

2015'in Önemli Bilimsel Gelişmelerinden Bir Seçki



Küresel Isınmaya Küresel Uyanış: Paris Konferansı

Şimdiye kadar kaydedilen en sıcak yıl olan 2015 aynı zamanda insanlığın iklim değişimiyle mücadeledeki en önemli gelişmeye tanıklık etti. Geçtiğimiz ay Paris'te toplanan İklim Konferansı 195 ülkenin imzaladığı bir sözleşmeyle sonuçlandı. İklim değişimiyle mücadeleye yönelik küresel ölçekli bu ilk anlaşma küresel ısınmanın 2°C'nin altında, mümkünse 1,5°C'yle sınırlı tutulmasını amaçlıyor. Anlaşma ülkelerin aşamalı olarak fosil yakıtlardan rüzgâr, güneş ya da nükleer enerji gibi sürdürülebilir kaynaklara geçerek net sera gazı salımlarını 21. yüzyılın ikinci yarısında sıfırlamasını gerektiriyor. Dünya Kaynakları Enstitüsü'nden Jennifer Morgan'a göre bu tarihler 2°C'lik hedef için en geç 2080-2090 arasında, 1,5°C'lik hedef içinse en geç 2060-2070 arasında olmalı.

Daha önce iklim değişikliğine yönelik küresel bir mücadele başlatmak amacıyla yapılan 1997 Kyoto Protokolü ve 2009 Kopenhag Zirvesi gibi girişimler etkili olamamıştı.

Ancak Paris'te imzalanan anlaşmanın daha ümit vaat edici olduğu düşünülüyor. Örneğin dünyanın en çok karbon salan iki ülkesi olan ABD'nin ve Çin'in anlaşma konusunda gönüllülük göstermesi küresel katılım yönünde teşvik edici oldu. Paris Anlaşması'na göre Bangladeş, Etiyopya ve Ruanda gibi gelişmekte olan ülkelere görece esneklik tanınacak ve gelişmiş ülkeler, bu ülkelerin salım azaltma hedeflerini sosyo-ekonomik açıdan çok fazla sarsılmadan gerçekleştirmesine yardımcı olmak amacıyla teknolojik destek sağlayıp 2020 itibarıyla yıllık 100 milyar ABD doları değerinde bir fon oluşturacak. Paris Anlaşması insanlığın küresel iklim değişimi konusunda attığı en büyük adım olarak görülüyor. Öte yandan çok sayıda çevreci ve araştırmacı ekonomik ve politik pek çok nedenle belirtilen hedeflerin gerçekleştirilmesinin imkânsız olduğunu, pek çok vadin sözde kalacağını düşünüyor.



Aziz Sancar

Nobelli İlk Türk Bilim İnsanı: Aziz Sancar

2015 bilim açısından ülkemiz için çok özel bir sürpriz de barındırıyordu. İlk kez bir Türk bilim insanı Nobel Ödülü'ne layık görüldü. Mardin Savur'da doğan ve lisans eğitimini Türkiye'de tamamlayan Prof. Dr. Aziz Sancar, DNA onarım mekanizmaları konusundaki önemli keşifleri nedeniyle Prof. Dr. Paul Modrich ve Prof. Dr. Tomas Lindahl ile birlikte Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldü. Aziz Sancar'ın hayatı ve bilimsel çalışmaları *Bilim ve Teknik* dergisinin 2015 Kasım sayısında ayrıntılı olarak ele alınmıştı.

Plüton'u Hiç Böyle Görmemiştik

Plüton keşfinden beri, yani 85 yıldır gizemini kordu. Astronomlar büyüklüğünü ve rengini bile tam olarak bilmiyordu. Ancak NASA'nın *New Horizons* adlı uzay aracı 14 Temmuz'da kendisine 12.500 kilometre kadar yaklaştığında sırları en azından kısmen ifşa oldu. *New Horizons*'un çektiği görüntüler Plüton'un karmaşık ve büyük bir çeşitlilik arz eden arazi yapısını gözler önüne serdi.

Plüton'un bazı bölgeleri karanlık ve çok kraterli görünüyor, bu da ileri yaş işareti sayılıyor. Bu bölgelerin renginin, Güneş ışınlarına maruz kalınca tolinler olarak bilinen katranımsı bileşiklere dönüşen donmuş metandan kaynaklanabileceği düşünülüyor. Görünüşe göre gezegen bu bileşiklerden oluşan, kızıl kahverengi ince bir tabakayla örtülü. Öyle ki *New Horizons* araştırmacıları Plüton'u "ikinci kırmızı gezegen" diye niteliyor.

Plüton'da çok yaşlı olduğu düşünülen bu arazilerin yanı sıra kumul görünüşlü alanlar ve 3300 metre yüksekliği bulan yalçın dağlar var. Bu dağların zirvelerinin buzla örtülü olduğu düşünülüyor. Bir başka ilginç gözlemse bir çeşit malzemenin dağlardan aşağı doğru aktığı yönünde. Bunun Plüton'un 60 yıl süren kış mevsiminde atmosferdeki gazların donmasıyla biriken azot buzu olduğu düşünülüyor. Azot buzullarının ötesinde de beklenen kraterler değil alttan görece ılık malzemelerin sızdığı, çokgen biçimli geniş düzlükler var. Genç görünüşlü bu bölgeler, muhtemelen hâlâ devam eden yakın zamanlı jeolojik etkinliğe işaret ediyor. *New Horizons*'ın aldığı görüntüler Plüton'un yarısı büyüklükteki uydusu Charon'un uzun çatlaklar, düz ovalar ve sıradışı, ayrık dağ kitleleriyle tıpkı Plüton gibi dinamik görüldüğünü ortaya koydu. 1970'lerdeki *Voyager* görevlerine kadar Güneş Sistemi'nin dış kısımlarındaki küçük gök cisimlerinin soğuk ve dingin olduğu kabul ediliyordu. Ancak o zamandan beri uzay araçlarının sağladığı bilgiler dış kısımlardaki gezegenlerin uydularının hayli etkin olduğunu ortaya koydu. Yine de bu durumun sadece uydulara has olabileceği düşünülürken *New Horizons*'ın sağladığı bilgiler bu varsayımı da ortadan kaldırdı.

Plüton'un görüntü işleme teknikleriyle yapay olarak renklendirilmiş bir görüntüsü



NASA



Solar Impulse

Güneş Uçağı Rekor Kırdı

Güneş'ten başka hiçbir enerji kaynağı kullanmadan uçan *Solar Impulse* adlı uçak Temmuz ayında yapılan denemede rekor üstüne rekor kırdı. Uçuş hem güneş enerjisiyle yapılan en uzun uçuş hem de en uzun solo uçuş olma özelliği taşıyor. Projenin kurucularından biri ve uçağın pilotu olan André Borchers Japonya'dan başladığı uçuşu 118 saat sonra Hawaii'de bitirdi. Pasifik geçişi boyunca hiçbir acil iniş imkânının bulunmadığı uçuş, temiz ve yenilenebilir enerjilerin potansiyelini göstermek amacıyla planlanan bir seyahatin en riskli ayağıydı. Ne yazık ki uçuş sırasında uçağın bataryaları aşırı derecede ısınarak hasar gördü ve seyahatin devamı 2016'ya kaldı.

Topraktaki Mikroplar Yeni İlaçlar İçin Umut Kaynağı

Geçtiğimiz yılın Ocak ayında araştırmacılar topraktaki zengin mikrobiyal çeşitlilikten faydalananak çığır açıcı olabilecek bir buluş yaptı. Topraktaki mikroorganizmalar yeni ilaçlar geliştirilmesine olanak sağlayan antimikrobiyal bileşikler salgılıyor. Ancak bu mikroorganizmaları kullanmak hiç de kolay değil çünkü bunların yüzde doksan dokuzu laboratuvar ortamında çoğaltılmıyor. İşte Northeastern Üniversitesi'nden Kim Lewis ve ekibi mikropları kendi doğal ortamlarında izole etmeyi ve ilaç potansiyellerini sınamayı sağlayan bir yöntem geliştirdi.

Araştırmacılar 10.000'in üzerinde toprak bakterisi örneğini inceledikten sonra teiksobaktin adlı kimyasal maddeyi salgılayan *Eleftheria terrae* adlı bakteriyi keşfetti. Fare üzerinde yapılan testlerde teiksobaktin, ilaçlara direnç-

li bakterileri yok etti, ayrıca hedef hücreler bu maddeye direnç geliştirmeyemedi. Aslında Lewis bakterilerin teiksobaktine kırk yıldan önce direnç geliştirmeyeceği görüşünde. Bu tür bir ilaç geliştirilmesi olanağı tam da insanlığın çok ihtiyaç duyduğu bir anda ortaya çıktı. Zira eğer etkili antibiyotikler geliştirilemezse ilaçlara dirençli bakterilerin 2050'ye gelindiğinde kanserden daha fazla can alacağı öngörülüyor. Teiksobaktinin insanlarda denenmesi için daha birkaç yıl geçmesi gerekiyor, ancak Lewis'in daha önce kültüre alınmayan toprak bakterilerini incelemek üzere geliştirdiği yöntem yeni antibiyotikler aramaya yönelik çalışmalar için yeni bir yol açtı.

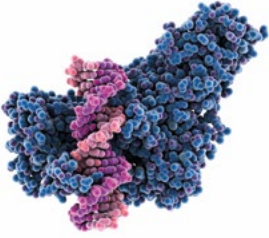
Eleftheria terrae bakterisi

Kapsamlı İlk Epigenom Haritası

Vücudumuzdaki tüm hücreler aynı DNA dizisine sahip olduğu halde, farklı işlevlere sahip hücreler birbirinden farklıdır. Bu, farklı hücrelerde farklı genlerin etkin olmasıyla mümkündür. Epigenetik işaretler denen birtakım değişiklikler genlerin etkinleşip etkinleşmeyeceğini, ne zaman ve nasıl etkinleşeceğini belirler. İşte epigenetik işaretlerin oluşturduğu bü-tüne epigenom adı veriliyor.

Bu değişiklikler hücrelerin doğal işleyişi sonucu olabildiği gibi çevresel etkilerden de kaynaklanabiliyor. Bu yüzden epigenom hastalıklarla da ilişkili. ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü Epigenom Yol Haritası Konsorsiyumu geçtiğimiz yılın Şubat ayında insan epigenomunun şimdiye kadarki en kapsamlı haritasını yayımladı. Harita, döllenmiş tek bir yumurtanın insan vücudundaki doku çeşitliliğini nasıl oluşturabildiğinden sağlıklı dokuların nasıl hastalanabildiğine kadar çok çeşitli konularda ipuçları sunuyor. Örneğin konsorsiyumdaki ekiplerin biri metastatik (yayılan) kanser hücrelerinin geldikleri dokuyu belli eden epigenetik “parmak izlerini” nasıl taşıdığını gösterdi.

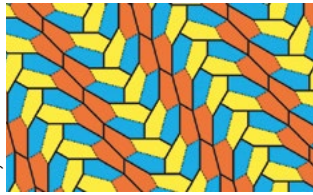
DNA zincirini sarmalayarak genlerin etkinliğini durduran, yani genleri susturan kimyasal işaretlerden birinin moleküler modeli



Özel Bir Beşgenin Keşfi Ses Getirdi

İki matematik doçenti ve eski bir öğrencileri malzeme biliminde de uygulamaları olabilecek bir keşfe imza attı. Bothell'deki Washington Üniversitesi'nden Casey Mann ile Jennifer McLoud-Mann ve öğrencileri David Von Derau'nun buluşu, geometrinin iki boyutlu bir düzlemi boşluksuz olarak ve çakışmadan kaplayabilen şekillerle ilgili çalışma alanı olan teselayon (döşeme) alanında. Eşkenar bir beşgeni bir düzleme boşluksuz şekilde yerleştirmeye kalktığımızda bunun mümkün olmadığını görürüz. Aslında bunun eşkenar çokgenlerden sadece üçgenler, dörtgenler ve altıgenler (örneğin bal peteği) için mümkün olduğu biliniyor. Eşkenarlılık şartı olmadığında ise durum değişiyor. Ancak bu şart olmadan bile şimdi-

ye kadar bir düzlemi boşluksuz kaplayabilen 14 beşgen bulunabilmişti. İşte yeni keşifle bu sayı 15'e çıktı. Mann çifti ve öğrencileri Von Derau bunu Von Derau'nun yazdığı bir yazılım yardımıyla başardı. Buluşun matematiksel sanatlar için ilham kaynağı olmanın yanı sıra matematiğin bağlantılı olabilecek başka alanlarına katkı sağlayabileceği, ayrıca moleküler düzeydeki uygulamalarıyla yeni özellikler taşıyan malzemeler geliştirilmesine olanak sağlayabileceği düşünülüyor.



Casey Mann

Zihin Kontrolünde Bir Üst Aşama

Uzuvları olmayan ya da felçli insanların zihinlerini kullanarak robotik uzuvları kontrol edebildiğini gösteren çalışmalar yapılmıştı. Ancak bu uzuvların hareketleri biraz suni ve acemice olabiliyor. Mayıs ayında araştırmacılar daha hassas ve yumuşak hareketlerin mümkün olduğu bir sinirsel protez geliştirdiklerini açıkladı. Standart sinirsel protezler beynin motor kontrol merkezi olan motor korteks-ten gelen sinyalleri robot uzvu kontrol eden bilgisayara bağlı bir kabloya iletiyor. Bu sinyaller fiziksel bir görevi ayrı ayrı hareketlere bölüyor, kahve fincanınızı elinize alırkenki basamakları sıralamak gibi. Yeni geliştirilen protezdeyse araştırmacılar beynin sinyal zincirinde bir basamak yukarı çıkarak hastanın posterior parietal korteksinden (PPC) gelen sinyalleri kullandı. Araştırmacının Caltech'te araştırmacı olan lideri Richard Andersen PPC'nin beyinde belirli bir hareketin amaç olarak belirlendiği kısmı olduğunu belirtiyor. Örneğin “kahvemini almak istiyorum” diye düşünmek gibi. Dört uzvu da felçli bir hastaya protezi taktıklarında hasta bir kişinin elini sıkmayı ve hatta bir bardağı kendi kendine bir şey içebilecek kadar sabit tutmayı başardı. Anderson bir sonraki aşamada dokunma ve konum algılarını da sisteme dâhil etmeyi planlıyor.



Spencer Kellis ve Christian Klases, Caltech

CRISPR ile Toplu Gen Aktarımı

Geçtiğimiz yılın Mart ayında araştırmacılar ilk defa, laboratuvar ortamında değiştirilen genlerini otomatik olarak yavrularına geçiren hayvanlar ürettiklerini açıkladı. Normalde bir mutasyonun yavruya geçme olasılığı %50'dir, çünkü genlerin yarısı anneden yarısı babadan gelir. Ancak San Diego'daki California Üniversitesi'nden araştırmacılar sirke sineklerinin denemelerin %95'inde aktarılan geni alabildiğini gösterdi. Araştırmacılar kopyalardan birinde oluşturdukları mutasyonun otomatik olarak diğer kopyaya geçmesini temin edebilmek için CRISPR adlı genetik mühendisliği yöntemini kullandı. Araştırmacılarından Valentino Gantz bu işlemi mutajenik zincir reaksiyonu (MCR) olarak adlandırıyor. MCR'nin eşeyli olarak üreyen popülasyonların tamamını aylar içinde dönüştürebileceği ve böylece araştırmalar için yeni ve güçlü bir araç olabileceği düşünülüyor. Tekniğin bitki zararlılarına ya da sivrisineklere uygulanarak sıtma gibi öldürücü olabilecek hastalıkların yayılmasını engelleme potansiyeli de var.



Valentino Gantz / UC San Diego

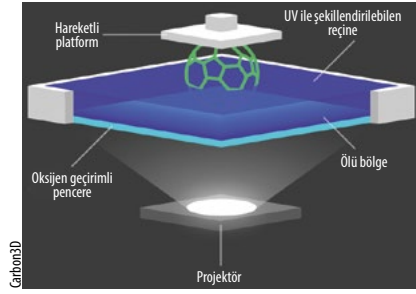
CRISPR'nin İnsanda Uygulanması Tartışmalı

Bakterilerin kendilerine saldıran virüsleri etkisiz hale getirdiği sistemden yola çıkılarak geliştirilen CRISPR yöntemiyle, belirli genler istenen özellikteki kopyalarıyla değiştirilebiliyor. Dolayısıyla CRISPR organizmaların genlerinin büyük bir kolaylıkla değiştirilebilmesine olanak sağlıyor. Tabii bu durum insan üzerinde yapılabilecek uygulamaların etik olup olmadığı konusunda şiddetli tartışmalar başlattı. Aslında 2015 Nisan'ında bir grup Çinli araştırmacı ilk defa insan üzerinde bir uygulama yaptı. Araştırmacılar bağımsız olarak yaşayamayacak durumdaki 86 insan embriyosuna CRISPR yöntemini uygulayarak bu embriyolardaki potansiyel olarak öldürücü bir kan hastalığını ortadan kaldırmayı denedi. Bu sistemle araştırmacılar hatalı geni kaldırıp bunu normal kan hücrelerinin oluşmasını sağlayan normal genle değiştirmeye çalıştı. Ancak gen değiştirme işlemi sadece dört embriyoda işe yaradı ve çok sayıda istemsiz mutasyona neden oldu. Kontrolsüz olarak oluşan bu mutasyonlar bazı bilim insanlarının yöntemin insanda kullanılmasıyla ilgili kaygılarını doğruluyor. Yılın başlarında Çinli ekibin çalışması henüz sürmekteyken on sekiz araştırmacı *Science*'ta yayımladıkları bir mektupla kamuoyunu, CRISPR'nin insanda kullanımını etik açıdan sorgulamaya ve potansiyel zararlarını dikkate almaya davet etmiş ve yöntem çok daha hassas hale getirilmeden ve iyice anlaşılmadan insanda kullanılmaması gerektiğini savunmuştu. Bu tür kaygılara rağmen Eylül ayında Londradaki Francis Crick Enstitüsü CRISPR'yi insan embriyolarında kullanma izni almak için başvurdu. Gen değiştirme yöntemlerinin insanda uygulanmasıyla ilgili açık ve belirgin düzenlemelere duyulan ihtiyaç geçtiğimiz ayın başında Washington'da yapılan bir zirvede ele alındı.

Evren Ölüyor mu?

Astronomlar şimdiye kadar bir araya getirilen en kapsamlı teleskop verilerini kullanarak evrenin ölmekte olduğunu keşfetti. Morötesinden kızılötesine yirmi bir farklı dalga boyunda görüntülenmiş 200.000 galaksiyi içeren bu kapsamlı veri setini inceleyen araştırmacılar uzay ve zamanın geniş bir kesiminden galaksilerin yaydığı enerjileri karşılaştırdı. Uluslararası araştırma ekibi Ağustos ayında, galaksi topluluğunun 2 milyar yıl önce şimdikine göre iki kat daha fazla enerji ürettiğini ve dolayısıyla evrenin sönmekte olduğunu açıkladı. Bu durum evrenin enerjisinin milyarlarca yıl içinde ısıya, sonra da soğuk ve boş karanlığa dönüşeceği yönündeki öngörülerle örtüşüyor.





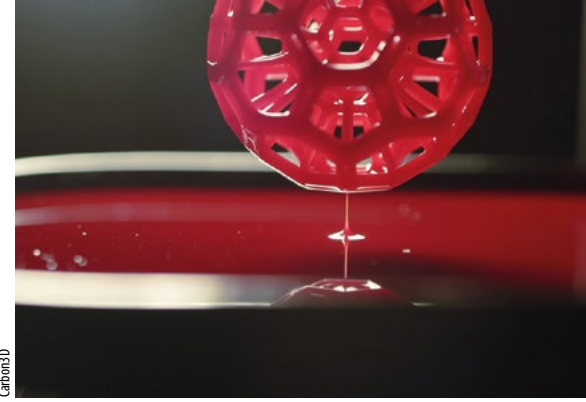
Sıvı Temelli Yeni 3-B Yazıcı Dakikalar İçinde "Basıyor"

Araştırmacılar mevcut sistemlerdeki gibi saatler değil sadece dakikalar içinde üretim yapabilen yeni bir üç boyutlu yazıcı geliştirdi.

Yapay Bağışıklık Organi

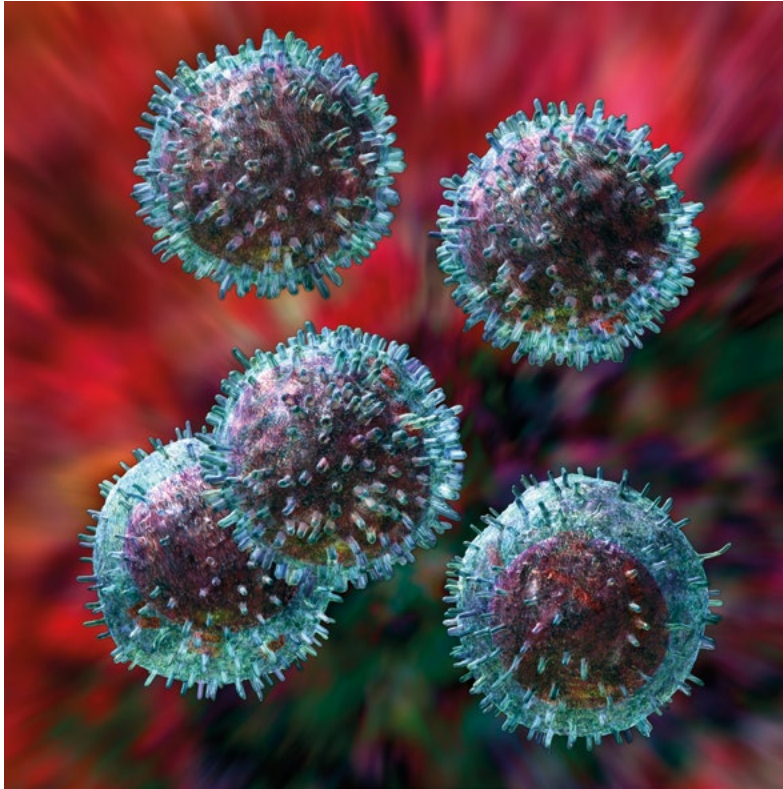
Cornell Üniversitesi araştırmacıları canlı organizmadan bağımsız olarak laboratuvar ortamında kontrol edilebilen ve antikorlar üreten işlevsel ve sentetik bir bağışıklık organı üretmeyi başardı. Sentetik organ üretilirken lenf düğümleri ve dalak örnek alındı. Jelatin temelli bir biyomalzeme canlı hücreler ekilerek oluşturulan "organoid", B hücrelerini uyarıyor. B hücreleri vücut saldırıya uğradığında harekete geçerek antikor üretiliyor ve antikorların çeşidini ve

miktarını enfeksiyona göre ayarlıyor. Bu yeni yöntem şu anda kullanılan hücre kültürü yönteminden on kat daha etkili. Yöntemin hayvanlar üzerinde bağışıklık araştırmaları yapma ihtiyacını ortadan kaldırabileceği, B hücreleri işlev görmediğinde kanserlerin nasıl geliştiğini anlamamıza ve tedaviler geliştirmemize yardımcı olabileceği ve araştırmacıların çeşitli virüslere karşı aşılar geliştirmesi için bir platform oluşturabileceği düşünülüyor.



Carbon3D

Continuous Liquid Interface Production (CLIP) ismini verdikleri sistemde, özel bir sıvı reçine havuzunun dibinde bulunan bir projektör, basılacak nesnenin algılanamayacak kadar ince kesit görüntülerini morötesi (UV) dalga boyunda dipten yukarı doğru yansıtıyor. Morötesi ışık reçinenin sertleşmesini sağlıyor. Projektörden gelen ışık havuzun zemininin hemen üstündeki reçine tabakasını sertleştiriyor. Bu sırada bir platform da oluşmakta olan nesneyi yavaş yavaş yukarı çekiyor. Sürecin kilit noktası havuzun dibinde, oksijen geçirimli bir zarın hemen üstünde oluşturulan ölü bölge. Bu bölgede oksijenden dolayı sertleşme olamıyor. Ancak bu bölge o kadar inceki morötesi ışık bu bölgenin içinden geçip ölü bölgenin hemen üzerinde düşük oksijenli reçineyi sertleştirabiliyor. CLIP sistemi geleneksel sistemlerden çok daha hızlı ve çok daha hassas. Geleneksel bir üç boyutlu yazıcıyla üç saatte oluşturulabilecek karmaşık yapı, 51 milimetre çapındaki bir nesneyi oluşturmak, CLIP'le sadece 6,5 dakika aldı. Ayrıca CLIP'le üretilen nesnelere çok daha pürüzsüz oluyor.

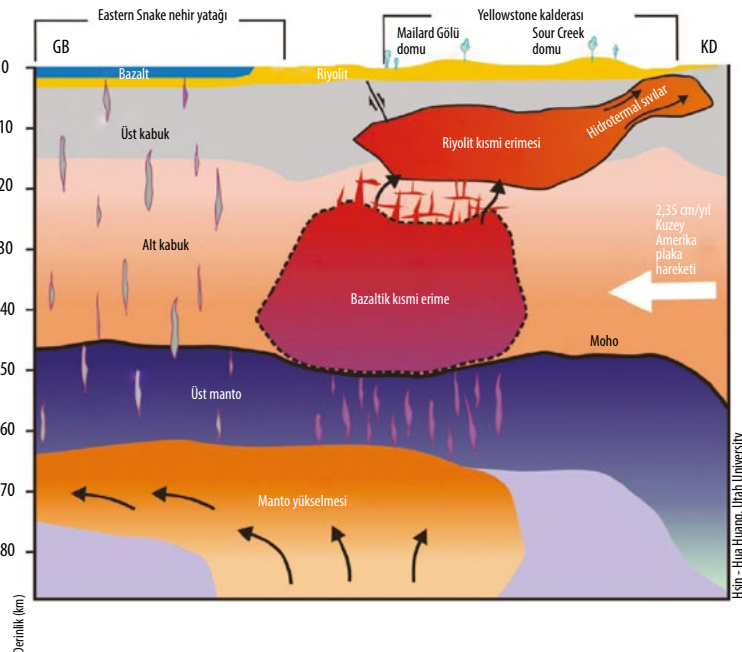


Bir çeşit beyaz kan hücresi olan lenfositler. Lenfositler bölünerek B ve T tipi bağışıklık hücrelerini oluşturur.

Yellowstone'da Süpervolkan Keşfedildi

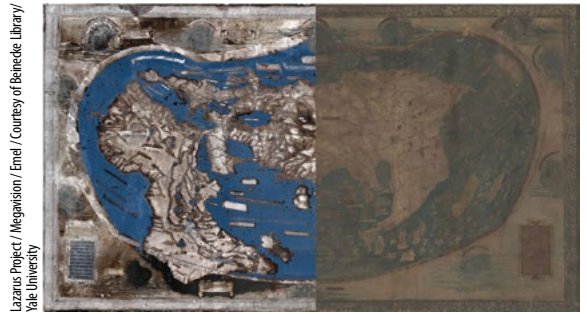
ABD'nin meşhur Yellowstone Milli Parkı'nda parktaki gayzerlere enerji sağladığı bilinen magma kütlelerinin daha da altında, bu kütleden yaklaşık 4,5 kat daha büyük bir magma rezervuarı keşfedildi. Bu da Yellowstone'un aslında dünyadaki en büyük volkanik alanlardan biri olduğu anlamına geliyor. Utah Üniversitesi araştırmacıları milli parkın yakınında ve uzağında bulunan bir dizi sismograftan gelen verileri birleştirerek Yellowstone'daki magma rezervuarını daha hassas biçimde incelemeyi başardı. Sismik dalgalar yer kabuğunun niteliği hakkında önemli bilgiler sağlıyor çünkü bu dalgalar sıcak kayalarda soğuk kayalarda olduğundan çok daha yavaş ilerliyor. Aslında araştırmacılar yeraltından salınan karbondioksit miktarından yola çıkarak Yellowstone'da daha büyük bir magma rezervuarı olması gerektiğini tahmin ediyordu.

Küçük magma kütlesi yerel bir sismograf ağıyla bulunmuştu. Daha derinleri inceleyebilmek içinse daha geniş bir sismograf ağına ihtiyaç vardı. İşte araştırmacılar bunun için 2004'te kurulan USArray adlı ağdan gelen verileri kullandı. Araştırmacılar süpervolkan olarak adlandırdıkları bu magma rezervuarının tehlikeli olmadığını, rezervuarın milyonlarca yıldır orada olduğunu ve büyümediğini, sadece yeni keşfedildiğini belirtiyor. Utah'tan jeofizikçi Robert Smith Yellowstone'da, en yakını 640.000 yıl önce olmak üzere, zaman zaman büyük volkanik patlamalar olmuşsa da günümüzde büyük bir patlama yaşanması olasılığını 700.000'de 1 olarak hesaplıyor.



Tarihi Haritada Teknolojik Onarım

Alman haritacı Martellus'un 1491 tarihli haritası o dönemin en ayrıntılı ve etkili haritası olarak övgüler almasına rağmen üzerindeki yazılar yüzyıllar içinde solmuş ve kararmış olduğundan tam olarak okunamamıştı. Araştırmacılar teknolojiye yararlanarak haritanın bu kaderini değiştirdi. Araştırmacılar yaklaşık 1,2 metreye 2 metre büyüklüğündeki haritayı multispektral görüntüleme yöntemleri kullanarak inceledi. Zamanında muhtemelen Christopher Columbus'un Dünya coğrafyasına ilişkin anlayışını da etkilemiş olan harita, kısmen örtüşen 55 kareye bölündü ve her bir kare morötesinden kızılötesine değişen 12 farklı dalga boyundaki ışıkla görüntüldü. Her bir dalga boyundaki ışık birbirinden biraz farklı ayrıntıları ortaya çıkardı ve sonuçta elde edilen görüntüde Martellus'un insanlarla ve yerlerle ilgili tasvirleri okunur hale geldi. Ünlü bir başka Alman haritacı Martin Waldseemüller'in 1507'de bu metinleri alıntıladığı da doğrulanmış oldu. Araştırmacılar şimdi bu görüntüleme tekniğini kullanarak benzer durumdaki pek çok eski belgeyi de incelenebilir hale getirmeyi amaçlıyor.



Lazarus Project / Megajonion / Emel / Courtesy of Beinecke Library / Yale University

Kaynaklar

- *Discover Magazine*, Ocak/Şubat, 2016.
- <https://www.sciencenews.org/article/195-nations-approve-historic-climate-accord?tg=nr>
- http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/uol-scf120915.php
- <http://www.uwb.edu/news/press/2015/081415>
- <http://www.news.cornell.edu/stories/2015/06/engineers-synthetic-immune-organ-produces-antibodies>
- <http://news.discovery.com/earth/peering-inside-yellowstones-supervolcano-150423.htm>
- <http://www.popsi.com/new-liquid-based-3d-printer-takes-minutes-not-hours>