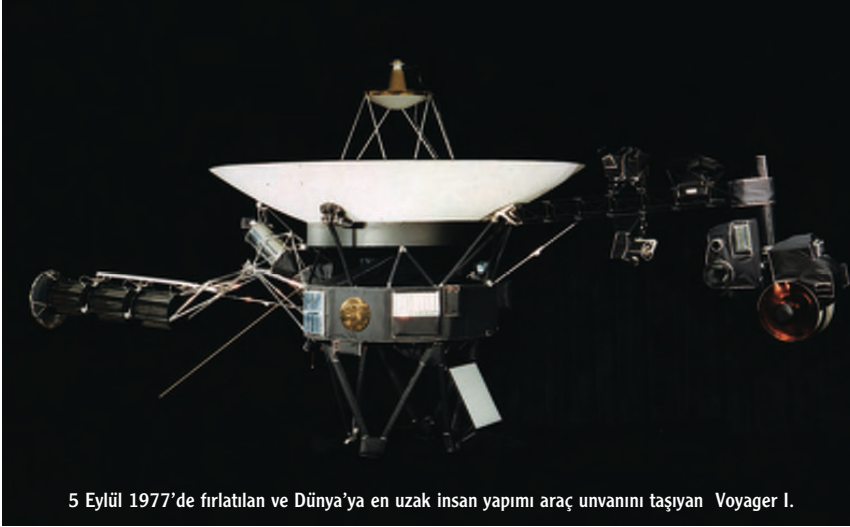


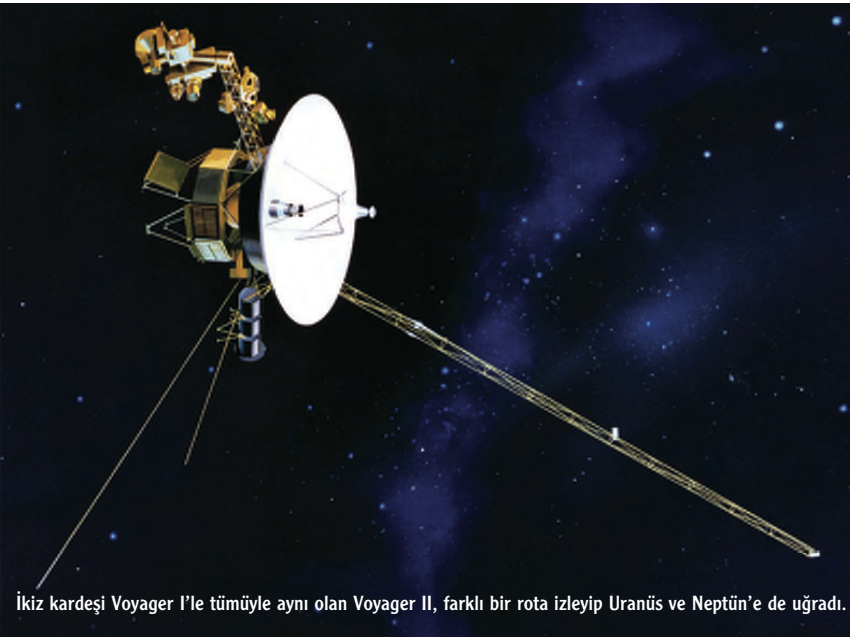
GEZEGENLER KOROSU



Bu ay size müzik tarihinden seçkin bir albümü tanıtacağız! Bilim ve Teknik'te ilk kez bir albüm tanıtımına rastlıyorsunuz ve bu sizi şaşırtmış olabilir. Bunu yapmasaydık, gökyüzündeki komşularımızın seslendirdiği ve 1992'den beri piyasada olan bu sıra dışı albümü müzik raflarında bulamayabilir ve içindeki ilginç parçalardan yoksun kalabilirdiniz. Aman dikkat! Albümü dinleyince belki siz de gezegenleri biraz gürültücü bulabilirsiniz. Bu nedenle bu albümleri almadan önce, içinde nasıl "şarkılar" varmış diye bir bakın. Çünkü bunlar için "koltuğa oturup baştan sona keyifle dinlenecek bir albüm" demeye dilimiz varmıyor ama hayal dünyanızı harekete geçirecek, sizi gerçekten uzay boşluğunda gibi hissettirecek sesler duyacağınız kesin. Sizler için stüdyoya da girdik (!) ve bu albümlerin nasıl kaydedildiğini öğrenip sayfalarımızda anlattık. Gezegenlerin ve başka gök cisimlerinin esin verdiği öteki albümlere de değindik. Hatta benzer birş arkiyi nasıl besteleyebileceğinize ilişkin birkaç ipucunu da yazının sonuna ekledik. Buyrun, sizin de kulağınızın pası silinsin!



5 Eylül 1977'de fırlatılan ve Dünya'ya en uzak insan yapımı araç unvanını taşıyan Voyager I.



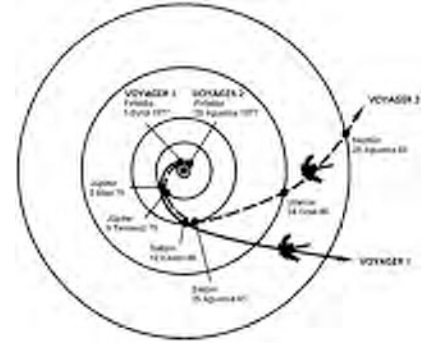
İkiz kardeşi Voyager I'le tümüyle aynı olan Voyager II, farklı bir rota izleyip Uranüs ve Neptün'e de uğradı.

Voyager I uzay aracı, 5 Eylül 1977'de fırlatıldıktan sonra 5 Mart 1979'da Jüpiter'e, 12 Kasım 1980'de de Satürn'e uğradı. Asıl görev konusu olan bu iki gezegen ve onların uydularıyla ilgili gerekli bilgiyi toplayıp Dünya'ya ilettikten sonra, uzay boşluğundaki yoluna devam etti; hâlâ da ediyor. Öyle ki şu an bizden yaklaşık 107 AB (astronomik birim -Dünya'nın Güneş'e ortalama uzaklığı) uzakta ve Güneş Sistemi'nin dışına çoktan çıktı bile. Dünya'dan en uzaktaki insan yapımı nesne rekorunu da hiçbirşeye teslim etmeyecek bu gidişle.

Voyager I'den 16 gün önce yola çıkan, kızkardeşi Voyager II de tıpkı ikizi gibi Jüpiter ve Satürn'e uğradı. Daha sonra Jüpiter'den aldığı kütleçekimsel itkiyle yönünü Uranüs ve Neptün'e çevirdi. Voyager II, 9 Temmuz 1979'da Jüpiter'i, 25 Ağustos 1981'de de Sa-

türn'ü -hızır geçiyorken aradan uyduları da çıkararak- ziyaret ettikten sonra, 24 Ocak 1986'da Uranüs'e, 25 Ağustos 1989'da da Neptün'e en yakın geçişini yaptı. O da şimdi bizden yaklaşık 87 AB uzakta ve görevini başarıyla tamamlamanın mutluluğuyla uzay boşluğunun başka bir yönüne doğru sürükleniyor...

Teknik sorunlar yaşasalar da ikizler hâlâ Dünya'yla iletişim halinde. Pioneer 10 ve 11 gibi "yıldızlar arası sonda" unvanını taşıyan bu araçlardan dünyaya bilginin ulaşması saatler alıyor. Örneğin Voyager I'den gelen ışık ve radyo dalgaları bize 14,6 saatte varıyor; ne de olsa Güneş rüzgârının bile dindiği bir bölgeye, "heliopause"a ulaşmak üzere. Bu süre her geçen gün de artıyor. Sözü şöyle bağlayalım: Sanatçılardan yeni albümlerine ilişkin tüyolar almak her geçen gün daha da güçleşiyor.



Voyagerların izledikleri rotalar. Verilen tarihler, söz konusu gezegene en yakın geçiştir.

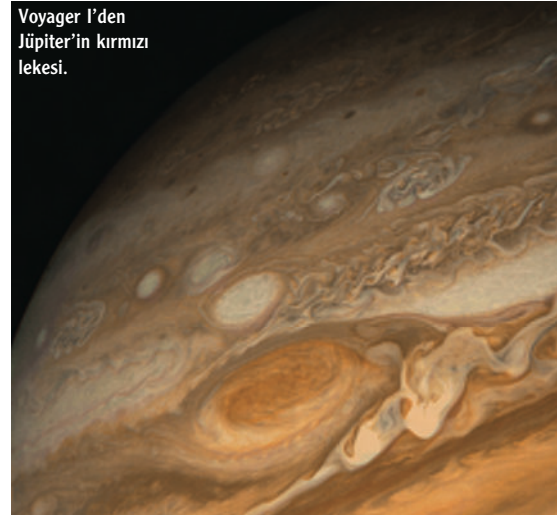


NASA yapımı bir albüm: Gezegenler Senfonisi... Sanatçılar: Voyager I ve Voyager II... Koro üyeleri: Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün...

Bir NASA Yapımı: "Gezegenler Senfonisi"

Sanatçılarımız Voyager I ve Voyager II'ye ilişkin bu kısa bilgiden sonra, yukarıda sözünü ettiğimiz albüme dönebiliriz. Albümün adı Symphonies of the Planets, yani Gezegenler Senfonisi NASA'nın Kaliforniya, Madrid ve Canberra yakınlarında birer ayağı bulunan Derin Uzay Ağı adlı "uzay aracı izleme ve iletişim sistemi" ve burada çalışanlar, aslında albümü yapan ekibin ta kendisi. Bu sistem, yalnızca Voyagerların gönderdiği fotoğrafları ya da gezegenlerin başka verilerini değil, onların

Voyager I'den Jüpiter'in kırmızı lekesi.





Satürn ve uydularından oluşan sistemin Voyagerlar tarafından çekilen fotoğraflarının montajı: Önde Dione, sağda Tethys ile Mimas, solda Enceladus ile Rhea ve geride yukarıda Titan.

ve içinde buldukları uzayın da sesini derliyor.

Peki, bu ses kaynakları neler? Öncelikle Güneş rüzgârının, Güneş Sistemi'nin dört gaz devinin -yani koro üyeleri Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'ün- manyetosferiyle etkileşimi sonucunda açığa çıkan yüklü parçacıklar... Bu parçacıkların, duyulabilir aralıkta (20-20.000 Hz) titreşim frekansı var. Gezegenlerin manyetosferi de tek başına bir ses kaynağı gibi davranabiliyor. Gezegenle iç atmosfer yüzeyi arasında sıkışıp kalan ve bir aşağı bir yukarı gidip gelen radyo dalgaları da başka bir kaynak. Uzaydaki elektromanyetik alan gürültüsü, gezegene ya da uydulara ait yüklü parçacıkların birbiriyle etkileşimleri ve bazı halkalardan salınan yüklü parçacıklar da öteki ses kaynakları.

Peki, tüm bunlar nasıl ses kaynağı olabiliyor? Uzay boşluğu, kusursuz bir vakum (yüzde yüz bir boşluk) olmasa da -çünkü çok küçük oranlarda bile olsa çeşitli parçacıklar, özellikle de hidrojen plazması içeriyor- bildiğimiz anlamdaki sesin yayılması için yeterli değil. Yine de bu, uzayda sesin olamayacağı anlamına gelmiyor. Değişik kaynaklardan çıkan çeşitli dalgalar, sese dönüştürülebiliyor.

Örneğin uzaydaki elektromanyetik ışınım, bir ses kaynağı olarak düşünülebilir. Bu durumda sesi, elektronik ya

da manyetik titreşimler ortaya çıkarır. Tabi, insan kulağının duyabilmesi için bunları bir dizi işlemden geçirmek gerekir. Bunu radyo teleskopların, radyo frekansındaki dalgaları alıp anlaşılabilir veriye çevirmesine benzetebiliriz. İşte, Voyager uzay araçlarının taşıdığı özel donanım, bu titreşimleri insanın duyma aralığına uygun şekilde alıp kaydetmeyi bir dizi deney sonunda başarmış ve bu albümün ortaya çıkmasını sağlamış.

Voyagerlar'ın Kayıt Aygıtları

Voyagerlar Dünya'yla haberleşirken 3,65 m çapında, yüksek kazançlı anten ile S-band (yaklaşım 2300 MHz) alıcı ve X-band (yaklaşım 8400 MHz) alıcı-verici çiftini kullanıyor. Voyagerların bu aygıtlarla gönderdiği radyo sinyallerindeki "efektler", aslında çok daha başka işlere yarıyor. Onlar bir atmosferin yapısını ve bileşimini, halkalardaki parçacıkların boyutunu ve dağılımını, ayrıca gezegen ya da uydunun kütleçekim alanının özelliğini anlamaya yarayan öğeler. Başka bir deyişle Voyagerlar elbette bu albümü kaydetmek için gönderilmedi! İkizlerden her biri, 10 bilimsel araştırma yapmak için çeşitli aygıtlarla donatıldı; ancak bunlardan bazıları albüm kayıtlarında da kullanıldı.



Voyager II'den Neptün ve üstündeki büyük leke.

Örneğin her uzay aracında dört manyetometre var. 13 m'lik bir çubuğun üstündeki bu dört aygıt, gezegenin manyetik alanını, ayrıca manyetosferin yapısını ve uydularla etkileşimini anlamaya yardımcı oluyor. Gezegenler arası manyetik alanlar da yine bu manyetometrelerle ölçülüyor.

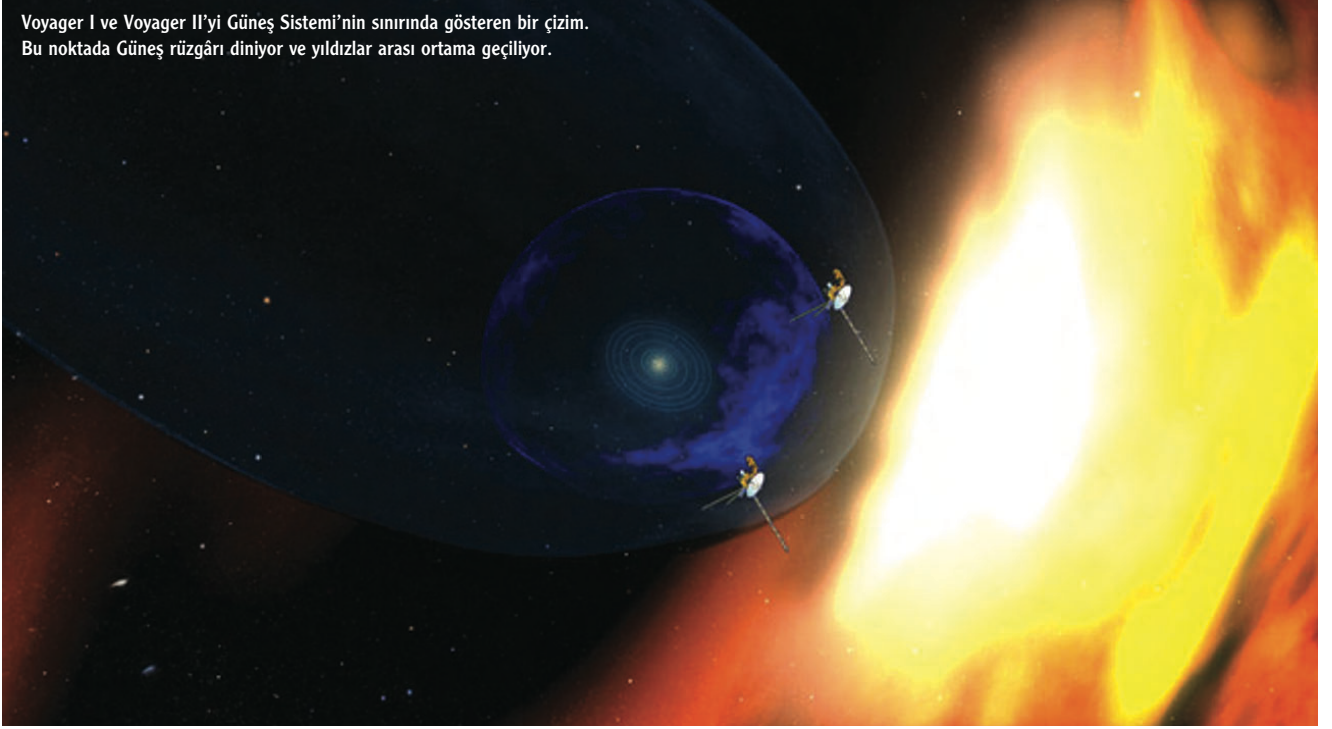
Manyetik alanları etkileyen ve sıvı akışkanlığındaki sıcak iyonize gazlardan oluşan plazmayı, plazma detektörleri algılıyor. Plazma genellikle, gezegenlerin manyetik alanları arasında sıkışmış durumda, uydularla etkileşim halinde bulunuyor. Plazma detektörü bu etkileşimlerin karakteristiğini çıkarırken Güneş rüzgârının özellikleri ve gelişimi hakkında da bilgi veriyor.

Düşük enerjili yüklü parçacık detektörü adlı başka bir aygıt da gezegen manyetosferinde sıkışıp kalmış düşük enerjili yüklü parçacıkların bileşimini ve enerji tayfını ölçmeye yarıyor. Göka-



Voyager II'den hilalş ekindeki Uranüs.

Voyager I ve Voyager II'yi Güneş Sistemi'nin sınırında gösteren bir çizim.
Bu noktada Güneş rüzgârı diniyor ve yıldızlar arası ortama geçiliyor.



dadaki kozmik ışınların dağılımını ve değişimini ölçmek de yine bu aygıtın işi. Kozmik ışınlar, doğadaki en çok enerji yüklü parçacıklar ve aslında atom çekirdeğiyle elektrondan başka birşey değiller. Yine Voyagerların taşıdığı kozmik ışın paketi, kullandığı yedi teleskopla hidrojen den demire kadar olan atomik çekirdekleri inceliyor.

Gezegenin manyetik alan çizgileri boyunca kıvrılan yüklü parçacıkların yol açtığı radyo dalgaları, gezegenin içinde olup bitenleri anlamak için birebirdir. Çünkü manyetik alan, kaynağını gezegenin içinden alıyor. Voyagerlardaki 10 m'lik çubuk anten de 1,2 kHz ile 40,5 MHz arasındaki radyo dalgalarını dinleyebilecek kapasitededir.

Son olarak Voyagerlardaki plazma dalgası aygıtı, gezegenlerin manyetos-

ferleri arasındaki etkileşimi ölçmeye ve gezegen manyetosferiyle Güneş rüzgârı arasındaki etkileşimi algılamaya yarıyor. Bu aygıt aynı zamanda halka düzlemindeki parçacıkları algılayıp uzay aracına çarpış hızlarını da ölçebiliyor.

Voyagerlar tüm bu donanıyla -isterseniz bunlara müzik aleti gözüyle de bakabilirsiniz- görevlerini sürdürüp topladıkları verileri Derin Uzay Ağı sistemine geçtikten sonra, albümü ortaya çıkarmak NASA'daki görevlilere kalıyor. Çünkü bu verilerin insan kulağının duyabileceği ses sinyallerine çevrilmesi, sonra da kulağa hoş gelecek (!) şekilde düzenlenmesi gerekiyor. Tüm bu çabaların sonucunda da ortaya Kasım 1992'de yayımlanan 5 CD'lik bu albüm çıkıyor!

Uzaydaki Sesler

Piyasada bu albümün benzerleri de var. Hepsinin de esin kaynağı gökyüzü. Kimileri bu dört gezegenin dışında kalan komşularımızı derin uzay cisimleriyle birlikte koruya katmış, kimileri doğrudan gezegenlerden esinlenmiş. Hatta Almanya'da bir bilim müzesi, bu konuyu bir köşede işlemiş bile. Gelin, bu çalışmalara da göz atalım.

<http://spacesounds.com/> sitesine girdiğinizde sizi karşılayan sesler, kendinizi uzay boşluğunda hissettirecek cinsten. Bu siteyi hazırlayanlar, NASA'nın Mercury, Gemini ve Apollo gibi programlarındaki çeşitli ses kayıtlarının yanı sıra, Güneş Sistemi'ndeki çeşitli sesleri de bu siteye taşımış. 2005'te çıkardıkları albüm de siteyle aynı adı ta-

Satürn'ün kuzey yarıküresinde yaklaşık 7.000.000 km²lik bir bölgenin Voyager II'den alınan görüntüsü.



Voyager II'den Satürn'ün B ve C halkalarının tersine çevrilmiş renklerle görüntüsü.





Voyagerların albümüne rakip başka bir albüm:
Uzay Sesleri.

şıyor: "Spacesounds" yani "Uzay Sesleri".

Bu sitede yalnızca Voyagerların değil, Galileo ve Cassini gibi benzer donanımdaki öteki uzay araçlarının da kaydettiklerinin sese dönüşmüşhalleri dinlenebiliyor. Böylece hem bu albüm, hem de yukarıda söz ettiğimiz albüme ilişkin fikir edinilebiliyor. Albüme katkıda bulunan koro üyelerinden bazıları Jüpiter'in uydusu Ganymede ve Satürn'ün halkaları gibi tanıdık isimler. Bakın bunların dışında albümde daha kimler yer almış:

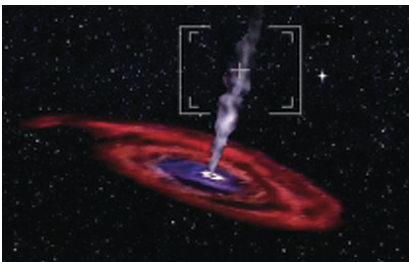
- 1957'de Sovyetler Birliği'nin uza-ya fırlattığı ilk yapay uydusu Sputnik

- Ancak radyo teleskoplarca Dünya atmosferinde algılanabilen radyo, televizyon, cep telefonu sinyalleriyle uçakların çıkardığı gürültünün yol açtığı "kozmetik moloz"

- Yine radyo teleskopların algıladığı ve Büyük Patlama'dan geriye kalanları incelerken görülen kozmik arka plan ışması

- Manyetosfer içinde bir aşağı bir yukarı gidip gelen plazmanın yol açtığı aslan kükremesine benzeyen radyo dalgaları

- Dünya atmosferinde, alıcıdan birkaç bin kilometre ötede çakanışimsek-



Bir kara delikten kaçmayı başaran X-ışını ve kızılötesi ışınının canlandırılması. Işınının yaptığı yarı periyodik salınımın sesi de aynı sitede.



<http://spacesounds.com/> sitesinde seslerini duyduğumuz gök cisimlerini bir arada.

lerin yol açtığı çok düşük frekanslı radyo dalgaları

- Saniyede 11 kez dönen ve bu frekansla tıpkı bir deniz feneri gibi yanıp sönen Vela atarçası (pulsar)

- 715 milisaniyede bir kez dönen ve ilk keşfedilen atarcalardan biri olan PSR B0329 + 54 (bu frekanstaki yanıp sönmünün ses sinyallerine çevrilmesiyle ortaya çıkan ses, bir oda içinde dolaşan ayak seslerine benziyor!)

- GRS 1915 + 105 adlı kara delikten kaçmayı başaran X-ışını ve kızılötesi ışınının yarı periyodik salınımı

- NASA'nın SOHO uzay aracındaki Michelson-Doppler Görüntüleyicisi kullanılarak Güneş sismologlarınca dinlenen Güneş'in "kalp atışı"

Holst'un "Gezegenler"i, Dr. Terenzi'nin Gökadaları

Yukarıda da belirttiğimiz gibi gökyüzünden esinlenenler ve bunu müziğe yansıtanlar çok. Ancak kimileri biraz daha farklı bir yerde. Bunlardan biri, ünlü İngiliz besteci Gustav Theodore Holst. Holst'un Gezegenler süitindeki parçalar, Dünya dışında kalan yedi gezegenin (hemen belirtelim, önceki yıl gezegenler liginde küme düşen Plüton, Holst'un bu süiti bestelediği 1914-1916 yıllarında daha keşfedilmemişti) adlarını ve mitolojideki anlamlarına uygun lakaplarını taşıyor: 1. Mars, Savaşı Getiren 2. Venüs, Barışı Getiren 3. Merkür, Kanatlı Haberci 4. Jüpiter, Neşeyi Getiren 5. Satürn, Yaşlılığı Getiren 6. Uranüs, Büyücü 7. Neptün, Mistik.

Berlin'deki Naturekunde Museum adlı bilim müzesi, seçkin koleksiyonunda yer alan Gezegenlerin Sesleri bölümünde, bu albümdeki iki parçanın yanı sıra başka kişilere ve onların çalışmalarına da yer vermiş. Örneğin grafik sanatçısı, ressam ve müzisyen Rainer Tillmann'ın tas şeklindeki Tibet vurmaları çalgılarının tonlarını gezegenlerin kendi ekseninde ve Güneş çevresinde dönme frekansına uyarladığı ve ortaya bir meditasyon müziği çıkardığı albümünden Uranüs adlı bir parça... Ya da Peter Neubacker'in Johannes Kepler'e atfen "gezegen yasalarına uyan müzik" dediği ve farklı gezegenlerin yörünge hızları arasındaki oranların, kullandığı tonlara temel oluşturduğu bilgisayar destekli bestesi Harmonices Mundi.



Holst'un Gezegenler Süiti'nden iki parçayla Mozart'ın Jüpiter Senfonisi, Berlin'deki bilim müzesinde dinlenebilir.



Sekiz gezegenin Güneş çevresindeki dönme frekanslarını 20–20.000 Hz aralığına denk geleceks ekilde uyarlayabileceğiniz gibi, aynı uyarlamayı dönme periyotları ya da kendi eksenlerinde dönme frekanslarıyla da yapabilirsiniz. Ne de olsa bu bir kurgu!

Aynı müzede yer verilen başka bir parçanın besteciye çok tanıdık: Wolfgang Amadeus Mozart. Ünlü bestecinin 41 numaralı son senfonisi Jüpiter Senfonisi olarak da anılıyor. Gezegenlerden yıldızlara doğru yönünüzü çevirdiğinizde karşınıza başka tanıdık ad ve parçalar da çıkıyor. Örneğin Yıldız Savaşları ve “2001: Uzay Macerası” filmlerinin müzikleri de kendisine müzenin bu köşesinde yer bulmuş; Johann Strauss’un yıldızlardan esinlenen Mavi Tuna Üzerinde adlı vals de bunlara dahil...

Son olarak, bu müzede yer verilmeyen ama değinmeden geçemeyeceğimiz bir kişi daha var; çünkü bu müzisyen aynı zamanda bir astrofizikçi. Dr. Fiorella Terenzi, Milan Üniversitesi’nde fizik doktorasını tamamladıktan sonra Verdi Konservatuari’nda opera ve bestecilik eğitimi almış. California Üniversitesi’nde Bilgisayarlı Ses Araştırma Laboratuari’ndaki çalışmaları sırasında geliştirdiği bir teknikle, gökadalardan gelen radyo dalgalarını sese çevirmiş. Bu çalışmalarda elde ettiği sesleri besteciliğiyle yoğurup 1991’de Gökadalardan Gelen Müzik (Music from the Galaxies) adlı bir albüm çıkarmış.

İşte, bu albümdeki yedi şarkının adı da şöyle: 1. Yıldız Soluğu 2. Galaktik Vuruşlar 3. Yıldızların Rüzgârı 4. Plazma Dalgaları 5. Patlama 6. Radyo Çekirdek 7. Kozmik Zaman.

Siz de Besteleyin

Hiç “gezegenler ses çıkararak dönselerdi nasıl olurdu?” diye düşündünüz mü? Yukarıda değindiğimiz besteciler ve kullandıkları teknikler, belki sizin de yaratıcılığınızı harekete geçirmiş olabilir. Ya da gezegenler sizi çoktan büyüledi ve bestelerinizi yapmanız an meselesi... Yazımızın bu son bölümünde biraz matematik kullanarak nasıl göksel seslere ulaşabileceğimize ilişkin ipuçları da vermek istedik.

Düş kurarak başlayalım: Gezegenlerimizin, Güneş çevresinde dönme frekanslarıyla orantılı bir frekansta ses çıkardığını düşünelim. Yani hızlı dönen içteki bir gezegenin –örneğin Merkür’ün– çıkardığı sesin frekansı da yüksek olsun; bu bize tiz bir ses verecek. Bu durumda dıştaki gezegenler ağır ağır dönerken, düşük frekanslı, yani pes sesler çıkaracak. İsterseniz büyük gezegenlerin daha büyük, küçüklerin de daha küçük genlikte ses-



Astrofizikçi Dr. Fiorella Terenzi’nin gökadalardan gelen radyo dalgalarını sese çevirerek oluşturduğu albümün kapağı.

ler çıkardığını da düşünebilirsiniz.

Bundan sonra iş, gezegenlerin dönme frekanslarını insan kulağının duyma aralığı olan 20 Hz ile 20 kHz arasına dağıtmaya geliyor. Basit bir oranlama yeterli olacaktır. Aşağıdaki tabloda olduğu gibi yörünge frekansını 15.000 ile çarpmak, iyi bir sonuç verebilir. Ama ortaya çıkacak sonucun daha iyi olmasını istiyorsanız, oranlamayı logaritmik ölçekte de yapabilirsiniz.

Şimdi sıra bu frekansta sesler elde etmeye geldi. Bilgisayarınıza ücretsiz olarak indirebileceğiniz basit bir MIDI ses dosyası çalıcıda, bu sekiz farklı frekansı üst üste bindirebilirsiniz. Dilerse her frekanstaki sesi teker teker ekleyin. Bas sesleri (örneğin yukarıdaki tabloya göre yaklaşık 25 Hz’lik bir ses üretecek Neptün) duymada zorlanabilirsiniz; tiz sesler de çok rahatsız edici gelebilir. Bu durumda tablodaki değerlere sadık kalmaktan vazgeçebilir, frekans yerine periyodu kullanabilir, bazı seslerin genliğini alçaltıp yükseltebilirsiniz; ne de olsa bu bir kurgu!

“Ne kadar gürültücüymüş bu gezegenler” diyorsanız, onlardan vazgeçip Jüpiter’in uyduları için benzer bir “oyun” oynayabilirsiniz. Ama ortaya çıkacak sonuç yine kulağa hoş gelmeyebilir! Ancak gördüğünüz gibi bu konu birçok müzisyene ve bilim insanına esin kaynağı olmuş. Çünkü gezegenler korosunun hayal dünyanızı harekete geçirecek “sesleri”, her zaman fazlasıyla davetkâr!

Muzaffer Özgüleş

Gezegen	Yörünge Periyodu (yaklaşık olarak gün)	Yörünge Frekansı (1/gün)	Karşılık Gelen Frekans (15.000 ile çarpılınca)
Merkür	88	0,011363636	17045,45455
Yenüs	225	0,004444444	6666,66667
Dünya	365	0,002739726	4109,589041
Mars	687	0,001455604	2183,406114
Jüpiter	4330	0,000230947	346,4203233
Satürn	10748	0,000093039	139,5588359
Uranüs	30666	0,000032609	48,91377984
Neptün	60148	0,000016625	24,93833995

Kaynaklar:
<http://voyager.jpl.nasa.gov>
<http://spacesounds.com/navigator/index.html>
<http://www.fiorella.com/>
http://en.wikipedia.org/wiki/Voyager_1
http://en.wikipedia.org/wiki/Voyager_2
<http://www.ianridpath.com/planets2.htm>