

DÜNYANIN EN HIZLI EN GİZLİ UÇAKLARI

Soğuk savaş bitti; ancak büyük devletlerin, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nin daha üstün silâhlar üretme hırsı sona ermedi.

Yeni dünya düzeninin tek süper gücü görünümünde olan bu ülke, yıllık savunma bütçesinin önemli bir kısmını gizli silâh projelerine ayırıyor. Bu yıl ABD Savunma Bakanlığı'nın 256 milyar dolarlık bütçesinin yaklaşık 35 milyar doları bu tür gizli silâh projelerine harcanıyor.

Bill SWEETMAN

Amerikan Hava Kuvvetleri'nin gizli projeler yürütmesi yeni bir olay değil. U-2 casus uçağının yerini alması için geliştirilen hidrojen yakıtlı CL-400 "Suntan" projesi için 1950'li yıllarda 250 milyon dolar harcanmış, fakat teknik zorluklar nedeniyle iptal edilmişti. Projenin varlığı ancak 20 yıl sonra açıklanmıştı. Daha sonra SR-71'in geliştirilmesinde kullanılan A-12 uçağı da 23 yıl sonra halka gösterilmişti. B-2 hayalet bombardıman uçakları da gizli bir projenin ürünüydü.

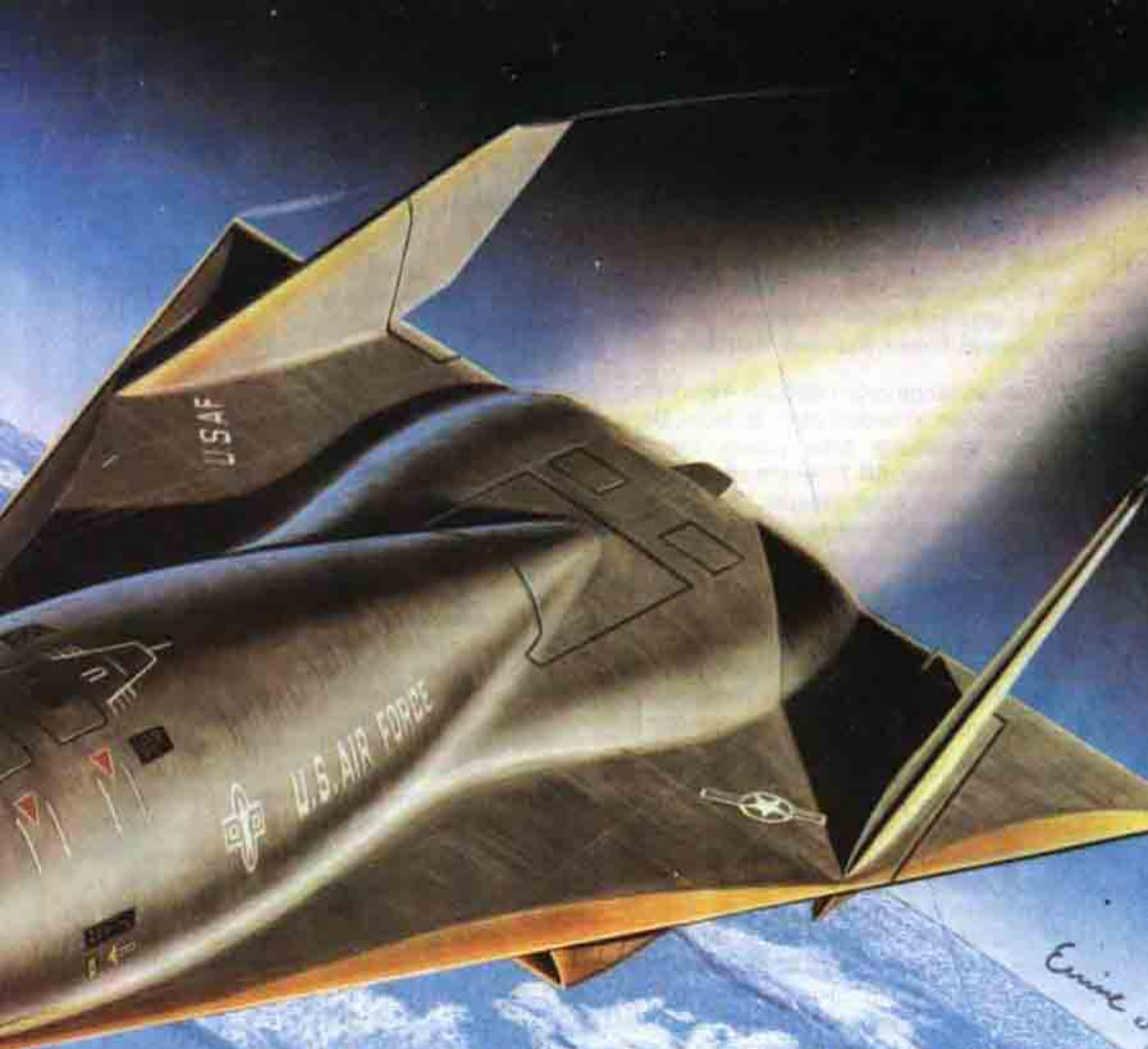
Her ne kadar resmî yetkillerce inkâr edilse de şu anda ABD'de iki veya daha çok çeşit yeni savaş uçağı ya deniyor ya da aktif olarak kullanılıyor. Amerikan Bilim Adamları Federasyonu'nun (FAS) konuyla ilgili yayınladığı bir raporda adı geçen araçlardan biri, yüksek hızlı ve yüksek irtifalı bir uçak. Bunun

4—6 mach hıza ulaşabilen ramjet motorlu "Aurora", veya daha hızlı, 8 mach a ulaşabilen "dış yanmalı" farklı bir uçak olduğu tahmin ediliyor. Aynı rapora göre, halen geliştirilme aşamasında olan, normal bir hava alanından kalkarak alçak dünya yörüngesinde seyahat etmesi planlanan Uzay Uçağı (NASP) çalışmalarından elde edilen teknolojiler, bu uçaklar için de kullanılıyor olabilir.

Bunun yanında bir başkasının, sesaltı hızda uçan hayalet casus uçak TR-3A ya da diğer adıyla "Kara Manta"nın Lockheed tarafından birkaç düzine üretildiği bildiriliyor.

BLACKBIRD'ÜN VÂRİSİ

Görüldüğünden daha çok duyulan, farklı bir tür hava aracı. Son üç yıl içinde California'da Antilop vadisi halkı birçok kez sabah saat 3 ve 5 arasında



Aurora, 6 mach hızı ulaşabilen bir casus uçağı.

pencerelerini titreten korkunç bir gürültüyle uyandı. Ses, normal roket motorlarınınkinden oldukça farklıydı ve alçak frekanslı şok dalgalarına ya da sanki "gök yüzü yarılıyormuş" gibi aralıklarla patlayan gür-

lemelere benziyordu. Birleşik Devletler Jeolojik Araştırmalar Ajansı, sismograflardan elde ettikleri veriler ışığında Güney California'da çok hızlı, yüksekte uçan bir cismin "gök sarsıntılarına" yol açtığını bildirdi.



SR-71 Blackbird emekli oldu. Resmî olarak yalanlansa da onun yerine şimdi Aurora uçuyor.

Aurora, Kuzey Denizi'nde F-111'lerle birlikte uçarken gözlemlendiğinde yaklaşık 25 metre boyunda olduğu tespit edildi. Uçağın yaklaşık 150 kilometrelik bir mesafeyi 1 dakikadan az sürede katettiği belirtiliyor.

1975'te Lockheed, SR-71 Blackbird'ün arkasından fırlatılan küçük bir hipersonik araştırma uçağı geliştirdiğini açıklamıştı. 1982 yılında yayınlanan bir raporda ise, şirketin 6 mach hıza ulaşan deneysel bir uçağı havalandırmayı başardığı belirtiliyordu.

1970'lerin sonlarına doğru ABD'nin Aurora projesine girişmesi için iki nedeni vardı: Birincisi, Sovyetler'in yeni geliştirdiği daha yüksek menzilli karadan havaya füzeler, SR-71'ler için artık ciddi bir tehlike haline gelmişti. İkinci nedense, uyduların casusluk için ideal araçlar olmamasıydı. Çok sınırlı manevra kabiliyetleri olan uydular belirli yörüngeleri izlediğinden, ne zaman nerenin üzerinden geçecekleri düşman tarafından hesaplanıp, yerdeki araç ve tesislerin gözükmemesi için gerekli tedbirler alınabilmektedir. Ayrıca casus uydularının ortalama ömrü 5 yıl kadar olup bu süre sonunda yenilenmeleri gerekir. Oysa uçakların bu gibi sorunları yoktur.

Yüksek irtifalı hipersonik bir uçak 1986 yılında Pentagon'un "stratejik casusluk" adı altında yayınladığı bir raporda, kazara "Aurora" adlı bir madenin yer almasından beri spekülasyonlara konu oluyor. Şubat 1990'da Amerikan Hava Kuvvetleri, yılda 200-300 milyon dolar tasarruf sağlamak amacıyla SR-71 Blackbird'leri emekliye ayırdı. Daha önce Hava Kuvvetleri'nin böyle başarılı bir projeyi rafa kaldırmakta bu denli istekli olduğu hiç görülmemiştir. Yapılan gözlemlere dayanarak Aurora'nın Ağustos 1989'dan sonra uçuşa başladığı ve kısa süre sonra SR-71'in yerini aldığı söylenebilir.

AURORA'NIN GENİŞ EGZOS ÇIKIŞLARI

ARKA GÖRÜNÜŞ



ÖN GÖRÜNÜŞ

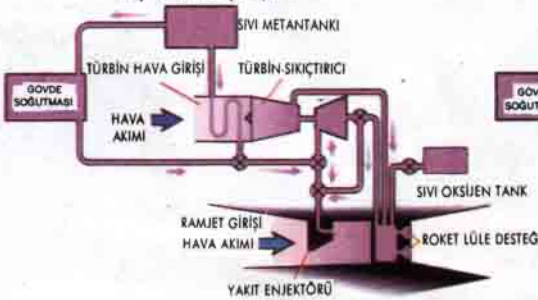


Geniş egzoz çıkışları Aurora'nın kuyruk kısmını kaphıyor. Üçgen girişler, ramjet motoruna hava sağlıyor. Eğimli alt gövde gelen havayı sıkıştırıyor.

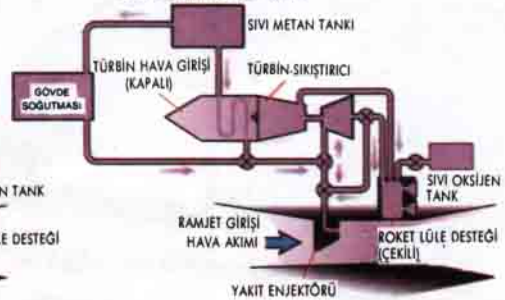
Kod adı Aurora olan bir uçak ister deneysel, ister halen kullanımda olsun, 6 mach tan daha hızlı uçabilmesi için yeni bir itiş sistemi kullanması gerekir. Bu büyük ihtimalle ramjet motordur. Ramjet, gelen hava akımının sıkıştırılıp ısınmasını sağlayan bir kanaldan oluşur. Sıkışan havaya merkezde yakıt enjekte edilerek yanma sağlanır; arkadan genişleşerek çıkan kızgın gaz yüksek bir itiş gücü sağlar. Sıkışan havanın diğer bir görevi de uçağı kaldırmaktır. 6 mach gibi bir hızda, normal kanatlar çok büyük sürtünmeye maruz kalır. Bu yüzden Aurora üçgen biçimlidir. Uçağın tüm yüzeyi kanat vazifesini görür. Uçakta büyük ihtimalle radarlardan korunma-

BİRLEŞİK DÖNGÜLÜ RAMJET MOTORU

DÜŞÜK HIZDA ÇALIŞMA



YÜKSEK HIZDA ÇALIŞMA



Sistem, bir ramjet motoru ve bir roketi birleştiriyor. Kalkışta ve düşük hızlarda daha çok roket kısmı çalıştırılırken, yüksek hızda yalnızca ramjet kullanılıyor.

yı sağlayan bir teknoloji uygulanmamıştır. Çünkü yüksek hızıyla füzelerden kurtulması zor değildir.

Ramjet motorunun temel problemi, yalnızca uçak yüksek hızda giderken çalışabilmesidir; 2,5 mach tan daha yavaş hızlarda pek etkili değildir. Bu yüzden Aurora, başlangıçta yeterli hıza ulaşmak için başka bir sistem kullanır. Aurora'nın çıkardığı aralıklı gürlemeler, "birleşik döngülü itiş sistemi"nden kaynaklanmaktadır. Bu sistem sayesinde, uçak 6 mach a kadar hızlanabilir. Sistemde bir ramjet ve bir roket birleştirilmiştir. Yakıt olarak soğuk sıvı metan kullanılır. SR-71'de kullanılan kerosen, uçağın gövdesinde oluşan aşırı ısıyı (500-800°C) emmekte yetersiz kalır. Bu yüzden en iyi çözüm soğuk yakıt kullanmaktır. Soğuk yakıt olarak hidrojen, diğer yakıtlara göre iki kat fazla enerji sağlar, 6 kat daha çok ısı emer. Ancak özgül ağırlığı düşük olduğundan daha büyük yakıt tankları gerekir. Uzaya fırlatılan araçlarda hidrojen kullanılırken, deneyler 6 mach hıza erişen bir uçak için metanın daha uygun olduğunu gösteriyor. Sıvı olarak depolanan yakıt, türbin sıkıştırıcılar aracılığıyla soğuk gaz haline geçer. Türbin, gaz metanı ve basınçlı havayı, ramjetin lülesine gönderir. Kalkış için bu karışım ateşlenir. Oluşan etkiyle ramjet kanalından daha çok hava emilir. Yavaş hareket sırasında, yavaş hava akımı aralıklı basınç birikmesi ve salınımına yol açar. Bu da yoğun, düşük frekanslı bir ses yapar. Roket lülelerine sıvı oksijen eklenmesiyle egzoz hızı artar ve ramjete daha çok hava çekilir. Bu da kalkış ve hızlanma için gerekli gücü sağlar. Sıkışma etkisiyle ısınma başlayınca, roket lülelerine daha çok metan gönderilir. Sıvı metan hızlanan uçağın gövdesini soğutur, roketin gücünü arttıran turbo pompaya enerji verir. Sıvı oksijen akımı hız arttıkça azaltılır ve 2,5 mach ta tamamen kesilir. Daha yüksek hızlarda roketler kapatılır ve lüle desteği içeri çekilir. Bu durumda yakıt yalnızca enjektörden verilir ve motor 6 mach a kadar sade ramjet olarak çalışır.

SR-71'den farklı olarak Aurora iki pilotludur. Ancak yüksek hızda aşırı sürtünmeye yol açacağı ve ısınacağı için kabinin cam kapığı bulunmamaktadır. Ancak kalkış ve inişlerde dışarı çıkartılan bir kapak olabilir.

Diğer zamanlarda uçaktan dışarı doğru bakmak mümkün değildir. Uçağın yana bakan SAR radarı, uçak hareket halindeyken hedefin resimlerini çeker ve bunları birleştirerek net bir görüntü ortaya çıkarır. Bu sayede duman ya da buluta rağmen, 100 mil ötedeki bir aracın türü anlaşılabilir.

Açık havada Aurora, gün ışığı ve kızıl ötesi kameralardan yararlanır. Uyduların aksine Aurora casusluk için en güzel vakit olan sabah saatlerinde görev yapabilir. Sabah saatlerinde yatay gelen güneş ışığı yerdeki cisimlerin uzun gölgelerini ortaya çıkarır. Böylece gölgeleri kullanarak daha rahat keşif yapılabilir. Uçağın kuyruğuna yakın bir yere yerleştirilen anten, o andaki görüntüyü uydu aracılığıyla merkeze gönderir.

Nevada çözümlü üzerinde görülen parlak ışıklı ve çok hızlı hareket eden bir başka cisim dıştan patlamalı bir uçak olabilir. 1950 ve 60'lı yıllarda mühen-



KARA KANATLAR

TR-3A Kara Manta taktik keşif uçağı, Körfez Savaşı'nda F-117'lere destek vermiş olabilir.

California'nın Mojave çölünde gözlemler, hem SR-71 hem de 1960'ların bombardıman uçağı prototipi olan XB-70'e benzeyen bir uçak rapor ediyorlar. Uçağın düz üst gövdesi, bilinmeyen bir aracın, belki havadan fırlatılan bir uydunun, yavaş hızda uçamayan bir uçağın ya da uyduya karşı füzenin yerleştirilmesinde kullanılıyor olabilir.

disler dıştan patlamalı sistemler üzerinde çalışmıştı. Bu sistemlerde yakıt, uçağın orta bölümünden, arkada, şok dalgasıyla meydana gelen hava konisine pompalanır. Dışarda ateşlenmeyeyle oluşan gazlar, şok dalgasının iç yüzüyle sınırlanan alanda genişler. Bu tür sistemler, yakıt ve havanın tam yanmayı sağlayacak gerekli sürede birarada kalmasını sağlayarak yüksek mach lara ulaşmayı mümkün kılabılır.

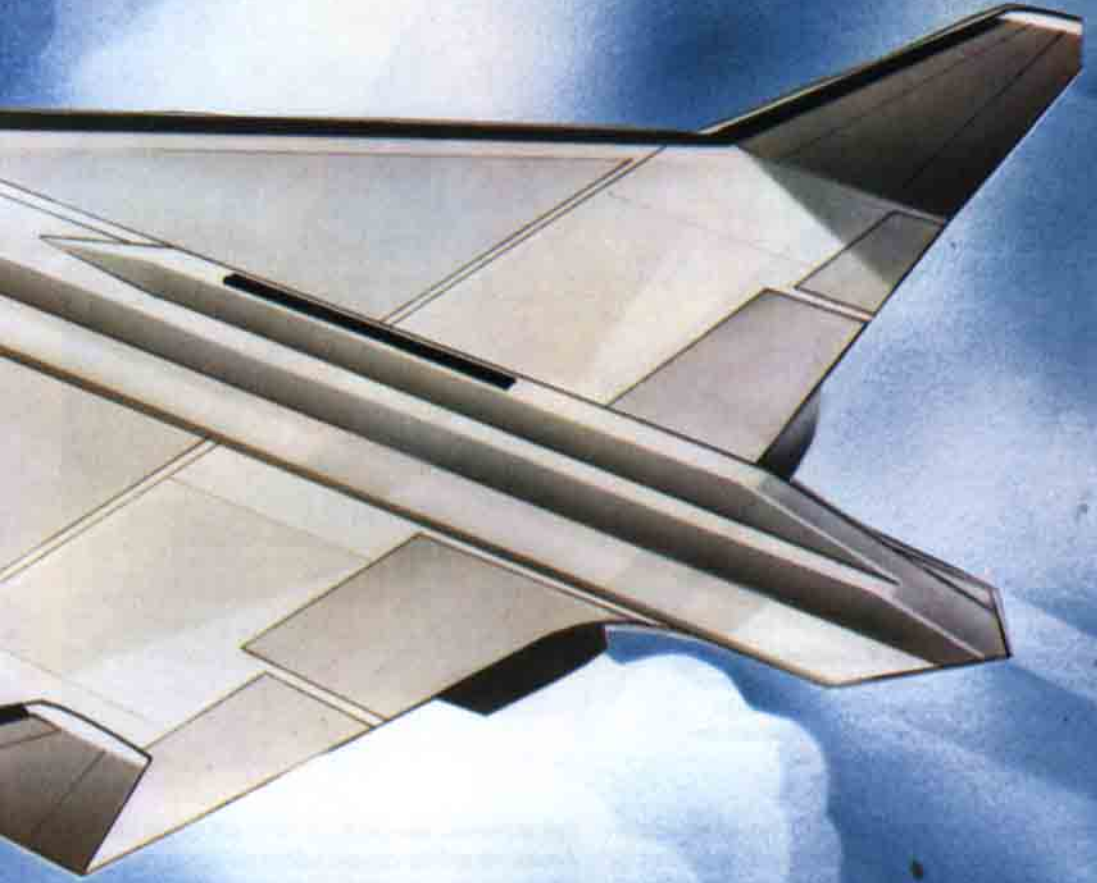
KARA KANATLAR

Sesten yavaş üçgen şekilli uçaklara ait raporlar, havacılık alanında oldukça deneyimli tanıklardan geliyor. Aviation Week & Space Technology dergisi, bu uçakların gizli geliştirilen Northrop TR-3A taktik

keşif uçağı olduğunu belirtiyor. Amerikan Bilim Adamları Federasyonu da sestem yavaş uçan, silansız olan ve Kara Manta olarak adlandırılan bu uçakların bir süredir kullanıldığını bildirdi.



Güney Nevada'daki Groom Lake hava üssü, 6 millik bir havaalanına sahip büyük bir tesis; ancak resmî olarak "yok". 1978'den beri iki kat büyüyen üste, yine resmî olarak var olmayan uçaklar bulunuyor.



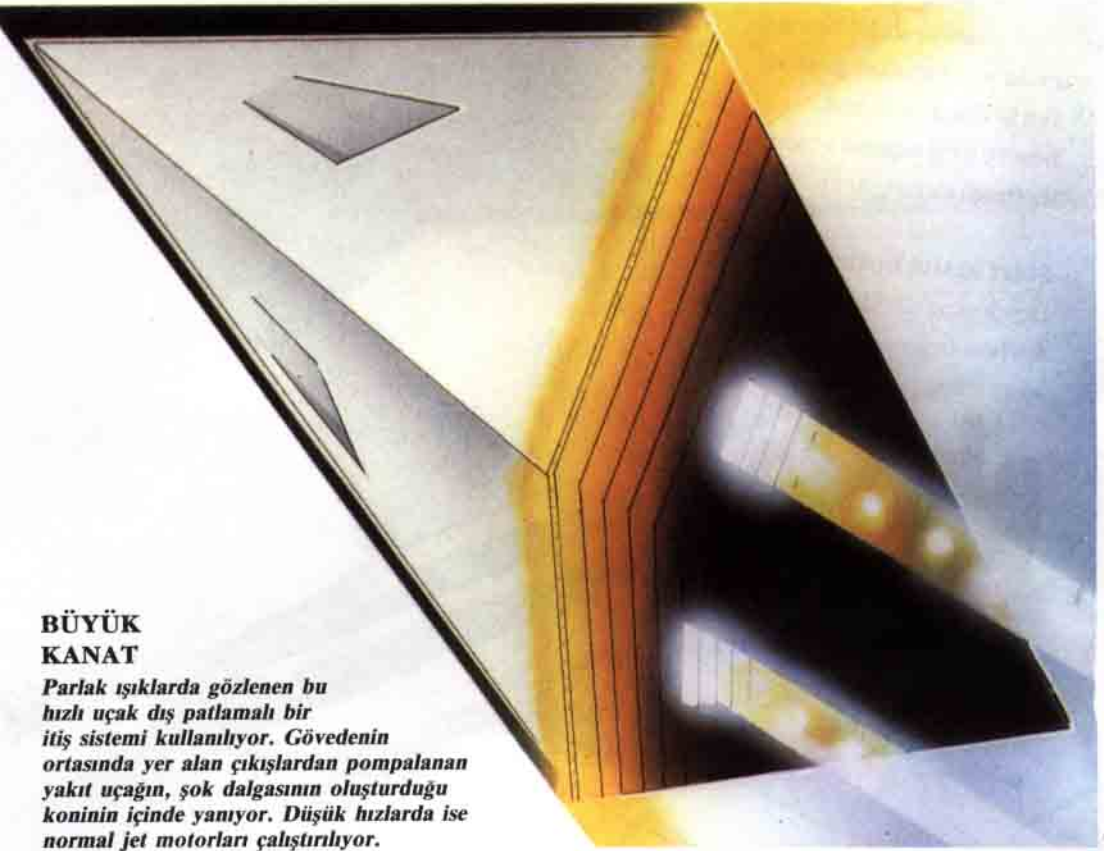
Yaklaşık 13 metre boyunda ve kanat açıklığı da 20 metre olan bu uçak, anlaşıldığı kadarıyla F-117'lerle birlikte uçuyor. Motorları, General Electric'in hayalet uçaklar için özel olarak geliştirdiği F-404 motorundan daha sessiz çalışıyor. Gözlemler uçağın, dik bir yüzeye sahip olup olmadığı konusunda çelişkili. TR-3A'nın Hava Kuvvetleri'nin 1970'lerin ortalarında başlattığı orjinal hayalet uçak programı altında imal edilen çok gizli bir Northrop prototipinden geliştirildiği ileri sürülüyor. Aviation Week'in raporuna göre uçağın menzili 4800 km. Görevi ise taktik keşif amacıyla fotografik bilgi toplamak ve hedef bilgisini doğrudan birlikte uçtukları F-117'lere göndermek. TR-3A, daha geniş kullanıma geçtiğinde F-117'nin yardımcı olarak keşif görevini RF-4C'lerden devralabilir. Eğer ileri sürüldüğü gibi yüksek irtifalarda da uçabiliyorsa, U-2 casus uçaklarının modernleştirilmiş modeli TR-1'in görevini de üstlenebilir. Gözlemlerin sayısına ve F-117'lerle olan ilişkisine dayanarak, TR-3A'nın

Körfez Savaşı'nda görev almış olması olası görünüyor.

BÜYÜK KANAT

California Antilop vadisi sakinlerinin gözlemlediği diğer bir uçak da 180-250 metre boyunda dev bir uçan kanat şeklinde. Şehrin üstünden sessizce geçen bu dev kanat o kadar yavaş uçuyor ki, koşarak takip etmek bile mümkün. Kanadın altında bulunan beyaz ışıklar, yıldızlı gecelerde kamuflaj için kullanılıyor. Görgü tanıkları, uçağın yüksek bir manevra kabiliyetine sahip olduğunu, olduğu yerde durup döndükten sonra dik olarak yükselbildiğini belirtiyor.

Bu dev, sessiz kanat, yavaş pervanelerle hareket eden havadan hafif bir uçak olabilir. Bu tür bir araç, yavaş hareketiyle Doppler radarlarını atlatabilir. Dik olarak yükselabilen bu uçak bir tür radar yansıtıcısı olarak da kullanılabilir. Diğer muhtemel görevler arasında ise asker taşıma ve gizli keşif uçuş-



BÜYÜK KANAT

Parlak ışıklarda gözlenen bu hızlı uçak dış patlamalı bir itiş sistemi kullanılıyor. Gövedenin ortasında yer alan çıkışlardan pompalanan yakıt uçağın, şok dalgasının oluşturduğu koninin içinde yanıyor. Düşük hızlarda ise normal jet motorları çalıştırılıyor.

ları olabilir. Bu tür projelerin gizli tutulması son on yıldır uygulanan, fakat giderek geçerliliğini yitiren bir yöntem. Artan resmî olmayan gözlemler, yakında güvenlik perdesinin kalkmasına yol açabilir. F-117 de gündüz uçuşlarına ihtiyaç duyulması üzerine halka tanıtılmıştı. Eğer bu kara uçaklar gün yüzüne çık-

acak olurlarsa, teknolojik yankıları çok büyük olacak. Ancak karanlıkta devam ederlerse Amerika'nın en sıkı korunan sırrı olarak kalacaklar.

*Popular Science, Mart 1993'ten çev.:
Mustafa ÖZTÜRK*

JÜPİTER'İN MÜCEVHERLERİ

Şık görünüşlü Jüpiter gezegeni, yakın denilecek bir zamanda, çekim alanı içinden geçen bir kuyruklu yıldızı, gerçek bir inci gerdanlık haline getirdi.

Shoemaker-Levy (keşfedenlerin adıdır) kuyruklu yıldızı 1992'de, Güneş sisteminin en büyük gezegeni olan Jüpiter'in yakınlarından geçerken, birçok parçaya ayrıldı; fakat uzayda dağılıp gitmedi. Ayrılan parçalar, Jüpiter'in çekim gücü ile, bir ip üzerinde dizilmiş inciler gibi sıralandılar ve daha sonra Jüpiter'e uydu oldular.

Daha önce görülmemiş bir şey: Bir kuyruklu yıldız 17 parçaya bölündü.



Hawai Rasathanesi astronomları böyle 17 parça saydılar. Şimdi Jüpiter'in, daha önce duyulmamış ve görülmemiş güzellikte inci gerdanlığı var.

*Science et Vie Haziran 1993'ten çev.:
Yusuf DEDECİ*

EYLÜL AYINDA GÖK YÜZÜ

Alper ATEŞ



Satürn gezegeninin 10 cm² lik bir teleskop yardımıyla çizilmiş resmi.

İstanbul'dan yazan bir okuyucumuz, nereden bir teleskop edinebileceğini sormuş. Bir teleskop sahibi olmak ve gök cisimlerini güçlü bir araçla izlemek, her astronomi meraklısının hayalidir. Fakat yurdumuzda uygun fiyata bir teleskop almak çok zor olduğundan, sıradan 10 x 50'lik arazi dürbünleri ile gözlem yapmak gerekiyor. Eğer bulunduğunuz şehirde doğu malları satan pazarlar varsa, zaman zaman buralara gidip yeni gelen ucuz bir teleskop olup olmadığına bakın; şans eseri işe yarar bir âletle karşılaşabilirsiniz. Eğer teleskop edine miyorsanız, hiç dert etmeyin. Arazi dürbünleri, gökte sanıldığından çok daha fazla cisim gösterir. Pek çok yıldız kümesi, gaz bulutsu ve galaksi, dürbünle gözlenilecek parlaklıktadır. Önemli olan elinizdeki aracın gücünden çok baktığınız yıldızdır.

Bu ay, çok fazla ilginç gök olayı gerçekleşmeyecek. Yalnızca ender rastlanan bir durum olan dolunay tekrarı gerçekleşecek. İki dolunay arası yaklaşık 29,5 gündür. Bu yüzden Ay, her ay bir kere dolunay evresine girer. Bu ay ise ilki 1 Eylül, ikincisi 30 Eylül'de olmak üzere iki kez dolunay gözlenecek. Özellikle 30 Eylül akşamı biraz "küçük" bir dolunay gözleyeceğiz. 7 Eylül akşam üstü Güneş battıktan hemen sonra, batı ufku üzerinde Mars ve Jüpiter birbirlerine çok yakın bir konumda bulunacaklar. Bu iki gezegen önümüzdeki aydan başlayarak bir süre Güneş'in arkasında kalarak görünmeyecekler.

Gök yüzünün en parlak yıldızlarından Vega ve Altair, ay boyunca gözlenebilir. Baş ucumuzda yer alan Vega, yaklaşık 25 ışık yılı uzaklıkta mavi-beyaz renkli bir yıldız. Güneybatı yönünde görülen Altair ise 16,5 ışık yılı uzaklıkta ve parlak beyaz renkte. Altair'in biri



7 Eylül akşamı gök yüzünün genel görünüşü.

güneyinde biri de kuzeyinde eşit parlaklık ve uzaklıkta iki yıldız bulunuyor. Altair ve bu iki yıldız Kartal takımyıldızının üyeleri. Diğer pek çok takımyıldız gibi, Kartal da ismini aldığı canlıya hiç benzemiyor.

Çevresindeki görkemli halkalarıyla Güneş sisteminin en güzel ve gösterişli gezegeni olan Satürn, ay boyunca güney yönünde izlenebilir. Parlak turuncu renkli bir yıldız gibi görülen bu gezegenin en ilginç özelliği halkaları. Halkalar, 5-20 km kalınlıklarda ve en büyüğü birkaç metre çapında olan parça parça buz kristallerinden oluşuyorlar. Üç ayak üzerine oturtulmuş 20 x 50'lik bir dürbünle halkalar seçilebilir. Satürn'ün en ilginç özelliklerinden biri, 0,7 g/cm³ yoğunluğu. Eğer Satürn'ü uygun bir okyanus üzerine koyabilseydik, dev gezegen suyun üzerinde batmadan yüzebilirdi. 10 x 50'lik bir dürbünle gezegenin yakınlara dikkat ederseniz, uydusu Titan'ı küçük bir yıldız gibi görebilirsiniz.

Bu ayın ilginç gök olayları ise şu şekilde olacak:

1 Eylül : Dolunay (Kova takımyıldızı yönünde).

7 Eylül : Mars ve Jüpiter, Güneş battıktan sonra batı ufku üzerinde en yakın konumlarına ulaşacaklar. Ayrıca Ay, Ülker yıldız kümesinin hemen güneyinde yer alacak.

9 Eylül : Sondördün (Boğa TY).

22 Eylül : İlkdördün (Yay TY).

23 Eylül : Saat 03:22'de Güneş, sonbahar noktasından geçecek ve astronomik olarak sonbahar başlayacak.

27 Eylül : Ay, Satürn yakınlaşması.

30 Eylül : Saat 21'de Ay, Dünya'dan en uzak konumuna ulaşıyor. Ay'ın ikinci dolunayı (Balıklar TY).

ANTİKANSER MOLEKÜLÜ

P 53

Büyük bir gizlilik içinde yürütülen kanser araştırmalarında, bir kod adı bütün uzmanların tatlı hayallere dalmasına yol açmaktadır: P 53. Bu doğal protein, hücrelerin çoğalmasını durdurmaktadır. Kanserlerin yarısından çoğunda, bu proteinin eksikliği söz konusudur. P 53 tedavide çığır açacağına benzemektedir.

Philippe Chambon

ABD'de Baltimore'da John Hopkins Üniversitesi'nden Bert Vogelstein şöyle diyor: "Çeşitli kanserlerin ortak bir yanını arayıp dururken bu moleküle rastladık; bu nedenle herkesin bu molekülün üzerine atılmasına şaşmamak gerek." Araştırmacıların bu konuda seferber oluşu şaşırtıcıydı: 1983 yılında P 53 üzerindeki ilk bilimsel toplantıya 30 kişi katılmışken, Ekim 1992'de İsrail'de yapılan son toplantıya 200'den fazla uzman geldi.

Fransız Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi (CNRS) Moleküler Onkoloji (kanseri bilimi) Bölümü yöneticisi Pierre May, P 53'e ilk kez el attığında, çalışmalarının ne kadar büyük sonuçlar doğuracağından habersizdi. O sıralar, kültürü yapmış hücrelerin "ölümsüzleştirilmesi" üzerinde çalışıyordu. Biyolojistlerin iyi bildiği bu teknik, hücrenin hiç durmadan bölünmesini sağlamaktan ibarettir. Bu şekilde bir hücre kültüründeki hücreler, kendilerinden beklenen en yüksek bölünme sayısını aşarlar ve içinde buldukları kültür ortamı, onlara besin sağlamaya devam ettiği sürece çoğalmaya devam ederler. Böylece araştırmacılar büyük miktarlarda klonlar elde ederek, onları istedikleri kadar gözlemleyebilir ve etkileyebilir (ikiye bölünen her hücre, bir kendi benzerini oluşturur. Bu iki özdeş hücre de kendi benzerlerini oluşturur ve bu böyle devam ederek tek bir hücreden oluşmuş özdeş hücreler kolonisi meydana gelir, buna klon denir. Hücre sonsuza dek ikiye bölünmeyi sürdüreceğe hale gelmişse, "ölümsüz" sıfatını kazanır. Kanser hücreleri bu anlamda ölümsüzdür). Bu gün hücre kültürlerini ölümsüzleştirmekte en çok kullanılan yöntem, hücre kültürüne bir maymun virüsü olan simian virüsü 40 (SV 40) eklemektir. Bu virüsle enfekte olan kültür hücreleri sonsuza dek çoğalırlar. Hücreleri ölümsüzleştirmekle uğraşan Pierre May ekibi, SV 40 ile yakından ilgili hücresel bir molekül elde etti ve buna P 53 adını verdi (P = protein, 53 = molekül ağırlığı 53 dalton) (1 dalton = oksijen atomunun 1/16'sına karşılık olan kütle). Bu keşif 1979'da yapılmıştı.

Ölümsüzleştirilmiş hücrelerde P 53'ün bulunması karşısında biyolojistler ilgisiz kalamazdı; çünkü kanser hücreleri de "ölümsüz" cinsden olup sınırsız bir şekilde çoğalıyordu; bu bir kanser hücrelerinin temel kusuruydu. İşte bu nedenle birçok ekip, tümörlerde P 53 aramaya başladı. Buldular da. P 53'ün yapılmasını sağlayan gen bir kanser geni olmalıydı. Kanser yapıcı genlere **onkogen** denmektedir (Grekçe onkos = tümör). Onkogenler üzerindeki araştırmalar bugün de bütün hızıyla sürmektedir. Bu genler, normal durumda iken hücrelerin farklılaşmasına ve embriyonun gelişmesine katkıda bulunurlar. Bir diğer deyişle bu genler sayesinde ki, bir organizmayı oluşturan hücreler, ait oldukları dokulara uygun bir şekilde farklılaşırlar. Daha sonraki hayatta onkogenler, hücrede diğer bazı görevleri yerine getirirler. Ancak hücredeki normal görevlerini yerine getiremedikleri zamandır ki, onkogen (kanseri yapıcı gen) adına hak kazanırlar. Gerçek şudur ki, bir mutasyon veya bir diğer değişim bu genlerden birinin görevini değiştirir ve kanser riski doğar.

Bilim adamları P 53'ün yeni bir onkogen olduğuna inanmaktayken, üç yıl sonra Kanada'nın Toronto şehrinde S. Benchimol adlı bir araştırmacı garip bir olayla karşılaştı. Eritrolösemi (alyuvar lösemisi) denen deneysel fare lösemisi üzerinde çalışmakta olan Benchimol, lösemi ilerledikçe P 53 proteininin kaybolduğunu gözlemledi. Eğer P 53 bir onkogen olsaydı, bunun aksi beklenirdi: Kanser ilerledikçe P 53 geninin ürünü olan protein artmalıydı. S. Benchimol'ün deneyleri zihinlere kuşku tohumları ekti: P 53 bir onkogen değilse neydi? O zaman birden gerçek anlaşıldı: P 53 bir anti-onkogen! Kanserleri önlemek, tümörleri geriletmekle görevli bir gendi P 53. Bu nedenledir ki, P 53 proteini kanserin başlangıcında beliriyor, umutsuzca habis olayı durdurmaya çalışıyor ve kansere yenilince de kayboluyordu. Tıpta iki üç diğer anti-onkogen tanınıyordu; fakat P 53 onlara yalnız yüzeysel bir benzerlik gösteriyordu. Diğerlerinden farklı olarak P 53'ün birbirine karşıt iki rolü vardı. Doğal veya "vahşi" şekliyle bir antionko-



Normalde P 53 proteini hücre çekirdeği içinde bulunur. P 53 geni mutasyona uğrarsa P 53 proteini, hücre çoğalmasını durdurucu etkisini kaybeder ve bu resimde görüldüğü gibi çekirdek dışında bulunabilir. P 53'ün varlığı immünoflüoresan tekniikle, yani P 53'e karşı flüoresan antikorlar oluşturularak belirlenmiştir.

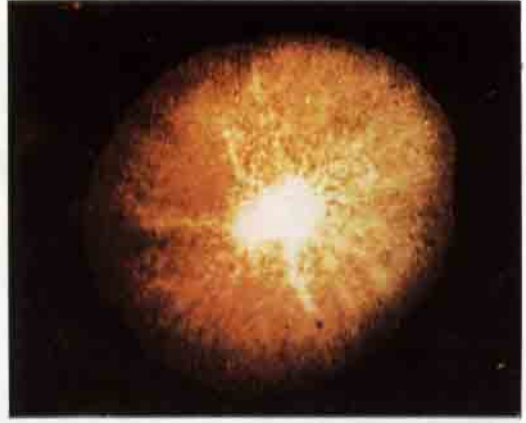
gendi; fakat rastlantı sonucu bir mutasyona uğrarsa, onkogen oluyordu. İşte kanıt: Normal hücrelerden P 53 genini çıkarırsanız hiçbir şey olmaz; en azından kısa vadede hiçbir şey olmayacağı söylenebilir; şimdi hücre içine mutasyona uğramış bir P 53 geni koyunuz; hücreler hızla çoğalmaya başlayacaklardır (kansereleşmişlerdir).

P 53'ün, normal halde iken, tümörlerin büyümesini durduğu da çok geçmeden anlaşıldı. 1990'da Bert Vogelstein normal P 53 genini kanserli hücrelere içine sokmayı başardı; P 53 geni P 53 proteini yaptırmaya başlayınca hücrelerin anarşik bir şekilde çoğalması durdu. Bugün P 53'ün kanserli hücrelerin çoğalmasını durduruşu, yalnızca in vitro

olarak (vücut dışında, laboratuarda) gerçekleştirilebiliyor. Fakat bu şekilde, kanserin genlerle tedavisi yolu açılmış oluyor. Bu teknik henüz kanserli hastalarda kullanılabilecek kadar geliştirilmiş değil, bilinmeyen bazı tehlikeler taşıyor olabilir, P 53'ün görevleri de tam belli değil.

Bugün bu konuda dört varsayım ileri sürülüyor. İlkine göre, P 53 hücre çoğalmasını durdurucu bir proteindir. Hücre devirlerini kontrol eden cyclin'lerle benzetilebilir. İkinci varsayıma göre, P 53 hücrede farklılaşmayı sağlayan proteindir; farklılaşma sayesinde bir pankreas hücresi bir böbrek veya dalak hücresine benzemez. Bir organizmanın bütün hücreleri özdeş DNA molekülleri içermesine rağmen, embriyonun gelişmesi sırasında, her doku için belli bazı genler çalışıp diğerleri inaktifleşerek, o dokuya özgü hücreler oluşur. Bu farklılaşma (diferansiyasyon) olayı sayesinde ki, alyuvarlar hemoglobini denem kırmızı boyayı sentez edebilirler; alyuvarlar kanserleşince hemoglobini sentez etme özelliklerini kaybederler. Farklılaşmanın kaybı, kanserin bir diğer özelliğidir. Eritrolösemili alyuvarlara normal P 53 eklenince, 1. varsayıma uygun olarak alyuvarların hızla çoğalması durur. 2. varsayıma uygun olarak da alyuvarlar yeniden farklılaşarak hemoglobini yapmaya başlarlar; bir diğer deyişle hastalıktan önceki hallerine geri dönerler. Böylece harika bir ilaç mı bulmuş olduk? Ne yazık ki, her şey bu kadar basit olmamaktadır.

Eğer P 53 bir farklılaşma geniye, ondan yoksun bir embriyo asla olgun hale gelemez. Bu gerçek, diğer farklılaşma genleri ve diğer anti-onkogenlerle de saptanmıştır. Bu konuda emin olmak için genetik operasyon uzmanları, önce farelerde P 53 genini çalışmaz hale getirdiler ve sonra bu farelerin yavru yapmasını sağladılar. Hayret ki hayret: Nor-



Siçan embriyonu akciğer hücrelerinde P 53 mutasyonu oluşturulduktan sonra, hücrelerin hızla çoğalmaya başladığı görülür. Muhtemelen kanser hücrelerinin hızla çoğalmaya başlaması, P 53'ün inaktif oluşuyla ilgilidir. Mutasyon elde etmek için hücreler, tütünün kanserojen maddesi olan benzo-a-pyren ile temas ettirildi.

mal bir gebelikten sonra normal yavrular doğdu. Acaba hangi gen, P 53'ün görevini üstüne almıştı, bu bir sırdı. Fakat P 53 eksikliği etkisini göstermekte gecikmedi: Bu şekilde doğan bütün fare yavruları kanser oldular. İlk kanserler yavrular 4 haftalıkken gözükmeye başladı ve yavruların hiçbiri 10 aydan fazla yaşamadı!

Demek ki P 53, farklılaşmada bir rol oynamakta ise de bu rol hayati değildir. Böylece üçüncü bir hipotez doğmuştur; buna göre P 53 "genom bekçisi"dir. Bu görüş Nature dergisinin son sayılarından birinde İngiliz bilim adamı David Lane tarafından ileri sürülmüştür. P 53 bir çeşit "molekül polisi" dir; bir hücrenin genomu bozulunca onu normal hale getirir. Birçok gözlem bunu doğruladı. Bunlardan biri de, yine John Hopkins Üniversitesi'nden M.B. Kastan tarafından gerçekleştirilendir: Mutasyon yapıcı gamma ışınlarına maruz bırakılan hücrelerde derhal P 53 artmaktadır; bu sırada hücrelerin bölünmeleri durmuştur. Ancak bir 10 saat kadar sonradır ki, P 53 miktarı azalır. David Lane bu deneyi, kolunu gönüllü olarak bir UV lambası altına koyan bir arkadaşında in vivo (canlı üzerinde) olarak tekrarladı. Deriden alınan parçalar bir önceki deneyle aynı sonucu verdi. Bir şey çok açık olarak belli oluyordu: DNA'nın genom'u taşıyan molekül-bütünlüğü tehlikeye girer girmez P 53 geni aktive olmakta ve hücre çekirdeğinde çok fazla miktarda P 53 proteini yapılmaktadır. Daha sonra P 53, DNA'nın belli bir bölgesine yapışarak derhal hücre bölünmesini durdurur, DNA kendine bir benzer yapamaz, böylece ışının DNA'da yaptığı tahribat DNA kopyasına geçmemiş olur.



CNRS Moleküler Onkoloji Bölümü araştırma direktörü Pierre May, aynı enstitünün Araştırma müdürleri'nden eşi Evelyn Pierre May ve ekibi, laboratuarda ölümsüzleştirilmiş hücrelerde P 53'ün varlığını gösterdiler. İngiliz ve Amerikalı araştırmacılar eşzaman olarak aynı sonuçlara vardılar. Bunlar 1979'daydı.

Bölünmenin durması, hücreye DNA onarımı için gereken zamanı kazandırmıştır. DNA onarıldıktan sonra P 53 yapımı durur ve hücre yeniden bölünmeye başlar. Bu olay, embriyonda P 53 eksikliğinin neden erkenden tümör oluşturmadığını açıklar. Bu kanserler, ilerde DNA üzerinde yeterli sayıda değişme olunca meydana çıkacaktır.

Lyon'daki Leon-Berard merkezinden Mehmet Öztürk, P 53 için 4. bir hipotez ileri sürmüştür: P 53'ün yaşlılıktaki rolü (çerçeve içi yazıya bkz). Bu karaciğer kanserleri uzmanına göre, P 53'ün genom bekçiliği rolü, yaşlılığın düzenlenmesi olayına benzerdir. Bir hücre kültüründe kendiliğinden ölümsüzleşmiş hücrelerde P 53 yoktur veya inaktif haldedir. Hücre kültüründeki diğer hücreler, kendi ritimlerini izleyerek ölürlür. Bir hücre ne kadar çok bölünme yapmışsa, DNA'sı o oranda hasar görmüş-

tür. DNA yeteri kadar yıpranıncaya P 53 işe karışarak hücre bölünmelerini durdurur, bu ise yaşlılık demektir. Yalnız P 53 geni mutasyona uğramış hücreler ölümsüzleşebilir.

Aslında bu hipotezlerin hiçbiri tek başına yeterli değildir ve araştırmacılar P 53'ün asıl görevini bulamadıklarından, P 53'ün çok görevli (mülfonksiyonel) olduğunu söylemektedirler. Etkilerinin geniş bir alana yayılması, onun tümörlerin çoğunda rol oynamasını açıklar. P 53 geninin mutasyonları, noktasal bile olsa, P 53 proteininin DNA'ya yapışmasını ve hücre bölünmesini düzenlemesini engeller. P 53 geninin değişimleri, Li-Fraumani sendromunda olduğu gibi kalıtsal da olabilir; bu nadir hastalığa tutulanlarda çok küçük yaşlardan itibaren çok çeşitli kanserler görülür. Kanser hücrelerinde P 53'ün iki şekli bulunur: normal ve mutasyona uğramış. Nor-



A) Normal bir insan hücresi bölündüğü zaman, çekirdekdeki 23 çift kromozomda bulunan DNA, P 53 geni aktive olmadan kendi kopyasını yapar. B) DNA ışıklardan (UV, gamma vb.) veya mütagen maddelerden gelen bir saldırıya (1) maruz kalınca, hücre P 53 genini aktive ederek P 53 proteini oluşturur. P 53 proteini DNA'nın replikasyonunu (kendi benzerini yapmasını) ve bu şekilde hücre bölünmesini durdurur; Böylece hücreye hasarları onarması için zaman kazandırır. Eğer hasar çok büyükse, P 53 apoptoz(3) yaptırır; yani DNA'nın küçük parçalara bölünmesiyle hücre ölür. c) P 53 geni mutasyona uğrarsa veya P 53 proteini viral veya kanser genlerinin ürünleri olan proteinlerce etkisizleştirilirse, hücrede P 53 etkisi görülemez(4). Bu durumda DNA'daki hasar gelecek kuşaklara geçer, kromozom anormalliklerinin nedeni bu olabilir(5). Aynı olay hücrenin kanserleşmesine veya ölümüne yol açabilir(6). Bugün bilinmektedir ki, P 53, kanserlerin çoğunda, örneğin kalın bağırsak kanserlerinin %75'inde ve küçük hücreli akciğer kanserlerinin %100'ünde rol oynamaktadır.

P 53'ün Kanserin Habercisi Olduğunu Bulan Bir Türk MEHMET ÖZTÜRK

Yakın zamanlara kadar, kanser yapıcı (kanserojen) maddelerin etkisi, ancak hayvan deneyleri, hücre kültürleri veya epidemiyolojik çalışmalarla anlaşılabilirdi. P 53 sayesinde artık kanser yapıcı maddelerin gerçekten kansere yol açtığı kanıtlanabiliyor. Bunu bulan kişi, Fransa'da Lyon'da Leon-Berard Merkezinde araştırmalar yapan Mehmet Öztürk, dünyada yılda 1 milyondan fazla ölüme yol açan karaciğer kanseri üzerinde uzmanlaşmıştır. Asya ve Afrika'da en sık görülen bu hastalığın başlıca iki nedeni vardır: Hepalit B (sarılık) virüsü ve yer fıstığı gibi besinlerin küflenmesinden oluşan aflatoksin B1 maddesinin ağız yoluyla vücuda girmesi.

Mehmet ÖZTÜRK, bu kanserde P 53'ün rolünü arıyordu. ABD'de ünlü Massachusetts General Hospital'da (Boston) araştırma yaparken, çeşitli ülkelerden gelen tümörleri karşılaştırdı. Bazı hastalar hem virüs hem aflatoksin'le, bazıları yalnız virüsle karşılaşmıştı. Arkadaşlarıyla beraber aflatoksin'in DNA'ya bağlandığını ve P53 proteini yaptıran gende mutasyona yol açtığını buldu. Daha açıkçası aflatoksin, P 53 genindeki bir guanin'i

timin'e çevirmektedir; bu, genin görevini tamamen bozmaya yeterlidir. Böylece bilimde ilk kez kanser yapıcı bir maddenin moleküllere etkisi kanıtlanmış oluyordu. Derhal diğer araştırmacılar bu çalışmalara benzer çalışmalara başladılar ve UV ışınlarının, tütündeki benzopyren'in vb. mutasyonlara yol açtığını gösterdiler.

Bazı meme kanserlerinde %20-25 olguda, P 53 analizi ile aflatoksin'in yaptığı mutasyona benzer bir mutasyon görülmektedir. Acaba burada da kanserojen bir madde mi kanseri başlatıyor? Araştırmalar sürüyor.

P 53 bugün kanser riskini ortaya koyabiliyor. Mehmet Öztürk'ün keşfinden sonra yeni bir kanseroloji dalı doğmuştur: kanserin genetik epidemiyolojisi. Bu alandaki ilk çalışmalardan biri, Lyon'daki Enternasyonal Kanser Araştırmaları Merkezi'nin yardımıyla Gambiya'da yapılıyor. Aflatoksin'in besinde bol bulunduğu bir bölgede hepatit B (sarılık) aşısının etkisi incelenecek. P 53'ün mutasyonları sayesinde karaciğer kanserine hepatit B virüsünün mü, küflerin mi yol açtığı anlaşılacaktır.

mal P 53, mutasyonlu P 53'ün etkilerini dengeleyebilir. Fakat mutasyonlu P 53, normal P 53 üstüne yapışarak onun görevlerini engellemektedir.

İlginçtir ki, birçok kanserde fazla miktarda P 53 olmasına rağmen, bu P 53 bütün etkisini kaybetmiş durumdadır; hem de P 53 geni normal olduğu halde son aylarda anlaşılmıştır ki, normal P 53, başka genlerce yaptırılan çeşitli proteinlerce etkisizleştirilmektedir. Örneğin bazı sarkomlarda özellikle Kaposi

Villejuif'deki Pierre May Bölümü'nde araştırmacı Fatma Şakrani, üst yutak (nasofarenks) kanserinin epidemiyolojisini araştırmaktadır. Bu kanser, Akdeniz kıyılarında siktir. Muhtemelen nitrosamine içeren balık veya et yenmesi, P 53 geninin mutasyonuna neden olmaktadır. Birçok kanser yapıcı madde, bu genin mutasyonuna yol açar.



sarkomunda - MDM2 adlı protein çok fazla miktarda yapılarak P53'e bağlanır ve onun etkisini önler. Bazı virüs proteinleri, örneğin dölyatağı boynu (serviks) kanserlerinde rol oynayan siyil (papillom) virüsüne ait E6 proteini de MDM2 gibi davranır.

Bugün birçok ekip, P53 geni mutasyonlarının hücre yüzeyinden anlaşılabilir olmadığını inceleyiyor. Eğer bu başarılırsa, hazırlanacak bir aşı ile bu hücreleri yok etmek mümkün olacaktır.

Darid Lane, P 53'ün görevlerinin daha iyi tanınması sayesinde, kanser tedavisinde ışın ve ilaç kullanımının daha etkili olabileceğini düşünüyor. Toksik olmayan ilaçlarla normal hücrelerdeki P 53 artırılabilirse, bu hücreler tümör hücrelerini öldürücü yüksek dozda ışın ve ilaçlardan korunabilirler.

Bilim bir yandan P 53 etkisini taklit edici veya artırıcı ilaçlar ararken ve P 53 genini kanser tedavisinde kullanmayı düşlerken, bir yandan da kısa bir süre sonra hastalarda P 53 analizi yaparak bazı kanserlerin geleceğini belirlemeyi ve onların büyümesini önlemeyi umuyor.

Science et Avenir, Ocak 1993'ten çev.:
Doç.Dr. Selçuk ALSAN