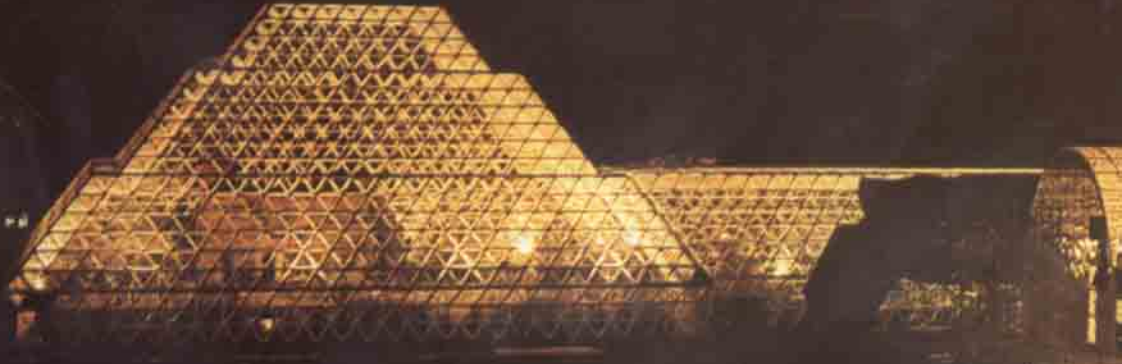


SERA İÇİNDE BİR D



Peri masallarındaki gibi bir gece görünümü: Biosfer 2'nin 30 metre yüksekliğindeki muazzam piramidi, Arizona çölünün ortasında parlıyor. Bu yer yüzü hayatı laboratuvarı, toprak üzerinde 12.000 metrekarelik bir alanı kaplamaktadır. Biosfer 2'nin metalik ve sızdırmaz yapısı, 200.000 metreküplük bir hacme sahiptir. Yapıcıları, bunun yarımküresel uzay istasyonlarına modellik edecek koskocaman bir Nuh Gemisi olduğunu söylüyorlar.

Jean BERGEROT

Arizona çölünün ortasında, camdan bir piramit içine dünyamızın bütün hayatı sığdırılıyor: Şimdiye kadar duyulmamış bir deney olan Biosfer-2'ye Eylül 1991'de başlanmıştır. Bu deney çerçevesinde dört erkekle dört kadın, bu bağımsız dünya içinde toplam olarak iki yıl geçirecekler. Küçük dünyalarında bir tropik orman, bir okyanus, bir savana ve bir çöl bulunmaktadır. Deneyin uzun vâdeli hedefi, Ay'da ve Mars'ta insanlı istasyonların kurulmasını hazırlamaktır.

ÜNİYA BİYOSFER II



Dört erkek ve dört kadın, bilim kurgu senaryolarına benzeyen bir projeyi gerçekleştirmeğe hazırlanıyorlar: Dünyamızın tam bir kütülmüş kopyası olan Biyosfer 2'ye kapanacaklar ve iki yıl süreyle bu küçük dünyada yaşayacaklar. Şimdiye kadar hiç kimse ve hiçbir ekip bu kadar uzun süreyle dış dünyayla ilişkisini kesmeye kalkışmamıştı. Proje, bizim kendi mavi gezegenimiz Biyosfer 1'e nazire olarak Biyosfer 2 şeklinde adlandırılmıştır.

Gerçek bir laboratuvar olan Biyosfer 2, çelik konstrüksiyonlu bir sera biçimindedir ve Arizona çö-

lünde, Tucson'un 50 kilometre kuzeyinde, Catalina dağlarının eteğinde yer almaktadır. Etrafını kaktüsler ile dikenli çalılıkların yetiştiği kurak ve çakıllı bir yayla çevrelemektedir. Daha uzağında, Del Oro kanyonu bulunmaktadır. Biyosfer 2, güneş ışığı altında kristalden bir saray gibi parıldamaktadır. Yapı, en yüksek yerinde 30 metreye kadar erişiyor. Uzunluğu 170 metre, genişliği 110 metre kadar ve yer üzerinde 12.000 metre metrekarelik bir alan kaplıyor. İç hacmi ise 200.000 metreküptür. Projenin öncülerinden John Allen şöyle demektedir: "Biz, bunun sekiz ki-



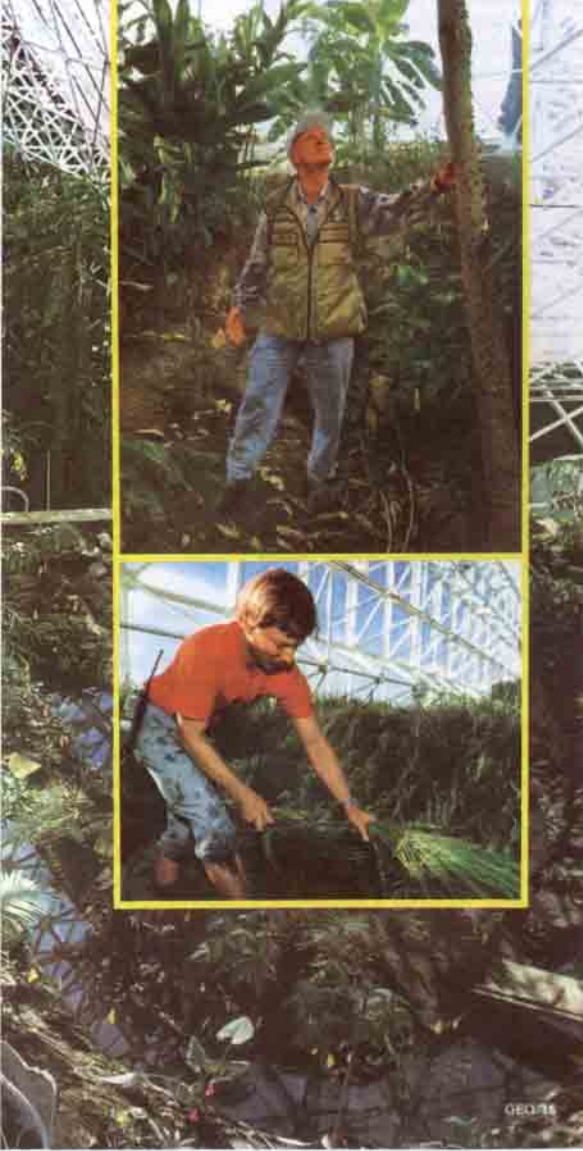
Kubbeden süzülen ışık altında biyonotlar, günde dört saatlerini tarıma ayırmakta ve dönüşümlü olarak 150 çeşit bitki yetiştirmektedir. Bunlar arasında özellikle tahıllar (buğday, mısır, sorgun) gibi kendilerinden un üretilen ve hayvanlara yem sağlayan bitkiler bulunuyor.

şinin dış dünyadan tam bağımsız olarak yaşamasına yeteceğini hesapladık. İçerideki biyonotlar kendi atmosferlerini soluyacaklar, kendi sularını içecekler, kendi topraklarını ekeceklerdir. Biyosfer 2'nin Biyosfer 1 ile yapacağı yegâne alışveriş, bilgi alış-verişi olacaktır."

Biyosfer 2, şimdiye kadar gerçekleştirilmiş en büyük "yapay yaşama alanı" projesidir. Projenin nihai maliyetinin de 750 milyon frank (yaklaşık 645 milyar Türk Lirası) kadar olacağı tahmin edilmektedir. Biyosfer 2, atmosferden camdan bir kubbe ile, yerden de beton ve çelik bir kaplama ile tamamen tecrit edilmiştir. Tamamıyla "kapalı devre" olarak işleyecek ve içindeki bitkiler, fotosentez vasıtasıyla havadaki karbondioksidi emerek hayat için gerekli oksijeni salacaklardır. Bu sihirli ortamda, bir nemli tropik iklim

ormanı, bir minyatür okyanus, bir savana, bir bataklık ve çöl yer almaktadır. Bunların yanında bir çiftlik ve beş katlı bir binada daireler, laboratuvarlar, kütüphane ve astronomik rasathane bulunmaktadır. Bu yeni Nuh'un gemisine ayrıca özenle seçilmiş 3.000 bitki ve hayvan türü de yerleştirilmiştir.

Bu şaşırtıcı Biyosfer 2 çiftliğinin fikir babası olan Carl Hodges, şunları söylüyor: "Tamamıyla kapalı böyle bir ekosistemle dünyadaki hayatı ve özellikle sera etkisiyle asit yağmurunu daha iyi anlamak mümkün olacaktır. Aynı zamanda havanın yeniden temizlenmesi ile su artlması amaçlı yeni teknikleri deneyebileceğiz. Ancak asıl hedefimiz, kapalı bir sistemde yaşanabileceğini ispatlamak ve böylelikle Ay ya da Mars üzerinde insan kolonilerinin kurulmasını hazırlamaktır."



Yemek listesine girenler: Haftada kişi başına bir tiliya veriliyor. Bu kırmızı Afrika balıkları, hem tatlı, hem tuzlu suya iyi biçimde intibak edebilmektedir. Yetiştirildikleri havuzlara saldıkları artıklar, pirinç gibi sulak bitkilerin yetiştirilmesine imkân vermektedir. Su sümbülleri de, günlük hayat için gerekli suyun arıtılmasını sağlamaktadır.



de edemezsiniz. En büyük çevre sistemini yaşatan, aslında bu küçük çevre sistemlerinin birlikte çalışmasıdır" diyor.

Projede yer alan Amazon tipi nemli tropik orman, 1900 metrekaresel bir yer kaplamaktadır. Ormanda 300 kadar ağaçla bitki ve 150 çeşit böcek bulunuyor. Çevresinde bir zencefil ve muz kuşağı var. Alçaktaki ayrı bir ormanı, yüksek irtifalı bir eğrelti ormanı izliyoruz. Burada bir şelale ve cennet kuşlarına ratlıyorsunuz. Bu bölüm, İngiliz bahçecilik uzmanı Ghillean Prance'in eseri. Ormandan sonra, bir kayalığın eteğinde tasarımı antropolog Feter Warshall'ın yapmış olduğu savana geliyor. Savanada 44 çeşit ot yer alıyor. Ancak bunları gazallar ve zebra lar değil, termitler ve kaplumbağalar yiyecek.

Biyosfer 2'nin mini okyanusuna gelince, biyolog Walter Adey onun çok daha geniş ve derin olmasını istemişti. Ne var ki, buna para yetişmediğinden okyanusun sadece 8 metre derinliğinde olması ve vahşi tabiata ayrılan alanın % 15'ini kaplaması

Biyosfer 2 projesinin ilk dört öncüsü, her biri çevrebilimci ve mimar olan John Allen, Mark Nelson, Margret Augustine ve Phil Hawes'tir. Bunlara Tek-sas'lı bir milyarder olan Edward Bass'ın katılması ve proje için 150 milyon frank (yaklaşık olarak 129 milyar Türk Lirası) ayırması üzerine, 1984'te kısaca SBV diye anılan Space Biospheres Ventures-Uzay Biyosfer Projeleri-Şirketinin kurulması mümkün olmuştur. Artık Biyosfer 2 için faaliyete geçilebilirdi.

Biyomlar (orman, savana, bataklık vs..), biyosferin yapı taşlarıdır. Mark Nelson: "Dünyamızın aslına sadık bir mini kopyasını yapmak için, çok çeşitli biyomlara ihtiyacımız vardır. Eğer dünyanın bütün alanını bir savanaya, ya da ekilmiş tarlaya veya ormana çevirirseniz, yaşayabilir bir çevre sistemi el-

Biyosfer 2'nin dünyamız tam bir kopyası olması istenmektedir. 9 metre derinliğindeki okyanus, bir adagözü ile bir mercan kayası ihtiva etmekte ve 1.000 bitki ve hayvan türü barındırmaktadır. Biyosferler biraz ferahlamak için tropik ormanın sınırları oluşturulan kayaların eteğinde su altı dalgaları yapabilirler.

nikçi Tony Burgess, çölün özelliklerini şöyle açıklıyor: "Bu çöl, diğer biyosferler tamamlanmaktadır. Diğer biyosferlerin hızla geliştiği ve atmosferin karbondioksitini tükettiği yaz esnasında uykuya yatabilir. Buna karşılık biyosferin atmosferin dengesini sağlayacak bitkilerin eksikliğini çektiği kış mevsiminde gelişmesini devam ettirebilir."

Böyle bir atmosferi teknik araçlara başvurmadan yönetmenin imkânı yoktur.

kararlaştırıldı. Burada bir deniz gölcüğü ve deniz yıldızları, anemonlar ve papağan balıkları ile birlikte getirilmiş bir mercan kayalığı da bulunuyor. Okyanusta toplam olarak 1000 bitki ve hayvan çeşidi var. Bir mekanizma ile dalgalanması sağlanıyor.

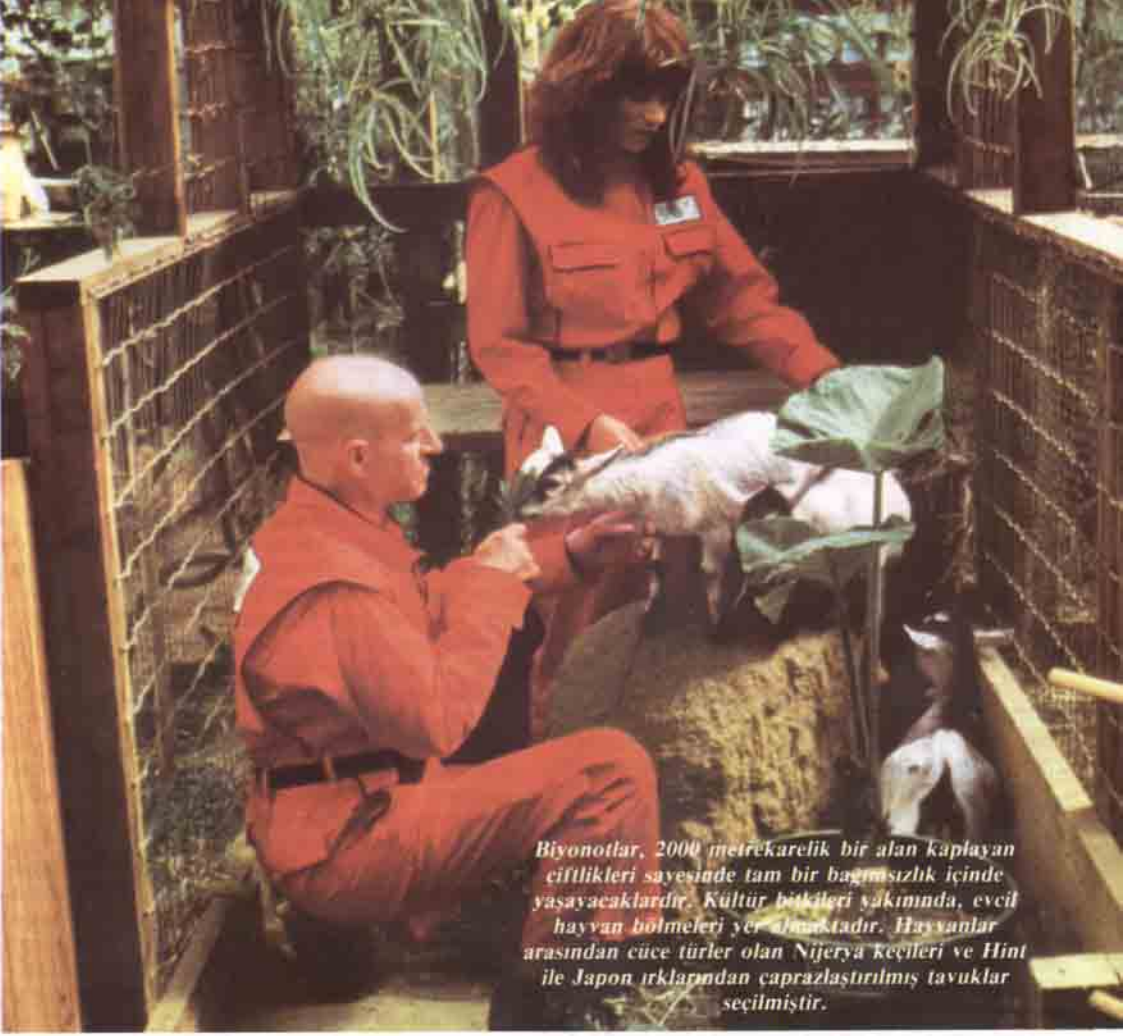
Biyosfer 2'nin problemlerinden biri, değişik biyosferleri bunları bölmelere ayırmaksızın ayrı tutulabilmesini sağlamaktır. Bambu fundalıkları, okyanus tuzunun tropik ormana erişmesini önleyecektir. Yükselti farkları, okyanusun tuzlu suyunun bataklıkta tatlı suyuna karışmasını engelleyecektir. Walter Adey'in tasarlamış olduğu bataklık, 3600 metrekarelik bir bölümü kaplamakta ve burada Florida'daki Everglades'te olduğu gibi hintkirazları, çağanozlar, kaplumbağalar ve kurbağalar bulunmaktadır.

Bir biyosfer, çölsüz tamam olmaz. Biyosfer 2'nin çölü, 1400 metrekarelik bir alanı içine almakta ve kaktüslerle kaplı bulunmaktadır. Model olarak Güney Kaliforniya'daki Vizcaino çölü alınmıştır. Bota-

Biyosfer 2, kendi başına yağmur ya da rüzgar üretmeyecek kadar küçüktür. Bundan dolayı, körüklerle havanın devamlı dolaşımı sağlanacak ve hava, güneş sıcaklığı altında çölden ormana doğru akacaktır. Kondansatörler havayı soğutacak ve sis ile yağmur oluşturacaktır. Daha sonra, bir yer altı tüneli vasıtasıyla hava vantilatörlerle başlangıç noktasına üflenecektir. Biyosfer 2 projesinin başarısı için hayati önem taşıyan yeniliklerinden biri, havanın temizlenmesine ilişkindir. Hava gene körüklerle topraktan geçirilmekte ve burada mikroplar havayı zehirli gazlardan arındırmaktadır. Alg havuzları da suyu temizlemektedir (dışkılar buna benzer havuzlarda işlenecek ve daha sonra çiftliğin sulama suyuna katılacaktır). Pancurlarla güneş ışığının şiddeti düzenlenecek ve bilgisayar sistemleri 2500 elektronik algılayıcı vasıtasıyla atmosferin niteliğini, nemlilik oranını, okyanus sularının tuzluluğunu ve buharlaşmasını, bitkilerin büyümesini, hatta yaprakların sıcaklığını devamlı olarak denetim altında tutabileceklerdir.



170 metre boyunca, yaban hayatı biyosferleri birbirini izlemektedir. Soldan sağa doğru: Sürekli sis altındaki nemli bir tropik orman; termitlerle kaplumbağaları barındıran savana; yukarıda kesit olarak 1.000 çeşit bitki ve hayvanıyla okyanus; Florida'daki Everglades örnek alınarak hazırlanmış bataklık; çöl ve kaktüsler.



Biyonotlar, 2000 metrekareselik bir alan kaplayan çiftlikleri sayesinde tam bir bağımsızlık içinde yaşayacaklardır. Kültür bitkileri yakınında, evcil hayvan bölmeleri yer almaktadır. Hayvanlar arasından cüce türler olan Nişerya keçileri ve Hint ile Japon ırklarından çaprazlaştırılmış tavuklar seçilmiştir.

Bu makineler ordusu için gerekli ucuz enerjiyi, yer altına yerleştirilmiş ve üç jeneratörü sayesinde 5,5 megavat gücünde enerji sağlayabilen bir elektrik santrali üretmektedir. SBV'nin müdiresi Margaret Augustine, çevrecilerin neden güneş panoları kullanılmadığı konusundaki sorularına "Bu, bize 100 milyon franka (yaklaşık olarak 860 milyar Türk Lirası) mal olurdu. Gene de, fuel oilden daha temiz olan doğal gaz kullandık" cevabını veriyor. Biyosfer 2'nin havası, sıcaklığa bağlı olarak genişmekte ya da büzülmemektedir. Bu da, camdan yapısını dışarıya fırlatan veya içeriye göçerten bir patlamaya yol açabilir. Bunu önlemek için, Biyosfer 2'ye yer altı borularıyla bağlantılı iki büyük bölme inşa edilmiştir. 28.000 metreküp hacminde olan ve muazzam kauçuk zarlarla kaplı bulunan bu bölmeler bir "akciğer" gibi şişip sönererek atmosfer basıncını düzenlemektedir.

2000 metrekareselik bir alana kurulmuş olan çiftlik ya da yoğun kültür biyomu, sekiz kişinin yaşamasını sağlamak görevini üstlenmiştir. Zaten biyonotların dışarıdan herhangi bir yiyecek sağlamaları mümkün değildir. Ekolojik yönetim uzmanı ve sebze bahçesi sorumlusu olan Jane Poynter, yenilebilir

150 cins bitkinin dönüşümlü olarak yetiştirilmesini sağlayacaktır. Yemekler çeşnili olacaktır; çünkü bitkiler arasında kavun ağaçları, incirler, goyavlar, çilekler, tatlı patatesler, çeşitli sebzeler, hatta kahve ağaçları bulunmaktadır. Artıklar toprağın verimliliğini korumak için gübre olarak değerlendirilecektir. Kesinlikle haşarat ilacı kullanılmayacaktır. Bunun sebebi, alg havuzlarında arındırmayı sağlayan su çevriminin kimyasal kirlenmeyi gideremeyecek kadar kısa (7 günlük) olmasıdır. Bitki bitlerini yok etmek için biyolojik silâh olarak hanım böceklerinden yararlanılacaktır. Bitki kültürlerinin yanında, evcil hayvan (tavuklar, cüce keçi ve domuzlar) bölmeleri yer almaktadır. İki adım ötede, su ürünleri havuzları bulunuyor. Biyosferdekilere protein olarak haftada herkeşe hiç olmazsa bir tilapiya sağlanacaktır. Hem tuzlu suyu, hem tatlı suyu seven ve etleri fevkalâde lezzetli olan bu Afrika asıllı tilapiya balıklarını Carl Hodges öve öve bitirememekte ve "Tilapiyalar, havuzlarında güneş ışığı ve ısıyı üretilen alglerle beslenmektedir. Buna karşı, artıklarıyla suyu zenginleştirirler. Bu da, meselâ pirinç yetiştirmeyi mümkün kılar. Pi-

PİLOTLAR İÇİN PİLOT PROJELER

Kısa bir süredir Frankfurt Havaalanı'na gece inişi yapan pilotlar, apronların yeni ışık düzeni ile çok rahat ve gözleri kamaşmadan piste konup park yerlerine gidiyorlar. Siemens'in özel olarak geliştirdiği halojen lambalı reflektörler sadece pilotlar için değil pist ve apronlarda dolaşan servis arabaları sürücülerini için de büyük görüş rahatlığı sağlamaktadır.



rinç verimliliğini artırmak için azotlu kimyasal gübre kullanmak yerine, aynı havuzda diğer baklagiller gibi azot sağlayan bir su mercimeği yetiştirmek yeter" demektedir.

Biyosfer 2 ekibi, başlangıçtaki 25 kişilik kadrodan gönüllü olan 14 aday arasından seçilmiştir. Üç yıl süren zorlu elemelerden sonra geriye 8 kişi kalmıştır. Tercih edilmelerinin sebebi, bilimsel ve teknik yetenekleri, su altı dalışları ile denenmiş dayanma güçleri ve ekip olarak uyumlu çalışabilmeleridir. John Allen: "Nihai olarak seçilmelerindeki önemli bir nokta, hangi basamakta olursa olsun ve ne olursa olsun, herhangi bir görevi almakta kendilerini zihnen ve fikren hazır hissetmeleridir" diyor. Her biyot, gerektiğinde bir hayvan ve bitki yetiştiricisi, iyi bir bahçıvan, iyi bir ahçı, iyi bir makine uzmanı ve gayet tabii ki, bilgisayarla çalışabilen iyi bir araştırmacı olmalıdır. Zorunlu sağlık nedenleri olmadan Biyosfer 2'yi Eylül 1993'ten önce terk etmek yasaktır. Ekibin hekimi olan patoloji profesörü Roy Wallford'ün emrinde küçük bir ameliyathane bile vardır. Kol kırığı gibi olayların tedavisi, burada yapılacaktır.

Bilim dünyasında Biyosfer 2'yi eleştirenler de olmuştur. Meselâ gelecekte Mars'a yapılacak olan yolculuklarda astronotlar için hazır yiyecekler bulundurmada ısrar eden NASA, Biyosfer 2 projesini çok fazla iddialı ve üstelik çok karmaşık bulmaktadır. Peter Warshall ise buna "Biz onlardan ilerideyiz. Yolda küçücük tohumlar bulundurmamak, koca koca konserve taşıyamaktan iyidir" diye cevap veriyor. SBV daha şimdiden 1993'te nöbetli Biyosfer 2'den devralacak bir Biyosfer 3 üzerinde çalışmaktadır. Biyosfer 3, bir yüzyıl boyunca işler durumda kalacaktır. Carl Hodges: "Biyosfer başka maksatlarla, meselâ soyu tükenmek tehlikesi olan türler için bir biyolojik barınak şeklinde de kullanılabilir" demektedir. Bu yıldan itibaren projeye görmeye bir milyondan fazla turist gelmesi bekleniyor. Turistler camlarının ardından okyanus dibine mercan kayalığını görecek, video kameralarla biyotların günlük yaşayışını izleyebileceklerdir.

Biyotlar tatil keyfinden uzak bir hayat yaşayacak, günleri çeşitli çalışmalarla dolu olarak geçecektir. Gün, her sabah çiftlikte iki saatlik bir çalışma ile

başlayacaktır. Daha sonra sıra, ekosistemlerin gözetimi, makinelerin bakımı ve çeşitli dokümanların incelenmesi ve hazırlanmasına gelecektir. Biyotlar hatırı sayılır miktarda teknik âleti denetim altında tutmak zorundadırlar. Bunlar arasında 90 kilometre uzunluğundaki boru düzeni, 200'den fazla motor, 100'den fazla tulumba, 60 vantilatör ve 60 artıç bulunmaktadır. İdmanlar da unutulmamış, günde on kilometre dolaşmaları öngörülmüştür. Saat 13'te ortak öğle yemeği yenecektir. Yemekler mikrofırında pişirilecektir. Dumana sebep olan barbeküler yasaklanmıştır. Ayrıca hatırlatalım: Biyosfer 2'de sigara tiryakilerine yer yoktur. Saat 17'de herkes iznil sayılacaktır: Biyotlar bir asma katta yer alan ve yatak odası ile 4x6 metrelik küçük bir salondan oluşan kendi bölmelerine geçebileceklerdir. Tabii ki, bir değişiklik olarak televizyon seyredebilecek ya da okyanusta banyo yapabilecek veya tropik ormanda kampinge çıkabileceklerdir. Her şeyi düşünen botanikçiler, estetik görünüşleri dolayısıyla bazı böcekleri de kafilere katmışlardır. Meselâ Biyosfer 2'de kelebekler olacaktır. Buna karşı kedilerle köpekler yer verilmemiştir. Ancak kürlü maymunlara benzeyen galagolar biyotlara severek arkadaşlık edeceklerdir. John Allen, bu konuda şunu söylüyor: "Bir Mars kolonisinde sadece hayatta kalmak değil, hayattan memnun kalmak gerektiğini unutmayalım."

Biyotların çoğunlukla etsiz olan ziyafet yemeklerinde, keçi peynirli ve kıyılmış maydanozlu enginar, yer fıstığı çorbası, biberli domates sosu, tilapiya dolması, mantarlı pilav, çilekli turta ve sütlü kahve gibi mutfak ürünleri yer alacaktır. Gece olunca, biyotların özel hayatına saygı gösterilecektir. Biyotlar isterlerse müzik dinleyecekler, ister çalışmalar, ister bir müzik âleti çalacaklar, hatta isterlerse bir tiyatro parçasını oynayabileceklerdir. Ekip şefi Berdt Zabel boş zamanında lisan öğrenmek, yardımcısı Abigail Alling ise deniz biyolojisi bilgilerini ilerletmek istiyor. Peki, sevgiye de yer kalacak mı? Biyotlar: " Bu bizi ilgilendirir" demekle yetinmiyorlar. Yalnız, imzaladıkları bir anlaşma ile, Biyosfer 2'de bebek yapamayacaklarını kesinlikle taahhüt etmişler.

Sciences et Avenir Eylül 1991'den kısaltarak çev.: Dr. Ergin KORUR