

Örümcek Ağının Kuvvetinin Gizemi Çözüldü

Örümcek ağları farklı stres düzeylerine farklı tepkiler gösteriyor. Küçük böcekler ve hafif rüzgârlarla örümcek ipeği esneyip yeniden eski hâlini alabiliyorken, kuvvetli fırtınalarda ise en çok esneyen bölümler sertleşip kopabiliyor

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Örümcek ağları temel olarak ipek ipliklerden oluşur. Oldukça ince yapıdaki bu iplikler, hafif ve esnek olmalarının yanında, yüksek kaliteli çelikten daha güçlü bir yapıya sahiptir. Bu nedenle araştırmacılar örümcek ipliklerinin yapılarını daha iyi anlamaya çalışıyorlar ve cerrahi ipliklerden askeri kıyafetlere kadar oldukça geniş yelpazede kullanım potansiyeli taşıyan bu üstün özellikli malzemelerin endüstriyel boyutta kullanımını sağlamak için onları yapay yollarla üretme çalışmalarına devam ediyorlar. Örümcek ipliğinin yapısı ve mekanik özellikleri ile ilgili bilinmeyen daha çok şey olduğu kesin.

Almanya Würzburg Üniversitesi ve Mainz Üniversitesi araştırmacıları *Nature Communications*'ta yayımladıkları makale ile örümcek ipeğinin bu kadar kuvvetli olmasından sorumlu protein yapısını keşfettiklerini duyurdu.

Örümcek ipeğinin neden bu kadar güçlü olduğunu araştıran bilim insanları metiyonin ($C_5H_{11}NO_2S$) olarak bilinen doğal amino asidin örümcek ipeğini oluşturan protein yapısına esneklik sağladığını ve bu özellik sayesinde farklı proteinlerin birbirlerine kuvvetli bir şekilde bağlandıklarını göstermeyi başardılar.

Hâlihazırda sentetik olarak üretilse ve çeşitli ürünlerde kullanılsa da şimdiye kadar örümcek ipeğinin eşsiz mekanik özellikleri tam olarak taklit edilemiyordu. Neuweiler ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma bu handikapları ortadan kaldırabilir.

Çalışmada temel olarak örümceklerin, daha önce bilinenlerden farklı bir şekilde, metiyonin amino asidini ipek proteinlerini birbirlerine sıkıca bağlamak üzere kullandıklarını ortaya konuyor. Canlılardaki protein oluşumunda 20 farklı amino asit türü rol oynuyor.

Bu amino asitlerin sayısı ve sıralanması proteinin özelliklerini belirliyor. Proteinler, amino asitlerden oluşan doğrusal zincirler olarak sentezlendikten sonra genellikle yüksek derecede düzenli üç boyutlu yapılar hâlinde bulunuyor. Protein zincirlerinde yer alan amino asitler yan moleküler zincirlerinin yapısına göre ya hidrofilik (suyu seven) ya da hidrofobik (suyu sevmeyen) özellik gösteriyor.

Lösın gibi hidrofobik amino asitlerin protein yapısının merkezinde yer alması durumunda yüksek dayanıma sahip iplik elde ediliyor. Bu nedenle, örümcek ipeğinin güçlü yapısının lösın amino asidin-





den kaynaklandığı düşünülüyordu. Ancak araştırmacılar bazı örümcek ipeği türlerinin proteinlerinde fazla miktarda metiyonin amino asidi olduğunu keşfettiler ve araştırmalarını bu yönde derinleştirdiler. Metiyonin çoğu proteinlerde nadir olarak görülen hidrofobik gruba giren bir amino asit. Böylece proteinin çözünürlüğünün düşük olmasını ve kararlı yapısını sağlıyor.

Würzburg araştırma grubu, örümcek ipeği proteinlerindeki metiyonin amino asitlerini sistematik bir şekilde lösin ile değiştirdi ve sonuçları analiz etti. Elde edilen sonuçlara göre metiyonin yan zincirleri sayesinde protein esnek bir yapıya sahip

oluyor. Böylece protein zincirleri arasında etkileşim artıyor ve zincirler birbirlerine bağlanabiliyor. Sonuç olarak örümcek ipeğinin üstün mekanik özellikleri ortaya çıkıyor.

Metiyonin yan zincirlerinin önemi daha önceden net olarak bilinmiyordu. Diğer 19 amino asidin yan zincirleri dikkate alındığında oldukça esnek yapıda olan metiyonin yan zincirleri proteinin genel yapısını oldukça etkiliyor. Araştırmalar örümcek ipeği proteinlerinde çok sayıda metiyonin olduğunda tüm yapının esnek ve dayanıklı bir hâle geldiğini gösterdi. Proteinler genel olarak katı cisimler olarak görülse de yapılan araştırmaya göre protein zincirleri arasındaki etkileşimlerin fazla olması son yapıyı da oldukça etkiliyor.

Araştırmamanın başındaki isim olan Hannes Neuweiler örümcek ipeği proteinleri ve moleküler özellikleri hakkında uzun yıllardır çalışmalar yapıyor. Doğadaki en sert malzemelerden birisinin örümcek ipeği oldu-

ğunu vurgulayan Neuweiler, endüstriyel anlamda esnekliği ve dayanıklılığı bir arada toplayan bu malzemenin eşsiz özelliklerini daha iyi anladığımızda sayısız potansiyel uygulamaları ile karşılaşacağımızı belirtiyor.

Dolayısıyla, endüstriyel anlamda, ipek proteinlerindeki metiyoninin örümcek ipeği proteinleri arasında sıkı etkileşimler sağladığı keşfi büyük önem taşıyor. Üretilen sentetik malzemenin mekanik özellikleri proteindeki metiyonin içeriğinin değiştirilmesiyle ayarlanabilir. Bu sayede istenilen özelliklere sahip teknolojik ürünler elde edilebilir. ■

Kaynaklar

Heiby, J.C., Goretzki, B., "Methionine in a protein hydrophobic core drives tight interactions required for assembly of spider silk", *Nature Communications*, 10:4378, 2019

<https://phys.org/news/2019-09-spider-silk-malleable-protein.html>

<https://scitechdaily.com/new-research-finally-explains-why-spider-silk-is-so-incredibly-tough/>

<https://www.sciencedaily.com/releases/2019/11/191104112843.htm>

