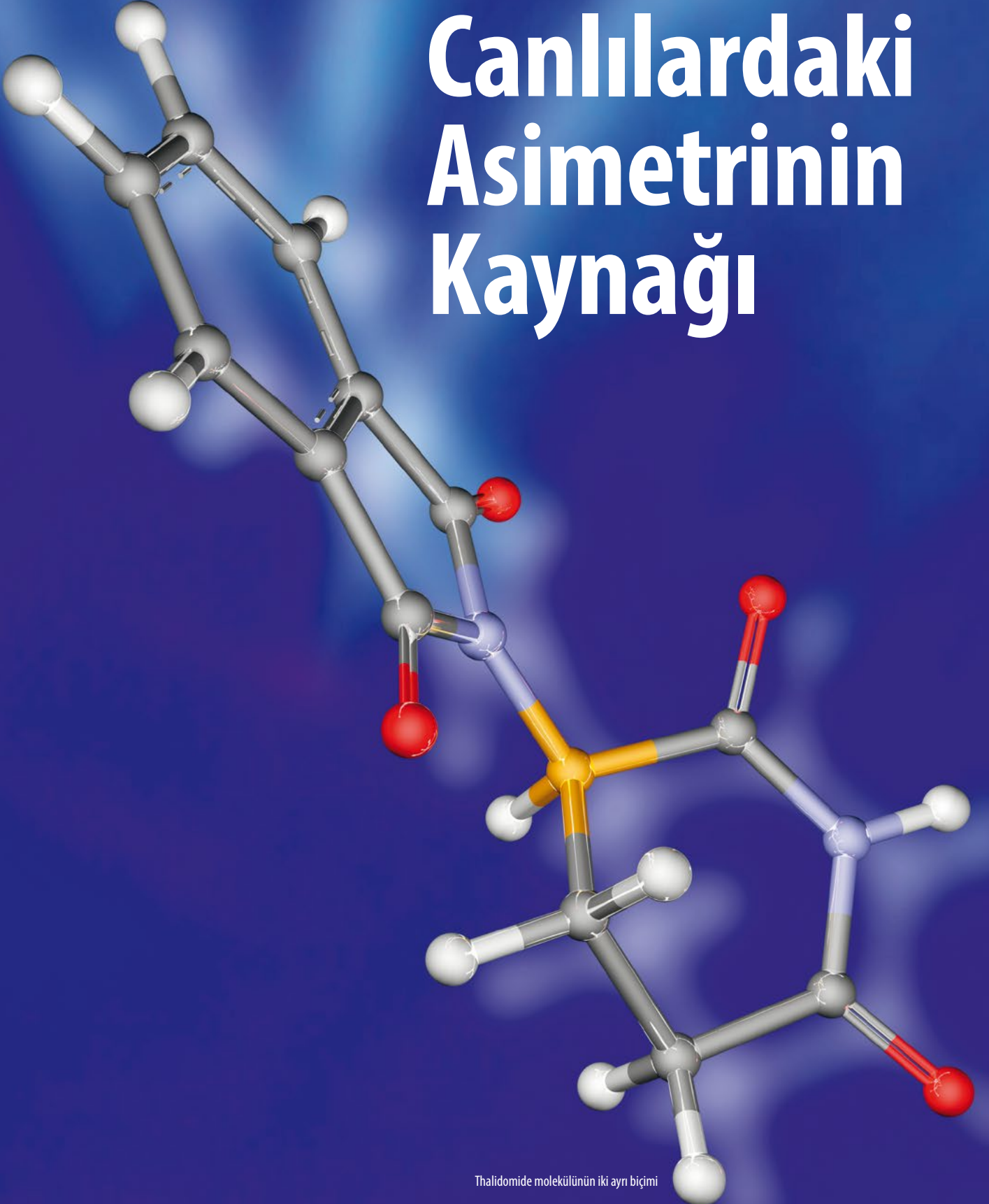


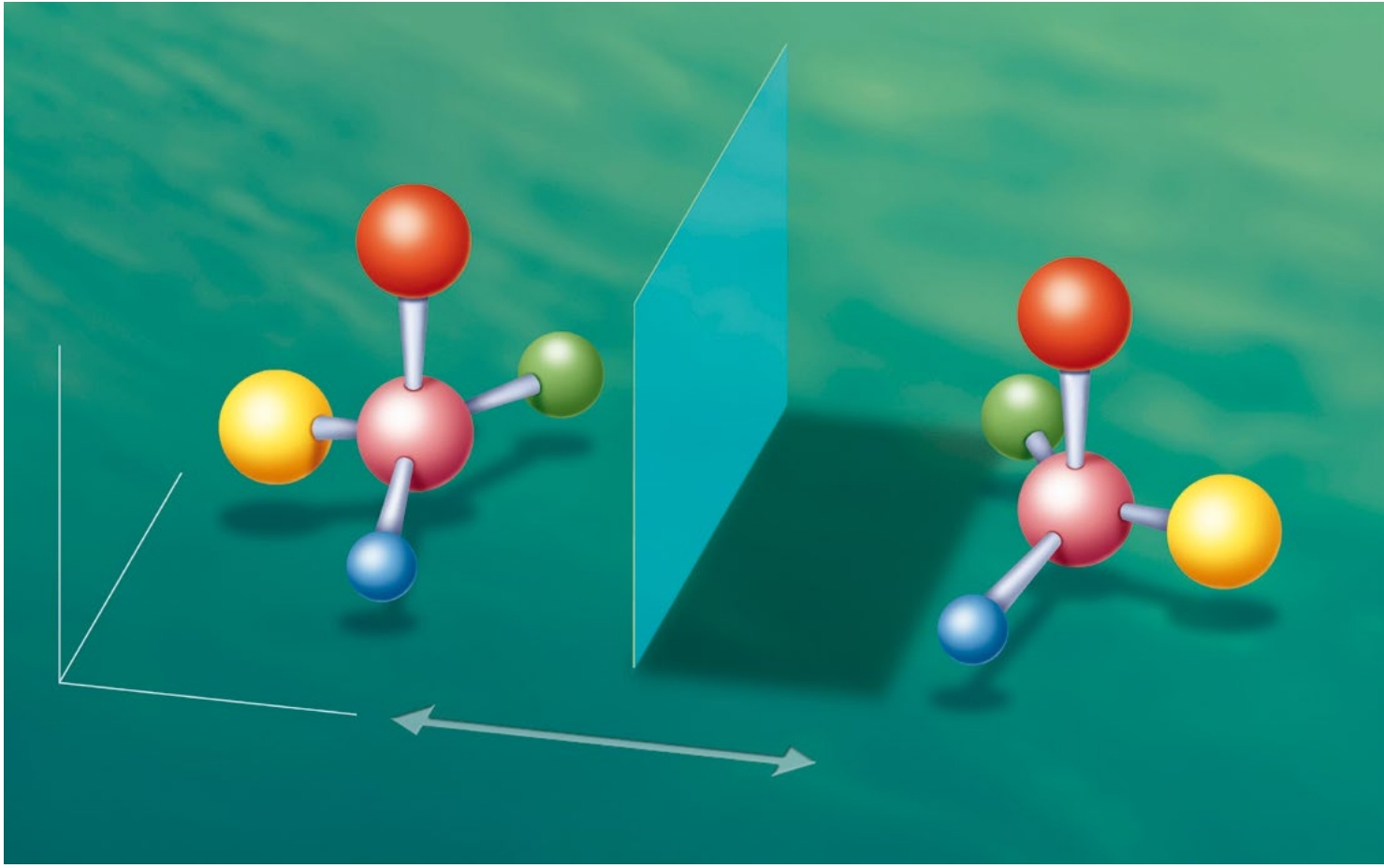
Canlılardaki Asimetrinin Kaynağı



Thalidomide molekülünün iki ayrı biçimi

Simetri ve simetriye dayalı yöntemler, fiziksel ve kimyasal pek çok kuramda önemli bir yere sahip. Simetrinin en önemli türlerinden biri de ayna simetrisi. Bir cismin kendisi ile aynadaki görüntüsü her zaman aynı değildir. Ayna görüntülerinde, sağ ile sol yer değiştirir. Örneğin bir aynanın karşısına geçip kendi görüntünüze bakarak bunu kolayca anlayabilirsiniz. Siz sağ elinizi oynattığınız zaman aynadaki görüntünüzün sol eli oynar ya da siz sağ gözünüzü kırptığınız zaman aynadaki görüntünüz sol gözünü kırpar. Sağ elinizin aynadaki görüntüsü sol elinize benzer ama iki eliniz birbirine özdeş değildir. Benzer biçimde, pek çok organik molekül de ayna simetrisinden yoksundur. Aynı kimyasal formüle ve aynı atom dizilişine sahip bu moleküllerin, biri diğerinin ayna görüntüsü olan farklı biçimleri vardır.

Canlılar için hayati öneme sahip pek çok biyolojik molekül de asimetriktir. Örneğin DNA sarmalına hangi uçtan bakarsanız bakın genellikle sağa doğru kıvrıldığını görürsünüz. Sola doğru kıvrılan DNA moleküllerine pek rastlanmaz. Proteinlerin yapı taşı olan aminoasitler de ayna simetrisinden yoksundur. Aynı kimyasal formüle ve aynı atom dizilişine sahip olmasına rağmen farklı simetrilere sahip olan moleküller, fiziksel ve kimyasal süreçlerde farklı biçimde davranır. Örneğin bir aminoasit molekülü polarize ışığı sağa çeviriyorsa, bu molekülün ayna görüntüsü olan moleküller, polarize ışığı sola çevirir. Birbirinin ayna görüntüsü olan moleküllerin kimyasal tepkimelerdeki davranışları da farklıdır. >>>



Birbirinin ayna görüntüsü olan moleküller



DNA

Birbirinin ayna görüntüsü olan moleküllerin fiziksel ve kimyasal süreçlerde farklı biçimde davranmaları, adlandırılmaları sırasında simetrilere de vurgu yapılmasını gerektirir. Bu amaçla kullanılan en sistematik yöntemde moleküller, molekülün içerdiği her bir asimetri merkezi için sağ-elli ya da sol-elli olarak adlandırılır. Bu yöntemde sağ-elli molekülleri adlandırırken “R” harfi, sol-elli molekülleri adlandırırken ise “S” harfi kullanılır. Birbirinin ayna görüntüsü olan molekülleri adlandırırken başvurulan başka bir yöntemde ise moleküllerin polarize ışığı çevirme yönlerine bakılır. Polarize ışığı, ışığın yol aldığı yöndeki bir gözlemciye göre sağa çeviren moleküller “d” harfi, sola çeviren moleküllerse “l” harfi kullanılarak adlandırılır.

Bugüne kadar hâlâ cevaplanamamış önemli bir soru, canlılardaki asimetrimin kaynağının ne olduğu. Pek çok biyolojik molekül, ayna görüntüsü ile özdeş değil ve canlı organizmalarda, birbirinin ayna görüntüsü olan moleküllerden genellikle sadece birine rastlanıyor. Ancak bu durumun sebebi henüz bilinmiyor.

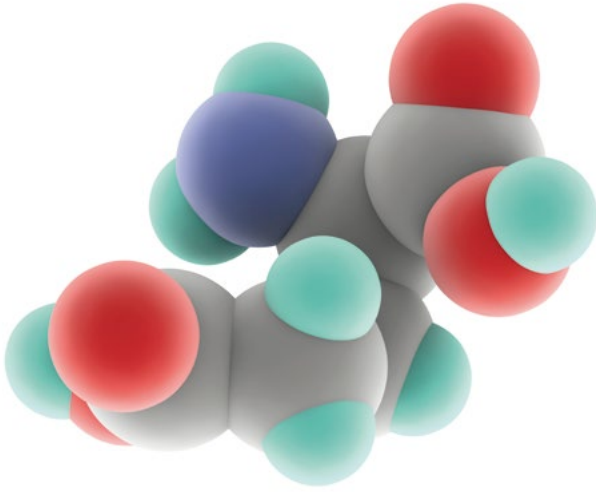
Canlılardaki asimetriyi açıklamak için geçmişte pek çok fikir öne sürülmüştü. Bu görüşlerden bazıları şunlar:

- Dairesel polarize ışık, biri diğerinin ayna görüntüsü olan iki molekülden birini diğerine göre daha fazla parçalayabilir. Daha az parçalanan moleküllerin miktarı zaman içinde diğerlerine göre giderek artar.
- Dünya’nın manyetik alanı biyolojik moleküllerin oluşum sürecini etkileyerek birbirinin ayna görüntüsü olan moleküllerden birinin diğerinden daha fazla oluşmasına neden olmuş olabilir.
- İlk biyolojik moleküllerin oluşmaya başladığı sularda bulunan organik madde miktarındaki bir oransızlık, biyolojik moleküllerin bir biçiminin diğerlerinden daha fazla oluşmasına neden olmuş ve zaman içinde bu oransızlık giderek artmış olabilir.

Bugüne kadar yapılan tüm deneyler, bu düşüncelerin hiçbirinin canlı hayattaki asimetriyi açıklamak için yeterli olmadığını gösterdi.

Daha önce öne sürülmüş ancak yapılan deneylerle asimetriyi açıklamak için yeterli olmadığı görülmüş bir diğer görüşse, asimetrinin kaynağının doğa yasaları olduğuydu. Ancak son zamanlarda yapılan bazı deneyler bu görüşlerin değişmesine neden oldu. J. M. Dreiling ve T. J. Gay'in *Physical Review Letters*'de yayımladıkları deney sonuçlarına göre canlılardaki asimetrinin kaynağı *zayıf etkileşim* olabilir.

Doğadaki dört temel kuvvetten biri olan zayıf kuvvet, atom altı ölçekte etkindir. Özellikle çekirdek bozunmalarında önemli bir rol oynar. Zayıf kuvveti diğer kuvvetlerden ayıran en önemli özellik, uzay-tersinme simetrisine sahip olmamasıdır. Yani tüm uzay koordinatlarının işaretinin değiştirilmesi, diğer üç kuvvetin aksine zayıf kuvvet için geçerli bir simetri işlemi değildir. Bu asimetri, zayıf kuvvetin etkin olduğu süreçlerde kendini gösterir. Örneğin beta ışıması sırasında çekirdekten fırlatılan elektronların spin yönü her zaman hareket yönlerine terstir. Bu elektronlar, sol-elli olarak adlandırılır. Sağ-elli yani spin yönü hareket yönü ile aynı olan elektronlarsa, beta ışımaları sonucunda ortaya çıkmaz.



Biyokimyacı Frederic Vester ve çevre bilimci Tilo Ulbricht 1967'de canlı yaşamındaki asimetrinin kaynağının, radyoaktif bozunmalar sırasında ortaya çıkan spin-polarize elektronlar tarafından üretilen spin-polarize fotonlar olduğunu öne sürmüştü. Daha sonraları bazı fizikçiler spin-polarize elektronların kendilerinin de asimetriye sebep olabileceğini öne sürmüştü. Ancak geçmişte yapılan deneyler bu düşüncüyü desteklememişti. Joan Dreiling ve Timothy Gay'in yaptığı en son deneylerse, kullanılan spin-polarize elektronların hızlarına bağlı olarak sonuçların değişebileceğini gösteriyor.

Beta ışımaları sırasında yayılan elektronlar yüksek hızlıdır. Ancak araştırmacılar, deneyler sırasında düşük hızlı elektronlar kullanmış. Sakinleştirici olarak da kullanılan bromokamfor ($C_{10}H_{15}BrO$) molekülleri üzerine gönderilen spin-polarize elektronlar, moleküllerin önce uyarılmasına daha sonra da parçalanmasına neden oluyor. Deneyler, parçalanma oranının, elektronların spin yönüne ve moleküllerin sağ-elli ya da sol-elli olmasına bağlı olarak değiştiğini gösteriyor. Sol-elli bromokamfor molekülleri, daha çok sağ-elli elektronlarla tepkimeye giriyor. Sağ-elli bromokamfor molekülleri içinse durum bunun tam tersi. Bu sonuçların elde edilmesine sebep olan en önemli etken, kullanılan elektronların hızının düşük olması. Elektronlar yavaşladıkça moleküllerle etkileşme süreleri uzuyor. Böylece daha fazla tepkime meydana geliyor ve parçalanma oranlarında belirgin bir asimetri gözlemlenebiliyor.

Sonuçlar umut verici olsa da henüz canlılardaki asimetrinin kaynağı probleminin çözüldüğü söylenemez. Öncelikle canlıların yaşamında önemli rol oynayan biyolojik moleküllerle de deneyler yapılması gerekiyor. Eğer sol-elli elektronların biri diğerinin ayna görüntüsü olan biyolojik molekülleri de farklı oranlarda parçalandığı gözlemlenebilirse canlılardaki asimetrinin kaynağının zayıf etkileşim olduğu düşüncesi desteklenmiş olacak. Bu hipotez ile ilgili cevaplanması gereken bir diğer soru ise yavaş hareket eden elektronların kaynağının ne olabileceği. Sol-elli elektron ürettiği bilinen neredeyse bütün süreçlerde, örneğin fosfor-32'nin sülfür-32'ye dönüşmesi ya da müonların bozunması sırasında, ortaya çıkan elektronlar Dreiling ve Gay'in deneylerinde kullanılanlardan çok daha hızlı hareket ediyor. Ancak araştırmacılar, elektronların polarizasyonlarını kaybetmeden yavaşlamasının mümkün olduğunu düşünüyor. Ayrıca 2008'de yapılan bazı deneyler, beta ışımasından başka süreçlerin de spin-polarize elektronlar üretebileceğini gösteriyor. Argonne Ulusal Laboratuvarı'nda (ABD) çalışan Richard Rosenberg ve arkadaşlarının yaptığı deneylerde, üzerine X-ışınları gönderilen demir katmanların da spin-polarize elektronlar ürettiği gözlemlenmişti. Sonuç olarak üzerinde hâlâ pek çok araştırma yapılması gerekse de canlılardaki asimetrinin kaynağının zayıf etkileşim olduğu hipotezinin umut vadettiğini söyleyebiliriz.

Kaynaklar:

- Dreiling, J. M., Gay, T. J., "Chirally sensitive electron-induced molecular breakup and the Vester-Ulbricht hypothesis", *Physical Review Letters*, Cilt 113, Makale No: 118103, 2014.
- Gibney, E., <http://www.nature.com/news/force-of-nature-gave-life-its-asymmetry-1.15995>, 2014.