

Kozmolojik Zaman Çizgisi

Rosa M. Ros, Beatriz García, Ricardo Moreno, Pilar Orozco, Juan Antonio Prieto, Ivo Jokin

International Astronomical Union, Polytechnical University of Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University, Argentina, Colegio Retamar, Spain, Diverciencia, Spain, Municipal Center for Extracurricular Activities, Dolna Mitropolia Municipality, Bulgaria.

Özet

Evrenin tarihi 13800 milyon yıla yayılmıştır. Bu zaman periyodunda, Evren enerjiyi rekor sürede ilkel elementlerin atomlarına dönüştürdü. Atomlar yıldızları oluşturdu ve bunlar da Periyodik Tabloyu oluşturan yaklaşık 100 elementi üretmek için malzemeyi dönüştürdü. Kimyasal elementler organize edildi, ancak daha sonra Dünya'da bildiğimiz çeşitli yaşam formlarına yol açan prebiyotik materyali elde etmek için süreç uzun ve karmaşıktı. Yaşamın, onu üreten ve gelişmesine izin veren bir dizi faktörün bir sonucu olduğunu söyleyebiliriz. Evrenin tarihi boyunca yaşamın ortaya çıkışı için temel kilometre taşları olan anları bilmek, gökbilimcilerin tasarladığı, inşa ettiği ve kurduğu araçlara, hatta Dünya dışında bile yaklaşmak, Evren'de tespit edildiği tek yerin ötesinde yaşamın var olma olasılığını incelemek, ve yaşamın nasıl, ne zaman ve nerede ortaya çıktığını açıklamaya çalışan teorileri keşfetmek, bu Atölyenin misyonudur.

Hedef

- Evrenin tarihini bir zaman çizelgesi aracılığıyla görselleştirin
- Yaşamın oluşumuna ulaşmak için gerekli olan sürecin önemini anlayın
- Yaşamın birçok farklı koşula adaptasyonunu anlayın

Kozmolojik giriş

Evren doğadan izole edilmiş tek sistemdir: çevre ile ne enerji ne de madde alışverişinde bulunur, çünkü o ortamdır.

Evrenin 13800 milyon yıl önce, enerji salınımının bir sonucu olarak ortaya çıktığı tahmin edilmektedir. Evrenin doğum ve evrim süreci ile nihai varış noktası için olası senaryolar Evren Evrimi Çalıştayı'nda ele alındı.

Evrenin bir bütün olarak incelenmesinin ötesinde, Kozmos yaşının ne anlama geldiğini görmemizi sağlayan, ancak aynı zamanda insan türü için temel bir kavram getiren ölçek modelleriyle ilgili öneriyi genişletmek ilginçtir: yaşam, Evrenin özelliklerinden veya benzersiz özelliklerinden biri.

Yaşamın kökeni ve bunun sonucu olan akıllı yaşamın varlığı sorusu, ekzo ve astrobiyolojinin ana odak noktasıdır; Bu, Dünya'da nasıl meydana geldiğini ve başka yerlerde nasıl gerçekleşebileceğini anlamak amacıyla bilimsel bir bakış açısıyla incelenilecek alışılmadık bir olaydır.

Yaşam arayışı, Astronomi ve Astrofizik'te ortak bir hedeftir ve bu nedenle, konuyu kozmolojik bir ölçeğe koymak, Evrenin kökenini en ilkel yaşam formlarının ortaya çıkmasıyla ayıran uzun zaman aralığını anlamamızı sağlar.

Yaşam arayışı için, Astrobiyoloji ve Astrokimya'daki çalışmaların temelini oluşturan bazı araçlarımız var.

Yıldızlararası gaz ve toz bulutunun yerçekimsel çöküşünden bir yıldızın oluşumu ve doğumu sürecinde, o buluttan gelen malzeme kalıntılarıyla bir gezegen sistemi oluşturulabilir.

Spektrumunu inceleyerek düşünülen yıldızın bileşimini bilebildiğimiz gibi, Güneş Sistemi durumunda bir gezegen atmosferinin veya Ötegezegen veya Güneş Dışı Sistemler durumunda ötegezegenlerin varlığını ve kimyasal bileşimini bilmek mümkündür. Her kimyasal element, her molekül, belirli ve benzersiz bir spektruma sahiptir.

Bir gezegenin veya ötegezegenin bir atmosferi varsa ve yıldızın spektrumu biliniyorsa, o yıldızdan gelen ışık ötegezegenin atmosferinden geçtiğinde, kısmen o atmosferdeki kimyasal elementler tarafından emilecektir. Bu şekilde, herhangi bir atmosferin kimyasal bileşimini belirleyebileceğiz.

Bunun bir örneği, çeşitli ötegezegen sistemlerini oluşturan James Web Teleskobu'nun son keşifleridir.

Bir örnek: yaşam arayışına nasıl yaklaşmanın mümkün olduğuna, aşağıdaki gibi olacaktır. Web Teleskobu'nun gözlemleri sayesinde yapılan ötegezegen WASP-39b'nin ayrıntılı modellenmesinde, atmosferindeki SO_2 'nin fotokimya tarafından üretildiğini ortaya koymuştur, bu da son derece önemlidir, çünkü fotokimya, O_3 (ozon) üretimi ile bağlantılı olduğu için Dünya'daki yaşamın gelişmesi için temeldir. fotosentez ve insan organizması için temel D vitamini üretimi ile.

Önereceğimiz zaman çizgisindeki sıfır anından itibaren, tüm enerjinin atomlara dönüşmesine kadar sadece yaklaşık 100 saniye geçti. Yaşamın ortaya çıkması için önce galaksilerin, sonra yıldızların ortaya çıkması, bunların kimyasal elementleri dönüştürmesi, galaksiler arası ve yıldızlararası ortamı zenginleştirmesi ve düzensiz moleküllerin kendilerini kopyalayabilecek ve sonunda yaşama yol açabilecek karmaşık yapılar oluşturmaları için koşulların verilmesi gerekiyordu.

İlerleyen bölümlerde, mucizevi olmayan, Kozmos'un evriminin bir sonucu olan bu uzun süreci göreceğiz.

Etkinlik 1: Zaman çizelgesi

Bu, Evrenin tarihinin zaman çizelgesini bir kaset üzerinde görselleştirmekle ilgilidir. bir milyar yıla eşit bir metre ölçü birimi olarak kullanılması ($1\text{m} = 10^9$ yıl , yani $10\text{ cm} = 10^6$ yıl).

Bilim ilerledikçe ve daha kesin araçlar kullanılabilir hale geldikçe, zaman ve mesafe gibi Evrenin tarihi için önemli olan büyüklüklerin belirlenmesi, Kozmos'taki en önemli olayların meydana geldiği dönemlerde belirli değişikliklere yol açabilir. Evren hakkında bildiklerimizin istatistiksel olduğunu, daha fazla ve daha iyi gözlemlerin bizi tüm sonuçlarımızı gözden geçirmeye zorlayabileceğini unutmayın.

Bing Patlaması, büyük patlama, 13800 milyon yıl önce ($13.8 \cdot 10^9$ yıl) gerçekleşti, sonra, kısa bir süre için, 10^{-45} saniye, ne olduğunu açıklamak çok iyi bilinmemektedir, çünkü Einstein'ın görelilik teorisini bile uygulayamazsınız, bu sözde Planck Çağıdır.



Şekil 1: Zaman çizelgesinin 13,8 m uzunluğunda bir bant üzerinde basit bir şekilde sunulması. Bazı nesneler, değerlerin ilişkisini ve karşılaştırılmasını kolaylaştıran ve ölçeğin düzeltilmesine izin veren birlikte dikilir.

Büyük Patlama'nın 10^{-35} 'inden sonra, Evrenin üstel genişlemesine cevap veren ENFLASYON başlar. Büyük Patlama'dan bir mikrosaniye (10^{-6} saniye) sonra, ilkel çorbanın (çeşitli temel parçacıklardan oluşan) oluşumuna başlar.

Büyük Patlama'dan 3 dakika sonra, "H" nin İlkel Nükleosentezi başlatılır. Tüm bu ilk bölüm, zaman çizelgesinde bir ölçekleme problemi ile gerçekten temsil edilemez, çünkü bir milyon yıla eşdeğer 1 milimetreyi düşünüyoruz, saniyeler veya dakikalar görünmez. Bu nedenle zaman çizelgesinde görüntülenmez, ancak ayrı olarak sunulur.

100 milyon yıl sonra (10 cm sonra), yani 13700 milyon yıl önce, ilk ilkel elementler oluşmuştur. Başka bir 100 milyon yıl sonra veya başka bir 10 cm, $13.6 \cdot 10^9$ yıl önce ilk moleküller ve bunlar arasında ilk su molekülleri oluştu.

Yaklaşık olarak, bu zaman diliminde de, 13600 milyon yıl önce ilkyıldızlar oluştu ve bir süre sonra, 13100 milyon yıl önce ilk galaksiler oluştu. Yüz milyon yıl sonra, ilkel Samanyolu oluşmuştur ($13.0 \cdot 10^9$ yıl) (Şekil 1).

Yaklaşık 8400 milyon yıl boyunca (8.4 metre: bizim ölçeğimizde, 10^9 yıl bir metreye eşittir) bir dizi eşzamanlı fenomen gerçekleşir. İlk yıldızlar evrimleşir, farklı atom türlerini dışarı atan farklı patlamalara yol açar ve periyodik tablonun ilkel elementlerinin çeşitliliği ortaya çıkar. Aynı zamanda, evrimin farklı aşamalarında evrimleşen yeni yıldızlar oluşmaya devam eder ve farklı nesne türleri ortaya çıkar.



Şekil 2: 4600 milyon yıl önce, Güneş oluşur ve onunla birlikte güneş sisteminin farklı cisimleri ortaya çıkar, özellikle Dünya ve kayalık gezegenler 4560 milyon yıl önce oluşmuştur. Yaklaşık 20 milyon yıl sonra, bildiğimiz kadarıyla yaşam için tehlikeli olan çeşitli radyasyonlara karşı koruma görevi gören Dünya'nın manyetik alanı ortaya çıktı.

Yukarıda belirtilen 8.4 milyon yıldan sonra, yani $4.6 \cdot 10^9$ yıl önce, Güneşimizin oluşumu ve ilk alkollerin oluşumu gerçekleşir. OH grupları daha sonra gereklidir, çünkü DNA'nın oluşumunu sağlamak için önemli olacak birçok molekülün oluşumunda ortaya çıkarlar.

Yaklaşık 3 cm sonra, 4570 milyon yıl önce güneş sistemi doğmuş, 4 mm sonra, 4566 milyon yıl önce gaz halindeki gezegenler oluşmuş ve 6 mm sonra, 4560 milyon yıl önce Dünya ve diğer kayalık gezegenler oluşmuştur (Şekil 2).

Yaklaşık 2 cm sonra, Dünya'nın manyetik alanı, 4540 milyon yıl önce, gezegenimizdeki yaşama zararlı çeşitli radyasyon türlerine karşı korumayı temsil eden şeyle ortaya çıktı.

Daha sonra, 6 cm'de, Ay'ın oluşumu, yaklaşık 4480 milyon yıl önce, gezegen sistemimizdeki Dünya-Ay sistemini oluşturarak başladı.

Sadece 3 cm sonra, 4450 milyon yıl önce, İlk Dünya Atmosferi oluşur.

4.1 10^9 yıl önce, bu 45 cm'den sonra, güneş sisteminin gövdelerini, Dünya'yı ve Ay'ı etkileyen Geç Yoğun Bombardıman gerçekleşti.

4000 milyon yıl önce (4.0 10^9 yıl), yani 10 cm sonra, İlk Prokaryotik Hücreler (çekirdeksiz) ortaya çıkar ve DNA molekülü ortaya çıkar.



Şekil 3: Çizgi, başlangıcından ilk yeşil bitkilerin ortaya çıkışına kadar boştur. Bu noktadan günümüze pembe renkte.

2 metre sonra, bu 2 milyar yıl önce, Oksijen O_2 'yi soluyan yaşam başlar.

40 cm, 1.6 10^9 yıl önce, gezegenimizde yeşil bitkilerin ortaya çıkması başlar, yani klorofil fonksiyonu devreye girer (Şekil 3).

90 cm veya 90 milyon yılın ötesinde, yani 700 milyon yıl önce (0.7 10^9 yıl), ilk özelleşmiş dokular ve organlar ortaya çıkmaya başlar.

18 cm'den sonra, 0.52 10^9 yıl boyunca, hepimizin iyi bildiği fosiller olan Trilobitlerin fosilleri ortaya çıkar.

5 milyon yıl sonra, yani 5 cm sonra, 470 milyon yıl boyunca hayvanların sudan karasal bölgeye ilk çıkışı gerçekleşir.

Sadece 7 cm, 400 milyon yıl önce, Ammonlular (bilinen fosiller) ortaya çıkar.

3 mm sonra, 397 milyon yıl önce, ilk omurgalılar Dünya'da ortaya çıktı.

Yaklaşık 250 milyon yıl önce 14.7 cm hareket edersek, gezegenimizde hala bulunabilen hayvanlar olan Nautili ortaya çıkar.

Sadece 5 milyon sonra, bu 5 mm sonra, 245 milyon yıl önce, ilk dinazorlar ortaya çıkıyor.

4.5 cm'den sonra, 200 milyon yıl önce, bu ilk memeliler ortaya çıkar, başlangıçta küçüktüler, ancak daha sonra daha büyük olanlar ortaya çıktı.

5 cm sonra, bu 150 milyon yıl öncesinden, kuşlarımızın ataları olan ilk tüylü dinazorlar ortaya çıkıyor. Aslında, en az evrimleşmiş ve eski kanatlı dinazorlara en yakın olanlardan biri, kalemlerimizde bulunan basit tavuklardır (Şekil 3).

14.75 cm'nin ötesinde, yani 14.75 milyon yıl sonra, $0.0025 \cdot 10^9$ yıl önce = 2.5 milyon yıl = 2 500 000 yıl, ilk Humanoidler ortaya çıkar.

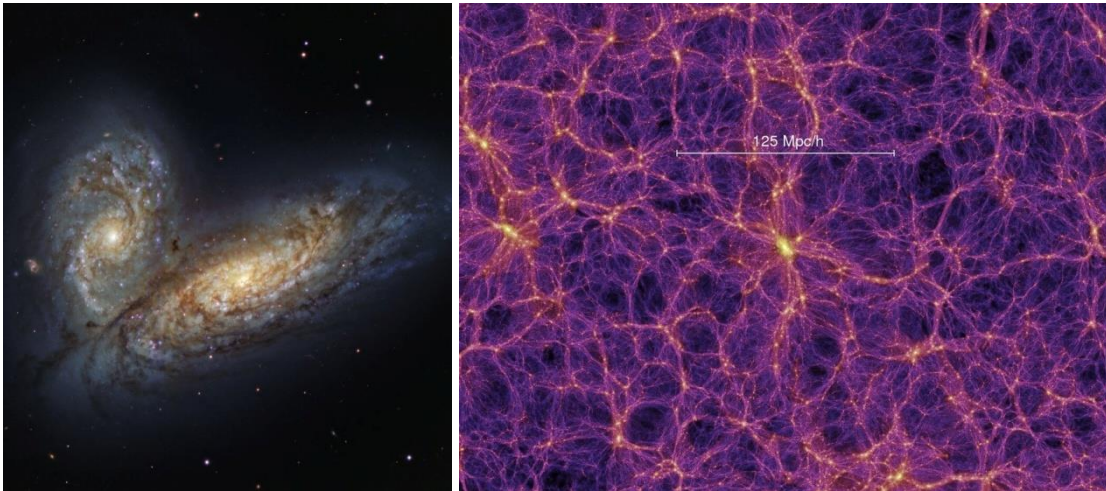
Sadece 2.2 mm'den sonra, yani sadece $0.0003 \cdot 10^9$ yıl önce = $0.3 \cdot 10^6$ yıl = 300 000 yıl sonra, Homo sapiens ortaya çıkar.

Yamyam Galaksiler

Galaksiler, kendi üzerlerinde dönen yerçekimi ile birbirine bağlanmış yıldız gruplarıdır. Çeşitli galaksi grupları, yeni galaksi oluşumunun çok aktif olduğu filamentler oluşturur.

Tüm galaksi kümeleri, buluştukları, çarpıştıkları büyük bir kozmik baleye dahil edilmiştir ve daha büyük olanların küçük olanlar üzerindeki yamyamlığı, genç galaksilerin yeni yıldızların oluşumunu teşvik etmek için kalan serbest gazı elde etmek için rekabet etmelerini sağlar (Şekil 4).

Yıldız oluşumunun en zengin alanları, büyük kazananların her zaman daha büyük galaksiler olduğu büyük çarpışma alanlarına bu şekilde karşılık gelir. Tüm bu faaliyetler evrenin filamentli bölgelerinde gerçekleşir ve geniş alanları maddeden daha özgür bırakır (Şekil 5).

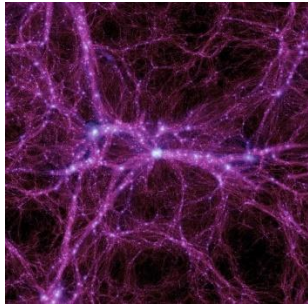


Şekil 4: Yamyam gökadalaraın çarpışması (Kredi: ESO). Şekil 5: Evrenin filamanlı yapısının modellenmesi (Kaynak: Springel ve ark.)

Aktivite 2: Filamentli Model

Evrenin filamansı yapısı, deterjanlı suyun yerleştirilebileceği bir tepsi veya tabak ile simüle edilebilir. Alkolsüz içecekleri yudumlamak için birkaç pipet vererek, tersine hareket eder, içlerinden hava üfler ve böylece çok kısa sürede çok sayıda kabarcık elde edersiniz.

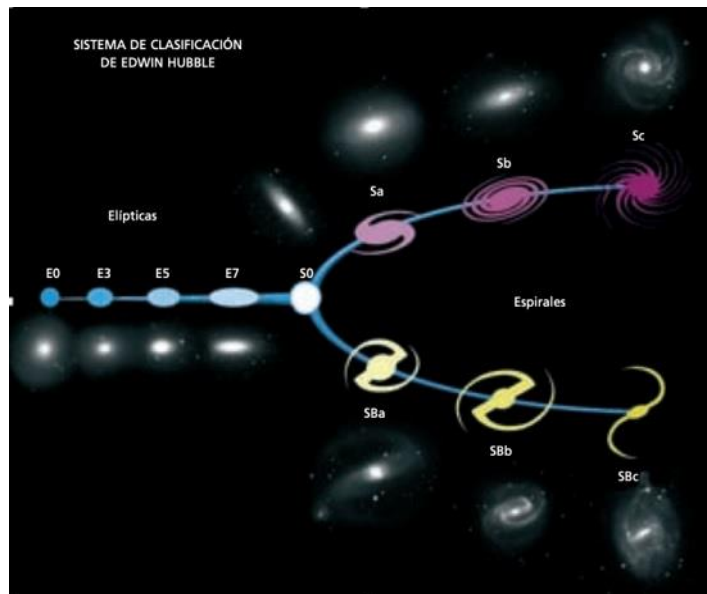
Büyük sabun köpüğü olan modelde görülebileceği gibi, sabunlu sıvının çoğu, kabarcıklar arasındaki kesişme alanlarında düzenlenir ve az ya da çok filamentli görünüme sahip alanlara yol açar.



Şekil 6: Evrenin filamenter yapısının modellenmesi (Kredi: Illustris Projesi). Şekil 7: Filamentlerde yukarıda bahsedilen yapının su ve deterjan kullanılarak modellenmesi.

Galaksilerin Sınıflandırılması

Sarmal, çubuklu, eliptik, küresel ve düzensiz galaksiler vardır, bunlar genellikle iyi bilinen Hubble dizisindeki morfolojilerine göre sınıflandırılır. Yukarıda belirtildiği gibi, bu sınıflandırma sadece formuna katılır ve aynı şeyin evrimine karşılık gelmez.



Şekil 8: Edwin Hubble sınıflandırma sistemi (Kredi: NASA-ESO)

Aktivite 3: Sarmal gökada oluşumunun simülasyonu

Sarmal galaksilerin bir modeli (Şekil 9a), su dolu bir bardak ve çok ince tanelere sahip bir ürünle, örneğin sodyum bikarbonat (Şekil 9b), sofr tuzu (NaCl), suda daha kolay çözünmesine rağmen ve kumda (Şekil 9c), çok ince olduğu sürece, bir elek içinden bile geçirilerek yapılabilir.



İncir. 9a. NGC 5457 Gökadası (ESA/Hubble)



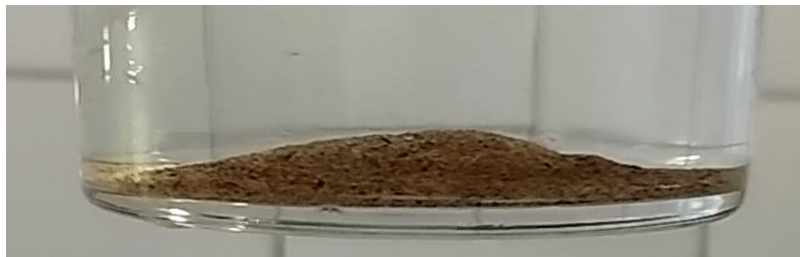
İncir. 9b. Bikarbonatlı galaksi.



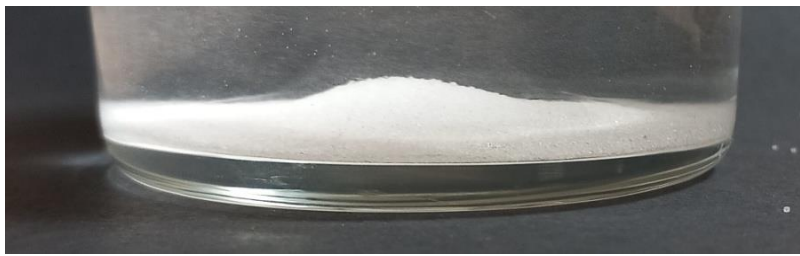
İncir. 9c. Kumlu galaksi.

Suyu bardaktan bir çay kaşığı ve enerji ile karıştırın, karıştırmayı bırakın, ürünün bir çorba kaşığı dökün ve tanelerin yerleşmesini bekleyin. Galaksilerininkine çok benzeyen merkezi bir yığın ve spiral kollar elde edersiniz.

Cama yandan bakıldığında, model aynı zamanda merkezi çıkıntı ile kenarda görülen galaksilerin şeklini de simüle eder (Şekil 10 a, b ve c).



Şekil 10a, Kum galaksisi modeli, yandan görölmektedir.



İncir. 10b. Bikarbonat modeli, yandan da görölmektedir.

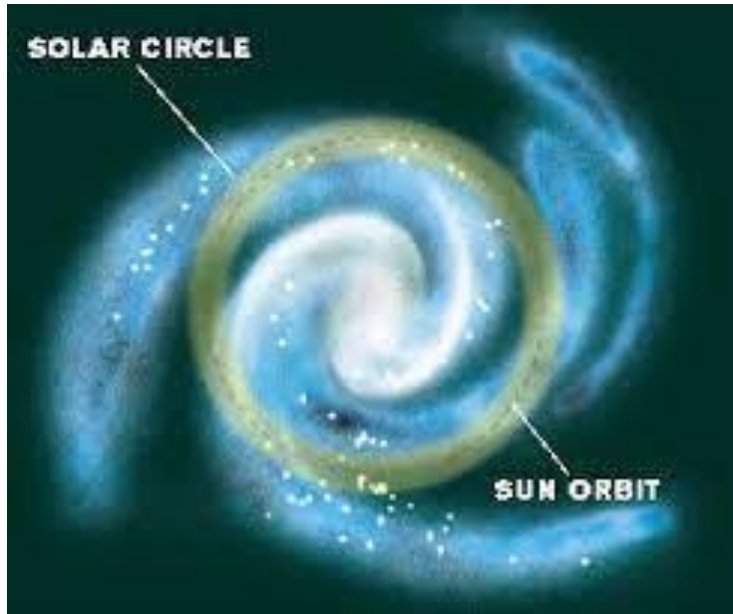


İncir. 10c. NGC 4565 Gökadası, merkezi çıkıntılı (Kredi: ESO/NASA)

Yavaşça karıştırmaya devam ederseniz, spiral kolları modelleyebilir ve Hubble dizisindeki başka bir galaksi türü olan eliptik galaksilere benzer bir şey elde edebilirsiniz (Res. 8). Modelimiz tek başına çubuklu galaksileri yeniden üretmekte başarısız oluyor.

Galaksilerde Yaşanabilir Bölge

Galaksilerin merkezi bölgesinde yüksek bir enerji seviyesi vardır, büyük gama ışını patlamaları ve yaşamı imkansız kılan devasa çok enerjik ve şiddetli olaylar vardır. Öte yandan, galaksinin kenarı alanında, yaşam için gerekli olan Hidrojen ve Helyum'dan daha ağır atomların eksikliği vardır, bu nedenle yaşanabilir bölge, bir araba lastiğinin odası gibi dairesel bir alana karşılık gelir ve Güneş'in hareket ettiği alana karşılık gelir. Galaksilerdeki yaşanabilir bölge normalde galaksinin merkezinden 23000 l.y. ile 30000 l.y. arasında bir yarıçap içinde bulunur (Güneş 27000 l.y.'dedir).



Şekil 11: Galaksinin yaşanabilir bölgesi (Kredi: NASA)

Plazma ve Manyetik Alan

Galaksiler arası ortamda, yıldızlararası ortamda ve yıldızların kendilerinde, madde genellikle plazma halindedir. Bu plazma elektronlar, protonlar, yüksek enerjili parçacıklar ve iyonize gazdan oluşur.



Şekil 12a: Peçe Bulutsusu, (Kredi Hubble), Şekil 12b: C/2002 E3 Kuyruklu Yıldızı (Kredi Rykis Babianskas ve Carlos Viscasillas)

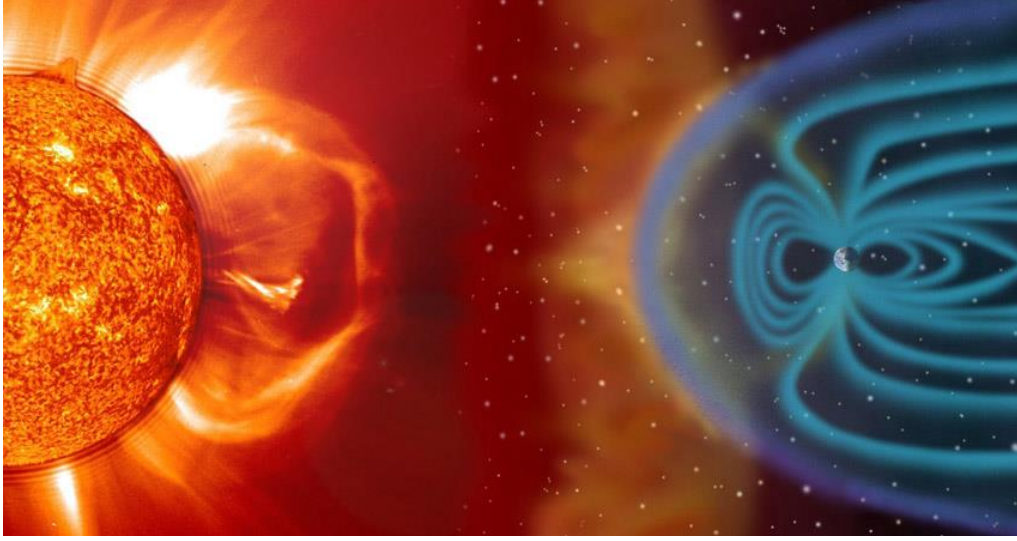
Yeryüzünde bu durumda yıldırım, floresan tüplerin içi veya enerji tasarruflu lambalar, monitörler ve televizyon ekranları, plazma topları veya bir mumun alevi gibi maddeler vardır.



Şekil 13a, 13b ve 13c: Plazma topunda, bir alevde ve bir floresan tüpte plazma durumunda madde vardır

Aynı zamanda plazma güneş rüzgarı, güneş sistemi boyunca Güneş'in koronasından her yöne salınan yüklü parçacıkların bir akışıdır. Bu parçacıkların akışı değişkendir, güneş lekeleri ve parlamaları üreten güneş aktivitesinden büyük ölçüde etkilenir. Güneş rüzgarı, her zaman Güneş'e işaret eden kuyruklu yıldızların kuyruklarının plazmasını çarpıtabilir.

Dünya'da jeomanyetik fırtınalar üretebilir ve auroralara (kuzey ve güneydeki ışıklar) yol açar. Güneş rüzgarının parçacıkları yüksek hızda ve çok fazla enerjiyle hareket eder, büyük bir nüfuz etme gücüne sahiptir ve hücrelerin DNA'sına zarar verebilir. Dünya'nın manyetik alanı, bir şemsiye gibi koruyucu bir kalkan görevi gören, yaşam için çok tehlikeli olan yüklü parçacıkları saptıran ve Dünya yüzeyine ulaşmalarını önleyen manyetosferi oluşturur.



Şekil 14: Dünya'nın manyetik alanı, güneş rüzgarına karşı bir kalkan veya şemsiye görevi görür.

Güneş üzerinde güçlü koronal püskürmeler olduğunda, güneş rüzgarının yoğunluğu büyük ölçüde artar ve Dünya'nın manyetosferini delebilir. Bu durumlarda, güneş rüzgarının bir kısmı kutuplara yakın bölgelerde atmosfere ulaşır ve güzel kuzey ışıkları (kuzey yarımkürede) ve güney ışıkları (güney yarımkürede) üretir.

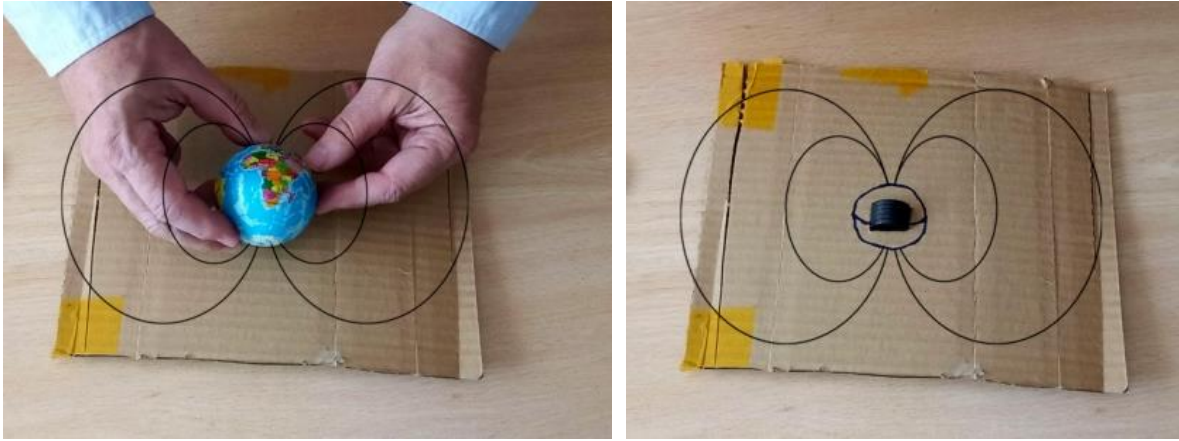
Bu parçacıkların enerjisi, atmosferdeki atomları heyecanlandırır ve elektronlarının farklı dalga boylarında fotonlar yaymasına neden olur. Parçacıklar yüksek enerjiliyse, oksijen yeşil / sarı bir ışık üretir ve düşük enerjiliyse, kırmızı / mor ışık üretir. Azot durumunda, auroraların alt kenarlarında mavimsi veya kırmızı / mor bir ışık üretir.



Şekil 15a ve 15b: Auroralardaki farklı renkler oksijen ve azotun iyonlaşmasına bağlıdır. (Krediler , S.Ekko, Finlandiya)

Aktivite 4: Dünya'nın manyetik alanı

Dünya'nın manyetik alanını, Dünya'nın manyetik alanını temsil eden bir mıknatıs ve alanın kuvvet çizgilerinden geçtiğimiz bir pusula ile görselleştirebiliriz. Mıknatısın iğnesinin manyetik alan çizgilerine "teğet" yerleştirildiğini anlamak yeterlidir (Şekil 17a, 17b ve 17c).



Şekil 16a, 16b Dünya'nın manyetik alanının bazı kuvvet çizgileri ile modeli temsil edilmiştir.

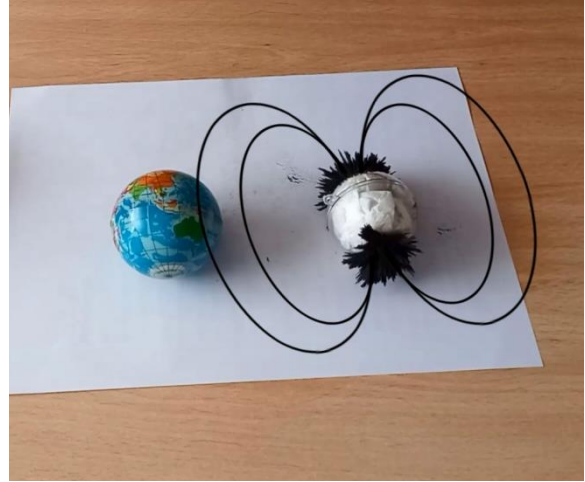
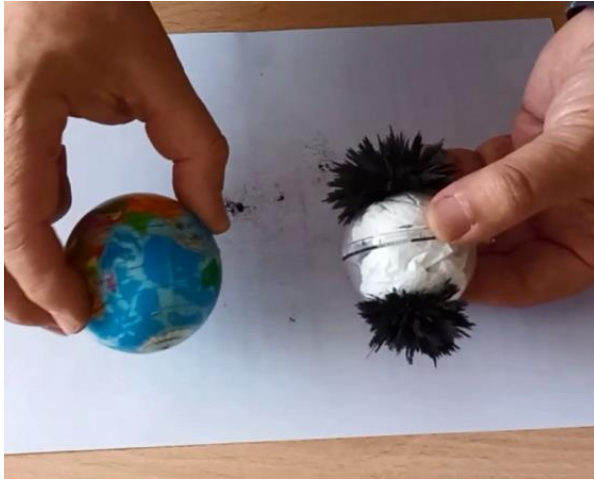


Şekil 17a, 17b, 17c: Bir pusula ile alan çizgileri "çizilir" (pusula iğnesi her zaman alan çizgilerine teğet geçer).

Plastik bir kürenin içine, bir kağıt peçeteye sarılmış bir mıknatıs koyduk. Dünya'yı temsil eder. O bölgedeki manyetik alan çizgilerini çok iyi görselleştiren kutupların demir dolgularının yanına serpiştiriyoruz.



Şekil 18: Dünya'nın manyetik alanının bir modeli olarak plastik bir kürenin içindeki bir mıknatıs.



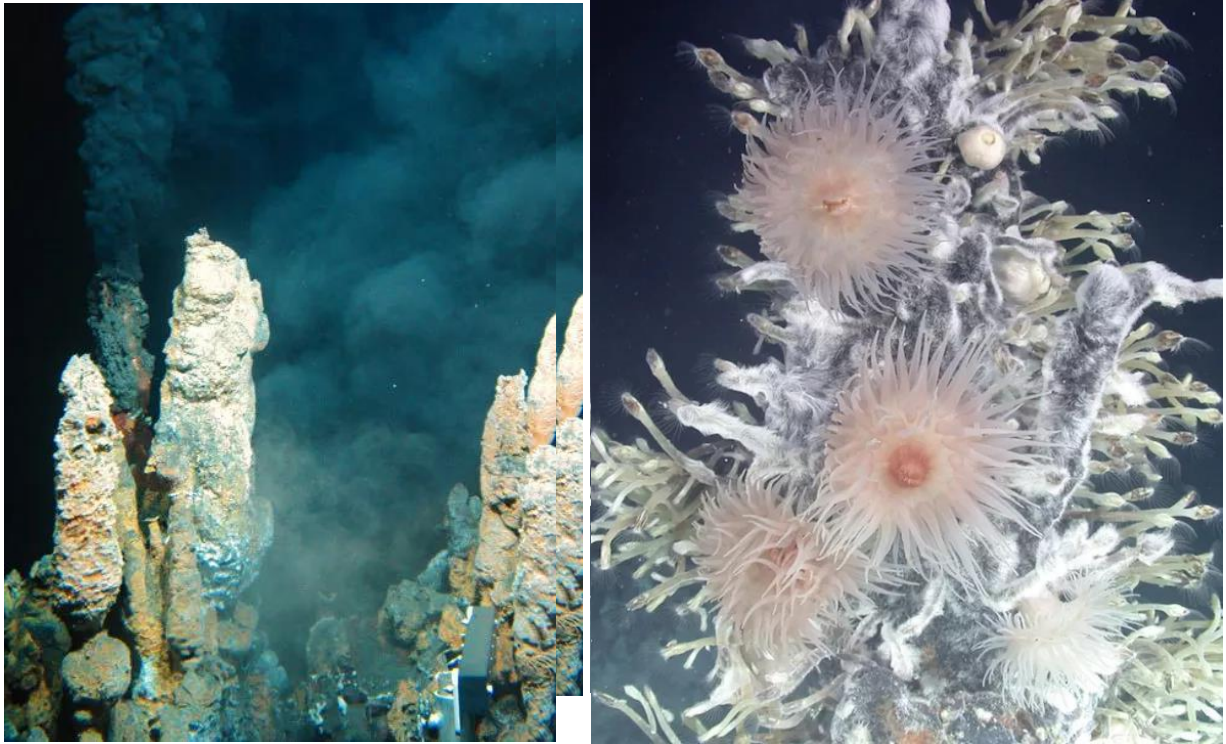
Şekil 19a ve 19b: Demir dolgularla, kutup bölgelerindeki alan çizgileri görselleştirilir. Auroraların meydana geldiği bu bölgelerdedir.

Dünyadaki yaşamın kökeni

Dünyadaki yaşamın kökeninin 3 milyar yıldan daha eskiye dayandığı, zaman içinde en temel mikroplardan büyük karmaşıklığa dönüştüğü kabul edilmektedir. Fakat ilk organizmalar, evrendeki yaşamın bilinen tek evinde nasıl gelişti?

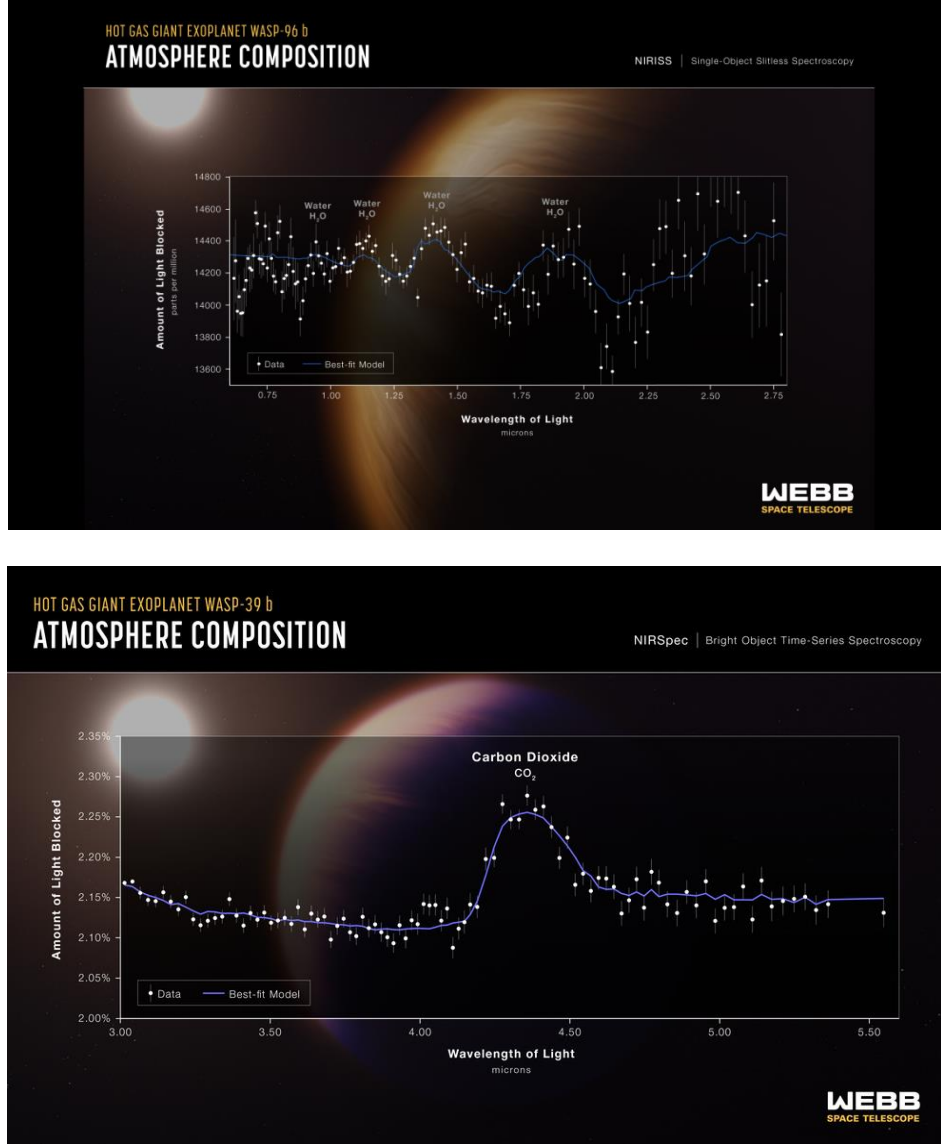
Bilim, yaşamın kesin kökeni konusunda kararsız ve çelişkili olmaya devam ediyor, yaşamın tanımı bile sorgulanıyor ve yeniden yazılıyor. Dünyadaki yaşamın kökeni hakkında yürürlükte olan birçok bilimsel teoriden bazıları şunlardır:

- En çok kabul gören teorilerden biri, yaşamın derin okyanusta, genellikle farklı kıtasal plakalarda bulunabilen ve karbon ve hidrojen gibi yaşam için kilit unsurları döken hidrotermal menfezlerde başlamış olabileceğini öne süren teoridir. Dışarı atılan sıvılar, yer kabuğundan geçerken soğur, çözünmüş gazları ve karbon ve hidrojen gibi mineralleri emer. Kimyasal ve termal enerji bakımından zengin, sıcak ve alkali olan bu menfezlerin çok çeşitli türlere sahip olduğunu artık biliyoruz (Şekil 20a ve 20b).



Şekil 20a: Yaşam, asidik deniz suyunun Dünya'nın kabuğundan alkali bir sıvıyla buluştuğu hidrotermal menfezlerde başlamış olabilir (Kredi: Woods Hole Oşinografi Enstitüsü). Şekil 20b: Havalandırma deliklerinin ılık sularında gelişen anemonlar (Kredi: NERC ChEsSo Konsorsiyumu)

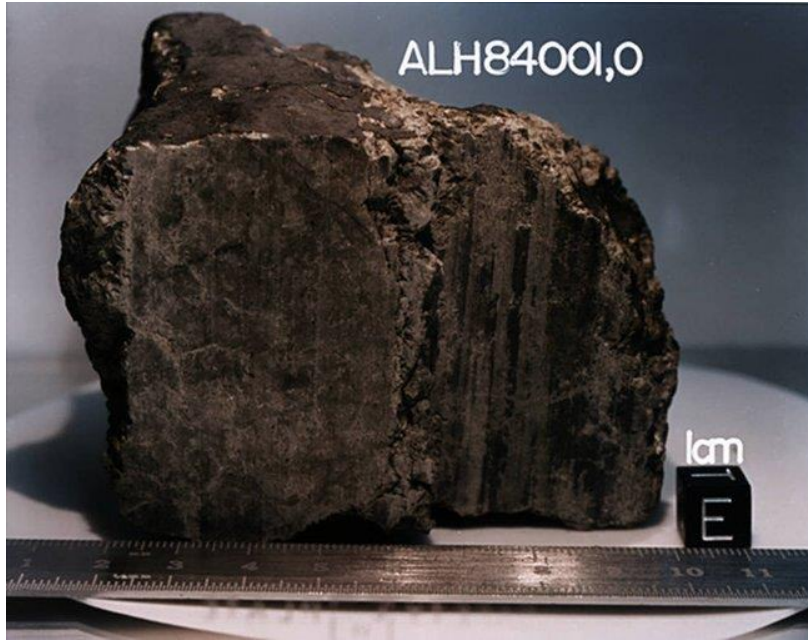
- Yıldırım, yaşamın başlaması için gereken kıvılcımı sağlamış olabilir. Elektrik kıvılcımları su, metan, amonyak ve hidrojen yüklü bir atmosferden amino asitler ve şekerler üretebilir Milyonlarca yıl boyunca, daha büyük, daha karmaşık moleküller oluşabilir. Araştırmalar o zamandan beri Dünya'nın erken atmosferinin aslında hidrojen bakımından zayıf olduğunu ortaya çıkarmış olsa da, bilim adamları erken atmosferdeki volkanik bulutların metan, amonyak ve hidrojen ve elektrik deşarjları içerebileceğini, yaşamın ilk moleküllerinin kilde bulunabileceğini, kildeki mineral kristallerinin organik molekülleri organize desenlerde düzenlemiş olabileceğini öne sürdüler. Bununla birlikte, bu teori kategorik olarak gösterilmemiştir (Şekil 21a ve 21b).



Şekil 21a. James Web Teleskobu ile elde edilen ötegezegen atmosferlerinin spektrumları. WASP-96 b (üstte) Şekil 21b: su molekülünün varlığı belirtilmiştir; WASP-39 b (altta): spektrumun merkezinde olmayan karbondioksit bandı. Bu spektrumların iletim spektrumları olduğunu ve dalga boylarının yakın kızılötesine karşılık geldiğini, yani bantların elektromanyetik spektrumun görünür bölgesinin dışında görüldüğünü unutmayın.

- 3 milyar yıl önce buz, okyanusları kaplamış ve yaşamın doğuşunu kolaylaştırmış olabilir, çünkü organik bileşiklerin düşük sıcaklıklarda daha kararlı olduğuna inanılmaktadır. Buz ayrıca kırılğan organik bileşikleri ultraviyole ışığın etkisinden ve kozmik etkilerden korumuş olabilir. Bugün, permafrost olarak bilinen donmuş toprakta, uykuda bir durumda yaşam biçimleri olduğunu biliyoruz.

Ancak, yaşamın Dünya dışında başladığını ve panspermi adı verilen teori çerçevesinde kuyruklu yıldızların, asteroitlerin, meteorların etkisi sayesinde milyonlarca yıl boyunca kayaların değişimi ile ulaşacağını iddia etmek de mümkün olacaktır. Dış uzay koşullarından korunan mikroplar, kayalarda sıkışıp kalarak hayatta kalabilirler, ancak konu çok ciddiye alınmalıdır, çünkü Dünya'ya ulaştıktan sonra, dünya dışı materyalin, ünlü göktaşı ALH 84001'de (Şekil 22) olduğu gibi, Gezegende önceden var olan yaşamla kirlenmesi de mümkündür. NASA'nın Astrobiyoloji Programı tarafından finanse edilen rapor, içindeki organik maddenin biyolojik olarak değil, su ve kaya arasındaki jeokimyasal etkileşimlerle oluştuğunu gösteriyor.



Şek. 22. Göktaşı ALH 84001: Mars'tan geldi, o gezegenden gelen yaşamın erken duyurusunun kahramanıydı. Bugün organik madde olarak tespit edilen şeyin biyolojik bir kökeni olmadığını biliyoruz.

Bununla birlikte, panspermi doğru olsa bile, Dünya'da yaşamın nasıl başladığı sorusu yalnızca yaşamın Üniversite'nin başka bir yerinde nasıl başladığına değişecektir.

Dünyadaki aşırı ortamların araştırılması, sadece birkaç yıl önce yaşanmaz olduğu düşünülen çok sayıda habitatın keşfedilmesine yol açmıştır. Aşırı ortamların çeşitliliğine ve ekolojisine olan ilgi, yalnızca ekstremofillerin ve bileşenlerinin biyoteknolojik süreçlerde (biyomadencilik, biyo-iyileştirme gibi) potansiyel kullanımı nedeniyle değil, aynı zamanda yaşamın varlığının sınırlarının araştırılması nedeniyle de çeşitli nedenlerle artmıştır.

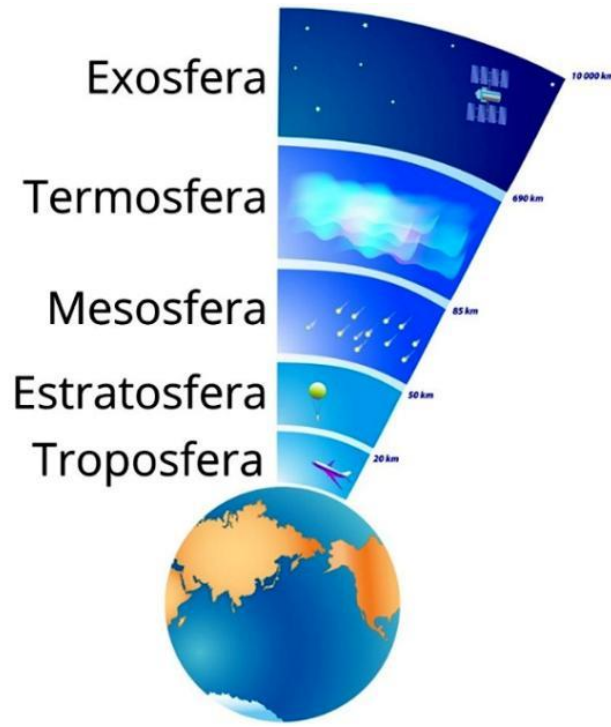
İlk canlı türleri, ilk organizma (bakteri gibi) ile bildiğimiz şekliyle yaşam arasında bir bağlantı görevi gören basit yaşam formları olmalıydı.

Bilindiği gibi, bazı kimyasal elementleri bir test tüpünde bir araya getirmek ve yeni bir yaşam türünün kendiliğinden ortaya çıkmasını beklemek mümkün değildir. Yaşamın kökeni, gerçekleşmesi milyonlarca yıl süren bir olaydır, ancak bir kez başladığında, yaşam katlanarak

çoğalabilir ve bir gezegenin ortaya çıktığı yerden çok farklı olabilecek alanlarına adapte olabilir.

Mikrometeoritler

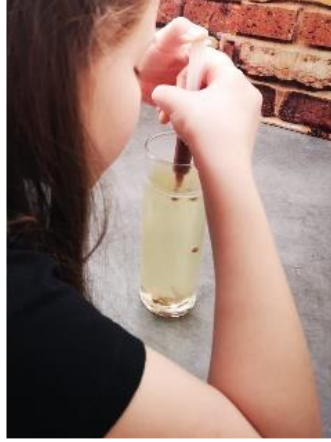
Güneş sisteminden kaynaklanan katı madde, ayları ve gezegenleri oluştuyordu. Bu birikim bitmedi ve uzaydan yaklaşık 5 ton malzeme hala Dünya'ya düşüyor. Bu meteorlar ekzosfer ve termosferden zorlanmadan yüksek hızda geçerler çünkü bu katmanlar çok yoğun değildir. Ancak mezosfere ulaştıklarında, yoğunluk daha büyüktür ve malzemeyi eritebilecek büyük bir sürtünme vardır. Stratosfer ve troposferde soğurken, sonunda hızlı katılaşmanın bazen çizikleri ve bazen küçük kabarcıklar etkisi ile küresel bir şekil sunarlar.



Şekil 23 Atmosferin katmanları (Kredi: Lifeder)

Aktivite 5: Küresel mikrometeoritlerin simülasyonu.

Uzun, silindirik şeffaf bir kabı sütun olarak ayçiçek yağı ile doldurun. Bir şırınga yardımıyla (Şekil 24a ve 24b), birkaç damla su veya kola düşürülür (rengi daha iyi görüldüğü için). Suyun veya alkolsüz içeceğin ilk fiziksel durumu, yağ sütunundan yavaşça aşağı düştüğü görülen küçük kürelerin hemen oluşmasına neden olur.



Şekil 24 a: Şırınga ile damlatın, Şekil 24b: Kürelerin oluştuğu sütun.

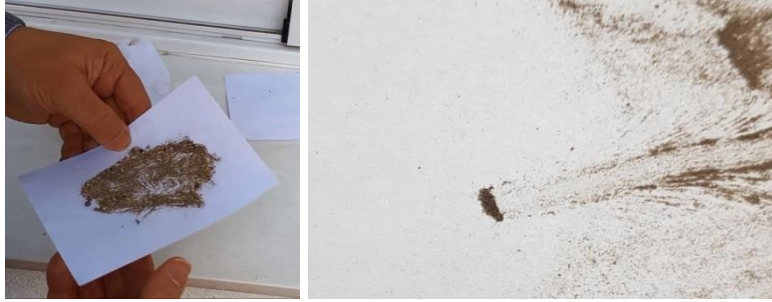
Aktivite 6: Mikrometeoritleri arayın

Mikrometeoritler, çatılarda, yollarda vb. Sürekli olarak biriken malzemede elde edilebilir. Yağmur yağdığında, su onları çatıların drenaj oluklarından ve sokakların veya yolların hendeklerinde yıkar. Bu sitelerden biraz kum fırçası ile bir kağıt yaprağı üzerinde toplanır.



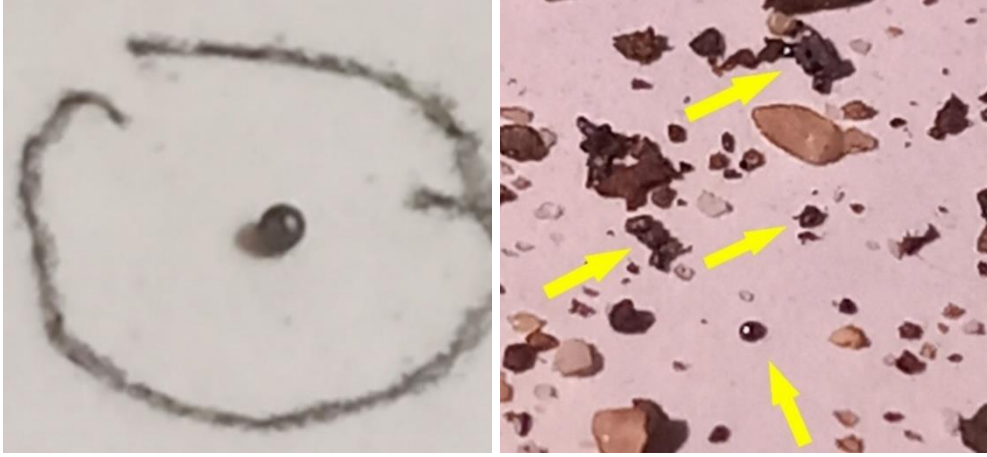
Şekil 25a: Halka açık yolda, meteorları bulabileceğimiz kumlu hendekler veya oluklar bulabilirsiniz. Şekil 25b: Bu kumları analiz etmek için bir kağıtla topluyoruz.

Daha sonra malzeme ile birlikte kağıdın altına bir mıknatıs geçirilir: demirli malzemenin küçük parçacıklarının mıknatısa nasıl çekildiği açıkça görülecektir (Şekil 26). Mıknatısı ayırmadan, kağıdı ters çevirin ve mıknatısın manyetik alanı tarafından çekilecek olan ince koyu parçacıklar hariç, tüm kum düşecektir. Kağıdı ters çevirin ve mıknatısı çıkarın. Orada olası mikrometeoritler olabilir.



Şekil 26a ve 26b: Miknatısı kağıt yaprağının altından geçirerek, ferromanyetik malzemeyi sürükleyin

Numuneyi cep telefonu kamerasıyla maksimum yakınlığa getirdiğinde, mikrometeorit olan parçacıklar küçük mermerler gibi küresel şekillidir.



Şekil 27a: Mobil kamera ile izole edilmiş tek bir mikrometeoritin fotoğrafı, Şekil 27b: Aynı kamerayı kullanan birkaç mikrometeorit ile fotoğraf;

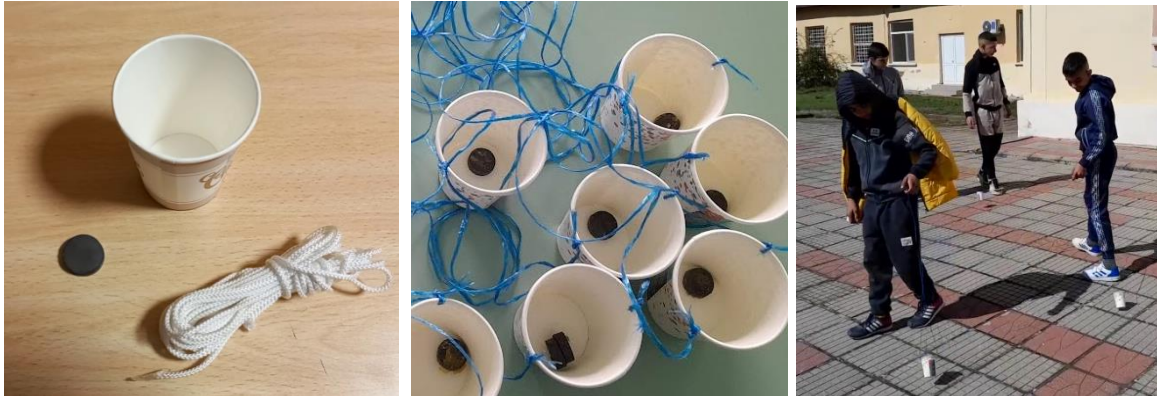
Ayrıca basit "tuzaklar" da oluşturabilirsiniz. Bu, aşağıdaki unsurları gerektirir: bir mutfak tepsisi ve şeffaf selofan kağıdı (mutfak film kağıdı). Uçmasını önlemek için tepsiyi kenarları katlayarak veya selofanı altına yapıştırarak selofan kağıdı ile örtün (Şekil 28a, 28b ve 28c).



Şekil 28a: Tepsi, selofan kağıdı ve yapıştırma için bant, Şekil 28b: Selofan kağıdının tepsinin arkasına yapıştırılması, Şekil 28c: Bahçeye yerleştirilmiş mikrometeorit "tuzak".

Çevredeki tozun veya hayvanların varlığının numuneyi kirletmesini önlemek için tepsiyi yerden biraz uzağa yerleştirin (Şekil 28c), fazla rüzgarın olmadığı ve gökyüzünü hiçbir şeyin örtmediği bir yere. Bu tesisi en az bir hafta açık havada bırakın. Kağıt "kirli" görünmeye başlayacaktır. Haftanın sonunda, biriken tüm malzemeyi bir kağıda taşıyın. Mıknatıs altından geçirilir ve telefonun kamerasıyla analiz edilir.

Her öğrenci için ayrı bir tuzak hazırlamak da mümkündür. Bir kağıt bardağa, bağlamak için bir ipe ve küçük bir mıknatısa ihtiyacınız var.



Şekil 29a ve 29b: İçinde bir iplik ve küçük bir mıknatısla bağlanmış cam. Şekil 29c: Camı kullanan ve mikrometeoritleri arayan öğrenci.

Her öğrenci için tuzağı hazırlamak için, camı bir iplikle bağlarız ve camın içine küçük bir mıknatıs koyarız. Öğrenciler manyetik bardaklarla okul bahçesinde dolaşılıyor. Sonra mıknatısı çıkarırlar ve demir parçacıkları (mikrometeoritler) varsa, beyaz kağıda düşerler. Öğrenciler mikrometeoritleri bulmak için telefon kameralarıyla izlerler ve onları küçük küreler olarak tanımlarlar.

Ekstremofillerin Sınıflandırılması

Bir ekstremofil, aşırı koşullarda, yani çoğu karasal yaşam formunun deneyimlediğinden çok farklı koşullarda yaşayan bir organizma, genellikle bir mikroorganizmadır.

Yakın zamana kadar, şu anda ekstremofillerin büyüdüğünü bildiğimiz yerlerde, yaşamın olmasının imkansız olduğu düşünülüyordu. Örneğin, Antarktika'nın aşırı soğuk bölgelerinde, Rio Tinto'nun yüksek asidik ve metal bakımından zengin sularında veya Atacama'nın aşırı kuru ve ağır metaller çölünde. Ancak tüm bu bölgelerde yaşayan organizmaların olduğu gösterilmiştir.

NASA ve ESA astrobiyologları, yaşamın nasıl ortaya çıktığını anlamak için yeryüzünde (Antarktika, Atacama Çölü, Río Tinto Madenleri, vb.) yaşamın nasıl geliştiğini veya adapte olduğunu inceler.

Antarktika, çoğunlukla, soğuk ve ıssızdır, ancak birkaç bilim adamı grubu, yüzeyinin altında büyük miktarda yaşam bulmayı başarmıştır. Tuzlu suda -20°C sıcaklıklarla (yüksek tuz konsantrasyonu nedeniyle donmayan) 36 m derinlikte yaşayan ekstremofil mikroplar bulmuşlardır, başka bir grup 800 m derinlikte toplam ışık yokluğunda bütün bir ekosistem bulmuştur (Şekil 30).



Şekil 30: Farklı bilimsel gruplar Antarktika yüzeyinin altında ekstremofiller buluyor

Bazı ekstremofiller su yokluğunda yaşarlar veya çok az şeyle yaşayarak kurumaya karşı koyabilirler. Atacama Çölü'nün toprak mikropları gibi.

Çok muhteşem bir fenomen var: çiçekli çöl. Bu, normalden daha fazla yağış olduğu ve daha sonra soğuk bir cephenin ortaya çıktığı yıllarda, birkaç ay boyunca kalan çok sayıda çiçek ve çeşitlilikte (14 çeşide kadar) dünyanın en kurak çölüdür.

M.Ö. birinci yüzyıldan beri Riotinto'nun madencilik alanı Roma İmparatorluğu tarafından sömürülmüştür ve ağır minerallerin çıkarıldığı yüzlerce yıllık yüzey madenciliğinden sonra bugünkü durum, aşırı koşullarda yaşamı incelemek için büyük ilgi çekmektedir.



Şekil 31: Ağustos 2022'den fotoğraf Birkaç yıllık kuruluştan sonra, son yıllar 2015 ve 2017 idi

Diğer ekstremofiller, yüksek asitliğe ve yüksek metal konsantrasyonlarına (Demir, Bakır, Kadmiyum, Arsenik, Çinko, Kurşun) sahip ortamlarda gelişir. Bu nehirdeki reaksiyonlar asidofilik bakteriler tarafından katalize edilir, böylece asitlik azalırsa, bakteri popülasyonu çoğalır, bu da sülfatların daha fazla oksidasyonunu ve geri beslenen bir süreçte daha fazla asitlik üretir. Bölgenin sakinleri, nehrin rengindeki değişiklikler nedeniyle ne kadar yağmur yağacağını bilirler (bakteriler, nehrin taşması sırasında pH'ı korumak için daha fazla asitlik üretir).



Şekil 32: Rio Tinto'nun asidofilik bakterilerin yaşadığı kırmızı suları.



Şekil 33: Erica andevalensis , kökleri asitli topraklarda ve çok az besin maddesi bulunan bölgede yaygındır

Nehir yatağı boyunca dağılmış Erica Andevalencis veya "madencilik heather" çalılıklarının geniş alanları vardır. Bu bitkilerin kökleri az besin içeren çok asitli topraklarda bulunur. Bazı bitkiler bile nehrin kıyısında, kökleri kısmen asitli suya batırılmış ve yüksek konsantrasyonlarda Bakır ve Kurşun içeren topraklarda yetişir.

Uzay araştırmaları, Antarktika, Atacama Çölü veya Ríotinto Madenleri gibi aşırı bölgelerdeki astrobiyologların çalışmalarını gerektirir. Ekstremofilleri keşfetmek için yapılan protokollerin çoğunun ilk adımı DNA ekstraksiyonu işlemidir ve bu nedenle bu aktivite aşağıda gerçekleştirilmektedir.

Aktivite 7: DNA ekstraksiyonu

Çok ekstrem koşullarda yaşam olduğu gözlemlendikten sonra, yaşamın varlığını tespit etmek istediğinizde DNA testinin yapılmasına karar verilmiştir. DNA'nın kalıntıları, yaşamın varlığını (şimdiki veya geçmişteki) tespit etmeye izin verir ve bu, uzayda yaşamı aramak için kullanılır.

DNA molekülü çok uzun bir moleküldür ve hücrelerin içindeki proteinlerle (bir karışıklık gibi) sıkıştırılır. Bu nedenle, DNA kalıntılarının varlığını tespit etmek için, hücrenin zarflama zarını kırabileceğimiz bir çözelti hazırlamak gerekir.

Olgun bir domatesin DNA'sını çıkarmak için bir örnek olarak ilerleyeceğiz çünkü sıvılaştırmak çok kolaydır.

Hücreyi kırmak için çözüm

Yarım bardak suda, proteinleri serbest bırakmak için bir çay kaşığı tuz (Sodyum Klorür) çözülür ve böylece tuzun varlığından dolayı beyaz görünecek DNA'yı serbest bırakır. Üç çay kaşığı Kabartma Sodyumu, çözeltinin pH'ını sabit tutmak ve DNA'nın bozulmamasını sağlamak için. Ardından, yağ hücrelerinin zarını kırmak için su bunun rengine sahip olana kadar bulaşık makinesi ekleyin. DNA'yı iyi görebilmek için köpüklenmeden karıştırmak gerekir.

"Domatesin" hücrelerinin suyunu hazırlayın

İki çorba kaşığı domates hamuru çıkararak, bir kaşıkla ezerek ve az ya da çok sıvı püresi elde edene kadar bir çatalla ezerek başlayacağız (Şekil 34).

Hücrelerin kırıcı çözeltisini domates püresi üzerine dökün. Domates püresinden iki kat daha fazla çözelti hacmi. Hücreleri kırmak için, büyük parçaları çıkarmak için köpüklenmemeye ve gerilmemeye dikkat ederek sallayın. Hücrelerin içindeki içerik meyve suyundadır ve çıkarmak istediğimiz DNA'nın bulunduğu yer burasıdır.



Şekil 34: DNA'yı çıkarmak için membranlardan iki kat daha fazla kırıcı çözeltisi dökmeye devam etmek için sıvı domates püresinin hazırlanması.

DNA'yı görünür kılmak

Birçok DNA ipliği olduğunda, beyaz bir buluta benziyor (tuz ona beyazımsı rengi verir). Alkolü bir bardak meyve suyunun duvarına düşürüyoruz, çünkü bir alkol tabakasının meyve suyunun üzerine karışmadan kalmasını istiyoruz. Üç ya da dört dakika içinde beyaz bir DNA bulutu oluşur ve bir araya toplanır ve görünür hale gelir (yükselir). Alkol eklenir, çünkü DNA alkolde çözünmez ve iyi görülebilen DNA bulutu oluşur (Şekil 35).



Şekil 35: DNA bulutu, karışımın üzerinde yüzen çok görünür

Bibliyografya

- Arisa, E., Mazón, J. and Ros, R.M. 2012, Looking for the north, EU-UNAWA, Barcelona, Spain.
- Dill K.A. and Agozzino L. 2021, “Driving forces in the origins of life”, Open biology, Volume 11, <https://doi.org/10.1098/rsob.200324>
- Kostov, R. I., Kurchatov, V. 2001. Bulgarian meteorites – history and stage of study. – Geology and Mineral Resources, 8, 10, 16-20, Bulgaria.
- Larsen L., 2019, On the Trail of Stardust: The Guide to Finding Micrometeorites: Tools, Techniques, and Identification, Voyageur Press, Beverly, MA (USA).
- Levy M. et al. 2000, “Prebiotic Synthesis of Adenine and Amino Acids Under Europa-like Conditions”, Icarus, Volume 145, <https://doi.org/10.1006/icar.2000.6365>
- Martin W. 2008, “Hydrothermal vents and the origin of life”, Nature Reviews Microbiology, Volume 6, <https://doi.org/10.1038/nrmicro1991>
- Moreno, R., 2022, Experimentos para todas las edades, 3ª Edición. Editorial Rialp, Madrid (Spain).
- Declaration for scientists/researchers using the NHM Collection, 2013.
- La plus Grande Histoire jamais contée, Des Origines de l’Univers a la vie sur Terre, Belin, Paris, France, 2017.
 - <https://www.sciencefriday.com/articles/up-on-the-roof-a-handful-of-urban-stardust/>
 - <https://micro-meteorites.com/>
 - <https://www.astrogc.com/index-otros-projects-met.html>
 - <https://www.pbslearningmedia.org/resource/5762943c-af62-4a3b-8340-36660545628a/go-outside-and-play-micrometeorites-young-explorers/>