

Reçine Üretimine Genel Bir Bakış ve Covid-19' un Üretim Üzerine Etkisi

Avni Yıldızbaş^{1,*}, Abdullah İstek¹, Cennet Burcu SIRADAĞ^{1,2}

¹ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

² Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bartın, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 12.12.2022

Kabul: 04.06.2023

Yayın: 15.08.2023

Derleme Makale



Öz – Dikili ağaçlardan çeşitli yaralama yöntemleriyle üretilen reçine, opak süt beyazı renkte, yoğun, yapışkan ve akışkan özellik gösteren bir üründür. Reçine literatürde rosin, resin ve oleoresin olarak üç farklı terimle ifade edilmektedir. Dünyada yaklaşık 100 çam türünden geleneksel olarak Çin yöntemi, Amerikan yöntemi, Hugues ya da Fransız yöntemi ve Mazek ya da Rill yöntemleriyle reçine üretimi yapılmaktadır. Ayrıca oyma delik veya Eurogem olarak isimlendirilen kapalı yara yöntemi de kullanılmaktadır. Dünya üzerinde iğne yapraklı ağaçlar dışında reçine üretimi yapılan diğer bazı önemli odun ve odun dışı bitkiler arasında *Cistus ladanifer*, *Styrax officinalis*, *Ferula assa-foetida*, *Myroxylon balsamum*, *Boswellia serrata*, *Pistacia atlantica* vd. türler yer almaktadır. Günümüzde Çin, Brezilya ve Endonezya dünyada dikili çam reçinesi üretiminin %90'ından fazlasını gerçekleştirmektedir. Reçine üretiminin % 68'inin oleoresin, %31'inin sülfat reçinesi ve diğer kısmının ise ekstraksiyon reçinesi olduğu tahmin edilmektedir. 2019 yılında 1.270,000 ton olan kolofan üretimi covid-19 etkisiyle 2020 yılında %9,45 oranında azalarak 1.150,000 tona düşmüştür. Benzer şekilde 2019 yılında dünyada toplam terebentin üretimi 345,000 ton olarak gerçekleşirken bu rakam 2020 yılında 325,000 tona gerilemiştir. Reçine ve kolofan gibi türevleri mikrokapsülasyon, fungusit, herbisit, ahşap koruma, kâğıt endüstrisi, biyoyakıt, nanomateryal, yeşil kimyasallar vb. alanlarda kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Oleoresin, resin, kolofan, terebentin, covid-19

An Overview of Resin Production and the Effect of Covid-19 on Production

¹ Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

² Bartın University, Graduate School of Education, Department of Forest Industrial Engineering, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 12.12.2022


Accepted: 04.06.2023


Published: 15.08.2023


Review Article

Abstract – The resin obtained from planted trees by various tapping methods is an opaque, milky white, dense product with sticky and liquid properties. In the literature, there are three different terms such as rosin, resin, and oleoresin that refer to resin. Traditionally, the resin is produced from about 100 species of pine trees in the world using the Chinese method, the American method, the Hugues or French method, and the Mazek or Rill method. In addition, the closed-blaze method called borehole or Eurogem is also used. *Cistus ladanifer*, *Styrax officinalis*, *Ferula assa-foetida*, *Myroxylon balsamum*, *Boswellia serrata*, *Pistacia atlantica*, etc. are among some other important wood and non-wood plants that produce resin besides conifers in the world. Today, China, Brazil, and Indonesia realize more than 90% of the planted pine resin production in the world. It is estimated that 68% of the resin production is oleoresin, 31% sulfate resin, and the other part is extractive resin. Colophony production, which was 1,270,000 tonnes in 2019, decreased by 9.45% to 1,150,000 tonnes in 2020 due to Covid-19. Also, while the total world turpentine production in 2019 was 345,000 tons, in 2020 this figure dropped to 325,000 tons. Resin and its derivatives such as rosin are used in microencapsulation, fungicide, herbicide, wood protection, the paper industry, biofuel, nanomaterial, green chemicals, and similar fields.

Keywords – Oleoresin, resin, rosin, turpentine, covid-19

¹  avniyildizbas@gmail.com

²  aistek@bartin.edu.tr

³  cennetburcusari@gmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Canlı çam ağaçlarından çeşitli mekanik ya da kimyasal yöntemlerle elde edilen saf reçine yoğun, yapışkan yapıda ve genellikle akışkan özellik gösteren bir hammaddedir. Reçine opak, süt beyazı renktedir ve ağaçlardan elde edildiği için bir miktar çam ibreleri, ağaç kabukları, böcekler vb. orman kalıntıları içermektedir (Coppen, 1995; Çiçekler vd., 2018). Literatüre baktığımızda reçine ile ilgili üç farklı terimin kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bunlar rosin (aynı zamanda kolofan olarak da adlandırılmaktadır) (Karlberg vd., 1980; Gören vd., 2010), oleoresin ve resin (reçine)'dir (Joye Jr ve Lawrence, 1967; Satil vd., 2011). Bazı kaynaklarda reçine aynı zamanda kolofan olarak da adlandırılmaktadır (Ayars vd., 1989). Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere rosin ve resin aynı anlama gelmektedir. Kolofan adı da Lidyalılar döneminde Batı Anadolu'da yer alan Kolofon (Colophon) adlı şehirden gelmektedir. Aynı zamanda M.Ö. V. yüzyıla ait ticari belgelerde kolofan adına rastlanmaktadır (Olivares-Pérez vd., 2005; Olvera-Bautista vd., 2005; Sönmez vd., 2018). Bilimsel çalışmaların içeriğine uygun olarak hangi terimin kullanılacağına karar vermek açısından reçine ve oleoresin terimleri aşağıda açıklanmıştır.

Oleoresin, uçucu ve uçucu olmayan mono-, sesqui- ve diterpen reçine asitlerinin karışımıdır. Ksilemdeki özelleşmiş epitel hücreleri tarafından salgılanır ve köklerdeki, gövdelerdeki, iğnelerdeki ve kozalaklardaki boyuna ve enine reçine kanallarında birikir. Oleoresinin uçucu olan kısmını terebentin, uçucu olmayan katı kısmını ise reçine oluşturur (Cannac vd., 2009; Rodrigues-Corrêa vd., 2012; da Silva Rodrigues-Corrêa vd., 2013; Pekközlü ve Ceylan, 2021). Uçucu kısım terebentin, monoterenler (örneğin α -pinen, β -pinen, limonen, δ -3-carene ve mirsen) ve sesquiterpenlerden (örneğin β -karyofillen ve farnesen) oluşmaktadır. Katı kısım reçine ise (rosin, resin ya da kolofan), %20-%50 nötr bileşenler dışında çoğunlukla abietik tip (abietik, levopimarik, pallustrik, neoabietik, dehidroabietik ve tetra abietik asitler) ve pimarik tip (pimarik ve izopimarik asitler) diterpenlerden meydana gelmektedir (Zinkel, 1989; Wiyono vd., 2006; Neis vd., 2019). Çeşitli çam türleri tarafından yayılan oleoresin içindeki uçucu bileşenlerin uzaklaştırılmasıyla katı olarak elde edilen reçine, 400 Da'lık düşük moleküler ağırlığa sahip biyolojik olarak parçalanabilen doğal bir polimerdir (Yadav vd., 2016). Gymnospermae'deki çam oleoresini, asetil CoA'dan metil-eritritol 4-fosfat (MEP) yolu ve mevalonat (MVA) yolu olmak üzere iki farklı metabolik yolla sentezlenir. Oleoresin, MEP yolağında DXP (1-deoksi-D-ksiluloz-5-fosfat), gliseraldehit-3-fosfat ve pirüvattan türetilen iki karbon atomunun yoğunlaşmasından oluşur. Monoterpenler ve diterpenler MEP yolu ile sentezlenirken, sesquiterpenler MVA yolu ile sentezlenir (Aydın, 2017; Wang vd., 2018).

İğne yapraklı ağaçlardan elde edilen oleoresin ve türevlerinin kullanımı çok eski tarihlere dayanmaktadır. Hz. Nuh'un inşa ettiği gemiyi su geçirmez hale getirmek için Lübnan sedirinden elde ettiği zifti kullandığı rivayet edilmektedir. Antik Mısır medeniyeti, ölülerini mumyalamak için zift kullanmışlardır. Yunanlılar, binlerce yıldır beyaz reçineli Yunan şarabını (retsina) çam reçinesi ile tatlandırmışlardır (Darrow, 1983). Çam reçinesi, askeri gemiler de dâhil olmak üzere ahşap yelkenli gemilerin suya karşı yalıtım kazanmasını sağlamak için gemi yapımında kullanılmasından dolayı "Naval Stores" olarak biliniyordu. Naval Stores terimi, günümüzde çok yaygın olarak kullanılmamakla birlikte, ticari anlamda kullanımına devam edilmektedir (Coppen, 1995; Silvestre ve Gandini, 2008). Genel olarak, ticari reçine üretimi üç ana yöntemle yapılmaktadır.

(1) Akma Reçine (Gum Naval Stores): dikili, canlı çam ağaçlarının gövdelerine farklı yöntemlerle yara açılarak yoğun bir emekle toplanan çam reçinesi, kauçuk üretimine benzer olarak üretilir. 4:1 veya 6:1 oranında damıtılarak çam terebentini (gum turpentine) ve çam kolofanı (gum rosin) elde edilir.

(2) Odun Ekstraksiyonu Reçinesi (Wood Naval Stores): Kesimden sonra uzun süre toprakta beklemiş çam dip kütük ve köklerinin yongalanıp yongaların çözücü ekstraksiyonu ile elde edilir. Ekstraksiyon sonucunda, odun ekstraksiyon terebentini (wood turpentine), odun ekstraksiyon kolofanı (wood resin), dipenten ve doğal pineoil üretilir.

(3) Sülfat Reçinesi (Sulphate Naval Stores): çam ağacı yongalarının sülfat (kraft) yöntemiyle hamur üretimi sırasında buhardan geri kazanılan yan ürünlerdendir. Aynı zamanda tall oil (tall yağı) olarak da bilinmektedir. Sülfat terebentin, pişirme buharlarından yoğunlaşır. Alkali likörlerden elde edilen ham tall yağı, tall yağı reçinesi ve tall yağı yağ asitleri dahil olmak üzere çeşitli ürünlere bölünür (Coppen, 1995; Abdel-Raouf vd., 2018; Öz, 2007; Deniz vd. 2019).

2. Reçine Üretimi Yapılan Diğer Odun ve Odun Dışı Bitkiler

Reçine bazen bitki özünü veya eksüda gibi genel bir şekilde ifade edilir ve her ikisi de bitkilerde çok sayıda madde içerir. Yapışkan bitki salgısı olarak bilinen reçine bazı sözlüklerde suda çözünmeyen ve nihayetinde havaya maruz kaldığında sertleşen maddeleri içerecek şekilde ifade edilmiştir. Bununla birlikte, bu tadil edilmiş tanımın bile muğlaklığı, zamklar, müsilaclar, yağlar, mumlar ve lateks dâhil olmak üzere diğer bitki eksüdalarıyla sürekli karışıklığa yol açtığından sakız gibi bazı terimler genellikle reçine ile eşanlamlı olarak kullanılmıştır. Bitki reçinesi işlevsel olarak, genellikle bitkinin içinde (reçine kanalları) veya yüzeyinde bulunan özel yapılarda (glandular tüyler) salgılanan ve ekolojik etkileşimlerde potansiyel önemi olan uçucu ve uçucu olmayan terpenoid veya fenolik sekonder bileşiklerin organik çözücülerde çözünen bir karışımı olarak tanımlanır. Reçine salgıları, Gymnospermlerde ve Dicotyledonlarda Monocotyledonlardan daha yaygındırlar. (Langenheim, 2003; Dell ve McComb, 1979).

Engler ve Prantl tarafından listelenen 280 bitki familyasının yaklaşık olarak %10'unun kayda değer miktarda reçine sentezlediği ve bu familyalardaki 338 bitki cinsinin %25'inin reçine ürettiği belirtilmektedir. Başta ağaçlar olmak üzere gerçekten reçine üreten bitkilerin üçte ikisi tropikal türlerdir. Ağırlıklı olarak ılıman bölgelerde bulunan Conifera şubelerinde yer alan iğne yapraklı ağaç familyalarına ait tüm cinsler reçine sentezlerler, ancak yalnızca Pinaceae ve Araucariaceae familyasında yer alan türler kayda değer miktarlarda reçine üretir. Tropik bölgelerde yer alan Leguminosae (Fabaceae) ve Dipterocarpaceae bol miktarda reçine üretmeleriyle bilinmektedir. Reçine üreten diğer türlerin yer aldığı angiosperm familyalar arasında Anacardiaceae, Burseraceae, Guttiferae (Clusiaceae), Styracaceae, Hamamelidaceae, Rubiaceae, Umbelliferae (Apiaceae), Zygophyllaceae, Palmae (Arecaceae), Liliaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae ve Compositae (Asteraceae) öne çıkmaktadır (Langenheim, 1969).

Dünya üzerinde iğne yapraklı ağaçlar dışında reçine üretimi yapılan diğer bazı önemli odun ve odun dışı bitkiler arasında; *Cistus ladanifer* L., *Commiphora abyssinica* Engl. (Sell, 2003), *C. myrrha* (T.Nees) Engl. (Mohamed vd., 2014), *Ferula gummosa* Boiss. (Jalali vd., 2012), *F. assa-foetida* L. (Barat ve Faravani, 2014), *F. galbaniflua* Boiss. & Buhse (Mahboubi vd., 2022), *F. rubricaulis* Boiss., *F. rigidula* Fisch. ex DC., *F. alliacea* Boiss., *F. narthex* Boiss. (Iranshahy ve Iranshahy, 2011), *F. sinkiangensis* K.M. Shen (Li vd., 2022), *Canarium luzonicum* (Blume) A. Gray, *C. commune* L. (Hernández-Vázquez vd., 2010), *Guaiacum officinale* L. (Izzo vd., 2021), *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don, *D. kerrii* King (Aslam vd., 2015), *Styrax benzoin* Dryand., *S. paralleloneurum* Perkins, *S. tonkinensis* (Pierre) Craib ex Hartwich (Fernández, 2004), *S. officinalis* L. (Vardar ve Oflas, 1973), *Boswellia sacra* Flueck., *B. carteri* Birdw., *B. frereana* Birdw., *B. papyrifera* Hochst., *B. serrata* Roxb. (DeCarlo vd., 2018), *Myroxylon balsamum* (L.) Harms (Payares-Díaz vd., 2014), *Copaifera officinalis* L. (Chen vd., 2009), *Pistacia lentiscus* L. (Kaliora vd., 2004), *P. atlantica* Desf. (Barrero vd., 2005), *P. terebinthus* L. (Kallis vd., 2019) türleri yer almaktadır. Bu türlerin salgıladığı reçineler özel isimler ile adlandırılır ve iğne yapraklı ağaç reçineleri gibi birçok farklı ve ekomik olarak önemli kullanım alanlarına sahiptirler. Örneğin *C. ladanifer*, yapraklarından ve gövdelerinden yaygın bir şekilde “labdanum gum” adıyla üretilen reçine, 2020'de küresel pazarı 200 milyar avroyu aşan kozmetik sektöründe ağırlıklı olarak kokular/parfümeri alanlarında kullanılmaktadır. (Frazão vd., 2022). Kenya'nın kurak ve yarı kurak bölgelerinde geniş bir yayılışa sahip *C. abyssinica* bitkisinden esansiyel yağ, sakız ve reçine bileşenleri bakımından zengin sarı ila kahverengi bir oleo-sakız reçinesi elde edilir. Bu reçine bileşenleri tıbbi, antimikrobiyal ve diğer özelliklerinden dolayı kozmetik, ilaç ve gıdalarda endüstriyel olarak kullanılırlar (Waweru vd., 2016). *F. assa-foetida*'nın oleo-sakız-reçinesi ise “asafoetida” olarak bilinmekte ve

bazı ülkelerde baharat ve şifalı bitki olarak tüketilmektedir. Asafoetida reçinesinin ana bileşenleri arasında, ferulik asit, sesquiterpen, kükürt içeren bileşikler, monoterpenler ve diğer uçucu terpenoidler yer almaktadır. Çin, Avrupa, İran ve Hint geleneksel tıbbına göre, asafoetida reçinesi, farklı hastalık türleri üzerinde terapötik etkilere sahiptir. Bu etkilerin bir kısmı histerezis ve konvülsiyon gibi sinir sistemi hastalıkları ile ilgilidir (Moghadam vd., 2014; Kavooosi ve Rowshan, 2013).

3. Dikili Ağaçlarda Reçine Elde Etmede Kullanılan Yöntemler

Pinus, *Picea*, *Pseudotsuga* ve *Larix* dâhil olmak üzere birçok kozalaklı bitki cinsinin gövde, kök, iğne ve üreme yapılarında reçine kanalları bulunmaktadır. Aksiyal reçine kanalları, ksilemde ve köklerin ve gövdelerin korteksinde bulunur. Kortikal reçine kanalları, kozalaklı ağaçların ilk gelişim aşamalarında önemli reçine depolarıdır. Buna karşın ksilem reçine kanalları, olgun ağaçlarda ana reçine kaynağı haline gelir. Radyal reçine kanalları floemde ve ayrıca ksilemde bulunur ve genellikle aksiyal reçine kanallarına bağlanır ve bol miktarda reçine sızıntısı sağlayan karmaşık bir üç boyutlu ağ yapısı oluşturur. Ayrıca mantar istilası, böcek saldırısı ve dış etkilere kaynaklı yaralanmalar travmatik reçine kanallarının gelişmesine yol açar. Travmatik reçine kanallarının oluşumu, yaralı bölgeye yakın dokulardaki çevresel bozulmalara yanıt olarak reçine üretimini ve akışını artırır (Neis vd., 2019; Vázquez-González vd., 2020).

Reçine elde etme tekniği denilince, farklı endüstriyel işlemlerle reçine sakızı, terebentin ve türevlerine dönüştürülen hammadde olan oleoresin üretmek için gerçekleştirilen ticari faaliyet anlaşılmaktadır. Dünya üzerinde yaygın olarak kullanılan dört adet reçine elde etme yöntemi vardır. Bu yöntemler; Çin yöntemi, Amerikan yöntemi, Hugues ya da Fransız yöntemi ve Mazek ya da Rill yöntemidir (Cunningham, 2012). Dünya üzerinde yaygın olarak kullanılan reçine elde etme yöntemleri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Reçine elde etmede kullanılan yöntemler (Cunningham, 2012).

Dikili ağaçlardan endüstriyel seviyede reçine elde etme 18. yüzyılın başlarında başlamıştır. Ağaca zarar vermeyen ilk yöntem Fransa’da geliştirilmiştir ve Hugues veya Fransız yöntemi olarak bilinmektedir. Bu yöntem ile reçine kanallarında bulunan reçineyi serbest bırakmak için her 5-6 günde bir ağacın gövdesini ksileme kadar yaralamak gereklidir. Hugues yönteminin ilk bulunduğu günden bugüne tek endişe yaratan dezavantajı, reçinenin hızlı bir şekilde kristalleşme eğiliminde olması ve bundan dolayı akışın önemli ölçüde azalmasıdır (Cunningham, 2012; Puente-Villegas vd., 2020).

Çin yönteminde, ağacın gövdesinin üzerinde sekonder ksileme ulaşana kadar V şeklinde oluk oluşturacak şekilde çizikler atılır. İlk çizik yerden 1.2 metre yükseklikte atılır ve diğer çizikler aşağıya doğru ilk çizik altına devam eder. Bu işlem kabaca ağacın çapının yarısına ulaşana kadar devam eder. Hem Hugues hemde Çin yönteminin her ikisinde de kimyasal uyarıcı kullanılmaz. Bu yöntem genellikle Çin’de kullanılmaktadır (Cunningham, 2012; da Silva Rodrigues-Corrêa vd., 2013).

Amerikan yönteminde, ağaç gövdesinden yalnızca floem ve kabuk kısmı uzaklaştırılır. Daha sonra, yerden 20 cm yüksekte yatay veya V şeklinde oluk oluşturacak şekilde ilk çizik atılır. Sonraki çizikler yukarıya doğru devam eder. Olukların uzunluğu ağaç çevresinin yaklaşık üçte biri kadardır ve genişliği 2 ila 3 cm arasında değişir. Bu işlem her 14 ila 18 günde bir tekrar edilir. Bu yöntemde, % 18 ila 24 sülfürik asit (H_2SO_4) içeren bir uyarıcı macun uygulanır. Bu yöntemde kullanılan yatay ve V şeklinde çiziklerin oleoresin verimi üzerindeki etkisi *Pinus elliottii* Engelm. taksonunda test edilmiş ve her ikisinin de eşdeğer verime sahip olduğu bulunmuştur. Bu yöntemin genellikle Brezilya, Arjantin, Portekiz ve İspanya'da kullanıldığı belirtilmektedir (Cunningham, 2012; da Silva Rodrigues-Corrêa vd., 2013).

Mazek ya da Rill yönteminde, üniversal rende adı verilen bir alet kullanılmaktadır. Yerden 20 cm yukarıdan başlanarak bir kızılaltı alanı açılır ve kabuk 3 mm kalınlığa kadar inceltir. Bu alan 40×40 cm boyutlarında tutulur. Amerikan yöntemindeki gibi 2 – 3 cm genişliğinde yukarıya doğru oluk oluşturacak şekilde V şeklinde çizikler atılır. Bu işlem 24 saat, 3 veya 7 günde bir değişken aralıklarla tekrar edilir. Sprey şeklinde %50'lik H_2SO_4 ve %50 hidroklorik asit (HCl) uyarıcı olarak uygulanır. Bu yöntem şu anda Endonezya ve Hindistan'da kullanılmaktadır (Deniz, 2002; Cunningham, 2012; da Silva Rodrigues-Corrêa vd., 2013).

Kullanılan bu yöntemler dışında diğer bir yöntem ise kapalı yara yöntemi olan oyma delik veya Eurogem (Şekil 2) olarak adlandırılan yöntemdir (Deniz, 2002; Cunningham, 2012). Oyma delik yöntemi diğer geleneksel yöntemlere kıyasla, işçi üretkenliğinin daha yüksek olması, yüksek ürün kalitesi, ağaca daha az hasar verme ve strese sokma ve çam ibreleri, ağaç kabukları, böcekler vb. orman kalıntılarının azalması gibi avantajlara sahiptir. Oyma delik yönteminin oleoresin verimi, deliğin çapı, derinliği, sayısı, aralığı, yönü, kimyasal uyarıcılar ve toplama kabı türünden önemli ölçüde etkilenmektedir (Hodges ve Johnson, 1997).



Şekil 2. Oyma delik veya Eurogem yöntemi (Foto: A. İstek)

Son yıllarda dikili çam ağaçlarından oyma delik yöntemiyle reçine üretiminde kullanılmak üzere endüstriyel bir robot geliştirilmiştir. Bu robotun görevi çam ağacında birbirine yakın üç deliği açmak, deliklere kimyasal uyarıcı püskürtmek, açılmış olan deliklerden birine toplama poşeti takılı plastik tüp yerleştirmek ve diğer iki deliğe tapanak gibi işlemler yapmaktır. Ayrıca yapılan bu çalışmada robotik işlemlerin gerçek saha koşullarında uygulanabilirliğine ilişkin zorluklar ortaya konulmuştur. Ancak, bu robotun tam üretim operasyon döngüsü sahada onaylanmayı beklediği belirtilmektedir (Gurau vd., 2021).

4. Reçine Üretiminde Verim ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler

Dikili ağaçlardan reçine üretim verimini ve kalitesini etkileyen birçok faktör vardır. Reçine verimi; ağaç türüne, konum ve çevresel faktörlere, reçine elde etmede kullanılan yöntem, ağaç morfolojisine, ağacın kısımlarına, toplama kabının kalitesine, kullanılan uyarıcı kimyasallara, gövdenin yönüne, toprak yapısına, ormanın kapallığına ve eğim gibi faktörlere bağlıdır (Upadhyay, 2008).

Reçine üretim verimini etkileyen önemli faktörlerden birisi de, ağaçların bireysel intrinsik özellikleridir (aynı türe ait farklı bireylerin genetik özellikleri). Amerika’da *Pinus elliottii* taksonu ile ilgili yapılan çalışmalarda, reçine veriminin ağacın genetik yapısından kaynaklandığı ve %70 gibi yüksek bir oranda kalıtsallık gösterdiği ortaya konmuştur (Acar vd., 1996; Aydın, 2017). Yine aynı taksona ilişkin yapılan bir çalışmada, reçine veriminin ağacın boy artımı ile doğrusal ilişkili olduğu ve hızlı büyüyen bireylerde reçine veriminin de yüksek olduğu tespit edilmiştir (Acar vd., 1996). Bununla birlikte, reçine kanallarının boyutları ve sayısı, reçinenin akış hızı, ağaç içinde reçine akış basıncı ve reçine viskozitesinin reçine verimi üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir (Önal, 1995; Acar vd., 1996; Aydın, 2017). Akma reçine üretiminde asit-pasta yönteminin kullanıldığı bir çalışmada, üretime başlanan ilk yılı takiben diğer yıllarda reçine verimi daha yüksek olmuştur. Bu durumun, çam türlerinde doğal olarak bulunan reçine kanallarına ilaveten yaralama sonucu travmatik yeni reçine kanallarının oluşmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Acar vd., 1996). Tüm bu faktörlerin yanı sıra, işçilerin deneyimli olup olmaması, reçine elde etme yönteminin doğru uygulanıp uygulanmadığı, kullanılan alet ve malzemelerin uygunluğu vb. faktörlerinde reçine verimini etkilediği belirtilmiştir (Aydın, 2017).

Türkiye’de sahil çamının kızılçama göre reçine veriminin yüksek olduğu, ağaç çapı arttıkça reçine veriminin arttığı, yükselti artışıyla genel olarak verimin azaldığı ifade edilmektedir. Reçine verimi, her iki tür için 0–100 m yükseklikte ve 38 cm ve daha üzeri çaplarda daha yüksek olduğu bulunmuştur. Oyma delik yönteminde verimin ağaç çapı ve yükselti ile orantılı olarak değişmediği ve asit-pasta yöntemine göre verimin düşük olmasına rağmen, reçinesinin daha temiz ve terebentin oranının ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Aydın, 2017). Çeşitli çam türlerinde, çap ve tepe çatısı genişliğindeki artışın reçine verimini arttırdığı bulunmuştur. Filipinler’de *Pinus kesiya* Royle ex Gordon türüne ilişkin yapılan çalışmada onar cm çap kademelerinin reçine verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Reçine verimi çoktan aza doğru 40–50 cm, 50–60 cm, 30–40 cm, 60–70 cm ve 20–30 cm’lik çap kademesi dizilimi göstermiştir (Acar vd., 1996). Ayrıca, aylık ve yıllık reçine üretim miktarında doğrudan ağacın taç kısmının da etkili olduğu ifade edilmektedir. İyi bir reçine verimi için ağaç yüksekliğinin en az üçte birine kadar uzanan canlı dalları olan ağacın ve taç uzunluğunda %10’luk bir artışın, reçine verimini artıracığı vurgulanmaktadır. %40 ile %55 taç oranlarına sahip olan ağaçların ardışık üç reçine üretim yılı boyunca birinci yıl verim seviyelerini koruduğu ve taç oranı %40’ın altında olan ağaçlardaki verimin sonraki yıllarda azaldığı tespit edilmiştir (Panda, 2008).

5. Türkiye’de ve Dünyada Reçine Üretimi

Çam reçinesi birçok endüstriyel ürünün hammaddesi ve önemli bir odun dışı orman ürünüdür. Elde edilmesi kolay, ucuz ve yenilenebilir bir hammadde olduğu için çam reçinesi ve çeşitli işlemlerle elde edilen yan ürünleri birçok kullanım alanına sahiptir. Bazı kullanım alanları arasında fungusitler, insektisitler, kokular, boyalar ve çözücüler, yapıştırıcılar, kauçuk sanayi, biyoyakıtlar ve özellikle biyolojik olarak parçalanabilen polimerler, ilaç sentezinin öncüleri ve gıda katkı maddeleri gibi ince kimyasalların üretimi yer almaktadır (de Oliveira Junkes vd. 2019). Çam reçinesinin ve türevlerinin kullanım alanları çok çeşitli olduğu için ve ayrıca kırsal alandaki insanlara istihdam sağladığı için dünya üzerinde yıllardır üretimi yapılmaktadır (Sharma ve Lekha, 2013).

Çam reçinesinin dünya üzerinde Güney Çin, Endonezya, Vietnam’ın kuzey kesimi, Amerika Birleşik Devletleri’nin Güney Atlantik ve Doğu Körfezi eyaletleri, Meksika, Kuzey Avrupa, Pakistan ve Hindistan’da üretimi yapılmaktadır (Yadav vd., 2016). Dünyada yaklaşık 100 çam türü reçine üretimi için çeşitli yöntemlerle yetiştirilmektedir. Reçinenin neredeyse dörtte üçü doğal çam meşcerelerinden, başlıca *Pinus massoniana* Lamb., *P. yunnanensis* Franch. ve *P. merkussii* Jungh. & de Vriese’den üretilir; diğer çeyrek ise, çoğunlukla *P. elliottii* ve çeşitli *P. caribaea* Morelet türleri olmak üzere dikilmiş meşcerelerden elde edilir (Cunningham, 2012; Yadav vd., 2016). 1960’lı yıllarda Amerika’da reçinenin % 50’si *P. palustris* Mill. ve *P. elliottii*’den elde edilmiştir. Yine aynı yıllarda *P. pinaster* Aiton, *P. halepensis* Mill., *P. sylvestris* L., *P. oocarpa* Schiede ex Schldl., *P. pseudostrobus* Lindl. ve *P. longifolia* Salisb. Fransa, Rusya, İspanya,

Portekiz, Hindistan, Meksika ve Yunanistan'da reçine elde etmek için yaralanmıştır. Günümüzde ise reçine üretiminin % 90'ı beş çam türünden sağlanmaktadır. Bu türler: *P. massoniana*, *P. yunanensis*, *P. elliottii*, *P. caribaea* Morelet ve *P. merkusii*'dir. Ayrıca *P. kesiya*, *P. oocarpa*, *P. pinaster*, *P. roxburghii* Sarg. ve *P. tabuliformis* Carrière türleride reçine üretimi için yaralanmaktadır (Cunningham, 2012). Dünyada ticari olarak reçine üretimi için kullanılan başlıca çam türleri Tablo 1'de verilmiştir.

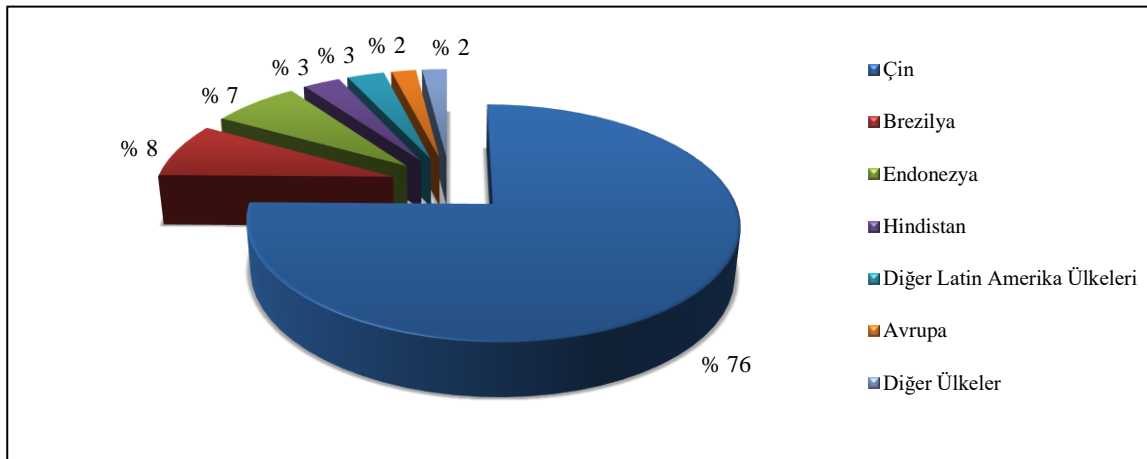
Tablo 1

Ticari olarak kullanılan reçine kaynakları: türler ve üretim ülkesi (Yadav vd., 2016)

Çam Türleri	Üretim Yapan Ülkeler
<i>Pinus elliottii</i>	Brezilya, Arjantin, Güney Afrika, Amerika Birleşik Devletleri, Kenya
<i>Pinus massoniana</i>	Çin
<i>Pinus kesiya</i>	Çin
<i>Pinus pinaster</i>	Portekiz
<i>Pinus merkusii</i>	Endonezya, Vietnam
<i>Pinus roxburghii</i>	Hindistan, Pakistan
<i>Pinus oocarpa</i>	Meksika, Honduras
<i>Pinus caribaea</i>	Venezuela, Güney Afrika, Kenya
<i>Pinus sylvestris</i>	Rusya
<i>Pinus halepensis</i>	Yunanistan
<i>Pinus radiata</i> D. Don	Kenya
<i>P. brutia</i> Ten, <i>P. pinea</i> L. ve <i>P. pinaster</i>	Türkiye (Angın, 2020)

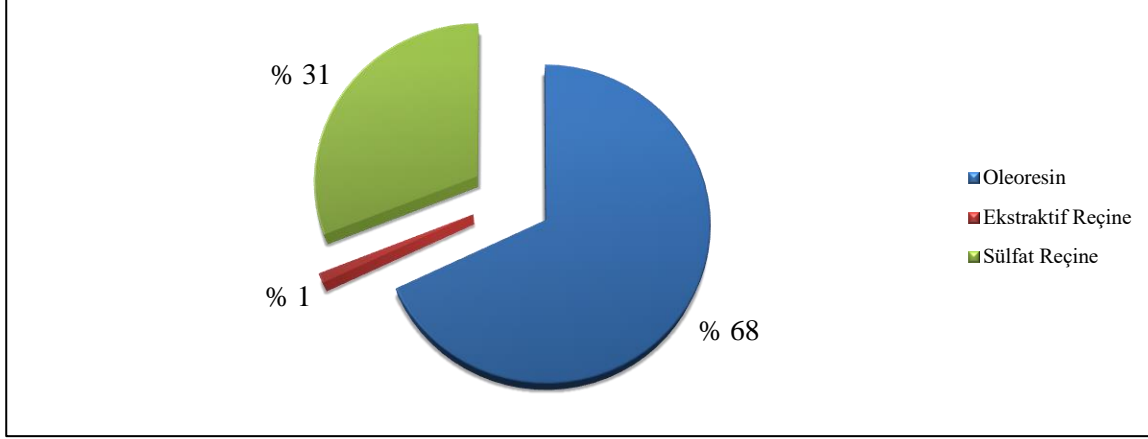
Antik çağda, *P. halepensis*'ten reçine üretiminde Yunanlıların öncü olduğu bilinmesine rağmen, Avrupa'da Fransa'da M.Ö. 100'den önce oleoresin üretimine dair kanıtların olduğu belirtilmiştir. Halep Çamı Akdeniz kıyısı boyunca geniş bir yayılışa sahip olmasına rağmen, yaklaşık olarak 1800'lerin ortalarından beri Fransa'da reçine üretiminde sahil çamı (*P. pinaster* sinonim *P. maritima* Mill.) ana tür olarak kullanılmıştır. Bugün, Fransa'da reçine üretimi yapılmamaktadır. Dünya üzerinde ham reçine (oleoresin) üretimine 1987'den 1989'a kadar Çin, eski Sovyetler Birliği ve Brezilya sırasıyla yaklaşık olarak % 55, %12 ve % 10' luk katkı sağlamışlardır (da Silva Rodrigues-Corrêa vd., 2013).

Günümüzde Çin, Brezilya ve Endonezya dünyanın en önde gelen çam reçinesi üreticileridir. Dünyadaki çam reçinesi üretiminin % 90'ından fazlasını bu ülkeler karşılamaktadır (Cunningham, 2012; da Silva Rodrigues-Corrêa vd., 2013; Aloui vd., 2022). Hindistan, Arjantin, Meksika, Nepal, Rusya Federasyonu, Portekiz, İspanya, Küba, Vietnam, Madagaskar, Fiji, Honduras, Güney Afrika, Kolombiya, Malezya ve Uruguay da çam reçinesi üreticisidir (Cunningham, 2012; Yadav vd., 2016). Dünya üzerinde reçine üretiminde önde gelen ülkeler Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Dünya üzerinde reçine üretiminde önde gelen ülkeler (Yadav vd., 2016).

2010 yılında dünyada 1.114.000 ton olan toplam reçine üretimi, 2016 yılında 1.2 milyon tona ulaşmıştır. Bu rakamın yaklaşık 720.000 tonunun ya da diğer bir ifade ile % 68'inin oleoresin, geri kalanın yaklaşık %31'inin sülfat reçinesi ve diğer kısmının ise ekstraksiyon reçinesi (Şekil 4) olduğu tahmin edilmektedir (Cunningham, 2012; Yadav vd., 2016).



Şekil 4. Dünya üzerinde üretilen reçine türleri (Yadav vd., 2016).

Amerika, Finlandiya, İsveç ve eski Sovyetler Birliği ülkeleri “şu an ki Baltık ülkeleri” dünya üzerinde önde gelen sülfat reçinesi ya da diğer adıyla tall oil üreticisi olan ülkelerdir (Karlberg, 2000; Karlberg ve Hagvall, 2020).

Türkiye’de reçine üretimi ile ilgili ilk girişimler 1850 yılında başlamış olmasına rağmen ülkenin sahip olduğu potansiyel iyi değerlendirilememiştir. Bu sebepten dolayı yıllar içerisinde reçine ve türevlerine olan ihtiyaç konusunda ithalatçı konumuna düşmüştür (Angın, 2020). Türkiye’de reçine üretimi 1874 yılına kadar plansız bir şekilde yapılmıştır. 1850’den 1874’e kadar geçen bu süre plansız reçine üretiminin yapıldığı dönem olarak bilinmektedir. İlk kez 1874 yılında bir yönetmelik kabul edilmiştir. 1874–1959 yılları arasında reçine üretimi yayınlanan bu yönetmeliğe göre sınırlı miktarda gerçekleştirilmiştir. 1959 yılında Orman Genel Müdürlüğü (OGM) “Reçine Talimatı” yönetmeliğini yayınlamış ve daha planlı bir üretim yapılmaya başlanmıştır (Deniz, 2002; Angın, 2020). 1962 yılında yürürlüğe giren “Reçine İstihsal Edilecek Ormanlarda Amenajman Planı Tazim ve Tatbikine Dair İzahname” esaslarına göre Adana, Antalya, Bursa, Denizli, İzmir, Mersin ve Muğla Orman Bölge Başmüdürlüklerinde reçine üretimi yapılan Kızılcım ormanlarının amenajman planları düzenlenmiş ve uygulamaya geçilmiştir. OGM 1980’li yıllardan 2000 yılına kadar, reçine üretimi yapılacak olan ağaçları “Alivre Vadeli Açık Arttırma Suretiyle Asit-Pasta Metodu Yolu ile Yapılacak Reçine Üretim ve Satış Şartnamesine” göre belirlemiştir. Türkiye’de dikili ağaçlardan reçine üretimi çok eski tarihlerde başlamış olmasına rağmen, o tarihlerde reçine elde etmede elverişli yöntemler uygulanmadığı için genelde olumlu sonuçlar alınamamıştır. 1955-1956 yıllarında deneme amacıyla Kızılcımdan Mazek-Fialla’nın çizgi yöntemiyle reçine elde etme yoluna gidilmiştir. Türkiye’de reçine üretim miktarları Tablo 2’de verilmiştir (Ursavaş, 2002). 2013 yılında OGM’nin “297 sayılı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlama ile Üretim ve Satış Esasları” yönetmeliğinin yayınlaması ile reçine üretiminde yeni ve bilinçli bir döneme geçilmiştir. OGM, 2016 yılında “302 sayılı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması ile Üretim ve Satış Esasları” isimli tebliği yayımlayarak 2013 yılındaki 297 sayılı tebliği güncellemiştir. 2016 yılında yayınlanan bu tebliğe göre, reçine üretiminde asit-pasta metodunun kullanılacağı bununla birlikte kötü bonitetli sahalarda üretim yapılmayacağı belirtilmiştir. 2017 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Türkiye’nin reçine üretiminde dışa olan bağımlılığını azaltmak ve ormanlardaki reçine potansiyelini üretime kazandırmak amacıyla 2017-2021 yılları arasında uygulanacak olan Reçine Eylem Planını faaliyete koymuştur. Bu eylem planı ile 5 yılda 85 ton akma reçine üretilmesi planlanmıştır (Kenan ve Mehtap, 2018; Angın, 2020).

Reçine Eylem Planının ilk senesi olan 2017 yılında 30 ton ham reçine üretim ve satışı planlanmış, üretim sezonu sonunda ise 43 ton ile planlanan miktarın üzerinde üretim gerçekleştirilmiştir. Üretilen reçinenin ise tamamı satılmıştır. Bir sonraki yıl, 175 ton ham reçine üretim ve satışı planmış ve gerçekleştirilmiştir. 2019 yılında 275 ton ham reçine üretim ve satışı hedeflenirken gerçekleştirilen rakam 290 ton olmuştur. 2020 yılında 900, 2021 yılında 1530 ton reçine üretim ve satışı planlanmış, üretim sezonu sonunda sırasıyla 928 ve 1558 ton ile planlanan miktarların üzerinde üretim ve satış gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, Reçine Eylem Planı içerisinde üretilmesi planlananın çok üzerinde üretim gerçekleştirilerek hedefe ulaşılmıştır. Reçine Eylem Planının tamamlanmasından ardından 2022 yılında 1750 ton ham reçine üretim ve satışı planlanırken, üretim sezonu sonunda 2283 ton ile hedeflenenin üzerinde üretim ve satış gerçekleştirilmiştir (Müdürlüğü, 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; 2023). Reçine üretimi yıllar bazında incelendiğinde, bugüne dek en yüksek üretim 6645 ton ile 1971 yılında gerçekleştirilmiştir. 2000’li yıllarda durma noktasına gelen reçine üretimi, Reçine Eylem Planının ilk yılından itibaren tekrardan artış göstermeye başlamıştır. Türkiye’de, geçmiş yıllarda reçine üretiminde, ağaçların fizyolojik ve teknolojik özellikleri göz önünde bulundurulmaksızın büyük yara yöntemlerinden Yunan Sofiko yöntemi kullanılmıştır. Ancak bu yöntem bir yandan reçine verimini azalttığı diğer yandan ise ağaçlarda çıralama yaptığı için terkedilmiştir. 1956 yılından itibaren ise Mazek-Fialla Çizgi yöntemi uygulanmış ve iyi sonuçlar alınmıştır (Deniz, 2002). Türkiye’de üretim için *P. brutia*, *P. pinea* ve *P. pinaster* türlerinden yararlanılmaktadır (Angın, 2020).

Tablo 2

Türkiye’de Yıllar İtibariyle Reçine Üretim Miktarları (Ursavaş, 2002).

Yıllar	Üretim (Ton)	Yıllar	Üretim (Ton)
1956	340	1991	90
1960	2770	1992	205
1965	3850	1993	207 (Aydın, 2017)
1970	6062	1996	125
1971	6645	1997	223 (Batur vd., 2008)
1972	6497	1998	391 (Batur vd., 2008)
1973	4357	1999	576 (Aydın, 2017)
1974	2651	2000	Durdu-Yok
1975	1083	2001	Durdu-Yok
1976	2842	2002	Durdu-Yok
1977	3478	2003	255 (Aydın, 2017)
1978	3858	2004	3 (Aydın, 2017)
1979	3999	2011	12 (Aydın, 2017)
1980	3940	2012	153 (Aydın, 2017)
1981	3847	2013	26 (Aydın, 2017)
1982	2998	2014	3 (Aydın, 2017)
1983	3036	2015	3 (Aydın, 2017)
1984	400	2016	21 (Aydın, 2017)
1985	220	2017	43 (Müdürlüğü, 2018)
1986	530	2018	175 (Müdürlüğü, 2019)
1987	302	2019	290 (Müdürlüğü, 2020)
1988	113	2020	928 (Müdürlüğü, 2021)
1989	132	2021	1558 (Müdürlüğü, 2022)
1990	180	2022	2283 (Müdürlüğü, 2023)

6. Covid-19’un Reçine Üretimine Etkisi

Reçineli ağaç türlerinden elde edilen bir ton kraft hamurundan ortalama 40–50 kg ham tall yağı (crude tall oil: CTO) elde edilmektedir. 2017 yılında küresel CTO üretim potansiyeli maksimum 2.2 milyon ton olmasına karşın, 1.9 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir. CTO üretiminin 1 milyon tonu Kuzey Amerika’da, 550 bin tonu Avrupa’da, 170 bin tonu Rusya’da ve 180 bin tonu dünyanın geri kalanında gerçekleştirilmiştir. 2015–2020 yılları için Finlandiya ve İsveç’teki kâğıt hamuru fabrikalarına yapılan 4 milyar ABD doları yatırım, 150 bin ton ek CTO üretimi ile sonuçlanmıştır. 2017 yılında üretilen 1.9 milyon

ton CTO'nun %79'u fraksiyonlamada, %12'si biyoyakıtlarda ve %9'u diğer kullanım alanlarında talep görmüştür. 2017 yılında dünya üzerinde toplam 460 bin ton talloil yağ asidi (TOFA) üretimi gerçekleştirilmiştir. TOFA üretiminin %38'i ABD'de, %24'ü Finlandiya'da, %14'ü İsveç'te, %9'u Rusya'da, %8'i Fransa ve Japonya'da, %4'ü Çin ve Avusturya'da ve %3'ü dünyanın diğer ülkelerinde gerçekleşmiştir. Dünya üzerinde, yine aynı yılda 1.170 milyon ton kolofan üretilmiş olup, kolofanın 450.000 tonu yani %38'i tall yağı kolofanından (TOR), %61'i akma reçineden elde edilen çam kolofanından ve %1'i ekstraksiyon kolofanından elde edilmiştir. Üretilen kolofan yapıstırıcılar, yol işaretleri, mürekkepler, kâğıt endüstrisi ve kauçuk endüstrisinde talep görmüştür. Küresel çapta 2.490.000 ton reçine üretimi yapılmıştır. Reçine üretiminin %50'sini hidrokarbon reçineleri, %47'sini kolofan ve %3'ünü terpen reçineleri oluşturmuştur. Bu üretim miktarına karşın petrol bazlı hidrokarbon reçineleri pazar payı kazanmaya başlamıştır. Artan çevresel kaygılar ve çevre üzerinde daha az etkiye sahip ürünlere olan talep, sürdürülebilir bir değer zincirine dayanan çam kimyasallarının daha fazla kullanılmasına yol açacağı ifade edilmektedir (Baumassy, 2017).

Covid-19 pandemisi dünya üzerinde 200'den fazla ülkeyi vurarak küresel bir etkiye sahip olmuştur. SARS-CoV-2 virüsünün neden olduğu koronavirüs hastalığı (COVID-19) küresel bir sağlık sorununa neden olduğu gibi evde izolasyondan dolayı dünya ekonomisini de önemli ölçüde etkilemiştir. Birçok endüstriyel kullanıma sahip olan reçine üretimi de etkilenen sektörlerden birisi olmuştur. 2018 yılında, dünya üzerinde Amerika'da 120 bin, Çin'de 90 bin, Hindistan'da 60 bin, Fransa'da 40 bin ve diğer ülkelerde 40 bin ton olmak üzere terebentinin üretimi toplam 345 bin ton, TOFA üretimi 460 bin ton ve kolofan üretimi 70 bin ton olarak 1 milyon 240 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Üretilen 345 bin ton terebentinin, 145 bin tonu çam terebentininden ve 205 bin tonu ham sülfat terebentininden (CST) elde edilmiştir. Dünyanın CST fraksiyonlama kapasitesi 245 bin ton iken, bu kapasitenin 205 bin tonu kullanılmıştır. Amerika'da 145 bin ton CST fraksiyonlama kapasitesine sahip 4 fabrika, Fransa'da 50 bin ton kapasiteye sahip 1 fabrika, Hindistan'da 30 bin ton kapasiteli 1 fabrika ve diğer ülkelere Şili'de 1, Yeni Zelanda'da 1 ve Rusya'da 1 adet toplamda 25 bin ton kapasiteli 3 fabrika bulunmaktadır. Dünya üzerinde, 2018 yılında üretilen 2 milyon ton CTO'nun %49'unu Kuzey Amerika ülkeleri, %42'sini Avrupa/Rusya ve %9'unu diğer ülkeler gerçekleştirmiştir. 2018 yılında CTO'ya olan talep sektör bazında 2017 yılında olduğu gibi değişmeden kalmıştır. TOR'dan elde edilen kolofan 2018 yılında %36'ya gerilemiş olmasına rağmen kolofan üretimindeki artıştan dolayı 450.000 ton ile bir önceki sene ile aynı kalmış olup, akma reçineden elde edilen %63'e yükselmiş ve ekstraksiyon kolofanı %1 ile sabit kalmıştır. TOR üretiminde %47 ile ABD birinci sırada yer alırken, onu sırasıyla %32 ile Finlandiya ve İsveç, %6 ile Rusya, %5 ile Fransa, %4 ile Japonya, %4 ile Avusturya ve Çin ve %2 ile dünyanın diğer ülkeleri takip etmiştir. 2018 yılında, küresel çapta 2 milyon 610 bin ton reçine üretimi yapılmıştır. Üretilen reçinenin %50'sini hidrokarbon reçineleri, %47'sini kolofan ve %3'ünü ise terpen reçineleri oluşturmuştur. Hidrokarbon reçineleri ticari olarak önemli hale gelmeye başlamıştır. Terpen reçineleri ise yüksek üretim maliyetleriyle karşı karşıya kalmıştır. Sürdürülebilir, sübvans edilmemiş biyo-temelli bir endüstri olan CTO sektörü, CTO dışında diğer biyokütlelerden biyodizel üretiminden dolayı sürdürülebilirlik tehlikesi ile karşı karşıya kaldığı ifade edilmektedir. Lezzet/koku, çözücü ve reçine endüstrilerinden CST ve akma reçineden elde edilen terebentine yüksek talep olmasına rağmen, maliyet hususlarının kullanıcıları alternatif ürünler aramaya itebileceği dikkat çekmektedir. Ticari olarak önemli hale gelen hidrokarbon reçineleri, kolofana olan talebi etkilemektedir. TOFA'ya olan talep halen yüksek olmasına rağmen, diğer bitkisel yağlara kıyasla yalnızca 500 bin ton civarında üretilmiştir (Baumassy, 2018).

2019 yılında çam terebentinin üretimi 5 bin ton azalarak 140 bin ton olarak gerçekleşmiştir. CST üretimi bir önceki yıl ile aynı miktarda kalmıştır. 2019 yılında toplam terebentinin üretimi 5 bin ton azalarak 345 bin tona düşmüştür. Terebentine olan talebin %30'unu reçine endüstrisi ve %70'ini ise koku, temizlik, yiyecek ve kozmetik sanayi gibi sektörler oluşturmuştur. Dünya üzerinde, koku ve reçine endüstrisinde terebentine yüksek talep olmuştur. 2017 yılında bir BASF (Almanya merkezli çok uluslu bir kimya şirketi) fabrikasında ve 2018 yılında Hindistan'da iki terpen türevi fabrikasında çıkan yangın ve çevresel nedenlerden dolayı

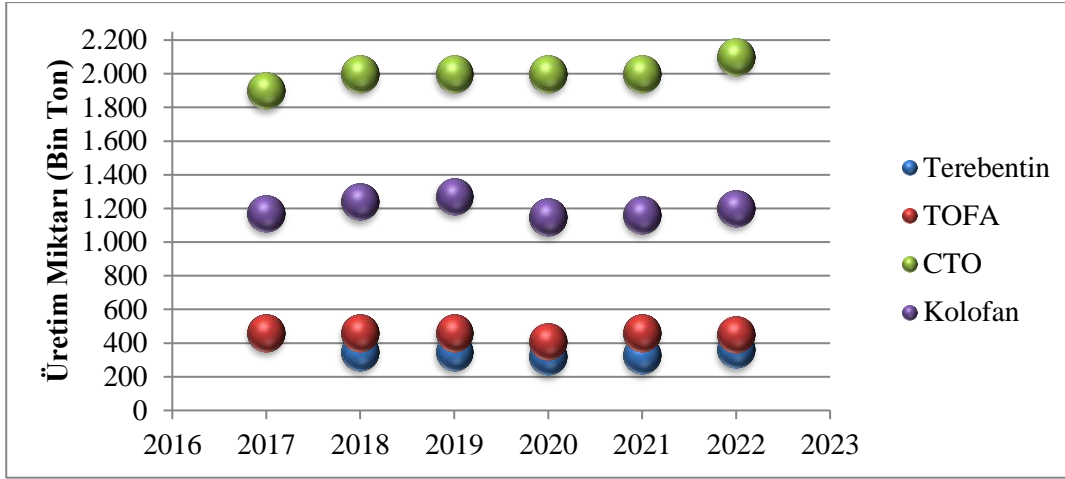
Çin'deki fabrika kapanışları doğal kaynaklı terpen türevleri için ek talep ortaya çıkarmıştır. CTO üretimi ise 2018 yılında olduğu gibi 2 milyon tonda kalmıştır. 2019 yılında CTO üretim miktarı sabit kalmasına rağmen, biyoyakıtlarda kullanım talebi %16'ya yükselmiş, fraksiyonlamada kullanım talebi %75'e gerilemiş ve diğer kullanım alanlarındaki talep ise %9 ile sabit kalmıştır. 2020–2025 yılları için kâğıt hamuru fabrikalarına yapılan yatırımların 200 bin ton ek CTO ile sonuçlanacağı, ancak biyoyakıtlara yönelik CTO talebinin 200–500 bin tona yükselebileceği tahmin edilmektedir. 2019 yılında, TOFA üretimi bir önceki yıl ile aynı olmuştur. Kolofan üretimi bir önceki yıla göre 30 bin ton artarak 1 milyon 270 bin tona yükselmiştir. Buna karşın, TOR'dan elde edilen kolofan, çam kolofanı ve ekstraksiyon kolofanı üretim oranları sabit kalmıştır. Küresel çapta TOR üretimi, 2017 ve 2018 yılında olduğu gibi 450 bin tonda sabit kalmıştır. Dünyada 2019 yılında 805 bin ton çam kolofanı üretimi gerçekleştirilmiş olup küresel reçine üretimi 40 bin ton artarak 2 milyon 650 bin tona yükselmiştir. Bu üretimin %49'unu hidrokarbon reçineleri, %48'ini kolofan ve %3'ünü terpen reçineleri oluşturmuştur (Baumassy, 2019).

Covid-19'dan dolayı, dünya ekonomisinin küresel yavaşlamasına bağlı olarak çam reçinelerine olan talep 2020 yılında azalmıştır. CTO üretimi nispeten aynı seviyede kalmış, ancak Covid-19'dan dolayı CTO fraksiyonlama rafinerileri yavaşlatılmış veya kapatılmış ve biyoyakıtlara olan talep azalmıştır. CTO pazarı aynı seviyede kalırken, TOR pazarı dar boğaza girmiştir. ABD ve Avrupa'daki bazı selüloz fabrikaları 2020 sonbaharında bakım çalışmalarını durdurmuştur. Ayrıca, ABD'deki kâğıt hamuru fabrikaları üretimi düşürmüştür. Bundan dolayı, 2019 yılında 460 bin ton olan TOFA üretimi 2020 yılında 50 bin ton azalarak 410 bin tona gerilemiştir. Ayrıca, ABD'de petrol sahası için tall yağı türevlerine olan talepte sert bir düşüş yaşanmış ve son kullanım alanlarında da TOFA'ya olan talep azalmıştır. Buna karşın, ABD'de TOFA'ya olan talep istikrarını sürdürmüş, ancak Avrupa'da TOFA arzı, daha düşük üretim seviyeleri ve artan talep nedeniyle sıkışık hale gelmiştir. Terebentin üretimi 2020 yılında 325 bin ton olup, %40'ı çam terebentini ve %60'ı CST olmuştur. CST ve çam terebentin üretimi, bir önceki yıla göre 10 bin ton azalarak sırasıyla 195 bin ve 130 bin tona düşmüşlerdir. Bununla birlikte, terebentine olan genel talep istikrarlı bir seviyede kalmıştır. Ancak, dezenfektan üretiminde kullanmak için yüksek talepten dolayı terebentin stokları azalmış ve arz sıkıntısı yaşanmıştır. 2019 yılında 1 milyon 270 bin ton olan kolofan üretimi, 2020 yılında 1 milyon 150 bin tona gerilemiştir. Çam kolofanı üretimi, dünya üzerinde ağırlıklı olarak Covid-19'un en fazla etkilediği Çin'de gerilemiştir. Daha düşük oranlarda çalışan fraksiyonlama tesisleri nedeniyle TOR üretiminde kayda değer düşüşler yaşanmıştır. Hidrokarbon reçineleri doğal çam reçinesi karşısında rekabetçi fiyatlara sahip olmaya başlamıştır (Baumassy, 2020).

Çam terebentin üretimi, Covid-19'un etkisinin görülmeye devam ettiği 2021 yılında 5 bin ton azalarak 125 bin tona gerilemiştir. Çam terebentini üretiminde, 2019 yılına kıyasla Çin'in üretimdeki payı %3 azalarak %53'e ve Brezilya'nın üretim oranı %1 azalarak %21'e düşerken, Endonezya'nın üretimi %9'a ve diğer ülkelerin üretim oranı ise %3 artarak %17'ye yükselmiştir. CST üretimi ise, 10 bin ton artarak 2019 yılında olduğu gibi tekrar 205 bin tona yükselirken, üretimin %59'unu Kuzey Amerika ülkeleri, %33'ünü Avrupa ülkeleri ve Rusya ve %8'ini ise dünyanın diğer ülkeleri gerçekleştirmiştir. 2021 yılında, dünyanın CST fraksiyonlama kapasitesi 255 bin ton iken, bu fraksiyonlama kapasitesinin 205 bin tonu kullanılmıştır. Önceki yıllarda olduğu gibi, terebentine olan talebin %30'unu reçine endüstrisi ve %70'ini ise koku, temizlik, yiyecek ve kozmetik sanayi gibi sektörler oluşturmaya devam etmiştir. 2021 yılında, dünya üzerinde toplam 2 milyon ton CTO üretilmiş olup, üretimin %49'unu Kuzey Amerika ülkeleri, %42'sini Avrupa ve Rusya ve %9'unu dünyanın diğer ülkeleri gerçekleştirmiştir. CTO'nun biyoyakıtlarda kullanım talebi %16, fraksiyonlamada kullanım talebi %75 ve diğer kullanım alanlarındaki talep ise %9 olmuştur. Dünyanın 1.8 milyon ton olan CTO fraksiyonlama kapasitesinin 1.5 milyon tonu kullanılmıştır. Dünya üzerinde, ABD'de 700 bin ton kapasiteli 5 fabrika, Avrupa'da 800 bin ton kapasiteli 6 fabrika, Rusya'da 160 bin ton kapasiteli 4 fabrika, Çin, Japonya ve Yeni Zelanda'da 140 bin ton kapasiteli fabrikalar ve Japonya'da ise 1 fabrika bulunmaktadır. 2021 yılında TOFA üretimi, 2019 yılında olduğu gibi tekrar 460 bin tona yükselmiştir. Kolofan üretimi ise 10 bin ton artarak 1 milyon 160 bin tona yükselmiştir. Kolofanın %39,5'i

TOR'dan, %59,5'i çam kolofanından ve %1'i ekstraksiyon kolofanından elde edilmiştir. 2021 yılında dünya üzerinde 460 bin TOR üretilmiştir. TOR üretiminde ABD %46'ya gerilemesine rağmen birinci sırada yer alırken, İsveç üretim oranını %2 artırarak %18 ile ikinci sırada yer almış ve onları sırasıyla %16 ile Finlandiya, %6 ile Rusya, % 5 ile Fransa, %4 ile Japonya, %4 ile Avusturya ve Çin ve %1 ile Yeni Zelanda takip etmiştir. Dünya çapında 2019 yılından bu yana 110 bin ton düşüşle 2021 yılında 690 bin ton çam kolofanı üretimi gerçekleştirilmiştir. 2021 yılında dünya üzerinde toplam 3 milyon 150 bin ton reçine üretilmiştir. Üretilen reçinelerin %60'ını hidrokarbon reçineleri, %37'sini kolofan ve %3'ünü terpen reçineleri oluşturmuştur. Üretim miktarından da anlaşılacağı üzere petrol bazlı hidrokarbon reçinelerinin pazar payı büyümeye devam etmiştir. Hidrokarbon reçinelerine en fazla talep Asya bölgesinde olmuştur. Buna karşın, doğal reçinelere olan yüksek talep 2021 yılında da devam etmiştir (Baumassy, 2021).

2022 yılında tall yağı endüstrisi konteyner eksikliği, limanlardaki sıkışıklıklar, liman terminallerinin kapanması ve kamyon şoförlerinin eksikliği gibi lojistik problemlerle karşı karşıya kalmıştır. Ayrıca, Covid-19'un halen ağırlıklı olarak Asya ekonomisini etkilmesi de tall yağı endüstrisinin karşılaştığı diğer bir problem olmuştur. Fraksiyonlama tesislerinin tam kapasite çalışmaması, biyoyakıt üreticileri arasında artan rekabet, Rusya-Ukrayna savaşının neden olduğu yüksek enerji fiyatları, Rusya'nın Avrupaya CTO ve İskandinav kâğıt hamuru fabrikalarına odun ihracatını durdurması 2022 yılında CTO arzının azalmasına neden olmuştur. Küresel ekonominin yavaşlaması, yüksek enflasyon ve enerji maliyetleri Avrupa'da TOFA ve TOR için talepleri etkilemiştir. 2022 yılında dünya çapında toplam 210 bin ton CST üretilmiş olup, üretimin %58'ini Kuzey Amerika ülkeleri, %35'ini Avrupa ve Rusya ve %7'sini diğer ülkeler gerçekleştirmiştir. Çam terebentini üretimi 150 bin ton olmuştur. Çam terebentini üretiminin %50'si Çin'de, %18'i Brezilya'da, %11'i Endonezya'da ve %21'i ise diğer ülkelerde yapılmıştır. CTO üretimi ise 2 milyon tondan biraz fazla olmuştur. CTO üretimine Kuzey Amerika ülkeleri 1 milyon ton, Avrupa 680 bin ton, Rusya 170 bin ton ve diğer ülkeler 200 bin ton katkı sağlamıştır. Geçmiş yıllara göre 2022 yılında biyoyakıtlar için CTO'ya olan talep artmıştır. CTO üretiminin önümüzdeki yıllarda 2,2 milyon tona yükseleceği, bu yükselmeye rağmen CTO arzının kısıtlı olacağı ve fraksiyonlayıcılar ile biyoyakıt üreticileri arasında daha sert bir rekabete yol açacağı belirtilmiştir. 2023 yılı için CTO'nun %65 oranında fraksiyonlamada, %28 oranında biyoyakıtlarda ve %7 oranında diğer sektörlerde talep göreceği öngörülmektedir. Ham petrolün varil fiyatında yaşanan artışlardan dolayı biyoyakıt olarak tall yağı katranına (Talloil Pitch) yüksek talep olmuştur. 2022 yılında dünya çapında TOFA üretimi 10 bin ton azalarak 450 bin tona gerilemiştir. Buna karşın, biyoyakıtlar ve hidrojenize bitkisel yağlar için TOFA talebi artmıştır. TOR üretimi ise 10 bin ton azalarak 2022 yılında dünya çapında 450 bin tona düşmüştür. Çam kolofan üretiminde 60 bin ton artış olmuş ve küresel çapta 750 bin ton üretilmiştir. Avrupa'da mürekkep sanayi için 90 bin tonluk kolofan pazarının %53'ünü ofset baskı, %20'sini flekso baskı, %10'unu gravür, %10'unu dijital, %7'sini ise serigrafi, tip baskı ve diğerleri oluşturmaktadır. Kolofanın, Avrupa'da yol işaretleri pazarındaki payı, sürdürülebilirlik nedeniyle hidrokarbon reçinelerine kıyasla %60'tan fazladır ve pazar büyümesi yılda yaklaşık %2 civarındadır. Kolofan türevleri, Avrupa'da yapıştırıcı alanında, ağırlıklı olarak yılda %4 ila % 5 büyüyen dinamik pazarlar olan ambalajlama, basınca duyarlı yapışkan etiketler (PSA etiketleri) ve inşaatta kullanılmakta olup, kolofan türevlerinin bu segmentlerde pazar payı yaklaşık %60'tır (Baumassy, 2022). Dünyada 2017-2022 yılları arasında reçine üretim miktarları değişimi Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Küresel reçine üretiminin Covid-19 öncesi ve sonrası değişimi

Covid-19 salgını Türkiye’de, OGM’nin Türkiye’nin reçine üretiminde dışa olan bağımlılığını azaltmak ve ormanlardaki reçine potansiyelini üretime kazandırmak amacıyla 2017-2021 yılları arasında uygulamaya koyduğu Reçine Eylem Planı döneminde yaşanmıştır. Reçine Eylem Planı takviminde, 2017 yılında 30 ton, 2018 yılında 175 ton, 2019 yılında 275 ton, 2020 yılında 900 ton ve 2021 yılında 1530 ton ham reçine üretim ve satışı planlanmıştır. Ham reçine üretiminin birinci yılında 43 ton, ikinci yılında 175 ton, üçüncü yılında 290 ton, dördüncü yılında yani Covid-19’un etkisinin yoğun olduğu yıl 928 ton ve son yıl 1558 ton ham reçine üretim ve satışı gerçekleştirilmiştir. 2022 yılında yani Covid-19’dan bir sonraki yıl 1750 ton ham reçine üretim ve satışı planlanırken, üretim sezonu sonunda 2283 ton ile hedeflenenin üzerinde üretim ve satış gerçekleştirilmiştir (Müdürlüğü, 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; 2023). OGM istatistiklerinden de anlaşılacağı üzere, Covid-19 salgını Türkiye’de ham reçine üretiminde planlamaları ve hedefleri etkilememiştir. Buna karşın, Türkiye dünyada ilk Covid-19 vakasının görüldüğü 2019 yılında 2.74 milyon dolar değerinde terebentin ihraç ederken, vakaların tüm dünyaya yayıldığı bir sonraki yıl 618 bin dolar ve 2021 yılında ise 1.21 milyon dolar değerinde ihracat yapmasına rağmen ihracatta üç yılda 1.53 milyon dolar (%55,7 düşüş) değerinde düşüş yaşamıştır. Terebentin ithalat değerleri ise, 2019 yılında 753 bin dolar, 2020 yılında 916 bin dolar ve 2021 yılında 921 bin dolar olmuştur. Çam, ekstrakt ve sülfat terebentini ihracatı 2019 yılında 2.52 milyon dolar, 2020 yılında 510 bin dolar ve 2021 yılında 1.06 milyon dolar değerinde gerçekleşmiştir. Çam, ekstrakt ve sülfat terebentini ithalatı 2019 yılında 359 bin dolar, 2020 yılında 179 bin dolar ve 2021 yılında 450 bin dolar değerinde iken, ithalat değerinde üç yılda 91.600 bin dolar değerinde artış olmuştur. Türkiye 2019 yılında 891 bin dolar, 2020 yılında 642 bin dolar ve 2021 yılında 677 bin dolar tall yağı ihracatı, 2019 yılında 1.34 milyon dolar, 2020 yılında 1.5 milyon dolar ve 2021 yılında 2.87 milyon dolar değerinde tall yağı ithal etmiştir. Kolofan ihracatı ise 2019 yılında 4.38 milyon dolar, 2020 yılında 4.96 milyon dolar ve 2021 yılında 5.23 milyon dolar değerinde gerçekleştirilirken, ithalat ise 2019 yılında 40.5 milyon dolar, 2020 yılında 40 milyon dolar ve 2021 yılında 57.8 milyon dolar değerinde gerçekleşmiştir (OEC-a; b; c; d). Ekonomik verilerden de anlaşılacağı üzere, Covid-19 salgını çam reçinesi türevleri sektöründe tüm dünyayı etkilediği gibi Türkiye’yi de etkilemiştir. Türkiye’nin çam reçinesi üretim miktarları göz önüne alındığında, özellikle Covid-19’un etkili olduğu yıllarda ihracat oranında sürekli düşüşün ve ithalat oranlarında sürekli artışın olduğu ve bu durumun ekonomiyi olumsuz etkilediği değerlendirilmiştir.

7. Reçinenin Kullanım Alanları

Biyokütlenin farklı bileşenlerinden birçok bileşik türü üretilebilir, örneğin, karbonhidrat fraksiyonundan etanol veya biyokütlerdeki lipit bileşenlerinden biyodizel. Kozalaklı ağaçlardan gelen lignin ve oleoresin salgılanması dâhil olmak üzere diğer biyokütle bileşenleri de yenilenebilir kimyasallar kaynağı olarak kullanılmaktadır. Örneğin, orman ürünleri kimyası endüstrisinde önde gelen ürünlerden biri olan çam

oleoresini, kâğıt, sabun, mürekkep, gıda, ilaç, böcek ilacı, baharat ve biyoyakıt üretiminde 400'den fazla kullanıma sahiptir (Harman-Ware vd., 2016; Lai vd., 2020).

İzopren birimlerinden doğal olarak oluşan terpenoidler, çam oleoresininin ana bileşenleridir. Çam oleoresininde bulunan ana terpenoidler olan monoterpenler (C₁₀), sesquiterpenler (C₁₅) ve diterpenoid reçine asitleri (C₂₀) birçok endüstriyel uygulamaya sahip kimyasal madde kaynağıdır. Örneğin, α -pinen ve limonen doğal insektisitler olarak kabul edilir. Bununla birlikte, antibakteriyel özelliklere sahip olan pimarik tip asitler (pimarik asit, sandarakopimarik asit ve izopimarik asit) önemli bir farmasötik rol oynar, çünkü pimarik tip asitler anti-inflamatuar ve antikanser ajanları hazırlamak için kullanılabilir. Terebentin monoterpenlerden oluşur ve aroma ve koku endüstrisinde kullanılmaktadır. Terpenoid bileşiklerin diğer kullanım alanlarının bazıları farmasötik, kozmetik ve polimer endüstrileridir. β -pinen ve farnesen gibi monoterpenler ve sesquiterpenler de petrole potansiyel yenilenebilir biyoyakıt alternatifleri olarak geliştirilmektedir (Harman-Ware vd., 2016; Lai vd., 2020).

Doğal polimerlerin sürekli ve kontrollü ilaç salım sistemlerinde kullanılması bir araştırma alanı olmaya devam etmektedir. İlaç salım sistemlerinde kullanımı araştırılan polimerlerden biri de berrak ve yarı saydam termoplastik bir katı olan kolofandır. Çin tıbbında kolofan ve terebentin yüzyıllardır romatizma, eklem sertliği, çıban ve yaraların tedavisinde kullanılmıştır. Ayrıca, kolofan saçkıran, kronik bronşit ve nörojenik dermatit tedavisinde kullanılırken kolofanın ana bileşenlerinden olan dehidroabietik asidin türevlerinin anti-tümör bileşikler olarak kullanıldığı rapor edilmiştir. Kolofan ve türevleri farmasötik alanda mikrokapsülleyici malzemeler, matris ajanı, film oluşturan malzemeler, transdermal ilaç salımı, yarı katı hazırlama ve tat maskeleyici olarak değerlendirilmiştir. Örneğin, Tat Maskeleyici Kolofan – 134 akrilik asidin çapraz bağlayıcı polimerinden oluşturulmuştur ve K⁺ iyonik bir forma sahiptir. Bu tat maskeleyici, ilaç ile kompleks oluşturur ve acı tadı gizler. Oluşan bu kompleks tükürük pH'ında değil midenin asidik pH'ında ayrışır (Chavda vd., 2012).

Bununla birlikte, reçine ve kolofan gibi türevleri mikrokapsülasyon, fungusit, herbisit, ahşap koruma, kâğıt endüstrisi, biyoyakıt, nanomateryal, yeşil kimyasallar vb. alanlarda kullanılmaktadır. Kolofanın bitki fungusitlerindeki etkisini iyileştirmek için, doğal kolofandan dört seri dehidroabietil-1,3,4-tiadiazol türevi sentezlenmiştir. Tiyofen heterosiklikleri içeren reçine bazlı 1,3,4-tiadiazol bileşiklerinin *in vitro* antifungal aktiviteleri, salatalıkta hastalığa yol açan *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *Botrytis cinerea* Pers., *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen ve *Magnaporthe oryzae* (T.T. Hebert) M.E. Barr türlerinde test edilmiştir. Özellikle 3e [dehidroabietyl-(1,3,4-thiadiazol-2-yl)-5-nitrothiophene-2-carboxamide] olarak isimlendirilen bileşiğin *F. oxysporum*'a karşı mükemmel antifungal özellik sergilediği tespit edilmiştir. *In vivo* antifungal aktivite sonuçları da, 3e'nin salatalık bitkileri üzerinde koruyucu bir etki yaptığını göstermiştir (Mao vd., 2021). Çelikle güçlendirilmiş betonun korunmasında kullanılan Sodyum Nitrit (NaNO₂) korozyon inhibitörlerinin performansını iyileştirmek için kolofan kullanılarak yağ içerisinde su (S/Y/S) emülsiyonu yolu ile yeni bir mikrokapsül geliştirilmiştir. Mikrokapsülün serbest bırakma performansı, önerilen yaklaşımın çelik takviyelerin korunması için çeşitli inhibitörleri kapsüllemek amacıyla kullanılabileceğini göstermiştir (Ress vd., 2020). İlaç dağıtım oranını kontrol etmeyi, aktivite süresini sürdürmeyi ve ilacın bir dokuya dağıtımını hedeflemeyi amaçlayan kontrollü salımlı ilaç dağıtım sistemleri (CRDDS) için uygunluğunu test etmek amacıyla reçine kaplı indometazin mikrokapsülleri hazırlanmıştır. Bir emülsifikasyon-çözücü buharlaştırma yöntemiyle hazırlanan mikrokapsüller araştırılmıştır. Reçine kaplı indometazin mikrokapsülleri, iyi kontrollü salım özellikleri sergilemiş ve günde bir kez oral kontrollü salım ürünleri için uygun bulunmuştur (Chowdary vd., 2011). Yine aynı yöntemle doza bağımlı yan etkileri azaltmak ve hasta uyumunu iyileştirmek için kolofan reçinesi kullanarak doğal biyolojik olarak parçalanabilen zidovudin mikrokapsülleri (AZT) geliştirilmiştir. Reçine kaplı mikrokapsüller, iyi kontrollü salım özellikleri sergilemiş ve günde bir kez oral kontrollü salım ürünleri için uygun oldukları bulunmuştur (Panda vd., 2013).

Üre-formaldehit (UF) reçinelerinin modifikasyonu için iki farklı yüzey aktif madde (Tween 40 ve Gum Arabic) kullanılarak ara yüzey polimerizasyonu ile polimerik 4-4 difenil metan diizosiyanatın (MpMDI) mikrokapsüllerini hazırlamak için bir çalışma yapılmıştır. Sonuçlar ve istatistiksel analiz, UF reçinelerine %1 TW-MpMDI ilavesinin kontrplak için iyi yapışma ve düşük formaldehit emisyonu arasında uygun bir denge sağladığını ortaya koymuştur (Lubis vd., 2020). Halloysit kil nanotüplerin (HNTs) aseton karışımları ve kimyasal olarak değiştirilmiş bir kolofan kullanarak suya doymuş arkeolojik ağaçların sağlamlaştırılması için yenilikçi bir yöntem tasarlanmıştır. Yapılan testlerden elde edilen bilgiler, ahşap sanat eserlerinin uzun vadeli korunması için HNT/Kolofan nanokompozitlerinin yeşil bir yöntem geliştirmenin temel adımını oluşturduğunu kanıtlamıştır (Cavallaro vd., 2017). Ambalaj kartonlarının dış ve iç yüzeyinde kullanılan test liner kâğıtlarının üretiminde kolofanın kâğıt özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda, yüzey tutkallama da doğal reçinenin fiziksel özellikleri ve suya karşı direnci artırırken, optik özellikleri düşürdüğü bulunmuştur. İç tutkallama da ise ticari reçinenin optik ve fiziksel özellikleri iyileştirirken, suya karşı direnç özellikleri açısından oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir (Çiçekler vd., 2018). Akciğer ödeme neden olan trimellitik anhidrit (poliamid-imid plastik) bazlı kütleme ajanı imid-diasit yerine kolofan bazlı sentezlenmiş iki imid-diasit epoksi kütleme ajanları olarak incelenmiştir. Sonuçlar, kütleme ajanları olarak kullanılan kolofan bazlı imid-diasitlerin, trimellitik anhidritten türetilen imid-diasite göre önemli ölçüde daha yüksek camsı geçiş sıcaklığı, çekme ve dinamik mekanik özellikler sağladığını göstermiştir. Kolofan asitlerinin, epoksi kütleme ajanlarının sentezinde mevcut bazı petrol bazlı bileşiklerin yerini alma konusunda büyük bir potansiyele sahip olduğu değerlendirilmiştir (Mahendra, 2019).

8. Sonuç ve Öneriler

Dikili ağaçlardan çeşitli yöntemlerle elde edilen saf reçine, yoğun, yapışkan ve genellikle akışkan özellik gösteren bir üründür ve opak, süt beyazı renktedir. Ağaçlardan elde edildiği için çeşitli orman kalıntıları içerebilir. Literatürde, reçine ile ilgili rosin (kolofan), oleoresin ve resin olmak üzere üç farklı terim bulunmaktadır. Kolofan bazı kaynaklarda resin olarak da adlandırıldığı için rosin ve resin aynı anlama gelmektedir. Oleoresin ise, uçucu ve uçucu olmayan mono-, sesqui- ve diterpen reçine asitlerinin karışımıdır. İğne yapraklı ağaçlardan elde edilen oleoresin ve türevlerinin kullanımı, Hz. Nuh'un inşa ettiği gemiyi su geçirmez hale getirmek için Lübnan sedirinden elde ettiği zifti kullandığı çok eski tarihe kadar dayanmaktadır. Dikili ağaçlardan oleoresin elde etmek için dünya üzerinde, geleneksel olarak Çin yöntemi, Amerikan yöntemi, Hugues ya da Fransız yöntemi ve Mazek ya da Rill yöntemleri birlikte oyma delik veya Eurogem olarak da bilinen kapalı yara yöntemi de kullanılmaktadır. Orman ürünleri kimyası endüstrisinde önde gelen ürünlerden biri olan çam oleoresini ve türevleri, sabun, mürekkep, gıda, ilaç, baharat üretiminde, mikrokapsülasyon, fungusit, herbisit, ahşap koruma, kâğıt endüstrisi, biyoyakıt, nanomateryal, yeşil kimyasallar vb. birçok alanda kullanıma sahiptir. Dünya üzerinde, reçine üretiminde iğne yapraklı ağaçlar dışında *C. ladanifer*, *F. gummosa*, *F. assa-foetida*, *C. luzonicum*, *D. alatus*, *S. officinalis*, *B. serrata*, *M. balsamum*, *P. atlantica* vd. odun ve odun dışı bitkilerin de öne çıktığı görülmektedir.

Dünyada yaklaşık yüz çam türünden reçine üretilmekle birlikte, günümüzde üretimin %90'ı *P. massoniana*, *P. yunanensis*, *P. elliottii*, *P. caribaea* Morelet ve *P. merkusii* türlerinden yapılmaktadır. Küresel çapta üretilen reçinenin yaklaşık % 68'inin oleoresin, yaklaşık %31'inin sülfat reçinesi ve diğer kısmının ise ekstraksiyon reçinesi olduğu tahmin edilmektedir. Dünya genelinde üretimin %90'ı Çin, Brezilya ve Endonezya tarafından yapılmaktadır. Covid-19 birçok alanda olumsuz etki oluşturduğu gibi reçine üretimi üzerinde de olumsuz bir etki oluşturmuştur. 2019 yılında 1.270,000 ton olan kolofan üretimi 2020 yılında 1.150,000 tona, 2019 yılında 345,000 ton olan terebentin üretimi 2020 yılında 325,000 tona ve TOFA üretimi, 2019 yılında 460,000 ton iken 2020 yılında 410,000 tona gerilemiştir. Covid-19'un olumsuz etkisine rağmen 2020 yılında dezenfektan üretiminde kullanmak için terebentine olan talep artmıştır.

Sonuç olarak, kullanımı çok eski tarihlere dayanan saf reçine, dikili ağaçlardan çeşitli yaralama yöntemleriyle elde edilmekte olup yoğun, yapışkan ve genellikle akışkan özellik gösteren bir üründür ve

opak, süt beyazı renktedir. Küresel çapta, geleneksel olarak çam oleoresini elde etmede Çin yöntemi, Amerikan yöntemi, Hugues ya da Fransız yöntemi, Mazek ya da Rill yöntemleriyle birlikte oyma delik veya Eurogem olarak adlandırılan yöntem de kullanılmaktadır. Oleoresin ve türevlerinin birçok kullanım alanı göz önüne alındığında, verim ve kaliteyi artıracak yeni oleoresin elde etme yöntemleri geliştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, çam ağaçları dışında reçine üreten diğer odun ve odun dışı bitki reçinelerinin mikrokapsülasyon, biyoyakıt, mürekkep, nanomateryal vb. alanlarda kullanımının araştırılması önerilmektedir.

Yazar Katkıları

A.İ., A.Y ve C.B.S derleme makaleyi tasarlayıp yazmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Abdel-raouf, M. E., and Abdul-raheim, A. M. (2018). Rosin: Chemistry, derivatives, and applications: A review. *BAOJ Chem. Manar*, 4(1), 1-16.
- Acar, İ., Gül, G. S., ve Örtel, E. (1996). Türkiye'de Kızıлчаam Ormanlarından Akma Reçine Üretiminde Asit Pasta Tahrik Tekniğinin Uygulanması Esasları Üzerine Araştırmalar. *Ege Or. Ar. En. Müd. Teknik Bülten*, 5.
- Aloui, F., Baraket, M., Jedidi, S., Hmadi, B., SALEM, E. B., Jdai, N., ... and Abbes, C. (2022). Assessment Of Biological Activities Of Resin Extracted From Tunisian Pine Forests. *Pak. J. Bot*, 54(2), 695-700.
- Angın, N. (2020). *Çam kökü ekstraksiyon reçinesinin distilasyonu ve kimyasal karakterizasyonu* (Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi).
- Aslam, M. S., Ahmad, M. S., and Mamat, A. S. (2015). A phytochemical, ethnomedicinal and pharmacological review of genus *Dipterocarpus*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7(4), 27-38.
- Ayars, G. H., Altman, L. C., Frazier, C. E., and Chi, E. Y. (1989). The toxicity of constituents of cedar and pine woods to pulmonary epithelium. *Journal of allergy and clinical immunology*, 83(3), 610-618.
- Aydın, İ. (2017). Türkiye'de kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.)'ndan asit-pasta ve oyma delik yöntemleriyle reçine üretimi ve terebentin analizi (Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi).
- Barat, A. G., and Faravani, M. (2014). Effects of different cutting methods and times of cutting on growth performance and gum resin production of *Ferula assa-foetida*. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 59(1), 35-44.
- Barrero, A. F., Herrador, M. M., Arteaga, J. F., Aksira, M., Mellouki, F., Belgarrabe, A., and Blázquez, M. A. (2005). Chemical composition of the essential oils of *Pistacia atlantica* Desf. *Journal of Essential Oil Research*, 17(1), 52-54.
- Batur, M., Kiracıoğlu, Ö., & Akkaya, M. (2008). Asit pasta metodu ile reçine üretiminin hacim artımı ve ürün çeşitleri dağılımına etkisi. TC Çevre ve Orman Bakanlığı Ege Orman Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten, 37, 1-26.
- Baumassy, M. (2017, September 17-19). Pine Chemicals Industry Global Overview and Trends. In Proceedings of the 2017 PCA International Conference, Montreal, Canada. https://www.pinechemicals.org/resource/collection/B5C970B1-F4BA-4024-B730-6CC033C3DDBC/2017_International_Conference_Presentations_-_Montreal.zip
- Baumassy, M. (2018, September 16-18). Pine Chemicals Industry Global Overview and Trends. In Proceedings of the 2018 PCA International Conference, Lisbon, Portugal. https://www.pinechemicals.org/resource/collection/5B503914-46E0-4E23-ADB2-9670CB61F255/2018_International_Conference_Presentations.zip
- Baumassy, M. (2019, September). Pine Chemicals Industry Global Overview and Trends. In Proceedings of

- the 2019 PCA International Conference, Vancouver, BC, Canada (pp. 22-24). https://www.pinechemicals.org/resource/collection/0C07AC4F-5AD1-4C77-AD3A-300CE1BC61C3/2019_International_Conference_Presentations.zip
- Baumassy, M. (2020, October). Pine Chemicals Industry Global Overview and Trends. In *Proceedings of the 2020 PCA International Virtual Conference, Manual* (pp. 37-44). https://www.pinechemicals.org/resource/collection/1B5A7D1C-2E5D-4737-AA3F-6409511131CF/2020_International_Virtual_Conference.zip
- Baumassy, M. (2021, April 13-14). Pine Chemicals Industry Global Overview and Trends. In *Interregional workshop on innovative bio-based resin derivatives, Online event*. https://www.incredibleforest.net/sites/default/files/u191/s1_3_baumassy.pdf
- Baumassy, M. (2022, September 25-27). Pine Chemicals Industry Global Overview and Trends. In *Proceedings of the 2022 PCA International Conference, Denver, USA*. https://www.pinechemicals.org/resource/resmgr/2022ic/presentations/Michel_Baumassy_2022.08.30_P.pdf
- Cannac, M., Barboni, T., Ferrat, L., Bighelli, A., Castola, V., Costa, J., ... and Pasqualini, V. (2009). Oleoresin flow and chemical composition of Corsican pine (*Pinus nigra* subsp. *laricio*) in response to prescribed burnings. *Forest Ecology and Management*, 257(4), 1247-1254.
- Cavallaro, G., Lazzara, G., Milioto, S., Parisi, F., and Ruisi, F. (2017). Nanocomposites based on esterified colophony and halloysite clay nanotubes as consolidants for waterlogged archaeological woods. *Cellulose*, 24(8), 3367-3376.
- Chavda, V. P., Soniwala, M. M., and Chavda, J. R. (2012). Role of rosin in controlled and targeted drug delivery. *Crit Rev Pharm Sci.*, 1(2), 15-20.
- Chen, F., Al-Ahmad, H., Joyce, B., Zhao, N., Köllner, T. G., Degenhardt, J., and Stewart Jr, C. N. (2009). Within-plant distribution and emission of sesquiterpenes from *Copaifera officinalis*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47(11-12), 1017-1023.
- Chowdary, K. P. R., Mohapatra, P., and Pattanayak, P. (2011). Controlled release of Microencapsulated Indomethacin by colophony resin. *Science & Technology Asia*, 66-70.
- Coppen, J. J. (1995). *Gum naval stores: turpentine and rosin from pine resin* (No. 634.98 F3 v. 2). FAO.
- Cunningham, A. (2012). Pine resin tapping techniques used around the world. *Pine resin: biology, chemistry and applications*, 1-8.
- Çiçekler, M., Kılılı, U., Tutuş, A., ve Çiçekler, M. (2018). Ambalaj Kartonların Üretiminde Doğal Kolofan Kullanımının Araştırılması. In *4th International Non-wood Forest Products Symposium* (pp. 250-257).
- Darrow, W. K. (1983). Pine oleoresin: A Minor Forest Product of Major Importance?. *South African Forestry Journal*, 125(1), 97-99.
- da Silva Rodrigues-Corrêa, K. C., de Lima, J. C., and Fett-Neto, A. G. (2013). Oleoresins from pine: production and industrial uses. *Natural products. Berlin: Springer*, 4037-4060.
- DeCarlo, A., Johnson, S., Poudel, A., Satyal, P., Bangerter, L., and Setzer, W. N. (2018). Chemical Variation in Essential Oils from the Oleo-gum Resin of *Boswellia carteri*: A Preliminary Investigation. *Chemistry & biodiversity*, 15(6), e1800047.
- Dell, B., and McComb, A. J. (1979). Plant resins—their formation, secretion and possible functions. In *Advances in botanical research* (Vol. 6, pp. 277-316). Academic Press.
- Deniz, İ. (2002). Dikili ağaçlarda reçinenin biyosentezi ve reçine üretimi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10(2), 375-386.
- Deniz, İ., Pekközlü, A., Dönmez, İ. E., Karaoğul, E., Yılmaz, B., Ceylan, E., ve Aydın, İ. (2019). Ülkemizde üretilen kolofanların kimyasal özellikleri, I. Kolofan ve Türevleri Çalıştayı, 2, 16.
- de Oliveira Junkes, C. F., Duz, J. V. V., Kerber, M. R., Wieczorek, J., Galvan, J. L., Fett, J. P., and Fett-Neto, A. G. (2019). Resinosis of young slash pine (*Pinus elliottii* Engelm.) as a tool for resin stimulant paste development and high yield individual selection. *Industrial Crops and Products*, 135, 179-187.
- Fernández, C. G. (2004). Benzoin, a resin produced by *Styrax* trees in North Sumatra Province, Indonesia. *Forest products, livelihoods and conservation: case studies of non-timber forest product systems*, 1, 148.
- Frazão, D. F., Martins-Gomes, C., Steck, J. L., Keller, J., Delgado, F., Gonçalves, J. C., ... & Silva, A. M. (2022). Labdanum resin from *Cistus ladanifer* L.: a natural and sustainable ingredient for skin care

- cosmetics with relevant cosmeceutical bioactivities. *Plants*, 11(11), 1477.
- Gören, A. C., Bilsel, G., Öztürk, A. H., ve Topçu, G. (2010). Chemical composition of natural colophony from *Pinus brutia* and comparison with synthetic colophony. *Natural Product Communications*, 5(11), 1934578X1000501105.
- Gurau, V., Ragland, B., Cox, D., Michaud, A., and Busby, L. (2021). Robot Operations for Pine Tree Resin Collection. *Technologies*, 9(4), 79.
- Harman-Ware, A. E., Sykes, R., Peter, G. F., and Davis, M. (2016). Determination of terpenoid content in pine by organic solvent extraction and fast-GC analysis. *Frontiers in Energy Research*, 4, 2.
- Hernández-Vázquez, L., Mangas, S., Palazón, J., and Navarro-Ocaña, A. (2010). Valuable medicinal plants and resins: Commercial phytochemicals with bioactive properties. *Industrial Crops and Products*, 31(3), 476-480.
- Hodges, A. W., and Johnson, J. D. (1997). Borehole oleoresin production from slash pine. *Southern Journal of Applied Forestry*, 21(3), 108-115.
- Iranshahy, M., and Iranshahi, M. (2011). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of asafoetida (*Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin)—A review. *Journal of ethnopharmacology*, 134(1), 1-10.
- Izzo, F. C., Lodi, G. C., and Vázquez de Ágredos Pascual, M. L. (2021). New insights into the composition of historical remedies and pharmaceutical formulations: the identification of natural resins and balsams by gas chromatographic-mass spectrometric investigations. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13(1), 1-17.
- Jalali, H. T., Petronilho, S., Villaverde, J. J., Coimbra, M. A., Domingues, M. R. M., Ebrahimian, Z. J., ... and Rocha, S. M. (2012). Deeper insight into the monoterpene composition of *Ferula gummosa* oleo-gum-resin from Iran. *Industrial Crops and Products*, 36(1), 500-507.
- Jiang, Z., Kempinski, C., and Chappell, J. (2016). Extraction and analysis of terpenes/terpenoids. *Current protocols in plant biology*, 1(2), 345-358.
- Joye Jr, N. M., and Lawrence, R. V. (1967). Resin acid composition of pine oleoresins. *Journal of Chemical and Engineering Data*, 12(2), 279-282.
- Kaliora, A. C., Mylona, A., Chiou, A., Petsios, D. G., and Andrikopoulos, N. K. (2004). Detection and identification of simple phenolics in *Pistacia lentiscus* resin. *Journal of liquid chromatography & related technologies*, 27(2), 289-300.
- Kallis, M., Sideris, K., Kopsahelis, N., Bosnea, L., Kourkoutas, Y., Terpou, A., and Kanellaki, M. (2019). *Pistacia terebinthus* resin as yeast immobilization support for alcoholic fermentation. *Foods*, 8(4), 127.
- Karlberg, A. T., Boman, A., and Wahlberg, J. E. (1980). Allergenic potential of abietic acid, colophony and pine resin-HA: Clinical and experimental studies. *Contact Dermatitis*, 6(7), 481-487.
- Karlberg, A. T. (2000). Colophony. In *Handbook of occupational dermatology* (pp. 509-516). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Karlberg, A. T., and Hagvall, L. (2020). Colophony: Rosin in unmodified and modified form. *Kanerva's occupational dermatology*, 607-624.
- Kavoosi, G., and Rowshan, V. (2013). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil obtained from *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin: effect of collection time. *Food chemistry*, 138(4), 2180-2187.
- Kenan, O. K., ve Mehtap, K. O. Ç. (2018). Türkiye'de odun dışı orman ürünlerinin planlanmasında yöntem ve yaklaşım sorunu. *Turkish Journal of Forestry*, 19(4), 391-402.
- Lai, M., Zhang, L., Lei, L., Liu, S., Jia, T., and Yi, M. (2020). Inheritance of resin yield and main resin components in *Pinus elliottii* Engelm. at three locations in southern China. *Industrial crops and products*, 144, 112065.
- Langenheim, J. H. (1969). Amber: A Botanical Inquiry: Amber provides an evolutionary framework for interdisciplinary studies of resin-secreting plants. *Science*, 163(3872), 1157-1169.
- Langenheim, J. H. (2003). Plant resins: chemistry, evolution, ecology, and ethnobotany (No. 620.1924 L275p). Oregon, US: Timber Press.
- Li, Q., Li, J. J., Bao, X. H., Zhang, S. Y., Luo, Q., Li, K. M., ... and Yan, Y. M. (2022). Unusual sesquiterpenes with anti-inflammatory activities from the resin of *Ferula sinkiangensis*. *Bioorganic Chemistry*, 127, 105986.
- Lubis, M. A. R., Park, B. D., and Lee, S. M. (2020). Microencapsulation of polymeric isocyanate for the

- modification of urea-formaldehyde resins. *International journal of adhesion and adhesives*, 100, 102599.
- Mahboubi, M., Sotoudeh Nia, S., Farahani, A., and Ansari, V. (2022). Chemical Composition of Ferula galbaniflua Essential Oils from Different Geographical Regions of Iran. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 92(2), 341-349.
- Mahendra, V. (2019). Rosin product review. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 890, pp. 77-91). Trans Tech Publications Ltd.
- Mao, S., Wu, C., Gao, Y., Hao, J., He, X., Tao, P., ... and Song, J. (2021). Pine rosin as a valuable natural resource in the synthesis of fungicide candidates for controlling Fusarium oxysporum on cucumber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(23), 6475-6484.
- Moghadam, F. H., Dehghan, M., Zarepur, E., Dehlavi, R., Ghaseminia, F., Ehsani, S., ... and Barzegar, K. (2014). Oleo gum resin of Ferula assa-foetida L. ameliorates peripheral neuropathy in mice. *Journal of ethnopharmacology*, 154(1), 183-189.
- Mohamed, A. A., Ali, S. I., EL-Baz, F. K., Hegazy, A. K., and Kord, M. A. (2014). Chemical composition of essential oil and in vitro antioxidant and antimicrobial activities of crude extracts of Commiphora myrrha resin. *Industrial crops and products*, 57, 10-16.
- Müdürlüğü, O. G. (2018). Orman Genel Müdürlüğü 2017 yılı faaliyet raporu. Strateji dairesi başkanlığı, Ankara.
- Müdürlüğü, O. G. (2019). Orman Genel Müdürlüğü 2018 yılı faaliyet raporu. Strateji dairesi başkanlığı, Ankara.
- Müdürlüğü, O. G. (2020). Orman Genel Müdürlüğü 2019 yılı faaliyet raporu. Strateji dairesi başkanlığı, Ankara.
- Müdürlüğü, O. G. (2021). Orman Genel Müdürlüğü 2020 yılı faaliyet raporu. Strateji dairesi başkanlığı, Ankara.
- Müdürlüğü, O. G. (2022). Orman Genel Müdürlüğü 2021 yılı faaliyet raporu. Strateji dairesi başkanlığı, Ankara.
- Müdürlüğü, O. G. (2023). Orman Genel Müdürlüğü 2022 yılı faaliyet raporu. Strateji dairesi başkanlığı, Ankara.
- Neis, F. A., de Costa, F., de Araujo Jr, A. T., Fett, J. P., and Fett-Neto, A. G. (2019). Multiple industrial uses of non-wood pine products. *Industrial Crops and Products*, 130, 248-258.
- OEC-a. <https://oec.world/en/profile/hs/turpentine>
- OEC-b. <https://oec.world/en/profile/hs/gum-wood-or-sulphate-turpentine-oils>
- OEC-c. <https://oec.world/en/profile/hs/tall-oil>
- OEC-d. <https://oec.world/en/profile/hs/rosin>
- Olivares-Pérez, A., Ibarra-Torres, J. C., Ortiz-Gutiérrez, M., Pérez-Cortés, M., and Fuentes-Tapia, I. (2005). Rosin (colophony) holograms sensitized with ammonium dichromate®. *Optical Materials*, 27(12), 1825-1831.
- Olvera-Bautista, I., Olivares-Perez, A., Gomez-Colin, R., and Fuentes-Tapia, I. (2005, April). Thermopolymer holograms. In *Practical Holography XIX: Materials and Applications* (Vol. 5742, pp. 292-297). SPIE.
- Önal, S. (1995). *Bazı uyarıcı maddelerle kızılçam ve karaçamlarda reçine üretimi*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü.
- Öz, M. (2007). *Kızılçam (Pinus brutia ten.)'da reçine kelebeği (Dioryctria sylvestrella ratz.) larva galerisi ve gövde reçinesinin uçucu yağ bileşimi* (Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi).
- Panda, H. (2008). *Handbook on Oleoresin and Pine Chemicals (Rosin, Terpene Derivatives, Tall Oil, Resin & Dimer Acids): Oleoresin and Pine Chemicals, Oleoresin extraction process, Oleoresin Making Small Business Manufacturing, Oleoresin Processing Industry in India, Oleoresin Processing Projects, Oleoresin Science and technology, Oleoresins from Pine: Production and Industrial Uses, Peroxides from Turpentine, Pine Chemicals and Oleoresins Business, Pine Chemicals Based Profitable Projects, Pine Chemicals Based Small* Asia Pacific Business Press Inc..
- Panda, S., Pattnaik, S., Maharana, L., Botta, G. B., and Mahapatra, A. K. (2013). Design and evaluation of zidovudine loaded natural biodegradable microcapsules employing colophony resin as microencapsulating agent. *Int. J. Phar. Pharm. Sci*, 5, 799-805.

- Payares-Díaz, I. R., Mario-Contreras, O. A., Medrano-Vélez, M. A., and Millán-Romero, E. (2014). Germination and seedling growth of *Myroxylon balsamum* (L.) harms in the department of Sucre. *Revista Colombia Forestal*, 17(2), 193-201.
- Pekgözlü, A. K., ve Ceylan, E. (2021). Sıcaklığın Terebentin Kompozisyonu Üzerine Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(3), 878-884.
- Puente-Villegas, S. M., García, A. R., Rubio, F., Gil, L., and Lopez, R. (2020). Salicylic and citric acid as promising new stimulants for resin tapping in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Systems*, 29(3), eSC07-eSC07.
- Ress, J., Martin, U., Bosch, J., and Bastidas, D. M. (2020). pH-triggered release of NaNO₂ corrosion inhibitors from novel colophony microcapsules in simulated concrete pore solution. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 12(41), 46686-46700.
- Rodrigues-Corrêa, K. C. D. S., de Lima, J. C., and Fett-Neto, A. G. (2012). Pine oleoresin: tapping green chemicals, biofuels, food protection, and carbon sequestration from multipurpose trees. *Food and Energy Security*, 1(2), 81-93.
- Satil, F., Selvi, S., and Polat, R. (2011). Ethnic uses of pine resin production from *Pinus brutia* by native people on the Kazdag Mountain (Mt. Ida) in Western Turkey.
- Sell, C. S. (2003). *A fragrant introduction to terpenoid chemistry*. Royal Society of Chemistry.
- Sharma, K. R., and Lekha, C. (2013). Tapping of *Pinus roxburghii* (chir pine) for oleoresin in Himachal Pradesh, India. *Advances in Forestry Letters (AFL)*, 2(3), 53-57.
- Silvestre, A. J., and Gandini, A. (2008). Rosin: major sources, properties and applications. In *Monomers, polymers and composites from renewable resources* (pp. 67-88). Elsevier.
- Sönmez, T., Gencal, B., ve Gencal, B. Bursa Orman Bölge Müdürlüğü Sınırları İçerisinde Potansiyel Reçine Üretim Fonksiyonuna Sahip Alanların Belirlenmesi.
- Upadhyay, M. (2008). Economic analysis of resin tapping. *Wood Science and Technology*, 2(3), 1-22.
- Ursavaş, S. (2002). *Kızılçam (Pinus brutia Arnold) da reçine üretiminin odun kalitesine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi).
- Vardar, Y., and Oflas, S. (1973). Preliminary studies on the *Styrax* oil. *Qualitas Plantarum Et Materiae Vegetabiles*, 22(2), 145-148.
- Vázquez-González, C., Zas, R., Erbilgin, N., Ferrenberg, S., Rozas, V., and Sampedro, L. (2020). Resin ducts as resistance traits in conifers: linking dendrochronology and resin-based defences. *Tree Physiology*, 40(10), 1313-1326.
- Wang, Y., Yuan, X., Mei, H., Li, J., and Wang, J. (2018). Transcriptome and gene expression analysis revealed mechanisms for producing high oleoresin yields from Simao pine (*Pinus kesiya* var. *Iangbianensis*). *Plant Omics*, 11(1), 42-49.
- Waweru, J. G., Njenga, H. N., and Omosa, L. K. (2016). Standardization of *Commiphora abyssinica* Engl. gum resin from Kajiado, Kenya. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 9(8), 69-74.
- Wiyono, B., Tachibana, S., and Tinambunan, D. (2006). Chemical compositions of pine resin, rosin and turpentine oil from west java. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 3(1), 7-17.
- Yadav, B. K., Gidwani, B., and Vyas, A. (2016). Rosin: Recent advances and potential applications in novel drug delivery system. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*, 31(2), 111-126.
- Zinkel, D. F. (1989). The utilization of wood extractives. *Natural products of woody plants*, 953-1164.