

## Bazı turunçgil türlerinin budama artıklarının kimyasal bileşimi ve lif özellikleri

İlhami Emrah Dönmez<sup>a,\*</sup>, Koray Başol<sup>a</sup>, Sezgin Koray Gülsoy<sup>b</sup>

**Özet:** Turunçgil ağaçları, verim artırmak, arız olan hastalıklardan ağaçları korumak ya da ağaca form vermek amacıyla belli dönemlerde budanmakta ve bu şekilde lignoselülozik artıklar ortaya çıkmaktadır. Bu artıklar budama artıkları olarak adlandırılmakta ve yakma dışında bir kullanım alanı bulunmamaktadır. Türkiye genelinde turunçgiller familyasında birçok tür bulunmakta olup ülkemiz meyve üretimi bakımından söz sahibi ülkeler arasındadır. Bu çalışmada, turunçgil bahçelerinde budama sonrası açığa çıkan ve atık malzeme olarak değerlendirilen portakal (*Citrus sinensis*), mandalina (*Citrus reticulata*), limon (*Citrus limon*) ve greylift (*Citrus paradisi*) odun ve kabuklarının hücre çeperi ana bileşenleri, yan bileşenleri ve odunlarının lif özellikleri ortaya konmuştur. Yapılan kimyasal analizlerde holoselüloz miktarı %66.45-80.82 değerleri arasında  $\alpha$ -selüloz miktarı %41.54-55.24 arasında ve klason lignin miktarı ise %14.37-19.67 arasında tespit edilmiştir. Çözünürlük değerleri odun ve kabuk örneklerinde birbirine yakın değerlerdedir. %1'lik NaOH çözünürlüğü %19.38-78.17 arasında değişirken hekzan ekstraksiyonu sonrası çözünen madde miktarı ise 2.61-8.24 mg/g arasında bulunmuştur. Lif uzunluğu ve genişliği sırasıyla 0.64-0.77 mm ve 13.00-14.90  $\mu$ m olarak belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Turunçgil, Budama artığı, Kimyasal analiz, Lif özellikleri, Selüloz, Lignin

## Chemical composition and fiber properties of pruning residues of some citrus species

**Abstract:** Citrus trees are pruned at certain periods in order to increase yield, to protect the trees from diseases or to give form to the tree, and thus lignocellulosic residues emerge. These residues are called pruning residues and cannot be used other than burning. There are many species in the citrus family throughout Turkey and it is one of the leading countries in terms of fruit production. In this study, the cell-wall main components, side components and fiber properties of orange (*Citrus sinensis*), tangerine (*Citrus reticulata*), lemon (*Citrus limon*) and grapefruit (*Citrus paradisi*) wood and bark, which are pruning residues in citrus orchards and evaluated as waste material, were revealed. In chemical analyses, the amount of holocellulose was found to be between 66.45% and 80.82%, the amount of  $\alpha$ -cellulose between 41.54% and 55.24%, and the amount of klason lignin between 14.37-19.67%. Solubility values were determined close to each other in wood and bark samples. While the 1% NaOH solubility ranged between 19.38-78.17%, the amount of soluble substances after hexane extraction was found to be between 2.61-8.24 mg/g. Fiber length and width were determined as 0.64-0.77 mm and 13.00-14.90  $\mu$ m, respectively.

**Keywords:** Citrus, Pruning residue, Chemical analyses, Fiber Properties, Cellulose, Lignin

### 1. Giriş

İnsanlığın var oluşundan bu yana ağaç, odun hammaddesi, barınak, el aletleri ve gereçleri olarak kullanılan bir malzemedir. Teknolojinin ilerlemesi oduna dayalı endüstri kollarının gelişmesini sağlamıştır. Bu sayede, odunun, mobilya, levha ve kereste sanayindeki kullanım oranlarının arttığı görülürken, günümüzde ağaç kabuklarından farklı sektörlerde yararlanma imkanlarının ön plana çıktığı bilinmektedir. Kağıt ve kağıt hamuru üretiminde çeşitli lignoselülozik hammaddeler kullanılıyor olmasına karşın bunların en önemlisi odun hammaddesidir (Dönmez, 2010; Dönmez ve Dönmez, 2013). Günümüzde kağıt üretimi için hammadde olarak bilinen ve endüstriyel boyutta kullanılan en önemli kaynak orman ağaçlarıdır. Orman kökenli ağaçlar bu sektörler için tercih edilse de bazı meyve türlerinin atıkları ya da budama artıkları da katma

değerli ürünlere dönüştürülerek, levha, kağıt endüstrisi gibi sektörlerde değerlendirilmekte ve hatta yüksek katma değerli ürünler olarak da adlandırılan glukoz, lignin, ksilan, biyoetanol ve nanoselüloz gibi ürünlerin üretiminde de yararlanılmaktadır (Mtui, 2009; Romero-García vd., 2016; Muhlack vd., 2018). Diğer taraftan, hammadde yetersizliği bugünün ve geleceğin en büyük sorunu olarak kabul edildiğinde, araştırmacılar kağıt ve kağıt hamuru üretiminde kullanılacak, orman ağaçlarından farklı hammadde kaynakları üzerine çalışmalara yönelmiştir (Tutuş vd., 2016a). Bu hammadde kaynakları, Trabzon hurması (Tutuş vd., 2014), kivi (Gençer, 2015), kayısı (Tutuş vd., 2016b; Gençer vd., 2018), yabani kiraz (Gençer ve Gül-Türkmen, 2016), incir (Odabaş-Serin ve Penezoğlu, 2020), fındık (Gençer ve Özgül, 2015; Gençer ve Özgül, 2016), nar (Gülsoy vd., 2015) ve kızılıçık (Keskin vd., 2018) gibi meyve türleri ile bazı maki türlerinin (Yaşar vd., 2016) dal,

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>b</sup> Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): emrahdonmez@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 04.11.2022, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.12.2022



**Citation** (Atf): Dönmez, İ.E., Başol, K., Gülsoy, S.K., 2022. Bazı turunçgil türlerinin budama artıklarının kimyasal bileşimi ve lif özellikleri. Turkish Journal of Forestry, 23(4): 335-340. DOI: [10.18182/tjf.1199378](https://doi.org/10.18182/tjf.1199378)

gövde odunları ve budama artıklarıdır. Meyve tüketiminde oldukça önemli bir yere sahip olan turunçgiller olarak adlandırılan türler de budama artıklarının endüstriyel boyutta değerlendirilmesinde ön plana çıkabilecek kaynaklardandır.

Günümüzde turunçgiller hem taze tüketim hem de sanayi mamül maddesi olarak kullanılan ekonomik değere sahip meyve grubudur. Yüksek C vitamini içeriğiyle kış mevsiminde yoğun olarak taze tüketilen bir meyve grubu olmasının yanında gıda, ilaç, kozmetik gibi daha birçok sanayi kolunda hammadde ve katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Dünya Tarım Örgütünün 2019 verilerine göre dünyada en fazla üretilen meyve grubu turunçgillerdir. Yüksek miktardaki üretimine bağlı olarak dünyada en fazla ticarete konu olan meyve grubu yine bu türlerdir (Tezel, 2020).

Turunçgiller, limon, portakal, mandalina, bergamot, turunç, altıntop, kamkat, şadok gibi daha birçok bitki türlerinin ağacına ve meyvesine verilen genel addir. Narenciye ise, turunçgiller ile aynı anlama sahip ve yaygın olarak kullanılan bir diğer isimdir. Vatanı, Çin ve Hindistan olan turunçgillerin, günümüzde hemen hemen ılıman iklimlere sahip bütün bölgelerde kültür şekilleri yetişmektedir. Dünyanın birçok ülkesinde, turunçgillerin tamamına yakını ticari anlamda yetiştirilmekte ve üretilmektedir. Bu türlerin büyük çoğunluğu, üç yaşından sonra meyve verimine başlasa da ekonomik olarak 8-10 sene sonra verim alınabilmektedir. Turunçgil ağacı 80-100 yıllık ortalama ömre sahiptir (Tezel, 2020). Türkiye’de turunçgil üretimi yoğun olarak Akdeniz kıyılarında yapılmakta ve toplam turunçgil üretiminin %88.1’i bu bölgeden sağlanmaktadır. Akdeniz Bölgesi’nde Doğu Akdeniz’i kapsayan Mersin, Adana ve Hatay illerinin özellikle sahile yakın yerlerinde daha uygun ve elverişli alanlar olduğu bilinmektedir.

Turunçgil meyvesi üretimi 2020 yılında yaklaşık 4.700.000 ton gerçekleşmiş ve ülke genelindeki tüm meyve üretiminin %19.9’unu oluşturmaktadır (TÜİK, 2021). Türkiye’de turunçgil üretimi yapılan bahçelerin yaklaşık %16.16’sı Hatay ilinde bulunmakta ve üretimin yaklaşık %17.48’i Hatay ilinde yapılmaktadır (Atlı, 2016). Akdeniz Bölgesinde yer alan Hatay ilinde turunçgil bahçeleri Amanos Dağlarının denize bakan yamaçları boyunca yoğunlaşmaktadır. Büyük çoğunluğu Dörtüol ve Erzin ilçeleri çevresinde bulunmakla birlikte İskenderun, Antakya ve Samandağ ilçelerinde de bu türlerin üretimi yapılmaktadır. Hatay ilinde yöre halkı tarafından narenciye bahçesi olarak adlandırılan turunçgil meyvesi üretim alanının % 35.90’ı Dörtüol ilçesinde yer almaktadır. 2013 yılında Dörtüol ilçesi 73.890 dekar turunçgil üretimi alanı, 245.243 ton yıllık üretim, 2.199.000 adet turunçgil ağacına sahip olduğu bilinirken (Atlı, 2016), Dörtüol İlçe Tarım Müdürlüğü’nden 2021 yılı Ocak ayında alınan verilere göre 2020 yılında 500 dekar alanda 15.700 kök ağaç greyfurt, 1500 dekar alanda 70.000 kök ağaç limon, 21.000 dekar alanda 670.000 kök ağaç portakal, 75.000 dekar alanda 2.950.000 kök ağaç mandalina bulunmaktadır. Üreticilerle yapılan görüşmelerde bir turunçgil ağacından (tür ayrımı göz önünde bulundurulmaksızın) yıllık budama artığı olarak yaklaşık 15-20 kg. dal yada gövde odunu artıkları elde edilmektedir. Bu artıklar ağacın yetiştiği yörelerde yakacak olarak yoredeki ekmeq fırınlarında ya da evlerde ısıtmak amacıyla yakılarak tüketilmektedir.

Turunçgiller üzerine yapılan çalışmalar genellikle bitkinin sahip olduğu uçucu bileşenlerin analizine ve

özellikle portakal ve limon türlerine (Tutuş vd., 2016a; Kesik vd., 2017; Tutuş vd., 2018; Khider vd., 2021) odaklanmasına karşın, turunçgil kapsamında değerlendirilen diğer türlerin kimyasal yapısı üzerinde sınırlı araştırmalar mevcuttur.

Bu çalışma kapsamında, turunçgil üretiminin önemli bir bölümünün yapıldığı Hatay, Dörtüol bölgesinden temin edilen, atık olarak değerlendirilen ve endüstriyel boyutta herhangi bir kullanım alanı olmayan portakal, mandalina, limon ve greyfurt odun ve kabuklarının kimyasal yapısı ve lif özelliklerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu sayede başta kağıt ve kağıt hamuru endüstrisi olmak üzere farklı sektörlerde kullanımına ilişkin öneriler geliştirilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

2021 vejetasyon dönemi içerisinde Hatay-Dörtüol yöresindeki turunçgil bahçelerinde bulunan budama artıkları bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Örnekleme aşamasında özellikle kimyasal analizler açısından farklılık olmasını önlemek amacıyla budamanın yapıldığı, birbirine yakın noktalardan örnek ağaçlar belirlenmiş ve örnekleme eş zamanlı gerçekleştirilmiştir. Budama artıklarından alınan, portakal (*Citrus sinensis*), mandalina (*Citrus reticulata*), limon (*Citrus limon*) ve greyfurt (*Citrus paradisi*) örnekleri, bahçe makasıyla küçültülüp bez torbalara konarak laboratuvara getirilmiştir. Sonrasında her bir tür için odun ve kabuk olarak ayrılan örnekler, kibrit çöpü büyüklüğüne getirilmiştir. Daha sonra örnekler donduruculu kurutucuda (freze-dryer) bir gün süre ile kurumaya bırakılmıştır. Bu işlemin sonunda, kibrit çöpü büyüklüğündeki odun ve kabuk örnekleri, TAPPI T II – M 45 standardına göre laboratuvar tipi Wiley değirmeninde 1 mm.’den daha küçük hale gelecek şekilde öğütülmüş ve rutubetten etkilenmesini önlemek amacıyla ağzı kilitli plastik torbalarda kimyasal analizler yapılncaya kadar muhafaza edilmiştir (Dönmez vd., 2016).

### 2.2. Genel kimyasal analizler ve çözünürlük değerleri

Odun ve kabuk örnekleri üzerinde, holoselüloz miktarı Wise ve John (1952) tarafından geliştirilen klorit yöntemine göre belirlenmiştir. Lignin miktarı TAPPI T222om-02 yöntemine göre ‘klason lignini’ olarak belirlenmiştir. Alfa-selüloz miktarını belirlemek için ise Rowell vd., (2005) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Çözünürlük değerlerini belirlemek amacıyla odun ve kabuk örneklerinin tamamında TAPPI T207 cm-99 yöntemine göre sıcak ve soğuk su çözünürlüğü, TAPPI T212 om-02 yöntemine göre %1’lik NaOH çözünürlüğü deneyleri ve Scalbert vd., (1988) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek örneklerin içerdiği toplam polifenolik madde miktarı metanol:su (4:1, v:v) karışımı kullanarak tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerde etil-alkol:su (90:10, v:v), n-heksan ve aseton:su (95:5, v:v) gibi organik çözücülerde çözünen madde miktarı gravimetrik olarak belirlenmiştir. Bu maksatla sokselet cihazında yaklaşık 10 g odun ve kabuk örneği 12 saat süreyle yaklaşık 180 ml heksan, aseton:su (95:5, v:v) ve etil-alkol:su (90:10, v:v) karışımıyla sıralı ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Balonda toplanan çözücü ve ekstrakt karışımı döner buharlaştırıcıda 100 ml olacak şekilde uzaklaştırılmış ve bu kısım 100 ml’lik

ağız kapalı cam şişelere aktarılmıştır. Daha önceden darası bilinen cam tüplere aktarılan 10 ml çözücü ve ekstraktları içeren karışımdan azot gazı altında sıcak su banyosunda çözücünün uzaklaştırılması sağlanmıştır. Sonrasında tekrar tartılan cam tüplerde kullanılan çözücüde çözünen madde miktarı mg/g olarak belirlenmiştir (Kilic vd., 2010; Dönmez, 2018). Kimyasal analizler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

### 2.3. Lif özellikleri

Portakal, mandalina, limon ve greyfurt odunlarının kağıtçılık açısından değerlendirilmesi maksadıyla lif yapısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Odun örneklerine Wise ve Karl (1962) tarafından geliştirilen klorit yöntemine göre maserasyon işlemi uygulanmış ve örnekler ayrı ayrı lif haline getirilmiştir. Maserasyon sonrasında lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği ve hücre çeperi kalınlığını belirlemek amacıyla ölçümler gerçekleştirilmiştir. Sonrasında, keçeleşme oranı (Lif uzunluğu / lif genişliği), rijidite katsayısı [(lif çeper kalınlığı/lif genişliği) x100], runkel oranı [(2 x lif çeper kalınlığı) / lümen çapı], elastikiyet katsayısı [(lümen çapı x100)/lif genişliği] ve F faktörü [(Lif uzunluğu / çeper kalınlığı)] değerleri ölçülen lif boyutları kullanılarak hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular ve tartışma

### 3.1. Kimyasal Analizler

Portakal, mandalina, limon ve greyfurt odun ve kabuk örneklerine uygulanan kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Holoselüloz, bitkinin odunsu dokusunda bulunan selüloz ve hemiselülozların toplamı olarak ifade edilmekte iken  $\alpha$ -selüloz, alkali muamelesinde en dayanıklı kısım ve dolayısıyla alkalide çözünmeyen kısımdır. Bunun yanı sıra bitki dokularında selülozdan sonra en yüksek oranda bulunan polimer lignin olarak bilinmektedir. Çizelge 1 incelendiğinde bu yapılardan holoselüloz miktarı, turunçgil odunlarında %79.67 - %80.82 oranında tespit edilirken, kabuklarında %66.45-72.60 olarak saptanmıştır.  $\alpha$ -selüloz miktarı odun örneklerinde en düşük olarak limonda

(%49.29) bulunurken, en yüksek ise portakalda (%55.24) bulunmuştur. Lignin oranı en düşük olarak portakalda (%14.37) bulunurken, en yüksek ise greyfurtta (%16.36) tespit edilmiştir.

Odun ve kabuk örnekleri çözünürlük değerleri bakımından birbirine yakın sonuçlara sahiptir. Sıcak suda çözünen madde miktarı odun örneklerinde %6.12-7.14 arasında iken kabuk örneklerinde %17.09-21.90 arasındadır. Bunun yanı sıra soğuk su çözünürlüğü deneylerinde portakal odunu (% 4.03) en düşük değere sahipken greyfurt odunu (%6.04) en yüksek miktarda tespit edilmiştir. Kabuk örneklerinde ise bu durumun aksine, greyfurt örnekleri %15.13 ile en düşük miktarda limon kabukları %18.68 ile en yüksek oranda bulunmuştur.

Düşük konsantrasyondaki alkalide çözünen madde miktarını belirlemek amacıyla örnekler %1'lik NaOH ile muamele edilmiş ve mandalina odunlarının %22.19 ile en yüksek oranda bulunduğu belirlenmiştir. Sırası ile bunu greyfurt (%20.62), portakal (%19.38) ve limon odunları (%18.93) takip etmektedir. Kabuk örneklerinde ise odunda olduğu gibi mandalina örneklerinin %1'lik NaOH çözünürlüğü %78.17 ile en yüksek oranda bulunmuştur. Diğer örneklerdeki %1'lik NaOH çözünürlüğü oranı sırasıyla limon (%78.02), portakal (%66.98) ve greyfurt (%66.52) şeklindedir.

Turunçgiller üzerine yapılan çalışmaların genellikle portakal ve limon odunu ya da budama artıkları üzerine odaklandığı görülmektedir. Tutuş vd. 2018 tarafından yapılan çalışmada limon odunu holoselüloz miktarı %83.17,  $\alpha$ -selüloz miktarı %47.36 ve lignin miktarı ise %23.92 olarak bulunmuştur. Limon gövde odunu üzerine yapılan bir diğer çalışmada selüloz miktarı %44.40, lignin miktarı ise %25.10 olarak tespit edildiği bildirilmektedir (Khider vd., 2021). Espinach vd. 2020, portakal budama artıkları odununun selüloz miktarını %75.95,  $\alpha$ -selüloz miktarını %49.05 ve lignin miktarını ise %20.80 olarak tespit etmişlerdir. Meyve ağaçlarının odunları ya da budama artıklarının kimyasal yapısı birçok defa araştırmalara konu olmuştur. Bunun yanı sıra elde edilen sonuçlar kağıt hamuru üretiminde değerlendirilebilen bazı yapraklı orman ağaçlarının odunları ile bazı meyve ağaçlarının dal, gövde odunu ve budama artıklarını içeren odunlarının kimyasal içeriğine yakın değerlerde olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Turunçgil odun ve kabuklarına ait genel kimyasal analiz sonuçları

Deney	Portakal		Mandalina		Limon		Greyfurt	
	Odun	Kabuk	Odun	Kabuk	Odun	Kabuk	Odun	Kabuk
<b>Çözünürlük değerleri</b>								
Sıcak Su (%)	6.40	17.62	7.14	19.75	6.28	21.90	6.12	17.09
Soğuk Su (%)	4.03	17.38	5.66	17.25	5.91	18.68	6.04	15.13
% I NaOH (%)	19.38	66.98	22.19	78.17	18.93	78.02	20.62	66.52
Etil alkol:su (mg/g)	16.66	45.69	14.25	56.15	15.49	70.62	19.30	58.73
Heksan (mg/g)	3.60	4.54	2.61	6.95	6.45	8.24	4.78	7.16
Aseton:su (mg/g)	13.86	23.82	17.70	27.90	19.74	30.72	16.49	17.83
Polifenolik mad. (%)	42.95	67.28	43.33	66.21	45.16	92.22	48.28	67.98
<b>Hücre çeperi ana bileşenleri</b>								
Holoselüloz (%)	79.67	70.53	80.03	72.48	80.82	66.45	80.19	72.60
$\alpha$ -selüloz (%)	55.24	49.22	52.55	50.09	49.29	41.54	52.07	42.93
Lignin (%)	14.37	17.95	15.09	17.58	15.59	19.66	16.36	19.67

Istek vd. 2005 tarafından doğu kayını (*Fagus orientalis*) odununun kimyasal özellikleri ile ilgili yapılan çalışmada, holoselüloz miktarı %78.70, selüloz miktarı %46.90, lignin miktarı %21.50 olarak bulunurken, Gulsoy ve Tufek (2013), titrek kavak (*Populus tremula*) odununda holoselüloz miktarını %82.68,  $\alpha$ -selüloz miktarını %49.03 ve lignin miktarını %16.69 olarak tespit etmişlerdir. Yine Gülsoy ve Tufek (2013), sıcak su, soğuk su ve %1'lik NaOH çözünürlüğü miktarlarını ise sırasıyla %3.04, %1.73 ve %15.34 olarak bulmuşlardır. Fındık budama artıklarında holoselüloz miktarı %82.07,  $\alpha$ -selüloz miktarı %41.33 ve lignin miktarının ise %15.89 olarak bulunduğu Gençer ve Özgül (2015) tarafından tespit edilmiştir. Gençer vd., 2018 tarafından yapılan bir diğer çalışmada kayısı odunu ve meyve endokarpının kimyasal yapısı araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, odun ve endokarp örneklerinde holoselüloz miktarının sırasıyla %79.50-63.33 arasında,  $\alpha$ -selüloz miktarının %42.33-28.65 arasında ve lignin miktarının ise %16.43-36.22 arasında olduğu belirtilmektedir.

### 3.2 Lif Özellikleri

Holoselüloz miktarının yüksek olması bitkinin bu dokularının kağıtçılık açısından değerlendirilmesini ön plana çıkaracak ve elde edilecek kağıtların kalitesinin yüksek olacağı bilinmektedir (Tutuş vd., 2016a). Bu bakımdan turunçgil odunlarının lif boyutları ölçülmüş ve sonrasında kağıtçılık açısından ön bilgi verebilecek hesaplamalar yapılarak elde edilecek kağıtların yapısı hakkında fikir elde edilmiştir.

Maserasyon yöntemine göre serbest hale getirilen turunçgil odunlarının liflerinde rastgele seçilmiş örneklerden lif uzunluğu, lif genişliği ve lümen genişliğini belirlemek için ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümler ve turunçgil odunlarının lifleri elde edildikten sonra lif özellikleri ve bu liflerin karakterizasyonunu belirlemek amacıyla yapılan hesaplamalar sırasıyla Çizelge 2 ve Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Dođal maddelerin lif boyutları ve bu liflerden türetilmiş değerler (Runkel oranı, keçeleme oranı ve esneklik katsayısı

vb.) kağıt ve kağıt hamuru üretimi amacıyla önceden bilgi sahibi olmamızı sağlamakta ve teknik olarak bu özellikler önemli roller üstlenmektedir (Ashari, 2006; Caparrós vd., 2008; Ashari ve Nourbakhsh, 2009).

Kağıt yapımında uzun lifli ve kısa lifli terimleri, liflerin kağıdın sağlamlığı hakkında etkisi olmasından dolayı sıkça kullanılmaktadır. Keçeleme oranının 70'in üzerinde olan ağaçlardan elde edilen kağıtlarda kağıdın direnç özelliklerinin arttığı bilinmektedir. Keçeleme oranının 70'in altına düşmesi ile kağıdın direnç özelliklerinde azalma meydana gelir ancak bu oran 70'in çok üzerinde olduğu taktirde liflerde topaklanmaya da neden olabilmektedir. Lif boyutları belirlenen tüm turunçgil odunlarının keçeleme oranı 70'in altındadır. Bu sebeple elde edilecek kağıtlarda direnç özelliklerinin düşük olacağı öngörülmektedir. Rijidite değeri hücre çeperinin kalınlığı ile ilgilidir ve bu değerin yüksek olması kağıdın direnç özelliklerini düşürmektedir. Turunçgil odunlarından portakal, mandalina ve greyfurt odunlarının rijidite değeri birbirine oldukça yakın değerlerde tespit edilmiştir. Bunun aksine limon odununun rijidite değeri diğer türlerin yaklaşık iki katı olarak belirlenmiştir.

Runkel oranının tüm türlerde 1'den büyük olduğu görülmektedir. Bu açıdan çalışmada kullanılan tüm turunçgil odunlarının lifleri kalın çeperli lifler sınıfına girmektedir. Runkel oranı, yapılacak olan kağıdın yırtılma, patlama ve kopma uzunluğu gibi fiziksel direnç özelliklerini tanımlamada etkilidir. Elastikiyet katsayısı göz önüne alındığında turunçgil odunu lifleri rijit lifler olarak sınıflandırılan gruba girmektedir (Kırcı, 2000).

Eromosole (2015) tarafından yapılan çalışmada portakal (*Citrus sinensis*) odunlarının farklı noktalarından alınan örneklerde lif yapısı araştırılmıştır. Lif uzunluğunun 0.44-0.69 mm arasında, genişliğinin 9.10-10.60  $\mu$ m arasında, lümen genişliğinin ise 6.26-7.40  $\mu$ m arasında olduğu tespit edilmiştir. Lif yapısı üzerine başka bir çalışmada limon odunu lif uzunluğu 0.75 mm, lif genişliği 13.74  $\mu$ m, lümen genişliği 6.36  $\mu$ m ve hücre çeperi kalınlığının ise 3.69  $\mu$ m olduğu belirtilmektedir (Tutuş vd., 2018).

Çizelge 2. Turunçgil odunlarının lif özellikleri

	Lif uzunluğu (L) (mm)	Trahe uzunluğu (mm)	Lif genişliği ( $\mu$ m) (D)	Lümen genişliği ( $\mu$ m) (l)	Çift çeper kalınlığı ( $\mu$ m)
Portakal	0.75±0.07	0.23±0.02	14.70±0.83	7.30±0.59	7.40±0.47
Mandalina	0.73±0.11	0.21±0.02	14.20±1.19	6.80±0.81	7.40±0.62
Limon	0.64±0.06	0.24±0.02	13.00±1.25	6.30±0.84	6.70±0.88
Greyfurt	0.77±0.07	0.23±0.02	14.90±1.53	7.00±0.72	7.90±0.70

Çizelge 3. Turunçgil odunlarının lif özelliklerini belirlemek için yapılan hesaplamalar

	Keçeleme oranı	Elastiklik oranı	Runkel oranı	Rijidite Değeri	F Faktörü
Portakal	51.28	49.66	1.01	25.17	203.72
Mandalina	51.20	47.89	1.09	26.05	196.48
Limon	49.43	48.46	1.06	43.55	191.82
Greyfurt	51.93	46.98	1.13	26.51	195.89

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada turunçgiller olarak bilinen, portakal, mandalina, limon ve greylift budama artıklarının kimyasal analizleri ve lif morfolojisi ele alınmıştır. Türkiye turunçgil üretimi bakımından dünya genelinde önemli bir yere sahiptir. Turunçgil üretiminin yapıldığı Akdeniz Bölgesinde bu familyaya dahil ağaç sayısı oldukça fazladır. Her yıl ağaçlardan önemli miktarda budama artıkları ortaya çıkmakta ve bu artıkların yakılarak enerji üretmek dışında endüstriyel açıdan değerlendirme imkanı bulunmamaktadır. Turunçgil budama artıkları, kimyasal açıdan değerlendirildiğinde yapraklı ağaçların kimyasal yapısına benzer karakteristik özellikleri sergilemektedir. Bu sebeple budama artıklarının biyogaz, biyoenerji vb. ürünlere dönüştürülebileceği fikri hakim gelmekte, herhangi bir endüstriyel alanda değerlendirilme potansiyeli olmayan bu lignoselülozik atıkların değerlendirilmesi için temel hammadde kaynağı olarak düşünülebilmektedir. Budama artıkları yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülerek ekonomiye katkı sağlayabilme potansiyeline sahiptir. Diğer taraftan turunçgillerin budama artıklarının lif yapısı göz önüne alındığında kağıt hamuru ve kağıt üretimi için alternatif bir kaynak olarak ön plana çıkmakta, ekonomiye katkısının yanı sıra orman ağaçlarının yerine geçebilecek yeni bir hammadde kaynağı ve çevre kirliliği problemlerinin azaltılması açısından son derece önemli sorunları ortadan kaldıracabileceği düşünülmektedir.

#### Açıklama

Yazarlar, çalışmanın bir kısmının TÜBİTAK 2209-A kapsamında 1919B012005348 başvuru numarası ile desteklenmesinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederler.

#### Kaynaklar

- Ashari, A., 2006. Pulp and paper from kenaf bast fibres. *Fibers Polymer Journal*, 7(1): 26-29.
- Ashari, A., Nourbakhsh, A., 2009. Studies on Iranian cultivated pauwlonia- A potential source of fibrous raw material for paper industry. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67: 323-327.
- Ath, H.F., 2016. Hatay ili Dörtöyl ilçesinde turunçgil üretim ve pazarlaması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Caparrós, S., Díaz, M.J., Ariza, J., Lóez, F., Jiménez, F., 2008. New perspectives for *Pauwlonia fortunei* L. valorisation of the autohydrolysis and pulping process. *Bioresource Technology*, 99(4): 741-749.
- Dönmez, İ.E., 2010. Yükselti farkına göre Sarıçamın (*Pinus sylvestris* L.) anatomik ve kimyasal bileşiminde meydana gelen değişimler. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Dönmez, İ.E., Dönmez, Ş., 2013. Ağaç kabuğunun yapısı ve yararlanma imkânları. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 14: 156-162.
- Dönmez, İ.E., Hemming, J., Willför, S., 2016. Bark extractives and suberin monomers from *Arbutus andrachne* and *Platanus orientalis*. *BioResources*, 11: 2809-2819.
- Dönmez, İ.E., 2018. Lipophilic and hydrophilic extractives from Strawberry tree (*Arbutus andrachne* L.) and Oriental plane (*Platanus orientalis* L.) wood. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16: 741-747.
- Eromosole, O.J., 2015. Fibre characteristics of the trunk of *Citrus sinensis* (L.) osbeck. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSRJPBS)*, 10: 76-81.

- Espinach, F.X., Espinosa, E., Reixach, R., Rodríguez, A., Mutjé, P., Tarrés, Q., 2020. Study on the macro and micromechanics tensile strength properties of orange tree pruning fiber as sustainable reinforcement on bio-polyethylene compared to oil-derived polymers and its composites. *Polymers*, 12(10): 2206.
- Gençer, A., 2015. The utilization of kiwi (*Actinidia deliciosa*) pruning waste for kraft paper production and the effect of the bark on paper properties. *Drewno*, 58(194): 103-113.
- Gençer, A., Özgül, U., 2015. Yaygın fındık (*Corylus avellana* L.) odunundan soda yöntemi ile kâğıt hamuru üretim parametrelerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 16(2): 159-163.
- Gençer, A., Özgül, U., 2016. Utilization of common hazelnut (*Corylus avellana* L.) prunings for pulp production. *Drvena Industrija*, 67(2): 157-162.
- Gençer, A., Özgül, U., Onat, S.M., Gündüz, G., Yaman, B., Yazıcı, H., 2018. Chemical and morphological properties of apricot wood (*Prunus armeniaca* L.) and fruit endocarp. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(2): 205-209.
- Gençer, A., Gül-Türkmen, H., 2016. Yabani kiraz diri odunu ve öz odunundan kağıt üretim şartlarının belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 18(1): 23-31.
- Gulsoy, S.K., Tufek, S., 2013. Effect of chip mixing ratio of *Pinus pinaster* and *Populus tremula* on kraft pulp and paper properties. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 52: 2304-2308.
- Gülsoy, S.K., Kılıç-Pekgözü, A., Aktaş, A.C., 2015. Utilization of the pomegranate tree (*Punica granatum* L.) in the paper industry. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39: 295-299.
- Istek, A., Sivrikaya, H., Eroglu, H., Gulsoy, S.K., 2005. Biodegradation of *Abies bornmülleriana* (Mattf.) and *Fagus orientalis* (L.) by the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 55: 63-67.
- Kesik, H.İ., Kaymakçı, A., Olgun, Ç., Çağatay, K., Tor, Ö., 2017. Portakal (*Citrus x sinensis* (L.) Osbeck) odununun fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri. *Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmalar Sempozyumu*, 10-12 Nisan, Kastamonu, s. 1627-1633.
- Keskin, H., Aksoy, H., Gençer, A., Tümen, İ., 2018. Yabani kızılcaik odununun (*Cornus australis* L.) bazı kimyasal özellikleri. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(1): 251-258.
- Khider, T., Safaa, O., Elzaki, O., Mohieldin, S., Shomeina, S., 2021. Application of alkaline pulping to pruned branches of *Citrus limon* from Sudan. *Walaailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 18: 9409.
- Kırcı, H., 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No:63, Trabzon.
- Kilic, A., Hafizoğlu, H., Dönmez, İ.E., Tümen, İ., Sivrikaya, H., Reunanen, M., Hemming, J., 2010. Extractives in the cones of *Pinus* species. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69: 37-40.
- Mtui, G.Y., 2009. Recent advances in pretreatment of lignocellulosic wastes and production of value added products. *African Journal of Biotechnology*, 8: 1398-1415.
- Muhlack, R.A., Potumarthi, R., Jeffery, D.W., 2018. Sustainable wineries through waste valorisation: A review of grape marc utilisation for value-added products. *Waste Management*, 72: 99-118.
- Odabaş-Serin, Z., Penezöglü, M.K., 2020. İncir (*Ficus carica*) odununun kimyasal, fiziksel ve morfolojik özellikleri. *European Journal of Science and Technology*, 19: 843-849.
- Romero-García, J.M., Sanchez, A., Rendón-Acosta, G., Martínez-Patiño, J.C., Ruiz, E., Magaña, G., Castro, E., 2016. An olive tree pruning biorefinery for co-producing high value-added bioproducts and biofuels: Economic and energy efficiency analysis. *BioEnergy Research*, 9: 1070-1086.

- Rowell, R.M., Pettersen, R., Han, J.S., Rowell, J.S., Tshabalala, M.A., 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC Press, Boca Raton, London, New York.
- Scalbert, A., Montines, B., Favre, J.M., 1988. Polyphenols of *Quercus robur*; Adult tree and in vitro grown cali and shoots. Phytochemistry, 27(11): 3483-3488.
- Tezel, O., 2020. Adana'da turunçgil yetiştiriciliği ve üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- TÜİK., 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, 2020 Meyve ürünleri, içecek ve baharat bitkileri üretim miktarları. Ankara, Türkiye, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> Erişim: 15.01.2021
- Tutuş, A., Çiçekler, M., Özdemir, F., Yılmaz, U., 2014. Kahramanmaraş koşullarında yetişen Trabzon hurma ağacı (*Diospyros kaki*)'nin kağıt hamuru ve kağıt üretiminde değerlendirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim, Isparta, s. 775-784.
- Tutuş, A., Çiçekler, M. Küçükbey, N., 2016a. Pulp and paper production from bitter orange (*Citrus aurantium* L.) woods with soda-aq method. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 16(1): 14-18.
- Tutuş, A., Çiçekler, M., Ayaz, A., 2016b. Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) odunu yongalarının kağıt hamuru ve kağıt üretiminde değerlendirilmesi. Türkiye Ormanlık Dergisi, 17(1): 61-67.
- Tutuş, A., Çiçekler, M., Bektaş, İ., Odabaş-Serin, Z., Özdemir, F., 2018. Investigation of the chemical morphological properties of lamas lemon tree wood growing in the Erdemli. International Erdemli Symposium, 19-21 April, Erdemli-Mersin, pp. 894-899.
- Yaşar, S., Demir, F., Karatepe, Y., 2016. Bazı maki türlerinin kimyasal içeriği ve fenolik ekstraktifleri üzerine araştırmalar. Turkish Journal of Forestry, 17(2): 187-193.
- Wise, L.E., John, E.C., 1952. Wood Chemistry. 2nd Edition Vol 1-2, Reinhold Publication Co, New York, USA, 1330s, TAPPI.
- Wise, L.E., Karl, H.L., 1962. Cellulose and Hemicellulose in Pulp and Paper Science and Technology. McGraw Hill Book Co., New York.