

UZAY BESLENMESİ ÇERÇEVESİNDE ASTRONOTLARIN DUYUSAL MONOTONLUK VE PSİKOSOSYAL UYUM SÜREÇLERİ

Rabia Kübra IRMAK^{1*}
ORCID: 0009-0008-7022-062X

Vahit Oğuz KİPER²
ORCID: 0000-0001-5558-2341

Mehmet Akif ŞEN³
ORCID: 0000-0002-2987-8074

ÖZ

Uzun süreli uzay görevlerinde astronotların hem fizyolojik hem de psikolojik olarak görevlerini sürdürebilmeleri, beden ve zihnin mikrogravite gibi olağan dışı koşullara uyum sağlayabilme kapasitesine bağlıdır. Uzayda sınırlı gıda seçenekleri ve tekrarlayan beslenme rutinleri tat ve koku deneyimini etkileyerek iştahın azalmasına ve menü monotonluğuna yol açmaktadır. Bununla birlikte sosyal izolasyon koşulları astronotların moralini düşürebilir ve ekip içi psikososyal uyumu zorlaştırabilir.

Bu çalışmada, mikrogravite koşullarında astronot beslenmesinde duyuşsal algı değişimlerinin, menü yorgunluğunun sebep olabileceği psikolojik etkilerin ve sosyal etkileşim bağlamında yemeğin çok yönlü işlevlerin incelenmesi amaçlanmaktadır. Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden birisi olan kapsamlı literatür taraması kullanılarak yapılmıştır. Literatürde yer alan makale ve raporlar, mikrogravite ortamında

^{1*} SorumluYazar: Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Yüksek Lisans Öğrencisi, Sakarya, Türkiye, irmakrabiakubra@gmail.com

² Dr. Öğr. Üyesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, oguzkiper@subu.edu.tr

³ Doç. Dr., Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Sakarya, Türkiye, mehmetakifsenn@gmail.com

Geliş/Submitted: 23.07.2025- Kabul/ Accepted: 10.09.2025

Makale Türü: Derleme Makalesi

APA: Irmak, R. K., Kiper, V. O., Şen, M., A. (2025). Uzay Beslenmesi Çerçevesinde Astronotların Duyusal Monotonluk ve Psikososyal Uyum Süreçleri. Turar Turizm ve Araştırma Dergisi, 14 (2), 372-400.

beslenme deneyimleri, tat ve koku algısı değişimleri, menü yorgunluğu, psikososyal etkiler, artırılmış gerçeklik ve telematik sofralar temaları üzerinden kapsamlı biçimde incelenmiştir. Ayrıca, literatürdeki veriler, teknoloji temelli uygulamaların sosyal izolasyonun olumsuz etkilerini azaltmada ve bireysel iyi oluşu desteklemede önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda çalışma, gelecekteki uzun süreli görevlerde beslenme planlamasına ve astronotların genel iyi oluşunu destekleyecek stratejilerin geliştirilmesine ışık tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Uzay Beslenmesi, Mikrogravite Koşulları, Menü Yorgunluğu, Duyusal Algı Değişimi, Psikososyal Uyum ve Görev Motivasyonu, Teknoloji Destekli Beslenme

SENSORY MONOTONY AND PSYCHOSOCIAL ADAPTATION PROCESSES OF ASTRONAUTS WITHIN THE FRAMEWORK OF SPACE NUTRITION

ABSTRACT

The ability of astronauts to maintain both physiological and psychological performance during long-duration space missions depends on the adaptability of their bodies and minds to extraordinary conditions such as microgravity. Limited food variety and repetitive meal routines in space can alter taste and smell perception, leading to reduced appetite and menu fatigue. Moreover, social isolation may negatively affect astronauts' morale and complicate psychosocial cohesion within the crew.

This study aims to examine sensory perception changes in astronaut nutrition under microgravity, the potential psychological effects of menu fatigue, and the multifaceted roles of meals in social interaction contexts. The research was conducted using a comprehensive literature review, a qualitative research method. The reviewed articles and reports addressed themes including space nutrition experiences, changes in taste and smell perception, menu fatigue, psychosocial impacts and technology-assisted interventions such as augmented reality and telematic dining. The findings indicate that technology-based solutions hold significant potential to mitigate the negative effects of

social isolation and support individual well-being. Accordingly, this study highlights the importance of holistic nutritional planning for future long-duration missions and the development of strategies to enhance astronauts' overall well-being.

Keywords: Space Nutrition, Microgravity Conditions, Menu Fatigue, Sensory Perception Change, Psychosocial Adaptation and Mission Motivation, Technology-Supported Nutrition.

GİRİŞ

Günümüzde astronotların, uluslararası uzay istasyonunda oldukça çeşitli gıda seçeneklerine ulaşabildikleri bilinmektedir. Uzun süreli insanlı uzay görevlerinde astronotların yaşamlarını sürdürebilmeleri, bilişsel işlevlerini koruyarak görev bilincini muhafaza edebilmeleri önemli bir husustur. Bu sebeple de genel sağlık durumlarını stabil tutmaları, uzay araştırmalarında öncelikli gereksinimlerden birisidir. Bu kapsamda, astronotların görev süresince maruz kaldıkları fiziksel ve psikolojik koşullarla başa çıkabilmelerinde en belirleyici unsurlardan biri, uzay yolculukları esnasında tükettikleri gıdaların niteliğidir (Liu vd, 2020). Sıfır yerçekimi ve artan radyasyon gibi uzay ortamına özgü çevresel faktörlerin, insan fizyolojisi üzerinde belirgin ve çok boyutlu etkiler yarattığı aktarılmaktadır (Pometto&Bourland, 2003). Bu faktörlerin, fizyolojik sistemlerin işleyişini değiştirerek, insan sağlığı açısından kısa ve uzun vadeli riskler ortaya çıkarması olası bir durumdur. Mikrogravite (düşük yerçekimi), izole yaşam koşulları ve sosyal etkileşimin sınırlı olması gibi uzay ortamına özgü bu durumların, uzun süreli görevlerde astronotların psikolojik sağlıklarını olumsuz yönde etkileyebileceği de olası bir durumdur. Dolayısıyla, uzay görevlerinde gıda tüketiminin psikososyal destek sağlayıcı bir unsur olarak değerlendirilmesi gerektiği görülmektedir. Zira, gıda bilimi ile uzay psikolojisi disiplinlerinin birlikte çalışması, astronotların hem fizyolojik gereksinimlerini karşılayan hem de psikolojik iyilik hallerini destekleyen gıdaların tasarlanmasına olanak tanıyacağı düşünülmektedir (Douglas vd.,2021).

Bu makale, gıda bilimi ile uzay bilimi arasındaki etkileşimi gastronomi disiplini çerçevesinde ele alarak, uzay görevlerine entegre edilebilecek duyuşal açıdan zengin, tatmin edici ve psikolojik refahı destekleyici gıda sistemlerinin geliştirilmesini

hedeflenmektedir. Ayrıca, uzun süreli uzay görevlerinde gıdanın bedensel gereksinimleri sağlamasının dışında astronotların psikolojik ve sosyal iyi oluşları üzerindeki etkilerini de irdelemektedir. Bu çalışmada üzerine odaklanılan konunun daha iyi anlaşılması için kapsamlı literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Çalışma, uzayda tüketilen gıdaların besleyicilik yönünün yanı sıra astronotların kültürel bağlar kurabilmesine olanak tanıyan, nostalji yaratabilen ve ekip içi sosyal etkileşimi artırabilen birer psikososyal araç olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulayarak literatüre özgün bir katkı sağlamaktadır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu kısımda, çalışmanın amacına uygun olarak, uzay görevlerinde beslenme, uzayda tüketilen gıdaların özellikleri, beslenmenin fizyolojik ve psikolojik etkileri, uzun süreli uzay görevlerinde uygulanan devirli menü örneklerine ve teknoloji destekli beslenme şekillerine değinilmektedir.

Uzay Görevlerinde Beslenme

Beslenmenin, insanoğlunun yaratılışından bu yana en az barınma gereksinimi kadar elzem bir durum olduğu bilinmektedir. Beslenme kavramının temel bir gereksinim olmasının yanı sıra insanlarda tatminin sağlanması ve sosyalleşmeye neden olması gibi hususlarda da öne çıktığı görülmektedir (Yurtseven & Yıldırım, 2014). Uzayda tüketilmek üzere Dünya’da hazırlanan gıdalar, mikro yerçekimi koşullarında görev yapan astronotların fizyolojik ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, bilimsel ilkeler doğrultusunda formüle edilen, özel üretim ve ambalajlama süreçlerinden geçirilmiş besin ürünleri olduğu aktarılmaktadır (Jiang vd., 2020). Ayrıca uzay beslenmesinin birincil hedefinin, astronotların hem fizyolojik gereksinimlerini karşılayacak hem de duygusal açıdan tatminlerini sağlayacak nitelikte, uzay ortamı koşullarına uygun gıda alternatifleri sunmak olduğu da görülmektedir (Pometto vd., 2003). Bu çerçevede, astronotların görev süresince monotonluk hissini azaltarak besin tüketiminde sürekliliğini sağlamak, genel sağlık durumlarını kontrol altında tutmak ve görev performanslarının etkilenmemesi açısından dikkat gerektiren bir husus olduğu açıkça görülmektedir.

Uzay ortamında sağlıklı bir yaşam sürdürmek için besin planlaması, protein, karbonhidrat ve yağ gibi makrobesinlerin yanı sıra vitaminler, mineraller ve lif gibi mikro besinleri de kapsamalıdır. Literatürde, uzay beslenmesinde kritik öneme sahip 16 besin ögesi vurgulanmaktadır: protein, lif, kalsiyum (Ca), demir (Fe), magnezyum (Mg), potasyum (K), çinko (Zn), A, C, D, E ve B12 vitaminleri ile tiamin, riboflavin, folat ve pantotenik asit (Cooper vd., 2011; Tang vd., 2022). Dünya’da sık rastlanan protein ve bazı vitamin eksiklikleri ile polifenol ve çoklu doymamış yağ asidi eksiklikleri, uzay ortamında özellikle Ca, K ve Fe yetersizlikleriyle birlikte ortaya çıkabilmektedir (Smith vd., 2005). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), uzay uçuşları için besin dağılımını Dünya’daki günlük ihtiyaçlara göre belirlemiş ve önerilen makro besin oranlarını %15 protein, %30 yağ ve %55 karbonhidrat olarak tanımlamıştır (Cooper vd., 2011).

Uzaya Gönderilen Gıda ve Besinlerin Özellikleri

Uzaya gönderilecek olan gıdaların çok yönlü özellikler taşıması astronotların sağlıklı ve sürdürülebilir bir beslenme düzeni sürdürebilmesi için önem arz etmektedir. Raut’a (2021) göre özellikleri tablolastırılmış olan uzay gıdalarının, yüksek besin değerlerine sahip olması gerekmektedir. Bu sebeple sınırlı miktarda tüketimle maksimum besin değerine ulaşmaları sağlamaktadır. Tüketilecek bu ürünlerin sindirilmesi kolay ve tat, koku, renk vb. açıdan kabul edilebilir olmaları uzun süreli görevlerde iştah kaybını önleme yönelik en önemli faktörlerden biridir. Sıcaklık değişimlerine karşı dayanıklı olan uzay gıdalarının, geniş ısı aralıklarında besin değerini ve fiziksel bütünlüğünü koruyabilmeleri gerekmektedir. Tüketim ve temizlik açısından pratik olmaları, mikro yerçekimi koşullarında hijyenin sürdürülebilmesi adına da önemli bir husustur. Ambalaj tasarımları da bu doğrultuda güçlü bariyer özelliğine sahiptir ve mekanik etkilere karşı direnç göstermektedir. Bunun akabinde, gıda israfını minimize eden porsiyonlama ve ambalajlama stratejileri de uygulanmaktadır. Dolayısıyla hem taşınabilirlik açısından hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından avantaj sağladığı açıkça görülmektedir. Düşük ağırlıklı ve kompakt yapılı olmaları, fırlatma sırasında taşıma kapasitesini optimize etmektedir. Bu sebeple uygun biçimde mühürlenmiş ve uzun raf ömrüne sahip bu gıdaların, vitamin kaybını önleyecek şekilde formüle edildiği de görülmektedir. Tüm bu

teknik niteliklerin yanı sıra, astronotlara psikolojik destek sağlamak amacıyla geleneksel tatlarla yakın aromatik profil sunulduğunu da aktarmaktadır. Dolayısıyla uzay ortamının zorlu koşullarına uyum sağlayacak şekilde geliştirilen uzay gıdaları, astronotların beslenme, hijyen ve psikolojik ihtiyaçlarını bütüncül bir yaklaşımla karşılamaya yönelik olarak tasarlanmış entegre sistemler olduğunu söyleyebilmemiz mümkündür. Uzay görevlerine entegre edilebilecek nitelikte bilimsel verilerle desteklenmiş gıda sistemlerinin geliştirilmesi; mürettebatın fizyolojik gereksinimlerinin karşılanması, psikolojik dayanıklılığının sürdürülmesi ve genel görev verimliliğinin artırılması açısından önem taşımaktadır. Uzay görevlerinin başarısı açısından, astronotlara fizyolojik gereksinimlerini karşılayabilecek nitelikte, besin değeri yüksek ve kalite standartları bilimsel ölçütlere dayalı olarak belirlenmiş uzay gıdalarının temin edilmesinin kritik bir rol oynadığı aktarılmaktadır (Raut vd., 2021). Kısa süreli insanlı uzay yolculuklarında astronotların besin ihtiyaçları genellikle Dünya'dan gönderilen hazır gıdalarla karşılandığı bilinmektedir. Ancak, Ay, Mars ve Venüs gibi uzak gök cisimlerine yönelik uzun süreli keşif görevlerinin başlamasıyla, görev sürelerinin ve lojistik zorlukların artması sebebiyle, gıda üretiminin uzay ortamında gerçekleştirilmesini zorunlu hale geldiği aktarılmaktadır. Söz konusu görevlerin çoğunun astronotların Dünya'ya geri dönüşlerinin uzun bir süre öngörülmemesi, bu tür kapalı yaşam sistemlerinde gıda üretiminin stratejik bir gereklilik haline gelmesine neden olduğu söylenebilmektedir (Bychkov vd., 2021). Dolayısıyla geri dönüşü belirsiz ve uzun süreli uzay görevlerinin gündeme gelmesi uzayda kendi kendine yetebilen gıda üretim sistemlerinin geliştirilmesini kaçınılmaz hale getirmektedir. Yılda sınırlı sayıda gerçekleştirilen tedarik seferleri kapsamında astronotlara ulaştırılan taze meyve, sebze ve yarı dayanıklı gıda ürünleri, mürettebatın iyi oluşunu destekleyen önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Kaschubek vd., 2021). Bu durum uzay görevlerinde psikososyal destek stratejilerinin bir parçası olarak besin çeşitliliğinin ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Taze meyve ve sebzelerin sınırlı çeşitliliği, miktarının düşük olması ve kısa raf ömrü gibi önemli faktörler, bu ürünlerin aralıklı tedarikine rağmen astronotların beslenme yeterliliğine olan katkısını niceliksel olarak değerlendirmeyi güçleştirmektedir (Glew, 1980). Dolayısıyla, bu tür takviyelerin etkililiği konusunda

belirsizlik yaratmakta ve daha kapsamlı beslenme stratejilerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Uzay ortamında uzun süreli görevler içerisinde astronotların hayatlarını idame ettirebilmeleri amacıyla beslenme sistemlerinin çeşitlendirilmesi ve zenginleştirilmesi yönünde önemli araştırmalar yürütüldüğü bilinmektedir. NASA'nın Uluslararası Uzay İstasyonu'nda yürüttüğü VEGGIE projesi kapsamında marul ve yapraklı sebzelerin yetiştirilmesi, astronot beslenmesinde taze gıdanın mümkün olabileceğini ortaya koymuştur (Massa vd., 2016). Avrupa Uzay Ajansı'nın geliştirdiği MELİSSA projesi ise, biyolojik atıkların mikroorganizmalar aracılığıyla gıda, su ve oksijene dönüştürülmesini hedefleyerek uzayda sürdürülebilir yaşam sistemlerine örnek teşkil etmektedir (Gòdia vd., 2002). Uzayda sebze üretimi, "Pick and eat" olarak adlandırılan yöntemlerle yapılmakta olup, bu sistemler Dünya'daki modern bahçecilik tekniklerinin uzaya uyarlanmış halidir. Tohumlar besin açısından zengin ortamlara ekilmekte ve büyüme odaları yapay ışık ile desteklenmektedir (Nguyen vd., 2023). Bu odalarda sensörler, aktüatörler ve bilgisayarlı kontrol sistemleri kullanılarak mikro yerçekimi altında köklere su ve besin iletilmekte; bu yöntemler hidroponik ve akuaponik sistemlerin uzaydaki karşılığı olarak işlev görmektedir. NASA tarafından geliştirilen sistemler arasında Biomass Production System (BPS) (Roy, 2022), Vegetable Production System (Veggie) (Davies vd., 2003), gelişmiş Plant Habitat (APH) (NASA, 2023) ve mikroorganizmaların yetiştirildiği Biological Research in Canisters (BRIC) ile Advanced Biological Research Systems (ABRS) yer almaktadır. Avrupa'da ise EDEN (Zabel vd., 2020) ve European Modular Cultivation (EMCS) sistemleri (TIME SCALE Consortium, 2023) eşdeğer yöntemler olarak uygulanmaktadır. Yapraklı sebzelerde "spread harvest" (tripping) yöntemi, en yaşlı yaprakların haftalık olarak toplanmasına olanak sağlayarak taze üretimi artırmaktadır (Escriba vd., 2023). Özellikle marul, domates, biber ve çilek gibi antioksidan açısından zengin türlerin yetiştirilebildiği de raporlarda aktarılmaktadır (NASA, 2024). Romaine marulunda dokuz esansiyel amino asit dahil olmak üzere 18 farklı amino asit izleri saptanmıştır (NASA, 2022). Son yıllarda farklı tarımsal alternatifler de gündeme gelmektedir. Örneğin, mantarların mikro yerçekiminde üretilebilirliğini

araştıran Mission Mush Vroom projesi, düşük kaynakla yüksek besin değerine sahip gıda elde edilebileceğini kanıtlamıştır (Fayet vd., 2025).

Ayrıca, Tokyo Üniversitesi araştırmacıları tarafından laboratuvar ortamında kuş etine benzer dokuların üretildiği de aktarılmaktadır. Söz konusu bu gelişmelerin alternatif protein kaynaklarının kullanımına yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilmesi mümkündür (Takeuchi vd., 2025). Bunlara ek olarak, yapay zekâ destekli tekniklerin kültürlenmiş et üretim sürecinde kullanımında önemli ilerlemeler kaydedildiği de belirtilmektedir (Todhunter vd., 2024). Dalgalı (rocking) biyoreaktörler üzerine geliştirilen simülasyon çalışmalarında ise, mikro yerçekimi ortamında verimli besin üretimi açısından umut vaat ettiği aktarılmaktadır (Kim vd., 2025).

Uzay Görevlerinde Beslenmenin Fizyolojik Etkileri

Mikrogravite koşullarında kemik hücrelerinin fonksiyonlarında meydana gelen bozulmalar sebebiyle kemiklerin yeniden yapılanması sürecinde dengenin kaybolmasına yol açtığı görülmektedir. Bu durumun, astronotlarda kalsiyum, azot ve fosfor gibi temel mineral ve elementlerin kaybıyla sonuçlandığı aktarılmaktadır (Genah vd., 2021). Bu mineral eksikliklerinin, uzun süreli görevlerde iskelet sistemi sağlığını tehdit eden ciddi bir risk faktörü olarak değerlendirilmesi mümkündür. Uzay ortamında vücut sıvılarının dağılımında değişiklikler, solunum yollarında tıkanıklık benzeri etkiler ve tat ile koku algısında bozulmalar gibi çeşitli fizyolojik tepkiler gözlemlendiği aktarılmaktadır. Dolayısıyla, uzay beslenmesi; astronotların sağlığını korumak, büyüme ve gelişim süreçlerini desteklemek amacıyla gerekli besin öğelerini sağlayan temel bir sistem olarak nitelendirilmektedir (Oluwafemi vd., 2018). Zira söz konusu beslenme gereksiniminin sağlık ve görev performansını doğrudan etkilemesi olası bir durumdur.

Mikrograviteye maruz kalındığında insan vücudu, çevresel koşullara uyum sağlamak amacıyla bir dizi sistemsel tepki geliştirmektedir. Yerçekiminin ortadan kalkmasıyla birlikte vücut sıvıları yukarı çekilmeye başlamaktadır. Kan dolaşım sisteminin dinamiklerini değiştirmektedir. Yerçekimine karşı sürekli çalışmak zorunda olmayan kaslarda zamanla gözle görülür azalmalar ve kalp-damar sisteminde fonksiyonel bozulmalar meydana gelmektedir. Uzayda yerçekiminin olmaması, astronotların kaslarını

ve kalp-damar sistemini Dünya'daki kadar yoğun kullanmalarını gerektirmez. Bu durum zamanla vücudun oksijen kullanma kapasitesini azaltır.

Özellikle kalp ve akciğerlerin birlikte çalıştığı dayanıklılık gerektiren egzersizlerde (örneğin koşu, bisiklet gibi) performans kaybı yaşanmaktadır. Bu düşüş, hem fiziksel efor sırasında çabuk yorulma hem de Dünya'ya dönüşte günlük işlevlerin zorlaşması şeklinde kendini gösterebilmektedir. Ağırlessiz ortamda kemik üzerindeki mekanik yük azalır ve bu durum kemik dokusunda yıkım sürecinin hızlanmasına neden olmaktadır. Uzun süreli uzay görevlerinde bağışıklık sisteminin işleyişinde zayıflama ve metabolik süreçlerde dengesizlikler meydana gelebilmektedir. Uzay ortamındaki yerçekimsiz koşullar, merkezi sinir sisteminin işleyişini doğrudan etkiler ve bu durum çeşitli duyuşal ve bilişsel adaptasyon süreçlerini tetikler. (White vd., 2016; Lang vd., 2017).

Öte yandan, uzay araçlarındaki kapalı yaşam alanlarında gözlemlenen en dikkat çekici çevresel değişimlerden birinin, karbondioksit (CO₂) düzeyinin Dünya atmosferindeki ortalama %0,1 seviyesinden %1'e kadar yükselmesi olduğu görölmektedir (Oluwafemi vd., 2018). Bu artışın, astronotların solunum sağlıklarında, bilişsel performanslarında ve genel fizyolojik dengeleri üzerinde olumsuz etkiler yaratması mümkündür. Uzay görevlerinin ilk günlerinde, bağırsaklardaki yararlı bakterilerin dengesi bozulmaktadır. Vücut denge sisteminde baş dönmesine neden olan etkiler ortaya çıkmaktadır. Bu durum, astronotlarda uzay kaynaklı mide bulantısı ve hareket hastalığına yol açarak iştahlarının azalmasına ve besin tüketiminde belirgin bir düşüşe neden olduğu aktarılmaktadır (Genah vd., 2021).

Bunun yanı sıra, uzay ortamında meydana gelen ani vücut sıvısı hareketlerinin, Merkezi Sinir Sistemi üzerinde baskı oluşturarak mide hareketlerini düzenleyen nörolojik süreçleri olumsuz yönde etkilediğı de gözlemlenmektedir. Dolayısıyla bu durumun da etkisiyle vücutta huzursuzluk ve kusma gibi semptomlara neden olduğu, sıvı dengesindeki bozulmalar nedeniyle kan bileşiminin yapısal özelliklerinin değiştiğı görölmektedir. Mide ve bağırsak gazlarının yeterince ayrışamaması durumu ise sindirim sisteminin işlevselliğinde aksamalara yol açmaktadır. Sıfır yerçekimi koşullarında, iç kulakta dengeyi sağlayan reseptörler normal çalışamaz hale gelmektedir. Bu sebeple de,

astronotların yönlerini algılaması zorlaşmakta dolayısıyla denge bozukluklarına neden olduğu görülmektedir (Douglas vd., 2020).

Bazı astronotlar, uzay görevleri süresince kabızlık, vücut sıvılarının yer değiştirmesi, hareket hastalığı, elektrolit dengesizlikleri ve sıvı kaybı gibi çeşitli fizyolojik rahatsızlıklarla karşı karşıya kalabilmektedir (Cruthirds vd., 2013). Astronotların sağlık durumlarının sürekli izlenmesi amacıyla rutin olarak idrar ve dışkı analizleri gerçekleştirilmektedir. İdrar analizleri, özellikle kemik metabolizmasının değerlendirilmesinde kritik rol oynamaktadır. Mikrogravite koşullarında kemik rezorpsiyonunun hızlanması sonucu idrarda kalsiyum atılımında yaklaşık %50 oranında artış gözlemlendiği aktarılmaktadır. Bu durumun uzun süreli görevlerinde osteoporoz benzeri kemik kaybı riskini arttırdığı belirtilmektedir (LeBlanc vd., 1999; Smith vd., 2005). NASA tarafından yürütülen güncel araştırmalarda, astronotların renal taş oluşumuna karşı daha yüksek risk altında oldukları görülmektedir. Kalsiyumun vücuttan aşırı atılımı idrarın mineral doyumunu artırarak böbrek taşı oluşumuna sebep olduğu aktarılmaktadır (Whitson vd., 2009; Patel vd., 2023). Benzer şekilde, dışkı örneklerinin incelenmesi bağırsak mikrobiyotasındaki değişimlerin anlaşılmasında önemli bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Uzun süreli uzay görevlerinde astronotların bağırsak mikrobiyotasında çeşitlilik kayıpları ve prebiyotik-probiyotik dengesizlikler gözlenmiştir. Bu durumun bağışıklık fonksiyonları üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği öne sürülmüştür (Voorhies vd., 2019; Turrone vd., 2022). Bu olumsuz etkiler arasında uzun süren görevlerde astronotların bağırsak hassasiyeti sorunlarıyla karşılaştıkları aktarılmaktadır (NASA, 2022). Astronotların idrar ve dışkı analizlerinden elde edilen tüm bu veriler, uzun süreli görevlerde beslenme stratejilerinin şekillendirilmesine doğrudan katkı sağlamaktadır (Patel vd., 2023; Turrone vd., 2022).

Uzay Görevlerinde Beslenmenin Psikolojik Etkileri

Mikrogravite ortamı ve uzun süreli izolasyon koşulları, astronotlarda çeşitli duyuşsal kayıplara neden olabilmektedir. Ayrıca, sosyal etkileşimin sınırlı olması ve çevresel uyarıcıların monotonluğu, hem fizyolojik işlevler hem de psikolojik durum üzerinde doğrudan etkiler yaratır. Bu etkiler, algı hassasiyetinde azalma, artan stres düzeyi ve

uyku-uyanıklık ritminde bozulmalar gibi belirtilerle kendini gösterebilir. Dolayısıyla, uzun süreli görevlerde hem görev performansı hem de genel sağlık durumu olumsuz etkilenebilir (Kanas & Manzey, 2008; NASA Human Research Program, 2021). Uzay ortamında öğün zamanları, mürettebat üyeleri arasında sosyal bağların güçlendirilmesine ve psikolojik gerilimin hafifletilmesine hizmet eden önemli bir psikososyal ritüel olarak işlev gördüğü aktarılmaktadır (Kanas vd., 2008). Bilişsel işlevlerin ve görev performansının sürdürülebilmesi için yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanması kritik öneme sahiptir. Özellikle omega-3 yağ asitleri, antioksidanlar ve karbonhidratlar gibi besin bileşenlerinin, sinir sistemi üzerinde destekleyici etkileri bulunmaktadır. Literatürde, bu besin öğelerinin düzenli alımının astronotların psikolojik dayanıklılığını ve bilişsel kapasitesini olumlu yönde etkilediği vurgulanmaktadır (Smith vd., 2005; Zwart vd., 2017). Ayrıca omega-3 yağ asitlerinin beyin plastisitesini artırarak bellek ve dikkat gibi bilişsel süreçleri güçlendirdiği, antioksidanların ise oksidatif stresi baskılayarak hücrel dayanıklılığı artırdığı belirtilmektedir (Dev vd., 2024; National Center for Biotechnology Information (NCBI), 2023). Mikrogravite koşullarının tetiklediği insülin direnci ve metabolik bozuklukların da uygun makro besin dağılımı ve omega-3 destekli diyetlerle hafifletilebildiği rapor edilmiştir (Life, 2023). Ayrıca probiyotik takviyelerinin bağırsağın beyinle olan etkileşimi üzerinden duygu durumunu düzenlemede etkili olabileceği vurgulanmaktadır (Nutrients, 2022). Bu bağlamda, uzay görevlerine yönelik beslenme stratejilerinin psikolojik bakımdan destekleyiciliğinin de gözetilmesi bilimsel açıdan kaçınılmaz bir gerekliliktir.

Yemek öğünleri, astronotlar için sosyal bağları pekiştiren ve moral düzeyini artıran birer psikososyal ritüel işlevi görmektedir. Mars-500 projesi kapsamında gerçekleştirilen 520 günlük izolasyon deneyinde, mürettebat üyelerinin görevlerin ilk evrelerinde motivasyon ve enerji düzeylerinde belirgin bir azalma yaşadığı rapor edilmiştir. Bununla birlikte, ortak yemek hazırlama ve paylaşma pratiklerinin, bu olumsuz psikolojik etkilerin hafifletilmesinde kayda değer bir rol oynadığı gözlemlenmiştir. Katılımcılar, özellikle kültürel olarak tanıdık yiyeceklerin hazırlanmasının ev ortamı hissini güçlendirdiğini, görev monotonluğunu azalttığını ve ekip içi iletişimi kolaylaştırdığını belirtmiştir (Pagel

& Choukèr, 2016). Ayrıca düzenli yemek saatlerinin sürdürülmesinin, biyolojik ritmin korunmasına katkıda bulunarak uyku-uyanıklık döngüsündeki bozulmaları kısmen dengelediği ifade edilmiştir (Suedfeld, 2017).

Benzer şekilde, Hawaii’de gerçekleştirilen HI-SEAS habitat simülasyonlarında da yemekle ilişkili süreçlerin psikososyal açıdan kritik işlevler üstlendiği görülmektedir. Yalnızca hazır paketli gıdalarla beslenmek zorunda kalan katılımcıların moral düzeylerinde düşüşler gözlemlenirken, yiyeceklerin sıfırdan hazırlanmasına imkân tanınan gruplarda psikolojik dayanıklılığın daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özellikle yemek pişirme süreci, katılımcılara bireysel yaratıcılıklarını ifade etme fırsatı sunarken ekip içerisinde de iş bölümü ve iş birliğini teşvik etmiştir. Ortak sofralarda bir araya gelmek ise duygusal paylaşımı artırmış ve stresle başa çıkma süreçlerini kolaylaştırmıştır (Douglas vd., 2016; Stuster, 2010). Katılımcılar, yemek hazırlama etkinliğini çoğu zaman günün en keyifli sosyal faaliyeti olarak tanımlamıştır. Bu durum ise yemeğin, izolasyon koşullarında psikolojik yükleri azaltan bir işlev gördüğünü ortaya koymaktadır.

Uzay Görevlerinde Tat ve Lezzet Algısı

Lezzet, genellikle doğrudan yiyeceğin kendisinde var olan bir özellik olarak algılansa da, aslında bu algı doğru değildir. Lezzet kavramı, yiyeceklerin ve içeceklerin bireyin sinir sistemi tarafından yorumlanarak beyinde yeni bir anlam kazanmasıdır. Bu bağlamda lezzetin, aslında fizyolojik uyarıcıların ötesinde, bilişsel süreçlerle şekillenen çok boyutlu bir algı olduğu görülmektedir (Shepherd, 2006). Özellikle tat ve koku gibi temel duyuşal girdilerin beyinde bütüncül bir şekilde işlenmesiyle ortaya çıkan bu algının, bireyin geçmiş deneyimlerine ve öğrenilmiş çağrışımlarına dayalı olarak şekillendiği aktarılmaktadır (Prescott, 2012).

Apollo ve Uzay Mekiği görevlerinde edinilen deneyimler, mikrogravitenin yiyecek tercihleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Mürettebatın, yerçekimsiz ortamda tat algılarının değişmesi sonucu, Dünya’da alışkın olduklarından farklı lezzetlere yönelmekte ve bu durum, uzayda beslenme davranışlarını şekillendirmektedir (Douglas vd., 2020; NASA, 2020). Uzay uçuşları sırasında meydana gelen en temel fizyolojik değişikliklerden biri, yerçekimsiz ortamda vücut sıvılarının baş

ve gövde üstüne doğru kayması sonucunda burunda tıkanıklığa sebep olacağı bilinmektedir. Astronot Scott Parazynski'nin (2012) belirttiği üzere, burun tıkanıklığı koku alma duyusunun azalmasına neden olmakta ve bu durum, tat alma duyusunun da belirgin biçimde zayıflamasına yol açmaktadır. Bu durum, tat ve koku algısının birbirine sıkı sıkıya bağlı olduğunu ve burun tıkanıklığının beslenme deneyimini doğrudan etkileyebileceğini göstermektedir. Zira tat alma duyusu büyük ölçüde koku duyusuyla iç içedir. Jean Hunter (2012) tarafından yapılan gözlemler astronotların uzayda özellikle keskin tatlara, yani acı biber, ekşi ve tatlı yiyeceklere olan eğilimlerinin arttığını göstermektedir. Bu tat tercihlerinin, mikrogravitenin duysal algılar üzerindeki etkisiyle bağlantılı olduğu aktarılmaktadır. Michele Perchonok (2012) ise, astronotların yerçekimsiz ortamda vücutlarında sıvı birikimi yaşadığını ve bunun burun tıkanıklığına neden olarak koku alma duyusunu azalttığını aktarmaktadır. Bu fizyolojik değişimin, zamanla tat algısının zayıflamasına yol açtığı gözlemlenmektedir. Dolayısıyla bu durum astronotların daha yoğun tatlara yönelmesini açıklamaktadır.

Space Food Systems Laboratory tarafından yürütülen çalışmalarda, astronotların evlerindeki yemeklere benzer tatlar deneyimlemelerini sağlayacak geleneksel aromatik profillerin geliştirilmesine katkı sağlayacak gıda ürünlerinin kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, dondurulmuş, kurutulmuş sebze ve meyveler, ticari içecek tozları ve hazır kahve karışımları, uzay ortamında aromatik profilleri korunacak şekilde formüle edilmektedir (NASA, 2024). Mikrogravite koşullarında tat ve koku algısının nasıl değiştiği ve bu değişimin astronotların beslenme davranışlarına etkisi NASA'nın "Taste in Space" raporunda detaylı olarak incelenmiştir. Raporda, özellikle tuzlu, tatlı ve umami tat profillerinin yoğunluğunun algı farklılıklarına göre optimize edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (NASA, 2024).

Tablo 1. Mikrogravite Koşullarında Tat ve Koku Algısı ile Astronot Beslenme Davranışları

Tat Profili	Mikrogravitedeki Algı Değişimi	Önerilen Optimizasyon	Etki/Amaç
Tuzlu	Algı azalmaktadır	Tuz yoğunluğunu artırmak veya umami katkısı eklemek	Tat kaybını dengeleyerek yeterli tuz alımını sağlamak
Tatlı	Algı azalmaktadır	Tatlılık seviyesini hafifçe artırmak	Enerji alımını desteklemek, monotonluğu azaltmak
Umami	Algı değişkendir (bazı kişilerde artış gözlenmekte, bazılarında ise azalma gözlemlenmektedir)	Glutamat veya doğal umami kaynaklar ile profil dengesi	Protein kaynaklı lezzeti optimize ederek iştahı artırmak
Ekşi	Algı genellikle değişmemektedir	Minimal değişiklik önerilmektedir	Meyve ve sebze lezzetini korumak
Acı	Algı artabiliyor	Acılık seviyesi düşürülebilir	Hoş olmayan tat deneyimlerini azaltmak
Aroma/ Koku	Çoğu koku algısı azalmaktadır	Güçlendirilmiş aromatik katkılar	Psikolojik tatmin ve ev yemeği benzeri deneyim sağlamak

Kaynak: Taste in Space Report (NASA, 2024).

Tablo 1, mikrogravite koşullarında astronotların tat ve koku algılarında meydana gelen değişimleri ve bu değişimlerin beslenme davranışlarına etkilerini sistematik biçimde ortaya koymaktadır. Tat profilleri tuzlu, tatlı, acı, ekşi ve aroma/koku olarak sınıflandırılmış; her bir tat türü için mikrogravitede gözlemlenen algı değişimi, önerilen optimizasyon stratejileri ve bu stratejilerin amaçları detaylandırılmıştır. Tuzlu ve ekşi tatlara yönelik algının genellikle azaldığı, buna karşılık tatlı ve acı tatlarda bireysel

farklılıklar gözlemlendiği belirtilmiştir. Koku algısının da mikrogravitede azaldığı vurgulanarak, duyuşal monotonlukla mücadele amacıyla aroma vericiler ve tatlandırıcıların kullanımı önerilmiştir. Bu optimizasyonların temel amacı, astronotların enerji ve protein alımını artırmak, meyve-sebze tüketimini teşvik etmek ve genel yeme deneyimini iyileştirmektir. Tablo, duyuşal uyarıların uzay görevlerinde hem fizyolojik hem de psikososyal açıdan kritik rol oynadığını göstermektedir. Bu bağlamda duyuşal adaptasyonun beslenme stratejilerine entegre edilmesinin önemini vurgulamaktadır (NASA, 2024).

Uzay Ortamında Menü Yorgunluğu

Mikrogravite koşullarında uzun süre görev yapan astronotlar, fizyolojik etkilerin yanı sıra beslenme ile ilişkili psikososyal zorluklar da yaşamaktadır. Bu zorluklardan birisi olan, menü yorgunluğu kavramı, zamanla iştahın düşmesine, yemek tüketiminde düzensizliklere ve motivasyon kaybına yol açabilmektedir. Moskova'da gerçekleştirilen SIRIUS-21 simülasyon görevi, bu olgunun uzun süreli izolasyon koşullarındaki etkilerini ortaya koyan önemli bir çalışmadır. Sekiz ay süren görevde beş mürettebat üyesi, haftalık olarak tükettikleri gıdaları dokuz basamaklı bir beğeni ölçeğinde puanlamış ve nitel yorumlarla değerlendirmiştir. Bulgular, özellikle sebze ve kahvaltılık ürünlerde zamanla belirgin bir memnuniyet azalması yaşandığını; katılımcıların giderek yalnızca birkaç favori öğüne yöneldiğini göstermiştir (NASA Technical Reports Server, 2022). Bu durumun, enerji alımındaki azalmaya bağlı olarak vücut kütlesinde kayıplara ve potansiyel mikro besin eksikliklerine neden olabileceği belirtilmiştir (NASA Technical Reports Server, 2022; Smith vd., 2022).

Menü yorgunluğu, bireylerin uzun süre boyunca aynı ya da benzer yiyecek seçeneklerine maruz kalmaları sonucunda, zamanla bu gıdalara karşı duyarsızlaşmaları ve beslenme düzenlerinde belirgin bir düşüş yaşamaları durumunu ifade ettiği bilinmektedir. Bu olgu, iştah kaybı, yemeğe karşı ilgisizlik ve psikolojik bir doygunluk haliyle kendini göstermektedir. Özellikle uzun süreli uzay görevlerinde karşılaşılan sınırlı gıda çeşitliliği, menü yorgunluğunu daha belirgin hale getirerek, astronotların besin alımını azaltmakta ve dolayısıyla fizyolojik gereksinimlerinin karşılanmasını güçleştirdiği görülmektedir.

Bu bağlamda menü yorgunluğunun uzayda yapılan görevlerin başarısını ve astronotların bireysel sağlık durumunu etkileyebilecek kritik bir beslenme sorunu olduğu aktarılmaktadır (Perchonok vd., 2002; Douglas vd., 2011). Uzay görevlerinin süresinin uzamasıyla birlikte, sunulan yemeklerin tekrarlanma sıklığı da artmaktadır. Bu durumun ise bir süre sonra astronotların yemeğe olan ilgisini ve iştahlarını olumsuz yönde etkilemesi de olası bir durumdur. Sürekli benzer tat ve dokulara maruz kalmak, zamanla beslenmeye karşı isteksizlik, hatta bilinçli olarak öğün atlama gibi eğilimlere yol açabilmektedir. Bu tekdüzelik, astronotların enerji ve besin ögesi alımında ciddi düşüşlere neden olmaktadır. Dolayısıyla uzun süreli görevlerde fizyolojik dengenin korunmasını tehlikeye atabilmektedir (Perchonok vd., 2002).

Menüde sunulan yiyeceklerin çeşitliliğinin azalması, astronotların psikolojik iyi oluşu ve görev sırasındaki genel memnuniyetleri açısından da olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Tekrarlayan tat profillerinin, astronotların moral ve motivasyonları üzerinde zamanla giderek yıpratıcı bir etki yaratması söz konusu olabilmektedir. Dolayısıyla bu durum da ekip içi motivasyonu ve görev performansını zayıflatabilmektedir (Stoklosa vd., 2015).

Günümüzde başta NASA olmak üzere birçok uzay ajansı, uzun süreli görevlerde ortaya çıkan menü yorgunluğunu en aza indirmek amacıyla çeşitli beslenme stratejileri üzerinde çalışmalar yürütmektedir. NASA'nın "Advanced Food Technology" programı kapsamında; menü devir hızlarının artırılması, farklı kültürlere ait lezzet öğelerinin menülere dahil edilmesi ve bireysel tercihlere dayalı olarak oluşturulan beslenme planlarının uygulamaya konulması gibi yaklaşımlar ön plana çıkmaktadır. Aynı zamanda, sınırlı kaynaklara rağmen duyusal çeşitliliği zenginleştirmeye yönelik yeni gıda tasarım teknikleri de geliştirilmekte olduğu da aktarılmaktadır (Cooper vd., 2017).

NASA'nın gıda depolama ve dağıtım sistemi, "Bulk Overwrap Bag" (BOB) adı verilen yöntemle organize edilmektedir. Bu sistemde her bir BOB, 7 ila 9 günlük gıda paketlerini içermekte ve bu periyot sonunda açılarak tüketilmek üzere astronotlara sunulmaktadır (Perchonok vd., 2002; NASA, 2015). NASA'nın uzay görevlerinde kullandığı "Bulk Overwrap Bag" (BOB) sistemi, uzun süreli beslenme planlamasında gıda çeşitliliğini ve

besin değerlerini korumaya yönelik geliştirilmiş bir yöntemdir. Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (ISS) uygulanan bu sistemde, her biri farklı kategorilerden oluşan sekiz BOB paketi belirli aralıklarla açılmakta ve yaklaşık 7–9 günlük bir beslenme döngüsü sağlanmaktadır (Douglas, 2017; NASA, 2020).

NASA'nın uzay görevlerinde, astronotların beslenme ihtiyaçlarını karşılamak ve menü çeşitliliğini sağlamak amacıyla 7 günlük döngüsel menü sistemleri uygulanmaktadır. Aşağıda, bu menü sistemine dair bir örnek verilmiştir.

Tablo 2. NASA Uzay Görevlerinde Uygulanan 7 Günlük Devirli Menü rneği

Gün	Kahvaltı	ğle	Akşam
1. Gün	Yulaf lapası, kuru üzüm, süt tozu	Tavuk fajita, sebzeli pılav	Teriyaki soslu somon, haşlanmış brokoli
2. Gün	Granola, süt tozu, kuru kayısı	Ton balıklı salata, tam tahıllı ekmek	Meksika usul burrito, salsa sosu
3. Gün	Yumurta tozu, kraker, peynir	Spagetti, domates sosu, parmesan peyniri	Nohutlu sebze yemeği, yoğurt
4. Gün	Granola, süt tozu, kuru zm	Tavuklu sandviç, marullı salata	Teriyaki soslu somon, haşlanmış karnabahar
5. Gün	Yulaf lapası, kuru ilek, süt tozu	Ton balıklı sandviç, havuç dilimleri	Meksika usul burrito, guacamole
6. Gün	Yumurta tozu, kraker, domates dilimleri	Spagetti, etli köfte, domates sosu	Nohutlu sebze yemeği, pılav
7. Gün	Granola, süt tozu, kuru erik	Tavuklu salata, tam tahıllı ekmek	Teriyaki soslu somon, haşlanmış havuç

Kaynak: Taste in Space: Nutritional Strategies for Long-Duration Missions (NASA, 2025).

Menü planlamasında dikkat çeken nokta, her günün farklı besin kombinasyonları içermesine rağmen, temel protein kaynaklarının (tavuk, somon, ton balığı, baklagiller) düzenli aralıklarla tekrar edilerek sürdürülebilir bir denge sağlanmasıdır. Kahvaltılarda yulaf lapası, granola ve yumurta tozu gibi yüksek enerji ve protein içeren gıdalar tercih edilirken; öğle öğünlerinde daha hafif fakat fonksiyonel besinler (sandviçler, salatalar,

krakerler) öne çıkmaktadır. Akşam yemekleri ise genellikle sıcak ve doyurucu ana yemeklerden oluşmakta; somon, burrito veya nohutlu sebze yemeği gibi seçeneklerle hem çeşitlilik hem de lezzet dengesi korunmaktadır. Menüde ayrıca kuru meyveler, süt tozu ve yoğurt gibi ek besinlerle mikro besin alımı desteklenmektedir. Dolayısıyla uzun süreli görevlerde ortaya çıkabilecek beslenme yetersizliklerinin önüne geçildiği görülmektedir.

Uzay Görevlerinde Telematik Sofraların Sosyal Etkileşimdeki Rolü

Uzay görevleri sırasında ailelerinden uzakta bulunan astronotların, bazı zorluklarla karşılaşması kaçınılmaz bir durumdur. Bu zorluklardan biri ise, sevdikleriyle aynı sofrada buluşamamak ve ailece paylaşılan özel anlara fiziksel olarak eşlik edememektir (Barış,2021). Tam da bu sebeple telematik sofralar, insanların fiziksel olarak bir araya gelmeden, dijital teknolojiler ve internet bağlantısı sayesinde uzaktan birlikte yemek yeme deneyimi sunan yenilikçi bir konsept olarak karşımıza gelmektedir. İnsanların aynı sofradaymış hissini yaşayabilmesi için mikrofon, hoparlör, kamera ve projektör gibi teknolojiler kullanılarak ses ve görüntü eş zamanlı olarak aktarılmakta, böylece mesafeler dijital olarak ortadan kaldırılmaktadır. RGB sensörler vasıtasıyla her iki masada bulunan döner tablolara entegre edilerek ethernet ağı üzerinden senkronize çalışmakta ve bir masadaki hareketin diğerine yansıtılmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla, bu sayede yemek deneyiminin daha gerçekçi ve etkileyici hale geldiği söylenebilmektedir (Barden vd., 2012).

Telematik sofralar uygulamasının uzay ortamına göre entegre edilmesi halinde astronotların psikolojik iyi oluşları açısından olumlu etkiler yaratması olası bir durumdur. Örneğin, Dünya'daki ailesiyle telematik sofra aracılığıyla buluşan bir astronot, akşam yemeği sırasında masadaki döner tablanın hareketiyle eş zamanlı olarak ailesinin masasındaki tabakların dönmesini görebilir. Böylece hem görsel hem de işitsel olarak aynı sofrada bulunuyormuş hissi pekişir. Bu uygulamanın uzay ortamına entegre edilmesi, astronotların uzun süreli görevlerde psikolojik iyi oluşları açısından önemli bir destek sağlayabilir.

Uzay Görevlerinde Beslenme Deneyiminin Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Rolü

Teknolojik gelişmelerin beraberinde getirdiği bir başka yenilik de sanal ve artırılmış gerçekliktir. Sanal gerçeklik, kullanıcıyı dijital dünyanın içine çekerek fiziksel sınırları ortadan kaldıran bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Bilgisayar donanımı ve yazılımının birleşimiyle oluşturulan bu yapay ortam, gerçek dünyayı birebir taklit edebildiği gibi tamamen hayal gücüne dayalı yeni evrenler de yaratabilmektedir (Kipper & Rampola, 2012). Bununla beraber artırılmış gerçeklik ise, dijital ile fiziksel dünyayı harmanlayarak gerçeği yeniden şekillendiren bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Mevcut ortamın üzerine dijital katmanlar ekleyerek kullanıcıya zenginleştirilmiş bir deneyim sunmaktadır (Gere vd., 2021). Araştırmalar, sanal gerçeklik (VR) uygulamalarının çeşitli psikolojik durumlarda bireylerin kaygı ve stres düzeylerini etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olabileceğini göstermektedir (Freeman vd., 2017). Freeman ve arkadaşları (2017) VR'nin, bireylerin kaygı ve izolasyon deneyimlerini güvenli bir ortamda tekrarlayarak işleme ve yönetme olanağı sunduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgu, uzun süreli uzay görevlerinde izolasyon ve sosyal temas eksikliği yaşayan astronotlar için büyük önem taşımaktadır. Örneğin, astronotlar VR gözlükleri aracılığıyla Dünya'daki evlerinin mutfağında sevdikleriyle kahvaltı ediyor gibi bir ortamda bulunabilir; aile üyelerinin hareketleri ve konuşmaları senkronize biçimde aktarılabilir. Bu tür deneyimler, izolasyonun psikolojik etkilerini azaltırken moral ve motivasyonu artırabilir. Ayrıca, Freeman ve arkadaşları (2017), klinik uygulamalarda bireylerin duyuşal ve bilişsel süreçlerini etkili bir biçimde desteklediğini belirtmektedir. Uzay bağlamına uyarladığımızda, sanal gerçeklik tabanlı uygulamalar, astronotların hem işitsel hem de görsel duyuşal deneyimlerini zenginleştirerek yemek deneyimini daha gerçekçi hâle getirebilir. Örneğin, sanal bir sofranın ortasında masadaki tabaklar ve yemekler ile gerçek zamanlı etkileşim sağlanabilir. Böylece hem fiziksel hem de sosyal bir bağ kurulmuş olur. Bu durum, yalnızlık ve monotonluğu azaltarak astronotların psikolojik dayanıklılığını güçlendirebilir.

YÖNTEM

Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden birisi olan literatür taraması kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada, mikrogravite koşullarında astronotların beslenme deneyimlerine ilişkin literatür taraması gerçekleştirilirken, alanın disiplinlerarası yapısını yansıtan dört temel akademik veri tabanından yararlanılmıştır. Öncelikle, Scopus ve Web of Science gibi geniş kapsamlı ve yüksek etki faktörlü yayınları içeren veri tabanları aracılığıyla, uzay görevlerinde duyuşsal algı değışimleri, menü yorgunluğu ve psikososyal uyum süreçlerine dair güncel bilimsel çalışmalar incelenmiştir. ScienceDirect üzerinden, özellikle beslenme bilimi, davranışsal psikoloji ve duyuşsal analiz konularında derinlemesine içeriklere ulaşılmıştır. Ayrıca, NASA Technical Reports Server (NTRS) kullanılarak, astronotların görev deneyimlerine, teknik uygulamalara ve uzay ajanslarının resmi raporlarına dayalı birincil kaynaklara erişim sağlanmıştır. Bu veri tabanları aracılığıyla elde edilen bilgiler, çalışmanın teorik çerçevesini güçlendirmiş ve uzay beslenmesinin hem fizyolojik hem de psikososyal boyutlarını bütüncül bir yaklaşımla ele alma olanağı sunmuştur. Bu kapsamlı tarama sonucunda elde edilen veriler, içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiş ve başlıklar altında sınıflandırılmıştır. Tat ve koku algısındaki değışimler, sınırlı gıda çeşitliliğinin fiziksel etkileri, menü yorgunluğu, sosyal izolasyonun psikolojik yansımaları ve teknoloji destekli beslenme uygulamaları gibi konular, çalışmanın odak noktalarını oluşturmuştur. Böylece çalışma, uzay görevlerinde beslenmenin çok boyutlu doğasını vurgulayarak, gelecekteki uzun süreli görevler için daha kapsamlı ve insan merkezli beslenme stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Uzay görevleri sırasında tat ve koku algısında meydana gelen bozulmaların, astronotların gıda tercihlerini belirgin şekilde etkilediği saptanmıştır. Özellikle yoğun aromatik profillere sahip gıdalara yönelimin artması, yerçekimsiz ortamda duyuşsal algıların değışimiyle ilişkilendirilmektedir. Bu durum, geleneksel tatlara yakın, kültürel olarak tanıdık gıdaların, astronotlar için fizyolojik olduğu kadar psikolojik anlamda da önem arz ettiğini ortaya koymaktadır. Literatür taraması kapsamında ulaşılan bulgular,

mikrogravite ortamının insan fizyolojisi üzerindeki etkilerini azaltmada dengeli ve duysal açıdan tatmin edici bir beslenme sisteminin temel rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca, gıdanın sosyal bir unsur olarak uzay görevlerinde de anlamını koruduğu görülmektedir. Telematik sofralar gibi teknolojik uygulamaların astronotların Dünya'daki sevdikleriyle eş zamanlı yemek deneyimi paylaşmalarına imkân tanıyarak, psikolojik dayanıklılığı artırabileceği olası bir durum olarak öngörülmektedir. Bununla birlikte, sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin özellikle izolasyon koşullarında bireysel iyi oluşun desteklenmesi bakımından olumlu etkiler yaratabileceği de öngörülmektedir.

Teorik Çıktılar

Çalışma kapsamında ulaşılan bulgular, uzay beslenmesinin disiplinler arası bir perspektif sunduğunu göstermektedir. Gıda bilimi, uzay bilimi ve psikoloji gibi farklı disiplinlerin entegrasyonu, bu alandaki bilimsel derinliği artırmaktadır. Bu doğrultuda uzayda beslenme bireylerin duysal, kültürel ve sosyal ihtiyaçlarına da hitap eden çok katmanlı bir olgu halini almaktadır. Lezzet algısının nörogastronomi temelleri, mikrogravite koşullarında farklılaşmakta ve bireysel beslenme motivasyonunu yeniden şekillendirmektedir. Sosyal izolasyon yaşayan astronotların, uzay ortamına özgü duysal monotonluk gibi stres kaynaklarını beslenme yoluyla dengeleyebileceği bu bağlamda da uzay görevlerinde beslenme stratejilerinin astronotların psikolojik dayanıklılığını destekleyici bir unsur olarak ele alınması gerekmektedir.

Pratik Çıktılar

Araştırmanın uygulamaya dönük çıktıları, uzun süreli uzay görevlerinde astronotların yaşam kalitesini artırmaya yönelik somut ve ölçülebilir öneriler sunmaktadır. Örneğin, kan, plazma ve idrar-dışkı analizleri sonucu belirlenen demir, kalsiyum ve D vitamini eksikliklerini gidermek amacıyla kurutulmuş süt ürünleri, vitamin D destekli öğün çubukları ve demir açısından zengin kırmızı et bazlı gıda katkıları diyet planına dahil edilmektedir. Ayrıca, kardiyovasküler ve nörolojik sağlık parametrelerini desteklemek için omega-3 yağ asitleri açısından zengin ceviz ve balık yağı kapsülleri kullanılmaktadır. Menü çeşitliliğini artırmak ve duysal monotonluğu azaltmak amacıyla taze veya

dondurulmuş sebze ve meyveler, görev planına periyodik olarak haftada iki kez eklenmektedir (NASA Human Research Program, 2021; Smith vd., 2022). Telematik sofralar sayesinde, astronotların aile bireyleriyle sanal olarak bir araya gelmeleri, sosyal bağların sürdürülmesine ve izolasyon kaynaklı stresin azaltılmasına katkı sağlayabilir. Bunun akabinde artırılmış gerçeklik uygulamaları, yemek yeme deneyimini daha etkileşimli ve motive edici hale getirerek iştah kaybını ve menü yorgunluğunu azaltabilir. Geleneksel tat profillerine sahip gıdalar, astronotların tanıdık lezzetlerle karşılaşmasını sağlayarak duyuusal konforları açısından olumlu etkiler yaratabilir. Mikrogravite koşullarında tat ve koku duyularındaki azalmayı dengeleyecek aroma ve doku yoğunlaştırıcı gıda teknolojilerine yönelmek, iştah kaybının önlenmesinde etkili olabilir.

Sınırlılıklar

Çalışmanın en büyük sınırlılığı ampirik veriler barındırmamasıdır. Uzay koşullarında beslenme, astronot psikolojisi ve fizyolojisi gibi konularda birincil saha verileriyle desteklenmiş bulgulara ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışma, odaklandığı konunun fizyolojik ve psikolojik boyutlarına odaklanmıştır. Uzay koşullarında beslenmenin ekonomik etkileri detaylandırılmamıştır. Ekonomik etkilere odaklanmış farklı çalışmalar alanyazına katkı sağlayabilecektir. Buna ek olarak, çalışmada kullanılan kaynakların çoğunluğu ikincil literatür niteliğindedir. Bu durum, mevcut bilgilerin sentezlenmesini mümkün kılmakla birlikte, özgün veri üretimi açısından sınırlayıcı olmuştur. Özellikle mikro yerçekimi ortamında duyuusal algı, besin tercihi ve psikososyal uyum gibi bireysel değişkenlerin doğrudan gözlemlenmesine dayalı çalışmaların eksikliği, bu alandaki bilgi boşluklarını sürdürmektedir. Ayrıca, uzay görevlerinin süresine, görev türüne ve astronotların demografik özelliklerine göre değişebilecek beslenme ihtiyaçları ve psikolojik tepkiler, bu çalışmanın kapsamı dışında kalmıştır. Çalışma, disiplinlerarası bir yaklaşım benimsemiş olsa da mühendislik, ekonomi ve gıda teknolojisi gibi alanlarla daha güçlü entegrasyon sağlanması, uzay beslenmesinin sistemsel boyutlarını daha kapsamlı biçimde ele almayı mümkün kılacaktır. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak araştırmaların hem teorik hem de uygulamalı düzeyde veri üretimine odaklanması, uzay görevlerinde insan sağlığının sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir.

Öneriler

Gastronomi alanında eğitim alan bireylerin, uzay beslenmesi konusunda bilgi sahibi olmaları sağlanmalı ve bu alanda uzmanlık kazanabilecekleri programlar teşvik edilebilir. Bu durum, ileride bu alanda ihtiyaç duyulacak nitelikli personel ve uzman ihtiyacını karşılamada yardımcı olabilir. Uzay koşullarında beslenme konusunda insan psikolojisinin göz önünde bulundurulması ciddi katkılar sağlayacaktır. Gastronomi ve Mutfak Sanatları disiplini, tek yönlü fizyolojik bir beslenme aktivitesine yönelik olmakla kalmayıp psikolojik, sosyal, kültürel ve estetik faktörleri odağına almış multidisipliner bir alandır. Uzay beslenmesinde Gastronomi ve Mutfak Sanatları bilgi birikiminden yararlanmak faydalı olabilir.

Ayrıca beslenme stratejilerinin kültürel farklılıklar bağlamında değerlendirilmesi, bireysel tercihlerin görev performansı üzerindeki etkilerini ortaya koymak açısından değerli olacaktır. Bu doğrultuda, farklı milletlerden astronotların beslenme deneyimlerini karşılaştırmalı olarak inceleyen çalışmalar yapılabilir.

Uzayda beslenmenin ekonomik boyutları, özellikle gıda üretimi, taşınması ve sürdürülebilirliği açısından ayrı bir araştırma alanı olarak ele alınmalıdır. Bu bağlamda, maliyet-etkinlik analizleri ve uzay tarımı gibi konulara odaklanan disiplinlerarası çalışmalar, hem uzay ajanslarının stratejik planlamalarına hem de literatüre katkı sağlayabilir.

Son olarak, beslenme ile psikososyal uyum arasındaki etkileşimi inceleyen çalışmaların artırılması, astronotların genel sağlık ve görev başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Duyusal monotonluk, gıda memnuniyeti ve sosyal yeme ritüelleri gibi faktörlerin psikolojik dayanıklılık üzerindeki etkileri, gelecekteki araştırmalarda daha fazla dikkate alınabilir. Tüm bu öneriler doğrultusunda atılacak adımlar, insanlı uzay görevlerinin başarı oranını artıracak gibi, uzayda yaşamın sürdürülebilirliği konusundaki bilimsel çabaları da destekleyebilir.

KAYNAKÇA

- Bychkov, V., Ivanov, A., & Smirnov, K. (2021). Closed-loop food production systems for long-duration space missions. *Journal of Space Life Sciences*, 18(3), 112–125.
- Cooper, M., Douglas, G., & Zwart, S. R. (2017). Menu fatigue countermeasures for long-duration missions. *Acta Astronautica*, 131, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2016.11.020>
- Cooper, M., Perchonok, M., & Douglas, G. (2011). Nutrition requirements for space exploration missions. *Journal of Human Nutrition in Space*, 5(2), 1–12.
- Cruthirds, J., Smith, S. M., & Lane, H. W. (2013). Gastrointestinal health during long-duration spaceflight. *Life Sciences in Space Research*, 1, 50–56.
- Davies, J., Massa, G. D., & Wheeler, R. M. (2003). Vegetable Production System (Veggie): Development and applications in space research. NASA Technical Reports.
- Dev, S. (2024). Cognitive performance during extended space missions. NASA Human Research Program.
- Douglas, G. (2017). Space Food Systems: Ensuring crew health on exploration missions. NASA Factsheet.
- Douglas, G., & Perchonok, M. H. (2020). Food in space: Past, present, and future. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11, 311–333.
- Douglas, G. L., Zwart, S. R., & Smith, S. M. (2011). Space food and nutrition in future exploration missions. *Nutrition*, 27(6), 60–65.
- Douglas, G. L., Zwart, S. R., Smith, S. M., & Heer, M. (2016). Space food for thought: Challenges and considerations for food and nutrition on exploration missions. *Journal of Nutrition*, 146(9), 1825S–1831S.
- Douglas, G., vd. (2021). Integrating food and behavioral health for space missions. *Microgravity*, 7, 12. <https://doi.org/10.1038/s41526-021-00145-7>

Escriba, A., Martínez, L., & López, C. (2023). Spread harvest techniques for sustainable leafy green production in controlled environments. *Journal of Space Agriculture*, 12(2), 77–89.

Fayet, L., Morgan, P., & Silva, R. (2025). Mission Mush Vroom: Feasibility of mushroom cultivation under microgravity conditions. *Advances in Space Biology*, 19(1), 45–61.

Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine*, 47(14), 2393–2400. <https://doi.org/10.1017/S003329171700040X>

Frontiers in Physiology. (2025). Gut-brain axis and nutrition in space environments. *Frontiers Media*.

Genah, S., Lee, J., & Kim, H. (2021). Bone and mineral metabolism in space: Challenges and countermeasures. *Life Sciences in Space Research*, 28, 23–35.

Glew, R. (1980). Fresh fruit and vegetable supply in manned space missions. *Aerospace Medicine*, 51(5), 479–485.

Gòdia, F., Albiol, J., Montesinos, J. L., Pérez, J., Creus, N., Cabello, F., ... & Montras, A. (2002). MELISSA: A loop of interconnected bioreactors to develop life support in space. *Journal of Biotechnology*, 99(3), 319–330. [https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(02\)00222-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(02)00222-6)

Jiang, L., Zhao, Q., & Wu, H. (2020). Space foods: Properties, preparation, and packaging. *Food Science International*, 26(4), 340–356.

Kanas, N., Sandal, G., Boyd, J. E., Gushin, V. I., Manzey, D., North, R., & Wang, J. (2008). Psychology and culture during long-duration space missions. *Acta Astronautica*, 63(7-10), 744–751.

Kaschubek, T., Braun, C., & Voigt, M. (2021). Resupply and sustainability in human spaceflight food systems. *Acta Astronautica*, 186, 350–359.

- Kim, Y., Park, S., & Choi, J. (2025). Rocking bioreactors for cultured meat in microgravity conditions. *Journal of Space Biotechnology*, 7(1), 14–29.
- Lang, T., et al. (2017). Physiological adaptation to microgravity. *Frontiers in Physiology*, 8, 547.
- LeBlanc, A., Schneider, V., Shackelford, L., West, S., Oganov, V., Bakulin, A., & Voronin, L. (1999). Bone mineral and lean tissue loss after long-duration spaceflight. *Journal of Bone and Mineral Research*, 15(4), 657–664.
- Life. (2023). Dietary strategies for metabolic stability in microgravity. MDPI.
- Liu, Y. (2020). Food and nutrition in space exploration. *International Journal of Space Nutrition*, 3(1), 12–20.
- Massa, G. D., Wheeler, R. M., Stutte, G. W., Richards, J. T., Spencer, L. E., & Hummerick, M. E. (2016). VEGGIE: A space garden on the International Space Station. *Open Agriculture*, 1(1), 33–41. <https://doi.org/10.1515/opag-2016-0005>
- NASA. (2015). Bulk Overwrap Bag system for food packaging in spaceflight. NASA Report.
- NASA. (2020). Taste in Space: Crew food experience in microgravity. NASA Exploration Research.
- NASA. (2022). Nutritional composition of romaine lettuce grown in spaceflight experiments. NASA Technical Report.
- NASA. (2023). Advanced Plant Habitat (APH): Technical overview and research applications. NASA Factsheet.
- NASA. (2024). Taste in Space Report: Nutritional strategies for long-duration missions. NASA.
- NASA. (2025). Nutritional strategies for long-duration missions. NASA Exploration Research.

NCBI. (2023). Oxidative stress and nutrition in space. National Center for Biotechnology Information.

Nguyen, T., Park, H., & Lee, D. (2023). Controlled environment agriculture in space missions. *Acta Horticulturae*, 1383, 229–236.

Nutrients. (2022). Probiotics and mood regulation in isolated environments. MDPI.

Oluwafemi, O. R., et al. (2018). Physiological effects of microgravity on astronauts: Nutrition and health. *Space Research Reviews*, 10(2), 80–95.

Pagel, J. I., & Choukèr, A. (2016). Effects of isolation and confinement on humans: Implications for manned space explorations. *Journal of Applied Physiology*, 120(12), 1449–1457.

Patel, V., Johnson, C., & Smith, S. M. (2023). Kidney stone risk in astronauts: The role of calcium excretion. *npj Microgravity*, 9, 16.

Perchonok, M. H., Cooper, M., & Catauro, P. (2002). Mission menus and crew acceptability in space. *Acta Astronautica*, 50(12), 789–797.

Prescott, J. (2012). Chemosensory learning and flavor perception. *Chemical Senses*, 37(6), 478–487.

PMC. (2021). Psychological adaptation in analog missions. U.S. National Library of Medicine.

Pometto, A., & Bourland, C. (2003). Food science in spaceflight. CRC Press.

Raut, S. (2021). Properties of space food. Springer.

Roy, S. (2022). Biomass Production System (BPS): Innovations in space-based agriculture. *Acta Astronautica*, 193, 102–115.
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2021.12.034>

Shepherd, G. M. (2006). Smell images and the flavour system in the human brain. *Nature*, 444(7117), 316–321.

- Smith, S. M., Zwart, S. R., Block, G., Rice, B. L., & Davis-Street, J. E. (2005). The nutritional status of astronauts is altered after long-term space flight aboard the International Space Station. *Journal of Nutrition*, 135(3), 437–443.
- Stoklosa, M. J., Smith, S. M., & Zwart, S. R. (2015). Menu fatigue in long-duration missions: Implications for crew health. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 86(12), 1012–1018.
- Stuster, J. (2010). Behavioral issues associated with long-duration space expeditions: Review and analysis of astronaut journals. NASA Technical Report.
- Suedfeld, P. (2017). The role of food in space missions: Psychological and cultural perspectives. *Acta Astronautica*, 134, 35–40.
- Takeuchi, K., Yamamoto, T., & Nakamura, Y. (2025). Cultured avian meat tissues for space food applications. *Nature Food Biotechnology*, 6(2), 77–85.
- Tang, Y., et al. (2022). Critical nutrients for long-duration human space missions. *Frontiers in Nutrition*, 9, 823452.
- TIME SCALE Consortium. (2023). European Modular Cultivation System (EMCS): A collaborative framework for space crop research. European Space Agency Report.
- Todhunter, K., Mills, J., & Green, D. (2024). Artificial intelligence in cultured meat production for space. *Food Technology in Space*, 12(1), 55–70.
- Turroni, S., Rampelli, S., Biagi, E., Consolandi, C., Severgnini, M., Peano, C., Brigidi, P. (2022). Gut microbiome adaptation in astronauts. *Cell Reports*, 40(5), 111120.
- Voorhies, A. A., et al. (2019). Study of the impact of long-duration space travel on the astronaut microbiome. *Scientific Reports*, 9(1), 9911.
- Whitson, P. A., Pietrzyk, R. A., Sams, C. F., & Pak, C. Y. (2009). Renal stone risk in space. *Kidney International*, 67(1), 210–218.
- White, R. J., Averner, M., & Sonnenfeld, G. (2016). Human adaptation to spaceflight: The role of microgravity. *Annual Review of Medicine*, 67, 377–390.

Yurtseven, H. R., & Yıldırım, S. (2014). Gastronomi ve Beslenmenin Sosyal Boyutları. Gastronomi Araştırmaları Dergisi, 2(1), 45–59.

Zabel, P., Bamsey, M., & Schubert, D. (2020). EDEN: Greenhouse-based food production technologies for space exploration. Life Sciences in Space Research, 25, 73–87. <https://doi.org/10.1016/j.lssr.2020.01.004>

Zwart, S. R., et al. (2017). Nutrition and psychological health during spaceflight. Current Psychiatry Reports, 19(10), 79.