



## Uzayda Gıdalar ve Gıdaların Muhafazası

Gonca TÜLÜCE<sup>1,a</sup>, Harun HIZLISOY<sup>1,b</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Kayseri-TÜRKİYE  
ORCID No: <sup>a</sup>0000-0003-2280-1725; <sup>b</sup>0000-0003-3391-0185

**Sorumlu yazar:** Gonca TÜLÜCE; E-mail: tulucegonca@gmail.com

**Atıf yapmak için:** Tülüçe G, Hızlısoy H. Uzayda gıdalar ve gıdaların muhafazası. Erciyes Univ Vet Fak Derg 2022; 19 (1): 60-66

**Öz:** Beslenme, canlılığın sağlanması ve sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için gerekli olan besin maddelerinin yeterli ve dengeli bir şekilde vücuda alınmasıdır. İlk uzay uçuşunun yapıldığı tarihten itibaren uzay yiyeceklerinin gelişimi devam etmektedir. Uzay aracının yaşanabilirliğindeki ilerlemeler, uzay yiyeceklerinin kalitesindeki gelişmelere de izin vermiştir. Uzay araçlarındaki görev süreleri uzadıkça daha iyi beslenme ihtiyacı, daha fazla çeşitlilik, daha kolay tüketilebilen yiyecekler de daha önemli hale gelmiştir. Bu derlemede uzay yiyeceklerinin gelişim süreci, uzayda tüketilen temel yiyecek maddeleri ve bazı ülkelerin uzay ajanlarının astronotlarına sundukları menülerle alakalı bilgilerle beraber gelecekteki uzay yolculukları için kullanılacak fikirler verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Beslenme, gıda muhafazası, uzay, yiyecek

### Food and Food Preservation in Space

**Abstract:** Nutrition is the intake of the nutrients that are essential to provide and maintain life in a balanced and sufficient way. The development of space food has continued since the first spaceflight. Advances in spacecraft's viability have also allowed the development in the quality of space food. As the space mission extended, the need for better nutrition, more variety, and more easily consumable food has become more important. In this review, the development process of space food, the fundamental nutrients consumed in space, information about the menus offered by some countries' space agency to their astronauts as well as ideas that can be used in future space travels have been given.

**Keywords:** Food, food preservation, nutrition, space

### Giriş

Besinler, organizmanın yapısının ve organizmadaki fonksiyonların devamlılığının sağlanması amacıyla gereklidir. Çevresel değişiklikler de besinlerin metabolizması ve gereksinimleri açısından önemli etkilere sahiptir (Herr ve ark., 2015). Bu nedenle beslenme, uzay uçuşları gibi değişik çevre şartlarında, günlük ritim, sinir sistemi, kardiyovasküler sistem, hematoloji, gastrointestinal sistem, iskelet kas fizyolojisi ve immunoloji çalışmaları ile yakından ilişkilidir (Enrico, 2016).

Uzay ortamı; mikro yerçekimi, ağırlıksız olma, hava içeriğindeki ve basıncındaki değişimler, radyasyon ve buna bağlı olarak gelişen oksidatif hasar gibi etkilerden dolayı kendine has zorluklara sahiptir. Yeterli ve dengeli beslenme, bu tip ortamlarda astronotların ortama adapte olmalarını sağlayıp, görevlerini layıkıyla yerine getirebilmeleri açısından elzemdir. Öğün zamanları, astronotlar arasında fizyolojik etkileşim sağlamak ve besin maddelerinin potansiyel etkilerini artırarak uzay yolculuklarının insan bedeni üzerindeki negatif etkilerini azaltmaktadır. Ayrıca astronotlar uzay yolculuklarının ilk günlerinde, uzay aracındaki

oryantasyon uyumsuzlukları, görsel farklılıklar ve değişen ortam şartlarından ötürü mide bulantısı, kusma ve iştahta azalma yaşayabilirler. Bu durum sonraki 2-3 gün içinde düzelir. Ancak astronotlara sunulan gıda maddelerinin yetersiz olduğu durumlarda, bu etki devam edecektir ve uzay görevi sekteye uğratabilir (Kunz ve ark., 2017). Bu derlemede geçmişten günümüze kadar gerçekleşen uzay uçuşlarında teknolojik gelişmeler ile birlikte kullanılan yiyeceklerin gelişim süreçleri hakkında bilgi verilerek literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

### Uzayda Kullanılan Yiyecek Tipleri

Uzaydaki yiyecek çeşitlerini termostabilize edilmiş yiyecekler, rehidre olabilen yiyecekler, orta nemli yiyecekler, doğal formdaki yiyecekler, ışına maruz kalmış yiyecekler, dondurulmuş yiyecekler, taze yiyecekler ve soğutulmuş yiyecekler olmak üzere sekiz kategoride incelenmek mümkündür (Casaburri ve Gardner, 1999).

**Termostabilize edilmiş yiyecekler:** Üretim aşamalarında ısı işlem gören ve bu nedenle ortam sıcaklıklarında depolanabilen yiyeceklerdir. Konserve ürünler ve plastik kaplarda paketlenen tatlılardan oluşan bu yiyecekler çekme aparatlarıyla kolayca açılabilir fakat depolanırken fazla yer kaplamaları dezavantajdır.

tajlı sayılmalarına neden olmaktadır.

**Rehidre olabilen yiyecekler:** Suyun rehidre olabilen gıdalardan çıkarılması olarak tanımlanan dehidrasyon süreci, dondurarak kurutma yöntemi olarak da bilinmektedir. Tüketimleri sırasında su ilavesiyle eski formlarına dönen rehidre yiyecekler, konserve ürünlerle göre yaklaşık dört kat daha az yer kaplamaktadır.

**Orta nemli yiyecekler:** Gıdalardaki yumuşak dokuyu korumak için yeterli miktarda su kalacak şekilde üründen bir miktar su çekilmesidir. Kurutulmuş şeftali, armut, kayısı, kurutulmuş et örnek olarak verilebilen orta nemli yiyecekler herhangi bir hazırlık yapılmaksızın tüketilebilmektedir.

**Doğal formdaki yiyecekler:** Kabuklu yemişler, kuru meyve ve tahıl karışımları, kurabiye ve bisküviler gibi esnek torbalar içinde ambalajlanan bu yiyecekler tüketime hazır gıdalar içerisinde yer almaktadır ve uzay ortamında doğal formdaki yiyeceklere örnektir.

**İşına maruz kalmış yiyecekler:** Pişirildikten sonra esnek folyo torbalar içerisinde paketlenen ve iyonize edici radyasyon ile sterilize edilen bu yiyecekler ortam sıcaklığında saklanabilmektedir. Biftek ve tütsülenmiş hindi gibi ürünler işına maruz kalmış yiyecekler örnek olarak verilebilmektedir.

**Dondurulmuş yiyecekler:** Sebze tart, güveç, tavuklu börek gibi yiyecekler büyük buz kristallerinin oluşmasını önlemek amacıyla hızlı dondurulmaktadır. Dondurma yöntemi ile yiyeceklerin kendine has dokusu ve tazelikleri korunmaktadır.

**Taze yiyecekler:** Elma, muz gibi taze formdaki yiyecekler herhangi bir işlem görmemekte ve yapay olarak korunmamaktadır.

**Soğutulmuş yiyecekler:** Bu yiyeceklerin bozulmasını önlemek için uzay aracında buzdolabı veya dondurucunun bulunması gerekmektedir. Bu yiyeceklere krem peynir ve ekşi krema örnek olarak verilebilmektedir.

### İnsanoğlunun Uzay Serüveni

Rusya tarafından Sputnik isimli ilk yapay uydunun 1957 yılında Dünya yörüngesine yerleştirilmesiyle birlikte, insanoğlu uzayda keşifler yapmaya başlamıştır (Bal, 2014). Uzay uçuşu teknolojilerinde 1960'ların başından beri önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Uzay araştırmalarındaki bu teknolojik gelişmeler, uzayda kalınan sürenin dakikalardan yıllara kadar uzamasına olanak sağlamıştır (Özçivici, 2013).

Yuri Gagarin'in 1961 yılındaki 108 dakikalık uzay uçuşundan beri uzayda yemek yenilmektedir. Bu yıllardan itibaren Rusya ve Amerika, hızlı hazırlanıp kolay tüketilebilen ve daha az atık kullanılarak ambalajlanan güvenli gıdaları geliştirmeye çalışmışlardır. Soğutma imkânının kısıtlı olduğu uzay aracındaki çoğu gıda, ortam sıcaklığında uzun süre muhafaza edilmek için üretilmektedir. Bu gıdalar çoğunlukla rehidre olabilen veya termostabilize olarak hazırlanan ürünlerdir. Meyveler gibi taze formdaki yiyecekler ise bozulma riskine karşı çok kısa süreli saklanmakta ve

**Tablo 1.** Uzay programlarının kronolojik olarak özeti (Lane, 2002)

Yıllar	Uçuş programı	Program başarısı
1961-1963	Vostok	Uzaya çıkan ilk insan (Gagarin), 12 Nisan 1961, 108 dk.
1961-1963	Mercury	Kısmen Dünya yörüngeli uçuş yapan ilk Amerikalı astronot (Shepard), 5 Mayıs 1961, 15 dk 28sn
		Dünya yörüngesindeki ilk Amerikalı astronot (Glenn), 20 Şubat 1962, 4 sa 55 dk 23 sn
1964-1965	Voskhod	Uzayda yaşama dair ilk araştırmalar
1965-1966	Gemini	Uzun süreli ilk uzay uçuşu
		Uzay uçuşu boyunca uzay yaşamına dair araştırmalar devam etmiştir
1968-1972	Apollo	Ay'ın yüzeyinde yapılan ilk çalışmalar
		Ay yüzeyine ayak basan ilk insan (Armstrong)
		Uzay yaşamına dair çalışmalar
1967-1985	Soyuz ve Salyut	Uzay yaşamına dair çalışmalar
		Rus uzay istasyonu
1973	Skylab	Uzayda kurulan ilk laboratuvar
		Uzayda yapılan ilk metabolik denge çalışmaları
1975	Apollo-Soyuz Test Projesi	Uluslararası ilk ortak uzay test projesi
1981-2011	Space Shuttle	Uydu ve mürettebat taşınması
		Uzay yaşamına dair çalışmalar
1986-2000	Mir	Rus uzay istasyonu
		Uzay yaşamına dair çalışmalar
1994-1998	Shuttle/Mir	Uluslararası ortak uzay programı (Amerika-Rusya)
1999-halen	International Space Station	Bünyesinde 16 ülke mürettebatını barındıran uluslararası uzay istasyonu

diyet listelerinde öncelikli yiyecek grubu olarak yer almaktadır (Deveci ve Deveci, 2018).

Uzay yiyecekleri, kolay sindirilebilir nitelikteki besin maddelerinden hazırlandıkları için mikrobiyal üremeye oldukça elverişlidir. Astronotları bu riskten korumak amacıyla NASA (National Aeronautics and Space Administration: ABD Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi) tarafından HACCP (Hazard Analyses Critical Control Points) kavramı Apollo uzay uçuş çalışmalarında geliştirilmiştir. Amerikan Hava Kuvvetleri Uzay Laboratuvarı ve NASA, Pillsbury Gıda Firması Proje Grubu'yla, güvenli gıda üretimini amaçlayan bir projede birlikte çalışmış ve HACCP sisteminin temelleri atılmıştır. Bu sistemde üretim süreçlerinde sürekli izleme ve denetim gerekmektedir. Sonraki yıllarda Pillsbury Şirketi, HACCP sistemini daha da geliştirmiş ve 1971 yılında bir Gıda Kongresinde duyurmuştur (Karaali, 2003; Herr ve ark., 2015).

Aşağıda geçmişten günümüze bazı uzay uçuş programları ve bu uçuşlardaki gıdaların gelişim serüveni verilmiştir.

#### **Mercury (1961-1963)**

Amerika Birleşik Devletleri'nin uzaya insan gönderdiği ilk uzay projesidir (Smith ve ark., 2012). Projedeki uzay uçuşlarının süresi kısa olduğu için astronotlar uçuş öncesinde ihtiyaçları olan gıda maddelerini tüketmişlerdir. Astronotlar uzay ortamında katı gıda maddeleri yutma, çiğneme ve içecekleri içme gibi testler yaparak uzay yiyeceklerinin gelişmesine katkıda bulunmuşlardır. Bu astronotlar tek ısıyıkta yenilebilen, dondurularak kurutulmuş ve alüminyum tüplerin içindeki yarı sıvı yiyeceklerin nasıl daha kolay tüketilebileceğine dair yöntemleri keşfetmişlerdir (Casaburri ve Gardner, 1999). Ayrıca astronotlar bu yiyeceklerin tadını lezzetsiz bulmuşlar ve dondurularak kurutulmuş gıdaları sulandırmak isterken bazı problemler yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bundan dolayı, katı gıdaların boyutları basınçla sıkıştırılıp küçültülmüş ve yenilebilir bir jelatin ile kaplanarak tek lokmalık hale getirilmiştir. Böylece, yiyecek kırıntılarının yerçekimsiz ortamda hareket ederek ekipmanlara veya mürettebatın solunum yollarına zarar verme ihtimali en aza indirilmektedir. Vakumlu paketlerde bireysel porsiyon halinde hazırlanan bu yiyecekler, bozulmaya karşı maksimum koruma ve depolama açısından kolaylık sağlamıştır (Casaburri ve Gardner, 1999; NASA, 2021).

#### **Gemini (1965-1966)**

Gemini programı, Ay'a yaklaşmak için NASA tarafından oluşturulan uzay serüvenindeki ilk iki kişilik görevdir. Ed White tarafından ilk uzay yürüyüşü bu program ile gerçekleştirilmiştir (Smith ve ark., 2012). Böylelikle araç dışı ilk etkinlik Amerikalılar tarafından başarıyla tamamlanmıştır. Araç dışı etkinlikle uzay kıyafetlerinde önemli yeniliklerin temeli atılmıştır. Ay-

rica daha önceki uçuşlara göre uzayda kalış süresinin artmasıyla Gemini programı, uzayda beslenmenin önemini vurgulandığı ilk program olmuştur (Lane ve Feedback, 2002). Gemini programında yiyecek ve içeceklerdeki çeşitliliğin artması ve yeni paketleme yöntemlerinin geliştirilmesiyle önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Genel olarak dondurularak kurutma tekniği ile hazırlanan yiyecekler pişirildikten veya işleme tabi tutulduktan sonra hızla dondurulmakta, daha sonra kurutma tepsisine yerleştirilmekte ve ardından hava basıncının azaltıldığı bir vakum haznesine konulmaktadır. Dondurularak kurutma yönteminde suyu alınan hafif yiyecekler, küp şeklinde kesilmekte ya da dilimlenmiş formda paketlenmektedir. Tatları doğal formlarına yakın olan bu yiyecekler ve içecekler, ortam sıcaklığında depolanabilirken raf ömürleri de oldukça uzamaktadır (Casaburri ve Gardner, 1999).

#### **Apollo (1968-1972)**

Mercury ve Gemini uçuşları menülerin hazırlanması, gıdaların paketlenmesi ve bu gıdaların tüketimiyle sonraki uzay uçuşlarındaki menülerin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Bu programdaki paketleme sistemi, Gemini programında kullanılan paketleme sistemine benzemekle beraber yiyecek çeşitliliği oldukça fazladır (Perchonok ve Bourland, 2002). Ayrıca bu uçuştaki astronotların uzay ortamında sıcak suya sahip ilk kişiler oldukları ifade edilmektedir (Smith ve ark., 2012). Rehidre olabilen yiyecekler plastik kaplara veya paketlere konulmaktadır. Su püskürtme tabancasıyla yemeden önce pakete su eklenmekte ve ardından paketteki plastik fermuar açılarak veya paket makasla kesilerek içinde bulunan yiyecek, kaşık yardımı ile tüketilmektedir. Başka bir paketleme yöntemi olarak ıslak paket ya da termostabilize esnek paketler karşımıza çıkmaktadır. Termostabilize paketler, esnek formdaki plastik veya alüminyum folyodan oluşan bir paket ya da konserve kutusu olabilmektedir. Ancak termostabilize ürünlerin rehidre olanlara nazaran yaklaşık dört kat daha fazla yer kapladığı ifade edilmektedir (Casaburri ve Gardner, 1999).

#### **Skylab (1973-1974)**

Skylab birincil hedefi yaşam bilimleri olan ilk uzay istasyonudur. Yerçekiminin olmadığı uzay ortamında kardiyovasküler sistem, egzersiz fizyolojisi, kas-iskelet sistemi, hematoloji gibi konularda insan bedninde meydana gelen fizyolojik değişiklikleri anlamak amacıyla tasarlanmıştır (Lane ve Feedback, 2002). Skylab'ta uzun süreli uzay görevlerinde insan fizyolojisi hakkında kayda değer veriler toplanmıştır (Lane ve Feedback, 2002; Kerwin ve Seddon, 2002; Perchonok ve Bourland, 2002). Ayrıca NASA, uzay görevleri esnasında beslenme ihtiyaçlarının anlaşılmasının temelinin oluşturulan en kapsamlı uzayda beslenme veri setini elde etmiştir (Bourland ve ark., 1999). Skylab uzay istasyonunda bulunan dondurucu, buzdolabı, ısıtma tepsileri ve masa sayesinde buradaki yemek yeme deneyiminin diğer uzay uçuşlarından ayrıldığı

ve hatta ev ortamına benzediği ifade edilmektedir (Bourland ve ark., 1999; Smith ve ark., 2012; Lane ve ark., 2013). Skylab'ta mevcut yiyecek kapasitesi yaklaşık 112 gün boyunca üç astronota yetecek miktardadır. Menüler astronotların yaşı, vücut ağırlıkları ve astronotların yapacakları etkinliklere bağlı olarak her bir astronotun günlük beslenme ihtiyacını karşılamaya yönelik tasarlanmıştır. Skylab'ta rehidre olabilen içecekler için akordeon gibi açılıp katlanan özel kaplar kullanılmıştır. Diğer yiyecekler ise farklı boyutlardaki teneke kutular veya rehidre olabilen kaplar kullanılarak paketlenmiştir. Mürettebat yemek hazırlamak istediği zaman, yiyeceklerini ısıttıkları ve bu amaçla kullanılan ilk alet olduğu ifade edilen ısıtma tepsilerinden yararlanmaktadır (Casaburri ve Gardner, 1999).

### **Apollo-Soyuz Test Projesi (1975)**

Amerika ve Rusya tarafından gerçekleştirilen ilk ortak uzay test projesidir (Bourland ve ark., 1999; Smith ve ark., 2009; Smith ve ark., 2012). Rus kozmonotlar alüminyum tüplerde ve metal kutularda paketlenmiş yiyecek ve içecekleri tercih ederken; Amerikalı astronotlar Apollo ve Skylab'taki ürünlere benzer gıdaları tüketmeyi tercih etmişlerdir. Bu projede mürettebat için özel hazırlanmış diyet menüleri ve yiyecekleri hazırlamak için minik ısıtma üniteleri mevcuttur (Casaburri ve Gardner, 1999). Ayrıca Amerikalı astronotlar ve Rus kozmonotlar test projesinde yemeklerini paylaşmış ve birlikte çeşitli deneyler gerçekleştirmişlerdir. Bu nedenle Apollo-Soyuz test projesi, bu iki ulusun uzayda yeniden birlikte çalışmalarına zemin hazırladığı için ayrı bir öneme sahiptir (Smith ve ark., 2012).

### **Space Shuttle (Uzay Mekiği) (1981-2011)**

Space Shuttle programında, dünyadakine benzer yiyecek-içecek paketlenme sistemi kullanılmış ve çeşitlilik artırılmıştır. Planlanan düzenli uçuşlar ve mürettebata sunulan imkanlar, programın yeniliklerinde önemli rol oynamıştır. Bu sayede, Space Shuttle astronotları kendilerine sunulan menülerden istedikleri yiyecekleri seçebilmekte ve kendi diyet listelerini hazırlayabilmektedirler. Kendi zevklerine göre hazırladıkları bu diyet listeleri uzman diyetisyenler tarafından kontrol edilmekte ve böylece olası aksaklıklar önlenmektedir (Casaburri ve Gardner, 1999; Lane ve ark., 2013). Space Shuttle programında, dondurucu ve buzdolabını destekleyecek güç alt yapısı bulunmamaktadır. Bu durum gıda seçiminde de uzun raf ömrüne sahip rehidre ve konserve ürünlere yönelmeye neden olmuştur (Smith ve ark., 2009). Mürettebat mekiğin orta kısmında su dağıtım cihazı ve fırının bulunduğu mutfak benzeri bir ortamda, yaklaşık beş dakikada tüm yemek hazırlığını tamamlayabilmektedir. Fırın yiyecekleri ısıtıp uygun servis sıcaklığında muhafaza ederken, su dağıtım cihazı da rehidre gıdaların yeniden yapılandırılması amacıyla kullanılmaktadır (Casaburri ve Gardner, 1999; Bourland ve ark.,

1999; Perchonok ve Bourland, 2002; Smith ve ark., 2012).

### **Shuttle-Mir Programı (1994-1998)**

Bu program Rus Uzay İstasyonu Mir'e gerçekleştirilen ve sekiz yıl boyunca devam eden 11 uçuştan oluşmaktadır (Smith ve ark., 2012). Shuttle-Mir programı, günümüzdeki International Space Station menüsünün temelini oluşturduğu için de ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü Amerika ve Rus Uzay İstasyonu arasında imzalanan bir anlaşmaya göre diyet listeleri eşit miktarlarda ulus yemeklerinden hazırlanmaktadır. Shuttle-Mir programı, diğer uzay uçuşlarına göre oldukça uzun soluklu olduğu için yiyecek seçiminde de uzun ömürlü yiyeceklerin önemi vurgulanmıştır. Isıl işlem görmüş yiyeceklerin rehidre ürünlere göre çok daha uzun ömürlü oldukları keşfedilmiştir (Smith ve ark., 2009). Aynı yiyecek ve içecek çeşitlerine diyet listelerinde çok sık yer verilmesi menü yorgunluğu olarak adlandırılır (Rızaoğlu ve Hançer, 2013). Bu program kapsamında da uzay ortamında uzun süreli kalındığı için yiyecek ve içecek menülerinin sık sık değiştirilmesi ve yeni hazırlama tekniklerinin kullanımıyla menü yorgunluğu giderilebilmektedir (Deveci ve Deveci, 2018).

### **International Space Station (Uluslararası Uzay İstasyonu) (1999-halen)**

International Space Station başlangıçta bünyesinde 16 ülkeyi barındıran, NASA ve diğer ülkelerin uzay istasyonlarının ortak çalışmaları sonucu yapılmış 2011 yılında tamamlanmış uluslararası uzay istasyonudur (Smith ve ark., 2012). Yiyecek ve içecekler Space Shuttle'daki gibi tek tek paketlenmiş dondurularak kurutulmuş, ısıl işlem görmüş, ışına maruz kalmış, doğal formu ve orta nemli yiyeceklerden oluşmaktadır. Uluslararası Uzay İstasyonu'nun elektrik gücü, yakıt hücrelerinden ziyade, güneş panellerince sağlandığı için menülerde rehidre olan gıdalar yerine termostabilize gıdalara daha çok yer verilmiştir (Casaburri ve Gardner, 1999; Perchonok ve Bourland, 2002).

Uluslararası Uzay İstasyonu mürettebatı çeşitli ülkelerden gelen astronotlardan oluşmakta ve bu durum yiyecek-içecek çeşitliliğini de uluslararası düzeyde artırmaktadır. Yiyecek-içeceklerde Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Kanada, Japonya gibi ülkelerin mutfaklarından örneklere yer verilmektedir (Smith ve ark., 2012). Mürettebattaki Japon astronotlar, Japon Uzay Ajansı'nın sağladığı tavuk ve soya sosu çeşnili erişte, Japon usulü yakisoba, körili pirinç, yuzu biberi çeşnili izgara tavuk, kurutulmuş yosun, soya soslu konserve ton balığı gibi gıda çeşitlerine ulaşabilmektedir (JAXA, 2021). Kanadalı astronotların menülerinde ise akçaağaç şuruplu kurabiye, ördek riletleri, şekerlenmiş ya da fümelenmiş somon gibi yiyecekler yer almaktadır (Canadian Space Agency, 2021).

Astronot menüleri, günde üç öğün yemek ve bir atıştırmalıktan oluşmaktadır. Bu menüler astronotların uzayda kaldıkları süre boyunca yeterli ve dengeli beslenmelerini sağlamak için tasarlanmıştır. Uzman diyetisyenler, astronotun durumuna bağlı olarak tüm menülerin günde 1900 ila 3200 kalori içermesini sağlamaya çalışmaktadır. Günlük alınması gereken kalori miktarı ağırlık, cinsiyet ve astronotun özel ihtiyaçlarına göre değişmektedir (Canadian Space Agency, 2021).

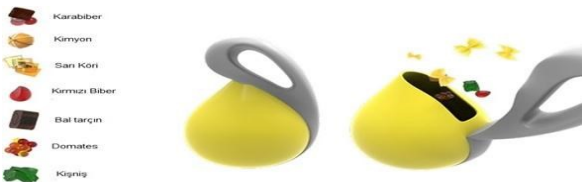
### Uzay Tasarım Fikirleri

Son zamanlarda, ticari uzay uçuşlarına dünya çapında artan bir ilgi mevcuttur ve artan bu ilgi konuya yönelik çalışmaların sayısını da artırmıştır. SpaceX, Blue Origin ve Virgin Galactic gibi girişimler, uzay turizmi üzerine çalışmalar yürütmektedir ve astronot olmayan insanları uzaya göndermeyi amaçlamaktadır. NASA, insanları 2030'larda Mars'a ve Mars'ın daha ilerisine göndermeyi hedeflemektedir (NASA, 2021).

Ay veya Mars'ta yaşam koşullarının sağlanabilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Teknolojinin ilerlemesi ile bu çalışmalar da hız kazanacaktır. Teknoloji, dünya dışı ortamlarda yiyeceklerin üretimi, dağıtımı ve hazırlama biçimlerine yönelik nasıl çalışmalar yapılacağına dair çözümler üretmektedir (Obrist ve ark., 2018). Bu çözümlere ilişkin tasarım fikirleri aşağıda ifade edilmiştir.

### Baharat Bombası Karışımı (Spice Bomb Mixing)

Baharat bombası karışımı fikri, uzay deneyimini iyileştirmek ve keyifli hale getirmek için insanların yemek yemeden önce uygun bir ruh haline getirildiği "duygusal" bir kavramdan ilham almaktadır (Spence ve ark., 2014). Yapılan çalışmalarda, astronotların burunlarındaki tıkanıklık nedeniyle uzayda lezzet duyularının azaldığı yönünde bulgular mevcuttur (Olabi ve ark., 2002). Bu durum, yemek yeme deneyiminde dünyadakine nazaran bazı değişiklikler olduğunu ortaya koymakta ve bu da astronotların menülerine çeşitli lezzet artırıcı çeşniler ve baharatlı sosları ilave etmelerine neden olmaktadır (Kerwin ve Seddon, 2002). Baharat Bombası Karışımı kavramı bu zorluğu ele alır ve uzayda yemek yemenin duygusal yönlerini geliştirmek için astronotlara bir fırsat sunar



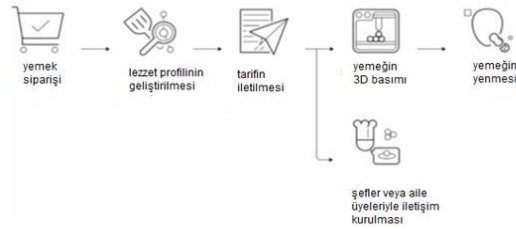
Şekil 1. Baharat bombası karıştırma cihazı (Obrist ve ark., 2019).

(Obrist ve ark., 2019).

Bu tasarım fikri Şekil 1'deki gibi baharat bombasının karıştırma bölmesinin çalkalanarak mikro yerçekimi ortamında yiyeceklerin karıştırılmasını ve tatlandırılmasını sağlamaktadır. Baharat bombası lezzet algısını artırarak yiyeceklerin organoleptik yönünü zenginleştirirken, yemek hazırlamayı eğlenceli hale getirerek duygusal yönden olumlu etkilere neden olur (Obrist ve ark., 2019).

### Üç Boyutlu (3D) Yazıcılı Lezzet Seyahati

Bu tasarım fikrinde, uzayda bulunan kişi; aile, arkadaş veya şef gibi insanlardan tarif isteyerek, dünyada yediği yiyeceklerin tat profilini tasarlayabilir ya da sipariş edebilir. Tarifler, fiziksel bir uçuşla teslim edilmek yerine, bunu tasarlayacak olan yazıcıya direkt olarak gönderilmektedir. Tarifi alan yazıcı da arzu edilen tatları ve besin maddelerinin içeriklerini yeniden yapılandırabilmektedir. Şekil 2'de, Dünya'daki ve uzaydaki insanları birbirine bağlayan 3D yazıcılı lezzet seyahatinin kavramsal tasarımını gösterilmektedir (Obrist ve ark., 2019).



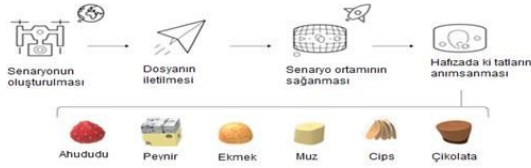
Şekil 2. 3D yazıcılı lezzet seyahatinin iş akış şeması (Obrist ve ark., 2019).

Bu tasarım konsepti fonksiyonel olarak birden fazla besin maddesinin ve lezzetinin, hibrit bir yiyecek basım mekanizması ile 3 boyutlu olarak meydana getirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu konsept uzaydaki lezzetleri farklı algılamaktan kaynaklanan duygusal durumları da karşılayabilmektedir. Üç boyutlu yazıcı sayesinde Dünya ile iletişimin mümkün olmasıyla birlikte (Ay'a 1.3 sn, Mars'a 3-21 dk gecikme) yemek hazırlamak sosyal ve kişisel olarak tatmin edici bir deneyim haline gelebilmektedir (Obrist ve ark., 2019).

### Dünya Hafıza Isırıkları (Earth Memory Bites)

Dünya Hafıza Isırıkları kavramı; gıda ile ilgili farklı bölgeleri, kültürleri veya belirli deneyimleri temsil eden ve farklı tatları içeren küçük ısırıklar tasarımıdır (Ahn ve ark., 2011). Aynı zamanda tanıdık tatlar yoluyla uzaydaki insanların refahını artırmak için önceden sisteme tanımlanmış tat seçeneklerini de içermektedir (bkz. Şekil 3' deki örnekler). Dünya hafıza ısırıklarının her biri sisteme tanımlanmıştır ve yemeği farklı bir şekilde hissettirmeye yarayan belirli bir ortama yerleştirilmiştir (Salamon ve ark., 2018).





**Şekil 3.** Simüle edilmiş bir yemek ortamından sunuma kadar yemeklerin ve özel tatların hazırlanması (Obrist ve ark., 2019).

Bu tasarım konseptinde, belirli bir lezzet profili ve çoklu duyuşal deneyim kombinasyonu birlikte yer almaktadır ve arzu edilen sipariş için iki seçenek mevcuttur. Birincisi, istenen lezzeti ve yemek ortamını birlikte sipariş etmek; ikincisi, lezzeti sipariş edip, önerilen bir yemek ortamı ile siparişi almaktır. İkinci seçenek, sanal gerçeklikte mükemmel bir yemek ortamı tasarlayan otomatik algoritma aracılığıyla oluşturulabilir. Farklı tatlar, 3 boyutlu baskı tarifi olarak hazırlanıp çok duyuşal ortamla birlikte kişiye gönderilmektedir. Basılan tatların her biri gerçek gıda maddesi biçiminde ve dokusunda olup tek lokma şeklindedir (örneğin bir çilek lokması, bir muz lokması; bkz. Şekil 3). Dünya'daki farklı ortamlarla tanıdık yer ve mekanların müzikleri, görsel projeksiyonları, ortam ışıkları, sıcaklık ve nem ayarlamaları ile duyuşal yönden güçlü yemek senaryoları oluşturulabilmektedir. Oluşturulan bu güçlü yemek senaryoları, uzay gemisindeki insanların sevdiği tatları birbirleri ile paylaşıp sosyalleşmelerine imkân tanırken; yaşadıkları yerlere duyulan özlem duygusu ile başa çıkmalarına da yardımcı olmaktadır (Obrist ve ark., 2019).

### Sonuç

Uzay uçuşlarına gösterilen ilginin son zamanlarda artması, küresel anlamda yeni arayışlara neden olmuştur. NASA'nın gelecek hedeflerinden biri de 2030'lu yıllarda insanları Mars'a göndermektir. İnsanın ilk uzay çalışmalarına başladığı 1961 yılından günümüze kadar geçen 60 yıllık süreçte birçok ilerleme kaydedilmiştir. Hızla gelişen teknolojinin de bu yoldaki ilerlemelere katkısı büyüktür. Mikro yerçekiminin etkileri; uzay gıda paketlenmesinin, gıda seçiminin ve ilgili gıda sistemi gereksinimlerinin gelişimi üzerinde muazzam bir etkiye sahip olmuştur. Yapılan araştırmalar; uzay ortamında hızlı tüketilebilen, atık oluşumunu en aza indirmeye çalışan ambalajlarda güvenli ve besleyici gıda üretimi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Günümüzde menüler astronotların görüşleri alınarak hazırlanmaktadır ve bu menülerin besin değerleri uzmanlar tarafından kontrol edilmektedir. Gelecekte de uzayda kalınan sürenin artacağı öngörülmektedir. Bu durum uzun raf ömrüne sahip yiyeceklerin daha önemli hale gelmesine yol açmaktadır. Fakat konserve gibi uzun raf ömürlü yiyecekler kapladıkları depo-

lama alanı ve ağırlıkları nedeniyle olumsuz etkiye sahiptir. Bu olumsuz etkinin üstesinden gelmek için uzay istasyonunda yetiştirilmeye başlanan sebzeler olduğu bilinmektedir. Son zamanlarda dünya çapında uzay alanına yönelik artan ilgi ve merakla birlikte uzay yaşamının gizemi çözülmeye devam etmektedir. Her geçen gün daha fazla fikir sahibi olduğumuz uzay yaşamı araştırmaları, teknolojik gelişmelerin de katkısıyla elde edilen bulgular sayesinde geleceğe ışık tutacaktır.

### Kaynaklar

- Ahn YY, Ahnert SE, Bagrow JP, Barabási, AL. Flavor network and the principles of food pairing. *Nat Sci Reports* 2011; 1(196): 1-7.
- Bal A. Hava-uzay araçlarının (aerospace craft) hukuki rejimi. *DEÜHFD* 2014; 15: 1465-528.
- Bourland C, Kloeris V, Rice BL, Vodovotz Y. Food system for space and planetary flights. Lane HW, Schoeller DA eds. In: *Nutrition in Space flight and Weightlessness Models*. United States of America: CRC Press, 1999; pp. 19-32.
- Canadian Space Agency. Eating in Space. <https://www.asc-csa.gc.ca/eng/astronauts/living-in-space/eating-in-space.asp>; Erişim Tarihi: 02.01.2021.
- Jane AG. *Space Food and Nutrition: An Educator's Guide with Activities in Science and Mathematics*. First Edition. Washington DC: NASA. 1999; pp. 2-8
- Deveci B, Deveci B. Uzayda beslenme ve gelişim süreci üzerine teorik bir değerlendirme. *JOTAGS* 2018; 3: 26-38.
- Enrico C. Space nutrition: the key role of nutrition in human space flight. <https://arxiv.org/abs/1610.00703>; Erişim Tarihi: 03.01.2021.
- Herr M, Titze J, Smith SM, Baecker N. *Nutrition, Physiology and Metabolism in Space Flight and Analog Studies*. London: Springer International Publishing, 2015; pp. 1-3.
- JAXA. Certified Space Foods. <https://iss.jaxa.jp/en/spacefood/about/japanese/detail/>; Erişim Tarihi: 02.01.2021.
- Karaali A. *Gıda İşletmelerinde HACCP Uygulamaları ve Denetimi*. Birinci Baskı. Ankara: Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2003; pp. 1-3.
- Kerwin J, Seddon R. Eating in space-from an astronaut's perspective. *Nutr* 2002; 18: 921-5.
- Kunz H, Quirriarte H, Simpson RJ, Snyder RP, McMonigal K, Sams C, Crucian B. Alterations in hematologic indices during long-duration space

- flight. BMC Hematology 2017; 17(19): 1-8.
- Lane HW, Bourland C, Barrett A, Herr M, Smith SM. The role of nutritional research in the success of human space flight. ASN 2013; 4: 521-3.
- Lane HW, Feedback DL. History of nutrition in spaceflight: Overview. Nutr 2002; 18(10): 797-804.
- NASA. Moon to Mars Overview. <https://www.nasa.gov/content/journey-to-mars-overview>; Erişim Tarihi: 02.01.2021.
- Obrist M, Marti P, Velasco C, Tu Y, Narumi T, Möller NLH. The future of computing and food. Proceedings of the 2018 International Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI'18). 29 May, 2018- 1 June, 2018; New York-USA.
- Obrist M, Tu Y, Yao L, Velasco C. Space food experiences: Designing passenger's eating experiences for future space travels scenarios. Front Comput Sci 2019; 1(3): 7-12.
- Olabi AA, Lawless HT, Hunter JB, Levitsky DA, Halpern BP. The effect of microgravity and space flight on the chemical senses. J Food Sci 2002; 67: 468-78.
- Özçivici E. Effects of spaceflight on cells of bone marrow origin. Turk Hematol 2013; 30: 1-7.
- Perchonok M, Bourland C. NASA food systems: Past, present and future. Nutr 2002; 18: 913-20
- Rızaoğlu B, Hançer M. Menü ve Yönetim. İkinci Baskı. Ankara: Detay Yayıncılık, 2013; pp. 70-1.
- Salamon N, Grimm JM, Horack JM, Newton EK. Application of virtual reality for crew mental health in extended-duration space missions. Acta Astronaut 2018; 146: 117-22.
- Smith SM, Street JD, Neasbitt L, Zwart SR. Space Nutrition. First Edition. United States of America: NASA Press, 2012; pp. 6-21.
- Smith SM, Zwart SR, Kloeris V, Heer M. Nutritional Biochemistry of Space Flight Nutritional Biochemistry of Space Flight. First Edition. New York: Nova Science Publishers, 2009; pp. 3-12.
- Spence C, Velasco C, Knoeflerle K. A large sample study on the influence of the multi sensory environment on the wine drinking experience. Flvr 2014; 3(1): 8.

