Artvin Çoruh Üniversitesi
Orman Fakültesi Dergisi
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Yıl: 2023, Cilt: 24, Sayı:1, Sayfa: 96-105

ofd.artvin.edu.tr

Artvin Coruh University
Journal of Forestry Faculty
ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X
Year: 2023, Vol: 24, Issue:1, Pages:96-105

Budak tipleri ve değerlendirme farklılıkları

Knot types and evaluation differences

Hızır Volkan GÖRGÜN[1]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye

Eser Bilgisi / *Article Info*
Derleme / Review
DOI: 10.17474/artvinofd.1177307

Sorumlu yazar / *Corresponding author*
Hızır Volkan GÖRGÜN
e-mail: volkan.gorgun@iuc.edu.tr

Geliş tarihi / *Received*
19.09.2022
Düzeltme tarihi / *Received in revised form*
21.01.2023
Kabul Tarihi / Accepted
25.01.2023
Elektronik erişim / *Online available*
15.05.2023

Anahtar kelimeler:
Budak
Kalite
Kereste
Masif ahşap
Görsel sınıflandırma
Standart

Keywords:
Knot
Quality
Lumber
Solid wood
Visual grading
Standard

Özet

Dal odununun ağacın gövdesindeki karşılığı olan budak, son ürün kerestede görünüş özellikleriyle birlikte fiziksel, mekanik, işlenebilirlik gibi birçok özelliği etkilemektedir. Bu etki nedeniyle budakların somut bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Ancak kullanım yeri farklılıkları, budakların yapısal ve görünüş özelliklerindeki farklılıklar, ağaç türü gibi temel farklılıklar vb. değerlendirme ölçütlerini çeşitlendirmektedir. Ölçmede birlik sağlanması açısından oluşturulan standartlarda bile bu farklılıklar gözlemlenmektedir.

Bu çalışmanın amacı budak tipleri ve değerlendirilmesindeki farklılıklarının bilimsel ve teknik bilgi, standartlar ve çeşitli uygulama örnekleriyle konulmasıdır. Bu kapsamda her bir budak tipi tanımı görselle desteklenerek daha anlaşılır olması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında toplam 22 adet budak tipi tespit edildiği için, tespiti ve değerlendirmesinde kolaylık olması adına budak tipleri kaynama, sağlamlık, dağılım, şekil ve bulunduğu yere göre beş grupta sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya ek olarak; kaynama oranı ve kabuk durumu birlikte değerlendirilerek, budakların düşme ihtimaline göre ayrı bir sınıflandırma yapılmıştır. Ayrıca budakların tespitiyle ilgili bazı ön bilgiler verilmiş olup ve değerlendirilmesiyle ilgili çoğu Türkiye'de de geçerli olan ulusal ve uluslararası standartlardaki farklılıklar da ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Sonuç olarak, çok sayıda budak tipi olması ve standartlardaki farklı tanım ve değerlendirmeler nedeniyle, bu çalışmanın yapıldığı dönem yürürlükte olan standardın, tüm diğer standartlar için referans alınması gerektiği söylenebilir. Böylece masif ahşabı kullanan tüm paydaşların budak değerlendirmesiyle ilgili tespiti ve değerlendirmesi konusundaki farkındalığı arttırılabilir ve dolayısıyla taraflar arasındaki olası anlaşmazlıkların da azaltılması sağlanabilir.

Abstract

Knot, which is the equivalent of branch wood in the trunk of the tree, affects many properties such as physical, mechanical and workability, along with its appearance properties in the final product timber. Because of this effect, knots need to be evaluated perceptibly. However, there are differences in usage, structural and appearance characteristics, fundamental differences such as tree species, etc. diversify the evaluation criteria. These differences are observed even in the standards created in order to ensure unity in measurement.

The aim of this study is to present the differences in knot types and evaluation with scientific and technical knowledge, standards and various application examples. In this context, it is aimed to make it more understandable by supporting the definition of each knot type with visuals. Since a total of 22-knot types were identified within the scope of the study, knot types were classified into five groups according to their union, strength, distribution, shape and location for ease of detection and evaluation. In addition to this classification; sound rate and bark situation were evaluated together, and a separate classification was made according to the possibility of falling knots. In addition, some preliminary information about the detection of knots has been given and the differences in national and international standards, most of which are also valid in Turkey, have been tried to be revealed.

As a result, it can be said that the standard in force at the time of this study should be taken as a reference for all other standards due to the large number of knot types and the different definitions and evaluations in the standards. Thus, the awareness of all stakeholders using solid wood on the detection and evaluation of knots can be increased, and thus possible conflicts between the parties can be reduced.

GİRİŞ

Ağaç malzemede budak, dal odununun gövde içerisinde kalan uzantısı olup yapısal özelliği normal gövde ve kök odunundan farklılık göstermektedir. Ağacın asimilasyon organları olan yaprakları taşıyan dalların bulunma zorunluluğu nedeniyle, budak oluşumundan kaçınmak mümkün değildir. Ancak ağaç türlerine göre farklılık göstermekle birlikte, dikili haldeyken alınan bazı silvikültürel tedbirler ve farklı biçme teknikleri gibi ön

işlemler ile bulunma durumu bir dereceye kadar kontrol edilebilir (Bozkurt ve Erdin 2000, As ve ark. 2008) (Şekil 1).

Budaklar, odunun fiziksel, mekanik, işlenebilme vb. özelliklerini genellikle olumsuz yönde etkilediği için 'kusur' olarak adlandırılmaktadır. Budakların direnç değerlerini olumsuz yönde etkilenmesinin nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Gurfinkel 1973, Bozkurt ve Göker 1987, As ve ark. 2008):



Şekil 1. Dal odununun bir ağaç içinde dağılımı (Penone 2008)

- Budakların çevresinden geçen liflerin yönü gövde boyuna ekseninden ayrılır.
- Budak odununun kendi lifleri gövde odununun liflerine dik ya da belirli açıda bulunmaktadır.
- Kuruma sonucunda fazla miktarda daralan budak odunu genelde çatlaktır.

Ayrıca görünüş açısından da odun tekstüründe renk, doku yapısı ve devamlılığında farklılıklar oluşturması nedeniyle, kullanıcılar tarafından genellikle olabildiğince az olması istenmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Budağın lamine malzemelerde (parke, masif panel vb.) görünüşe etkisi (Breinig 2014'ten alınarak farklı sırada dizilmiştir).

Tüm bu gerekçelerden dolayı kereste üretimi ve değerlendirmede budaklar kritik bir öneme sahiptir. Ancak tespit edilmesi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi çeşitli nedenlerden dolayı zordur. Tomruk içinde kalan dal yapısının tespitindeki zorluk, kereste üretiminde budaktan kaçınmayı zorlaştırmaktadır. Kerestede yer alan budak tiplerinin çok sayıda olması, bu tiplerin standartlarda bile aynı şekilde tanımlanmaması ve ölçülmemesi tespitini zorlaştırmakta, üretici ve

kullanıcılardaki bilgi ve tecrübe eksikliği de değerlendirmelerin sağlıksız yapılmasına yol açmaktadır.

Bu çalışma ile budak tipleri, ölçüm yöntemi ve değerlendirme farklılıkları, bilimsel bilgi, standartlar ve çeşitli uygulama örnekleriyle ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylece son yıllarda kullanımı artan masif ahşap yani kereste ile ilgilenenler tarafından, şartname ve standartlarda budakla ilgili yer alan terim ve tanımlamaların daha iyi yapılması amaçlanmıştır. Daha detaylı değerlendirmeler sayesinde ticareti ve kullanımında ortaya çıkan anlaşmazlıkların da en aza indirgenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

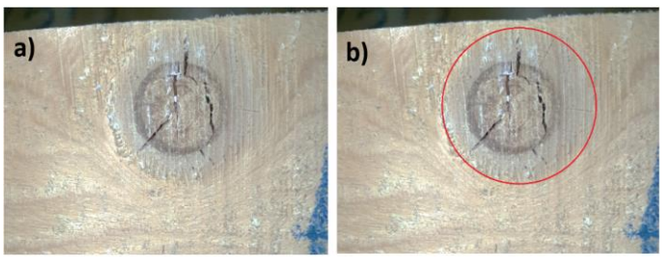
Budak tipleri, ölçüm yöntemleri ve değerlendirme farklılıklarının tespiti ve örneklendirilebilmesi için bilimsel literatürden, ulusal ve uluslararası standartlardan yararlanılmıştır. Bahsedilen kavramların daha iyi anlaşılabilmesi için örnek görsellere yer verilmesi ve bunların da özellikle ulaşılabilir kaynaklardan temin edilmesine özen gösterilmiştir. Örnek görsellerin alındığı kaynaklar da şekil başlıklarında gösterilmiştir.

Budak tipi tanımlamaları için başta Türk Standardları Enstitüsü olmak üzere, ulusal ve uluslararası geçerli standartlar referans alınmıştır. Çalışmanın yapıldığı sırada yürürlükte olan TS EN 844'te (2019) budaklar ile ilgili tanımlamalar yer almasına karşın, dili İngilizce'dir (İng.) Bu sebeple eğer tanımı aynı ise kullanılan terimler için geçerli bir önceki standart olan TS EN 844-9 (2000) referans alınmıştır. Bununla birlikte aynı tanımlama için ahşap endüstrisinde ve bilimsel çalışmalarda sıkça kullanılan başka terimlere de yer verilmiş, Türkçe karşılığı olmayanlar için Türkçe terim önerileri de getirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Budakların Tespiti

Budakların tespiti ve sınırlarının sağlıklı bir şekilde belirlenmesi son derece önemlidir. Budak ile kereste dokusu başta lif doğrultusu ve renk tonu olmak üzere fizyolojik açıdan birçok farklılık göstermesine karşın, genellikle kahverengi tonlarında olduğundan gözle muayenede ayırt edilmesi zordur.



Şekil 3. Budak çapının tespiti, a: ham görüntü, b: çap sınırları (Fotoğraf: H.V. Görgün)

Örneğin Şekil 3'teki budağın koyu renkli öz odunu ilk bakışta budak olarak algılanabilmektedir. Ancak etrafındaki daha açık renkli ve kereste dokusundan farklı renkte olan diri odun kısmı da budağa dâhildir. Ayrıca etrafındaki lif doğrultusunu değiştirdiği için, başta pürüzlülük olmak üzere değişen yüzey özellikleriyle de tespit edilebilir. Ancak daha doğru sonuç, etrafındaki odun dokusunun takip edilmesiyle alınabilir. Kerestenin radyal yüzeyinde bulunan budağın etrafındaki liflerin, eğer budağın etrafında tam tur yapacak şekilde döndüğü tespit edilirse budağa, aksi takdirde keresteye ait olduğu söylenebilir. Teğet ve teğete yakın yüzeylerde bu gözlem yanıltıcı olabilir. Bunun dışında reçineli ağaç türlerinde budağın olduğu bölgede daha yoğun reçine sızması gözlemlenebilir. Şekildeki gibi budaktaki çatlak, çürüme gibi oluşumlara dikkat edilerek genel hatlarıyla sınırlar belirlenebilir.

Budak Tipleri

TS EN 844 (2019)'e göre budak tiplerinin toplam 21 farklı terimle tanımlandığı tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında bu tipler; kaynama, sağlamlık, dağılım, şekil ve yerine göre beş farklı başlıkta sınıflandırılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. TS EN 844 (2019)'teki budak tiplerinin sınıflandırılması

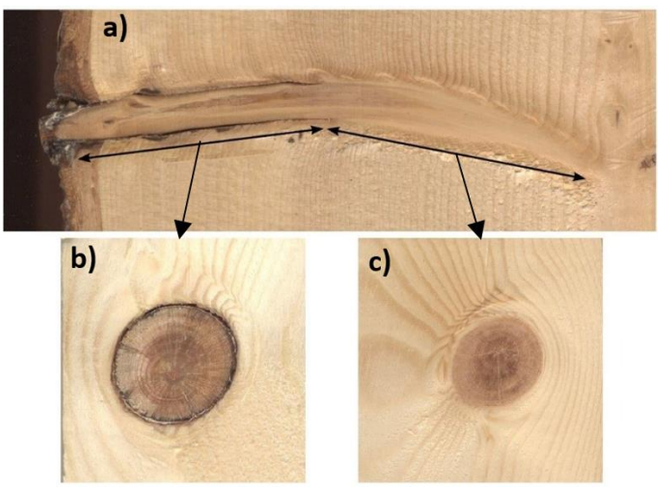
Kaynama	Sağlamlık	Dağılım	Şekil	Bulunduğu Yer
Kaynamış budak (Intergrown knot)	Sağlam budak (Sound knot)	Tek budak (Single knot)	Nokta budak (Pin knot)	Yüz budağı (Face knot)
Kısmen kaynamış budak (Partially intergrown knot)	Çürük budak (Unsound knot)	Kedi pençesi (Cat's paw)	Yuvarlak budak (Round knot)	Yan budağı (Edge knot)
Gevşek budak (Loose knot)	Çatlak budak** (-)	Budak grubu (toplu budaklar) (Knot cluster)	Oval budak (Oval knot)	Kenar budağı (Arris knot)
Düşen budak (Dead knot)	-	Dallanmış budak (Branched knot)		Çapraz budak (Traversing knot)
Kabuklu budak* (Encased knot)	-	-	Kanat budak (Spike knot)	-
-	-	-	Kenar kanat budak (Splay knot)	
-	-	-	Siyah budak* (Black knot)	-

* TS EN 844-9 (2000)'da karşılığı bulunmamaktadır,

** Her iki standartta da (TS EN 844-9 2000, TS EN 844 2019) yer almamaktadır.

Kaynama ve Sağlamlık Durumuna Göre Budaklar

Bazı budak tiplerinde ortak yanları da olabildiği için, budağın odun dokusuyla olan birleşim durumu (kaynama) ile kendi sağlamlık durumu birlikte açıklanmıştır.



Şekil 4. a: Kereste içinde radyal yüzeyde budak farkı, b: Düşen budak, c: Kaynamış budak (Berglund 2014)

Şekil 4c'deki budak TS EN 844 (2019)'e göre, çevresinin 3/4'ünden fazlası, odun dokusuna kaynamış olduğu için 'Kaynamış budak' (İng. Intergrown) olarak tanımlanabilir. Şekil 4b'de yer alan budakta ise kaynama oranı 1/4'ün altında olduğu için, 'Düşen budak' (Kaynamamış, İng. Dead) olarak tanımlanabilir. Kaynama oranı her ikisi arasında kalan budaklar ise 'Kısmen kaynamış budak' (İng. Partially intergrown knot) olarak tanımlanmaktadır.

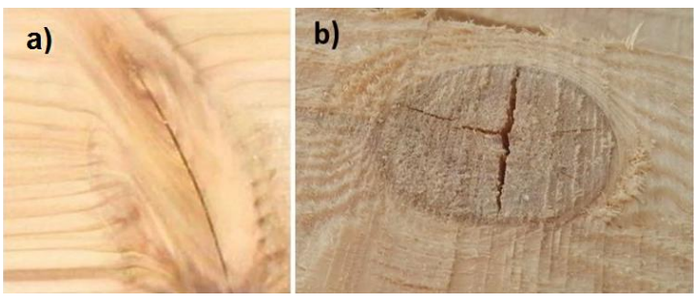
Bununla birlikte, aynı standarda göre, aynı budaklar için farklı tanımlamalar ile farklı isimler verilebilir. Örneğin, Şekil 4b'de düşen budak olarak isimlendirilen budak tipi, aynı standarda göre, "çevresinin bir kısmı veya tamamı kabukla çevrili olan budak" tanımına uyduğu için, 'kabuklu budak' olarak isimlendirilebilir. Yine, aynı budak tipi etrafındaki kabuk oluşumundan dolayı "etrafındaki odun dokusuna sıkıca bağlı olmayan budak" olarak değerlendirilip 'Gevşek budak' olarak adlandırılabilir. Belki başlangıçta bu şekilde olmayan bir budak, zamanla kurumaya bağlı daralmadan veya mekanik gerilimlere maruz kaldıktan sonra zamanla gevşek budak tipine dönüşebilir. Sağlamlık durumlarına göre ise; çürüklük yoksa 'Sağlam budak' (İng. Sound knot) (Şekil 4c), çürüklük varsa 'Çürük budak' (İng. Unsound) olarak isimlendirilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Kabuklu çürük budak örneği (Nelma 2022)

Bir başka durum ise, budakların çevresi etrafındaki odun dokusuyla tamamen kaynamış olmasına karşın çatlak içerebilmesidir. Çatlaklar, budağın daha ufak parçalara

ayrılarak düşme ihtimalini arttırmaktadır. Kurumaya bağlı veya mekanik gerilimler nedeniyle mevcut çatlakların sayısı ve genişliği artarak, bu ihtimali daha da arttırmaktadır. Ayrıca testerelerle işlenme sırasında düşen ve kısmen kaynamış budakta olduğu gibi yerinden ayrılarak, önemli iş sağlığı ve güvenliği riskleri oluşturabilir. Buna karşın budakların değerlendirildiği kalite standartlarında (TS 1265 2012, TS EN 844-9 2000, TS EN 844 2019, TS EN 975-1 2010, TS EN 1611-1 2002) yer almadığı için, istenmeyen durumlarda 'Çatlak budak' olarak standartlara ve/veya şartnamelere ilave edilebileceği söylenebilir (Şekil 6).



Şekil 6. Çatlak budak örnekleri a: Kanat budakta (Hwang ve ark. 2021), b: Yuvarlak budakta (Fotoğraf: H.V.Görgün)

Kaynama ve sağlamlık durumlarına göre budak tiplerinde bazı ortak özellikler bulunması, tespitini ve değerlendirilmesini zorlaştırabilmektedir. Kolaylaştırmak için, bu çalışma kapsamında teşhis anahtarı olarak kullanılabilecek bir çizelge oluşturulmuştur. Ayrıca bu çizelgeye, uygulama açısından önem kazandığı için kaynama ve sağlamlık durumlarına ve düşme ihtimallerine göre bir sınıflandırma da ilave edilmiştir (Çizelge 2). Çizelgeye göre 'sağlam' ve 'kaynamış' budakta düşme ihtimali olmadığı belirtilmesine karşın, daha önce bahsedilen gerilimler nedeniyle uzun vadede düşme ihtimalinin artabileceği de unutulmamalıdır.

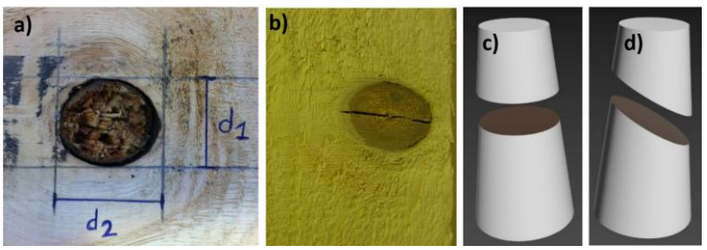
Çizelge 2. Budak tiplerinin düşme ihtimalinin değerlendirilmesi

Budak Tipleri	Kaynama Oranı				Kabuk Durumu			Düşme
	> 3/4	1/4 – 3/4	< 1/4	Oran Yok	Var	Olabilir	Yok	İhtimali
Kaynamış budak	+	-	-	-	-	-	+	-
Kısmen kaynamış budak	-	+	-	-	-	+	-	+/-
Gevşek budak	-	-	-	+	-	+	-	+
Düşen budak	-	-	+	-	-	+	-	+
Kabuklu budak	-	+	+	+	+	-	-	+
Sağlam budak	-	-	-	+	-	+	-	-
Çürük budak	-	-	-	+	-	+	-	+
Çatlak budak	-	-	-	+	-	+	-	+

Şekillerine Göre Budaklar

Dal odunu, kereste içerisinde kesik koni şeklinde yer almaktadır. Bu koninin farklı açılarda kesilmesiyle, kerestenin görünür yüzeyindeki budağın şekli değişmektedir. Eğer dal uzunluk eksenine dik kesilirse budak 'daire' (Şekil 7c) şeklinde görünecektir. Daha farklı açılarda kesilirse ise 'oval' (Şekil 7d), paralel kesilirse de 'kanat' (Şekil 8) şeklinde görünecektir. Ayrıca dalın bulunduğu ağacın tomurcuk dizilişine ve maruz kaldığı yüklere göre daldaki reaksiyon odunu oluşumu nedeniyle de, enine kesiti oval olabilmektedir. Standartta şekil farklılığının tespiti için, budağın en büyük çapının, en küçük çapına oranı dikkate alınmıştır. Eğer bu oran 1.5 kattan az ise 'Yuvarlak budak' (İng. Round knot), 1.5 ila 4 kat arasındaysa 'Oval budak' (İng. Oval knot) ve eğer 4

kattan fazla ise 'Kanat budağı' (İng. Spike knot) olarak tanımlanmıştır (TS EN 844 2019) (Şekil 7).



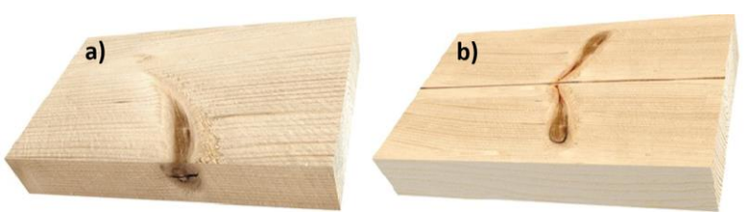
Şekil 7. a: En büyük ve en küçük çap tespiti (Vega ve ark. 2011), b: Oval budak (Fotoğraf: H.V. Görgün), c-d: Budakta kesim açısına göre yuvarlak ve oval oluşumu

Kanat budağının eğri bir şekle sahip olmasının nedeni, dalın ağaçtayken kendi ağırlığından dolayı aşağı doğru eğilmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca dalın konik yapıda olması nedeniyle, diğer budaklardan farklı bir görüntü oluşturmaktadır (Şekil 8).



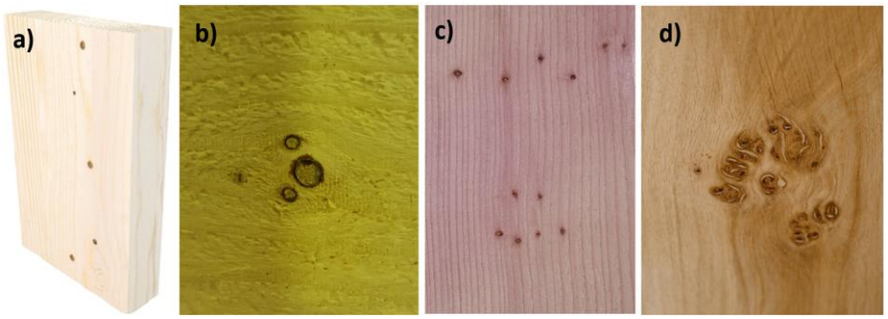
Şekil 8. Kendi özü de görülen bir kanat budağı (Longo ve ark. 2019)

Kanat budağı, bazı kaynaklarda tek başına olursa 'boynuz' (İng. Horn), karşılıklı olursa 'yaprak' (İng. Leaf) tipi kanat budağı olarak da tanımlanabilmektedir (Pahlberg 2017, Gao ve ark. 2021). Ancak yaprak tipi kanat budakları (Şekil 9b), TS 844 (2019)'teki bu tanıma göre 'Dallanmış budak' (İng. Branched knot) isimlendirilmelidir: "İki kanat veya kenar kanat budağının aynı yüzeyde görünmesi veya yaklaşık olarak aynı noktadan ortaya çıkan". Bu tip budaklar genellikle öz kısmı yüzeyde gözüken veya yüzeye çok yakın olan kerestelerde görülmektedir (Şekil 9). Ayrıca kanat budaklarının karşılıklı olup olmaması, yer aldığı ağaç türünün tomurcuk dizilişine bağlıdır. Bununla birlikte Şekil 9a'daki 'Boynuz' tipi budak, TS 844 (2019)'e göre, 'Kenar kanat budağı' (İng. Splay knot) olarak adlandırılmaktadır. Bu tip budaklar hem geniş yüzde, hem de yanda görülmekte ve bir yüzeydeki görünüşü de kanat budağı özelliklerini taşımaktadır.



Şekil 9. a: Kenar kanat budağı, b: Dallanmış budak (Pahlberg 2017)

Genellikle estetik açıdan olumsuz etki bırakmayan çok küçük budaklar, 'Nokta budak' (İng. Pin knot) olarak adlandırılmış ve standartta: "çapı 5mm'yi geçmeyen, kaynamış, yuvarlak veya oval budaklar" olarak tanımlanmıştır. Eğer çok sayıda nokta budak sıkı bir şekilde bir arada bulunuyorsa, 'Kedi pençesi' (İng. Cat's paw) olarak adlandırılmıştır (Şekil 10).

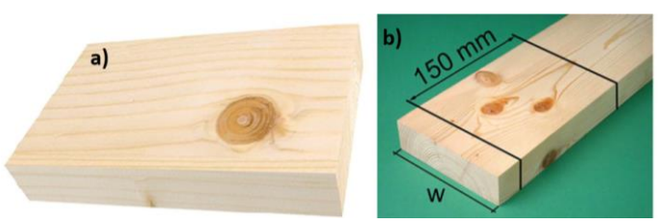


Şekil 10. a: Nokta budak (Pahlberg 2017), b-c: Kedi pençesi, (b ve c: Fotoğraf - H.V.Görgün), d: Kedi pençesi (FH 2022)

Standartta ayrıca, bir kısmı veya tamamının rengi siyah olan 'Siyah budak' (İng. Black knot) tanımı da bulunmaktadır. Amerikan yumuşak ağaç kerestesi standardına göre (NIST 1999), ölmüş bir dalın büyüyen ağaç dokusu tarafından çevrilmesiyle oluşmaktadır.

Dağılımlarına Göre Budaklar

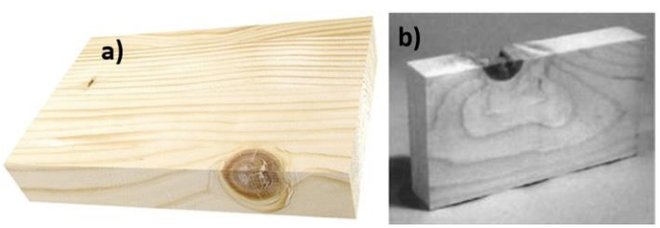
Budakların kerestedeki dağılımları, birim alandaki sıklıklarına göre değerlendirilmektedir. Bu sıklık, ağaç türünün tomurcuk dizilişine ve tomruktan kereste biçme şekline bağlı değişebilmektedir. TS 844 (2019)'te budak sıklığı, bir ya da birden fazla olmasına bağlı olarak sırasıyla, 'Tek budak' (İng. Single knot) ile 'Budak grubu' veya 'Toplu budak' (İng. Knot cluster) olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca TS 844'te (2019) birden fazla bulunan budağın 'budak grubu' olarak değerlendirilmesi için, tüm budak grubu etrafında lif sapmasının tespit edilmesi şartı bulunmaktadır. Kalite standartlarında ise bu ayrım birim alan veya mesafedeki budak sayısıyla tespit edilmektedir. Örneğin TS 1265 (2012)'te: "Kusurların en çok bulunduğu bölgede ve kereste lif doğrultusunda 150 mm'lik boy içine giren…" ve bu alanda "birden fazla olan budaklar", 'Toplu budak' olarak değerlendirilmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. a: Tek budak (Pahlberg 2017), b: Toplu budak (Stapel ve van de Kuilen 2014), w= Kereste genişliği

Bulunduğu Yere Göre Budaklar

Budaklar, bulundukları yüzeylere göre dört farklı şekilde tanımlanmaktadır (TS 844 2019):
- Eğer bir veya iki geniş yüzeyde bulunuyorsa 'Yüz budağı' (İng. Face knot),
- Bir veya iki yan yüzeyde bulunuyorsa 'Yan budağı' (İng. Edge knot),
- Hem geniş yüzeyde hem de yan yüzeyde bulunuyorsa 'Kenar budağı' (İng. Arris knot),
- Eğer karşılıklı her iki yüzde veya her iki kenarda görünecek şekilde bulunuyorsa 'Çapraz budak' (İng. Transversing knot) olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca Şekil 12'deki gibi biçildiği yere bağlı olarak, üçüncü yüzde de görülebilir.



Şekil 12. a: Sağlam kenar budağı (Pahlberg 2017) b: Bir kısmı düşmüş ve üç yüzde de görülen çapraz budak (Guindos ve Guaita 2013)

Standartlara Göre Değerlendirme Kriterleri ve Farklılıkları

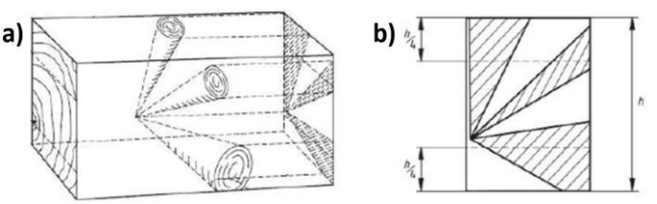
Budaklar tespit edildikten sonra, sınıflandırma için kerestede bulunabilirlik sınırlarının belirlenmesi gereklidir. Ağaç malzemenin birçok özelliğini olumsuz yönde etkilediği için birçok alanda budaklar 'kusur' olarak değerlendirilmektedir. Ancak bazı kullanıcılar tarafından doğal malzeme göstergesi olduğundan veya estetik açıdan değer kattığından, olumlu olarak

değerlendirilebilmektedir. Bu nedenle bazı satıcılar standartlardan farklı sınıflandırmalar yapabilmektedir. Örneğin 1. sınıf kerestelerde 1 cm çapa kadar budak bulunmasına izin verilirken, "ekstra" adıyla hiç budak bulunmayan kalite sınıfı da ilave edebilmektedir. Standartlarda ise daha somut ve ölçülebilir kriterlere değerlendirilmekte ve genel olarak ağaç türü ve kullanım yerindeki fiziksel ve mekanik özelliklerine göre ayrım yapılmaktadır. Örneğin biçilmiş yapacak odunun (kerestenin) genel sınıflandırılması türe göre değişmektedir: Avrupa ladini, göknar, çam ve duglas göknarı için TS EN 1611-1 (2002), meşe ve kayın için TS EN 975-1 (2011) ve kavak için de TS 1249 EN 975-2 (2006) gibi. Tür değerlendirmesi kullanım amacına göre de değişebilmektedir. Örneğin keresteler yapısal maksatlı kullanılacaksa; iğne yapraklı (yumuşak) ağaç türleri için TS 1265 (2012), tropik sert ağaç türleri için de TS EN 16737 (2016) standardı kullanılmaktadır.

Standartlardaki bu farklılıklar, budak ve diğer özelliklerin de farklı şekillerde değerlendirilmesine yol açmaktadır. Örneğin TS 1265 (2012)'te budağın en dar çapı veya bulunduğu yüzeyin genişliğine paralel ölçüsü referans alınmaktadır. Bu belirlenen ölçü de üç farklı kritere göre değerlendirilmektedir: Budağın tek veya toplu olmasına göre, bulunduğu yüzeyin genişliğine veya genişliğin iki katına oranlanarak. Ayrıca yine bu standartta toplu budaklardaki kalite sınıfı sınır değerleri, kereste boyutuna göre değişebilmektedir. Büyük boyutlu kerestelerde (kadron, kiriş, azman) bu değer, daha küçük boyutlu kerestelere (tahta, kalas, lata) göre daha yüksektir. Bununla birlikte TS 1265 (2012)'te budakların sağlamlık ve kaynama durumları göz ardı edilirken, TS EN 1611-1 (2002)'de her bir sağlamlık ve kaynama durumuna göre ayrı değerlendirme yapılmıştır. Göz ardı edilebilecek başka bir farklılık da standartlardaki sınıf sayılarının farklı olmasıdır. Sınıflandırma dışı (ıskarta) sınıfı harici TS 1265 (2012)'te üç, TS 1249 EN 975-2 (2006)'de dört ve TS EN 1611-1 (2002) ve TS EN 975-1 (2011)'de beşer sınıf bulunmaktadır. Bu durum özellikle ara sınıflarda karışıklığa yola açabilmektedir. Örneğin TS 1265 (2012)'teki üçüncü sınıf en kötü sınıfken, diğerlerinde ise değildir.

Budağın üç boyutlu bir yapıya sahip olmasından dolayı, yine üç boyutlu olarak değerlendirilmesi gerekirken, pratiklik açısından günümüzde yaygın olarak yüzeyde görünen şekline göre değerlendirmeler yapılmaktadır. TS 1265 (2012) ve diğer birçok ulusal/uluslararası standartta, budak ve diğer kusurların yüzeydeki görünüş özelliklerine göre sınıflandırmalar yapılmaktadır. Ayrıca bazı standartlardaki görünüş sınıfları da, TS EN 338'deki (2016) eğilme direnci karakteristik değerlerine (N/mm^2) göre oluşturulan direnç sınıflarıyla (C20 vb.) ilişkilendirilerek, uluslararası kapsamda geçerli olan TS EN 1912 (2012)'de listelenebilmektedir (örneğin; TS 1265'e göre 1. sınıf sarıçam kerestesi C30 direnç sınıfındadır gibi).

Yapısal amaç için farklı ülke standartlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada (Görgün ve Dündar, 2018), iki boyuttaki çeşitli parametreler göz önüne alınarak, üç boyutlu değerlendirmeye geçilebildiği tespit edilmiştir. TS 1265'in eski versiyonu (2005), DIN 4074 (2003) ve BS 4978 (2017) numaralı görsel sınıflandırma standartlarının karşılaştırıldığı çalışmada, diğerlerinden çok daha farklı budak değerlendirmesiyle BS 4978'in (2017) daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bu standart incelendiğinde, budaklar görünür yüzeylerdeki çapları yerine, üç boyutlu yapısının enine kesitteki izdüşümüne göre değerlendirilmektedir. Görünmeyen yapı ise, görünür budak çapları ile enine kesitteki yıllık halka düzeni dikkate alınarak tespit edilmektedir (Şekil 13).

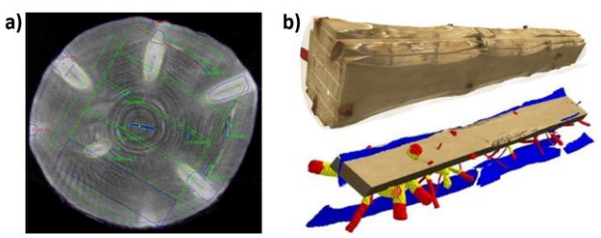


Şekil 13. Budak yapısının BS 4978'de (2017) üç boyutlu değerlendirilmesi, a: Yıllık halkalara göre budak yapısının tahmini, b: Enine kesitteki izdüşümü

Şekil 7 ve 8b'de görüleceği üzere dalın çapı radyal yönde değişmektedir ve ağacın çevresinden öze doğru gidildikçe azalmaktadır. Bu prensipten hareketle biçilmiş bir kerestede bu doğrultunun tespiti için, enine kesitteki yıllık halkaların radyal yönde değerlendirilmesi yeterli olacaktır. Çünkü yıllık halkalardaki konkav (içbükey) tarafın öz, konveks (dış bükey) tarafın da ağacın çevresini

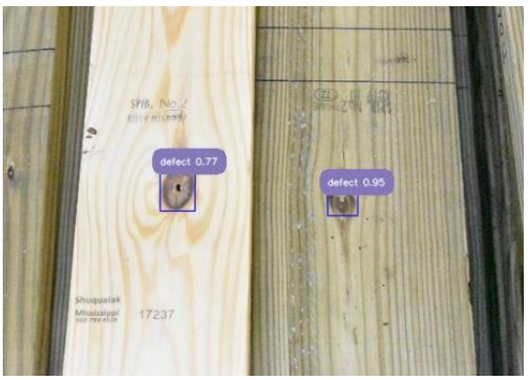
göstereceği söylenebilir. Böylece, eğer kerestenin bir yüzeyinde budak tespit edilirse, üç boyutlu yapısının hangi yönde ilerlediği ve ne kadar yer kapladığı tahmin edilebilir. Bu tespit yardımıyla daha kolay ve efektif bir görsel sınıflandırma yapılabileceği gibi, kereste biçerken budaktan kaçınılmasında da yardımcı olabilir.

Bu ve diğer yöntemlerde her bir kerestenin sınıflandırılması zor ve öznel olabildiği için, geliştirilen diğer tahribatsız değerlendirme yöntemleri de bu alanda denenmeye başlamıştır. Bilgisayarlı tomografi, akustik tomografi, X-Ray ışını gibi tekniklerle ağaç veya kereste biçilmeden, iç yapısı hakkında yüksek doğrulukta bilgi alınabilmektedir (Dündar ve Divos 2014). Bu tekniklerden bilgisayarlı tomografi yöntemi, bir firma tarafından geliştirilerek yüksek kapasiteli kereste fabrikalarında kullanılmaya başlanmıştır. Elde edilen enine kesit görüntülerinden başta budak olmak üzere birçok kusur tespit edilebilmektedir. Bu kusurlara göre belirlenen biçme sınıfı ve kereste satış fiyatı referans alınarak, en uygun biçme diyagramı önerisi yapılabilmektedir (Giudiceandrea ve ark. 2016) (Şekil 14).



Şekil 13. Bilgisayarlı tomografiyle budaklara göre biçmenin optimize edilmesi, a: Tomruk kesitinde budak dizilimine göre optimizasyon, b: Her bir keresteye biçilmeden budak ve çatlakların aktarılması simülasyonu (Giudiceandrea ve ark. 2016, © Microtec).

Bahsedilen prensipleri kullanan yöntemler pahalı ve yüksek kapasiteli fabrikalara uygun yöntemler olduğu için henüz yaygınlaşmamıştır. Buna karşın görüntü algılama teknikleri gibi nispeten daha basit ve ucuz yöntemlerle ilgili araştırmalar daha sık yapılmakta ve hatta bazıları üretim hatlarında da kullanılmaktadır (Lopes Jr. ve ark. 2020, Gao ve ark. 2021) (Şekil 15).



Şekil 14. Görüntü algılama teknikleriyle budak tespiti (Lopes Jr. ve ark. 2020)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Budaklar, masif ahşapta kritik sınıflandırma kriterlerinden biridir. Özellikle budak tipi ve bulunduğu kerestenin kullanım yeri farklılıkları, değerlendirilme yöntemlerini çeşitlendirmektedir. Bu çalışmada tespit edilen 22 farklı budak tipi ve çok sayıda atıf yapılan standart bulunması bunun bir göstergesi olduğu söylenebilir. Çalışmanın yapıldığı dönemde yürürlükte olan TS EN 844 (2019) standardının yabancı dilde olması nedeniyle, bu çalışmada yer alan Türkçe tanımlamalar görsellerin, budak tiplerinin daha anlaşılır olmasına yardımcı olacağı söylenebilir. Ancak tanımla ilgili bir standart olmasına karşın, kalite değerlendirme standartlarında farklılıklar bulunmaktadır. Eğer bütün kullanım yerleri için bu standart referans alınarak tanımlamalara göre sınır değerler belirlenirse, budak tiplerinin tespiti ve değerlendirmesi çok daha sağlıklı olacaktır. Böylelikle her standarda göre ayrı bir budak tanımlaması yapılmayacağı için uygulamada birlik sağlanacak ve yapılan hatalar en aza indirgenecektir. Ayrıca çeşitlilik gösteren budak tiplerinin bu çalışmada önerilen sınıflandırma başlıklarına göre veya benzer bir şekilde gruplandırılarak, uygulamada daha rahat anlaşılabilmesi sağlanabilir. Yine bu çalışmada önerilen budakların düşme ihtimaliyle ilgili çizelge, ilgili kullanım yerleri için değerlendirilerek standartlarda veya şartnamelerde yer alabilir. Tüm bu öneriler uygulandığı takdirde üreticiler, satıcılar, değerlendiriciler, tüketiciler vb. tüm paydaşların budak değerlendirmesiyle ilgili tespiti ve değerlendirmesi konusundaki farkındalığının arttırılması ve dolayısıyla taraflar arasındaki olası anlaşmazlıkların da azaltılması sağlanabilir. Bununla birlikte, bahsi geçen standartların birçoğu Avrupa

Birliği'nde yürürlüğe girip Türkiye'de de kabul edilen standartlar olduğu için değiştirilmesi çok daha zor olacaktır. Belirtilen değişiklikler ulusal standartlarda uygulanabileceği gibi, yürürlükteki standartların bazıları yabancı dilde olduğu için, çeviri sırasında ilave tanımlamalara, sınıflandırmalara veya görsellere de yer verilebilir.

KAYNAKLAR

As N, Dündar T, Büyüksarı Ü (2008) Budakların odunun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 58(2):1-13, İstanbul, Türkiye.

Berglund A (2014) Efficient utilization of sawlogs using scanning techniques and computer modelling, Doktor Tezi, Luleå Tekniska Universitet, Skelleftea, İsveç.

Bozkurt AY, Göker Y (1987) Fiziksel ve mekanik ağaç teknolojisi. İ.Ü. Yayın No: 3445, O.F. Yayın No: 388, İstanbul, Türkiye.

Bozkurt AY, Erdin N (2000) Odun anatomisi. İ.Ü. Yayın No: 4263, O.F. Yayın No: 466, İstanbul, Türkiye.

Breinig L (2014) CT log scanning for sawing optimization with regard to the aesthetic quality of wood. Doctoral dissertation, Universität Freiburg, Almanya.

BS 4978:2007+A2 (2017) Visual strength grading of softwood. Specification, British Standards Institution, İngiltere.

DIN 4074 (Part 1–5) (2003) Sortierung von Holz nach der Tragfahigkeit. Strength grading of wood. Part 1: coniferous sawn timber, Deutsche Institut für Normung e.V., Almanya.

Dündar T, Divos F (2014) European wood NDT & NDE research and practical applications. Eurasian Journal of Forest Science, 2(1):35-43.

Forest to Home (2022) Beautiful British Oak, Forest to Home Ltd., https://foresttohome.com/product/large-chopping-board/ , (12.09.2022)

Gao M, Qi D, Mu H, Chen J (2021) A transfer residual neural network based on Resnet-34 for detection of wood knot defects. Forests, 12(2):212. https://doi.org/10.3390/f12020212

Giudiceandrea F, Katsevich A, Ursela E (2016) A reconstruction algorithm is a key enabling technology for a new ultrafast CT scanner. SIAM News, 49(9):470.

Görgün HV, Dündar T (2018) Strength grading of Turkish Black Pine structural timber by visual evaluation and nondestructive testing. Maderas. Ciencia y tecnología, 20(1): 57-66.

Guindos P, Guaita M (2013) A three-dimensional wood material model to simulate the behavior of wood with any type of knot at the macro-scale. Wood science and technology, 47(3): 585-599.

Gurfinkel G (1973) Wood engineering. Southern Forest Products Association, New Orleans, Amerika Birleşik Devletleri.

Hwang SW, Lee T, Kim H, Chung H, Choi JG, Yeo H (2021) Classification of wood knots using artificial neural networks with texture and local feature-based image descriptors. Holzforschung, 76(1):1-13.

Longo BL, Brüchert F, Becker G, Sauter UH (2019) Validation of a CT knot detection algorithm on fresh Douglas-fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) logs. Annals of Forest Science, 76(2):1-16

Lopes Jr DV, Bobadilha GDS, Grebner KM (2020) A fast and robust artificial intelligence technique for wood knot detection. BioResources, 15(4):9351.

Nelma (2022) Characteristics 101: Knots and Wane, NELMA Grader Academy, https://graderacademy.org/course/101-know-your-knots/, (06.12.2022).

NIST (1999) American Softwood lumber standard, voluntary product standard PS 20-10, National Institute of Standards and Technology, United States Department of Commerce, Gaithersburg, MD

Pahlberg T (2017) Wood fingerprint recognition and detection of thin cracks, Doktorate Thesis, Luleå Tekniska Universitet, Skelleftea, İsveç.

Penone G (2008) 'The hidden life within'. Art Gallery of Ontario (AGO), Toronto, Kanada.

Stapel P, van de Kuilen JWG (2014). Influence of cross-section and knot assessment on the strength of visually graded Norway spruce. European Journal of Wood and Wood Products, 72(2): 213-227.

TS 1265 (2012) Kereste-iğne yapraklı ağaç keresteleri-yapılarda kullanım için. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye

TS 1249 EN 975-2 (2006) Biçilmiş yapacak odun (kereste) - Sert ağaçların görünüş sınıflandırması - Bölüm 2: Kavaklar, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye

TS EN 338 (2016) Yapı kerestesi - mukavemet sınıfları. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye

TS EN 844-9 (2000) Yuvarlak ve biçilmiş yapacak odun (kereste)-Terimler- Bölüm 9: Biçilmiş yapacak odunun (kerestenin) özellikleri ile ilgili terimler. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye

TS EN 844 (2019) Yuvarlak ve biçilmiş yapacak odun (kereste)- terimler. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye

TS EN 975-1 (2011) Biçilmiş yapacak odun (kereste)- yapraklı (sert) ağaç odunlarının görünüş özelliklerine göre sınıflandırılması-Bölüm 1: Meşe ve Kayın. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye

TS EN 1611-1 (2002) Biçilmiş yapacak odun (kereste)- İğne yapraklı (yumuşak) odunların Görünüşlerine Göre Sınıflandırılması- Bölüm 1: Avrupa Ladinleri, Göknarları, Çamları ve Duglas Göknarları. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye

TS EN 1912 (2012) Yapı kerestesi-mukavemet sınıfları-ağaç türleri ve görsel sınıfların tasnifi. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye

TS EN 16737 (2016) Yapı kerestesi-tropik sert ağaç odunlarının görünüş mukavemet sınıflandırması. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Vega A, Guaita M, Dieste A, Majada J, Fernández I, Baño V (2011) Evaluation of the influence of visual parameters on wave transmission velocity in sawn chestnut timber. In Proceedings: 17th International Nondestructive Testing And Evaluation of Wood Symposium, Sopron, Macaristan, 14-16 Eylül 2011 (pp. 14-16).