



**Doğu
Akdeniz
Üniversitesi**

**Eastern
Mediterranean
University**



**Sağlık Bilimleri
Fakültesi**
Faculty of Health
Sciences

e-ISSN:

EMU J. Health Sci. 2026:1(1)

DAÜ SAĞLIK BİLİMLERİ DERGİSİ

EMU Journal of Health Sciences





e-ISSN

**Doğu
Akdeniz
Üniversitesi**

**Eastern
Mediterranean
University**



**Sağlık Bilimleri
Fakültesi
Faculty of Health
Sciences**

EMU J.Health Sci. 2026:1(1)

DAÜ Sağlık Bilimleri Dergisi EMU Journal of Health Sciences

Baş Editör/Editor in Chief

Dr.Mehtap Malkoç

Editör/Editor

Dr.Mitat Koz

Editör Yardımcıları/ Associate Editors

Dr.Ceren Gezer

Dr.Gülten Sucu Dağ

Yayın Danışma Kurulu /Publication Advisory Board

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon/ Physiotherapy and Rehabilitation

Dr.Mehtap Malkoç, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Emine Handan Tüzün, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Inci Yüksel, Girne Amerikan Üniversitesi, KKTC
Dr.Ender Angın, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Berkiye Kırmızıgıl, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Gözde İyigün Mas, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Yasin Yurt, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Zehra Topçu, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Sevim Öksüz, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Ünal Değer, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.İlker Yatar, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Özde Depreli, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Gül Baltacı, İstanbul Atlas Üniversitesi, Türkiye
Dr.Yavuz Yakut, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Türkiye
Dr.Nur Tunalı Van Den Berg, Medipol Üniversitesi, Türkiye

Beslenme ve Diyetetik/ Nutrition and Dietetics

Dr.Emine Akal Yıldız, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Serap Kabaran, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Tevhide Ziver, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Gözde Okburan, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Asiye Yeter Güngör, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Sema Erge, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Fatma Hülyam Eren, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Nezire İnce, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Müjgan Öztürk, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Begüm Harmancıoğlu, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr. Efsun Karabudak, Sanko Üniversitesi, Türkiye
Dr. Habibe Şahin, Erciyes Üniversitesi, Türkiye
Dr. Hülya Gökmen Özel, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye
Dr. Murat Baş, Acıbadem Üniversitesi, Türkiye
Dr. Saniye Bilici, Gazi Üniversitesi, Türkiye
Dr. Zehra Büyüktuncer Demirel, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye

Dr. Ezgi Bellikci Koyu, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Türkiye
Dr. Esra Bozbaş, Exeter University, İngiltere
Dr. Dominika Guzek, Warshaw University of Life Sciences, Polonya

Hemşirelik/ Nursing

Dr.Sevinc Taştan, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Hatice Bebiş, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Halise Coşkun, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Hülya Fırat Kılıç, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Rojjin Mamuk, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Arzu Abıç, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Seda Cevheroğlu, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Handan Sezgin, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Memnun Seven, University Of Massachusetts, MA,USA
Dr.Isil Isik Andsoy,University Of Saskatchewanii, Canada
Dr.Hülya Uçar, Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Türkiye
Dr.Leyla Khorshid, Ege Üniversitesi, Türkiye
Dr.Hicran Aydın Bektaş, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Dr.Hatice Ayhan, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Türkiye
Dr.Serap Balcı, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Türkiye
Dr.Nezih Kızılkaya Beji, Biruni Üniversitesi, Türkiye
Dr.Sergül Duygulu, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye
Dr.Emine Türkmen, İstinye Üniversitesi, Türkiye
Dr.Medine Yılmaz, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Türkiye
Dr.Yasemin Kutlu, Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Türkiye

Egzersiz ve Spor Bilimleri/ Exercise and Sports Sciences

Dr.Can Jeffry Roy Chauchat, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Umut Nalbant, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC
Dr.Cengiz Akalan, Ankara Üniversitesi, Türkiye
Dr.Bülent Gürbüz, Ankara Üniversitesi, Türkiye
Dr.Funda Koçak, Ankara Üniversitesi, Türkiye
Dr.Ali Kızılet, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Türkiye
Dr.Antonino Bianco, Palermo Üniversitesi, Türkiye

İletişim Adresi/ Contact Information

Doğu Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi,
İbn-i Sina Caddesi, Gazimağusa, 99628, Kuzey Kıbrıs, Mersin 10, Türkiye
Tel: +90 392 630 1124 **E-Mail:** emuhealthjournal@emu.edu.tr

Açık erişimli Uluslararası Hakemli Dergi/An International Open Access Peer-Reviewed Journal
DAÜ Sağlık Bilimleri Dergisi/EMU Journal of Health Sciences

<https://ojs.emu.edu.tr/index.php/jhs>



Editörden

- 1 Başlarken
Mehtap Malkoç
- 3 Doğu Akdeniz'de Sağlık Bilimleri Araştırmaları İçin Bir Vizyon
Mitat Koz

Orijinal Araştırma Makalesi

- 7 Obez Ergenlerde Vücut Yapısı, Postür ve Egzersiz Kapasitesi Arasındaki İlişkiler
Ayşe Ş. Kaya, Zehra Güçhan Topcu
- 20 Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Öğrencilerinin Öğrenim Süreçlerinde Yapay Zekâ Araçlarını Kullanma Alışkanlıklarının İncelenmesi
Ufuk Baloğlu, Yasin Yurt
- 29 Hastanede Yatan Pediatrik Hastalarda Malnütrisyon Riski: Beslenme Durumu ve Antropometrik Ölçümler ile İlişkisi
Begüm Harmancıoğlu, Müjgan Öztürk
- 47 Kadın Sağlık Bilimleri Öğrencilerinde Bozulmuş Yeme Davranışları ve Diyet Kalitesinin Ortoreksiya Nervosa Üzerindeki Etkisi
Ceyda Durmaz, Ceren Gezer

Derleme Makale

- 58 İştah, Besin Alımı ve Ağırlık Artışında Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubunun Etkileri
Seray Kabaran



Editorial

- 1 Getting Started

Mehtap Malkoç

- 3 A Vision for Health Sciences Research in the Eastern Mediterranean

Mitat Koz

Original Research Article

- 7 Associations Between Body Composition, Posture, and Aerobic Capacity in Obese Adolescents

Ayşe Ş. Kaya, Zehra Güçhan Topcu

- 20 An Investigation of Physical Therapy and Rehabilitation Students' Habits of Using Artificial Intelligence Tools in Their Learning Processes

Ufuk Baloğlu, Yasin Yurt

- 29 Malnutrition Risk in Hospitalized Pediatric Patients: Its Relationship with Nutritional Status and Anthropometric Measurements

Begüm Harmancıoğlu, Müjgan Öztürk

- 47 Effects of Disordered Eating Behaviors and Diet Quality on Orthorexia Nervosa in Female Health Sciences Students

Ceyda Durmaz, Ceren Gezer

Review Article

- 58 The Effects of High-Fructose Corn Syrup on Appetite, Food Intake and Weight Gain

Seray Kabaran



EMU Journal of Health Sciences DAÜ Sağlık Bilimleri Dergisi



Editörden/ Editorial

Başlarken...

Sayın Meslektaşlarımız, Değerli Araştırmacılar,

Doğu Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi bünyesinde yayımlanan DAÜ Sağlık Bilimleri Dergisi'nin ilk sayısını sizlerle buluşturmanın gururunu ve heyecanını yaşamaktayız. Sağlık biliminin farklı disiplinlerini ortak bir bilimsel zeminde buluşturmayı amaçlayan dergimiz; bilgi üretimini destekleyen, akademik paylaşımı güçlendiren ve bilimsel gelişime katkı sunan önemli bir platform olma hedefiyle yayın hayatına başlamaktadır.

Sağlık bilimleri; sürekli gelişen, multidisipliner yaklaşımı zorunlu kılan ve insan yaşamına doğrudan dokunan dinamik bir alandır. Bu nedenle bilimsel araştırmaların desteklenmesi, nitelikli akademik üretimin görünür kılınması ve genç araştırmacıların teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır. Dergimizin temel amacı; fizyoterapi ve rehabilitasyon, hemşirelik, beslenme ve diyetetik, egzersiz ve spor bilimleri başta olmak üzere sağlık biliminin farklı alanlarında yürütülen özgün çalışmaları bilim dünyasıyla buluşturarak ulusal ve uluslararası akademik etkileşime katkı sağlamaktır.

İlk sayımızın yayımlanması yalnızca bir başlangıç değil; aynı zamanda fakültemizin bilimsel vizyonunun, akademik üretkenliğinin ve kalite anlayışının önemli bir göstergesidir. Bu süreçte büyük bir özveriyle çalışan editörümüz Prof. Dr. Mitat Koz'a, yardımcı editörlerimiz Prof. Dr. Ceren Gezer ve Prof. Dr. Gülten Sucu Dağ'a, farklı disiplinlerden katkı sunan değerli danışma kurulu üyelerimize, hakemlerimize ve yazarlarımıza en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Dergimizin oluşum sürecine katkı sağlayan her bir akademisyenimizin emeği, bu bilimsel platformun temel taşlarını oluşturmuştur.

Bilimsel düşüncenin ışığında ilerleyen, etik değerlere bağlı, yenilikçi ve paylaşımcı bir yayın anlayışıyla dergimizin uzun yıllar boyunca sağlık bilimleri alanına değerli katkılar sunacağına yürekten inanıyorum. Açık erişim ve hakemli yayın anlayışıyla yola çıkan EMU Journal of Health Sciences'ın, gelecekte uluslararası bilimsel görünürlüğü yüksek, saygın bir akademik yayın haline geleceğine olan inancımız tamdır.

İlk sayımızın bilim dünyasına hayırlı olmasını diliyorum; dergimizin tüm araştırmacılar için ilham veren, üretken ve saygın bir akademik platform olmasını temenni ediyorum.

Prof. Dr. Mehtap Malkoç
Baş Editör

Getting Started

Dear Colleagues, Distinguished Researchers,

It is with great pride and excitement that we present the inaugural issue of the EMU Journal of Health Sciences, published under the auspices of Eastern Mediterranean University Faculty of Health Sciences. Our journal embarks on its publication journey with the aim of creating a scientific platform that brings together diverse disciplines within the health sciences, supports the production of knowledge, strengthens academic collaboration, and contributes to scientific advancement at both national and international levels.

Health sciences represent a dynamic and continuously evolving field that requires interdisciplinary collaboration and directly impacts human life and well-being. In this context, supporting scientific research, increasing the visibility of high-quality academic work, and encouraging young researchers are of utmost importance. The primary mission of our journal is to disseminate original studies conducted in various areas of health sciences — including physiotherapy and rehabilitation, nursing, nutrition and dietetics, exercise and sports sciences, and related disciplines — while fostering scientific communication and academic interaction across borders.

The publication of our first issue marks not only the beginning of a new academic journal, but also a significant milestone reflecting the scientific vision, academic productivity, and quality-oriented approach of our faculty. I would like to extend my sincere gratitude to our Editor, Prof. Dr. Mitat Koz; our Associate Editors, Prof. Dr. Ceren Gezer and Prof. Dr. Gülten Sucu Dağ; our esteemed editorial board members from various disciplines, our reviewers, and all contributing authors for their invaluable efforts and dedication throughout this process. The commitment and collaboration of each academic contributor have laid the foundation of this scientific platform.

I firmly believe that, guided by scientific integrity, ethical values, innovation, and a spirit of collaboration, our journal will make meaningful and lasting contributions to the field of health sciences. As an open-access and peer-reviewed journal, the EMU Journal of Health Sciences aspires to become a respected and internationally recognized academic publication with strong scientific visibility in the years ahead. I sincerely hope that this inaugural issue will be beneficial to the scientific community and that our journal will serve as an inspiring, productive, and prestigious academic platform for researchers worldwide.

Prof. Dr. Mehtap Malkoç
Editor-in-Chief



EMU Journal of Health Sciences DAÜ Sağlık Bilimleri Dergisi



Editörden/ Editorial

Doğu Akdeniz'de Sağlık Bilimleri Araştırmaları İçin Bir Vizyon

Tarihi bir kavşakta doğan dergi...

Doğu Akdeniz Üniversitesi (DAÜ) Sağlık Bilimleri Dergisi'nin ilk sayısını büyük bir gurur ve derin bir sorumluluk duygusuyla yayınlıyoruz. Bu yayın, yalnızca yeni bir akademik yayın platformu olarak değil, dünyanın tarihsel ve kültürel açıdan en önemli bölgelerinden birinde köklenen sağlık bilimleri bilgisinin gelişimine anlamlı katkılar sunma taahhüdü olarak hayat bulmaktadır.

1979 yılında Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs'ta kurulan Doğu Akdeniz Üniversitesi, Doğu Akdeniz havzasının uluslararası üniversitelerinden biri konumuna gelmiştir; 100'den fazla ülkeden öğrenci ve akademisyen ağırlamaktadır. Bu kozmopolit yapı tesadüfi değildir — bölgenin yüzyıllardır halkların, fikirlerin ve şifa geleneklerinin buluşma noktası olma rolünün doğrudan bir yansımasıdır. Sağlık bilimlerinin genişliğini ve karmaşıklığını kucaklayan bir dergiye ev sahipliği yapması bakımından DAÜ'yü ideal kılan da tam olarak bu çeşitliliktir.

Disiplinlerarası sağlık araştırmaları için gerekçe...

Günümüzün sağlık sorunları mevcut akademik disiplinlerin sınırlarını zorlamaktadır. Bulaşıcı olmayan hastalıkların yükü, siyasi, ekonomik ve iklim kaynaklı göçlerin beraberinde getirdiği sağlık sonuçları, ruh sağlığı bozukluklarının artan yaygınlığı ve sağlık erişimindeki kalıcı eşitsizlikler — tüm bunlar sağlık bilimleri, sosyal bilimler, kamu politikası, çevre bilimleri ve davranış psikolojisini bir araya getiren yanıtlar gerektirmektedir. Kendisini tek bir disiplinle sınırlayan bir dergi, çağımızın sorunlarına yeterince yanıt veremez.

Bu nedenle **DAÜ Sağlık Bilimleri Dergisi**, bünyesinde hemşirelik, fizyoterapi, beslenme ve diyetetik, egzersiz ve spor bilimleri ile sağlık yönetimi programlarını barındıran DAÜ Sağlık Bilimleri Fakültesinin ev sahipliğinde, disiplinlerarası bir akademik yayın platformu olarak tasarlanmıştır. Bu alanlardaki özgün araştırmaları, sistematik derlemeleri, olgu sunumlarını ve yorumları yayımlamaktan memnuniyet duyacağımızı belirtmek isteriz.

Doğu Akdeniz küresel sağlık açısından önemlidir...

Kıbrıs, Türkiye, Lübnan, Suriye, Ürdün, İsrail ve Filistin toprakları, Mısır, Libya ve komşu ülkeleri kapsayan Doğu Akdeniz bölgesi, 700 milyondan fazla insana ev sahipliği yapmakta ve küresel sağlık açısından stratejik bir konumda bulunmaktadır. Olağanüstü biyoçeşitliliğe, zengin hidrokarbon kaynaklarına ve köklü tarımsal mirasa sahip bu bölge; şiddetli su kıtlığı, hızlı kentleşme, devam eden çatışmalar ve önemli mülteci nüfuslarıyla da karşı karşıyadır.

Bununla birlikte, Doğu Akdeniz'de ve bu bölge hakkında üretilen araştırmalar küresel literatürde hâlâ yeterince temsil edilmemektedir. Bu dengesizliği gidermek dergimizin temel hedeflerinden biridir — bölgesel bir dar görüşlülüğe kapanarak değil, yerel bağlama dayalı bilginin evrensel bir öneme sahip olduğunu savunarak.

Akademik topluluk için bir davet...

DAÜ Sağlık Bilimleri Dergisi bu bölgede bilimin gelişimine ve bölge insanlarının sağlığına adanmış bir dergi olma hedefindedir. Dergimiz titiz ve şeffaf bir hakem değerlendirme sürecine, açık ve erişilebilir bir akademik anlayışa sahiptir. Uluslararası yayın ve danışma kurulu her geçen gün çeşitlenerek büyümeye devam etmektedir. Tüm sağlık bilimleri profesyonellerini, araştırmacıları, klinisyenleri, halk sağlığı uzmanlarını ve sosyal bilimcileri bu dergiyi çalışmalarının yuvası olarak benimsemeye davet ediyoruz.

Prof. Dr. Mitat Koz
Editör

A Vision for Health Sciences Research in the Eastern Mediterranean

A journal born at a historic crossroads...

It is with great pride and a deep sense of responsibility that we publish the first issue of the Eastern Mediterranean University (EMU) Journal of Health Sciences. This publication comes to life not merely as a new academic publishing platform, but as a commitment to making meaningful contributions to the development of health sciences knowledge rooted in one of the world's most historically and culturally significant regions.

Founded in 1979 in Gazimağusa, Northern Cyprus, the Eastern Mediterranean University has established itself as one of the international universities of the Eastern Mediterranean basin, hosting students and academics from over 100 countries. This cosmopolitan structure is no coincidence — it is a direct reflection of the region's role as a meeting point for people, ideas, and healing traditions for centuries. It is precisely this diversity that makes EMU the ideal home for a journal that embraces the breadth and complexity of the health sciences.

The rationale for interdisciplinary health research...

Today's health challenges are pushing the boundaries of existing academic disciplines. The burden of non-communicable diseases, the health consequences of political, economic, and climate-driven migration, the increasing prevalence of mental health disorders, and persistent inequalities in healthcare access — all these require responses that bring together health sciences, social sciences, public policy, environmental sciences and behavioural psychology. A journal that confines itself to a single discipline cannot adequately address the challenges of our time.

For this reason, the **EMU Journal of Health Sciences**, hosted by the Eastern Mediterranean University Faculty of Health Sciences—which encompasses programmes in nursing, physiotherapy, nutrition and dietetics, exercise and sports sciences, and health management—has been designed as an interdisciplinary academic publishing platform. We would like to state that we look forward to publishing original research, systematic reviews, case reports and commentaries in these fields.

The Eastern Mediterranean is important from a global health perspective...

The Eastern Mediterranean region, encompassing Cyprus, Turkey, Lebanon, Syria, Jordan, Israel and the Palestinian territories, Egypt, Libya and neighbouring countries, is home to over 700 million people and occupies a strategic position in terms of global health. Possessing extraordinary biodiversity, rich hydrocarbon resources and a deep-rooted agricultural heritage, this region also faces severe water scarcity, rapid urbanisation, ongoing conflicts and significant refugee populations.

However, research conducted in the Eastern Mediterranean and on this region remains under-represented in the global literature. Addressing this imbalance is one of our journal's core objectives — not by retreating into regional insularity, but by advocating that knowledge grounded in local contexts holds universal significance.

An invitation to the academic community...

EMU Journal of Health Sciences aims to be a journal dedicated to the advancement of science in this region and the health of its people. Our journal adheres to a rigorous and transparent peer-review process and upholds an open and accessible academic ethos. Our international editorial and advisory board continues to grow and diversify with each passing day. We invite all health sciences professionals, researchers, clinicians, public health specialists and social scientists to embrace this journal as a home for their work.

Prof. Dr. Mitat Koz
Editor



Original Research Article/Orijinal Araştırma Makalesi

Associations Between Body Composition, Posture, and Aerobic Capacity in Obese Adolescents

Ayşe Ş. Kaya, Zehra Güçhan Topcu

Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Famagusta, North Cyprus, Mersin 10 Türkiye

Abstract

Aim: The aim of our study is to investigate the relationships among body composition, posture and aerobic capacity in obese adolescents.

Materials and Methods: A total of 93 obese adolescents aged 11 to 14, 49 female and 44 male, were included in the study. Body Mass Index (BMI), Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) (with Tanita BC601) and waist circumference measurements were performed for the children's body compositions. For biomechanical variables, lumbar lordosis angle (flexiruler) and forward head posture were measured. Foot Posture Index (API-6) was used for foot biomechanics. Aerobic capacity was measured using the Cooper Test. Heart rate was recorded before and after the test. SPSS 19 statistical software was used for statistical analysis (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY).

Results: As a result, it was determined that there was a positive relationship between body fat percentage and lumbar lordosis angle and heart rate, and a negative relationship between head anterior tilt angle, aerobic capacity and correct posture ($p<0.05$). There was a positive correlation between BMI value and lumbar lordosis angle and heart rate, and a negative correlation between postural smoothness and aerobik capacity ($p<0.05$). As the percentile values of adolescents increase, lordosis angle and postural problems increase and aerobic capacity decreases ($p<0.05$).

Conclusion: In conclusion, higher adiposity in obese adolescents is linked to poorer posture and reduced aerobic capacity. So obesity management requires a holistic approach that considers not only body composition but also postural assessment and aerobic capacity.

Keywords: aerobic capacity, body composition, posture

Obez Ergenlerde Vücut Yapısı, Postür ve Egzersiz Kapasitesi Arasındaki İlişkiler

Özet

Amaç: Çalışmamızın amacı obez adölesanlarda vücut kompozisyonu, postür ve aerobik kapasite arasındaki ilişkileri araştırmaktır.

Materyal ve Metod: Yaşları 11 ile 14 arasında olan 49 kız ve 44 erkek olmak üzere toplamda 93 obez adölesan çalışmaya dahil edildi. Çocukların vücut kompozisyonu için Beden Kütle İndeksi (BKİ), Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA) (Tanita BC601 ile) ve bel çevresi ölçümleri yapıldı. Postürdeki biyomekanik değişkenler için lumbal lordoz açısı (fleksiruler ile) ve başın öne tili ölçüldü. Ayak biyomekaniği için ise ayak postür indeksi (API-6) kullanıldı. Aerobik kapasite ölçümü Cooper Testi ile yapıldı. Test öncesi ve sonrası kalp atım hızı kaydedildi. İstatistiksel analiz için SPSS 19 istatistik yazılımı kullanıldı (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY).

Bulgular: Sonuç olarak vücut yağ yüzdesi ile lumbal lordoz açısı, kalp atım hızı arasında pozitif yönlü, başın anterior tilt açısı, aerobik kapasite, postüral düzgünlük arasında negatif yönlü ilişki olduğu tespit edildi ($p<0,05$). BKİ değeri ile lumbal lordoz açısı, kalp atım hızı arasında pozitif yönlü, postüral düzgünlük, aerobik kapasite arasında negatif yönlü ilişki tespit edildi ($p<0,05$). Adölesanların persentil değerleri arttıkça lordoz açısı ile postüral problemler artmakta ve aerobik kapasite azalmaktaydı ($p<0,05$).

Sonuç: Sonuç olarak, obez ergenlerdeki yüksek yağ oranı, daha kötü duruş ve azalmış aerobik kapasitesiyle ilişkilidir. Bu nedenle obezite yönetimi, yalnızca vücut kompozisyonunu değil, aynı zamanda duruş değerlendirmesini ve aerobik kapasitesini de dikkate alan bütüncül bir yaklaşım gerektirir.

Anahtar Kelimeler: aerobik kapasite, vücut kompozisyonu, postür

Introduction

Childhood and adolescent obesity has rapidly become a growing global epidemic.¹ As the duration and severity of obesity increase in children and adolescents, complications tend to occur earlier and with greater frequency. Early detection of metabolic and cardiovascular disorders in obese children and adolescents is essential for preventing potential long-term complications.²

During adolescence, obesity becomes more complex with the involvement of psychosocial problems and is associated with various additional health issues.³ It has been reported that as physical well-being deteriorates in overweight and obese children, their quality of life declines accordingly.⁴ Adolescent obesity requires early diagnosis and intervention to prevent the progression to cardiometabolic diseases in adulthood. Nevertheless, the prevalence of undiagnosed comorbidities remains high among obese individuals at a young age. A study conducted in New Zealand involving obese adolescents reported that 40% of participants had undiagnosed metabolic syndrome, with a prevalence twice as high in males compared to females. Dyslipidemia was identified in 69% of participants, more than half had prediabetes, and 31% had hypertension. Furthermore, the risk of metabolic syndrome was shown to increase with the severity of obesity.⁵

Obesity is known to be associated with impaired posture and hyperlordosis. It has been reported that hyperlordosis increases with rising body mass index (BMI) in adolescents.⁶ Significant relationships have been identified between postural subtypes and BMI, body weight, height, and sex. Adolescents without a neutral posture experience more back pain compared to

those with a neutral posture, suggesting that an increase in neutral thoracolumbopelvic alignment is associated with a reduction in back pain.⁷ Obesity has also been shown to negatively affect the development of the longitudinal arch in adolescents, leading to pes planus and increased plantar pressure, which are among the commonly observed postural problems.^{8,9}

Although VO_2peak does not appear to be directly associated with fat mass, obesity is well recognized as a risk factor for cardiovascular diseases. Moreover, obesity is currently defined as a chronic inflammatory disease, inevitably affecting the vascular system. Cardiovascular impairments may reduce oxygen delivery and consequently compromise aerobic performance.¹⁰

For these reasons, identifying the interrelationships among obesity-related complications during adolescence is expected to guide both preventive strategies and therapeutic interventions. Accordingly, the aim of this study is to determine the relationships among body composition, posture, and aerobic capacity in obese adolescents.

Materials and Methods

Participants

This study was conducted among voluntary students aged 11–14 years who were living in Türkiye and attending schools in the Afşin district of Kahramanmaraş province, with a body mass index (BMI) percentile of 95 or above. A statistical power analysis was performed to determine the required sample size. Based on the study by Ostojic et al. (2011), entitled “Correlation between Fitness and Fatness in 6–14-Year-Old Serbian School Children”, the effect size for the relationship between VO_2peak and body fat percentage was reported to be high. Accordingly, assuming an effect size of 0.40, an alpha level of 0.05, and a statistical power of 95% ($1-\beta = 0.95$), the minimum required sample size was calculated as 63 participants using G*Power software version 3.1.9.2.¹¹

Adolescents aged 11–14 years with BMI percentile values of 95 or higher and a physician’s report confirming their suitability for participation in the planned assessments were included in the study. Exclusion criteria comprised the presence of orthopedic or neurological conditions that could contraindicate aerobic testing; chronic and/or congenital diseases such as diabetes or asthma; participation in a diet program within the previous three months;¹² and engagement in professional physical activity during the previous three months.¹³

After obtaining permission from the Ministry of Education, informed consent forms were distributed to approximately 350 students from four different secondary schools. The students were screened, and the families of eligible participants were contacted. The purpose of the study was explained both to the parents and to the participants. Participants were scheduled during the second or third lecture period of the day (09:00–10:00 a.m.). After providing informed consent, they were instructed in advance to consume breakfast, avoid being excessively full, maintain adequate hydration on the day of testing, and wear comfortable clothing suitable for walking and running.

Initially, height and body weight measurements were obtained from 240 children whose parents provided written informed consent, and body mass index (BMI) was calculated. Families were requested to obtain medical clearance reports from their physicians. After the reports were received, the date and time for assessments were scheduled. Participants were instructed to attend the assessment session wearing appropriate clothing and sports shoes.

Among the students whose BMI percentile values were ≥ 95 th percentile, measurements were performed on 100 adolescents. Seven participants were excluded. A total of 93 adolescents were included.

This study was approved by the Eastern Mediterranean University Health Ethics Subcommittee with decision number 2019-0018 dated 21.02.2019. Written informed consent

was obtained from the parents or legal guardians of all participating children.

After recording sociodemographic information, body composition was assessed using body mass index, waist circumference measurement, and body component analysis via bioelectrical impedance analysis (BIA). A body composition analyzer (Tanita BC601) was used for this purpose. To evaluate postural abnormalities, the craniovertebral angle was measured to assess anterior head tilt, and lumbar lordosis was measured using a flexicurve ruler. Foot biomechanics were evaluated using the Foot Posture Index, and aerobic capacity was determined using the Cooper test. Prior to data collection, participants were informed about the measurement procedures, the devices and instruments to be used were introduced, and the test protocol of aerobic capacity was explained.

Sociodemographic Information

Participants' age, gender, and presence of a diagnosed illness were recorded.

Body Composition

Waist Circumference

The measurement was taken using a tape measure at the narrowest point between the iliac crest and the subcostal region while the participant was standing in a relaxed and loose position with arms at the sides and feet together.¹⁴

Body Mass Index

Body mass index (BMI=kg/m²) was calculated by recording the participants' body weight (kg) and height (in m). Height was measured with a standard tape measure fixed to the wall, and body weight was measured using a Tanita BC601 device. The child's date of birth, height, and gender were recorded in the software used. Since BMI is affected by age and gender factors, percentage values were determined according to the percentile tables of the World Health Organization's body mass index and recorded as $\geq 95\%$, $>97\%$, and $>99\%$.¹⁵

Bioelectrical Impedance Analysis

Participants' body fat percentage (%), weight, and body mass index were determined using a BIA device (Tanita BC601). Students were asked to remove any metal objects and stand barefoot on the device. Their heels and toes were positioned to fully contact the metal points on the device, while their hands gripped the electrodes. They remained motionless until the warning sound was heard. The results were recorded using software.¹⁶

Biomechanical Measurements

Anterior Head Tilt

To determine the anterior head tilt angle, the craniovertebral angle was measured using photographic analysis. Participants were instructed to stand upright, and a lateral photograph was taken. In the captured image, the spinous process of the C7 vertebra and the tragus were marked. The angle formed between the line connecting these two anatomical landmarks and the horizontal plane was recorded as the craniovertebral angle.¹⁷

Lumbar Lordosis Angle

A 50-cm flexible ruler (flexicurve) was used to assess the lumbar lordosis angle. The spinous processes of the S2 and L1 vertebrae were identified and marked as reference points. The flexicurve was positioned along the lumbar region, and the contour was traced. The angle was calculated using the following formula and recorded accordingly:¹⁸ The lordosis angle was calculated using the formula: Lordosis angle = $4 \times \arctan (2H / L)$, where L represents the linear distance between the upper and lower reference vertebrae, and H represents the maximum perpendicular distance from the apex of the curvature to the line connecting these vertebrae).

Foot Biomechanics

Foot biomechanics were evaluated using the Foot Posture Index-6 (FPI-6). Six criteria related to the rearfoot and forefoot were assessed while the child was in both standing and

sitting relaxed positions. Rearfoot assessment included palpation of the talar head, observation of the curvature above and below the lateral malleolus, and evaluation of calcaneal inversion/eversion. Forefoot assessment included bulging in the talonavicular joint region, medial longitudinal arch (MLA) structure, and forefoot abduction/adduction relative to the rearfoot.¹⁹

Each criterion was scored on a scale ranging from -2 to +2. Total scores ranged from -12 to +12 for both the right and left feet and were recorded separately for sitting and standing positions. According to the index classification, scores between -5 and -12 indicate high supination, -1 to -4 indicate supination, 0 to +5 indicate normal posture, +6 to +9 indicate pronation, and $\geq +10$ indicate high pronation. A cut-off value of +6 was used for pes planus, with increasing scores reflecting greater reduction in the medial longitudinal arch.¹⁹

Aerobic Capacity

Aerobic capacity was assessed using the Cooper test, originally derived from Balke's 15-minute run test (1963) and later adapted by Dr. Kenneth Cooper into 12-minute and 1.5-mile versions. Heart rate was measured before and immediately after the test. The test protocol was explained to each participant in an age-appropriate manner. At the start signal, participants were instructed to run or walk as far as possible within 12 minutes. At the end signal, the nearest 100-m mark reached by the participant was recorded. Total running distance was entered into the formula to calculate VO_{2peak} .²⁰

$$VO_{2peak} = (\text{Distance covered (m)} - 504.9) / 44.73$$

Statistical Analysis

Statistical analysis of research data was performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 25.0 software. Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests were used to determine whether the data were normally distributed. The result was $p < 0.05$, indicating that the data did not conform to a normal distribution. Therefore, non-parametric hypothesis tests were used in the study. Spearman's test was used for correlation tests.

The Kruskal-Wallis H test was used to compare anterior head tilt, lumbar lordosis angle, API scores, aerobic capacity, distance taken in the Cooper test, and heart rate values according to the body mass index percentile values of adolescents. In the study, descriptive statistics for continuous variables were presented as mean $\pm$ standard deviation, median, and categorical variables as number and percentage.

A significance level of $p < 0.05$ was selected.

Results

After obtaining permission from the Ministry of Education, informed consent forms were distributed to approximately 350 students from four different secondary schools. The students were screened, and the families of eligible participants were contacted. The purpose of the study was explained both to the parents and to the participants.

Initially, height and body weight measurements were obtained from 240 children whose parents provided written informed consent, and body mass index (BMI) was calculated. Families were requested to obtain medical clearance reports from their physicians. After the reports were received, the date and time for assessments were scheduled. Participants were instructed to attend the assessment session wearing appropriate clothing and sports shoes.

Among the students whose BMI percentile values were ≥ 95 th percentile, measurements were performed on 100 adolescents. Seven participants were excluded. A total of 93 adolescents were included.

Table 1. Demographic and Anthropometric Characteristics of Adolescents (n=93).

	Numer (n)	Percent (%)	
Gender			
Female	49	52.69	
Male	44	47.31	
Years			
11	33	35.48	
12	25	26.88	
13	19	20.43	
14	16	17.20	
	$\bar{x} \pm s$ (95% CI)	Min-Max	Median
Height (cm)	157.29 $\pm$ 7.43 (155.76–158.82)	142–175	158
Body Weight (kg)	67.18 $\pm$ 9.96 (65.13–69.24)	47.3–92.8	66.1
BMI (kg/m²)	27.15 $\pm$ 2.84 (26.56–27.73)	22.5–36.6	26.6
Body Fat (%)	34.29 $\pm$ 5.94 (33.07–35.52)	18–49.9	34.8
Waist Circumference (cm)	88.01 $\pm$ 7.30 (86.51–89.52)	72–110	87

Table 1 presents the demographic characteristics and body composition parameters of the participants. The mean height of the adolescents was 157.29 ± 7.43 cm, mean body weight was 67.18 ± 9.96 kg, mean BMI was 27.15 ± 2.84 kg/m², mean body fat percentage was $34.29 \pm 5.94\%$, and mean waist circumference was 88.01 ± 7.30 cm (Table 1).

It was determined that 21.5% of the adolescents had BMI percentile values >95th percentile, 41.9% had values >97th percentile, and 36.6% had values >99th percentile (Figure 1).

Descriptive statistics of head anterior tilt angle, lumbar lordosis angle, Foot Posture Index (FPI-6), aerobic capacity, total running distance, and heart rate values are presented in Table 2.

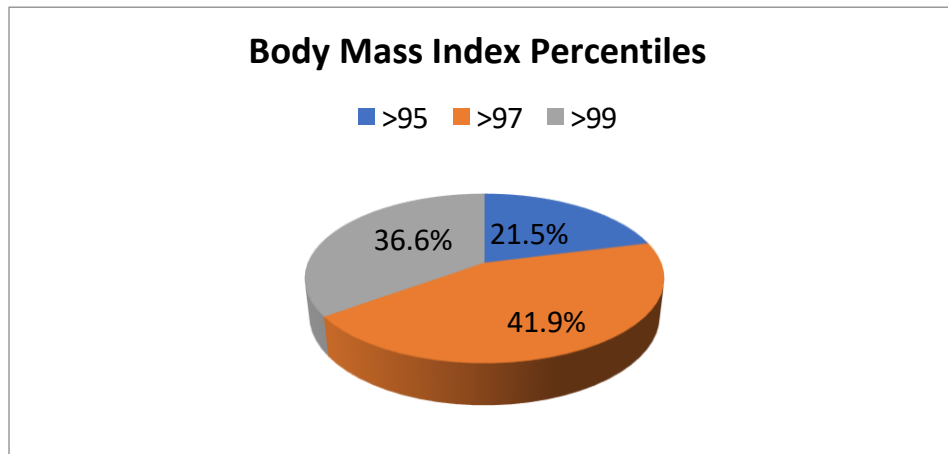


Figure 1. Body mass index percentiles of the adolescents

Table 2. Postural, Aerobic and Cardiovascular Parameters (n=93)

	n	$\bar{x} \pm s$ (95% CI)	Min-Max	Median
Head Anterior Tilt Angle (°)	93	44.80 ± 4.58 (43.85–45.74)	35 - 58	45
Lumbar Lordosis Angle (°)	93	79.09 ± 17.01 (75.58–82.59)	42.56 – 144.8	77.16
Foot Posture Index left (sitting)	93	3.04 ± 1.98 (2.63–3.45)	0 - 8	3
Foot Posture Index right (sitting)	93	3.18 ± 1.99 (2.77–3.59)	0 - 8	3
Foot Posture Index left (standing)	93	5.17 ± 2.12 (4.73–5.61)	0 - 10	5
Foot Posture Index right (standing)	93	5.32 ± 2.09 (4.89–5.75)	0 - 10	6
Cooper Test Distance (m)	93	1404.78 ± 265.60 (1350.09–1459.48)	1000 - 2400	1300
VO₂peak (mL/kg/min)	93	20.12 ± 5.94 (18.90–21.34)	11.07 – 42.37	17.78
Heart Rate Pre-test (bpm)	93	94.24 ± 7.89 (92.61–95.86)	80 - 112	92
Heart Rate Post-test (bpm)	93	106.06 ± 7.30 (104.56–107.57)	86 - 118	106
Heart Rate Change (bpm)	93	11.83 ± 5.61 (10.67–12.98)	4 - 28	12

Correlations between BMI values and head anterior tilt angle, lumbar lordosis angle, FPI-6, aerobic capacity, total running distance, and heart rate change were analyzed (Table 3).

Table 3. Correlations Between BMI and Postural, Aerobic and Cardiovascular Parameters (n = 93)

		Body Mass Index (kg/m ²)
Head Anterior Tilt Angle (°)	r	-0.114
	p	0.276
Lumbar Lordosis Angle (°)	r	0.373
	p	0.000**
Foot Posture Index left (sitting)	r	0.025
	p	0.812
Foot Posture Index right (sitting)	r	0.075
	p	0.475
Foot Posture Index left (standing)	r	0.017
	p	0.871
Foot Posture Index right (standing)	r	0.042
	p	0.688
Cooper Test Distance (m)	r	-0.232
	p	0.025*
VO₂peak (mL/kg/min)	r	-0.232
	p	0.025*
Heart Rate Change (bpm)	r	0.274
	p	0.008*

* $p < 0.05$ ** $p < 0.001$ (Spearman test)

Correlations between body fat percentage and head anterior tilt angle, lumbar lordosis angle, FPI-6, aerobic capacity, total running distance, and heart rate change are shown in Table 4.

Comparisons of head anterior tilt angle, lumbar lordosis angle, FPI-6, aerobic capacity, total running distance, and heart rate change according to BMI percentile categories are presented in Table 5.

Table 4. Correlations Between Body Fat Percentage and and Postural, Aerobic and Cardiovascular Parameters (n = 93)

		Body Fat Percentage (%)
Head Anterior Tilt Angle (°)	r	-0.269
	p	0.009**
Lumbar Lordosis Angle (°)	r	0.348
	p	0.001**
Foot Posture Index left (sitting)	r	0.116
	p	0.268
Foot Posture Index right (sitting)	r	0.154
	p	0.140
Foot Posture Index left (standing)	r	0.100
	p	0.343
Foot Posture Index right (standing)	r	0.145
	p	0.165
Cooper Test Distance (m)	r	-0.356
	p	0.000**
VO₂peak (mL/kg/min)	r	-0.356
	p	0.000**
Heart Rate Change (bpm)	r	0.210
	p	0.043*

* $p < 0.05$ ** $p < 0.001$ (Spearman test)

Table 5. Comparison of Head Anterior Tilt, Lumbar Lordosis Angle, API, Aerobic Capacity, Distance Run, and Heart Rate Variability Values According to Adolescents'

	BMI	N	$\bar{x} \pm s$	95% CI	Min-Max	X ²	p	Difference
Head Anterior Tilt Angle (°)	>95	21	46.25 ± 4.98	43.92 – 48.58	39 – 58			
	>97	44	44.56 ± 4.59	43.08 – 46.05	35 – 54	2.243	0.326	
	>99	35	44.21 ± 4.26	42.72 – 45.69	37 – 54			
Lumbal lordosis angle (°)	>95	21	69.72 ± 11.05	64.55 – 74.89	42.56 – 87.96			a-c
	>97	44	75.82 ± 11.65	72.04 – 79.6	51.36 – 102.56	15.665	0.000*	b-c
	>99	35	88.34 ± 20.65	81.14 – 95.55	45.68 – 144.8			
Foot Posture Index Left (sitting)	>95	21	2.3 ± 1.13	1.77 – 2.83	1 – 5			
	>97	44	3.59 ± 2.26	2.86 – 4.32	0 – 8	4.931	0.085	
	>99	35	2.85 ± 1.91	2.19 – 3.52	0 – 7			
Foot Posture Index right (sitting)	>95	21	2.35 ± 1.76	1.53 – 3.17	0 – 6			
	>97	44	3.56 ± 2.23	2.84 – 4.29	0 – 8	4.645	0.098	
	>99	35	3.24 ± 1.72	2.63 – 3.84	0 – 7			
Foot Posture Index left (standing)	>95	21	4.45 ± 2.33	3.36 – 5.54	0 – 10			
	>97	44	5.56 ± 2.1	4.88 – 6.24	1 – 10	4.794	0.091	
	>99	35	5.15 ± 1.97	4.46 – 5.83	1 – 10			
Foot Posture Index right (standing)	>95	21	4.5 ± 2.33	3.41 – 5.59	0 – 10			
	>97	44	5.62 ± 2.22	4.9 – 6.33	1 – 10	3.972	0.137	
	>99	35	5.47 ± 1.69	4.88 – 6.06	3 - 10			
Cooper Test Distance (m)	>95	21	1502 ± 323.83	1350.44 – 1653.56	1150 - 2200			a-b
	>97	44	1437.31 ± 276.48	1347.68 – 1526.93	1075 - 2400	6.115	0.047	a-c
	>99	35	1310.29 ± 179.13	1247.79 – 1372.8	1000 - 1600			
VO₂peak (mL/kg/min)	>95	21	22.29 ± 7.24	18.9 – 25.68	14.42 – 37.9			a-b
	>97	44	20.85 ± 6.18	18.84 – 22.85	12.75 – 42.37	6.115	0.047	a-c
	>99	35	18.01 ± 4	16.61 – 19.4	11.07 – 24.48			
Heart Rate Change (bpm)	>95	21	12.7 ± 7.43	9.22 – 16.18	4 - 28			
	>97	44	12.72 ± 5.26	11.01 – 14.42	4 - 24	3.587	0.166	
	>99	35	10.29 ± 4.49	8.73 – 11.86	4 - 20			

Body Mass Index Percentile Values (n=93).

* $p < 0.05$ ** $p < 0.001$ (Kruskal-Wallis H test) $a = > 0.95$, $b = > 0.97$, $c = > 0.99$

Discussion

In this study, the relationships among body composition, postural parameters, and aerobic capacity in obese adolescents were investigated. The findings demonstrated that body fat percentage was positively associated with lumbar lordosis angle and heart rate, and negatively associated with anterior head tilt angle and aerobic capacity. Similarly, body mass index (BMI) showed positive correlations with lumbar lordosis angle and heart rate, and a negative correlation with aerobic capacity. As adolescents' percentile values increased, lumbar lordosis angle increased, whereas postural alignment and aerobic capacity decreased. However, no statistically significant relationship was found between VO₂peak and waist circumference, anterior head tilt angle, or lumbar lordosis angle.

In the present study, the mean body fat percentage was $34.16 \pm 5.83\%$, which is comparable to values reported in studies including only obese children.²¹ Considering the obesity cut-off values defined by the American Council on Exercise ($\geq 32\%$ for girls and $\geq 25\%$ for boys), the obesity status of our sample is confirmed.²²

With respect to postural assessments, the literature reports that forward head protrusion is common in overweight and obese children.²³ A decrease in the craniovertebral angle is associated with forward head posture and may lead to clinical consequences such as headaches, restricted cervical mobility, and temporomandibular joint disorders.²⁴

In the present study, the anterior head tilt angles were lower than the craniovertebral angle values reported in healthy children, suggesting that obesity may negatively affect cervical posture.²⁵ Moreover, the negative association between anterior head tilt angle and body fat percentage indicates that the degree of adiposity may influence head posture. The limited number of studies directly examining the relationship between body fat percentage and craniovertebral angle highlights the potentially pioneering nature of this finding.²⁶ Consistent with our results, Güçhan reported that increased body weight in obese children in the control group could adversely affect head posture. Accordingly, close monitoring of cervical posture in obese adolescents is considered important.

The lumbar lordosis angle in our study ($79.22 \pm 16.49^\circ$) was markedly higher than values reported in healthy children.²⁷ Obesity is known to increase lumbar lordosis due to anterior displacement of the center of gravity.²⁸ Zwierzchowska et al.²⁹ reported that BMI was associated with lumbar lordosis; however, no significant difference was observed between obese and non-obese individuals. In contrast, both BMI and body fat percentage were associated with lumbar lordosis angle in our study, which may be explained by the inclusion of only obese adolescents and differences in measurement methods. In a prospective study, Smith et al.⁶ demonstrated that increasing BMI z-scores were strongly associated with hyperlordotic and sway-back postures, which is consistent with our findings.

From a foot biomechanics perspective, increased body weight has been reported to increase the tendency toward pes planus and pronation.³⁰ In our study, higher API-6 scores, particularly in standing measurements, indicate a tendency toward pronation in obese adolescents. Compared with the lower API values reported by Carvalho et al. in a study including different BMI groups,³¹ the inclusion of only obese individuals in our sample may explain this discrepancy. Although a weak but significant relationship was reported between BMI and API in the literature,³² the limited association observed in our study may be attributed to the homogeneous nature of the sample or the limited sensitivity of the API scoring system in detecting such relationships.

Regarding aerobic capacity, VO_{2peak} values decreased as body fat percentage and BMI increased. This finding is consistent with studies conducted in adolescents and young adults.³³⁻³⁵ Body fat percentage has been suggested to be a more sensitive indicator than BMI for predicting aerobic capacity.³³ High adiposity limiting cardiorespiratory capacity has been associated with an increased long-term cardiovascular risk.³⁵ Despite all participants being obese, the observed association between variations in body fat percentage and aerobic capacity is clinically important for assessment and intervention planning. In line with studies reporting that BMI can predict VO_{2max} ,³⁶ a significant relationship between BMI and aerobic capacity was also identified in our study.

A limitation of this study is that the applied tests were field-based assessments, which may present disadvantages in terms of validity and reliability. Particularly for postural evaluations, the use of more objective measurement methods in clinical settings may influence the results and should be considered in future studies.

Conclusion

In conclusion, increased body fat percentage in obese adolescents is associated with postural impairments, lumbar hyperlordosis, alterations in foot biomechanics, and reduced aerobic capacity. These findings highlight the need for multidisciplinary approaches in obesity management that extend beyond weight control to include postural assessment, musculoskeletal protection, and enhancement of cardiorespiratory fitness. Early comprehensive assessment and intervention may reduce long-term functional impairments and overall health burden.

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Assoc. Prof. Zehra Güçhan Topcu, PT. Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Famagusta, Northern Cyprus, Mersin-10 Türkiye, E-mail: zehra.guchan@emu.edu.tr

References

1. Zhang X, Liu J, Ni Y, Yi C, Fang Y, Ning Q, Shen B, Zhang K, Liu Y, Yang L, Li K. Global prevalence of overweight and obesity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *JAMA pediatrics*. 2024;178(8):800-13.
2. Szczudlik E, Stępniewska A, Bik-Multanowski M, Brandt-Heunemann S, Flehmig B, Małecka-Tendera E, Mazur A, Petriczko E, Ranke MB, Wabitsch M, Zachurzk A. The age of the obesity onset is a very important factor for the development of metabolic complications and cardiovascular risk in children and adolescents with severe obesity. *European journal of pediatrics*. 2024;83(9):3833-41.
3. World Health Organization, (2014). Health for the world's adolescents: a second chance in the second decade. WHO http://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/second-decade/en/, (accessed in January 2026)
4. Meixner L, Cohrdes C, Schienkiewitz A, Mensink GB. Health-related quality of life in children and adolescents with overweight and obesity: results from the German KIGGS survey. *BMC Public Health*. 2020;20(1):1722.
5. Leong KS, Jayasinghe TN, Wilson BC, Derraik JG, Albert BB, Chiavaroli V, Svirskis DM, Beck KL, Conlon CA, Jiang Y, Schierding W. High prevalence of undiagnosed comorbidities among adolescents with obesity. *Scientific reports*. 2020;10(1):20101.
6. Smith AJ, O'Sullivan PB, Beales DJ, De Klerk N, Straker LM. Trajectories of childhood body mass index are associated with adolescent sagittal standing posture. *International Journal of pediatric obesity*. 2011;6(sup3):e97-106.
7. Smith A, O'Sullivan P, Straker L. Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. *Spine*. 2008;33(19):2101-7.
8. Villarroya MA, Esquivel JM, Tomás C, Moreno LA, Buenafé A, Bueno G. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *European journal of pediatrics*. 2009;168(5):559-67.
9. da Rocha ES, Bratz DT, Gubert LC, de David A, Carpes FP. Obese children experience higher plantar pressure and lower foot sensitivity than non-obese. *Clinical Biomechanics*. 2014;29(7):822-7.
10. Midtbø H, Ulvik A, Cramariuc D, Meyer K, Ueland PM, Halland H, Gerds E. Influence of cardiorespiratory fitness on obesity-associated inflammation in women and men: The FATCOR study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2024;34(8):1942-9.
11. Ostojic SM, Stojanovic MD, Stojanovic V, Maric J, Njaradi N. Correlation between fitness and fatness in 6-14-year old Serbian school children. *Journal of health, population, and nutrition*. 2011;29(1):53.
12. Nordmann AJ, Nordmann A, Briel M, Keller U, Yancy WS, Brehm BJ, Bucher HC. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of internal medicine*. 2006;166(3):285-93.
13. Bilim AS, Çetinkaya C, Dayı A. 12-17 yaş arası spor yapan ve spor yapmayan öğrencilerin fiziksel uygunluklarının incelenmesi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*. 2016;7(2):53-60.
14. Ergün A, Erten SF. Öğrencilerde vücut kitle indeksi ve bel çevresi değerlerinin incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*. 2004;57(2).
15. Seidell JC. *Epidemiology: definition and classification of obesity*. Blackwell: Malden, USA; 2005.
16. Wan CS, Ward LC, Halim J, Gow ML, Ho M, Briody JN, Leung K, Cowell CT, Garnett SP. Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition, and change in adiposity, in overweight and obese adolescents: comparison with dual-energy x-ray absorptiometry. *BMC pediatrics*. 2014;14(1):249.

17. Singla D, Veqar Z. Effect of playing basketball on the posture of cervical spine in healthy collegiate students. *Int J Biomed Adv Res.* 2015;6(2):133-6.
18. de Oliveira TS, Candotti CT, La Torre M, Pelinson PP, Furlanetto TS, Kutchak FM, Loss JF. Validity and reproducibility of the measurements obtained using the flexicurve instrument to evaluate the angles of thoracic and lumbar curvatures of the spine in the sagittal plane. *Rehabilitation research and practice.* 2012;2012(1):186156.
19. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clinical biomechanics.* 2006;21(1):89-98.
20. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *Jama.* 1968;203(3):201-4.
21. Baran RT. Obez çocuk ve adolesanlarda vücut kitle indeksi ve biyoelektrik impedans yöntemi ile ölçülen vücut yağ oranının lipid düzeyleri ve metabolik parametrelerle ilişkisi. *Pamukkale Medical Journal.* 2018;11(3):261-7.
22. Bryant CX, Green DJ. ACE lifestyle & weight management consultant manual: the ultimate resource for fitness professionals. American Council on Exercise; 2007.
23. Aleixo AA, Guimarães EL, Walsh IA, Pereira K. Influence of overweight and obesity on posture, overall praxis and balance in schoolchildren. *Journal of Human Growth and Development.* 2012;22(2):239-45.
24. Fernandez-de-Las-Penas C, Alonso-Blanco C, Cuadrado ML, Pareja JA. Forward head posture and neck mobility in chronic tension-type headache: a blinded, controlled study. *Cephalalgia.* 2006;26(3):314-9.
25. Mandrekar S, Chavhan D, Shyam AK, Sancheti PK. Effects of carrying school bags on cervical and shoulder posture in static and dynamic conditions in adolescent students. *International Journal of Adolescent Medicine and Health.* 2022;34(1):20190073.
26. Shaghayeghfard B, Ahmadi A, Maroufi N, Sarrafzadeh J. Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions. *European spine journal.* 2016;25(11):3577-82.
27. Bailey JF, Shefi S, Soudack M, Kramer PA, Been E. Development of pelvic incidence and lumbar lordosis in children and adolescents. *The Anatomical Record.* 2019;302(12):2132-9.
28. Jankowicz-Szymańska A, Bibro M, Wódka K, Smola E. Does excessive body weight change the shape of the spine in children?. *Childhood Obesity.* 2019;15(5):346-52.
29. Zwierzchowska A, Tuz J, Grabara M. Is BAI better than BMI in estimating the increment of lumbar lordosis for the Caucasian population?. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation.* 2020;33(5):849-55.
30. Tenenbaum S, Hershkovich O, Gordon B, Bruck N, Thein R, Derazne E, Tzur D, Shamiss A, Afek A. Flexible pes planus in adolescents: body mass index, body height, and gender—an epidemiological study. *Foot & ankle international.* 2013;34(6):811-7.
31. Carvalho BK, Penha PJ, Penha NL, Andrade RM, Ribeiro AP, João SM. The influence of gender and body mass index on the FPI-6 evaluated foot posture of 10-to 14-year-old school children in São Paulo, Brazil: a cross-sectional study. *Journal of foot and ankle research.* 2017;10(1):1.
32. Evans AM, Karimi L. The relationship between paediatric foot posture and body mass index: do heavier children really have flatter feet?. *Journal of foot and ankle research.* 2015;8(1):46.
33. Mondal H, Mishra SP. Effect of BMI, body fat percentage and fat free mass on maximal oxygen consumption in healthy young adults. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR.* 2017;11(6):CC17.
34. Afshari D, Rami M, Shirali GA, Azadi N. Evaluation of the Effect of Body Mass Index and Body Fat Percentage on the Maximal Oxygen Consumption: A Cross-Sectional Study. *Jundishapur Journal of Health Sciences.* 2019;11(2).
35. Minasian V, Marandi SM, Kelishadi R, Abolhassani H. Correlation between aerobic fitness and body composition in middle school students. *International journal of preventive medicine.* 2014;5(Suppl 2):S102.
36. Hayes RM, Maldonado D, Gossett T, Shepherd T, Mehta SP, Flesher SL. Developing and validating a step test of aerobic fitness among elementary school children. *Physiotherapy Canada.* 2019;71(2):187-94.



Original Research Article/Orijinal Araştırma Makalesi

An Investigation of Physical Therapy and Rehabilitation Students' Habits of Using Artificial Intelligence Tools in Their Learning Processes

Ufuk Baloğlu, Yasin Yurt

Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Famagusta, North Cyprus, Mersin 10 Türkiye

Abstract

Aim: Our aim was to investigate the habits of students in the Department of Physical Therapy and Rehabilitation regarding the use of artificial intelligence tools and their views on the effects of these tools on their education and profession.

Material and Method: Students aged 18-30, studying in different classes in the Physical Therapy and Rehabilitation Departments, were included in the study. Data were collected by administering an online survey containing questions assessing students' age, gender, grade, habits of using artificial intelligence tools in their education processes and their opinions.

Results: A total of 121 students from 4 universities were included in the study. 41.3% of the students were male, 58.7% were female, and their average age was 21.20 ± 2.06 years. 92.6% of the students used ChatGPT, 22.3% used Gemini, 5.8% used Deepseek, and 13% used other applications, while 6.6% stated that they did not use artificial intelligence tools. 81.8% of the students used artificial intelligence for educational purposes, 53.7% for daily life, and 23.1% for work purposes. Students who wanted AI-related courses to be added to the curriculum constituted 70.2% of the total. While 96.7% of students believed that AI would contribute to their professional skills, 3.4% had a counter. Furthermore, 71.9% of students believed that the use of AI in healthcare raised ethical concerns.

Conclusion: The vast majority of students stated that they use artificial intelligence. This data shows that students adapt quickly to developing technology. The fact that students felt the need to use artificial intelligence not only in the field of education but also in areas such as daily life and work shows that artificial intelligence has become a part of life. It would be appropriate for course content covering artificial intelligence tools that healthcare professionals can use in their fields and their ethical boundaries to be included in the curriculum.

Keywords: Artificial intelligence, physical therapy, rehabilitation, education

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Öğrencilerinin Öğrenim Süreçlerinde Yapay Zekâ Araçlarını Kullanma Alışkanlıklarının İncelenmesi

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğrencilerinin yapay zekâ araçlarının kullanımına ilişkin alışkanlıklarını ve bu araçların eğitim ve meslek hayatları üzerindeki etkilerine dair görüşlerini araştırmaktır.

Materyal ve Method: Çalışmaya, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümlerinde farklı sınıflarda öğrenim gören 18-30 yaş arası öğrenciler dahil edildi. Veriler, öğrencilerin yaş, cinsiyet, sınıf, eğitim süreçlerinde yapay zeka araçlarını kullanma alışkanlıklarını ve görüşlerini değerlendiren sorular içeren çevrimiçi bir anket uygulanarak toplandı.

Bulgular: Çalışmaya 4 üniversiteden toplam 121 öğrenci dahil edildi. Öğrencilerin %41,3'ü erkek, %58,7'si kadın ve ortalama yaşları $21,20 \pm 2,06$ yılı. Öğrencilerin %92,6'sı ChatGPT, %22,3'ü Gemini, %5,8'i Deepseek ve %13'ü diğer uygulamaları kullanırken, %6,6'sı yapay zeka araçlarını kullanmadığını belirtti. Öğrencilerin %81,8'i yapay zekayı eğitim amaçlı, %53,7'si günlük yaşamda ve %23,1'i iş amaçlı kullandı. Müfredata yapay zeka ile ilgili derslerin eklenmesini isteyen öğrenciler toplamın %70,2'sini oluşturdu. Öğrencilerin %96,7'si yapay zekanın mesleki becerilerine katkıda bulunacağına inanırken, %3,4'ü buna karşı çıktı. Ayrıca, öğrencilerin %71,9'u sağlık hizmetlerinde yapay zeka kullanımının etik endişeler doğurduğuna inanıyordu.

Sonuç: Öğrencilerin büyük çoğunluğu yapay zekayı kullandıklarını belirtmiştir. Bu veriler, öğrencilerin gelişen teknolojiye hızla uyum sağladığını göstermektedir. Öğrencilerin yapay zekayı sadece eğitim alanında değil, günlük yaşam ve iş hayatı gibi alanlarda da kullanma ihtiyacı hissetmeleri, yapay zekanın hayatın bir parçası haline geldiğini göstermektedir. Sağlık çalışanlarının kendi alanlarında kullanabileceği yapay zeka araçlarını ve etik sınırlarını kapsayan ders içeriklerinin müfredata dahil edilmesi uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka, fizik tedavi, rehabilitasyon, eğitim

Introduction

Artificial intelligence technologies are known to be used in critical processes in the health field, such as early detection, accurate diagnosis, clinical decision-making, and maintaining health.¹ Today, the use of information and communication technologies provides significant benefits in terms of performance and efficiency for academic institutions and their stakeholders.² This rapid development in information technologies has brought about radical innovations in healthcare services.³ Although the relationship between artificial intelligence and education has a long history, the need for digital learning processes, especially after the COVID-19 pandemic, has accelerated the integration of these technologies into educational activities.⁴ Today, artificial intelligence applications in education are not only knowledge-based but also encompass a wide range of systems, including data and logic-based systems, intelligent agents, and automated test generation.⁵ In healthcare, artificial intelligence is used to support clinical decision-making and improve patient outcomes by analyzing large amounts of data such as medical records, imaging studies, and laboratory results.⁶ Given the capabilities of AI-based chat applications, their potential uses, such as providing information about diseases and writing scientific research papers, are increasing their use among health students.⁷ Recent studies show that the power of artificial intelligence to improve assessment processes and make selection stages more efficient has increased educators' interest in this technology.⁸ AI writing

tools can help students develop ideas and overcome creative barriers by offering personalized learning paths.⁹ The success of large language models such as ChatGPT in medical licensing exams clearly demonstrates the potential of AI-assisted medical education.¹⁰

AI-based tools have become one of the most critical drivers of digital transformation in higher education by providing interactive content and real-time feedback to students.¹¹ User-friendly interfaces and fast response times positively influence students' perception and interest in these chatbots in health professions.¹² Improved AI literacy and sustainable integration have the potential to increase academic achievement by promoting students' self-efficacy.¹³ However, more scientific studies are needed to investigate the role of AI-assisted computers in educational environments and the external factors affecting their adoption.¹⁴ Instead of hindering this technology, educators are now focusing on how it can be strategically integrated into teaching and learning processes.¹⁵

AI-based applications such as video analysis, robotic devices, and predictive algorithms are rapidly gaining popularity in the field of physiotherapy and rehabilitation.¹⁶ Generative AI models can simulate human-like creativity and generate interactive conversations using deep learning and neural networks.¹⁷ Improving clinical reasoning, a key objective in physiotherapy education, is vital for reducing diagnostic errors and ensuring timely intervention.¹⁸ However, factors such as limited technical knowledge and insufficient hands-on training create multifaceted barriers that hinder students' confidence in using AI tools.¹⁹ Finally, ethical implications such as data privacy, security issues, and potential biases against individuals with low language proficiency should be carefully considered when using tools like ChatGPT.²⁰

The aim of this research was to examine the usage habits of artificial intelligence tools among physiotherapy and rehabilitation students, the areas in which they use AI tools, and their opinions regarding the professional use of artificial intelligence.

Materials and Methods

This study was initiated after obtaining approval number 2025-0007 from the Ethics Subcommittee of the Basic Health Sciences Area at Eastern Mediterranean University. The research was conducted between January 25, 2025, and April 1, 2025. Students aged 18-30 enrolled as undergraduate students in the physical therapy and rehabilitation department were included in the study. Students whose native language was not Turkish were excluded from the study. An approval form was sent to the participants online, and students who approved on a voluntary basis participated in the survey online and answered the questions. A total of 124 students from 4 different universities participated in the study, 2 of which were private universities and 2 were state universities. 3 students did not approve the consent form and did not wish to participate in the study. The study continued with the 121 students remaining in the sample.

The survey questions were developed based on a comprehensive review of the existing literature on artificial intelligence use in higher education and health sciences education, drawing particularly on studies examining AI tool adoption, AI literacy, and the integration of AI into health professions curricula.^{7, 8, 11, 12, 14, 15}

The first section of the survey asked students about their demographic information, including age and gender, as well as what grade they were in. The second section asked about their use of AI tools, which AI tools they used if any, their level of knowledge in the field of AI, the areas in which they used the tools, their purpose for using AI in education, and their thoughts on adding AI-related courses to the curriculum. The final section examined whether artificial intelligence could be beneficial in advancing the profession of physical therapy and addressed ethical concerns regarding the development of the artificial intelligence field.

Statistical Analysis

Data were collected online and analyzed using PASW Statistics 18 software. Descriptive statistics were presented using frequency counts and percentages (n, %), and mean and standard deviation ($X \pm SD$) for numerical values.

Results

The average age of the 121 students included in the study was found to be 21.2 ± 2.0 years. 58.7% of the sample (n=71) consisted of female students, and 41.3% (n=50) consisted of male students. When the distribution by grade level was examined, it was found that 33.9% (n=41) of the students were first graders, 24.8% (n=30) were second graders, 22.3% (n=27) were third graders, and 19.0% (n=23) were fourth graders (Table 1).

It was found that 92.6% (n=112) of students use artificial intelligence. When ranking the most frequently used artificial intelligence tools, ChatGPT ranks first (92.6%), followed by Gemini with 22.3%. When looking at students' knowledge levels about artificial intelligence technologies, it was seen that the majority did not have sufficient knowledge (45.5% low, 42.1% medium). When looking at the needs for artificial intelligence use, education ranked first with 81.8%, followed by daily life with 53.7%. Specifically in education, 66.9% of the purposes for using artificial intelligence tools are to access information, 48.8% are to create text for assignments, and 48.8% are for scientific research. 60.3% of students use artificial intelligence in education for other purposes such as translation, presentations, and summarization. 70.2% of students believe that courses or seminars on artificial intelligence should be included in the curriculum (Table 2).

A large majority of students (64.5%, comprising 45.5% who answered "yes" and 19.0% who answered "definitely yes") believe that artificial intelligence tools will contribute to the development of physical therapists' professional skills. The 49.6% of students who believe that artificial intelligence applications will not reduce the functions of physical therapists also show that they see artificial intelligence as a supportive rather than a threatening factor. The 71.9% of students who believe that artificial intelligence raises ethical concerns show that ethical factors are an important factor that cannot be ignored (Table 3).

Table 1. Characteristics of participants (n=121)

Age (years), $X \pm SD$	21.2 $\pm$ 2.0
Gender, n(%)	
Male	50 (41.3)
Female	71 (58.7)
What grade are you in? n(%)	
1st grade	41 (33.9)
2nd Grade	30 (24.8)
3rd Grade	27 (22.3)
4th Grade	23 (19.0)

Table 2. Students' habits of using artificial intelligence tools (n=121).

	n(%)
Do you use artificial intelligence tools?	
Yes	113 (93.4)
No	8 (6.6)
Which AI tools do you use?	
ChatGPT	112 (92.6%)
Gemini	27 (22.3%)
Other Tools (DeepL, Deepseek, Claude, etc.)	15 (12.4%)
I don't use it	8 (6.6)
How would you rate your level of knowledge about artificial intelligence technologies?	
I have no knowledge	2 (1.7)
I have some knowledge	55 (45.5)
I have moderate knowledge	51 (42.1)
I have a good level of knowledge	10 (8.3)
I have a very good level of knowledge	3 (2.5)
In which areas do you need artificial intelligence?	
Education	99 (81.8%)
Daily life	65 (53.7%)
Work	28 (23.1%)
I don't need it	11 (9.1)
Other	3 (2.5)
For what purposes do you use artificial intelligence tools in education?	
Accessing information	81 (66.9%)
Creating text for assignments	59 (48.8%)
Scientific research	59 (48.8%)
Exam preparation	49 (40.5%)
Other (Translation, Presentation, Visual, Summary, etc.)	73 (60.3%)
Would you like to see courses or seminars related to artificial intelligence added to the curriculum?	
Yes	85 (70.2)
No	36 (29.8)

Table 3. Students' views on the professional use of artificial intelligence tools.

	n(%)
Do you think artificial intelligence tools are useful for developing your professional skills?	
Totally disagree	0
Disagree	4 (3.3)
Partially agree	39 (32.2)
Agree	55 (45.5)
Totally agree	23 (19.0)
Do you think artificial intelligence applications will reduce the functions of physical therapists?	
Totally disagree	15 (12.4)
Disagree	45 (37.2)
Partially agree	36 (29.8)
Agree	14 (11.6)
Totally agree	11 (9.1)
Do you think the use of artificial intelligence raises ethical concerns in terms of education or professional practice?	
Totally disagree	2 (1.7)
Disagree	32 (26.4)
Partially agree	52 (43.0)
Agree	22 (18.2)
Totally agree	13 (10.7)

Discussion

Artificial intelligence technology is developing rapidly, and students are quickly adapting to this development. While young people's rapid adaptation to technology provides advantages in education and professional fields, this speed also brings with it ethical concerns and anxiety. Despite its current development and popularity, artificial intelligence technology, which causes unease and anxiety in individuals, can actually support the rapid completion of simple and repetitive tasks through robots.²¹

Students who view artificial intelligence as a useful tool and focus on its positive aspects also point out its serious disadvantages, such as its inability to protect intellectual property rights.²² Based on the findings of our research, students who see artificial intelligence as a useful tool in time-consuming processes in education, such as accessing information, creating texts, and conducting scientific research, also need to be informed about the ethical boundaries of using these tools.

The most striking information we obtained in our research is that 92.6% of students use artificial intelligence tools, but despite this use, a large majority (87.6%) indicate that their knowledge levels are low to moderate. Similarly, in another study conducted on university students, students assessed their artificial intelligence literacy levels as moderate.²² This situation

reinforces our findings and is defined in the literature as "the gap between technological familiarity and technological literacy." Despite the widespread use of artificial intelligence in education (81.8%), the fact that the level of artificial intelligence knowledge is at a medium level raises the question of how consciously students use artificial intelligence.

The fact that 70.2% of Physical Therapy and Rehabilitation Department students want these technologies to be included in the curriculum shows that they are not satisfied with their level of AI literacy and want to increase it. When other studies conducted on university students are examined, it has been observed that students with high AI usage have higher academic achievements.²³ Based on these data, the necessity of adding the supportive use of AI tools in education to the curriculum stands out.

Our research findings show that 64.5% of students see artificial intelligence as an element that will increase their professional competence and, at the same time, do not have a clear concern that professional functionality will decrease. This situation can be evaluated as an indicator of students' confidence in their profession. Fundamental elements inherent to the physical therapy profession, such as 'empathy' and 'manual skills', ensure that artificial intelligence is positioned as a complementary force rather than a replacement in this field. As a result, young physical therapy candidates define developing artificial intelligence technology not as a competitor, but as a 'clinical support assistant' that supports clinical processes.

The fact that 71.9% of students have ethical concerns about artificial intelligence shows that they are aware of highly important issues such as academic integrity and data privacy. Considering that artificial intelligence tools can provide incorrect and misleading information, limitations on the use of artificial intelligence within professional ethical values should not be overlooked. Another study supports our findings by stating that students experience uncertainty about the accuracy of information provided by artificial intelligence and express concern in this regard, emphasizing the importance of ethical values.²⁴ One limitation of this study is that the sample was recruited through convenience sampling from four universities, which may limit the representativeness of the findings and restrict their generalizability to the broader population of physiotherapy and rehabilitation students.

Conclusion

The data obtained in our study clearly shows that artificial intelligence is no longer an option but is now present in every area of life, especially education. Despite the active use of artificial intelligence, the lack of knowledge about its areas of application and ethical boundaries has emerged as an issue requiring intervention. This result indicates that technological literacy needs to be developed alongside the use of tools in artificial intelligence education. While the rate of technical adaptation is high in fields such as engineering, ethical concerns in social and human sciences such as health care make adaptation relative. It is a noteworthy finding that students believe artificial intelligence will contribute to their professional skills and want courses and seminars on artificial intelligence to be added to the curriculum. Although students believe that artificial intelligence will improve their professional skills, they also believe that it will raise ethical concerns. Therefore, when adding courses on artificial intelligence to the educational curriculum, it is necessary to focus on professional ethics, which is the cornerstone of health disciplines.

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: *Ufuk Baloğlu, PT. Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Famagusta, Northern Cyprus, Mersin-10 Türkiye, E-mail: baloglu.ufuk9@gmail.com*

References

1. Yılmaz Y, Uzelli Yılmaz D, Yıldırım D, Akın Korhan E, Özer Kaya D. Yapay Zeka ve Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanımına Yönelik Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Görüşleri. *SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2021;12(3):297-308.
2. Seçer E, Özer Kaya D. Comparison of Communication Skills and Empathy Levels of Physiotherapy and Rehabilitation Students According to Individual and Academic Characteristics: A Cross-Sectional Study. *Hacettepe Univ Fac Health Sci J*. 2024;11(2):615-629.
3. Başaran Z, Elbasan B. Fizyoterapi ve Rehabilitasyonda Güncel Yazılım Teknolojisi: Görüntü İşleme Tekniği. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2023;8(2):79-88.
4. Temur S. Eğitimde yapay zekâ kullanımı: Etik sorunlar ve çözümler. *Mehmet Akif Ersoy Univ J Educ Fac*. 2025;(74):568-595.
5. Arslan K. Eğitimde Yapay Zeka ve Uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*. 2020;11(1):71-88.
6. Dave M, Patel N. Artificial intelligence in healthcare and education. *Br Dent J*. 2023;234(10):761-764. PMID: 37237075.
7. Weidener L, Fischer M. Artificial Intelligence in Medicine: Cross-Sectional Study Among Medical Students on Application, Education, and Ethical Aspects. *JMIR Med Educ*. 2024;10:e51247. PMID: 38175713.
8. Gordon M, Trochez R, Morgan J, Somasundaram RK, Shami SV, Daniel M, et al. A scoping review of artificial intelligence in medical education: BEME Guide No. 84. *Med Teach*. 2024;46(4):446-470. PMID: 38289139.
9. Tapalova O, Zhiyenbayeva N, Gura D. Artificial Intelligence in Education: AIED for Personalised Learning Pathways. *Electron J e-Learn*. 2022;20:639-653.
10. Kung TH, Cheatham M, Medenilla A, Sillos C, De Leon L, Elepaño C, et al. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digit Health*. 2023;2(2):e0000198. PMID: 36812227.
11. Güler MA, Dağ S, Kayal S, Yüzbaş S, Şenel G, Can M, et al. Physiotherapy students' acceptance of AI-based chatbots (including ChatGPT) in education: a multi-institutional study from Turkey. *BMC Med Educ*. 2026;26:174.
12. Tortella F, Palese A, Turolla A, Brusson O, Bacci M, Tarsitano A, et al. Knowledge and use, perceptions of benefits and limitations of artificial intelligence chatbots among Italian physiotherapy students: a cross-sectional national study. *BMC Med Educ*. 2025;25:572. PMID: 38902143.
13. Lindbäck Y, Schröder K, Engström T, Sonesson S. Generative artificial intelligence in physiotherapy education: great potential amidst challenges- a qualitative interview study. *BMC Med Educ*. 2025;25:603. PMID: 39012345.
14. El-Sobkey S, El-Khoury J, Al-Mulla A, Saleh S, Al-Qasimi M, Hamdan R, et al. Acceptance of AI-Powered Chatbots Among Physiotherapy Students: International Cross-Sectional Study. *JMIR Med Educ*. 2025;11:e76574.
15. Dekerlegand R, Bell A, Clancy MJ, Pletcher ER, Pollen T. Generative Artificial Intelligence in Education: Insights from Rehabilitation Sciences Students. *Educ Sci*. 2025;15(3):380.
16. Mete O, Ateş Sarı Y. Attitudes and Literacy of Physiotherapy Students Toward Artificial Intelligence: The Impact of Artificial Intelligence Education. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*. 2025;7(3):143-152.
17. Severin R, Gagnon K. An Early Snapshot of Attitudes Toward Generative Artificial Intelligence in Physical Therapy Education. *J Phys Ther Educ*. 2025;39(3):214-220.
18. Lindbäck Y, Valeskog K, Schröder K, Sonesson S. Structured Development of Learning and Assessment Tasks to Prevent Generative AI Misuse and Enhance AI Literacy in the Faculty in Physiotherapy Education. *J Med Educ Curric Dev*. 2025;12.
19. Abedi A, Colella TJ, Pakosh M, Khan SS. Artificial Intelligence-Driven Virtual Rehabilitation for People Living in the Community: A Scoping Review. *npj Digit Med*. 2024;7(1):25. PMID: 38297053.
20. Kazley AS, Andresen C, Mund A, Blankenship C, Segal R. Is use of ChatGPT cheating? Students of health professions perceptions. *Med Teach*. 2025;47(5):894-898. PMID: 39101234.
21. Öztürk F, Çeçen Z, Yüksel O. Üniversite Öğrencilerinin Yapay Zekâ Kaygısı ve Kariyer Geleceği Algılarının İncelenmesi. *Gençlik Araştırmaları Dergisi*. 2025;13(37):15-38.

22. Schauer S, Simbeck K, Pinkwart N. AI Literacy and Attitudes Towards AI in Design Education: A Comparative Study of Communication and Architectural Design Students. Proceedings of the 17th International Conference on Computer Supported Education. 2025;464-471.
23. Çatman FN, Topsakal E, Saatçioğlu Ö. Üniversite Öğrencilerinin Yapay Zekâ Kullanım Düzeylerinin Belirlenmesi. NEÜ Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi. 2025;7(Özel Sayı):317-347.
24. Bathaei Javareshk M, Watkins M, Jobling P, Siena F. Impacts Of Generative Aı On Engineering And Product Design Students' Performance. DS 131: Proceedings of the International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE). 2024;19-24.



Original Research Article/Orijinal Araştırma Makalesi

Hastanede Yatan Pediatrik Hastalarda Malnütrisyon Riski: Beslenme Durumu ve Antropometrik Ölçümler ile İlişkisi

Begüm Harmancioğlu, Müjgan Öztürk

Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics,
Famagusta, North Cyprus, Mersin 10 Türkiye

Özet

Amaç: Malnütrisyonun, mortalite ve morbiditeyi artırdığı, iyileşmeyi geciktirdiği, hastanede kalış süresini uzattığı ve tedavi maliyetini artırdığı bilinmektedir. Hastanede yatan pediatrik hastalarda beslenme durumunun taranması ve değerlendirilmesi, malnütrisyonun erken dönemde belirlenmesini sağlayarak uygun şekilde tedavi edilmesi ve ilerlemesinin önlenmesi açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmada, hastanede yatan pediatrik hastalarda Bozulmuş Beslenme Durumu ve Büyüme Riski için Tarama Aracı (Screening Tool for Risk of Impaired Nutritional Status and Growth-STRONGkids) ile malnütrisyon riskinin belirlenmesi, malnütrisyon riski ile beslenme durumu ve antropometrik ölçümler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi ve malnütrisyon riski ile ilişkili olabilecek diğer faktörlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod: Bu tanımlayıcı ve kesitsel çalışma, Mart-Haziran 2017 tarihleri arasında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) Gazimağusa ilçesinde bulunan devlet hastanesi ve özel hastanelere yatışı gerçekleştirilen pediatrik hastalar ile yürütülmüştür. Çalışma boyunca katılımcılar ile yüz yüze görüşülüp, katılımcıların malnütrisyon risklerinin değerlendirilmesinde STRONGkids kullanılmıştır. Antropometrik ölçümlerin değerlendirilmesi için vücut ağırlığı, boy uzunluğu, beden kütle indeksi (BKİ) ve üst orta kol çevresi (ÜOKÇ) ölçümleri saptanmıştır. Ayrıca, katılımcıların beslenme durumları 24 saatlik geriye dönük besin tüketim kaydı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Çalışma %44.4'ü erkek, %55.6'sı kadın olmak üzere (medyan yaş: 4.0) toplam 151 pediatrik hasta ile yürütülmüştür. STRONGkids puanlamasına göre çocukların %41.1'inin yüksek/orta malnütrisyon riski, %58.9'unun düşük malnütrisyon riskine sahip olduğu bulunmuştur. Çocukların yaş gruplarına göre STRONGkids puanları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Malnütrisyon risk grupları arasında enerji ve makro besin ögesi alımı açısından farklılıklar incelendiğinde, yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip beş yaş altı ve beş yaş ve üstü çocuklarda enerji (kcal), protein (g), karbonhidrat (g) ve yağ (g) alımının istatistiksel olarak anlamlı ve daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Antropometrik ölçümler arasında vücut ağırlığı (kg), BKİ (kg/m²) ve ÜOKÇ (cm)'nin yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip beş yaş altı çocuklarda istatistiksel olarak anlamlı ve daha düşük olduğu görülürken ($p<0.05$), yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip beş yaş ve üstü çocuklarda yalnızca BKİ (kg/m²) değerlerinin istatistiksel olarak

anlamli ve daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bununla birlikte, çok değişkenli lojistik regresyon analizi kullanılarak malnütrisyon riski ile bağımsız olarak ilişkili olabilecek faktörler incelendiğinde; yaştaki her bir yıl artışın malnütrisyon riskini 1.36 kat artırdığı [OR=1.361 (1.091-1.697), $p=0.006$], protein alımındaki her bir gram artış ile BKİ (kg/m^2)’deki her bir birim artışın ise malnütrisyon riskini sırasıyla %10.6 [OR=0.894 (0.856-0.934), $p=0.000$] ve %27.8 [OR=0.722 (0.549-0.950), $p=0.020$] oranında azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, hastanede sunulan yemekleri tüketemeyen çocuklarda malnütrisyon riskinin 23.8 kat arttığı belirlenmiştir (OR=23.757, $p=0.003$).

Sonuç: Bu çalışmada yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip pediatrik hastalarda enerji ve makro besin ögesi alımı ile BKİ değerlerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Çalışmada, yaştaki artışın malnütrisyon riskini artırdığı; protein alımı ve BKİ’deki artışın ise riski azalttığı bulunmuştur. Ayrıca, hastanede sunulan yemeklerin t k tilememesinin malnütrisyon riskini artıran önemli bir etmen olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, pediatrik hastalarda malnütrisyonun erken dönemde taranması ve değerlendirilmesinde besin alımı, antropometrik ölçümler ve tarama araçlarının birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Daha büyük örnekleme sahip uzunlamasına çalışmalar ile bu ilişkilerin daha kapsamlı incelenmesine ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: pediatrik hasta, malnütrisyon, STRONGkids, beslenme durumu, antropometrik  l m.

Malnutrition Risk in Hospitalized Pediatric Patients: Its Relationship with Nutritional Status and Anthropometric Measurements

Abstract

Aim: Malnutrition is known to increase mortality and morbidity, delay recovery, prolong hospital stay, and increase treatment costs. Screening and assessment of nutritional status in hospitalized pediatric patients are important for the early identification, appropriate management, and prevention of progression of malnutrition. This study aimed to determine the risk of malnutrition in hospitalized pediatric patients using the Screening Tool for Risk of Impaired Nutritional Status and Growth (STRONGkids), to evaluate the relationship between malnutrition risk, nutritional status, and anthropometric measurements, and to investigate other factors potentially associated with malnutrition risk.

Material and Method: This descriptive and cross-sectional study was conducted between March and June 2017 with pediatric patients hospitalized in a state hospital and private hospitals located in the Famagusta district of the Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC). Face-to-face interviews were conducted with the participants throughout the study period, and the STRONGkids was used to assess malnutrition risk. Anthropometric assessments included measurements of body weight, height, body mass index (BMI), and mid-upper arm circumference (MUAC). In addition, the nutritional status of the participants was evaluated using a 24-hour dietary recall.

Results: The study was conducted with a total of 151 pediatric patients, of whom 44.4% were male and 55.6% were female (median age: 4.0 years). According to STRONGkids scoring, 41.1% of the children were classified as having moderate/high malnutrition risk, while 58.9% were classified as having low malnutrition risk. No statistically significant difference was found between STRONGkids scores according to age groups ($p>0.05$). When differences in energy and macronutrient intake among malnutrition risk groups were examined, children under five years of age and those aged five years and older with moderate/high malnutrition risk had significantly lower energy (kcal), protein (g), carbohydrate (g), and fat (g) intake compared with those at low risk ($p<0.05$). Among anthropometric measurements, body weight (kg), BMI (kg/m^2), and MUAC (cm) were found to be significantly lower in children

under five years of age with moderate/high malnutrition risk ($p<0.05$), whereas only BMI (kg/m^2) values were significantly lower in children aged five years and older with moderate/high malnutrition risk ($p<0.05$). Furthermore, multivariable logistic regression analysis showed that each one year increase in age increased the risk of malnutrition by 1.36-fold [OR=1.361 (1.091–1.697), $p=0.006$], whereas each one gram increase in protein intake and each one unit increase in BMI (kg/m^2) decreased the risk of malnutrition by 10.6% [OR=0.894 (0.856–0.934), $p=0.000$] and 27.8% [OR=0.722 (0.549–0.950), $p=0.020$], respectively. In addition, children who were unable to consume the meals provided by the hospital had a 23.8-fold higher risk of malnutrition (OR=23.757, $p=0.003$).

Conclusion: In this study, pediatric patients with moderate/high malnutrition risk were found to have lower energy and macronutrient intake as well as lower BMI values. Increasing age was associated with an increased risk of malnutrition, whereas higher protein intake and BMI were associated with a reduced risk. Additionally, inability to consume hospital-provided meals was identified as an important factor increasing malnutrition risk. These findings suggest that dietary intake, anthropometric measurements, and screening tools should be evaluated together in the early screening and assessment of malnutrition in pediatric patients. Further longitudinal studies with larger sample sizes are needed to investigate these relationships more comprehensively.

Keywords: pediatric patient, malnutrition, STRONGkids, nutritional status, anthropometric measurement.

Giriş

Çocukluk çağı; fiziksel büyüme ve gelişmenin yer aldığı, bilişsel fonksiyonlar ile bağışıklık sistemi başta olmak üzere birçok organ ve sistemin gelişip olgunlaştığı kritik bir dönemdir. Bu dönemde, beslenmenin enerji ve besin öğeleri açısından yeterli, dengeli ve çeşitli olması, yaşamın erken dönemlerinden başlayarak sağlıklı bir gelecek inşa edilmesinde önemli role sahiptir.^{1,2} Buna karşın, günümüzde dünya çapında milyonlarca çocuğun yetersiz beslenmeye maruz kaldığı; buna bağlı olarak çocuklarda bodurluk ve aşırı zayıflıkla karakterize büyüme ve gelişme geriliği, immün sistem ve bilişsel fonksiyonlarda bozulma, enfeksiyonlara yatkınlık gibi çeşitli sağlık sorunlarının ortaya çıktığı bilinmektedir.²

Malnütrisyon, her yaş grubundan bireyi etkileyebilen, ancak özellikle gelişmekte olan ülkelerde beş yaş altı çocuklar üzerinde önemli etkileri olan küresel halk sağlığı sorunudur.³ Avrupa Klinik Beslenme ve Metabolizma Derneği (The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism – ESPEN) malnütrisyon terimini, diyet ile enerji, protein ve diğer birçok besin ögesinin yetersiz, dengesiz veya fazla alımının vücut kompozisyonu, vücut fonksiyonu ve klinik sonuçlar üzerinde ölçülebilir olumsuz etkilere neden olduğu durum olarak tanımlamaktadır.⁴ Buna bağlı olarak malnütrisyon yalnızca bodurluk ve zayıflık gibi beslenme yetersizliği durumlarını değil, aynı zamanda mikro besin ögesi yetersizlikleri ve obezite gibi dengesiz beslenmeye bağlı sorunları da kapsayan geniş bir kavramdır.³ 2024 yılı verilerine bakıldığında, dünyada beş yaş altı 150.2 milyon çocuğun çok kısa (bodur), 42.8 milyon çocuğun aşırı zayıf ve 35.5 milyon çocuğun preobez olduğu bildirilmiştir.⁵

Gelişmiş ülkelerde malnütrisyonun başlıca nedenleri arasında hastalıklar yer almaktadır. Özellikle hastanede yatan bireyler, malnütrisyon gelişimi açısından riskli gruplardan biridir.⁶ Beslenme yetersizliği hastaneye yatırılan çocuklarda yaygın bir sorun olup, hastaneye yatış öncesinde mevcut olabileceği gibi hastanede kalış süresi boyunca da gelişebilmektedir.⁷ Akut veya kronik mevcut hastalıklar malnütrisyonun daha da kötüleşmesine neden olabilmektedir. Ayrıca, hastanede yatan çocuklarda hastalığa bağlı iştahsızlık gelişmesi, hastanede sunulan yemeklerin tüketilememesi, artan gereksinimlerin karşılanamaması, beslenmede güçlükler ve

tetkikler nedeniyle uzun süre aç kalınması, malnütrisyon nedenleri arasında yer almaktadır.^{8,9} Dolayısıyla hastalık ilintili malnütrisyonun mortalite ve morbiditeyi artırdığı, iyileşmeyi geciktirdiği, hastanede kalış süresini uzattığı ve tedavi maliyetini artırdığı bilinmektedir.^{3,10}

Beslenme durumunun değerlendirilmesinde vücut ağırlığı, boy uzunluğu, beden kütle indeksi (BKİ), üst orta kol çevresi (ÜOKÇ), vb. antropometrik ölçümler yaygın olarak kullanılmaktadır.¹¹ Pediatrik hastalarda beslenme durumunun değerlendirilmesi, malnütrisyonun erken dönemde belirlenmesini sağlayarak uygun şekilde tedavi edilmesi ve ilerlemesinin önlenmesi açısından önem arz etmektedir.³ Bu bağlamda, hastaneye yatış sırasında ve hastanede kalış süresi boyunca çeşitli antropometrik ölçümlerin değerlendirilmesi ve beslenme tarama araçlarının etkin kullanımı, beslenme yetersizliği olan veya risk taşıyan çocukların erken dönemde belirlenmesine; ayrıca zamanında ve uygun müdahalelerin planlanmasına olanak tanımaktadır.^{3,7,10} Günümüzde hastanede yatan çocuklarda yetersiz beslenme riskini erken dönemde saptamak amacıyla çeşitli tarama araçları geliştirilmiştir.¹¹ Bunlar arasında, Beslenme Risk Skoru (Nutritional Risk Score-NRS), Pediatrik Nütrisyonel Risk Skoru (Pediatric Nutrition Screening Tool-PNRS), Çocuklarda Malnütrisyonun Değerlendirilmesi için Tarama Aracı (Screening Tool for the Assessment of Malnutrition in Pediatrics-STAMP), Pediatrik Yorkhill Malnütrisyon Skoru (Pediatric Yorkhill Malnutrition Score-PYMS) ve Bozulmuş Beslenme Durumu ve Büyüme Riski için Tarama Aracı (Screening Tool for Risk of Impaired Nutritional Status and Growth-STRONGkids) yer almakta olup, çocuklarda malnütrisyonun değerlendirilmesinde hangisinin kullanımının ideal olduğuna dair bir görüş birliği henüz mevcut değildir.^{3,11} Bununla birlikte, pediatrik hastalarda beslenme yetersizliğinin değerlendirilmesinde klinik pratikte en sık kullanılan tarama araçlarından birinin STRONGkids olduğu bildirilmiştir.³ Dolayısıyla bu çalışmada, hastanede yatan pediatrik hastalarda STRONGkids tarama aracı ile malnütrisyon riskinin belirlenmesi, malnütrisyon riski ile beslenme durumu ve antropometrik ölçümler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi ve malnütrisyon riski ile ilişkili olabilecek diğer faktörlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Çalışma Tasarımı ve Katılımcılar

Bu tanımlayıcı ve kesitsel çalışma Mart-Haziran 2017 tarihleri arasında KKTC Gazimağusa ilçesinde bulunan devlet hastanesi ve özel hastanelere yatışı gerçekleştirilen pediatrik hastalar üzerinde yürütülmüştür. Gazimağusa ilçesinde, bir devlet hastanesi ve üç özel hastane bulunmaktadır. Çalışmanın tasarlanması aşamasında, tüm hastanelerin başhekimleri ile görüşülmüş ve çalışmanın hastanelerde yürütülebilmesi konusunda gerekli izinler alınmıştır. Çalışma evreni bilinmediğinden, Gazimağusa ilçesinde bulunan devlet hastanesi ve özel hastanelerin Ocak-Ağustos 2016 tarihleri arasındaki kayıtları incelenmiştir. Bu kayıtlar doğrultusunda, devlet hastanesine kıyasla özel hastanelerde çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan pediatrik hasta sayısının çok sınırlı olduğu belirlenmiştir. Buna göre, önceden örneklem hesabı yapılmaksızın, ilgili hastanelerde çalışmaya katılmaya uygun olan ve katılmayı kabul eden tüm bireylerin çalışmaya dahil edildiği tam sayım yöntemi (total population sampling) kullanılmış ve veri toplama süreci Mart 2017’de başlayıp Haziran 2017’de sonlandırılmıştır. Çalışma, Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak tasarlanmış ve Doğu Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etiği Kurulu tarafından onaylanmıştır (Tarih: 06.03.2017, Karar sayı: 2017/39-03).

Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar, hastanelere yatışlarından 24 saat sonra çalışmaya dahil edilmiştir. Bu süreçte acil servise başvuran, yoğun bakım ünitelerinde tedavisi sürüp antropometrik ölçümleri alınamayan, hasta, ebeveyn veya refakatçi ile iletişim kurulamayan ve hastaneye tekrarlayan yatışı olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca, hastanede kalış süresi 24 saatten az olan ve son üç ay içerisinde yetersiz beslenmeye bağlı olarak

iştah artırıcı ilaç veya enteral beslenme tedavisi alan çocuklar çalışma dışı bırakılmıştır. Çocukların yedisi görüşme esnasında meydana gelen çeşitli sebepler (görüşme sırasında kusma veya ishal olması, çocuğun ebeveyn veya refakatçi ile görüşülmesini engellemesi, çocukların yanında ebeveyn veya refakatçileri olmaması, vb.) nedeniyle çalışmadan dışlanmışlardır. Sonuç olarak çalışma, 1-18 yaş arası toplam 151 pediatrik hasta yürütülmüştür.

Verilerin Toplanması

Çalışmada, pediatrik hastalar, ebeveynleri veya refakatçileri ile hastanede, hekim muayenesi, tetkik uygulamaları veya hemşirelik bakımı olmayan zamanlarda yüz yüze görüşülmüş ve veriler araştırmacı tarafından anket formu aracılığıyla toplanmıştır. Anket, dört bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, katılımcıların genel demografik özellikleri, sağlık durumları ve beslenme alışkanlıklarına ilişkin sorular yer almaktadır. İkinci bölümde, katılımcıların malnütrisyon risk durumlarının değerlendirilmesi için STRONGkids bulunmaktadır. Üçüncü bölümde, katılımcıların enerji ve makro besin ögesi alımlarının değerlendirilmesi için 24 saatlik geriye dönük besin tüketim kaydı kullanılmıştır. Anketin son bölümünde ise, katılımcıların antropometrik ölçümleri yer almakta olup tüm ölçümler araştırmacı tarafından alınıp kaydedilmiştir.

Genel Demografik Özellikler, Sağlık Durumu ve Beslenme Alışkanlıkları

Bu bölümde, çocuklar ve ebeveynler ile ilgili genel sosyo-demografik ve bireysel özellikler, hastaneye yatış tanısı, hastanede yatış süresi, son bir yılda hastalanma sayısı, hastanede sunulan yemeklerin tüketim durumu, günde kaç öğün tüketildiği, ebeveynlerin eğitim, çalışma ve sosyo-ekonomik durumlarına yönelik veriler elde edilmiştir.

STRONGkids

STRONGkids, Hulst ve ark.¹² tarafından oluşturulmuş, Oruçoğlu, B.⁸ tarafından ise Türkçe geçerlik ve güvenilirliği yapılmış; hastanede yatan bir ay-18 yaş arası çocuklarda (hastanede yatış süresi >1 gün) malnütrisyon gelişme riskini belirlemek amacıyla kullanılan bir tarama aracıdır. STRONGkids, subjektif klinik değerlendirme, yüksek hastalık riski, besin alımı ve ağırlık kaybı olmak üzere dört kısımda değerlendirilmektedir. Tarama aracındaki ilk iki soru hastanın doktoruna veya çocuk servisinde bulunan başhemşireye, diğer iki soru ise hastanın refakatçisine sorulmuştur. Sorulara verilen cevaplara göre elde edilen puanlardan 4-5 puan alan çocuklar yüksek malnütrisyon riski, 1-3 puan alan çocuklar orta malnütrisyon riski, 0 puan alan çocuklar ise düşük malnütrisyon riskine sahip şeklinde değerlendirilmiştir.¹² Ancak, çalışmada yüksek malnütrisyon riski grubunda bulunan pediatrik hasta sayısının çok az olması nedeniyle (%2.0), yüksek ve orta malnütrisyon riskine sahip çocuklar tek bir grupta birleştirilmiş ve tüm istatistiksel analizler iki grup üzerinden (yüksek/orta malnütrisyon riski: %41.1; düşük malnütrisyon riski: %58.9) yapılmıştır.

24 Saatlik Geriye Dönük Besin Tüketim Kaydı

Çocukların besin alımı ve beslenme durumunun değerlendirilmesi amacıyla hastaneye yatıştan en erken 24 saat sonra, çocukların kendisi, ebeveynleri veya refakatçileri yardımıyla 24 saatlik geriye dönük besin tüketimleri sorgulanmıştır. Hastanelerde sunulan yemeklerin standart tariflerine hastanede çalışan diyetisyen aracılığıyla ulaşılmış ve tüketilen besinlerin enerji ve besin ögesi içeriğinin hesaplanması için Beslenme Bilgi Sistemleri Paket Programı 7.0 (BeBiS 7.0) kullanılmıştır.¹³ Tüketilen besinlerin ölçülerinin kaydedilmesinde ise “Yemek ve Besin Fotoğraf Kataloğu Ölçü ve Miktarlar” kitabından faydalanılmıştır.¹⁴

Antropometrik Ölçümler

Çalışmada katılımcıların vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve ÜOKÇ gibi antropometrik ölçümleri araştırmacı tarafından usulüne uygun şekilde alınmıştır. Vücut ağırlığı ölçümünde çeşitli tartılar (bebek tartısı, dijital tartı) kullanılmıştır. Vücut ağırlığı ölçümü boş mesane ile, en az sekiz saatlik açlık sonrası, ayakkabısız ve hafif giysilerle gerçekleştirilmiştir. İki yaşından

küçük çocuk ve bebekler, bebek bezi çıkarılmış bir şekilde 0-20 kg $\pm$ 5 g hassasiyette bebek tartısı (ADE-M10618, Almanya) ile tartılmış; bebek bezinin çıkarılması mümkün olmayan durumlarda ise tartı işleminden önce bebek bezinin temiz olmasına özen gösterilmiştir. İki yaşından büyük çocuklar ise dijital tartı ile tartılmıştır. Vücut ağırlığı ölçümü sırasında çocuk ölçümün alınmasına engel olduysa, önce ebeveyn veya refakatçi tartının üzerine ince giysilerle ve ayakkabısız çıkarılmıştır. Ebeveyn veya refakatçinin vücut ağırlığı kaydedildikten sonra tartıdan indirilmiş ve kucağa çocuğu alarak tartıya çıkması istenmiştir. Aradaki ağırlık farkı, çocuğun vücut ağırlığı olarak kabul edilmiştir. Boy uzunluğu ölçümü ilk iki yaşta yatarak, daha büyük çocuklarda ayakta yapılmış; yatarak ölçümde 10-80 cm $\pm$ 1 mm hassasiyette bebek boy ölçer (Holtain-98.705, İngiltere), ayaktaki ölçümde ise 0.1 cm hassasiyetli esnemeyen mezür kullanılmıştır. Bir-iki yaş arası çocuklarda boy ölçümü araştırmacı ve bir hemşire olmak üzere iki kişi ile yapılmıştır. Kişilerden biri bebeği tartının üzerine düz bir şekilde yerleştirip bebeğin başını tartı aletinin baş kısmına gelecek şekilde ayarlamıştır. Diğer kişi ise bebeğin dizlerini düz bir şekilde tutup hareket edebilen skalayı topuklarına getirerek boy ölçümü tamamlanmıştır. İki yaşın üzerinde olup bağımsız bir şekilde ayakta durabilen çocuklarda ise boy uzunluğu ölçümü yine araştırmacı tarafından yapılmıştır. Boy uzunluğu ölçümü sırasında çocuğun ayakkabısız olarak ayakta durması ve duvara dik bir şekilde yaslanması sağlanmıştır. Baş Frankfurt düzleminde olacak şekilde konumlandırılmış; omuzlar, baldırlar ve topuklar duvara temas ettirilmiş ve çocuğun düz bir şekilde karşıya bakması istenmiştir. Duvara sabitlenmiş esnemeyen mezura kullanılarak başın denk geldiği değer kaydedilmiş ve boy uzunluğu ölçümü tamamlanmıştır. Benzer şekilde ÜOKÇ ölçümü için 0.1 cm hassasiyetli esnemeyen mezura kullanılmıştır. ÜOKÇ, üst kolun tam orta noktasından ölçülmüştür. ÜOKÇ'nin orta noktasını belirlemek için kol 90 derecelik bir açıya getirilmiştir. Orta nokta, omuzda akromiyon çıkıntı ile dirsekte olekranon çıkıntı arası mesafenin ölçülmesi ve tam ortasının işaretlenmesi ile belirlenmiştir. Daha sonra çocuğun ayakta dik pozisyonda durması ve kolunu serbest olarak aşağıya bırakması istenmiş ve belirlenen orta noktadan ölçüm alınmıştır. Çocukların büyüme ve gelişmelerinin değerlendirilmesi amacıyla vücut ağırlığı, boy uzunluğu, BKİ değerleri ve ÜOKÇ ölçümlerine ilişkin veriler 1-5 yaş arası için WHO Anthro,^{15,16} 5 yaş ve üstü için ise WHO AnthroPlus^{17,18} yazılım programına girilmiştir.

Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen örneklem büyüklüğünün yeterliliğini değerlendirmek amacıyla G*Power 3.1 programı kullanılarak post-hoc güç analizi gerçekleştirilmiştir. İki bağımsız grup arasındaki karşılaştırmalar temel alınarak, orta düzey etki büyüklüğü (Cohen's $d=0.50$), %5 anlamlılık düzeyi ($\alpha=0.05$) esas alındığında, çalışmanın istatistiksel gücü %91.4 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, mevcut örneklem büyüklüğünün orta düzeydeki grup farklılıklarını saptamak için yeterli olduğunu göstermektedir.

Çalışma verilerinin istatistiksel analizinde Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 26.0 programı kullanılmıştır. Çalışmaya katılan pediatrik hastaların sosyo-demografik özellikleri, malnütrisyon risk durumları gibi kategorik değişkenler frekans analiziyle belirlenmiş; besin tüketim durumları, antropometrik ölçümler ve ölçekten aldıkları puanlara ait tanımlayıcı istatistikler ise ortalama, standart sapma, medyan, alt ve üst değer şeklinde verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma, normal dağılım göstermeyen değişkenler medyan (alt-üst) ve sıra ortalaması şeklinde sunulmuştur. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde Pearson ve Fisher's Exact ki-kare testi kullanılmıştır. Nicel değişkenlerin iki bağımsız grup arasında karşılaştırılmasında normal dağılımın sağlandığı durumlarda bağımsız örneklem t-testi, sağlanamadığı durumlarda ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Malnütrisyon riski ile yaş, cinsiyet, sosyoekonomik durum, protein alımı, BKİ, günlük öğün sayısı, hastanede yatış süresi ve hastanede sunulan yemekleri tüketim durumu arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla lojistik regresyon

analizi yapılmıştır. Tek değişkenli analizde malnütrisyon riski ile anlamlı bulunan değişkenler kullanılarak çok değişkenli (multivariable) model oluşturulmuş ve bağımsız değişkenlerin etkisi birlikte incelenmiştir. Ayrıca bazı değişkenler, çoklu doğrusallık (multicollinearity) nedeniyle çok değişkenli modele dahil edilmemiştir. $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular

Çalışma, %44.4'ü erkek, %55.6'sı kadın olmak üzere (medyan yaş: 4 yıl; 1-12) toplam 151 pediatrik hasta ile yürütülmüştür. STRONGkids puanlamasına göre çocukların %41.1'inin yüksek/orta malnütrisyon riski, %58.9'unun ise düşük malnütrisyon riskine sahip olduğu bulunmuştur. Çocukların yaş gruplarına göre STRONGkids puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcıların STRONGkids sınıflamasına göre dağılımı ile yaş gruplarına göre STRONGkids puanlarının karşılaştırılması (s=151)

STRONGkids		s	%		
Yüksek/Orta risk		62	41.1		
Düşük risk		89	58.9		
STRONGkids puan	s	M (alt-üst)	SO	p	
Yaş Grubu	5 yaş altı	77	0 (0.00-5.00)	78.21	0.475
	5 yaş ve üstü	74	0 (0.00-4.00)	73.70	

p: Mann-Whitney U testi, M: Medyan, SO: Sıra Ortalaması

Tablo 2'de çalışmaya dahil edilen katılımcıların demografik özelliklerinin malnütrisyon riskine göre karşılaştırılması gösterilmiştir. Çocukların yaşı, baba yaşı, baba eğitim düzeyi, hastanede yatış süresi ve son bir yılda hastalanma sayısı ile malnütrisyon risk grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Buna karşın, malnütrisyon riski düşük olan gruba kıyasla yüksek/orta risk grubunda erkek çocukların oranı daha yüksek (%50.7); geliri gidere denk olan aile oranı, çalışan ebeveyn oranı ile lise/lisans eğitim düzeyine sahip anne oranı daha düşük bulunmuştur (sırasıyla %37.4, %29.8, %39.3 ve %35.1) ($p<0.05$). Ayrıca, yüksek/orta malnütrisyon riski grubunda anne yaşının daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bununla birlikte, malnütrisyon riski düşük olan gruba kıyasla, akut gastroenterit (AGE) ve kusma tanıları ile hastaneye yatırılan (%86.4), hastanede sunulan yemekleri tüketemeyen (%77.3) ve günlük tüketilen öğün sayısı daha az olan çocuklarda yüksek/orta malnütrisyon riskinin daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Tablo 2. Katılımcıların demografik özelliklerinin malnütrisyon riskine göre karşılaştırılması (s=151).

STRONGkids							
	Toplam		Yüksek/Orta risk		Düşük risk		p
	(s=151)		(s=62)		(s=89)		
Yaş (yıl)	s	%	s	%	s	%	0.430*
<5 yaş	77	51.0	34	44.2	43	55.8	
≥5 yaş	74	49.0	28	37.8	46	62.2	
Cinsiyet	s	%	s	%	s	%	0.031*

Erkek	67	44.4	34	50.7	33	49.3	
Kadın	84	55.6	28	33.3	56	66.7	
Ailenin gelir durumu	s	%	s	%	s	%	
Gelir giderden az	20	13.2	13	65.0	7	35.0	0.019*
Gelir gider denk	131	86.8	49	37.4	82	62.6	
Anne yaşı	M (alt-üst)		M (alt-üst)	SO	M (alt-üst)	SO	0.030**
	33 (20-47)		31 (20-41)	66.80	33 (23-47)	82.41	
Anne eğitim düzeyi	s	%	s	%	s	%	
Okur-yazar değil	1	0.7	0	0.0	1	100.0	0.009*
İlkokul/ortaokul	36	23.8	22	61.1	14	38.9	
Lise/lisans	114	75.7	40	35.1	74	64.9	
Anne çalışma durumu	s	%	s	%	s	%	
Çalışan	57	37.7	17	29.8	40	70.2	0.029*
Çalışmayan	94	62.3	45	47.9	49	52.1	
Baba yaşı	M (alt-üst)		M (alt-üst)	SO	M (alt-üst)	SO	0.455**
	36 (25-52)		36 (25-52)	72.82	36 (27-49)	78.21	
Baba eğitim düzeyi	s	%	s	%	s	%	
Okur-yazar değil	9	6.0	4	44.4	5	55.6	0.129*
İlkokul/ortaokul	32	21.2	18	56.3	14	43.7	
Lise/lisans	110	72.8	40	36.4	70	63.6	
Baba çalışma durumu	s	%	s	%	s	%	
Çalışan	145	96.0	57	39.3	88	60.7	0.043*
Çalışmayan	6	4.0	5	83.3	1	16.7	
Tanı	s	%	s	%	s	%	
AGE ve Kusma	59	39.1	51	86.4	8	13.6	0.000*
ASYE	46	30.5	6	13.0	40	87.0	
Yüksek Ateş	17	11.3	3	17.6	14	82.4	

Tablo 2. Katılımcıların demografik özelliklerinin malnütrisyon riskine göre karşılaştırılması (s=151). (Devam)

Tanı	s	%	s	%	s	%	
Diğer (İYE, ÜSİYE, Tonsillit, vb.)	29	19.2	2	6.9	27	93.1	
Hastanede yatış süresi	M (alt-üst)		M (alt-üst)	SO	M (alt-üst)	SO	0.189**
	2 (1-5)		2 (1-5)	81.07	1 (1-4)	72.47	
Son 1 yılda hastalanma sayısı	M (alt-üst)		M (alt-üst)	SO	M (alt-üst)	SO	0.553**
	2 (0-5)		2 (0-5)	73.67	2 (1-4)	77.62	

Hastanede sunulan yemeği tüketebilme durumu	s	%	s	%	s	%	
Hepsini tüketiyor	31	20.5	3	9.7	28	90.3	0.000
Birazını tüketebiliyor	98	64.9	42	42.9	56	57.1	
Tüketemiyor	22	14.6	17	77.3	5	22.7	
Toplam öğün sayısı	M (alt-üst)		M (alt-üst)	SO	M (alt-üst)	SO	0.046**
	3 (2-6)		3 (1-6)	69.19	3 (3-6)	80.74	

* Ki-kare testi, ** Mann-Whitney U testi, M: Medyan, SO: Sıra Ortalaması), AGE: Akut Gastroenterit, ASYE: Alt Solunum Yolu Enfeksiyonu, İYE: İdrar Yolu Enfeksiyonu, ÜSYE: Üst Solunum Yolu Enfeksiyonu

Katılımcıların enerji ve makro besin ögesi alımlarının yaş grupları ve malnütrisyon riskine göre karşılaştırılması Tablo 3'te gösterilmiştir. Malnütrisyon riski düşük olan gruba kıyasla, yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip beş yaş altı çocuklarda enerji (374.19 ± 174.60 kkal), protein (medyan: 13.02; 2.11-35.81 g), karbonhidrat (37.68 ± 22.67 g) ve yağ (15.28 ± 7.54 g) alımının daha düşük olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Benzer şekilde, yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip beş yaş ve üstü çocuklarda malnütrisyon riski düşük olan gruba kıyasla enerji (medyan: 474.33; 103.49-1456.19 kkal), protein (21.00 ± 14.83 g), karbonhidrat (59.48 ± 35.56 g) ve yağ (medyan: 19.00; 0.93-63.55 g) alımının daha düşük olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Her iki yaş grubunda, enerjinin protein ve yağdan gelen oranları malnütrisyon risk grupları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermezken ($p > 0.05$); yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip beş yaş ve üstü çocuklarda enerjinin karbonhidrattan gelen oranının düşük malnütrisyon riskine sahip çocuklara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Katılımcıların antropometrik ölçümlerinin yaş grupları ve malnütrisyon risklerine göre karşılaştırılması Tablo 4'te belirtilmiştir. Beş yaş altı çocuklarda boy uzunluğu (cm) açısından malnütrisyon risk grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Yüksek/orta risk grubundaki çocukların vücut ağırlığı (kg), BKİ (kg/m^2) değerleri ve ÜOKÇ (cm) ölçümleri, düşük risk grubundaki çocuklara kıyasla daha düşük bulunmuştur ($p < 0.05$).

Beş yaş ve üstü çocuklarda vücut ağırlığı (kg) ve boy uzunluğu (cm) açısından malnütrisyon risk grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($p > 0.05$); yüksek malnütrisyon riski grubundaki çocukların BKİ (kg/m^2) değerlerinin, düşük malnütrisyon riski grubundaki çocuklara kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Malnütrisyon riski ile yaş, cinsiyet, sosyoekonomik durum, protein alımı, BKİ, günlük öğün sayısı, hastanede yatış süresi ve hastanede sunulan yemekleri tüketebilme durumu arasındaki ilişkiyi değerlendiren lojistik regresyon analizleri Tablo 5'te gösterilmiştir.

Model 1'de, cinsiyet, sosyoekonomik durum, protein alımı, BKİ, günlük öğün sayısı ve hastanede sunulan yemeklerin tüketim durumu ile malnütrisyon riski arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($p < 0.05$). Ancak, çok değişkenli modelde, cinsiyet, sosyoekonomik durum ve günlük öğün sayısının malnütrisyon riski ile bağımsız olarak ilişkili olmadığı ($p > 0.05$); yaş, protein alımı, BKİ ve hastanede sunulan yemeklerin tüketim durumunun ise malnütrisyon riski ile bağımsız olarak ilişkili olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Buna göre, yaşın her bir yıl artmasının malnütrisyon riskini %36 artırdığı ($\text{OR} = 1.361$, $p = 0.006$), protein alımındaki her bir g artış ile BKİ (kg/m^2)'deki her bir birim artışın malnütrisyon riskini sırasıyla %10.6 ($\text{OR} = 0.894$, $p = 0.000$) ve %27.8 ($\text{OR} = 0.722$, $p = 0.020$) oranında azalttığı görülmüştür. Ayrıca, hastane yemeklerini tüketemeyen çocuklarda malnütrisyon riskinin 23.8 kat arttığı bulunmuştur ($\text{OR} = 23.757$, $p = 0.003$).

Tablo 3. Katılımcıların enerji ve makro besin ögesi alımlarının yaş grupları ve malnütrisyon risklerine göre karşılaştırılması (s=151).

	Malnütrisyon riski	s	$\bar{x} \pm SS$	M (alt-üst)	SO	P
5 yaş altı	Enerji (kkal)	Yüksek/Orta risk	34 374.19±174.60			0.000*
		Düşük risk	43 700.51±183.52			
	Protein (g)	Yüksek/Orta risk	34	13.02 (2.11-35.81)	21.93	0.000**
		Düşük risk	43	31.10 (15.48-55.32)	52.50	
	Protein (%)	Yüksek/Orta risk	34	14.50 (5.00-41.00)	33.53	0.056**
		Düşük risk	43	18.00 (12.00-27.00)	43.33	
	Yağ (g)	Yüksek/Orta risk	34 15.28±7.54			0.000*
		Düşük risk	43 29.77±10.36			
	Yağ (%)	Yüksek/Orta risk	34 39.94±11.20			0.196*
		Düşük risk	43 37.04±7.19			
	Karbonhidrat (g)	Yüksek/Orta risk	34 37.68±22.67			0.000*
		Düşük risk	43 76.28±22.12			
5 yaş ve üstü	Enerji (kkal)	Yüksek/Orta risk	28	474.33 (103.49-1456.19)	25.68	0.000**
		Düşük risk	46	769.58 (255.19-1345.00)	44.70	
	Protein (g)	Yüksek/Orta risk	28 21.00±14.83			0.000*
		Düşük risk	46 33.97±14.00			
	Protein (%)	Yüksek/Orta risk	28	16.00 (8.00-35.00)	31.46	0.056**
		Düşük risk	46	18.50 (10.00-32.00)	41.17	
	Yağ (g)	Yüksek/Orta risk	28	19.00 (0.93-63.55)	26.30	0.000**
		Düşük risk	46	27.93 (3.45-68.56)	44.32	
	Yağ (%)	Yüksek/Orta risk	28 31.46±11.54			0.227*
		Düşük risk	46 34.39±6.54			
	Karbonhidrat (g)	Yüksek/Orta risk	28 59.48±35.56			0.002*
		Düşük risk	46 83.98±28.54			
	Karbonhidrat (%)	Yüksek/Orta risk	28	52.50 (22.00-84.00)	43.80	0.049**
		Düşük risk	46	46.00 (33.00-77.00)	33.66	

* Bağımsız örneklem t-testi, ** Mann-Whitney U testi, $\bar{x}$: Ortalama, SS: Standart sapma, M: Medyan, SO: Sıra Ortalaması.

Tablo 4. Katılımcıların antropometrik ölçümlerinin yaş grupları ve malnütrisyon risklerine göre karşılaştırılması (s=151).

Antropometrik Ölçümler		Malnütrisyon riski	s	$\bar{x} \pm SS$	M (alt-üst)	SO	p
5 yaş altı	Vücut ağırlığı (kg)	Yüksek/Orta risk	34	12.3±32.15			0.000*
		Düşük risk	43	14.4±82.60			
	Boy uzunluğu (cm)	Yüksek/Orta risk	34		92.00 (75.00-103.00)	34.40	0.108**
		Düşük risk	43		95.00 (107.00-0.77)	42.64	
	BKİ (kg/m ²)	Yüksek/Orta risk	34		15.25 (13.00-18.60)	28.97	0.000**
		Düşük risk	43		16.60 (14.30-19.30)	46.93	
	ÜOKÇ (cm)	Yüksek/Orta risk	34		14.00 (11.50-15.50)	27.50	0.000**
		Düşük risk	43		15.00 (13.00-16.00)	48.09	
	Vücut ağırlığı (kg)	Yüksek/Orta risk	28		24.40 (15.00-44.50)	36.86	0.841**
		Düşük risk	46		23.10 (15.00-69.50)	37.89	
5 yaş ve üstü	Boy uzunluğu (cm)	Yüksek/Orta risk	28		123.00 (100.00-162.00)	41.14	0.255**
		Düşük risk	46		119.00 (103.00-162.00)	35.28	
	BKİ (kg/m ²)	Yüksek/Orta risk	28		15.70 (12.20-22.80)	30.52	0.029**
		Düşük risk	46		16.55 (13.70-27.00)	41.75	

* Bağımsız örneklem t-testi, ** Mann-Whitney U testi. $\bar{x}$: Ortalama, SS: Standart sapma, M: Medyan, SO: Sıra Ortalaması, BKİ: Beden Kütle İndeksi

Tablo 5. Katılımcıların malnütrisyon riski ile ilişkili olabilecek faktörlerin lojistik regresyon analizi.

Malnütrisyon Risk ^a	β	SH	Düzeltilmemiş OR	%95 GA	p	β	SH	Düzeltilmiş OR	%95 GA	p
Hastanede Yatış Süresi	0.255	0.208	1.290	0.858-1.939	0.221	-	-	-	-	-
Yaş (yıl)	-0.047	0.063	0.954	0.843-1.080	0.455	0.308	0.113	1.361	1.091-1.697	0.006*
Cinsiyet										
Kadın	1.00 (Ref)					1.00 (Ref)				
Erkek	0.723	0.337	2.061	1.065-3.986	0.032*	0.222	0.468	1.248	0.499-3.125	0.635
Sosyoekonomik Durum										
Gelir gidere denk	1.00 (Ref)					1.00 (Ref)				
Gelir giderden düşük	1.134	0.502	3.108	1.161-8.319	0.024*	1.295	0.684	3.649	0.955-13.939	0.058
Protein Alımı (g)	-0.104	0.018	0.901	0.870-0.934	0.000*	-0.112	0.022	0.894	0.856-0.934	0.000*
BKİ (kg/m²)	-0.391	0.110	0.676	0.545-0.838	0.000*	-0.325	0.140	0.722	0.549-0.950	0.020*
Günlük Öğün Sayısı	-0.673	0.265	0.510	0.304-0.857	0.011*	0.192	0.386	1.212	0.568-2.583	0.619
Hastanede Sunulan Yemekleri										
Tüketebilme Durumu										
Hepsini tüketiyor	1.00 (Ref)					1.00 (Ref)				
Birazını tüketebiliyor	1.946	0.641	7.000	1.993-24.581	0.002*	1.545	0.811	4.686	0.955-22.989	0.057
Tüketemiyor	3.457	0.792	31.733	6.715-149.966	0.000*	3.168	1.075	23.757	2.889-195.376	0.003*

^a: Düşük malnütrisyon riski (referans), Model 1: Düzeltilmemiş OR, Model 2: Düzeltilmiş OR, SH: Standart hata, OR: odds ratio, GA: Güven aralığı, BKİ: Beden kütle indeksi, Ref: Referans.

Nagelkerke $R^2 = 0.562$

Hosmer-Lemeshow $p = 0.066$

Tartışma

Bu çalışma, hastanede yatan pediatrik hastalarda STRONGkids tarama aracı ile malnütrisyon riskinin belirlenmesi, malnütrisyon riski ile beslenme durumu ve antropometrik ölçümler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi ve malnütrisyon riski ile ilişkili olabilecek diğer faktörlerin incelenmesi amacıyla planlanıp, 151 pediatrik hasta (medyan yaş: 4 yıl; 1-12) ile yürütülmüştür.

Çalışmaya dahil edilen çocukların toplam %41.1'inin STRONGkids tarama aracına göre yüksek ve orta malnütrisyon riskine sahip olduğu saptanmış, ancak yalnız %2'sinde (s=3) yüksek malnütrisyon riski olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Türkiye'de yaşları 0-18 ay arasında değişen 350 pediatrik hasta üzerinde yürütülen bir çalışmada, malnütrisyon riski STRONGkids tarama aracı ile değerlendirilmiş ve çocukların %37.7'sinin yüksek malnütrisyon riskine sahip olduğu bulunmuştur.¹⁹ Benzer şekilde Türkiye'de 200 pediatrik hasta (ortalama 5.2±4.7 yaş) üzerinde yapılmış bir çalışmada, STRONGkids'e göre çocukların %55'inin yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip olduğu belirtilmiştir.²⁰ Farklı ülkelerde (İtalya, Avustralya, Belçika, Kanada, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, vb.) yaşları 0-18 yıl arasında değişen pediatrik hastaların dahil edildiği çalışmaları içeren bir sistematik derlemede ise, malnütrisyon riski çeşitli tarama araçları (NRS, STAMP, PYMS, STRONGkids, vb.) kullanılarak değerlendirilmiş ve yüksek/orta malnütrisyon riskinin %0.1 ile %60.8 arasında değiştiği bildirilmiştir.²¹ Yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, bu çalışmadaki hastaların malnütrisyon risk oranlarının farklılık gösterdiği görülmektedir.

Bu çalışmada beş yaş altı ve beş yaş ve üstü çocuklar arasında beslenme durumu yönünden bir farklılık bulunmazken, çalışmada malnütrisyon riski ile bağımsız olarak ilişkili olabilecek faktörler incelendiğinde yaştaki her bir yıl artışın, malnütrisyon riskini 1.36 kat artırdığı (OR=1.361, p=0.006) saptanmıştır (Tablo 5). Bu bulgulara benzer şekilde, Oruçoğlu ve ark.'ın¹⁹ çalışmasında (s=350) beş yaş ve üzeri pediatrik hastalarda yüksek malnütrisyon riskinin daha fazla olduğu bulunmuştur. Buna karşın Spagnuolo ve ark.'ın²² yaşları ortalaması 6.5±4.5 yaş olan 144 pediatrik hastayı dahil ettikleri çalışmasında, malnütrisyon gelişme olasılığının beş yaş altı çocuklarda 2.7 kat (OR=2.708; p=0.024) daha fazla olduğu görülmüştür. Malnütrisyon riskinin beş yaş altı çocuklarda daha yüksek olduğu, literatürde çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur.^{5,23} Ayrıca, 1-5 yaş arasında enerji ve besin ögesi gereksiniminin artmasına karşılık, gereksinimi karşılama oranının çeşitli nedenlerle azalması, beslenme yetersizliği riskini daha kritik boyutlara taşıyabilir.

Çalışmada malnütrisyon riski ile cinsiyetler arasındaki farklılıklar incelenmiş ve çalışmaya dahil edilen erkek hastalarda yüksek/orta malnütrisyon riskinin (%50.7) kadın hastalardan daha fazla olduğu belirlenmiştir (%33.3) (p<0.05) (Tablo 2). Benzer bulgular, çeşitli çalışmalarla desteklenmektedir. Örneğin, Mahfouz ve ark.'ın²³ kırsal kesimdeki evlerde yaşayan 2-5 yaş arası 497 okul öncesi çocukların dahil edildiği çalışmasında, bir malnütrisyon türü olan ve beslenme yetersizliği sonucu gelişen bodurluğun (yaşa göre boy uzunluğu -2 SD altı), erkek çocuklarda daha yüksek olduğu görülmüştür. Wamani ve ark.'ın²⁴ ele aldığı bir meta-analizde, beş yaş altı erkek ve kız çocukların sırasıyla %46'sı ve %36'sının bodur olduğu ortaya konmuştur. Benzer şekilde Mahmudiono ve ark.'ın²⁵ 685 beş yaş altı çocuk üzerinde yürütülen çalışmasında, kız çocuklarda erkek çocuklara göre büyüme geriliği olasılığının daha düşük olduğu bildirilmiştir (OR=0.612).

Malnütrisyonun gelişmesine çeşitli nedenler katkı sağlamaktadır. Bu nedenlere başta yetersiz enerji ve besin ögesi alımı olmak üzere, diyare, enfeksiyonlar, kanser gibi çeşitli hastalıkların varlığı, ebeveynlerin beslenme hakkında yetersiz bilgiye sahip olması, düşük eğitim düzeyi, düşük sosyoekonomik durum gibi örnek verilebilir.²⁶ Ek olarak, hastanede yatan

hastalarda mevcut malnütrisyon, hastanede yatış süresinin uzaması ve iştahsızlığa bağlı hastanede sunulan yemekleri tüketememe gibi nedenlere bağlı olarak kötüleştirilebilir.^{8,16} Yapılan bu çalışmada, yüksek/orta malnütrisyon risk grubunda yer alan çocukların annelerinin yaşının daha düşük olduğu (medyan: 31 yıl; 20-41), düşük malnütrisyon riskine sahip çocukların ise annelerinin eğitim düzeyinin ve çalışan ebeveyn sayısının daha yüksek; sosyoekonomik durumlarının ise daha iyi olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Tablo 2). Bu sonuçlar ile ilgili olarak literatürdeki bulgular çeşitlilik göstermektedir. Örneğin, bu çalışma bulguları ile benzer şekilde Mahfouz ve ark.'ın²³ çalışmasında, günlük hayatlarına devam eden ve büyüme geriliği olan 2-5 yaş arası okul öncesi çocukların ($s=497$) ebeveynlerinin eğitim düzeyi ve sosyoekonomik durumu, büyüme geriliği olmayan çocukların ebeveynlerine kıyasla daha düşük bulunmuş; bu çalışmadan farklı olarak ebeveynlerin çalışma durumlarının gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği bildirilmiştir ($p>0.05$). Benzer şekilde, Kabukcu ve ark.'ın²⁶ yaşları medyanı 52.0 ay olan 501 pediatrik hasta üzerinde yürütmüş olduğu çalışmada, akut malnütrisyonu sahip çocukların annelerinin eğitim düzeyinin ilk ve ortaöğretim seviyesinde olduğu bildirilmiş; ancak bu çalışma sonuçlarından farklı olarak baba eğitim düzeyi ve ailenin sosyoekonomik durumu ile malnütrisyon türleri (akut vs. kronik) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Beş yaş altı 576 pediatrik hasta üzerinde yürütülen bir başka çalışmada da anne yaşı, anne eğitim düzeyi ve ailenin gelir durumunun malnütrisyon riski ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.²⁷

Bu çalışmada, pediatrik hastaların hastanede kalış süreleri (medyan: 2 gün; 1-5) ile malnütrisyon risk grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 2). Elde edilen bulgular, literatürdeki bazı çalışma bulgularıyla uyumlu iken,^{11,26,28} bazılarıyla uyum göstermemektedir.^{19,20,29} Nitekim, çeşitli çalışmalarda yüksek/orta malnütrisyon riski grubunda yer alan pediatrik hastaların, düşük risk grubuna kıyasla daha uzun süre hastanede kaldığını (>6 gün) gösterilmektedir.^{19,20,29} Bu çalışma ile literatürdeki diğer çalışmalar arasındaki farklılıkların, hasta gruplarının tanılarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Örneğin bu çalışmadaki çocukların %39.1'i AGE ve kusma, %30.5'i ise alt solunum yolu enfeksiyonu tanısı ile hastaneye yatırılmıştır. Buna karşın, diğer çalışmalarda çocukların kanser, yanık, kistik fibrozis ve solunum yetmezliği gibi iştahı ve besin alımını doğrudan etkileyen hastalıklara daha sık sahip olduğu görülmektedir.

Malnütrisyonun temel nedenlerinden biri, yetersiz besin tüketimine bağlı olarak enerji ve besin ögesi alımındaki yetersizliklerdir. Yapılan bu çalışmada, her iki yaş grubunda (<5 yaş ve ≥ 5 yaş) yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip çocukların, düşük risk grubundaki çocuklara kıyasla enerji (kkal), protein (g), karbonhidrat (g) ve yağ (g) alımları daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 3). Mahfouz ve ark.'ın²³ günlük hayatlarına devam eden 2-5 yaş arası 497 çocuk üzerinde yürütmüş olduğu çalışmada, çocuklar yaş gruplarına göre 2-3 yaş ve 4-5 yaş şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Her iki yaş grubundaki bodur çocukların enerji alımı, bodur olmayanlara kıyasla daha düşük bulunmuştur. Ayrıca çalışmada, 4-5 yaş grubundaki bodur çocukların, bodur olmayanlara kıyasla daha düşük protein ve karbonhidrat aldıkları gözlemlenmiştir. Bangladeş'te kentsel bir bölgede yaşayan beş yaş altı çocukların ($s=324$) dahil edildiği bir başka çalışmada, büyüme geriliği olan çocukların, büyüme ve gelişmesi yaşına göre normal olan çocuklara kıyasla beslenme ile enerji, protein, karbonhidrat ve yağ alımının daha düşük olduğu saptanmıştır.³⁰ Rahayu ve ark.'ın³¹ 6-59 ay arası 96 pediatrik hastayı dahil ettiği çalışmasında ise gereksinimin altında enerji alımının büyüme geriliği riskini 9.13 kat artırdığı saptanmıştır.

Proteinler, pediatrik popülasyonda büyüme ve gelişme süreçlerinde kritik rol oynayan besin öğeleri olmakla birlikte, yetersiz protein alımı, protein-enerji malnütrisyonu, anemi, immün disfonksiyon gibi hastalıklarla ilişkilidir.³² Mahfouz ve ark.'ın²³ günlük hayatlarına devam eden 2-5 yaş arası 497 okul öncesi çocukların dahil edildiği çalışmasında, protein için

önerilen günlük alım miktarını karşılayan ve karşılayamayan çocuklarda büyüme geriliği riski incelenmiştir. Buna göre, protein için önerilen günlük alım miktarını karşılayamayan çocuklarda büyüme geriliği riski, günlük alım miktarını karşılayan çocuklara kıyasla 2.26 kat daha fazla bulunmuştur. Benzer şekilde bu çalışmada, malnütrisyon riski ile protein alımı arasındaki ilişki çok değişkenli lojistik regresyon analizi ile değerlendirilmiş ve pediatrik hastalarda protein alımındaki her 1 gramlık artışın malnütrisyon riskini %10.6 oranında azalttığı saptanmıştır (OR=0.894, p=0.000) (Tablo 5). Ayrıca çalışmada, hastanede sunulan yemeklerin tüketilememesinin, malnütrisyon riskini yaklaşık 23.8 kat artırdığı (OR=23.757, p=0.003) bulunmuştur (Tablo 5). Bu bulgular, Saengnipanthkul ve ark.'ın³³ bulguları ile paralellik göstermiş; 1 ay-18 yaş arası 817 pediatrik hastanın yer aldığı çalışmada hastanede kalış süresince besin alımındaki azalmanın, hastane malnütrisyonu gelişme olasılığını 2.26 kat artırdığı bulunmuştur. Yaşları 6-59 ay arası değişen sağlıklı ve hasta çocuklarda protein alımı ve diyet çeşitliliği ile büyüme geriliği arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmaları içeren bir sistematik derlemede ise, büyüme geriliği olan çocukların, büyüme geriliği olmayanlara kıyasla genel protein alımı ile kaliteli protein alımının daha düşük, diyetlerinin ise çeşitlilik açısından yetersiz olduğu gösterilmiştir.³⁴ Literatürde, pediatrik hastalarda yaş grupları ve malnütrisyon riskine göre enerji ve besin ögesi alımı ile hastanede sunulan yemeklerin tüketim durumunu karşılaştıran çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmanın bulguları, çocukların hastanede yatış süresince hastalığa bağlı iştahsızlık yaşama olasılıkları nedeniyle yetersiz enerji ve makro besin ögesi aldıklarını göstermektedir. Bu sonuçlar, pediatrik hastalarda malnütrisyon riskini artırdığını göstermekte olup, mevcut literatür verileriyle uyumludur.

Büyüme geriliği, beslenme yetersizliğinin önemli bir sonucudur. Yetersiz beslenen çocukların antropometrik ölçümlerinin sağlıklı yaşıtlarına göre daha düşük olduğu bildirilmektedir.¹¹ Bu çalışmada, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, BKİ ve ÜOKÇ gibi antropometrik ölçümler STRONGkids risk gruplarına göre karşılaştırılmıştır. Her iki yaş grubunda, bazı antropometrik ölçümler ile malnütrisyon riski arasındaki anlamlı farklılıkların yalnızca yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip pediatrik hastalarda bulunduğu saptanmıştır (p<0.05) (Tablo 4). Ayrıca çalışmada, malnütrisyon riski ile BKİ arasında bağımsız bir ilişki bulunmuş; BKİ'deki her bir birim artışın, malnütrisyon riskine karşı %27.8 oranında koruyucu olduğu tespit edilmiştir. (OR=0.722, p=0.020) (Tablo 5). Bu bulgular, yüksek beslenme riski taşıyan çocuklarda beslenme yetersizliğinin daha yaygın olduğunu ortaya koymaktadır. Yaşları 1 ay-17 yaş arası değişen pediatrik hastaların dahil edildiği iki prospektif çalışmada, STRONGkids'e göre yüksek/orta malnütrisyon riski bulunan pediatrik hastaların BKİ değerlerinin, düşük risk grubundaki hastalardan daha düşük olduğu gösterilmiştir.^{35,36} Spagnuolo ve ark.'ın²² yaşları ortalaması 6.5±4.5 yaş olan 144 pediatrik hasta üzerinde yürütmüş oldukları çalışmada, katılımcıların antropometrik ölçümleri z-skorlar üzerinden değerlendirilmiştir. Buna göre, yüksek malnütrisyon riskine sahip pediatrik hastaların yaşa göre BKİ z-skorları, orta ve düşük risk grubuna kıyasla daha düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada, her iki yaş grubunda boy uzunluğu ile malnütrisyon risk grupları arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır (p>0.05). Matak ve ark.³⁷ (s=124 pediatrik hasta, medyan: 10.35 yaş) ile Gonçalves ve ark.,¹¹ (s=188 pediatrik hasta, medyan: 4.6 yaş) yürütmüş oldukları çalışmalarında, bu çalışmanın bulgularını destekleyecek şekilde yaşa göre boy z-skorlarının STRONGkids risk grupları arasında herhangi bir farklılık göstermediğini belirtmiştir. Bu çalışmanın bulgularından farklı olarak, Spagnuolo ve ark.'ın²² yaşları ortalaması 6.5±4.5 yaş olan 144 pediatrik hasta ile Durakbaşı ve ark.'ın³⁸ yaşları medyanı 59 ay olan 494 pediatrik hastayı dahil ettikleri çalışmada ise malnütrisyon riski yüksek olan çocukların yaşa göre boy z-skorlarının, malnütrisyon riski düşük olan çocuklara kıyasla daha düşük olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmadaki bir diğer önemli bulgu, yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip beş yaş altı çocukların, düşük riske sahip çocuklara kıyasla ÜOKÇ ölçümlerinin daha düşük olmasıdır.

($p<0.05$) (Tablo 4). Chourdakis ve ark.'ın³⁹ yaşları medyanı 4.7 yıl olan 2089 pediatrik hastayı dahil ettikleri çalışmada, yüksek malnütrisyon riskine sahip hastaların ÜOKÇ ölçümlerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde, Cao ve ark.'ın³⁵ yaşları medyanı 3.1 yaş ($s=1325$) ile Marginean ve ark.'ın³⁶ yaşları medyanı 5.2 yaş ($s=271$) olan pediatrik hastalarda, yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip olan grubun daha düşük ÜOKÇ ölçümleri bulunduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları, bazı çalışmaların sonuçlarıyla paralellik gösterirken, bazı çalışmaların bulgularından farklılık göstermektedir. Bunun nedeninin, bu çalışmadaki antropometrik ölçümlerin z-skor değerleri üzerinden yorumlanmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Çalışma, KKTC Gazimağusa ilçesinde bulunan devlet ve özel hastanelere yatışı gerçekleştirilen pediatrik hastalar üzerinde yürütülmüştür. Bu hastanelerdeki pediatrik hasta sayısının çok fazla olmaması ve yatan hastaların tanılarındaki çeşitliliğin düşük olması, çalışmanın düşük örneklem büyüklüğü ve sınırlı hasta grubuyla gerçekleştirildiğini göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada, hastaların malnütrisyon risk durumları hastaneye yatışlarından sonra değerlendirilmiş; hastaneye yatış anında beslenme yetersizliğinin mevcut olup olmadığı değerlendirilmemiştir. Bu nedenle, özellikle uzun süre hastanede kalınması gereken durumlarda, beslenme yetersizliğinin kötüleşmesi ve buna bağlı komplikasyonların önlenmesi için, özellikle hastaneye yatış sırasında beslenme yetersizliği olan veya bu riski taşıyan çocukların belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Çalışmanın bir diğer sınırlılığı ise, beslenme durumunun 24 saatlik geriye dönük besin tüketim kaydı ile değerlendirilmiş olmasıdır. Bu yöntem, besin alımındaki günlük değişkenliği yansıtmakta yetersiz kalabileceğinden, çalışmada enerji ve besin ögesi alımına ilişkin sonuçları tam olarak temsil etmeyebilir. Dolayısıyla, çalışmalarda birden fazla ardışık olmayan güne ait (iki hafta içi, bir hafta sonu) besin tüketim kaydının alınması veya besin alımının araştırmacı tarafından gözlemlenerek kaydedilmesi, beslenme durumunun daha doğru değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır.

Sonuç

Bu çalışmada yüksek/orta malnütrisyon riskine sahip pediatrik hastalarda enerji ve makro besin ögesi alımı ile BKİ değerlerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Çalışmada, yaştaki artışın malnütrisyon riskini artırdığı; protein alımı ve BKİ'deki artışın ise riski azalttığı bulunmuştur. Ayrıca, hastanede sunulan yemeklerin tüketilememesinin malnütrisyon riskini artıran önemli bir etmen olduğu belirlenmiştir.

Son yıllarda beslenme durumunun değerlendirilmesine yönelik yeni yöntemler geliştirilmiş olmasına rağmen, malnütrisyon önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Pediatrik hastalar, malnütrisyon açısından riskli gruplardan biridir. Pediatrik hastalarda mevcut olan beslenme yetersizliğinin gözden kaçması ve beslenme durumunun izlenmemesi durumunda malnütrisyon daha da kötüleşebilir. Dolayısıyla STRONGkids, pediatrik hastalarda beslenme yetersizliğinin değerlendirilmesi açısından klinik pratikte tercih edilen bir tarama aracıdır. Ancak, literatürde mevcut araçların duyarlılık ve özgüllüklerinin değişkenlik gösterdiği, beslenme yetersizliği riskinin tespit edilmesi ve hastanede yatan tüm pediatrik hasta grupları için tek bir tarama aracının kullanılmasından ziyade araçların birlikte kullanılmasının daha avantajlı olabileceği bildirilmiştir.²⁰

Malnütrisyonun değerlendirilmesinde, tarama araçları ve 24 saatlik besin tüketim kaydına ek olarak, besin alımının belirli aralıklarla gözlemlenmesi ve antropometrik ölçümler ile lineer büyümenin izlenmesi, malnütrisyonun büyüme ve gelişme üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması ve gerekli müdahalelerin erken dönemde planlanmasına olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, malnütrisyon riski taşıyan pediatrik hastaların hastaneye yatış sırasında belirlenmesi

ve hastanede kalış süresince beslenme durumunun değerlendirilmesine yönelik farkındalığın artırılması, beslenme yetersizliğine bağlı morbidite ve mortalite riskini azaltmada oldukça önemlidir.

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Asst.Prof.Dr.Begüm Harmancıoğlu Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Famagusta, Northern Cyprus, Mersin-10 Türkiye, E-mail: begum.harmancioglu@emu.edu.tr

Kaynaklar

1. UNICEF. Children, food and nutrition: Growing well in a changing world. New York: UNICEF; 2019. [Erişim tarihi: 1.04.2026]. Erişim linki: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.unicef.org/media/60806/file/SOWC-2019.pdf](https://www.unicef.org/media/60806/file/SOWC-2019.pdf).
2. United Nations Children's Fund (UNICEF). Fed to Fail? The Crisis of Children's Diets in Early Life. 2021 Child Nutrition Report. UNICEF, New York; 2021.
3. Elbanoni OI, Elabbud HAY, Greiw AEH. Assessment of nutritional status of hospitalized children: a comparison of strongkids and anthropometry. *Ibnosina J Med Biomed Sci.* 2022;14(02):074-078.
4. Lochs H, Allison SP, Meier R, Pirlich M, Kondrup J, Schneider S, et al. Introductory to the ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Terminology, Definitions and General Topics. *Clin Nutr.* 2006;25:180-186.
5. WHO. Joint child malnutrition estimates. 2024. [Erişim tarihi: 2.04.2026]. Erişim linki: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/joint-child-malnutrition-estimates-unicef-who-wb>.
6. Norman K, Pichard C, Lochs H, Pirlich M. Prognostic impact of disease-related malnutrition. *Clin Nutr.* 2008;27:5-15.
7. Luu TMT, Nguyen TTL, Doan TH, Duong TP, Le TH, Le TTX. Validation of Four Malnutrition Risk Screening Tools (PNST, PYMS, STAMP, and STRONGkids) for Hospitalized Children. *J Pediatr Health Care.* 2025; 1-10.
8. Oruçoğlu, B. Hastanede Yatan Çocuklarda STRONGKids Tarama Aracı ile Malnütrisyon Riskinin Belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 2016. [31.03.2026] <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=dqyewBgCCSr0QG32B2TMPw&no=MWSK8g5a5YRyxGSWagpWBg>.
9. Campanozzi A, Russo M, Catucci A, Rutigliano I, Canestrino G, Giardino I. Hospital-acquired malnutrition in children with mild clinical conditions. *Nutr.* 2009;25(5):540-547.
10. Pereira DS, da Silva VM, Luz GD, Silva FM, Dalle Molle R. Nutrition risk prevalence and screening tools' validity in pediatric patients: A systematic review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2023;47(2):184-206.
11. Goncalves LV, Oliveira AG, Barracosa M, Antunes J, Pimenta J. Nutritional risk and malnutrition in paediatrics: from anthropometric assessment to Strongkids® Screening Tool. *Acta Med Port.* 2023;36(5):309-316.
12. Hulst JM, Zwart H, Hop WC, Joosten KF. Dutch national survey to test the STRONGkids nutritional risk screening tool in hospitalized children. *Clin Nutr.* 2010;29(1):106-111.
13. Beslenme Bilgi Sistemi (BEBİS), Versiyon 7.0. Ebispro Yazılım Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye.
14. Rakicioğlu N, Tek N, Ayaz A, Pekcan A. Yemek ve Besin Fotoğraf Kataloğu Ölçü ve Miktarlar. 2. Baskı. Ankara: Ata Ofset Matbaacılık; 2009.
15. WHO Anthro, Sürüm 3.2.2. Dünya Sağlık Örgütü (WHO). Cenevre, İsviçre.
16. WHO. Anthro for personal computers, version 3.2.2, 2011: Software for assessing growth and development of the world's children. Geneva; 2010. [Erişim tarihi: 30.03.2026]. Erişim linki: <http://www.who.int/childgrowth/software/en/>.
17. WHO AnthroPlus, Sürüm 1.0.4. Dünya Sağlık Örgütü (WHO). Cenevre, İsviçre.
18. WHO. AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents. Geneva; 2009. [Erişim tarihi: 30.03.2026]. Erişim linki: <http://www.who.int/growthref/tools/en/>.
19. Oruçoğlu B, İnanç N. Assessment of the STRONGkids screening tool: A cross-sectional study in Turkish children. *Clin Sci Nutr.* 2022;2(1):35-42.
20. Ornek HS, Unalp A, Ecevit CO. Evaluation of the Risk and Prevalence of Malnutrition in Patients Hospitalized in Pediatric Neurology Clinic Applies STRONGkids/STRONGkids Uygulayarak Çocuk Norolojisi Kliniginde Yatan Hastalarda Malnütrisyon Risk ve Prevalansinin Değerlendirilmesi. *Forbes J Med.* 2022;3(1):32-38.
21. Pereira DS, da Silva VM, Luz GD, Silva FM, Dalle Molle R. Nutrition risk prevalence and screening tools' validity in pediatric patients: A systematic review. *J Parenter Enteral Nutr.* 2023;47(2):184-206.
22. Spagnuolo MI, Liguoro I, Chiatto F, Mambretti D, Guarino A. Application of a score system to evaluate the risk of malnutrition in a multiple hospital setting. *Ital. J. Pediatr.* 2013;39(1):81.

23. Mahfouz EM, Mohammed ES, Alkilany SF, Rahman TAA. The relationship between dietary intake and stunting among pre-school children in Upper Egypt. *Public Health Nutr.* 2022;25(8):2179-2187.
24. Wamani H, Åström AN, Peterson S, Tumwine JK, Tyilleskar T. Boys are more stunted than girls in Sub-Saharan Africa: a meta-analysis of 16 demographic and health surveys. *BMC Pediatr.* 2007;7(1):17.
25. Mahmudiono T, Nindya TS, Andrias DR, Megatsari H, Rosenkranz RR. Household food insecurity as a predictor of stunted children and overweight/obese mothers (SCOWT) in urban Indonesia. *Nutrients.* 2018;10(5):535.
26. Kabukcu HO, Yildiz F, Senturk D, Altuntas CA, Ozsut GT, Yildiz E. Evaluation of malnutrition and factors affecting malnutrition in hospitalized pediatric patients. *Med Science.* 2025;14(4):1327-35.
27. Elmanssury AE. Risk Factors of Severe Acute Malnutrition among Under-five Children in Al-Nohud Western Kordufan State: Cross-Sectional Study. *J Health Med Sci.* 2024;7(1):85-94.
28. Zhang Y, Lu L, Yang L, Yan W, Yu Q, Sheng J, et al. Evaluation of a new digital pediatric malnutrition risk screening tool for hospitalized children with congenital heart disease. *BMC Pediatr.* 2023;23(1):126.
29. Kaya R, Urgancı N, Usta AM. Prevalence of Malnutrition in Hospitalized Children. *Cyprus J Med Sci.* 2024;9(3):198-204.
30. Iqbal MS, Rahman S, Haque MA, Bhuyan MJ, Faruque ASG, Ahmed T. Lower intakes of protein, carbohydrate, and energy are associated with increased global DNA methylation in 2-to 3-year-old urban slum children in Bangladesh. *Matern Child Nutr.* 2019;15(3): e12815.
31. Rahayu A, Yulidasari F, Anggraini L, Rahman F, Laily N, Sari AR, et al. Energy and Protein Intake-Related Risks Affected the Occurrence of Stunting Among Young Children. In 4th International Symposium on Health Research (ISHR 2019). Atlantis Press. 2020; 330-336.
32. Zhu T, Zhang L, Li R, Li X, Zhu H, Shu L. Associations between protein intake status and the association of “double burden of malnutrition” in children aged 2–5 years: a health and nutrition survey of selected children in Bengbu City, China. *Front Nutr.* 2025;12:1564733.
33. Saengnipanthkul S, Sirikarn P, Chongviriyaphan N, Densupsoontorn N, Phosuwattanakul J, Apiraksakorn A, et al. Development and validation of a pediatric Hospital-Acquired malnutrition (PHaM) risk score to predict nutritional deterioration in hospitalized pediatric patients: A secondary analysis based on a multicenter prospective cohort study. *Nutrients.* 2024;16(17):2898.
34. Anafah F, Winarti E. Correlation between protein intake in children aged 6-12 months and prevalence of stunting: A literature review. *Indones Health Lit J.* 2025;2(2):54-62.
35. Cao J, Peng L, Li R, Chen Y, Li X, Mo B, et al. Nutritional risk screening and its clinical significance in hospitalized children. *Clin Nutr.* 2014;33:432-6.
36. Mărginean O, Pitea AM, Voidăzan S, Mărginean C. Prevalence and assessment of malnutrition risk among hospitalized children in Romania. *J Health Popul Nutr.* 2014;32:97-102.
37. Matak Z, Tjesic-Drinkovic D, Omerza L, Senecic-Cala I, Vukovic J, Tjesic-Drinkovic D. Detecting undernutrition on hospital admission - screening tool versus WHO criteria. *Clin Med Res.* 2017;6(03):74–79.
38. Durakbaşı ÇU, Fettahoğlu S, Bayar A, Mutus M, Okur H. The prevalence of malnutrition and effectiveness of STRONGkids tool in the identification of malnutrition risks among pediatric surgical patients. *Balkan Med J.* 2014;31(4):313-321.
39. Chourdakis M, Hecht C, Gerasimidis K, Joosten KF, Karagiozoglou-Lampoudi T, Koetse HA, et al. Malnutrition risk in hospitalized children: use of 3 screening tools in a large European population. *Am J Clin Nutr.* 2016;103:1301-10.



EMU Journal of Health Sciences DAÜ Sağlık Bilimleri Dergisi

DOI:



Geliş Tarihi (Received): 28.07.2026 Kabul Tarihi (Accepted): 19.08.2026 Online Yayın Tarihi (Published):25.08.2026

Original Research Article/Orijinal Araştırma Makalesi

Effects of Disordered Eating Behaviors and Diet Quality on Orthorexia Nervosa in Female Health Sciences Students

Ceyda Durmaz, Ceren Gezer

Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics,
Famagusta, North Cyprus, Mersin 10 Türkiye

Abstract

Aim: This study aimed to determine the relationship between the tendency of orthorexia nervosa, eating behavior, and diet quality among female university students who study in the faculty of health sciences.

Material and Method

: Participants were 18-25 years old, 254 female university students. The body weight, height, waist and hip circumferences were measured according to techniques. Tendency of orthorexia nervosa was assessed using Orthorexia Nervosa Risk Scale (ORTO-11), tendency of eating disorders was assessed using Eating Attitude Test (EAT)-26, and diet quality was assessed using Diet Quality Index-International (DQI-I).

Results: Although the diet quality scores (52.3 ± 8.31) of students were found to be low, the tendency of orthorexia nervosa (83.4%) and eating disorders (31.5%) were considerably higher. The mean ORTO-11 score is higher for those with low diet quality compared to those who have high diet quality ($p < .05$). It has been determined that there is a weak negative relation between ORTO-11 and EAT-26, ORTO-11 and DQI-I ($p < .001$, $p = .031$, respectively). Orthorexia nervosa tendency was ($p = .003$) higher in those who have a higher eating disorders tendency.

Conclusion: To sum up, increased orthorexia nervosa tendency is related to increased eating disorders tendency and diet quality in female health sciences students. In order to obtain more conclusive results, a broad multi-centered study design with an extended sample size representing the general population and analyzing the effects of influential factors is suggested.

Keywords: eating disorders, diet quality, orthorexia nervosa, life quality, student

Kadın Sağlık Bilimleri Öğrencilerinde Bozulmuş Yeme Davranışları ve Diyet Kalitesinin Ortoreksiya Nervoza Üzerindeki Etkisi

Özet

Amaç: Bu çalışma, Sağlık Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören kadın üniversite öğrencilerinde ortoreksiya nervoza eğilimi, yeme davranışı ve diyet kalitesi arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamıştır.

Materyal ve Metod: Katılımcılar 18-25 yaş arası 254 kadın üniversite öğrencisidir. Vücut ağırlığı, boy uzunluğu, bel ve kalça çevresi ölçümleri tekniğine uygun olarak alınmıştır. Ortoreksiya nervoza eğilimi Ortoreksiya Nervoza Risk Ölçeği (ORTO-11), yeme davranış bozukluğu eğilimi Yeme Tutumu Testi (EAT)-26 ve diyet kalitesi Uluslararası Diyet Kalitesi İndeksi (DQI-I) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Öğrencilerin diyet kalitesi puanları ($52,3 \pm 8,31$) düşük bulunmasına rağmen, ortoreksiya nervoza eğilimi (%83,4) ve yeme davranış bozukluğu eğilimi (%31,5) oldukça yüksek bulunmuştur. Diyet kalitesi düşük olanların ORTO-11 puan ortalaması, diyet kalitesi yüksek olanlara göre daha yüksektir ($p < ,05$). ORTO-11 ile EAT-26 ve ORTO-11 ile DQI-I arasında zayıf düzeyde negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (sırasıyla $p < ,001$, $p = ,031$). Yeme bozukluğu eğilimi daha yüksek olanlarda ortoreksiya nervoza eğilimi daha yüksek bulunmuştur ($p = ,003$).

Sonuç: Özetle, kadın sağlık bilimleri öğrencilerinde artan ortoreksiya nervoza eğilimi, artan yeme bozukluğu eğilimi ve diyet kalitesi ile ilişkilidir. Daha kesin sonuçlar elde etmek amacıyla, genel popülasyonu temsil eden genişletilmiş bir örneklem büyüklüğüne sahip ve etkili faktörlerin rolünü analiz eden kapsamlı, çok merkezli bir çalışma tasarımı önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: yeme bozuklukları, diyet kalitesi, ortoreksiya nervoza, yaşam kalitesi, öğrenci

Introduction

There is no standard global identification for orthorexia nervosa (ON), and it is admitted as a probable eating disorder.^{1,2} While the main criteria for ON are consuming healthy foods, body dissatisfaction and weight control can also have a role similar to anorexia nervosa (AN). In addition, while ON has been seen frequently comorbid with eating disorders, orthorexic behaviors decrease alongside the increase of eating disorders pathology.^{3,4} Healthy nutrition as a healthy lifestyle behavior is related to the improvement of health and reduced risk of chronic diseases such as obesity, type 2 diabetes, cardiovascular diseases, cancer, and osteoporosis.^{5,6} The main idea of orthorexia rests on improving health by preventing disease. Therefore, an orthorexic individual is obsessed with food choice, healthy food consumption, and body weight.⁷ A study conducted on nutrition and dietetics students found that dietary energy and saturated fatty acid intake are lower in orthorexics than in non-orthorexics.⁸ Another study indicated that professional athletes are at a higher risk of developing ON and a higher adherence to the Mediterranean diet.⁹ So, it has been expected that orthorexic behavior is related to increased diet quality. Still, there is also a risk of malnutrition, osteoporosis, amenorrhea, etc. related to dietary restrictions in orthorexic pathology.¹⁰ Therefore, diet and quality of life are adversely affected. It has been shown that there is a relation between ON and quality of life in

health sciences students.¹¹ Also, it has been indicated that ON is related to body image, physical health, and a healthy lifestyle.¹² In addition, gender and age are prime factors that affect eating habits. It has been stated that orthorexic eating behavior and occurrence of AN are higher in females, especially between 15 and 24 years.^{13,14} A systematic review and meta-analytical integration study results demonstrated that orthorexic behaviors are slightly higher in women compared to men.¹⁵ Apart from gender and age, dissatisfaction with body weight and weight-loss diets are other significant factors related to eating disorders in university students.¹⁶ Besides, eating behaviors are primarily common among health science students, graduates, athletes, and artists.¹⁷ In addition, it has been shown that women health professionals can be accepted as ON risk group.¹⁸ Hence, not only the gender, age, body image but also education and profession are relevant to eating behaviors and ON. In our knowledge, there is a need to clarify and strengthen the data on diet and life quality, ON and eating behavior relations. This study hypothesizes that ON is related to diet and life quality and eating disorders in female health sciences students. This study aims to determine the association between the tendency of ON, eating behavior and diet, and life quality among female health sciences students.

Material and Methods

Sample Selection

The study was conducted at Eastern Mediterranean University between December 2016 and April 2017, and the sample size was determined as 254 female students studying at the Faculty of Health Sciences using simple random sampling with a 95% confidence interval and a 5% sampling error. The female students were 18-25 years of age, native Turkish speakers, individuals with no stated pregnancy were included in the study. The study was approved by the Ethical Board of Scientific Research and Publication of Eastern Mediterranean University (Approval No:2016/34-13). According to The Helsinki Declaration, all participants were asked to sign an informed consent form.

Data Collection

The data was collected by face-to-face interview method. The data collection form included general information, anthropometric measurements, food frequency questionnaire (FFQ), Diet Quality Index-International (DQI-I), Lifestyle Index (LI), Orthorexia Nervosa Risk Scale (ORTO-11), Eating Attitude Test (EAT)-26.

Antropometric Measurements

The body weight (in kg) of individuals were measured by TANITA MC780. The height of individuals were measured via stadiometer on the frankfort horizontal plane with both feet placed side by side, and the heel and occipital region touching the stadiometer. The waist circumference (WC) was measured from the midpoint between the palpable rib and the iliac crest and the hip circumference (HC) was measured from the top point of the hip by a rigid tape. For women, a waist circumference below <80 cm is considered low risk, and ≥ 88 cm is considered high risk; a waist-to-hip ratio of approximately ≤ 0.80 is considered low risk, and approximately ≥ 0.85 is considered high risk.¹⁹

Food Frequency Questionnaire (FFQ)

Frequency and amount of food consumption of individuals were determined based on the food consumption of the previous month, using the food frequency questionnaire (FFQ) which is adapted for Turkish population and contains 54 food items belonging to main food groups (milk and dairy products, meat-egg-legumes, fruits and vegetables, bread and grains and oils-fats-sugar-desserts-beverages). In line with the answers given in this form, the frequencies were multiplied by the coefficient determined for each option (Each meal: 3.0, Every day: 1.0,

1-2 times a week: 0.215, 3-4 times a week: 0.5, 5-6 times a week: 0.7855, 15 Once a day:0.067, Once a month: 0.033, Never: 0) to calculate the daily consumption amounts. Consumption amounts of each food item were recorded, then multiplied by the consumption frequency coefficient to estimate daily consumption amounts.²⁰ Finally, daily consumed nutrients and energy intake levels were calculated with the 'Computer-Aided Nutrition Program'-Nutrition Information System (BEBIS 7.1) program.

Diet Quality Index-International (DQI-I)

Dietary quality was calculated according to the Dietary Quality Index-International (DQI-I) protocol developed by Kim et al. The DQI-I is not a psychometric questionnaire, but an algorithmic index that scores quantitative food and nutrient consumption data on a scale of 0–100 across four main categories: variety, adequacy, moderation, and overall balance. The total score varied between 0-100, “0” referred to poor diet quality, and “100” to high diet quality. The score of DQI-I ≥ 60 indicated a high diet quality and a DQI-I score of <60 indicated the diet to be of a poor quality.²¹

Lifestyle Index (LI)

The life quality of individuals was evaluated via the LI tool developed by Kim et al. to measure the healthy lifestyle of an individual. LI consisted of Diet Quality Index (DQI), Physical Activity Index (PAI), Smoking Index (SI) and Alcohol Index (AI). The total score varied between 0-100, and the score of LI ≥ 60 referred to high life quality, and the score of LI <60 indicated a poor quality of life.²²

Orthorexia Nervosa Risk Scale (ORTO-11)

ORTO-15 scale developed by Donini et al. consisted of 5 items to evaluate the healthy diet obsession of individuals. The Cronbach alpha coefficient of this scale was determined as 0.44.²³ The tool was adapted into Turkish as ORTO-11 in 2006 by Arusoglu et al., with 11 items having a Cronbach alpha coefficient of 0.62. The response options of questions were scored points of 1, 2, 3, or 4. Items reflecting an orthorexic tendency scored 1 point, whereas normal eating behavior scored 4 points. Total scores for ORTO-11 ranged between 0 and 44 points. Higher scores of ORTO-11 referred to the decreased tendency of ON. The tendency of ON as per ORTO-11 classification was described as; “0-15 high”, “16-30 moderate” and “31-44 low”.²⁴ The Cronbach alpha coefficient was detected as 0.64 in this study.

Eating Attitude Test (EAT-26)

EAT-26 tool developed by Garner et al. included 26 items in the form of 5 point likert type scale and response options as “always”, “very often”, “often”, “sometimes”, “rarely” and “never”.²⁵ Turkish validity and reliability of this tool were carried out by Savaşır and Erol and the confidence coefficient was analyzed as 0.70.²⁶ Total scores for EAT-26 ranged between 0 and 53 points. A total score of ≥ 20 points indicated increased eating disorders tendency as per the scale. EAT-26 tool may be subdivided into sub-scales for assessing dieting, bulimia, food preoccupation and oral control tendencies in an individual. The dieting indicated food restriction and an obsession with weight loss, whereas bulimia and food preoccupation reflected binge eating behaviors. Oral control sub-scale exhibited an individual's self-control over food consumption.²⁷ The Cronbach alpha coefficient for the tool was detected as 0.67 in this study.

Statistical Evaluation

For statistical evaluation, number (S), percentage (%) and mean ($\bar{x}$), standard deviation (SD), and minimum and maximum values were calculated. Chi-Square Test was used to determine statistical significance according to EAT-26 and ORTO-11 classification. Pearson correlation analysis was used to analyze correlations between ORTO-11, EAT-26, DQI-I, and LI. Correlation coefficient (r) of 0.00-0.29 is considered weak, 0.30-0.64 is considered

moderate, 0.65-0.84 is considered strong, 0.85-1.00 is considered very strong. Binary logistic regression analyses were used to predict significant factors for ON tendency and, odds ratio (OR) and 95% confidence interval (CI) were calculated. In all statistical tests significance levels were accepted as $p < .05$. Statistical Package for Social Science (SPSS) software, version 26 (IBM Corp. Released 2019. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp) was used so as to evaluate statistical data.

Results

In this study, mean age was 21.03 ± 2.57 years while mean body weight was assessed as 59.4 ± 11.5 kg, mean waist circumference was assessed as 75.6 ± 9.49 cm and hip circumference was assessed as 99.1 ± 8.58 cm. The means of the four fundamental constituents of DQI-I, namely variety, adequacy, moderation, and overall balance, were found to be 18.8 ± 2.27 , 22.5 ± 7.60 , 10.0 ± 4.95 , 0.88 ± 1.62 , respectively. The mean of DQI-I and LI were determined as 52.3 ± 8.31 and 65.4 ± 18.7 , respectively. The mean of PAI, SI and AI were assessed as 11.6 ± 13.8 , 24.7 ± 9.69 , and 18.6 ± 4.69 , respectively. In addition, the mean of ORTO-11 and EAT-26 were 25.8 ± 4.54 and 17.0 ± 8.36 , respectively (Table 1).

Table 1. Age, anthropometric measurements, DQI-I, LI, EAT-26 and ORTO-11 scores of individuals (n=254)

	$\bar{x} \pm SD$	Min-Max
Age (year)	21.03 ± 2.57	18.00-25.00
Body weight (kg)	59.4 ± 11.5	36.1-107.2
Height (cm)	162.1 ± 6.30	150.0-179.0
Waist circumference (cm)	75.6 ± 9.49	58.0-112.0
Hip circumference (cm)	99.1 ± 8.58	81.0-113.0
DQI-I Variety	18.8 ± 2.27	3.0-20.0
DQI-I Adequacy	22.5 ± 7.60	5.0-40.0
DQI-I Moderation	10.0 ± 4.95	0.0-24.0
DQI-I Overall balance	0.88 ± 1.62	0.0-10.0
DQI-I Total	52.3 ± 8.31	30.5-81.5
LI DQI-I	10.4 ± 1.66	6.1-16.3
LI PAI	11.6 ± 13.8	0.0-30.0
LI SI	24.7 ± 9.69	0.0-30.0
LI AI	18.6 ± 4.69	0.0-20.0
LI Total	65.4 ± 18.7	10.2-94.8
ORTO-11	25.8 ± 4.54	16.0-39.0
EAT-26	17.0 ± 8.36	4.0-47.0

DQI-I: Diet Quality Index-International, LI: Lifesyle Index, PAI: Physical Activity Index, SI: Smoking Index, AI: Alcohol Index, ORTO-11: Orthorexia Nervosa Risk Scale, EAT-26: Eating Attitude Test-26

It was determined that 14.6% of the students had ≥ 60 points from DQI-I and 53.1% of them had ≥ 60 points from LI. While 83.9% of the students had 16-30 points, 16.1% had 31-44 points from ORTO-11 ($p < .05$). It was determined that 31.5% of students received ≥ 20 points from EAT-26. There was not statistically significant difference of anthropometric measurements according to EAT-26 and ORTO-11 classifications (Table 2).

Table 2. DQI-I, LI distribution according to ORTO-11 and EAT-26 classification

	EAT-26		Total	p	ORTO-11		Total	p
	<20 n (%)	≥ 20 n (%)	n (%)		16-30 n (%)	31-44 n (%)	n (%)	
DQI-I								
<60	152 (87.4)	65 (81.3)	217 (85.4)	.951	180 (84.5)	37 (90.2)	217 (85.4)	.048

60-100	22 (12.6)	15 (18.8)	37 (14.6)		33 (15.5)	4 (9.8)	37 (14.6)
LI							
<60	83 (47.7)	36 (45.0)	119 (46.9)	.580	103 (48.4)	16 (39.0)	119 (46.9)
60-100	91 (52.3)	44 (55.0)	135 (53.1)		110 (51.6)	25 (61.0)	135 (53.1)
Total	174 (68.5)	80 (31.5)	254 (100.0)		213 (83.9)	41 (16.1)	254 (100.0)

*: $p < .05$, DQI-I: Diet Quality Index-International, LI: Lifesyle Index, ORTO-11: Orthorexia Nervosa Risk Scale, EAT-26: Eating Attitude Test-26

The mean ORTO-11 score is higher in those who have low diet quality compared to those who have high diet quality ($p < .05$) (Table 3).

Table 3. ORTO-11 and EAT-26 scores according to DQI-I and LI classification

EAT-26			p	ORTO-11		p
	$\bar{x} \pm SD$	Min-Max		$\bar{x} \pm SD$	Min-Max	
DQI-I						
<60	16.8±8.45	4.0-47.0	.225	26.1±4.37	16.0-39.0	.039*
60-100	18.1±7.84	6.0-34.0		24.5±5.31	17.0-38.0	
LI						
<60	16.7±7.68	5.0-44.0	.307	26.0±4.35	16.0-38.0	.898
60-100	17.3±8.94	4.0-47.0		25.7±4.71	17.0-39.0	

*: $p < .05$, DQI-I: Diet Quality Index-International, LI: Lifesyle Index, ORTO-11: Orthorexia Nervosa Risk Scale,

ON tendency was (OR=1.082, 95% CI: 1.028-1.140; $p = .003$) higher in those have higher eating disorders tendency (Table 4).

Table 4. Regression analysis related factors with ORTO-11

	ORTO-11		
	OR	95% CI	p
EAT-26	1.082	1.028-1.140	.003*
DQI-I	1.028	0.984-1.073	.216
LI	0.989	0.970-3.146	1.009

* $p < .05$, CI: Confidence Interval, DQI-I: Diet Quality Index-International, LI: Lifesyle Index, ORTO-11: Orthorexia Nervosa Risk Scale, EAT-26: Eating Attitude Test-26

There was a moderate negative relation between ORTO-11 and EAT-26 ($r = -.412$, $p < .001$). Furthermore, DQI-I and ORTO-11 had a weak negative association ($r = -.136$, $p = .031$) among themselves (Figure 1).

Discussion

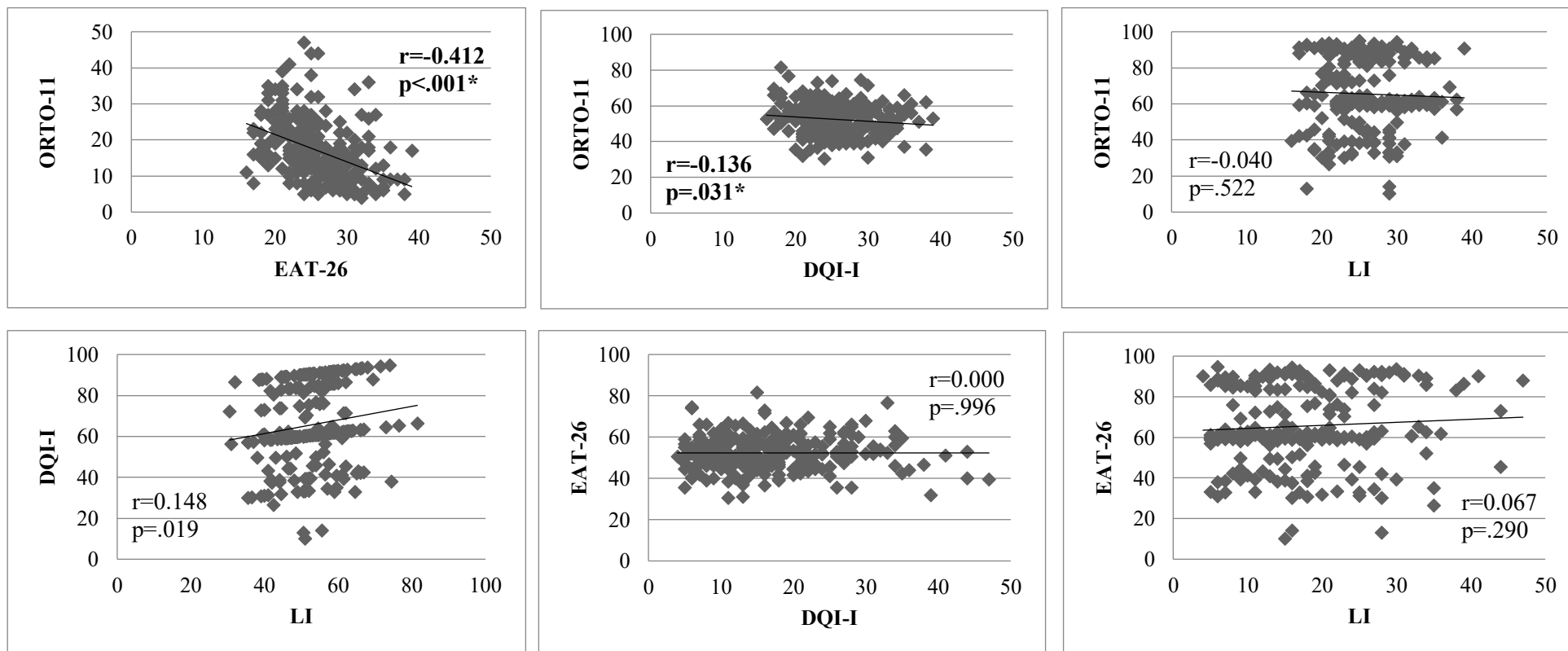
In this study, it has been predicted that ON is related to diet, life quality, and eating disorders; hence, it has been aimed to determine the relation between the tendency of ON, eating behavior, and diet and life quality among female health sciences students. Basically, it has been found that ON tendency is positively related to eating disorders disposition and diet quality in female health sciences students.

The nutritional quality and status of the students could be influenced by their biological, psychological, and socioeconomic situations.²⁸ In this study, the mean DQI-I score was determined as 52.3 ± 8.31 , and a diet quality of 85.4% of students was identified as low. Similarly, in studies performed in Spain and Croatia using various tools, university students' diet quality was low.^{29,30,31} In our study, the mean LI score was established as 65.4 ± 18.7 and 46.9% of students' life quality was detected as poor. It has been suggested that in order to increase quality of life, healthy nutrition and regular physical activity must be adopted.³² In our

study, the mean PAI score was 11.6 ± 13.8 , while the maximum score to be obtained was 30. A study performed on female students indicated that 13.3% had a medium activity level, whereas 34.7% were sedentary.³³ Another study conducted on university students revealed low physical activity levels similar to this study and the authors recommended an education stressing the importance of physical activity.³⁴ In addition, ON tendency in university students was also related to their physical activity and exercise levels.³⁵ Exercise addiction, gender, age, education, obsession, and eating disorders were suggested as related factors to ON.^{36,37} As per the scores obtained in the study, 83.9% of students had moderate, and 16.1% of students had low ON tendency. Moreover, 31.5% of the students had high eating disorders tendency. A study conducted with university students in the United States reported that 83.0% of the students had ON tendency.³⁸ A study from Turkey demonstrated that 59.8% of the students had ON tendency and 28.9% of them had eating disorders.³⁹ Another study in Turkey found that 62.2% of medical and nursing students had ON tendency.⁴⁰ Moreover, health sciences students also have ON tendency.⁴¹ As a result, it can be inferred that university students in all parts of the world exhibit ON tendency at a considerably high rate.

It has been suggested that body image is closely related to the development of eating disorders and eating disorders are also predicted to be associated with ON.⁴² In addition, it has been indicated that ON can occur with eating disorders simultaneously in college students.⁴³ In this study, the increase in ON tendency was related to a rise in the tendency of eating disorders ($r = -.412$, $p < .001$), and ON tendency was one time higher in those who have a higher eating disorders tendency ($p < .05$). Similarly, other studies with university students indicate an increase in ON tendency with increased eating disorders tendency.^{39,44,45} On the contrary, there are also studies showing that the increase in ON tendency is related to the decrease in the tendency of eating disorders.^{46,47} The positive relationship between ON and eating disorders is explained by a common characteristic related to behavior and lifestyle adapted to eating, diet intertwined with identity, self-esteem, and obsessive, compulsive personality traits such as rigidity and perfectionism influencing diet quality.² It has been suggested that ON is related to comparatively unhealthy eating and other lifestyle behaviors.⁴⁸ In a study, the diet quality of individuals who have ON tendency was lower than those who have eating disorders.⁴⁹ In this study, it has been determined that the mean ORTO-11 score is higher in those who have low diet quality compared to those who have high diet quality ($p < .05$), and the increase in ON tendency is related to increased diet quality ($r = -.136$, $p = .031$).

Figure 1. The relationship between ORTO-11, EAT-26, DQI-I, LI scores (n=254)



* $p < .05$ ORTO-11: Orthorexia Nervosa Risk Scale, EAT-26: Eating Attitude Test-26, DQI-I: Diet Quality Index-International, LI: Lifestyle Index

A study on nursing students indicated increased ON tendency related to increased diet quality.⁵⁰ On the other hand, another study conducted on nutrition and dietetic students indicated that ON tendency didn't have any relation to diet quality.⁴⁶ In this study, the positive association between ON tendency and diet quality could be related to eating disorders tendency. While 83.9% of the students had moderate, 16.1% had low tendency; none exhibited a high tendency of eating disorders. Therefore, possibly they did not avoid foods that they considered unsafe or unhealthy and hence their diet quality was not adversely affected. This could also be associated with education and profession since the increase in nutritional knowledge leads to adopting a healthier diet and food choice; knowledge on health and illness influenced orthorexic tendency complicating the status of health professionals and individuals receiving health education.

This study posed certain limitations worthy of mentioning. Firstly, the study was conducted only with female students. Therefore, future studies on orthorexia, eating disorders, and diet quality must be performed on both genders. Secondly, the economic status of students, psychological factors such as obsessive compulsive disorder, addiction to food and exercise, ect. were not taken into consideration. Future studies including these factors would enlighten their roles in coping with ON and eating disorders tendency in young adults. Thirdly, this study was conducted on students studying in only one faculty. Multi-centered large sample studies would be beneficial for establishing a conclusive relationship between ON and the eating disorders tendency and diet quality for young adults.

There are a few points for implications for research and practice. Even though it has been found that increased ON tendency is related to increased diet quality, there is a need for further analysis of whether this can be accepted as a positive effect since ON is also related to eating disorders. Therefore, considering common factors related to ON and eating disorders such as gender, age, education, profession, lifestyle, body weight and body image can be beneficial for further analysis in future researches. Furthermore, multidisciplinary education and screening programs can be organised to prevent and determine ON and eating disorders for risk groups hence this can be beneficial in practice. If these education programs include dietitians, by using suitable techniques and tools nutritional status can be assessed at first step, then personalised meetings can be made with individuals who have a risk or already have ON and/or eating disorders. This program while can be effective for prevention also can be effective for improvement of diagnosis and treatment.

Conclusion

In conclusion, the increase in ON tendency is related to increased eating disorders and diet quality in female health sciences university students. To obtain more conclusive results, it is necessary to design longitudinal, multi-centered, and large sample studies to represent the general population and analyze covariates.

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: RDs Ceyda Durmaz, Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Famagusta, Northern Cyprus, Mersin-10 Türkiye, E-mail: ceydurmaz@gmail.com

References

1. Fairburn CG, Harrison PJ. Eating disorders. *Lancet* 2003;361(9355):407-416.
2. Cena H, Barthels F, Cuzzolaro M, et al. Definition and diagnostic criteria for orthorexia nervosa: A narrative review of the literature. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2018;24(2):209-246.
3. Barthels F, Meyer F, Pietrowsky R. Orthorexic eating behavior. A new type of disordered eating. *Ernahrungs Umschau* 2015;62(10):156-161.

4. Brytek-Matera A, Donini LM, Krupa M, Poggiogalle E, Hay P. Orthorexia nervosa and self-attitudinal aspects of body image in female and male university students. *Journal of Eating Disorder* 2015;3(1).
5. Aldana SG, Greenlaw RL, Diehl HA, et al. Effects of an intensive diet and physical activity modification program on the health risks of adults. *Journal of the American Dietetic Association* 2005;105(3):371-381.
6. Varga M, Dukay-Szabó S, Túry F, van Furth Eric F. Evidence and gaps in the literature on orthorexia nervosa. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2013;18(2):103-111.
7. Gramaglia C, Brytek-Matera A, Rogoza R, Zeppegno P. Orthorexia and anorexia nervosa: Two distinct phenomena? A cross-cultural comparison of orthorexic behaviours in clinical and non-clinical samples. *BMC Psychiatry* 2017;17(1).
8. Grammatikopoulou MG, Gkiouras K, Markaki A, et al. Food addiction, orthorexia, and food-related stress among dietetics students. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2018;23(4):459-467.
9. Martinovic D, Tokic D, Martinovic L, et al. Adherence to Mediterranean diet and tendency to orthorexia nervosa in professional athletes. *Nutrients* 2022;14(2):237.
10. Rodgers RF, White M, Berry R. Orthorexia nervosa, intuitive eating, and eating competence in female and male college students. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2021;26(8):2625-2632.
11. Ab Hamid MR, Azman NN, Said N, Rahman AN. Orthorexia nervosa and the quality of Life Among Health Sciences students in Universiti Teknologi MARA, Selangor. *Environment Behaviour Proceedings Journal* 2018;3(7):121.
12. Pauzé A, Plouffe-Demers M-P, Fiset D, Saint-Amour D, Cyr C, Blais C. The relationship between orthorexia nervosa symptomatology and body image attitudes and distortion. *Scientific Reports* 2021;11(1).
13. Bundros J, Clifford D, Silliman K, Neyman Morris M. Prevalence of orthorexia nervosa among college students based on Bratman's test and associated tendencies. *Appetite* 2016;101:86-94.
14. Strahler J. Sex differences in orthorexic eating behaviors: A systematic review and meta-analytical integration. *Nutrition* 2019;67-68:110534.
15. Oberle CD, Lipschuetz SL. Orthorexia symptoms correlate with perceived muscularity and body fat, not BMI. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2018;23(3):363-368.
16. Sanlier N, Yabancı N, Alyakut Ö. An evaluation of eating disorders among a group of Turkish University Students. *Appetite* 2008;51(3):641-645.
17. Abdullah MA, Al Hourani HM, Alkhatib B. Prevalence of orthorexia nervosa among nutrition students and nutritionists: Pilot study. *Clinical Nutrition ESPEN* 2020;40:144-148.
18. Erumcu MSK, Acar-Tek N. Healthy eating concern in health professionals: orthorexia nervosa (ON). *Gazi Journal of Health Sciences* 2016;1(2):59-71.
19. Heyward VH, Wagner RR. *Applied Body Composition Assessment*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 2004:67-79.
20. Pekcan G. Beslenme Durumunun Saptanması. In: *Diyet El Kitabı*, 4.nd ed. [Baysal A, ed]. Ankara: Hatiboğlu Yayınları; 2016:65-116. (Turkish)
21. Kim S, Haines PS, Siega-Riz AM, Popkin BM. The diet quality index-international (DQI-I) provides an effective tool for cross-national comparison of diet quality as illustrated by China and the United States. *Journal of Nutrition* 2003;133(11):3476-3484.
22. Kim S, Popkin BM, Siega-Riz AM, Haines PS, Arab L. A cross-national comparison of lifestyle between China and the United States, using a comprehensive cross-national measurement tool of the healthfulness of lifestyles: The lifestyle index. *Preventive Medicine* 2004;38(2):160-171.
23. Donini LM, Marsili D, Graziani MP, Imbriale M, Cannella C. Orthorexia nervosa: A preliminary study with a proposal for diagnosis and an attempt to measure the dimension of the phenomenon. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2004;9(2):151-157.
24. Arusoğlu G, Kabakçı E, Köksal G et al. Orthorexia nervosa and adaptation of ORTO-11 into Turkish. *Turkish Journal of Psychiatry* 2008;19(3):283-291.
25. Garner DM, Olmsted MP, Bohr Y, Garfinkel PE. The eating attitudes test: Psychometric features and clinical correlates. *Psychological Medicine* 1982;12(4):871-878.
26. Savaşır I, Erol N. Yeme Tutum Testi: Anoreksiye nervoza belirtileri indeksi. *Turkish Journal of Psychology* 1989;7(23):19-25.
27. Rodríguez MA, Salar VN, Carretero MC et al. Eating disorders and diet management in contact sports; EAT-26 questionnaire does not seem appropriate to evaluate eating disorders in sports. *Nutricion Hospitalaria* 2015;32(4):1708-1714.
28. Florence MD, Asbridge M, Veugelers PJ. Diet quality and academic performance. *Journal of School Health* 2008;78(4):209-215.
29. Šatalić Z, Barić IC, Keser I, Marić B. Evaluation of diet quality with the Mediterranean Dietary Quality Index in university students. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 2004;55(8):589-597.

30. Moreno-Gómez C, Romaguera-Bosch D, Tauler-Riera P, et al. Clustering of lifestyle factors in Spanish university students: The relationship between smoking, alcohol consumption, physical activity and Diet Quality. *Public Health Nutrition* 2012;15(11):2131-2139.
31. García-Meseguer MJ, Burriel FC, García CV, Serrano-Urrea R. Adherence to Mediterranean diet in a Spanish University population. *Appetite* 2014;78:156-164. DOI:10.1016/j.appet.2014.03.020
32. Arslan S, Daskapan A, Cakır B. Specification of nutritional and physical activity habits of university students. *TAF Preventive Medicine Bulletin* 2016;15(3):171.
33. Radu L-E, Făgăraș S-P, Vanvu G. Physical activity index of female university students. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2015;191:1763-1766.
34. Fagaras S-P, Radu L-E, Vanvu G. The level of physical activity of university students. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2015;197:1454-1457.
35. Oberle CD, Watkins RS, Burkot AJ. Orthorexic eating behaviors related to exercise addiction and internal motivations in a sample of university students. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2017;23(1):67-74.
36. Oberle CD, Samaghabadi RO, Hughes EM. Orthorexia nervosa: Assessment and correlates with gender, BMI, and personality. *Appetite* 2017;108:303-310. DOI:10.1016/j.appet.2016.10.021
37. Fidan T, Ertekin V, Isıkay S, Kırpınar I. Prevalence of orthorexia among medical students in Erzurum, Turkey. *Comprehensive Psychiatry* 2010;51(1):49-54. DOI:10.1016/j.comppsy.2009.03.001
38. McInerney-Ernst EM. Orthorexia Nervosa: Real Construct or Newest Social Trend?. PhD Thesis. University of Missouri-Kansas City 2011.
39. Sanlier N, Yassibas E, Bilici S, Sahin G, Celik B. Does the rise in eating disorders lead to increasing risk of orthorexia nervosa? correlations with gender, education, and body mass index. *Ecology of Food and Nutrition* 2016;55(3):266-278.
40. Yilmazel G. Orthorexia tendency and social media addiction among candidate doctors and nurses. *Perspectives in Psychiatric Care* 2021;57(4):1846-1852.
41. Yilmaz FC, Özcelik AO. Orthorexia and Eating Attitudes in Health Sciences Students. *European Journal of Applied Sciences* 2021;9(3):386-394.
42. Dell'Osso L, Carpita B, Muti D, et al. Prevalence and characteristics of orthorexia nervosa in a sample of university students in Italy. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2017;23(1):55-65.
43. White M, Berry R, Sharma A, Rodgers RF. A qualitative investigation of Orthorexia Nervosa among U.S. college students: Characteristics and sociocultural influences. *Appetite* 2021;162:105168.
44. Duran S. The risk of orthorexia nervosa (healthy eating obsession) symptoms for health high school students' and affecting factors. *Pamukkale Medical Journal* 2016;9(3):220-226.
45. Agopyan A, Kenger EB, Kermen S, Ulker MT, Uzsoy MA, Yetgin MK. The relationship between orthorexia nervosa and body composition in female students of the Nutrition and Dietetics Department. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2018;24(2):257-266.
46. Gezer C, Kabaran S. The risk of orthorexia nervosa for female students studying nutrition and dietetics. *Suleyman Demirel University the Journal of Health Science* 2013;4(1):4-22.
47. Brytek-Matera A, Fonte ML, Poggiogalle E, Donini LM, Cena H. Orthorexia nervosa: Relationship with obsessive-compulsive symptoms, disordered eating patterns and body uneasiness among Italian university students. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2017;22(4):609-617.
48. Zickgraf HF, Barrada JR. Orthorexia nervosa vs. Healthy Orthorexia: Relationships with disordered eating, eating behavior, and healthy lifestyle choices. *Eating and Weight Disorder- Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 2021;27(4):1313-1325.
49. Gezmen Karadag M, Elibol E, Yıldırım N et al. Evaluation of the relationship between obesity with eating attitudes and orthorexic behavior in healthy adults. *Gazi Medical Journal* 2016;27:107-114.
50. Arslantas H. Eating behaviour and orthorexia nervosa (healthy eating obsession) in nursing students: Cross-sectional analytic study. *Journal of Psychiatric Nursing* 2017;8(3):137-144.

***Derleme Makale/Review Article*****İştah, Besin Alımı ve Ağırlık Artışında Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubunun Etkileri**

Seray Kabaran

Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics,
Famagusta, North Cyprus, Mersin 10 Türkiye**Özet**

Fruktoz günümüzde modern beslenmenin temel bileşeni haline gelmiştir. Fruktozun doğal kaynakları sukroz, bal, meyvelerdir. Bunun yanında yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMS), mısır nişastasının enzimatik işlemlerle glikoz ve ardından fruktoza dönüştürülmesiyle elde edilen, ucuz bir endüstriyel tatlandırıcıdır. YFMS gazlı içecekler, kek, bisküvi, dondurma gibi işlenmiş besinlerde tatlandırıcı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle YFMS içeren içeceklerin aşırı tüketiminin obezite prevalansının artmasında rolü olduğu düşünülmektedir. Fruktozun sindirimi emilimi ve metabolizması glikozdan farklıdır. Aşırı fruktoz tüketimi insülin ve leptin direncine neden olabilmektedir. İnsülin ve leptinin besin alımı ve vücut ağırlığının düzenlenmesindeki anahtar sinyalleri, fruktozun enerji alımı ve ağırlık kazanımına neden olabileceğini göstermektedir. Ayrıca YFMS ile zenginleştirilmiş besinlerin sürekli tüketimi dopamin sentezini uyararak, keyif alma hissi sağlamakta, bu da bağımlılık davranışı geliştirerek aşırı yeme durumuna neden olabilmektedir. YFMS'nun tokluk hissi uyandırmadığı, bağımlılık yapabildiği ve yüksek tüketiminin hem obezite hem de karaciğer yağlanması riskini artırdığı belirtilmektedir. Ancak fruktoz iştah, enerji alımı ve vücut ağırlığında kısa sürede değişiklik oluşturmamakta, uzun süreli ve sürekli fruktoz alımının sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceği vurgulanmaktadır. Fruktozun belirli sınırlar doğrultusunda kullanımını FDA (Food and Drug Administration; Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından güvenli olarak sınıflandırsa da, sağlık üzerindeki etkileri tartışılmaya devam etmektedir. Bu derleme yazıda fruktozun metabolizması ve özellikle YFMS tüketiminin iştah, besin alımı ve enerji dengesi üzerindeki etkileri ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler : Yüksek fruktozlu mısır şurubu; İştah; Enerji alımı; Obezite

The Effects of High-Fructose Corn Syrup on Appetite, Food Intake and Weight Gain

Abstract

Fructose has become a staple of modern nutrition. Natural sources of fructose include sucrose, honey, and fruits. In addition, high-fructose corn syrup (HFCS) is an inexpensive industrial sweetener obtained by enzymatically converting corn starch into glucose and then fructose. HFCS is widely used as a sweetener in processed foods such as carbonated drinks, cakes, biscuits, and ice cream. Excessive consumption of HFCS-containing beverages is thought to play a role in the increasing prevalence of obesity. The digestion, absorption, and metabolism of fructose differ from that of glucose. Excessive fructose consumption can lead to insulin and leptin resistance. Insulin and leptin, key signals in regulating food intake and body weight, suggest that fructose can cause increased energy intake and weight gain. Furthermore, continuous consumption of HFCS-enriched foods stimulates dopamine synthesis, providing a feeling of pleasure, which can lead to addictive behavior and overeating. It is stated that HFCS does not induce a feeling of satiety, can be addictive, and high consumption increases the risk of both obesity and fatty liver disease. However, fructose does not cause immediate changes in appetite, energy intake, and body weight; it is emphasized that long-term and continuous fructose intake may have negative effects on health. Although the FDA (Food and Drug Administration) classifies fructose use as safe within certain limits, its effects on health continue to be debated. This review article discusses the metabolism of fructose and, the effects of HFCS consumption on appetite, food intake, and energy balance.

Keywords: High fructose corn syrup; Appetite, Energy intake, Obesity

Giriş

Geçmiş yıllardan günümüze kadar tüketilen toplam şeker miktarının giderek yükseldiği görülmektedir. Fruktoz da altı karbonlu bir monosakkarit olup, basit şeker olarak tanımlanmaktadır. Fruktoz günümüzde modern beslenmenin temel bileşeni haline gelmiştir.¹ Fruktozun doğal kaynakları sukroz, bal, meyvelerdir. Bunun yanında yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMS), mısır nişastasının enzimatik işlemlerle glikoz ve ardından fruktoza dönüştürülmesiyle elde edilen, şeker pancarı şekerine (sukroz) göre daha ucuz ve tatlı bir endüstriyel tatlandırıcıdır. YFMS gazlı içecekler, kek, bisküvi, dondurma gibi işlenmiş besinlerde tatlandırıcı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır.²⁻⁴

YFMS'nun tokluk hissi uyandırmadığı, bağımlılık yapabildiği ve yüksek tüketiminin hem obezite hem de karaciğer yağlanması riskini artırdığı belirtilmektedir. Özellikle YFMS içeren içeceklerin aşırı tüketiminin obezite prevalansının artışında rolü olduğu düşünülmektedir. Ayrıca fruktozun insülin direnci, hiperglisemi, tip 2 diyabet, ürik asit sentezi ve oksidatif stres üzerinde rolü olabileceği ve insan sağlığını olumsuz etkileyebileceği vurgulanmaktadır.^{5,6}

Fruktozun sindirimi Emilimi ve metabolizması glikozdan farklıdır. Fruktozun metabolizması de-novo lipogenezi arttırmaktadır. Bu nedenle fruktoz tüketimi, karaciğerde yağlanmaya ve trigliserit (TG) düzeylerinin artışına neden olarak insülin direncini ve tokluk sinyali veren leptinin direncini de tetiklemektedir. Fruktoz glikozdan farklı olarak, insülin salınımını uyarmamakta, bu nedenle leptin salınımını uyarmamakta ve ghrelin üretimini baskılamamaktadır. İnsülin ve leptinin besin alımı ve vücut ağırlığının düzenlenmesindeki anahtar sinyallerinde ortaya çıkan değişiklikler, fruktozun enerji alımı ve ağırlık kazanımına

neden olabileceğini göstermektedir.^{7,8} Hiperkalorik yiyeceklerle beslenme, beyin ödül sisteminin nörotransmitterlerinin aktivasyonuna neden olarak zevk ve keyif alma hissi ortaya çıkarmaktadır. Buna benzer olarak YFMS ile zenginleştirilmiş besinlerin sürekli tüketimi dopamin sentezini uyarak besinlerden keyif alma hissi sağlamaktadır. Bununla ilişkili olarak, aynı besinden tekrar zevk almak için, sürekli olarak besinin tüketimi tekrarlanmakta ve bu da bağımlılık geliştirerek aşırı yeme davranışına neden olabilmektedir.⁶

Yüksek fruktoz alımı hipotalamus, iskelet kası, karaciğer, kahverengi yağ dokusu ve beyaz yağ dokusu gibi organlarda çeşitli yollarla metabolik süreci etkileyerek obezite fenotipine ve metabolik sendrom gelişimine katkıda bulunmaktadır.⁸⁻⁹ Ancak fruktoz iştah, enerji alımı ve vücut ağırlığında kısa sürede değişiklik oluşturmamakta, uzun süreli ve sürekli fruktoz alımının sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceği vurgulanmaktadır. Araştırmalar şekerli içecekler ile alınan fruktoz miktarı ile obezite arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.⁹⁻¹⁴ Fruktozun belirli sınırlar doğrultusunda kullanımını FDA (Food and Drug Administration; Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından güvenli olarak sınıflandırılrsa da, sağlık üzerindeki etkileri tartışılmaya devam etmektedir.¹⁵ Bu derleme yazıda fruktoz alımı, fruktozun metabolizması ve özellikle YFMS tüketiminin iştah, besin alımı ve enerji dengesi üzerindeki etkileri ele alınmıştır.

Fruktoz ve Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu Tüketimi

Bal ilk kullanılan şeker çeşidi olup 18. yüzyıla kadar şeker tüketiminin oldukça düşük olduğu bilinmektedir. Daha sonra, 18-19. yüzyıllar arasında şeker tüketimi ciddi oranda artarak öncelikle çay ve kahveye şeker eklenmeye, sonrasında ise pasta tarzı besin üretiminde şeker kullanılmaya başlanmış ve 20. yüzyılda şeker beslenmedeki yerini almıştır.¹

Besin endüstrisinin gelişimi ile birlikte 1960'lı yıllarda yeni nişasta türlerinin üretimine başlanana kadar şeker çeşidi olarak sukroz kullanılmaktaydı.¹ Mısır nişastasının glikoza hidrolizasyonu ve glikozun fruktoza enzimatik isomerizasyonu ile 1967 yılında YFMS üretilmeye başlanmıştır.² Bununla birlikte, YFMS'nun tatlandırıcı olarak kullanımı 1978-1998 yılları arasında yükselmiş ve özellikle 1986 yılından itibaren yüksek fruktozlu düşük maliyetli mısır şurubu kullanımı yaygınlaşmıştır.²⁻⁴

Ortalama fruktoz alımının 1977-1978 yıllarında günde 37 gram (toplam alımın %8'i) olduğu tahmin edilmektedir.⁴ Amerika Birleşik Devletleri'nde 1999-2004 yılları arasında yapılan ulusal anket verilerine göre, her iki cinsiyet ve tüm yaş grupları için ortalama günlük fruktoz alımı 49 g olup, bu da toplam enerji alımının yaklaşık %10'unu oluşturmaktadır.² Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan geniş kapsamlı diğer bir çalışmada ortalama fruktoz tüketiminin günde 54,7 g (38,4–72,8 g) olduğu tahmin edilmekte ve toplam enerji alımının %10,2'sini oluşturduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca günde 72,8 g (toplam enerjinin %12,1'i) ile ergenlerde (12–18 yaş arasında) en yüksek düzeyde fruktoz alımının olduğu belirtilmektedir. Buna göre ergenlerin dörtte biri toplam aldığı enerjinin en az %15'ini fruktozdan karşılamaktadır.⁴

YFMS üretiminin artması ve içeceklerin tatlandırılmasında sık kullanılması ile günlük toplam enerji alımı artmaya başlamıştır. Günde yaklaşık 600 ml YFMS içeren içecek tüketimi ile ergenler 250 kkal ek enerji almaktadır. Batı tipi diyetlerde ise günümüzde fruktoz alımının 80-100 grama çıkabildiği göze çarpmaktadır. Bunun önemli bir kısmının işlenmiş besinler ve gazlı içeceklerin içerdiği YFMS ile ilişkili olduğu, doğal meyvelerden alınan fruktozun ise oldukça düşük miktarlarda kaldığı belirtilmektedir.^{3,6} Fruktozun en temel kaynağı şekerli içecekler (%30), ardından tahıllar (%22) ve meyve veya meyve suyu (%19) olarak sıralanmaktadır.⁴

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu Kullanımı

Fruktoz meyve, taze ve hazır meyve suları, balda doğal olarak bulunan bir monosakkarittir. Ayrıca fruktoz glikoz ile beraber disakkarit olan sukrozu oluşturmaktadır.

Besin sanayide temel olarak kolalı içecekler ve diğer alkolsüz içecekler YFMS içermektedir. Bunlara ek olarak, YFMS kahvaltılık tahıllar, çikolata, kek, şekerleme, reçel, marmelat, jöle, pastane ürünleri, konserve meyvelerde de bulunmaktadır. Belirtildiği üzere günümüzde en önemli fruktoz kaynağı besin sanayisinde hazır besin üretiminde yaygın olarak kullanılan YFMS'dur. Bu gibi hazır besinlerin tüketimindeki aşırı artış nedeni ile, fruktoz tüketimi de buna paralel olarak artmıştır.¹⁻⁴

YFMS'nun en çok kullanılan formları; YFMS-42, YFMS-55'dir. Örneğin fruktoz şurubunun YFMS-55 formunda, %55 fruktoz, %42 glikoz ve %3 diğer tatlandırıcılar bulunmaktadır. Besin endüstrisinde YFMS-42 (%42 fruktoz içeren) işlenmiş besinler, kahvaltılık gevrekler, unlu mamüller ve bazı içeceklerde; YFMS-55 (%55 fruktoz içeren) ise kola, gazoz, soda gibi asitli içeceklerde yaygın olarak kullanılmaktadır.⁷

Besin üreticileri mısırdan elde edilen fruktoz şurubunu, genel olarak ucuz olması ve kolay elde edilmesi nedeni ile tercih etmektedirler. Ancak fruktozun bu denli yaygınlaşmasının başka nedenleri de vardır. Örneğin fruktoz sukrozdan daha güçlü bir tatlandırıcıdır. Sukroz 100 birim tatlılığa sahipken, bu değer fruktoz için yaklaşık 173 birim ve glikoz için sadece 74 birimdir. Sukroza göre YFMS'nun YFMS-42 formu 1.16, YFMS-55 formu 1.28 kat daha tatlıdır.²⁻⁴ Fruktoz kullanımının bu denli artmasının altında yatan bir başka gerçek de fruktoz metabolizması ile ilgilidir. Tadını fruktozdan alan yiyecek ve içecekler doyma hissini geciktirmekte, açlık hissini arttırmakta ve böylece daha çok tüketilmektedirler.⁶

Fruktoz Metabolizması ve Emilimi

Fruktoz kolayca emilen ve hızla metabolize olan bir monosakkarittir. Fruktoz vücuda alındıktan sonra bağırsakların fırçamsı kenarlarından pasif difüzyonla emilmekte ve fruktoza özel heksoz taşıyıcısı olan Glut5 ile portal dolaşıma geçmekte ve karaciğere taşınmaktadır. Fruktoz glikozdan farklı olarak, ATP hidrolizine ihtiyaç duymamakta ve sodyuma bağlı taşıyıcılardan bağımsız olarak emilmektedir.^{16,17}

Glikoz insülin düzeylerinde yükselme sağlayıp, pankreatik beta hücrelerde bulunan ve insülin ile artan Glut4 taşıyıcısı ile hücre içine taşınmaktadır. Ayrıca Glut5 taşıyıcısının pankreatik beta hücreler gibi beyinde de az miktarda bulunması, fruktozun beyine doyumluk sinyallerini iletmesini de engellemektedir.^{18,19}

Fruktoz metabolizması, glikoz ve yağ metabolizması üzerinde önemli etkilere sahiptir. Fruktoz karaciğerde fruktokinaz enzimi ile fruktoz-1-fosfata dönüşmekte, aldolaz B ile triozlar (dihidroksiaseton-P, gliseraldehit) ve gliseraldehid-3-P oluşmaktadır.^{18,19} Fruktozun karbon kısmı, gliseraldehid-3-P'dan aldolaz A ile, fruktoz 1-6-bis-P'a, daha sonra ise fruktoz-6-P ve glikoz-6-P'a dönüşerek glukoneogeneze katılmakta ve böylece glikoz oluşmaktadır. Bu nedenle fruktoz tüketimi sonrası dolaşımdaki glikoz düzeyince çok az, fakat ölçülebilir bir yükselme olmaktadır. Trioz-fosfatın bir kısmı da glikojene dönüşmektedir, bu nedenle fruktoz tüketimi sonrası hepatik glikojen depoları yükselmektedir.^{16,17}

Fruktoz, gliseraldehid 3-P'a dönüşümünden sonra glikolize de katılmakta, az miktarı pirüvata ve pirüvat dehidrogenaz enzimi ile mitokondride sitrat ve asetil-CoA'ya dönüşmektedir. Pirüvat CO₂ ve H₂O'ya da metabolize olmaktadır. Glikolize katılan fruktozun karbon kısmı aynı zamanda plazma laktat düzeylerinin de yükselmesine neden olmaktadır. Yaklaşık 45g fruktoz tüketimi sonrası plazma laktat düzeyleri glikoza göre 3 kat daha fazla yükselmektedir.^{16,17}

Son olarak fruktozun karbon kısmı, gliserol ve gliserol-3-fosfata ve hepatik de-novo lipogenez ile asetil CoA ve yağ asitlerine dönüşmekte, daha sonra gliserol ile birleşerek karaciğerde çok düşük dansiteli lipoprotein (VLDL) sentezi ile TG sentezine neden olmaktadır.^{16,17} Yaklaşık 10 hafta boyunca enerjinin %25'inin fruktozlu içecek ile sağlanması sonucu hepatik de-novo lipogenezin arttığı, VLDL ve TG düzeylerinin yükseldiği, glikoz tüketimi ile böyle bir etki gözlemlenmediği belirlenmiştir.²⁰

Glikoz alımı ile glikozun, karaciğerde glikojen olarak depolanması ve TG üretilmesi

fosfofruktozkinaz enzimi, ATP, sitrat ve insülin ile kontrol altında tutulurken, fruktozdan kontrol edilemez bir şekilde glikoz, glikojen, trigliserit, laktat, pirüvat oluşabilmektedir^{18,19}. Dört hafta boyunca 1.5 g/kg vücut ağırlığı fruktoz (%20) verilen sağlıklı erkeklerde, plazma TG seviyelerinin %36, VLDL-TG seviyelerinin %72, laktatın %49, glikozun %5.5 attığını belirtilmiştir.²¹ Ayrıca glikozun karbon kısmının yalnızca %1-3'ü de-novo lipogeneze katılıp ve TG oluşturmaya rağmen, fruktozdan oluşan palmitatın yaklaşık %30'u lipogeneze kullanılmaktadır.^{18,19}

Fruktozun Sağlık Üzerindeki Etkileri

Araştırmalar şekerli içecekler ile alınan fruktoz miktarı ile obezite arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir.^{10,11} Özellikle fruktoz içeren içeceklerin tüketimi ile enerji alımı ve vücut ağırlığının arttığı belirtilmektedir.¹² Bu durum özellikle çocuklar ve adolesanların sağlığını tehdit etmektedir.¹⁴ Fruktoz tüketiminin artması ile fruktoza bağlı metabolik ve endokrin faktörlerin lipogeneze, hepatik insülin direnci, enerji dengesi üzerinde ortaya çıkardığı değişiklikler sonucunda iştah ve doyumluk üzerinde önemli etkisi olabileceği vurgulanmaktadır.⁷

İşlenmiş besinler ve içecekler yoluyla aşırı fruktoz tüketimi, çeşitli metabolik bozukluklarla ilişkisi nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. Aşırı fruktoz alımının çok sayıda hastalık ve sağlık sorunu ile patolojik ilişkisi bulunmaktadır. Obezite, insülin direnci, hiperglisemi, tip 2 diyabet ayrıca metabolik sendrom, alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı (NAFLD), ürik asit üretimi ve oksidatif stres gibi sağlık sorunları gelişiminin aşırı fruktoz tüketimi sonucu ortaya çıkabileceği vurgulanmaktadır. NAFLD terimi, alkol ile ilişkili olmayan (aşırı alkol tüketimi, hepatotoksik ilaçlar, toksinler, viral enfeksiyonlar, genetik karaciğer hastalıkları gibi nedenlerden kaynaklanmayan) karaciğer fonksiyon bozukluklarını ifade etmekte ve metabolik bozukluklar ve ilgili kardiyovasküler risklerle yeterince ilişkilendirilememektedir. Bu nedenle, 2020 yılında bu terimin Metabolik Disfonksiyon İlişkili Steatotik Karaciğer Hastalığı (MASLD) olarak değiştirilmiştir. Günümüzde MASLD tanısı, en az bir kardiyometabolik risk faktörüne (örneğin obezite, tip 2 diyabet, dislipidemi veya hipertansiyon) sahip bireylerde hepatik steatoz (yağlı karaciğer) ile karakterize bir dizi karaciğer rahatsızlığını ifade etmektedir.²²

Fruktoz metabolizması, glikozdan farklı olarak, ağırlıklı olarak karaciğerde gerçekleşmekte ve burada normal insülin düzenlemesini atlayarak de-novo lipogeneze yoluyla yağ sentezini artırmaktadır. Bu metabolik değişiklik NAFLD veya güncel tanımı ile MASLD gelişimine katkıda bulunmakta ve kardiyovasküler hastalık riskini artırmaktadır. Ayrıca, fruktoz kaynaklı adenosin trifosfat tükenmesi, pürin yıkımını aktive ederek ürik asit seviyelerini artırmakta ve hiperürisemiye şiddetlendirmektedir. Fruktoz metabolizması sırasında reaktif oksijen türlerinin aşırı üretimi de oksidatif stresi tetikleyerek inflamasyonu ve hücre hasarı da uyatabilmektedir.^{5,17} Yapılan bir çalışmada toplam fruktoz alımında günde 20 g'lık bir artışın, proinflatuar belirteçlerin konsantrasyonlarında %1,5-%1,9'luk bir artış ve adiponektinde %3,5'lik bir azalma ile birlikte TG/HDL'de %5,9'luk bir artışla ilişkili olduğu gösterilmiştir.³

Fruktoz ve İnsülin Direnci

Fruktozun metabolizması ile hepatik de-novo lipogeneze ile yağ asitlerinin artışı, hiperinsülinemi ve insülin direnci gelişiminde rol oynamaktadır.^{16,17} İnsülin direnci gelişimi ile de vücutta yağ depolanması artmakta ve obezite riski yükselmektedir. İnsülin sekresyonu, kan glikoz düzeyinin artması ile β hücrelerinin membranlarındaki Glut4 taşıyıcı proteinler tarafından uyarılmaktadır. Fruktoz ise beta-hücrelerden insülin salınımının uyarılmasında zayıf etkiye sahiptir, çünkü beta hücrelerde fruktoz taşıyıcı Glut5 düşük miktarlarda bulunmaktadır. Bu nedenle besinlerle alınan fruktoz, tokluk insülin salınımını uyarmamaktadır. Fruktoz transporterlarının eksikliği ile kan beyin bariyerini geçememesi, besin alımının ve enerji

dengesinin kontrolünde değişikliklere neden olmaktadır.¹⁸

Yapılan randomize kontrollü bir çalışmanın sonucunda orta miktarlarda fruktoz ve sukrozun, benzer miktarlarda glikoza kıyasla sağlıklı erkeklerde karaciğer insülin duyarlılığını ve lipid metabolizmasını önemli ölçüde değiştirdiği belirlenmiştir.²³ On hafta boyunca pre-obez ve obez kadınlara aldıkları enerjinin %25'i kadar fruktozlu içecek verilerek açlık insülin ve glikoz düzeylerinin yükseldiği, insülin duyarlılığının azaldığı, fakat glikoz alan grupta böyle bir etki olmadığı saptanmıştır.²⁰

İki hafta boyunca YFMS ile tatlandırılmış içeceklerin tüketiminin, genç (18-40 yaş) yetişkinlerde (BKİ 18-35 kg/m²) insülin duyarlılığı üzerindeki doz-yanıt etkileri araştırılmıştır. Bunun sonucunda katılımcılar günlük enerji gereksinimlerinin %0'ını (aspartam: n=23), %10'unu (n=18), %17,5'ini (n=16) veya %25'ini (n=28) YFMS içeren içeceklerle karşıladıktan sonra, insülin duyarlılığında doza bağlı olarak azalma olduğu belirlenmiştir.²⁴ Normal ağırlıklı 12 kadının 2 gün boyunca aldıkları enerjinin %30'unun fruktozdan sağlanması ile kan insülin düzeyi %65 azalmıştır. Yüksek fruktoz içeren beslenme insülinin görevlerini bozmaktadır ve bu beslenme şeklinin devamı ile insülin direnci riski artmaktadır. Fruktoz kısa sürede insülin salınımını uyarmamasına rağmen, uzun süre yüksek fruktoz tüketimi ile insülin salınımı artmakta ve hiperinsülinemi ortaya çıkmaktadır.²⁵ Hallfrisch ve diğ. ortalama 39 yaşındaki erkeklerle (n=24) yaptıkları çalışmada toplam enerjinin %15'inin 5 hafta boyunca fruktozdan sağlanması ile açlık ve tokluk kan glikozunun ve insülin düzeylerinin hem sağlıklı hem de hiperinsülinemik bireylerde arttığını saptamışlardır. Bu etki nişasta verilen kontrol grubunda ise gözlemlenmemiştir.²⁶ Fruktoz alımının enerjinin yaklaşık %8-17 düzeylerine ulaşması ne yazık ki endişe uyandırmaktadır.²⁷

Non esteriye yağ asitleri ve kan TG düzeylerinin yükselmesi insülin direnci ile ilişkili bulunmuştur. İnsülin direnci sadece lipid metabolizması bozukluğu ile ilişkili olmayıp, diasilgliserol, yağ asil CoA ve seramidlerin artışı da insülin direncine neden olmaktadır. Karaciğerde bu metabolitlerin artışı karaciğer disfonksiyonuna neden olmakta ve insülin direnci oluşmaktadır. Bu metabolitlerin hücre içinde varlıkları insülin reseptör substrat 1'de (IRS-1) tirozin fosforilasyonu yerine, yüksek serin fosforilasyonuna neden olmaktadır. Bu nedenle de insülin sinyalleri azalmakta ve kaslarda veya karaciğerde insülin direnci gelişimi riski artmaktadır.²⁸ Ratlarda 28 gün yüksek fruktoz ile beslenme sonucu karaciğerde IRS-1 tirozin fosforilasyonunun %79 azaldığı ve böylece insülin direnci gelişim riskinin arttığı saptanmıştır.²⁹

Yüksek fruktoz tüketimi uzun dönemde yağ dokusu artışına ve daha fazla enerji alımına neden olarak, bireylerde insülin direnci gelişimini tetiklemektedir. Ağırlık kazanımı sonucunda, insülin sinyallerinin azalması ve leptin salınımının bozulması enerji dengesi kontrolünü bozmaktadır. Tüm bu hormonal ve fizyolojik değişiklikler enerji alımı, iştah kontrolü, ağırlık kazanımı ve insülin direnci ile ilişkilendirilmekte, ayrıca obeziteye zemin hazırlamaktadır.⁶⁻⁸

Fruktoz ve Vücut Ağırlığı Artışı

Dünyada obezite görülme sıklığının artması ile paralel olarak YFMS tüketiminin de arttığı göze çarpmaktadır. Bu nedenle fruktozun vücut ağırlığı artışıdaki etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan araştırmalar da artış göstermiştir. Çalışmaların sonuçlarındaki tutarsızlıklar nedeni ile YFMS'nun potansiyel etkisi tartışma konusu olmaya devam etmektedir.⁸⁻¹⁵

Dünya genelinde çocukluk çağı obezitesi vakaları artmaya devam etmekte ve yaygınlığının, kardiyovasküler hastalık ve tip 2 diyabet gibi yetişkinlerde görülen bulaşıcı olmayan hastalıkların riskini artırdığı bilinmektedir. Bu nedenle, daha sağlıklı yaklaşımlar geliştirmek ve bu durumu tersine çevirmek için altında yatan beslenme ile ilgili nedenleri anlamak giderek daha da önem kazanmaktadır. Obezite gelişiminin, yüksek fruktoz alımıyla yakından ilişkili olabileceği düşünülmektedir, çünkü yüksek oranda lipojenik etkisi bulunan fruktozun aşırı tüketimi beyaz yağ dokusu birikimine yol açmakta ve inflamasyona, oksidatif

strese ve düzensiz adipokin salınımına neden olmaktadır. Ne yazık ki, fruktoz tüketimi son yıllarda önemli ölçüde artmıştır; bu durum, fruktozun genellikle hazır besinlere ve şekerli içeceklerle tatlandırıcı olarak eklenmesine bağlıdır⁸. Yapılan geniş kapsamlı bir çalışmaya 10-19 yaş arası 5033 erkek ve 4400 kız dahil edilmiş ve yüksek miktarda şeker ilaveli gazlı içecek tüketimi, sağlıklı beslenme tercihleriyle ilişkili bulunmuştur. Özellikle erkeklerde şekerli gazlı içecek tüketimi, daha yüksek bel çevresi ve beden kütle indeksi (BKİ) ile korelasyon göstermiştir. Bu nedenle, şekerli içeceklerin tüketimini sınırlandırmak halk sağlığını korumak açısından büyük bir etkiye sahip olabilmektedir.³⁰

Yetişkinlerle yürütülen çalışmalar da YFMS tüketiminin ağırlık artışı ile ilişkili olabileceğini göstermektedir^{20,31}. Stanhoper ve diğ.²⁰ 10 hafta boyunca fruktozlu içecek verilmesi ile pre-obez ve obez kadınlarda ağırlık artışında anlamlı bir farklılık belirlenmemesine rağmen visceral yağlanmanın arttığını saptamışlardır. Tordoff ve diğ. tarafından 9'u kadın, 21'i erkek olan 30 yetişkin birey 2 gruba ayrılarak, bir gruba 3 hafta süresince 3 kkal enerji veren aspartamli soda ve diğer gruba 530 kkal içeren YFMS içeren soda verilmiştir. Bu araştırma sonucunda YFMS ile enerji alımı ortalama %13 artarak, kadınlarda ortalama 0.97 ± 0.25 kg, erkeklere 0.52 ± 0.23 kg ağırlık kazanımı gözlemlenmiştir.³¹ Bunlardan farklı olarak 55 araştırmanın sistematik derlemesi sonucu, pre-obez ve obez bireylerde insülin direnci, bozulmuş glikoz toleransı, hiperlipidemi gibi sorunlar ve iştahın düzenlenmesinde görevli hormon düzeylerindeki değişikliklere rağmen, fruktozun normal düzeylerde alımının vücut ağırlığında değişikliklere neden olmadığı belirlenmiştir.³² Sartorelli ve diğ. ise 30 yaş ve üzeri 475 erkek ve 579 kadını değerlendirerek yaptıkları kesitsel çalışmada yüksek fruktoz alımının bozulmuş glikoz toleransı ile ilişkili olduğunu, taze meyve tüketimi ile alınan fruktozun ise olumsuz bir etkisi olmadığını belirlemişlerdir.³³ Toplam 767 bireyin dahil edildiği 4 çalışmanın meta-analizine göre YFMS tüketiminin sukroza (sakkaroz) kıyasla daha yüksek C-reaktif protein (CRP) seviyesiyle ilişkili olduğu, ancak antropometrik ölçümler ve diğer metabolik parametrelerde iki tatlandırıcı arasında anlamlı bir fark bulunmadığı gösterilmiştir.³⁴

Glikozun besin alımı üzerindeki etkisine bakıldığında, ATP'nin AMP'ye oranının yükselmesi ile malonil CoA miktarının artması besin alımını baskılamaktadır. Fruktoz ise ters olarak ATP'ye ihtiyaç duymayarak, ATP'nin AMP'ye oranında azalmaya neden olmakta, AMPK aktivitesi ile malonil CoA düzeylerini düşürmekte, nöropeptid Y düzeyini yükseltmekte ve böylece besin alımını artırabilmektedir.^{35,36} Fruktoz metabolizması sonucunda insülin ve leptin salınımındaki değişiklikler de besin alımı artışı ve ağırlık kazanımına neden olabilmektedir.^{7,8} Bunlara ek olarak, fruktoz tüketimi ile nörotransmitter sentezinde ortaya çıkan değişimler, özellikle dopamin sentezi, besinlerden alınan keyif ve haz duygusu sonucunda da aşırı yeme durumunu ortaya çıkarabilmektedir.⁶

Fruktoz ve İştah Artışı

Besin alımı ve enerji dengesi, birçok besin ögesinin endokrin ve nöral sinyallerin merkezi sinir sistemine ve hipotalamusa sinyaller göndermesi ile düzenlenmektedir¹⁸. Sindirim sistemi, yağ dokusu ve beyinde üretilen sinyaller, iştah kontrolü, enerji harcaması, yeme davranışı ve vücut yağ dokusu miktarını belirlemektedir.³⁷

Fruktozun iştah ve besin alımı üzerindeki etkisi farklı mekanizmalarla açıklanmaktadır.⁶⁻⁸ Fruktoz ile tatlandırılmış yiyeceklerin aşırı tatlı olması ve lezzet olarak tercih edilir olması, bağımlılık benzeri davranışları tetiklemesi ve aşırı tüketilmesi bunlardan biridir.⁷ Bir diğeri de fruktozun metabolizması sonucu doyumluk hissi sağlamayarak kontrolsüz aşırı enerji ve besin alımına neden olması ile açıklanmaktadır. Bu etki fruktozun açlık ve tokluk hormonları üzerindeki etkisi ile ilişkilendirilmektedir. Fruktozun insülin, leptin ve ghrelin hormonlarının salınımı üzerinde değişikliklere neden olmasıyla enerji dengesi ve vücut ağırlığında yükselmeye neden olabileceğini göstermektedir.^{6,8}

Yüksek fruktozlu mısır şurubu ile zenginleştirilmiş besinlerin sürekli tüketimi, dopaminergik mezolimbik sistem üzerinde doğrudan bir etki yaratmakta ve dopamin sentezini

uyararak zevk hissi sağlamaktadır.^{6,38} Şeker, yağ ve tuz bakımından zengin yiyeceklerin beyin üzerindeki etkileri, kokain ve nikotin gibi bazı uyarıcı maddelere benzerdir. Bu anlamda, obez bireyler obez olmayan bireylere kıyasla yüksek enerji yoğunluğuna sahip yiyecekleri seçme eğilimindedir. Hiperkalorik besinlerle beslenme, beynin ödül sisteminin nörotransmitterlerinin aktivasyonuna neden olarak bir zevk hissi ortaya çıkarmaktadır. Bu his, tekrar zevk almak için sürekli olarak tekrarlanmakta ve bu da bağımlılık davranışı geliştirerek aşırı yeme davranışına neden olmaktadır. Bu besinlerin sürekli kullanımı, nöroadaptif değişikliklere ve artan reaktif toleransa neden olan besin bağımlılığı sürecini başlatmaktadır. Bu nedenle YFMSH içeren hazır besinlerin de aşırı yeme davranışına yol açtığı vurgulanmaktadır.⁶

Mideden salgılanan ghrelin besin alımını başlatan önemli bir hormondur. Öğün sırasında kolesistokinin, glukagon benzeri peptid 1 (GLP-1) tokluk hissi oluşturmakta ve besin alımını durdurmaktadır. Endokrin pankreastan salgılanan insülin, adipoz dokudan salgılanan leptin, ince bağırsaklardan salgılanan peptid YY (PYY) de iştah, besin alımı ve vücut ağırlığının korunmasında görev almaktadırlar. Açlık sinyallerinin aktivasyonu ve doyumluk sinyallerinin azalması sonucunda toplam enerji alımı ve vücut ağırlığı artış göstermektedir.³⁷

Kan glikoz düzeyi, iştah ve besin alımının kontrolünde rol oynamaktadır. İnsülin, pankreasın langerhans adacıklarındaki β hücrelerinden salgılanan ve kan glikoz düzeyini düşüren tek hormon olarak bilinmektedir. İnsülin sempatik sinir sistemi üzerine direkt etki ile besin alımını durduran bir etkiye sahiptir. İnsülin salınımını asıl uyarıcı kan glikoz düzeylerindeki yükselmedir.¹⁶⁻¹⁹ Fruktoz metabolizması sonucu kan glikoz düzeyinin yeterince yükselmemesi ve insülin salınımının artış göstermemesi, açlık ve doyumluk sinyallerinin salınımını olumsuz etkilemektedir.³⁹

Leptin, yağ dokusundan salgılanan ve enerji alımını azaltıp enerji harcamasını arttıran bir hormondur. Leptin enerji fazlalığı durumunda salgılanmakta ve doyumluk hissi oluşturarak besin alımını baskılamaktadır.³⁷ Leptin, açlık hormonu olan nöropeptid Y salınımını engellemekte, doyumluk hormonu olan pro-opiomelanokortinin salınımını sağlamakta ve besin alımını hormon düzeylerini etkileyerek baskılamaktadır. Vücut yağ dokusunun artması ile leptine karşı direnç oluşması hipotalamusta açlık sinyallerini arttırmaktadır. Leptin salınımının azalması veya leptin direnci hiperfaji ile ağırlık kazanımı ve obeziteye neden olmaktadır.⁴⁰

Leptin salınımı, insülin salınımına bağlı olarak düzenlenmektedir. Bu nedenle fruktoz tüketimi ile insülin salınımının uyarılmaması, leptin salınımının uyarılmasını da engellemektedir. Böylece fruktoz tüketimi düşük leptin seviyelerine neden olmaktadır.^{17,18} Leptin ve insülin konsantrasyonlarının azalmasına bağlı olarak fruktozun aşırı alımı ağırlık kazanımına neden olan bir faktör olarak gösterilmektedir.⁴¹ Teff ve diğ. 2 gün boyunca 12 normal ağırlıklı kadın ile yaptıkları çalışmada %30 glikoz veya YFMSH içeren bir içeceklerle öğünlerin servis edilmesinin, farklı hormonal ve metabolik cevaplara neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Glikoza göre YFMSH tüketimi sonrası, tokluk insülin seviyesi %65 daha düşük bulunmuştur. Tokluk leptin seviyeleri ise glikoza göre YFMSH tüketimi sonrası 12. saatte %33, 24. saatte ise %21 daha düşük bulunmuştur.²⁵

Ghrelin vücut kompozisyonunda rolü olan oreksijenik bir hormon olup, dolaşımda artan ghrelin vücut ağırlığı artışına neden olmaktadır. Ghrelin düzeyleri açlık sırasında en üst düzeye ulaşmakta, açlık ile besin alımını başlatmaktadır.³⁷ Kan ghrelin konsantrasyonu besin alımından hemen sonra düşmekte, besin alımı ile 2-3 saat boyunca baskılanmaktadır. Açlık ve tokluk kan glikoz, insülin ve leptin düzeyleri ghrelin ile ters ilişkilidir. Fruktoz ile insülin ve leptin salınımının azalması, ghrelinin düzeyinin artmasına neden olmaktadır. Bu durum YFMSH tüketimi ile ghrelin seviyelerinin yükselmesi ile besin alımının artacağını göstermektedir.⁴² Teff ve diğ.'nin yaptıkları çalışmaya göre, YFMSH ile kan ghrelin düzeylerinin baskılanma süresi oldukça düşük olmasına rağmen, glikoz tüketimi ile ghrelin düzeyleri 1-2 saat boyunca %30 oranında baskılanabildiği gösterilmiştir. Ghrelin düzeyinin YFMSH alımı ile kısa sürede tekrar yükselmesi sonucunda besin alımı tekrar artmakta ve bu da ağırlık kazanımına neden olabilmektedir.²⁵

Bu gibi kanıtlara rağmen çalışmalarda çelişkili sonuçlara rastlanmaktadır. Kan glikoz, insülin, leptin ve ghrelin düzeyleri benzer olan 30 kadın ile yürütülen bir çalışmada ilk görüşmede enerjinin %30'u YFMS veya sukroz içeren içeceklerden sağlanması ve ikinci görüşmede normal sınırlarda bu içeceklerin verilmesi sonucunda bireylerin enerji ve makro besin alımı ayrıca iştah düzeyleri benzer bulunmuştur.⁴³ Stanhope ve diğ. yaptıkları çalışmada 34 kişiyi değerlendirmiş, YFMS ve sukroz tüketiminden 24 saat sonra kan insülin, leptin, ghrelin ve TG düzeylerinin benzer olduğunu belirlemişlerdir.⁴⁴ Bu da YFMS'nun, sukroza göre özellikle kısa süreli endokrin ve metabolik etkilerinin farklı olmadığını göstermektedir.^{43,44} Benzer şekilde yaşları 20-29 arasında değişen 37 gönüllü ile yürütülen bir çalışmada öğle yemeği sırasında yemekle beraber tüketilen sukroz veya fruktoz ile tatlandırılmış kola tüketimi ile açlık, doyumluk ve kısa süreli enerji alımı arasında anlamlı bir farklılık belirlenememiştir.⁴⁵ On iki kişi ile yürütülen deneysel bir çalışmanın sonucuna göre sukroz ve YFMS'nun kısa sürede doyumluk, besin alımı ve ortalama iştah düzeyi arasında anlamlı farklılık göstermediği vurgulanmaktadır.⁴⁶

Fruktozun Günlük Önerilen Alım Miktarı

Fruktoz içeren şekerli içecekleri yüksek miktarda tüketen bireylerin obezite, metabolik sendrom, gut ve tip 2 diyabet geliştirme riskinin daha yüksek olduğu açıkça gösterilmiştir.^{47,48} Günde 25-40 gram arasında değişen orta miktarlarda diyetle fruktoz tüketimi güvenli kabul edilmektedir (meyve türüne göre değişecek şekilde 500-800 gram meyve). Meyve ve sebzelerde doğal fruktoz bulunmakta, bu nedenle meyve ve sebze tüketimi sadece minimal miktarda fruktoz alımı ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle meyveler ölçülü tüketildiğinde sağlıklı seçimleri oluşturduğu ve fruktoz alımına bağlı sağlık sorunu riski taşımadığı özellikle vurgulanması gereken önemli bir konudur.⁴⁹ Fruktozun doğal besin kaynakları (özellikle meyveler) sağlık üzerinde zararlı bir etkiye sahip olmasa da, fruktoz içeren şekerlerin (özellikle şekerli içecekler) özellikle günlük enerji alımını ciddi şekilde artırarak sağlık üzerinde zararlı etkilere sahip olduğu meta-analiz çalışmalarıyla gösterilmiştir.^{47,50}

Enerjinin 4-6 hafta boyunca %20-25'inin fruktozdan sağlanması ile iştah ve besin alımını kontrol eden hormon düzeylerinin etkilendiği, fakat enerjinin %4-12'sinin fruktozdan sağlanması ile lipid ve glikoz metabolizmasında herhangi bir değişiklik oluşmadığı belirtilmiştir.⁵¹ Fruktozun 0-50 g/gün arasında alımı orta, 51-100 g/gün arasında alımı yüksek, 101-150 g/gün arasında alımı ile çok yüksek olarak sınıflandırılmaktadır. Buna göre, 2000 kcal/gün enerji alımı durumunda 50 g/gün (enerjinin %10'u) düzeyinde fruktoz alımı kabul edilebilir değer olarak bildirilmiştir. Enerjinin %20'sinden fazlasının (≥ 100 g/gün) fruktoz veya diğer şeker çeşitlerinden karşılanması durumunda fruktozun potansiyel zararlı etkileri artabileceği gibi, enerjinin boş enerji kaynaklarından yüksek oranda karşılanması sonucu diğer mikronutrientlerin eksikliği de ortaya çıkabilmektedir.⁵²

Günde ≤ 50 g veya enerjinin ~ 10 'u kadar orta düzeyde fruktoz tüketiminin lipid ve glikoz kontrolü üzerinde zararlı bir etkisi olmadığı ve günde ≤ 100 g tüketiminin vücut ağırlığını etkilemediği belirtilmektedir. Bu miktarın üzerinde tüketim sonucunda ise çok sayıda metabolik bozukluğun ortaya çıkma riski artmaktadır. Sağlık otoriteleri, özellikle işlenmiş besinlerden gelen fruktozun sınırlandırılmasını önermektedir.⁷ Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER)'ne göre ilave şeker tüketiminin günlük enerjinin %10'undan fazlasını geçmemesi ve özellikle kronik hastalığı bulunan bireylerde %5'in altında olması önerilmektedir.⁵³ Ne yazık ki, adolesanların enerji ve besin alımlarının değerlendirilmesi ile aldıkları enerjinin 800 kkal'sinin şekerden karşılandığı ve bunun yaklaşık yarısını sukrozun oluşturduğu ve böylece günlük yaklaşık 100 g fruktoz alındığı belirlenmiştir.⁵⁴ Bunlara ek olarak, fruktozun sağlık üzerindeki etkilerinin net olarak aydınlatılabilmesi için daha fazla sayıda geniş örneklemli kaliteli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.⁵⁰

Sonuç ve Öneriler

Özellikle şekerli içeceklerden alınan fruktozun artmasıyla birlikte, obezite, karaciğer fonksiyon bozuklukları, dislipidemi ve hiperürisemi gibi metabolik bozukluklar dünya çapında daha yaygın hale gelmiştir. YFMS tüketiminin artması sonucu fruktoza bağlı metabolik ve endokrin cevaplarda ortaya çıkan değişiklikler, lipogenez ve insülin direncine neden olabilmektedir. Ayrıca YFMS alımı ile iştah ve doyumluk üzerinde etkisi olan insülin, leptin ve ghrelin gibi hormonların salınımının bozulması günlük enerji alımını artırmaktadır. Bunlara ek olarak, YFMS ile aşırı yeme davranışı ve bağımlılık benzeri yeme davranışlarının da artabileceği öne sürülmektedir.

Bu gibi metabolik, endokrin ve fizyolojik değişikliklerin uzun süreli ve yüksek miktarlarda fruktoz içeren besinlerin tüketilmesi sonucu ortaya çıkacağı vurgulanmaktadır. Bu nedenle fruktozun doğal olarak sebze ve meyvelerden sağlanan formu ile az miktarlarda tüketiminin sağlık üzerinde zararlı etkilere neden olmayacağı belirtilmektedir. Bu nedenle tüm şeker çeşitlerinin kullanımı sınırlandırılmalı, fruktoz dahil toplam basit şeker tüketimi ile alınan enerji, günlük alınan enerjinin %10'undan fazla olmamalıdır. Fruktoz ve/veya YFMS'nun orta düzeyde alımının iştah, besin alımı ve obezite üzerindeki potansiyel etkilerinin net olarak belirlenebilmesi için daha objektif meta-analiz çalışmalarına veya daha fazla sayıda randomize plasebo kontrollü klinik araştırmalara gereksinim duyulmaktadır,

Aşırı fruktoz alımının, özellikle YFMS içeren içecek tüketimine bağlı olarak çocukluk çağı obezitesi prevelansını artırdığı belirtilmektedir. Bu nedenle yüksek fruktoz ve/veya basit şeker alımını sınırlandırmaya yönelik ulusal stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır. Buna bağlı olarak hem fruktozun aşırı alımının sağlık üzerindeki etkilere karşı, hem de tüketim miktarının bilinçli olarak kontrol edilebilmesine karşı topluma farkındalık kazandırılması önerilmektedir. Hem çocuklar ve adolesanların hem de ebeveynlerin beslenme eğitimleri ile desteklenerek bilinçli tüketiciler olmaları hedeflenmeli ayrıca besin etiket bilgisini okuma alışkanlığı kazandırılması hedeflenmelidir.

Corresponding Author/Sorumlu Yazar: Assoc. Prof. Dr Seray Kabaran, Eastern Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Famagusta, Northern Cyprus, Mersin-10 Türkiye, E-mail: seray.kabaran@emu.edu.tr

Kaynaklar

1. Stanhope KL, Havel PJ. Fructose consumption: recent results and their potential implications. *Ann N Y Acad Sci.* 2010;1190:15-24.
2. Marriott BP, Cole N, Lee NE. National estimates of dietary fructose intake increased from 1977 to 2004 in the United States *J Nutr.* 2009; 139 (6): 1228-35.
3. Li X, Joh HK, Hur J, Song M, Zhang X, Cao Y, et al. Fructose consumption from different food sources and cardiometabolic biomarkers: cross-sectional associations in US men and women. *Am J Clin Nutr.* 2023; 117: 490–498.
4. Vos MB, Kimmons JE, Gillespie C, Welsh J, Blanck HM. Dietary fructose consumption among US children and adults: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Medscape J Med.* 2008 9;10(7):160.
5. Baharuddin B. The impact of fructose consumption on human health: effects on obesity, hyperglycemia, diabetes, uric acid, and oxidative stress with a focus on the liver. *Cureus* 2024 16(9): e70095.
6. Torres-Valadez R, Sandoval-Parra MG, and Zepeda Carril EA. Obesity and food addiction: consumption of high-fructose corn syrup and the effectiveness of clinical-nutritional management. *Clin Res.* 2020; 1(1): 01.
7. Rizkalla SW. Health implications of fructose consumption: A review of recent data. *Nutr Metab.* 2010, 7:82.
8. Azevedo-Martins AK, Santos MP, Abayomi J, Ferreira NJR, Evangelista FS. The impact of excessive fructose intake on adipose tissue and the development of childhood obesity. *Nutrients.* 2024; 25,16(7):939.
9. Nakagawa T, Johnson RJ. Do not overlook the role of fructose in obesity. *Nat Metab* 2025; 7: 3.
10. Tappy L, Le KA. Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity. *Physiol Rev* 2010; 90: 23–46.
11. Carvalho CT, Souza ZM, Arbex N, Sá D, de Souza Rodrigues LC, de Sá DAR, et al. The role of fructose in public health and obesity. *Health,* 2018; 10: 434-441.

12. Baumann A, Brandt A, Bergheim I. Fructose, a trigger of metabolic diseases?—a narrative review. *Explor Dig Dis*. 2022;1:51–71.
13. Bray GA. Fructose: should we worry? *Int J Obesity* 2008; 32: 127–131.
14. Collison KS, Zaidi MZ, Subhani SN, Al-Rubeaan K, Shoukri M, Al-Mohanna FA. Sugar-sweetened carbonated beverage consumption correlates with BMI, waist circumference, and poor dietary choices in school children. *BMC Public Health* 2010; 10:234.
15. Sievenpiper JL, Purkayastha S, Grotz VL, Mora M, Zhou J, Hennings K, Goody CM, Germana K. Dietary guidance, sensory, health and safety considerations when choosing low and no-calorie sweeteners. *Nutrients*. 2025; 17(5):793.
16. Baharuddin B. The metabolic and molecular mechanisms linking fructose consumption to lipogenesis and metabolic disorders. *Clinical Nutrition ESPEN* 2025; 69: 63-68.
17. Geidl-Flueck B and Gerber PA. Fructose drives de novo lipogenesis affecting metabolic health. *J Endocrinol*. 2023; 257: e220270.
18. Schaefer EJ, Gleason JA, Dansinger ML. Dietary fructose and glucose differentially affect lipid and glucose homeostasis. *J Nutr*. 2009; 139(6):1257S-1262S.
19. Tappy L. Fructose-induced alterations of glucose and lipid homeostasis: progressive organ dysfunction leading to metabolic diseases or mere adaptive changes? *Am J Clin Nutr*. 2020; 111: 244-24.
20. Stanhope KL, Schwarz JM, Keim NL, Griffen SC, Bremer AA, Graham JL, et al. Consuming fructose-sweetened, not glucose-sweetened, beverages increases visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/ obese humans. *J Clin Investigation* 2009; 119: 1322–1334.
21. Lee KA, Faeh D, Stettler R, Ith M, Kreis R, Vermathen P, et al. A 4-wk high-fructose diet alters lipid metabolism without affecting insulin sensitivity or ectopic lipids in healthy humans. *Am J Clin Nutr*, 2006;84:1374 –1379.
22. Eslam M, Newsome PN, Sarin SK, Anstee QM, Targher G, Romero-Gomez M, et al. A new definition for metabolic dysfunction-associated fatty liver disease: An international expert consensus statement. *J. Hepatol*. 2020, 73: 202–209.
23. Aeberli I, Hochuli M, Gerber PA, Sze L, Murer SB, Tappy L, et al. Moderate amounts of fructose consumption impair insulin sensitivity in healthy young men: a randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2013;36(1):150-6.
24. Sigala DM, Hieronimus B, Medici V, Lee V, Nunez MV, Bremer AA, et al. The dose-response effects of consuming high fructose corn syrup-sweetened beverages on hepatic lipid content and insulin sensitivity in young adults. *Nutrients*. 2022; 14(8):1648.
25. Teff KL, Elliott SS, Tschöp M, Kieffer TJ, Rader D, Heiman M, et al. Dietary fructose reduces circulating insulin and leptin, attenuates postprandial suppression of ghrelin, and increases triglycerides in women. *J Clin Endocrinol Metabol*. 2004;89:2963-2972.
26. Hallfrisch J, Ellwood KC, Michaelis OE. Effects of dietary fructose on plasma glucose and hormone responses in normal and hyperinsulinemic men. *J Nutr*, 1983; 113: 1819–1826.
27. Duffey KJ, Popkin BM. High-fructose corn syrup: is this what's for dinner? *Am J Clin Nutr*, 2008;88:1722–1732.
28. Shulman GI. Cellular mechanisms of insulin resistance. *J Clin Invest*, 2000;106:171–176.
29. Bezerra RM, Ueno M, Silva MS, Tavares DQ, Carvalho CR, Saad MJ. A high fructose diet affects the early steps of insulin action in muscle and liver of rats. *J Nutr*, 2000;130:1531–1535.
30. Collison KS, Zaidi MZ, Subhani SN, Al-Rubeaan K, Shoukri M, Al-Mohanna FA. Sugar-sweetened carbonated beverage consumption correlates with BMI, waist circumference, and poor dietary choices in school children. *BMC Public Health*. 2010;10:234.
31. Tordoff MG, Alleva AM. Effect of drinking soda sweetened with aspartame or high-fructose corn syrup on food intake and body weight. *Am J Clin Nutr*, 1990;51:963–969.
32. Dolan LC, Potter SM, Burdock GA. Evidence-based review on the effect of normal dietary consumption of fructose on blood lipids and body weight of overweight and obese individuals. *Critical Rev Food Sci Nutr*. 2010;50:889–918.
33. Sartorelli DS, Franco LJ, Gimeno SGA, Ferreira SRG, Cardoso MA. Dietary fructose, fruits, fruit juices and glucose tolerance status in Japanese Brazilians. *Nutr Metabol Cardiovas Dis*. 2009;19:77-83.
34. Li X, Luan Y, Li Y, Ye S, Wang G, Cai X, et al. The effect of high-fructose corn syrup vs. sucrose on anthropometric and metabolic parameters: A systematic review and meta-analysis. *Front. Nutr*. 2022; 9:1013310.
35. Lane MD, Cha SH. Effect of glucose and fructose on food intake via malonyl-CoA signaling in the brain. *Biochem. Biophys. Res. Commun*. 2009;382:1–5.
36. Cha SH, Wolfgang M, Tokutake Y, Chohann S, Lane DM. Differential effects of central fructose and glucose on hypothalamic malonyl-CoA and food intake. *PNAS*, 2008;105:16871–16875.
37. Twyman RM. Hormonal signaling to the brain for the control of feeding energy balance. *Encyclopedia of Neuroscience* 2009;4:1201-1206.

38. Monar F, Vanessa G, Cruz S, Calderon C, Ernesto M, Mindful Eating: a deep insight into fructose metabolism and its effects on appetite regulation and brain function, *J Nutr Metabol*, 2025; 5571686, 13
39. Moran TH. Fructose and Satiety. *J. Nutr.* 2009; 139: 1253–1256.
40. Lindqvist A, Baelemans A, Albertsson CE. Effects of sucrose, glucose and fructose on peripheral and central appetite signals. *Regulatory Peptides*. 2008;150:26–32.
41. Melanson KJ, Angelopoulos TJ, Nguyen V, Zukley L, Lowndes J, Rippe JM. High-fructose corn syrup, energy intake, and appetite regulation. *Am J Clin Nutr*. 2008;88:1738–1744
42. Varela L, Vazquez MJ, Cordido F, Nogueiras R, Vidal-Puig A, Dieguez C, Lopez M. Ghrelin and lipid metabolism: key partners in energy balance. *Journal of Molecular Endocrinology* 2011, 46 (2): 43-63
43. Melanson KJ, Zukley L, Lowndes J, Nguyen V, Angelopoulos TJ, Rippe JM. Effects of high-fructose corn syrup and sucrose consumption on circulating glucose, insulin, leptin, and ghrelin and on appetite in normal-weight women. *J Nutr*. 2007;23:103–112.
44. Stanhope KL, Griffen SC, Bair BR, Swarbrick MM, Keim NL, Havel PJ. Twenty-four-hour endocrine and metabolic profiles following consumption of high-fructose corn syrup, sucrose, fructose, and glucose-sweetened beverages with meals. *Am J Clin Nutr*, 2008;87: 1194-203.
45. Monsivais P, Perrigue MM, Drewnowski A. Sugars and satiety: does the type of sweetener make a difference?. *Am J Clin Nutr*. 2007;86:116 –123.
46. Akhavan T, Anderson GH. Effects of glucose-to-fructose ratios in solutions on subjective satiety, food intake, and satiety hormones in young men. *Am J Clin Nutr*. 2007;86:1354–63.
47. Ter Horst KW, Schene MR, Holman R, Romijn JA, Serlie MJ. Effect of fructose consumption on insulin sensitivity in nondiabetic subjects: a systematic review and meta-analysis of diet-intervention trials. *Am J Clin Nutr*. 2016, 104:1562-76.
48. Li Z, Fan X, Gao F, et al. Fructose metabolism and its roles in metabolic diseases, inflammatory diseases, and cancer. *Mol Biomed* 2025; 6: 43
49. Agarwal V, Das S, Kapoor N, Prusty B, Das B. Dietary fructose: a literature review of current evidence and implications on metabolic health. *Cureus*. 2024;16(11):e74143.
50. Choo VL, Vigiliouk E, Mejia SB, et al. Food sources of fructose-containing sugars and glycaemic control: systematic review and meta-analysis of controlled intervention studies. *BMJ*. 2018, 363:k4644.
51. Schaefer EJ, Gleason JA, Dansinger ML. Dietary fructose and glucose differentially affect lipid and glucose homeostasis. *J Nutr*, 2008;139:1257–1262.
52. Livesey G. Fructose ingestion: Dose-dependent responses in health research. *J Nutr*. 2009; 139:1246–1252.
53. Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER)-2022. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara 2022.
54. Dwyer JT, Evans M, Stone EJ, Adolescents' eating patterns influence their nutrient intakes. *J Am Diet Assoc*, 2001;101:798–802.