üzerine etkileri görmek amacıyla yapılan çalışmalarda genellikle uzun mesafe koşu testleri (Barbosa ve ark., 2020; Dolan ve ark., 2017; Figueiredo ve ark., 2021; Gonzalez ve ark., 2020) ve bisiklet testlerinin (Bottoms ve ark., 2014; de Albuquerque Melo ve ark., 2021; Doering ve ark., 2014; Pataky ve ark., 2016) kullanıldığı göze çarpmaktadır (Tablo 2).

Barbosa ve arkadaşlarının (2020) çalışmasına, rekreasyonel dayanıklılık antrenmanlı 7 erkek gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmada katılımcılardan 50 ml su içerisinde çözülmüş 300 mg kafeini (0.6%) veya plaseboyu (mikrokristal selülozlu su) 10 saniye boyunca ağızda çalkalamaları istenmiştir. Katılımcılar 800 metre koşu testi protokolünü tamamlamışlardır. Test protokolü sonucunda KAF-AÇ'in 800 metre koşu performansında süre bakımından denemeler arasında (KAF-PLA) anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Literatür incelendiğinde, 300 mg kafein çalkalamanın bazı performans parametrelerine anlamlı derecede etki ettiği, ancak aerobik performans üzerindeki etkisinin tartışmalı olduğu görülmektedir. Bu nedenle, çalışmada düşük dozda çalkalama yapıldığında aerobik performans üzerinde bir etki görülmediği belirtilmiş ve bu sonuç, gelecekte yapılabilecek çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmedikçe kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir. Öte yandan, kas glikojen depolarının boşalmasıyla kafeinin performansa etki etmesinin doğrudan bir ilişkisi olduğu göz önünde bulundurulursa (Kizzi ve ark., 2016), 800 metrelik bir testte glikojen depolarının boşalmadığı düşünüldüğünden, kafeinin tam olarak etki etmemiş olabileceği yorumu da yapılabilmektedir.

Dolan ve arkadaşları (2017) profesyonel 14 erkek lakros oyuncusu ile yaptıkları çalışmada ağızda çalkalamanın Yo-Yo testi performansına etki edip etmediğini test etmişlerdir. Çalışmada katılımcılardan, testten önce kafein (1.2%) veya plasebo (sükralozlu su) solüsyonları 10 saniye boyunca ağızda çalkalamaları istenmiştir. Test sonucunda koşullar arasında (KAF ve PLA) performans bakımından anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Kafein kullanımı beklentisi ile ilişkili fizyolojik permütasyonlar (örneğin, motivasyon ve ruh hali durumlarındaki değişiklikler) fiziksel ve bilişsel performansı etkileyebileceğinden, beklenti (plasebo etkisi) göz ardı edilemez. Ayrıca çalışma sadece erkek sporcular üzerinden yapıldığından sonuçlar kadın sporcular üzerinden genellenemez.

Figueiredo ve arkadaşları (2021) kafeinin ağızda çalkalamasının 10 km koşu performansı üzerine etkilerini incelemek amacıyla iyi antrenmanlı 10 erkekle çalışma yapmışlardır. Testten önce katılımcılardan 10 saniye boyunca 25 ml su içerisine ilave edilen 300 mg kafein (1.2%) (KAF) veya mikrokristalin selüloz (PLA) çalkalamaları istenmiştir. Test sonucunda denemeler arasında (KAF ve PLA) 10 km koşu zaman performansında (10-km time-trial performance) anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Literatür detaylı incelendiğinde ağızda çalkalama prensibinin akut etki gösterdiği ve uzun süren müsabakalarda etkisinin kesin

olmadığı görülmektedir (da Silva ve ark. 2021). Bu çalışmada da 10 km gibi uzun bir test protokolü kullanıldığından kafein etkisinin görülemediği yorumu yapılabilir. Bu yüzden bu tip uzun süreli antrenman, yarışma veya test protokolleri için kafeinin belirli aralıklarla veya belirli sürelerde tekrar çalkalanması protokolü uygulanabilir.

Gonzalez ve arkadaşları (2020) yaptıkları çalışmada ise koşu testlerini kullanan diğer araştırmacılardan farklı olarak katılımcıların performansları yerine koşu boyunca terleme oranları ve hidrasyonlarını incelemişlerdir. Rekreatif olarak antrenmanlı 10 (8 erkek 2 kadın) koşucunun gönüllü olarak katıldığı araştırmada katılımcılardan, koşudan hemen önce ağızda 10 saniye boyunca kafein (300 mg, 1.2%) veya plasebo (mikrokristalin selüloz) çalkalamaları istenmiştir. Test sonucunda denemeler arasında terleme oranı ve hidrasyon bakımından anlamlı farklılıklar olmadığı görülmüştür. Ayrıca cinsiyetler arası karşılaştırma yapabilmek adına katılımcı sayılarının daha fazla olması gerekmektedir. Çalışma sonucunda KAF-AÇ'ın hidrasyona neden olmadığı ve kafein alımının aksine diüretik etki göstermediği, bu yüzden güvenli ergojenik destek olduğu belirtilmiştir. KAF-AÇ'ın aerobik performans üzerindeki etkilerini koşu testleri kullanarak ölçmeye çalışan literatürdeki araştırmaların tümünde KAF-AÇ'ın performansa ve terlemeye etki etmediği görülmüştür.

Aerobik performansla ilgili mevcut literatürde bulunan diğer çalışmalar ise bisiklet testleri kullanılarak yapılmıştır. (Pataky ve ark. (2016) rekreatif olarak antrenmanlı 38 bisikletçi (25 erkek 13 kadın) ile yaptıkları çalışmada KAF-AÇ'ın bisiklet performansı ve CYP1A2 polimorfizminden etkilenen performans kazanımları üzerine etkisinin olup olmadığını incelemişlerdir. Bu çalışmada aerobik performansı inceleyen diğer çalışmalardan farklı olarak KAF-AÇ sadece teste başlamadan önce yapılmıştır. Katılımcılardan testten önce 5 saniye boyunca ağızda kafein (1.14%) veya plasebo (sakkarinli su) çalkalamaları istenmiştir. Katılımcıların 3 km bisiklet çevirme testine tabi tutulduğu çalışmada test sonucunda KAF-AÇ'ın PLA denemesine göre performansa ve CYP1A2'ye anlamlı şekilde etki etmediği tespit edilmiştir. Etki görülmemesinin etkenleri arasında ağızda çalkalama protokolünün 5 saniye olarak belirlenmesinin kısa olabileceği gösterilebilir fakat literatürde 5 saniye çalkalamanın aerobik performansa etki ettiği çalışmalar da (Bottoms ve ark., 2014; Sinclair ve Bottoms, 2015) bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalarda kafein, katılımcılar tarafından her test öncesi çalkalanmıştır bu konuda çalışmalar arası farklılıklar göz önünde bulundurulmalıdır.

Bottoms ve arkadaşları (2014) sağlıklı 12 aktif erkekle bisiklet ergometresinde yaptıkları çalışmada, katılımcılardan, toplamda 128 mg olan kafeinin (0.036%) test boyunca, egzersizin her 6 dakikasında bir 32 mg olacak şekilde (25 ml su içinde çözünmüş) 5 saniye boyunca ağızda çalkalamaları istenmiştir. Daha sonra 30 dakikalık bisiklet çevirme denemesi üzerinde aerobik performansa olan etkisini gözlemlemişlerdir. Test sonucunda KAF-AÇ'ın PLA denemesine göre katedilen mesafe, güç ve hız parametreleri bakımından anlamlı derecede olumlu etki ettiği görülmüştür. Literatür incelendiğinde, testte kullanılan toplam kafein miktarının düşük doz olduğu görülmekte ancak ağızda çalkalama prensibinin akut etki gösterdiği göz önünde bulundurulduğunda, egzersiz boyunca belli aralıklarla çalkalama yapmanın performansa olumlu etki edebileceği yorumu çıkarılabilir. Bu bağlamda, gelecek çalışmalarda farklı dozlar, cinsiyet grupları ve testlerle daha kapsamlı çalışmalar yapılması

önerilebilir. Bu şekilde elde edilen veriler, kafeinin devam eden egzersiz boyunca aralıklarla ağızda çalkalanmasının performansa olan etkisini daha iyi anlamamıza yardımcı olabilir.

Sinclair ve Bottoms (2014) 12 erkek gönüllüyle yaptıkları bir diğer çalışmada KAF-AÇ'ın el bisikleti (arm crank) performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma dizaynı olarak katılımcılardan çalışma boyunca her 6 dakikada bir 5 saniye boyunca ağızda 0.032% kafein (KAF) ya da su (PLA) çalkalamaları istenmiştir. 30 dakikalık arm crank testi sonucunda koşullar arasında (KAF ve PLA) KAF-AÇ'ın plasebo denemesine göre kat edilen mesafe performansına anlamlı derecede etki ettiği görülmüştür. Çalkalama süresinin nispeten daha az olduğu (5 saniye) çalışmalarda, kafeinin aralıklarla kullanıldığı çalışmalarda performansa etki ettiği görülmektedir. Ancak sadece egzersiz öncesi 5 saniye çalkalama yapılan çalışmalarda performansa etki etmediği görülmüş, buna gerekçe olarak da çalkalama süresinin kısalığı gösterilmiştir. Bundan dolayı gelecek çalışmalarda bu iki protokol beraber kullanılarak kafeinin çalkalama süresi, kullanım zamanı ve miktarı konularına yeni bir bakış açısı getirilerek bu konuda ilerleme sağlanabilir.

Doering ve arkadaşları (2014) yine bisiklet çevirme testini kullanarak kafeinin ağızda çalkalanmasının aerobik performansı üzerine etkisini gözlemlemişlerdir. İyi antrenmanlı 10 erkek bisikletçinin gönüllü olduğu çalışmada, katılımcılardan test öncesi ve egzersizin her 12.5% kısmını tamamladıklarında ağızda 10 saniye boyunca 35 mg kafein eklenmiş diyet kola (KAF) ya da şekerli ve kafeinsiz diyet kola (PLA) çalkalamaları istenmiştir. Test boyunca toplamda 8 çalkalama yapan katılımcılarda test sonucunda süreye yönelik bisiklet çevirme (endurance cycling time-trial performance) performansında anlamlı farklılıklar olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada diyet kolanın her ne kadar sıfır kalori olduğu bilinse de içerisindeki diğer olası performans artırıcı maddeler göz ardı edilmiştir.

Son olarak Melo ve arkadaşları (2021) fiziksel olarak aktif 12 erkek gönüllüyle yaptıkları çalışmada Doering ve arkadaşlarının yaptığı (2014) gibi KAF-AÇ'ın egzersiz öncesi ve egzersiz boyunca çalkalama dizaynını kullanmışlardır. Katılımcılardan test öncesi ve test boyunca her 15 dakikada bir 10 saniye boyunca 25 ml su içerisinde 1.2% kafein (KAF) veya plasebo (kalorisiz nane özlü su) çalkalamaları istenmiştir. Katılımcılar bisiklet ergometresini 3 defa, 60 RPM'nin altına düşene kadar çevirmişlerdir. Test sonucunda KAF-AÇ'ın dayanıklılık performansını, algılanan zorluk derecesini ve orta yoğunlukta bir egzersiz sırasında kas aktivitesini azaltabildiği görülmüştür. Ancak araştırmada ölçümlerin son besin alımından iki saat sonra yapıldığı görülmektedir. Belirtilen süre zarfında tam bir açlık durumu olmayacağından alınan besinlerin performans üzerindeki olası etkileri göz ardı edilmiştir. Öte yandan çalışmada plasebo olarak kullanılan nane özünün sıcakta yapılan dayanıklılık antrenmanlarında serinlik yaratacağı ve performansı artırabileceği literatürdeki çalışmalarca ortaya konmuştur (Stevens ve Best, 2017). Mevcut çalışmanın yaz mevsiminde yapıldığı ölçümlerin ise laboratuvar ortamında ortalama bir sıcaklıkta (22 ± 1 °C) yapıldığı belirtilmiş ancak nane özünün performansa olası bir etkisi göz ardı edilmiştir.

Literatürde bulunan KAF-AÇ'ın aerobik performans üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalara bakıldığında, benzer dizaynların farklı sonuçlar verdiği göze çarpmaktadır. Bunun

nedenleri arasında kullanılan testlerin farklılıkları, katılımcıların farklı spor branşlarında yer alıyor olmaları, çevre koşulları, genetik faktörler vb. etkenler öne sürülebilir. Çalışmalar dikkatlice incelendiğine KAF-AÇ'ın performansa etki ettiği çalışmalarda (Bottoms ve ark., 2014; Melo ve ark., 2021; Sinclair ve Bottoms, 2015) plasebo solüsyonlarında kafeinin acı tadını bastırmak için herhangi bir tatlandırıcı kullanılmadığı göze çarpmaktadır. Sadece Melo ve arkadaşları (2021) kalorisiz nane özü kullanıldığı görülmüştür. Kafein tadının bastırılmamasının katılımcılarda beklenti oluşturabileceği göz ardı edilmiştir.

Tablo 2. Kafein ağızda çalkalanmasının aerobik performans üzerindeki etkisini değerlendiren çalışmaların özeti ve sonuçları.

Çalışma	N/Seviye	Yaş (yıl) (ort ± SS)	Test	Ağızda Çalkalama Protokolü	Çalkalama Süresi	Kontrol	Performans Gelişimi
Barbosa ve ark. 2020	7 E/ Rekreasyonel dayanıklılık antrenmanlı	24.6 ± 11.5	800-m Koşu TT	KAF- AÇ (300 mg) 0.6% Testten hemen önce	10 s	PLA (300 mg mikrokristalin selüloz (0.6%))	Koşullar arası anlamlı farklılık görülmemiştir
Bottoms ve ark. 2014	12 E/ rekreasyonel antrenmanlı bisikletçi	20.5 ± 0.7	30-min bisiklet TT	KAF- AÇ (32 mg) 0.032% Testin her 6. dakikasında	5 s	PLA (su)	KAF ↑ tempo, güç ve hız bakımından PLA'ya göre anlamlı derecede daha yüksek
Doering ve ark. 2014	10 E/ antrenmanlı bisikletçi	32.9 ± 7.5	0.75 x Wmax x 3.600 kJ bisiklet TT	KAF- AÇ (35 mg) egzersiz ve öncesi ve egzersizin her %12.5 kadarı tamamlandığında	10 s	PLA (Kafeinsiz ve karbonatsız diyet kola)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir
Dolan ve ark. 2017	14 E/ Yarışmacı Lakross Oyuncuları	19.9 ± 1.3	Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi Seviye 1	KAF- AÇ 1.2% test öncesi	10 s	PLA (aromalı su)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir
Figueiredo ve ark. 2021	10 E/ antrenmanlı sağlıklı gönüllüler	30.1 ± 6.4	10-km koşu TT	KAF-AÇ 1.2% (300 mg) test öncesi	10 s	PLA (300 mg mikrokristalin selüloz)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir
Gonzalez ve ark. 2020	8E-2K/ rekreasyonel antrenmanlı koşucu	E 30 ± 7.1 K 30.5 ± 3.5	10-km koşu TT	KAF-AÇ 1.2% (300 mg) testten önce	10 s	PLA (300 mg mikrokristalin selüloz)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir

Pataky ve ark. 2016	25 E-13 K/ rekreasyonel antrenmanlı	E 20 ± 1 K 21 ± 1	3-km TT	KAF-AÇ 1.14% test öncesi	5 s	PLA (6 g sakarin içeren plasebo)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir
Sinclair ve Bottoms 2014	12 E	21.54 ± 1.28	30 dk el bisikleti TT	KAF-AÇ 0.032% egzersiz boyunca her 6 dakikada bir	5 s	PLA (su)	KAF ↑, PLA'ya kıyasla daha yüksek mesafe yapmıştır
Melo ve ark. 2021	12 E/Fiziksel olarak aktif sağlıklı erkekler	22 ± 2.8	Bisiklet TE	KAF-AÇ 1.2% test öncesi ve test boyunca her 15 dakikada bir	10 s	PLA (kalorisiz nane özü)	PLA'ya kıyasla KAF; Dayanıklılık performansı ↑, AZD ↑ ve kas aktivitesi ↓

KAF, kafein; K, kadın; E, erkek; KAF-AÇ, kafeinin ağızda çalkalanması; PLA, plasebo; AZD, algılanan zorluk derecesi; TT, zaman denemesi; TE, zamana karşı tüketiş

KAF-AÇ'ın Bilişsel Performans Üzerine Etkisi

Yirmi yıl önce geliştirilen ağızda çalkalama prensibiyle yapılan bir dizi araştırmalar kafeini ağızda çalkalamanın merkezi mekanizmalar yoluyla bilişsel performansı artırabileceği gösterilmiştir (Pomportes ve ark., 2017). Literatür incelendiğinde KAF-AÇ'ın bilişsel performansa etki ettiğine dair çalışmalar (de Pauw ve ark., 2015; Pomportes ve ark., 2017; Virdinli ve ark., 2022) bulunmaktadır ancak bunun aksini ortaya koyan KAF-AÇ'ın performansa etki etmediği (Karayıgıt ve ark., 2021a; Toktaş ve ark., 2022) çalışma sonuçları da ortaya koyulmuştur.

De Pauw ve arkadaşları (2015) sağlıklı 10 erkeğin gönüllü olduğu çalışmada KAF-AÇ'ın reaksiyon zamanının etkili olduğu stroop etkisi testinde performansa nasıl etki ettiğini incelemişlerdir. Katılımcılardan 20 saniye boyunca ağızda 300 mg (1.2%) kafein (KAF) ya da yapay tükürük (PLA, KCl ve NaHCO₃) çalkalamaları istenmiş, daha sonra 90 dakikalık stroop testine katılımları gerçekleştirilmiştir. Test sonucunda KAF-AÇ'ın hem orbitofrontal hem de dorsolateral prefrontal kortekslere etki ederek reaksiyon zaman üzerinde olumlu etki gösterdiği görülmüştür. Bu çalışma, çalkalama süresinin 20 saniye olduğu ender çalışmalardan biridir. Benzer protokollerin kullanıldığı ancak çalkalama süresinin farklı olduğu başka çalışmalar yapılabilir. Böylece, performans ile çalkalama süresi arasındaki ilişkiyi daha net bir şekilde değerlendirme olanağı doğabilir. Ağızda çalkalama süresinin 20 saniye olduğu bir başka çalışmada Pomportes ve arkadaşları (2017) KAF-AÇ'ın 40 dakikalık submaksimal egzersiz boyunca bilişsel performansa etkisini incelemek istemişlerdir. Çalışmaya fiziksel olarak aktif 22 gönüllü (16 erkek 6 kadın) katılım göstermiştir. Katılımcılardan, test öncesi ve test süresince toplamda 3 defa olmak üzere, her biri 20 saniye sürecek şekilde ağızlarında 67 mg kafein (KAF) ya da plasebo (şekersiz portakal şuruplu su) çalkalamaları istenmiştir. Ardından, Simon testi ve süre üretim testini (duration production task) tamamlamaları istenmiştir. Test sonucunda KAF-AÇ'ın submaksimal egzersiz sırasında bilişsel performansı artırdığı ve subjektif efor algısını azalttığı görülmüştür. Bu araştırmada katılımcıların son öğünlerini testlerden 3 saat önce yaptığı

belirtilmiş bu da literatürdeki diğer birçok çalışmanın aksine (8-12 saat gece açlığı) kısa bir süre olarak görünmektedir. Çalışmada, testlerden 3 saat önce alınan besinlerin performansa olası bir etkisi göz ardı edilmiştir. Başka bir makalede, Virdinli ve ekibi (2022), antrenmanlı 45 erkek gönüllüyle yaptıkları çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak, farklı dozlardaki kafein çalkalamasının bilişsel performans üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Katılımcılardan test öncesi 25 ml su içerisinde çözülmüş 1.2%, 1.8%, 2.4% veya su (PLA) çalkalamaları istenmiştir. Çalkalama sonrası katılımcılar el ve ayak reaksiyon testleri için çalışma dizaynına katılmışlardır. Test sonucunda kafeinin hem el hem de ayak reaksiyon testlerinde, plasebo ve kontrol grubuna göre tüm dozlarda performansa etki ettiği görülmüştür ancak bu etkinin 2.4% olan dozda anlamlı derecede daha fazla olduğu belirtilmiştir. Literatürde, kafeinin farklı dozlarda kullanımının bilişsel performansa etkisi hakkında yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarının güçlendirilmesi ve genelleştirilmesi amacıyla, gelecekte farklı dozlar arasında yapılan çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Tüm bu çalışmalar, farklı araştırma dizaynlarında bilişsel performansı ölçerek, KAF-AÇ'ın performansa farklı düzeylerde etki ettiğini ortaya koymuştur. Ancak literatürde bunun aksini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Karayığit ve arkadaşları (2021a), bilişsel performans üzerinde KAF-AÇ'ın etkisini değerlendirmek amacıyla antrenmanlı 27 takım sporcusuyla (13 erkek, 14 kadın) bir çalışma yürütmüştür. Katılımcılardan, 500 mg kafeini (2%, KAF) ya da 300 mg sükralozlu suyu (PLA) 10 saniye boyunca ağızlarında çalkalamalarını ve daha sonra flanker testini tamamlamalarını istemişlerdir. Test sonucunda koşullar arasında anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Ancak reaksiyon süresi açısından ağızda çalkalama koşulunda, çalkalama öncesi ve sonrasında erkek katılımcıların kadınlardan daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. Erkeklerin kafein çalkalama prensibine daha fazla yanıt verdiğini söyleyebilmek adına literatürde daha fazla karma araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür araştırmalar, cinsiyetin kafein algısı ve etkileşimi üzerindeki potansiyel etkilerini daha derinlemesine anlamamıza yardımcı olabilir. Başka bir çalışmada Toktaş ve arkadaşları (2022) nispeten aktif 65 sağlıklı bireyin (41 kadın 24 erkek) gönüllü olarak katıldığı çalışmada KAF-AÇ'ın el göz koordinasyon dikkatine etkisini ölçmek istemişlerdir. Ancak bu çalışmada literatürdeki diğer tüm çalışmalardan farklı olarak katılımcılardan ağızda kafeinli kahve çalkalamaları istenmiştir. Katılımcılardan testlerden hemen önce 10 saniye boyunca 25 ml kafeinli kahve (%0.13 kafein) veya su (PLA) çalkalamaları istenmiştir. Ardından The Stroop Renk-Kelime Testi ve aynadan izleme testi (The Mirror-Tracing Test) tamamlamaları istenmiştir. Test sonucunda hem her denemenin test öncesi ve sonrasında hem de KAF ve PLA denemeleri arasında anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Bu çalışmada, KAF denemesi olarak kafeinli kahve kullanılması, çalkalanan kafein miktarının önemli ölçüde az olmasına neden olmuştur. Çalkalanan kafein miktarının az olması sebebiyle performans üzerinde anlamlı değişiklikler görülemediği sonucuna varılabilir. Ancak, bu sonucun sadece kafein miktarına bağlı olarak yorumlanabilmesi için literatür dozlar arası karşılaştırma çalışmalarına ihtiyaç duymaktadır. Bu tür çalışmalar, kafein çalkalama miktarının bilişsel performansa etkisini daha kapsamlı bir şekilde anlamamıza yardımcı olabilir.

Tablo 3. Kafeinin ağızda çalkalanmasının bilişsel performans üzerindeki etkisini değerlendiren çalışmaların özeti ve sonuçları.

Çalışma	N/Seviye	Yaş (Yıl) (ort ± SS)	Test	Ağızda Çalkalama Protokolü	Ağızda çalkalama süresi	Kontrol	Performans gelişimi
De Pauw ve ark. 2015	10 E/ sağlıklı erkek	27 ± 3	Bilişsel test (stroop) 90 dk	KAF-AÇ 1.2% test öncesi	20 s	Yapay tükürük	↓ Reaksiyon zamanı
Karayığit, Ali ve ark. 2021	14K-13E direnç antrenmanlı takım sporcuları	K 21 ± 1 E 24 ± 3	Flanker testi 3 dk	KAF-AÇ (500 mg) %2 Test Öncesi	10 s	PLA (sükralozlu su)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir
Pomportes ve ark. 2017	16 E - 6 K fiziksel olarak aktif	E 30 ± 8 K 24 ± 6	Simon task testi (3 x3 dk) ve süre üretim testi (duration production task)	KAF-AÇ 67 mg egzersizden önce ve egzersiz sırasında iki kez	20 s	PLA (Portakallı suşu şekersiz şurup)	↑ bilişsel performans ve ↓ algılanan zorluk
Viridinli ve ark. 2022	45 E/ antrenmanlı sporcular	18 ± 3	el ve ayak RZ	KAF-AÇ 300 mg (1.2%), 450 mg (1.8%) ve 600 mg (2.4%) test öncesi	10 s	PLA (Su)	↑ Reaksiyon zamanı
Toktaş ve ark. 2022	41 K - 24 rekreasyone l aktif	K 22.89 ± 3.94 E 29.91 ± 12.06	SCWT ve MTT	Kafeinli kahve (0.13% KAF-AÇ)	10 s	PLA (Su)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir

KAF, kafein; K, kadın; E, erkek; KAF-AÇ, kafein ağızda çalkalama; PLA, plasebo; SCWT, Stroop Renk-Kelime Test; MTT, Aynadan izleme testi (Mirror-Tracing Test), RZ, reaksiyon zamanı

KAF-AÇ'ın Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Performans Üzerine Etkisi

Kafein alımının özellikle profesyonel düzeydeki sporcularda aerobik ve anaerobik performansı artırdığı belirtilmiştir (Karayığit ve ark., 2017) ancak KAF-AÇ'ın yüksek yoğunluklu antrenmanlardaki etkisini açıklayan literatürdeki çalışmalarda sonuçlar çelişkilidir. Karayığit ve arkadaşları (2017) nispeten antrenmanlı 10 erkekle yaptıkları çalışmada KAF-AÇ'ın wingate testiyle anaerobik performansa etkisini incelemişlerdir. Katılımcılardan testten hemen önce 10 saniye boyunca 500 mg (2%) kafein (KAF) veya su (PLA) çalkalamaları istenmiştir. Çalkalamadan hemen sonra katılımcılar WANT protokolünü tamamlamışlardır. Test sonucunda KAF-AÇ'ın ortalama güç, zirve güç ve zirve güç çıktısı parametrelerinde performansa etki etmediği görülmüştür. Karuk ve arkadaşlar (2021) iyi derecede antrenmanlı 8 erkekle yaptıkları çalışmada KAF-AÇ'ın tekrarlı dikey sıçrama testinde performansa etkisini incelemişlerdir. Katılımcılardan 300 mg kafein (KAF) ya da sakkarinli su (PLA) ağızlarında 10 saniye boyunca çalkalamaları istenmiştir. Ardından, beş dakika arayla iki kez 30 saniyelik tekrarlı dikey sıçrama testini tamamlamaları istenmiştir. Test sonucunda, koşullar (KAF ve

PLA) arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Araştırmacılar bu çalışmayı tek kör şekilde dizayn etmiştir; yani katılımcılar test günlerinde hangi solüsyonu çalkaladıklarını bilmemektedir, ancak araştırmacılar bu bilgiye sahiptir. Test sırasında katılımcıları maksimum çaba göstermeleri için sözlü olarak motive etmişlerdir. Ancak, araştırmacıların çalkalanan solüsyonun içeriğini bilmelerinin, sözlü olarak motive etme yöntemlerini etkileyebileceği hususu göz ardı edilmiştir. Bu durum, katılımcıların performansını etkileyebilecek bir değişken olarak dikkate alınmalı ve gelecekteki çalışmalarda daha detaylı bir şekilde ele alınmalıdır.

Literatürde KAF-AÇ'ın anaerobik performansa etki ettiğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Kizzi ve arkadaşları (2016) nispeten antrenmanlı 8 erkeğin gönüllü olduğu ve KAF-AÇ'ın tekrarlı sprint performansına olan etkisinin incelendiği çalışmada katılımcılardan her 6 saniyelik sprint öncesi ağızda 10 saniye boyunca 500 mg kafein ya da plasebo çalkalamaları isteniyor. Toplamda 5 defa 6 saniyelik sprint testini tamamlayan katılımcılarda test sonucunda KAF denemesinin PLA denemesine göre ortalama güç ve zirve güç parametrelerine anlamlı derecede yükselişe neden olduğu görülmüştür. Ancak araştırmadaki katılımcı sayısının diğer çalışmalarda da (Karuk ve ark. 2021, Karayiğit ve ark. 2017) olduğu gibi düşük sayıda katılımcıyla yapıldığı göze çarpmaktadır. Yine daha yakın zamanlı yapılan bir diğer çalışmada Pak ve arkadaşları (2020) 27 tekvando sporcusunun (18 erkek 9 kadın) gönüllü olduğu ve KAF-AÇ'ın Tekvando Anaerobik Aralıklı Tekme Testleri protokolüyle anaerobik performansa etkisini incelemişlerdir. Ramazan ayında yapılan çalışmada KAF-AÇ'ın oruçluyken performans üzerindeki etkisini ölçmeyi amaçlayan çalışmada katılımcılardan test öncesi 10 saniye boyunca 6mg/kg kafein (KAF) veya sakkarinli su (PLA) çalkalamaları istenmiştir. Test sonucunda ramazanın ilk haftasında performans düşüşleri görülse bile ilk 3 hafta dikkate alındığında KAF denemesinin PLA denemesine göre başarılı tekme sayısının anlamlı ölçüde artırdığı görülmüştür. Bu araştırma sonucunda sporcuların KAF-AÇ prensibini kullanarak ramazan ayı gibi besin kısıtlamasına girdikleri dönemlerde performans artırımını sağlayabilecekleri söylenebilir.

Literatürde kafein çalkalamasının yüksek yoğunluklu antrenmanlar üzerinde nasıl etki ettiğini inceleyen araştırmaların çelişkili sonuçlara vardığı görülmektedir. Bu sonuçlar, birkaç açıdan değerlendirilebilir. İlk olarak, metodolojik faktörler göz önüne alınmalıdır. Çalışmada kullanılan yöntemlerin ve ölçüm araçlarının doğruluğu, sonuçların yorumlanmasında önemlidir. Belki de kullanılan test protokolü veya ölçüm cihazları, kafeinin etkilerini doğru bir şekilde yansıtmamış olabilir. Ayrıca, katılımcı özellikleri de sonuçları etkileyebilir. Çalışmaya gönüllü olan katılımcı sayısı sınırlı olabilir veya katılımcıların antrenman geçmişleri farklılık gösterebilir. Pak ve arkadaşlarının (2020) yaptığı çalışmada profesyonel tekvandocular üzerine araştırma yapılmışken diğer üç çalışma fiziksel olarak aktif bireyler üzerinde yapılmıştır. Bu faktörler, sonuçların genelleme yapılabilirliğini etkileyebilir.

Tablo 4. Kafeinin ağızda çalkalanmasının yüksek yoğunluklu aralıklı performans üzerindeki etkisini değerlendiren çalışmaların özeti ve sonuçları.

Çalışma	N/Seviye	Yaş (yıl) (ortalama ± SS)	Test	Ağızda çalkalama protokolü	Ağızda çalkalama süresi	Kontrol	Performans gelişimi
Karayığit ve ark. 2017	10 E/ fiziksel olarak aktif	20.5 ± 1.58	Wingate Test	KAF-AÇ (500 mg) 2% test öncesi	10 s	PLA (Su)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir
Karuk ve ark. 2021	8 E/ yüksek derecede antrenmanlı sporcular	22.3 ± 4.2	Tekrarlı dikey sıçrama (2 x 30-s)	KAF-AÇ (300 mg) 1.2% test öncesi	10 s	PLA (sakkarin)	Koşullar arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir
Kizzi ve ark. 2016	8 E/ rekreasyonel aktif	23 ± 2	5 x 6 Maksimum sürat	KAF-AÇ 2% (500 mg; 6mg/kg) her koşu öncesi	10 s	PLA (şekersiz portakal ezmesi)	↑ ortalama güç ve zirve güç çıktısı KAF denemesinde daha yüksek
Pak ve ark. 2020	18 E - 9 K taekwondo sporcuları	E 18 ± 4 K 16 ± 3	TAIKT	KAF-AÇ (6 mg/kg) test öncesi	10 s	PLA (sakarın)	KAF denemesinde diğer denemeler kıyasla daha başarılı tekmeler ↑

KAF, kafein; K,kadın; E, erkek; KAF-AÇ, kafein ağızda çalkalanması; PLA, plasebo; TAIKT, Taekwondo Anaerobik Aralıklı Tekme Testi

SONUÇ

Bu derlemede özetlenen bulgular, kafeinin ağızda çalkalanmasının (KAF-AÇ) fiziksel ve bilişsel performans üzerine etkilerinin değişken olabileceğini göstermiştir. Ancak ağızda çalkalama süresi, tükenme süresi, egzersiz öncesi/sırası, açlık, tokluk gibi değişkenlerin KAF-AÇ'in ergojenik etkisini değiştirebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, farklı spor dallarında ve farklı sporcu gruplarında kafeinin ağızda çalkalanmasının etkilerini değerlendiren çalışmalara ihtiyaç vardır. Çünkü her spor dalının farklı fizyolojik gereksinimleri ve performans dinamikleri bulunmaktadır. KAF-AÇ'in cinsiyetler arası etkilerinin net bir şekilde belirtilebilmesi için literatürde karma çalışmaların sayısının artırılması gerekmektedir. Ayrıca, performans düzeylerinin kafein doz miktarıyla doğru orantılı olduğunu belirleyebilmek için daha fazla dozlar arası karşılaştırma çalışmasına ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, kafeinin ağızda çalkalanmasının uzun vadeli etkileri ve güvenliği üzerine odaklanan araştırmalara da önem verilmelidir. Sporcuların sağlığı ve güvenliği her zaman önceliklidir ve bu tür çalışmalar, potansiyel riskleri minimize etmek için önemli bilgiler sağlayabilir. Literatür detaylı incelendiğinde, KAF-AÇ'in direnç, aerobik ve anaerobik egzersizlerle karşılaştırıldığında bilişsel performansa daha belirgin etkisinin olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, kafeinin ağızda çalkalanmasının performans üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak ve sporcular için daha etkili ve güvenli performans artırıcı stratejiler geliştirmek için gelecek çalışmaların bu alanda yoğunlaşması gerekmektedir. Bu hem bilimsel anlamda hem de sporcuların performansını optimize etme açısından önemli bir adım olacaktır.

KAYNAKÇA

Akça, F., Aras, D. ve Arslan, E. (2018). Kafein etki mekanizmaları ve fiziksel performansa etkileri. *SPORMETRE* (C. 16, Sayı 1).

Andrews, K. W., Schweitzer, A., Zhao, C., Holden, J. M., Roseland, J. M., Brandt, M., Dwyer, J. T., Picciano, M. F., Saldanha, L. G., Fisher, K. D., Yetley, E., Betz, J. M. ve Douglass, L. (2007). The caffeine contents of dietary supplements commonly purchased in the US: analysis of 53 products with caffeine-containing ingredients. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389(1), 231-239.

Arab, L. ve Blumberg, J. B. (2008). Introduction to the Proceedings of the Fourth International Scientific Symposium on Tea and Human Health. *The Journal of Nutrition*, 138(8), 1526S-1528S.

Barbosa, T. N., Parreira, L. K., Mota, J. F., Kalman, D., Saunders, B. ve Pimentel, G. D. (2020). Acute caffeine mouth rinse does not improve performance in recreationally trained runners: a pilot study. *Nutrire*, 45(2), 18

Barone, J. J. ve Roberts, H. R. (1996). Caffeine consumption. *Food and Chemical Toxicology*, 34(1), 119-129.

Bayram, H. M. ve Öztürkcan, S. A. (2020). Ergogenic Supplements in Athletes. *Turkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 5(3), 641-652.

Best, R., McDonald, K., Hurst, P. ve Pickering, C. (2021). Can taste be ergogenic? *European Journal of Nutrition*, 60(1), 45-54.

Bottoms, L., Hurst, H., Scriven, A., Lynch, F., Bolton, J., Vercoe, L., Shone, Z., Barry, G. ve Sinclair, J. (2014). The effect of caffeine mouth rinse on self-paced cycling performance. *Comparative Exercise Physiology*, 10(4), 239-245.

Burke, L. M. (2017). Practical Issues in Evidence-Based Use of Performance Supplements: Supplement Interactions, Repeated Use and Individual Responses. *Sports Medicine*, 47(S1), 79-100.

Burke, L. M. ve Maughan, R. J. (2015). The Governor has a sweet tooth – Mouth sensing of nutrients to enhance sports performance. *European Journal of Sport Science*, 15(1), 29-40.

Burlando, B., Verotta, L., Cornara, L. ve Bottini-Massa, E. (2010). *Herbal Principles in Cosmetics: Properties and Mechanisms of Action*.

Chester, N. ve Wojek, N. (2008). Caffeine Consumption Amongst British Athletes Following Changes to the 2004 WADA Prohibited List. *International Journal of Sports Medicine*, 29(6), 524-528.

Clark, I. ve Landolt, H. P. (2017). Coffee, caffeine, and sleep: A systematic review of epidemiological studies and randomized controlled trials. *Sleep Medicine Reviews*, 31, 70-78.

Costill, D. L., Dalsky, G. P. ve Fink, W. J. (1978). Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Medicine and science in sports*, 10(3), 155-158.

Cureton, K. J., Warren, G. L., Millard-Stafford, M. L., Wingo, J. E., Trilk, J. ve Buyckx, M. (2007). Caffeinated Sports Drink: Ergogenic Effects and Possible Mechanisms. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(1), 35-55.

da Silva, W. F., Lopes-Silva, J. P., Camati Felipe, L. J., Ferreira, G. A., Lima-Silva, A. E. ve Silva-Cavalcante, M. D. (2021). Is caffeine mouth rinsing an effective strategy to improve physical and cognitive performance? A systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(3), 438-446.

de Albuquerque Melo, A., Bastos-Silva, V. J., Arruda Moura, F., Rico Bini, R., Eduardo Lima-Silva, A. ve Gomes de Araujo, G. (2021). Caffeine mouth rinse enhances performance, fatigue tolerance and reduces muscle activity during moderate-intensity cycling. *Biology of Sport*, 38(4), 517-523.

- de Pauw, K., Roelands, B., Knaepen, K., Polfliet, M., Stiens, J. ve Meeusen, R. (2015). Effects of caffeine and maltodextrin mouth rinsing on P300, brain imaging, and cognitive performance. *Journal of Applied Physiology*, 118(6), 776-782.
- Derry, C. J., Derry, S. ve Moore, R. A. (2014). Caffeine as an analgesic adjuvant for acute pain in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(5).
- Doering, T. M., Fell, J. W., Leveritt, M. D., Desbrow, B. ve Shing, C. M. (2014). The Effect of a Caffeinated Mouth-Rinse on Endurance Cycling Time-Trial Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(1), 90-97.
- Dolan, P., Witherbee, K. E., Peterson, K. M. ve Kerksick, C. M. (2017). Effect of Carbohydrate, Caffeine, and Carbohydrate + Caffeine Mouth Rinsing on Intermittent Running Performance in Collegiate Male Lacrosse Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2473-2479.
- Figueiredo, N., Queiroz, M., Felício, F. P., Ferreira, J., Gerosa-Neto, J., Mota, J. F., da Silva, C. R., Ghedini, P. C., Saunders, B. ve Pimentel, G. D. (2021). Acute caffeine mouth rinsing does not improve 10-km running performance in CYP1A2 C-allele carriers. *Clinical Nutrition ESPEN*, 42, 93-97.
- Foskett, A., Ali, A. ve Gant, N. (2009). Caffeine Enhances Cognitive Function and Skill Performance during Simulated Soccer Activity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(4), 410-423.
- Fredholm, B. B. (1995). Adenosine, Adenosine Receptors and the Actions of Caffeine. *Pharmacology & Toxicology*, 76(2), 93-101.
- Fredholm, B. B., Bättig, K., Holmén, J., Nehlig, A. ve Zvartau, E. E. (1999). Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacological reviews*, 51(1), 83-133.
- Gam, S., Guelfi, K. J. ve Fournier, P. A. (2014). Mouth Rinsing and Ingesting a Bitter Solution Improves Sprint Cycling Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(8), 1648-1657.
- Gonzalez, A. M., Guimarães, V., Figueiredo, N., Queiroz, M., Gentil, P., Mota, J. F. ve Pimentel, G. D. (2020). Acute Caffeine Mouth Rinse Does Not Change the Hydration Status following a 10 km Run in Recreationally Trained Runners. *BioMed Research International*, 2020, 1-5.
- Grgic, J., Grgic, I., Pickering, C., Schoenfeld, B. J., Bishop, D. J. ve Pedisic, Z. (2020). Wake up and smell the coffee: caffeine supplementation and exercise performance—an umbrella review of 21 published meta-analyses. *British Journal of Sports Medicine*, 54(11), 681-688.
- Grgic, J., Mikulic, P., Schoenfeld, B. J., Bishop, D. J. ve Pedisic, Z. (2019). The Influence of Caffeine Supplementation on Resistance Exercise: A Review. *Sports Medicine*, 49(1), 17-30.
- Griffin, M. (2006). Coffee history. *Coffee Research Institute*. Available from: <http://www.coffeeresearch.org/coffee/history.htm>. Accessed 2008 Nov 15.
- Guest, N., Corey, P., Vescovi, J. ve EL-Sohemy, A. (2018). Caffeine, CYP1A2 Genotype, and Endurance Performance in Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(8), 1570-1578.
- Heckman, M. A., Weil, J. ve de Mejia, E. G. (2010). Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: A comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. *Journal of Food Science*, 75(3).
- Herman, A. ve Herman, A. P. (2013). Caffeine's Mechanisms of Action and Its Cosmetic Use. *Skin Pharmacology and Physiology*, 26(1), 8-14.
- Kamimori, G. H., Karyekar, C. S., Otterstetter, R., Cox, D. S., Balkin, T. J., Belenky, G. L. ve Eddington, N. D. (2002). The rate of absorption and relative bioavailability of caffeine administered in chewing gum versus capsules to normal healthy volunteers. *International Journal of Pharmaceutics*, 234(1-2), 159-167.
- Karayigit, R., Ali, A., Rezaei, S., Ersoz, G., Lago-Rodriguez, A., Dominguez, R. ve Naderi, A. (2021a). Effects of carbohydrate and caffeine mouth rinsing on strength, muscular endurance and cognitive performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1).
- Karayigit, R. ve Aras, D. (2021). One Week of Low or Moderate Doses of Caffeinated Coffee Consumption Does Not Induce Tolerance to The Acute Effects of Caffeine on Sprint Performance. *European Journal of Human Movement*, (47), 49-60.

- Karayigit, R., Koz, M., Sánchez-Gómez, A., Naderi, A., Yildirim, U. C., Domínguez, R. ve Gur, F. (2021b). High Dose of Caffeine Mouth Rinse Increases Resistance Training Performance in Men. *Nutrients*, 13(11), 3800.
- Karayigit, R. ve Yaşlı, B. (2017). Düşük Doz Kafeinli Kahvenin Fiziksel Olarak Aktif Erkeklerde Anaerobik Güce Etkisi. *Spormetre*. 15(4), 157-164.
- Karayigit, R., Yaşlı, B. Ç., Karabiyik, H., Koz, M. ve Ersöz, G. (2017). Effect of serial caffeine mouth rinse on wingate anaerobic performance. *Spormetre* (C. 15, Sayı 4).
- Kovacs, E. M. R., Stegen, J. H. C. H. ve Brouns, F. (1998). Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. *Journal of Applied Physiology*, 85(2), 709-715.
- Ludwig, I. A., Clifford, M. N., Lean, M. E. J., Ashihara, H. ve Crozier, A. (2014). Coffee: biochemistry and potential impact on health. *Food Funct.*, 5(8), 1695-1717.
- McLellan, T. M., Caldwell, J. A. ve Lieberman, H. R. (2016). A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71, 294-312.
- Ogawa, N. ve Ueki, H. (2007). Clinical importance of caffeine dependence and abuse. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 61(3), 263-268.
- Pallarés, J. G., Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., Muñoz, G., Muñoz-Guerra, J. ve Mora-Rodríguez, R. (2013). Neuromuscular Responses to Incremental Caffeine Doses. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(11), 2184-2192.
- Pataky, M. W., Womack, C. J., Saunders, M. J., Goffe, J. L., D'Lugos, A. C., El-Sohemy, A. ve Luden, N. D. (2016). Caffeine and 3-km cycling performance: Effects of mouth rinsing, genotype, and time of day. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 613-619.
- Pickering, C. (2019). Are caffeine's performance-enhancing effects partially driven by its bitter taste? *Medical Hypotheses*, 131, 109301.
- Pomportes, L., Brisswalter, J., Casini, L., Hays, A. ve Davranche, K. (2017). Cognitive performance enhancement induced by caffeine, carbohydrate and guarana mouth rinsing during submaximal exercise. *Nutrients*, 9(6).
- Ribeiro, J. A. ve Sebastião, A. M. (2010). Caffeine and Adenosine. *Journal of Alzheimer's Disease*, 20(s1), S3-S15. h
- Runge, F. (1820). *Anleitung zu einer bessern Zerlegungsweise der Vegetabilien durch Theorie und Versuche*. De Gruyter.
- Schmidt, B., Roberts, R. S., Davis, P., Doyle, L. W., Barrington, K. J., Ohlsson, A., Solimano, A. ve Tin, W. (2007). Long-Term Effects of Caffeine Therapy for Apnea of Prematurity. *New England Journal of Medicine*, 357(19), 1893-1902.
- Sinclair, J. ve Bottoms, L. (2015). The Effects of Carbohydrate and Caffeine Mouth Rinsing on Arm Crank Time-Trial Performance. *Journal of Sports Research*, 1(2), 34-44.
- Smith, A. (2002). Effects of caffeine on human behavior. *Food and Chemical Toxicology*, 40(9), 1243-1255.
- Spriet, L. L. (2014). Exercise and Sport Performance with Low Doses of Caffeine. *Sports Medicine*, 44(S2), 175-184.
- Stevens, C.J. ve Best, R. Menthol: A Fresh Ergogenic Aid for Athletic Performance. *Sports Med* 47, 1035–1042 (2017).
- Stuart, G. R., Hopkins, W. G., Cook, C. ve Cairns, S. P. (2005). Multiple Effects of Caffeine on Simulated High-Intensity Team-Sport Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11), 1998-2005.
- Toktaş, N., Balçl, C., Demirörs, R., Yalçıner, S. ve Alparslan Erman, K. (2022). Acute caffeine mouth rinse does not affect attention and hand-eye coordination in recreationally active adults. *Biomedical Human Kinetics*, 14(1), 211-219.
- Trexler, E. T., ve Smith-Ryan, A. E. (2015). Creatine and Caffeine: Considerations for Concurrent Supplementation. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(6), 607-623.

van Dam, R. M., Hu, F. B., ve Willett, W. C. (2020). Coffee, Caffeine, and Health. *New England Journal of Medicine*, 383(4), 369-378.

Virdinli, S. G., Kutlay, E., Yuzbasioglu, Y., Vollaard, N. B. J. ve Rudarli Nalcakan, G. (2022). The effect of mouth rinsing with different concentrations of caffeine solutions on reaction time. *Journal of Sports Sciences*, 40(8), 928-933.

Warren, G. L., Park, N. D., Maresca, R. D., Mckibans, K. I. ve Millard-Stafford, M. L. (2010). Effect of Caffeine Ingestion on Muscular Strength and Endurance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(7), 1375-1387.

Wickham, K. A. ve Spriet, L. L. (2018). Administration of Caffeine in Alternate Forms. *Sports Medicine*, 48(S1), 79-91.

Wilk, M., Krzysztofik, M., Filip, A., Zajac, A. ve del Coso, J. (2019). The Effects of High Doses of Caffeine on Maximal Strength and Muscular Endurance in Athletes Habituated to Caffeine. *Nutrients*, 11(8), 1912.