

YILLIK HALKALARIN NUMUNE ENİNE KESİTİNDEKİ AÇISAL DEĞİŞİMİNİN AĞAÇ MALZEMENİN LİFLERE DİK YÖNDEKİ DARALMA POTANSİYELİNE ETKİSİ

İlker USTA¹

Accepted: 2023-07-29
DOI: 10.47118/somatbd.1264043

ÖZET

Ahşabın higroskopik ve anizotropik doğası sebebiyle bir malzeme olarak kullanım amacına uygunluğunda sınıyıcı bir etmen ve kullanılma yerindeki etkinliğinde çok esaslı bir unsur olarak addedilen daralma ve genişleme anizotropisi, esasen tam doğrusal düzlemler zemininde teğet ve radyal ile boyuna yönlerdeki olası boyutsal değişim durumuyla ilgili bir konudur. Bu araştırmada, numune enine kesitindeki yıllık halka açısının ağaç malzemenin liflere dik yöndeki daralma potansiyeline etkisi, yönel değişim miktarı ve eğilimi bağlamında teğet ve radyal yönere göre incelenmiştir. Buna göre, enine kesit üzerindeki yıllık halka pozisyonlamasının 0 dereceden 90 dereceye kadar olan açısallık değişiminde, trigonometrik fonksiyonlar grafiğine dayanılarak geliştirilen açısallık eşitliğiyle yapılan belirleme uyarınca, ahşap malzemede meydana gelen daralma miktarının ve yönünün yıllık halkanın belli bir açı altında beliren $\sin^2\phi$ ve $\cos^2\phi$ değerleri eşliğinde farklılaştığı ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ahşap, daralma ve genişleme anizotropisi, trigonometrik fonksiyonlar, açısallık, yıllık halka pozisyonlaması, teğet ve radyal daralma

THE EFFECT OF ANGULAR VARIATION OF ANNUAL RINGS IN THE SAMPLE CROSS-SECTION ON THE POTENTIAL SHRINKAGE OF WOOD MATERIAL PERPENDICULAR TO THE FIBERS

ABSTRACT

Due to the hygroscopic and anisotropic nature of wood, the shrinkage and swelling anisotropy, which is considered a testing factor in its suitability for use as a material and a very essential element in its effectiveness in the place of use, is essentially a matter of possible dimensional change in tangential, radial and longitudinal directions on the ground of fully linear planes. In this study, the effect of the annual ring angle in the cross section of the sample on the shrinkage potential of wood material in the perpendicular direction to the fibers was investigated in terms of the amount and trend of directional change, according to the tangential and radial directions. Accordingly, in the angularity change of the annual ring positioning on the cross section from 0 degrees to 90 degrees, according to the determination made by the angular change equation developed based on the graph of trigonometric functions, it has been revealed that the

¹ Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Mesleki Teknoloji Yüksekokulu, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği, 06532 Beytepe, Ankara, iusta@hacettepe.edu.tr

amount and direction of shrinkage in wood material differs in the presence of $\sin^2\phi$ and $\cos^2\phi$ values that appear under a certain angle of the annual ring.

Key Words: Wood, anisotropy of shrinkage and swelling, trigonometric functions, angularity, annual ring positioning, tangential and radial shrinkage

1. GİRİŞ

Esasen higroskopik ve anizotropik bir yapıya sahip olan ağaç malzemenin (ahşabın) lif doyunluğu noktası altındaki rutubet alışverişi ile ortaya çıkan genişleme ve daralma özelliği, ahşabın kullanım amacı ve kullanılma yerine etkisi çerçevesinde, ahşap bilimi ve teknolojsi alanında pek çok araştırmacı tarafından geniş bir perspektifte derinlemesine irdelenmiştir. Bu bağlamda, doğal ve organik bir malzeme olan ahşabın hem liflere paralel olan boyuna yönde hem de liflere dik konumdaki teğet yönde (yıllık halka çevrimi yönünde) ve radyal yönde (öz ışını doğrultusunda) farklı miktarlarda genişleme ve daralma yetkinliğine sahip olduğu belirlenmiş olup (lif doyunluğu noktası altındaki rutubet miktarı zemininde) boyuna yön ile teğet ve radyal yönlere göre farklı düzeylerde gerçekleşen genişleme ve daralma davranışı, boyutsal değişim eşliğinde ortaya koyulan devinimsel bir tepki olarak değerlendirilmiştir.

Nihayetinde, ağaç malzemenin liflere paralel ve liflere dik yönlerde farklı genişleme ve daralma miktarlarına sahip olması ahşabın çalışma anizotropisi olarak tanımlanırken, ahşabın genişleme ve daralma bakımından farklı yönlerde farklı miktarlarda performans sergileyen içselliğinden ötürü, kuru veya nemli ortamlar nezdinde, kullanılma yerindeki çevresel koşullara uygun şekilde hazırlanması gerektiği birçok araştırmada vurgulanmış ve kullanım amacı göz önünde tutularak hazırlanış(lar)a ilişkin kapsamlı değerlendirmeler yapılmıştır. Bu meyanda, ahşabın genişleme ve daralma anizotropisi hususunda örnek olabilecek bazı çalışmalar şunlardır: Kollmann ve Cote [1], Wilson ve White [2], Bozkurt ve Göker [3], Tsoumis [4], Desch ve Dinwoodie [5], FPL [6], Hoadley [7].

Ahşabın çalışma anizotropisi kapsamında, boyuna yön ile birlikte teğet ve radyal yönlerdeki genişleme ve daralma miktarlarının ayrı ayrı toplanması itibariyle ulaşılan hacimsel genişleme ve hacimsel daralma değerlendirmesi yapıldığında, odun liflerinin hidrofilik doğası gereği genişleme miktarının daralma miktarına göre yüksek seviyede gerçekleştiği görülürken, lif doyunluğu noktası altında gerçekleşmek üzere, ahşabın hücre çeperinin sahip olduğu rutubetlilik halinden hiç rutubetin bulunmadığı tam kuru hale gelinceye kadarki daralması sınıranabilir temel bir özellik olarak görülür [8]. Böyle bakıldığında, ahşabın çalışması bağlamında yapılan incelemelerde daralmayı esas alan değerlendirmelerin görece olarak literatürde baskın bir şekilde öne çıktığı söylenebilir. Bu makalede, ahşabın kullanım amacına uygun olarak kullanılma yerindeki şartlara göre hazırlanması mahiyetinde gerçekleştirilen boyutlandırma sürecinde dikkat edilen hususlardan biri olan enine kesitteki yıllık halka pozisyonlaşmasının önemi odağında, numune enine kesitindeki yıllık halka açısının ağaç malzemenin liflere dik yöndeki daralma potansiyeline olası etkisi incelenmiştir.

2. DARALMA VE GENİŞLEME ANİZOTROPİSİ

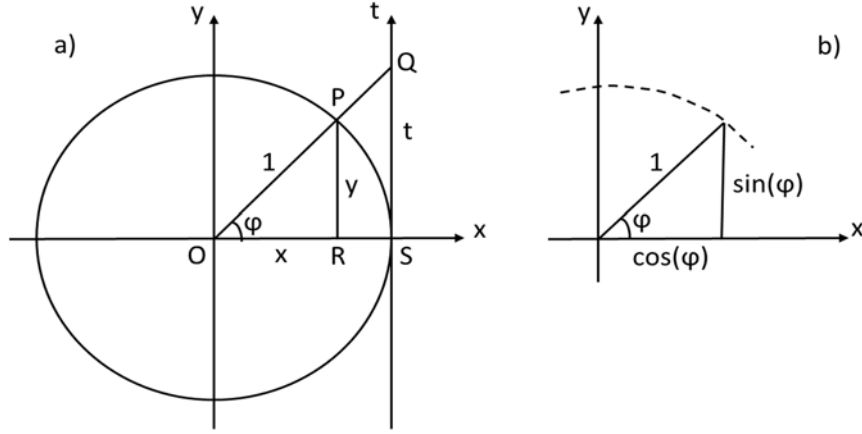
Ahşabın en temel fiziksel özelliklerinden biri olarak addedilen lif doyunluğu noktası (LDN), rutubet miktarı bağlamında hücre çeperindeki miseller arası boşlukların tamamen suyla dolu olması durumu olup çeperde bulunan suyun net odun miktarına oranıdır [9] ve tam kuru

haldeki yoğunluk (D_0) ile hacimsel genişleme (α_v) kapsamında α_v/D_0 işlemi yordamıyla [10] belirlenen sayısal veri zemininde bütün ağaç türlerini ihtiva üzere % 25-35 arasında değişen bir değere sahiptir [8]. Buna göre, Usta [8] tarafından açıklandığı gibi, α_v ve D_0 değerleriyle her ağaç türü için belirlenen LDN altında, hücre çeperindeki miseller arası boşluklara su doldukça selüloz zincirlerinden oluşan mikrofibrillerin çekim kuvvetine bağlı olarak odun lifleri ıslanmaya başlarken, bu ıslanma hali sürdükçe makrofibril kümesini oluşturan mikrofibril demetleri şişerek birbirlerini iteklerler ve bunun sonucunda hücre çeperi teğet ve radyal yönlerde bir miktar genişler. Bunun tersi durumda, miseller arası boşluklarda konuşlanan suyun kuruma sebebiyle buharlaşıp hücre çeperinden uzaklaşması halinde ise, mikrofibril demetleri büzüşerek birbirlerine yanaşırlar ve böylece hücre çeperi hem teğet hem de radyal yönde bir miktar daralır. Böylece tersinir bir süreç olarak hücre çeperinde gerçekleşen genişleme ve daralma eylemleri, ahşabın (ağaç malzemenin) çalışması olarak değerlendirilirken, hava kurusu rutubet miktarı olarak kabul edilen ortalama % 12 seviyesine kadar ağaç malzeme kurutularak çevre koşullarına uyarlanmadıkça ahşaptan öngörüldüğü gibi faydalanılmasında risk oluşturur.

Yukarıda bahsedilen, ahşabın genişleme ve daralma anizotropisi, hücre çeperinin şişmesi ve büzüşmesi nedeniyle ortaya çıkan apayrı bir hacim değişmesi hali olup ahşap malzemenin boyutlarında hatırı sayılır bir değişimin meydana gelmesine sebebiyet verir. Bu çerçevede, hücre çeperi odaklı olmak suretiyle ahşabın genişleme ve daralma eğilimi, dikili haldeki bir ağacın büyürken yerden yukarıya doğru gerçekleşen aksenel uzantısı mahiyetinde liflere paralel olan boyuna yönde çok cüzi bir seviyede gerçekleşirken, liflere dik olan teğet ve radyal yönlerde ise yüksek düzeylerde gerçekleşir [8]. Bunu rakamsal bakımdan söylemek gerekirse, ağaç türleri ayrımı yapılmaksızın normal gelişim göstermiş bir ahşap malzemenin yönlere göre daralma miktarı, bu konuda gerçekleştirilen birçok araştırma sonuçlarına istinaden; boyuna yönde % 0,1 ile % 0,9 arasında gerçekleşirken, teğet yönde % 3,5 ile % 15,0 ve radyal yönde % 2,4 ile % 11,0 arasında gerçekleşir [3]. Bu değerler sınır aralığı olup ahşabın elde edildiği ağacın türü ile yoğunluğuna (başka bir ifadeyle özgül ağırlığına) göre, daralma miktarı değişkenlik gösterir [4].

2.1. Yıllık Halka Açısallığının Teğet ve Radyal Daralma Üzerindeki Etkisi

Muhteviyatı itibarıyla ahşabın daralma eğilimi, teğet ve radyal yönlerde (boyuna yöne nazaran) daha belirgin bir biçimde gerçekleşirken, numune enine kesiti üzerindeki yıllık halka pozisyonlanmasının açısallık içermesi halinde, teğet ve radyal daralmanın miktarı ile daralma oluşum odağının mevcut açısallık konumlanmadan ötürü farklılaşmasına neden olur. Bu durum, yıllık halka açısallığının teğet ve radyal daralmayı etkilemesi olarak değerlendirilirken, Şekil 1'de gösterilen açısallık konumlanmaya göre trigonometrik işlevlerin birim çember üzerindeki mevcudiyeti bağlamında açıklanabilir.



Şekil 1. Açısal konumlanmaya göre trigonometrik işlevlerin birim çember üzerindeki gösterimi [11, 12]

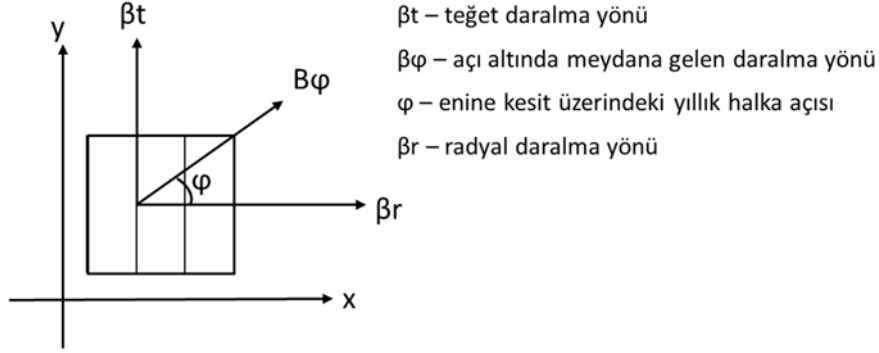
Şekil 1’de gösterilenlerin içeriği şöyle ifade edilmektedir; $OR = x = \cos(\phi)$ iken, $RP = y = \sin(\phi)$ ve $SQ = t = \tan(\phi)$ biçiminde birim çemberin izdüşümleri olarak işlev görür [11]; P ve Q şeklinde etiketlenen noktalar O başlangıç noktasından belli bir ϕ açısıyla gelen 1 doğru parçasının (bu noktalar itibariyle) uzunluğunu temsil ederken, y ve t noktaları x ekseninden yukarıya uzanan dikey çizgilerin yükseklikleri olup R ve S noktaları ise y ekseninden başlayarak x eksenini boyunca devam eden yatay çizgilerin uzunluklarıdır [12].

Bozkurt ve Göker [3] tarafından açıklandığı gibi, enine kesitte özden kabuğa doğru uzanan öz ışını düzlemindeki radyal yön ile yıllık halka çevrimi üzerindeki teğet yön arasındaki herhangi bir açı altında meydana gelen daralma ($\beta\phi$), teğet daralma (βt) ve radyal daralma (βr) ile yıllık halka açısının (sinüs ve kosinüs işlevlerine dayalı) trigonometrik fonksiyonu olarak aşağıdaki eşitlikle belirlenir.

$$B\phi = (\beta t \times \sin^2\phi) + (\beta r \times \cos^2\phi) \quad (1)$$

Buna göre, trigonometrik işlevlerin (Şekil 1’de gösterilen) birim çember üzerindeki gösterimi bağlamında, dik üçgende karşı dik kenarın hipotenüse oranı olan sinüs [$\sin(\phi)$] işlevinin koordinat düzleminde y eksenini ve dik üçgende komşu dik kenarın hipotenüse oranı olan kosinüs [$\cos(\phi)$] işlevinin koordinat düzleminde x eksenini olduğu dikkate alındığında, buradaki R ve P noktaları arasındaki y mesafesi $\sin(\phi)$ ile bağdaşık iken, O ve R noktaları arasındaki x mesafesi ise $\cos(\phi)$ ile bütünleşiktir ve dolayısıyla $\sin^2\phi$ teğet daralmayı ve $\cos^2\phi$ radyal daralmayı gösterir.

Bu perspektiften bakıldığında, Kollmann ve Cote [1] tarafından izah edildiği gibi, Şekil 2’de gösterilen yıllık halka pozisyonlanma diyagramı temelinde, yıllık halkaların öz ışını doğrultusuyla olan açısalığa göre, 0 derecede radyal daralma ve 90 derecede teğet daralma gerçekleşirken, enine kesitteki yıllık halkaların ϕ açısı 90 dereceye doğru gittikçe ahşabın daralma nispeti (teğet yönün tesiriyle) artar.



Şekil 2. Numune enine kesitinde y ve x eksenleri itibariyle yıllık halka pozisyonlamasına göre daralma oluşum diyagramı

3. ÖRNEKLENDİRME

Ahşap malzemenin enine kesit üzerindeki yıllık halka açısı, öngörülen kullanım amacı göz önünde bulundurularak bazı kullanılma yerleri için özellikle tam teğet ve tam radyal yönleri ihtiva edecek şekilde hazırlanabildiği gibi, teğet ve radyal yönlerin konuşlanması göz ardı edilerek belli bir açıda veya rastgele eğiklikte oluşturulabilir. Bu çerçevede, halihazırdaki numunenin enine kesitindeki mevcut açının ne kadar olduğunun belirlenerek Bozkurt ve Göker [3] tarafından takdim edilen $B\phi = [(\beta_t \times \sin^2\phi) + (\beta_r \times \cos^2\phi)]$ eşitliğinde yer alan $\sin^2\phi$ ve $\cos^2\phi$ değerleri uyarınca, açığa bağlı daralma miktarı hesaplanabilir ve daralmanın teğet-radyal ekseninde hangi yöne doğru yaklaşarak gerçekleştiği söylenebilir.

Buna göre, genel bir değerlendirme maksadıyla, enine kesitte 0 ile 90 derece arasında on beşer derecelik farklarla değişen açılar nezdinde yıllık halka pozisyonlaması ile kurgulandığı varsayılan bir ahşap malzemenin teğet ve radyal yönlerdeki daralma miktarının sırasıyla % 7,0 ve % 4,0 olduğu öngörüsüyle bir incelemenin yapılması halinde, yukarıda gösterilen eşitlik kullanılarak, βt ve βr için bahsedilen bu daralma miktarları odağında her yıllık halka açısı için değişen $\sin^2\phi$ ve $\cos^2\phi$ değerleriyle ayrı ayrı hesaplamalar yapıldığında, teğet ve radyal yönlerdeki daralma değişiminin miktar ve eğilim bakımından nasıl olabileceği sayısal veri eşliğinde Tablo 1’de örneklenmiştir.

Tablo 1. Belli açılara göre değişen $\sin^2\phi$ ve $\cos^2\phi$ değerleri ile açısal daralma (βφ) değişimi (buradaki değerlendirme, βt = % 7,0 ve βr = % 4,0 alınarak yapılmış olup $\sin^2\phi$ teğet daralma (βt) ve $\cos^2\phi$ radyal daralma (βr) ile bütünleşiktir)

Yıllık Halka Açısı (φ)	$\sin^2\phi$	$\cos^2\phi$	βφ
0	0	1	4,0
15	0,07	0,93	4,2
30	0,25	0,75	4,8
45	0,50	0,50	5,5
60	0,75	0,25	6,3
75	0,93	0,07	6,8
90	1	0	7,0

Tablo 1 incelendiğinde, ($\sin^2\phi$ ve $\cos^2\phi$ ilişkilendirmesi zemininde) yıllık halka açısına göre, 0 derecenin öz ışını doğrultusundaki radyal daralmayı ve 90 derecenin yıllık halka çevrimi üzerindeki teğet daralmayı temsil ettiği göz önüne alındığında, enine kesitteki yıllık halka pozisyonlamasına bağlı ϕ açısının 0 dereceye yaklaşması halinde radyal daralmanın arttığı ve söz konusu ϕ açısının 90 dereceye yaklaşması halinde ise teğet daralmanın arttığı görülür. Bu meydana, mesela 30 derecelik bir yıllık halka açısı altında ($\sin^2\phi$ ve $\cos^2\phi$ değerleri uyarınca) ahşap malzemede radyal yönün % 75'i ve teğet yönün % 25'i kadar daralma miktarı değişeceği için, tam teğet daralma miktarı % 7,0 ve tam radyal daralma miktarı % 4,0 olan numunenin enine kesitindeki yıllık halka pozisyonlamasının 30 derecelik açı altındaki daralma miktarının % 4,8 değeriyle radyal yöne meyillenmiş olarak gerçekleşeceği söylenebilir. Bu durum, tersinir içsellığıyle 60 derecelik bir yıllık halka açısı için değerlendirildiğinde ise, teğet yönde % 75 ve radyal yönde % 25 nispetinde bir daralma değişikliğinin gerçekleşeceğine atfen, ahşap numunenin enine kesiti üzerindeki yıllık halka açısının 60 derece olması halinde, daralma miktarının % 6,3 değeriyle teğet yöne doğru yaklaşmış vaziyette ortaya çıkacağı konuşulabilir.

4. SONUÇ

Aslında, ağaç malzemenin çalışma potansiyelini yansıtan daralma ve genişleme anizotropisi, liflere paralel ve dik yönlerdeki sıvı akışı eşliğinde boyuna ile teğet ve radyal yönlerde meydana gelen boyutsal değişim miktarı olup kullanım amacı ve kullanılma yerine etkileri itibariyle ahşap bilimi ve teknolojisi alanında neden-sonuç bağdaştırmasıyla ayrıntılı bir biçimde incelenmesi gereken önemli bir konu olarak öne çıkmaktadır. Bu perspektifte, enine kesit üzerindeki yıllık halka pozisyonlamasının ahşabın liflere dik yöndeki teğet ve radyal genişlemesine ve daralmasına olan etkisi, açısallık zemininde değerlendirilen bir husustur.

Bu araştırmada, yıllık halkaların numune enine kesitindeki açısal değişiminin ağaç malzemenin liflere dik yöndeki daralma potansiyeline etkisi irdelenmiş olup (Şekil 1'de gösterilen) trigonometrik fonksiyonlar grafiğinde yer alan $\sin(\phi)$ ve $\cos(\phi)$ ile (Şekil 2'de diyagramatik yaklaşımla sunulan) teğet daralma (β_t) ve radyal daralma (β_r) ilişkilendirmesine dayanarak enine kesit üzerindeki yıllık halka pozisyonlamasının bir açısallık içermesi halinde ahşap malzemedeki açısal daralma (β_ϕ) miktarının belirlenmesinin nasıl yapılacağı ve elde edilen sayısal sonuçların nasıl yorumlanması gerektiği konusuna ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Özü itibariyle böyle bir bakış açısından konuya bakıldığında, ahşap malzemenin enine kesit üzerindeki yıllık halka pozisyonlamasının açısallığı mahiyetinde, 0 derecede tam radyal daralma ve 90 derecede tam teğet daralma durumunun gerçekleştiği göz önüne alındığında, mevcut ϕ açısının 0 dereceden 90 dereceye kadar değişmesine bağlı olarak halihazırdaki daralmanın da radyal yönden teğet yöne evrileceği şaşmaz bir gerçeklik olarak ortadadır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Kollmann, F.F.P., Cote, W.A. (1968). Principles of Wood Science and Technology I: Solid Wood. Berlin: Springer-Verlag.
- [2] Wilson, K., White, D.J.B. (1986). The anatomy of wood: its diversity and variability. London: Stobart & Son Ltd.
- [3] Bozkurt, A.Y., Göker, Y. (1987). Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3445/388.
- [4] Tsoumis, G. (1991). Science and technology of wood: structure, properties, utilisation. New York: Van Nostrand Reinhold
- [5] Desch, H.E., Dinwoodie, J.M. (1996). Timber: structure, properties, conversion and use. London: MacMillan Press Ltd.
- [6] FPL. Forest Products Laboratory. (1999). Wood handbook: (Wood as an engineering material). General Technical Report FPL–GTR–113. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest service.
- [7] Hoadley, R.B. (2000). Understanding Wood: A Craftsman's Guide to Wood Technology. New York: Taunton Press.
- [8] Usta, İ. (2016). Ahşap Üzerine Betimlemeler: Kültürlerarası etkileşim aracı olan ahşabın “Değerli bir Nesne” olarak kabul edilip özümsemesi (Lifli ve Gözenekli Yapısıyla Ahşap Mükemmeldir). Yapı Dünyası, 244-245: 8-16.
- [9] Usta, İ. (2017). Ahşap: Fiziksel Özellikler. Yapı Dünyası, 256-257: 8-13.
- [10] Usta, I., Hale, M.D. (2004). A novel guide for the determination of the physical properties of wood including kiln drying and full-cell preservative treatment. International Research Group on Wood Protection, Document No: IRG/WP 04–20298.
- [11] Maor, E. (1998). Trigonometric Delights. Princeton: Princeton University Press.
- [12] URL. https://tr.wikipedia.org/wiki/Trigonometrik_fonksiyonlar (Erişim Tarihi: 01.09.2022).