

Mikro Yapıda Geometrik Sarmal (Helical) Simetri

Ali Özdemir¹ ve Canan Özdemir^{2*}

¹Matematik /Fen Edebiyat Fakültesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye

²Biyoloji /Fen Edebiyat Fakültesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Türkiye

(cozdemir13@gmail.com)

Özet – Çalışmada bazı mikro yapıların simetri durumları belirlenerek geometrik modellemeleri yapılmıştır. Simetri geometrisine sahip bir çok örnekleri doğada çıplak gözle kolaylıkla görmek mümkündür. Ağaçlarda dalların yerleşimi, çiçek kısımlarının dizaynı ve yapıları, suda oluşan dalgalar gibi doğal yapılarda geometri simetrisi bulunur. Bir kaçını saymaya çalıştığımız bu örnekler geometrik olarak modellenip, matematik formüller ile ifade edilebilirler. Bilinen anlamı ile simetri, uyumlu ve güzel bir orantı ve denge hissini ifade eder. Geometride ise simetri daha kesin bir tanıma sahiptir ve genellikle bazı dönüşümler altında değişmez olan bir nesneyi ifade etmek için kullanılır. Simetrinin geometrideki tanımları yapılırken bu tanımlar öteleme, yansıtma, döndürme veya ölçekleme gibi kavramlar ile ifade edilir. Bu çalışmada materyal olarak bazı bitki dokularına ait mikro yapılar kullanılmıştır. Mikro yapıları elde etmek için bitki dokularından alınan enine kesitler ile hazırlanan preparatlar kullanıldı. Çalışmamızda ancak mikroskopla görebildiğimiz bazı bitki mikro yapılarında simetri yapıları belirlenip, matematiksel formülleri ve geometrik modelleri gösterilmiştir. İncelediğimiz mikro yapıların geometrik sarmal simetri yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Literatürde makro yapılara ilişkin simetrik özellikler ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Ancak mikroskopla gözleyebileceğimiz mikro yapıların simetrisi ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Makro yapılarda olduğu gibi materyalin mikro yapılarındaki geometrik modelleri de kullanılabilirlik açısından oldukça önemlidir. Sonuç olarak, bazı mikro yapılarda simetrinin olduğu ve bunların geometrik olarak modellenip matematik formüller ile tanımlanabilir oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Geometri, Formül, Helical, Mikro yapı, Sarmal, Simetri

I. GİRİŞ

Araştırmada bazı mikro yapılarda görülen simetri yapılarının geometrik karşılığı belirlenerek modellenmesi yapılmaya çalışılmıştır. Geometride simetri; bir geometrik şekil veya nesnenin, düzenli bir şekilde düzenlenmiş iki veya daha fazla özdeş parçaya bölünebilmesi şeklinde tanımlanır [1]. Bu bir nesnenin tek tek parçalarını hareket ettiren ancak genel şekli değiştirmeyen bir dönüşüm varsa, nesnenin simetrik olduğu anlamına gelir. Simetri geometrisine sahip ve geometrik tanımları yapılabilen örnekleri doğada çıplak gözle görmek mümkündür. Ağaç dallanması, çiçek yapıları, su dalgaları gibi yapılar doğal simetri örnekleridir [2]. Bu örneklerdeki yapılar geometrik olarak modellenip matematik formüller ile ifade edilebilirler. Simetri türü, parçaların düzenlenme

biçimine veya dönüşüm türüne göre belirlenir. Bunlardan bazıları;

Yansıma Simetrisi (reflectional symmetry): Bir nesnenin içinden geçen ve onu birbirinin ayna görüntüsü olan iki parçaya bölen bir çizgi (veya 3B'de bir düzlem) varsa, yansıma simetrisine (çizgi veya ayna simetrisi) sahiptir.[3]

Dönme simetrisi (rotational symmetry): Bir nesne, genel şekli değiştirilmeden sabit bir nokta etrafında (veya bir çizgi etrafında 3B olarak) döndürülebiliyorsa, dönme simetrisine sahiptir [4].

Öteleme simetrisi (translational symmetry): Bir nesne, genel şeklini değiştirmeden çevrilebiliyorsa (nesnenin her noktasını aynı mesafede hareket ettirerek) öteleme simetrisine sahiptir [5].

Sarmal simetri (helical symmetry): Bir nesne, sarmal eksenini olarak bilinen bir çizgi boyunca üç

boyutlu uzayda aynı anda ötelenip döndürülebiliyorsa sarmal simetriye sahiptir [6]. Bir sarmal eksen (sarmal eksen veya büküm eksen), aynı anda dönme eksen ve bir cismin ötelenmesinin meydana geldiği çizgi olan bir çizgidir. Chasles teoremi, üç boyutlu uzayda her Öklid yer değiştirmesinin bir vida eksenine sahip olduğunu ve yer değiştirmenin bu vida eksenini boyunca bir dönme ve bir kayma olarak ayrıştırılabileceğini gösterir [7],[8]. Bu çalışmada incelediğimiz mikro yapılarda **sarmal simetri** geometrik yapının olduğu tespit edilmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada incelenen mikro yapılar için, bazı bitki dokularından enine alınan kesitler ile hazırlanan preparatların mikroskop görüntüleri kullanılmıştır. Geometrik simetrisi belirlenen mikro yapılar, alınan kesitlerden hazırlanan preparatların, Leica DM3000 motorize mikroskop objektifleri kullanılarak elde edilmiştir. İncelenen mikro yapılarda geometrik simetri modellerini ve matematiksel formüllerini tanımlamak için literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda belirlenen matematiksel kavramlar kullanıldı.

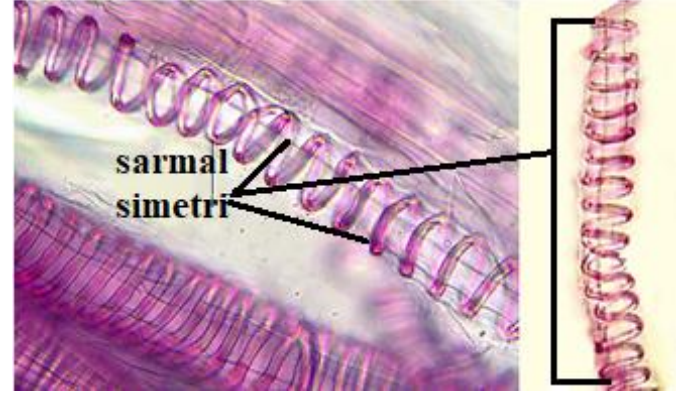
III. BULGULAR

Çalışmamızda mikroskopik görüntülerinden incelediğimiz bazı mikro morfolojik yapılarda görülen simetri yapılarının geometrideki karşılığı belirlenmiş ve geometrik modellemeleri yapılmıştır. Bu mikro yapıların simetrisinin sarmal (helical symmetry) simetri olarak adlandırılan geometrik simetriye sahip oldukları tespit edilmiştir.

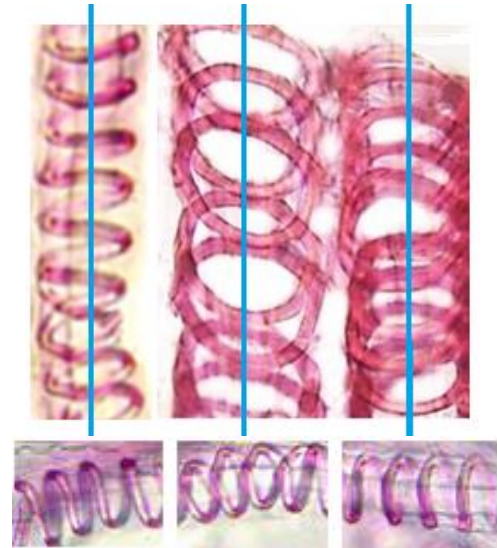
Çalışmamızda incelediğimiz sarmal simetriye sahip bu mikro yapılar bitkilerde su taşınmasını sağlayan dokulardır (Şekil 1-2).

Sarmal simetri, yaylar, matkap uçları ve burgu gibi günlük nesnelere görülen simetri türüdür. Sarmal simetri kavramı, bir nesneyi sabit bir açısal hızda döndürürken aynı anda dönme eksenini boyunca sabit bir doğrusal hızda ötelenmesinden kaynaklanan üç boyutlu uzayda izleme olarak görselleştirilebilir. Zamanın herhangi bir noktasında, bu iki hareket, izlenen sarmalın özelliklerini tanımlamaya yardımcı olan bir sarmal açısı vermek üzere birleşir [9]. İzleme nesnesi hızlı bir şekilde dönüp yavaşça ötelendiğinde sarmal açısı 0° 'ye yakın olacaktır. Tersine, eğer nesne

yavaşça döner ve hızlı bir şekilde çevrilirse, sarmal açısı 90° 'ye yaklaşacaktır [9]. Bazı mikro yapılarda mikroskopla gözlemleyip fotoğrafladığımız sarmal simetri örnekleri Şekil 1,2 de gösterilmiştir.



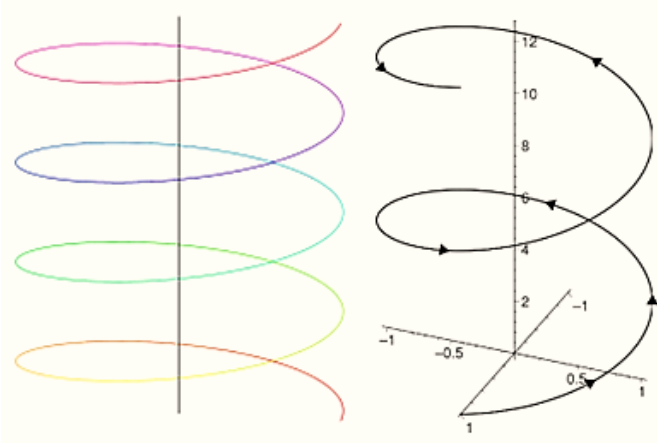
Şekil 1. Geometrik sarmal (Helical) simetrisinin görüldüğü mikro yapının mikroskop görüntüsü (enine kesit).



Şekil 2. Mikro yapıda sarmal simetri geometri modellerine ait mikroskop görüntüleri.

Matematikte sarmal yada helis simetri, 3 boyutlu uzayda bir eğridir. Kartezyen koordinatlardaki aşağıdaki parametrisasyon, belirli bir sarmalı tanımlar (Şekil 4); bir sarmal için en basit denklem aşağıdaki şekildedir [8].

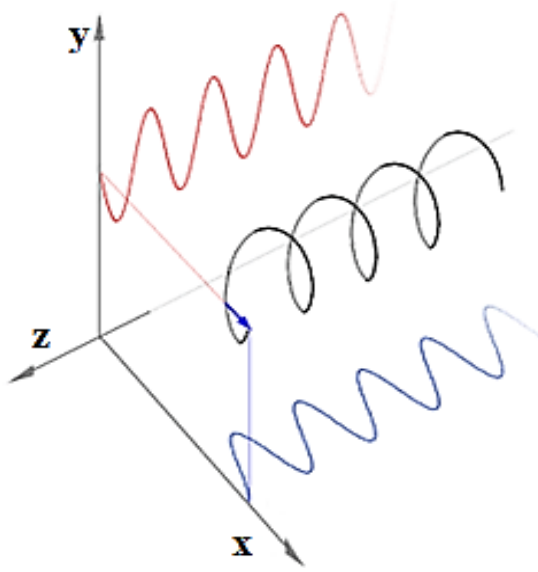
$$\begin{aligned} x(t) &= \cos(t), \\ y(t) &= \sin(t), \\ z(t) &= t. \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} x(t) &= \alpha \cos(t), \\ y(t) &= \alpha \sin(t), \\ z(t) &= bt. \end{aligned}$$

Şekil 4. Sarmal simetri geometri modeli [6].
 $t = 0$ 'dan 4π 'ye sağ yönlü sarmal $(\cos t, \sin t, t)$, oklar t 'yi artırma yönünü gösteriyor.

t parametresi arttıkça, $(x(t), y(t), z(t))$ noktalarını izleyen sağ yönlü koordinat sisteminde 2π ölçüsünde ve 1 birim yarıçapında z eksenini etrafında bir sarmal oluşur (Şekil 5), [9].



Şekil 5. Sinüz eğrisinin x ve y bileşenlerinden oluşan bir sarmal [9].

Sarmal (r, θ, h) silindirik koordinatlarda, aşağıdaki şekilde parametrelendirilir:

$$\begin{aligned} r(t) &= 1, \\ \theta(t) &= t, \\ h(t) &= t. \end{aligned}$$

a yarıçapına ve $\frac{a}{b}$ eğimine veya $2\pi b$ ölçüsüne sahip dairesel bir sarmal, aşağıda gösterilen parametrizasyon ile tanımlanır:

IV. TARTIŞMA

Matematikte simetri, geometrik bir şekli iki özdeş yarıya bölen özelliktir. Eşkenar üçgen ve eşkenar dörtgen simetri örnekleridir. Doğada simetriye sıklıkla rastlarız. Kelebeğin kanatları, kuşun tüyleri, bazı çiçeklerin yapısı doğadaki simetri örnekleridir [10]. Örneklerini verdiğimiz bu simetri yapılarını kolaylıkla görebiliyoruz. Bu çalışmada ancak mikroskop yardımı ile görebildiğimiz mikro yapıdaki simetrisini gözlemledik. İster makro isterse mikro yapılarda olsun simetri özelliği bu özelliği taşıyan yapılara estetik görünüm yanında çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Mikro yapı olarak bu çalışmada incelediğimiz bitki iletim dokusu bu özelliği sayesinde dayanıklılık en az yer kaplama, verimli iş gücü gibi faydalar kazanmaktadır. Bu çalışma ile mikro yapıdaki simetrisinin geometrik olarak modellenip matematik formüller ile tanımlanabilirliğini tespit ettik.

Literatürde çalışmanın konusunu oluşturan simetri yapıları ile ilgili makro yapılara ait farklı çalışmalara bulunmaktadır [11], [12]. Ancak mikro yapılar üzerinde benzer çalışmalar sınırlı sayıda [13]- [15].

V. SONUÇLAR

Çalışmada çevremizde kolaylıkla birçok makro yapılarda görebileceğimiz simetrik yapıyı çıplak gözle göremeyeceğimiz bazı mikro yapılarda da bulunduğunu tespit ettik.

KAYNAKLAR

- [1] G. Martin. Transformation Geometry: An Introduction to Symmetry. Springer. p. 28. 1996.
- [2] E. H. Lockwood, R. H. Macmillan, Geometric Symmetry, London: Cambridge Press, 1978.
- [3] H. Weyl, Symmetry. Princeton: Princeton University Press. ISBN 0-691-02374-3.1982.
- [4] A. David. Geometry: Plane and Fancy. Springer Science & Business Media. 1998.

- [5] J. Victor, S. Mahou Timeless Reality. Prometheus Books. Especially chapter 12. Nontechnical. 2007.
- [6] O. Bottema, B. Roth, Theoretical Kinematics, Dover Publications 1990.
- [7] T. William Three-dimensional geometry and topology. Vol. 1. Edited by Silvio Levy. Princeton Mathematical Series, 35. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1997. x+311 pp. ISBN 0-691-08304-5
- [8] R. George McGhee The Geometry of Evolution: Adaptive Landscapes and Theoretical Morphospaces Cambridge University Press p.64.2006.
- [9] T. Menninger. An Explicit Parametrization of the Frenet Apparatus of the Slant Helix. arXiv:1302.3175 Archived 2018-02-05 at the Wayback Machine.2013.
- [10] M. Horn, Weber J. “Computational Geometry Lecture Notes Voronoi Diagrams”, URL: www.cs.princeton.edu/courses/archive/spring12/cos423/bib/vor, 2021.
- [11] A. Longley, A. Paul; Goodchild, Michael F.; Maguire, David J. Rhind. "Thiessen polygons". Geographic Information Systems and Science. Wiley. pp. 333–. ISBN 978-0-470-87001-3. 2005
- [12] H. Tietze, Famous Problems of Mathematics: Solved and Unsolved Mathematics Problems from Antiquity to Modern Times. New York: Graylock Press, p. 27, 1965.
- [13] A. Özdemir, AY Özdemir, K. Yetisen, “Statistical comparative petiole anatomy of Salvia sp.” Planta Daninha 34 (3), 465-474, 2016.
- [14] A. Özdemir and A. Özdemir, “Statistical Study on Some Micromorphological Characters”, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi 34: 135-141, 2022.
- [15] W.R. Korn and R. M. Spalding. “The Geometry of Plant Epidermal Cells” New Phytol. 72:1357-1365. 1973.