

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)'İN İĞNE YAPRAKLARINDAKİ
TANEN MİKTARININ ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erhan GÖNEN

DENİZLİ, ARALIK - 2016

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI



KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)'İN İĞNE YAPRAKLARINDAKİ
TANEN MİKTARININ ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erhan GÖNEN

DENİZLİ, ARALIK - 2016

KABUL VE ONAY SAYFASI

Erhan GÖNEN tarafından hazırlanan “KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)’IN İĞNE YAPRAKLARINDAKİ TANEN MİKTARININ ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 14.12.2016 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü olarak kabul edilmiştir.

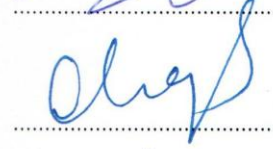
Jüri Üyeleri

İmza

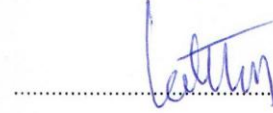
Danışman
Doç. Dr. Gürkan SEMİZ
Pamukkale Üniversitesi



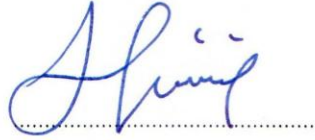
Üye
Prof. Dr. Olcay DÜŞEN
Pamukkale Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. Kamuran AKTAŞ
Celal Bayar Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 16-12-2016 tarih ve 46/29... sayılı kararıyla onaylanmıştır..



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından 2014FBE042nolu proje ile desteklenmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmaların yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.


Erhan GÖNEN

ÖZET

KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)'İN İĞNE YAPRAKLARINDAKİ TANEN MİKTARININ ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Erhan GÖNEN

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİ DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. GÜRKAN SEMİZ)

DENİZLİ, ARALIK-2016

Kızılçam odunu; inşaat malzemesi, ambalaj, maden direği, selüloz ve kâğıt endüstrisi gibi değişik alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca kızılçam diğer yerli ağaç türlerine göre daha hızlı büyümektedir. Bu nedenle genetik ıslah yönünden ön sırada yer alan kızılçam, ülke açısından büyük önem taşımaktadır. Koniferler değişen çevre koşullarına karşı uyum sağlama stratejileri geliştirip, ürettikleri tanen miktarı ile değişen biyotik ve abiyotik çevre koşullarına karşı savunma sistemi oluşturmaktadır. Kızılçamın genetik çeşitliliği üzerinde şimdiye kadar yapılan çalışmalar bu tür içinde gerek morfolojik özellikleri ve gerekse izoenzimler bakımından önemli ölçüde genetik farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada genetik açıdan farklı orjinlere sahip iki farklı klondan seçilen ağaçlardan ibre örnekleri toplanıp, bu ibrelerden tanen bileşikleri analizleri yapılmıştır. Belirlenen bileşiklerin mevsimsel değişimleri gözlenmiş ve değişimlerin çevresel parametrelerle olan ilişkileri gösterilerek kızılçam türünün biyotik ve abiyotik çevre şartlarına karşı geliştirdiği varyasyonlar ortaya çıkarılmıştır. Sonuçlara göre sıcaklığın ciddi azalma gösterdiği aylarda ciddi bir düşüş görülmüştür. Diğer yandan sıcaklığın arttığı aylarda ise tanen miktarlarında önemli bir artış olduğu görülmüştür. Ayrıca, farklı klonlar arasında tanen miktarı farklılığı da görülmüştür. Sonuç olarak, çevre şartlarına direnç yönünden daha üstün ve elverişli özelliklere sahip olduğu düşünülen klonlardan elde edilecek tohumların, bir sonraki populasyonlar için kullanılması düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: *Pinus brutia*, mevsimsel varyasyon, tanen, tohum bahçesi

ABSTRACT

SEASONAL VARIATION IN TANNIN CONTENT OF *Pinus brutia* Ten. NEEDLES

**MSc THESIS
ERHAN GÖNEN**

**PAMUKKALE UNIVERSITY, INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF BIOLOGY**

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. GÜRKAN SEMİZ)

DENİZLİ, DECEMBER-2016

The one of the most important pine species in Turkey is Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) because its wood used for building materials, package, mine post, cellulose, and paper industries and some others. Also, *P. brutia* grows faster than other local tree species. Therefore, *P. brutia* which is in the first row for genetic rehabilitation is highly important for the country. Conifers develop strategies to adapt to changing environmental conditions and create defensive systems against changing biotic and abiotic environmental conditions with the amount of tannin they produce. The studies made on *P. brutia* genetical varieties show that both morphological properties and about izoenzymes have briefly genetical differences. In this study, needles of two clones of selected trees that have genetically different origin from seed orchard were collected and tannin analysis were performed. The seasonal changes of revealed compounds were observed and possible variations of *P. brutia* against biotic and abiotic environmental conditions were emerged by showing interactions of tannins amounts and environmental conditions. It was observed serious decreases of amounts of certain compounds in the months where the temperature was seriously decreased. In opposition, amounts of analysed compounds were increased in the months where the temperature increased. According to the obtained results, seeds obtained from the related clones, which are suitable in terms of resistance to environmental factors and believed to have favorable properties, which are intended to be used for the next population.

KEYWORDS: *Pinus brutia*, seasonal variation, tannin, seed orchard

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖNSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Kızılçam'ın Botanik Özellikleri, Doğal Yayılışı, Ekolojik ve Ekonomik Önemi.....	3
1.1.1 Kızılçam'ın Botanik Özellikleri.....	3
1.1.2 Kızılçam'ın Yayılış Alanı.....	4
1.1.3 Kızılçam'ın Ekolojik ve Ekonomik Önemi.....	5
1.2 Çalışmanın Amacı.....	7
1.3 TANENLER.....	8
1.3.1 Tanenlerin Sınıflandırılması.....	9
1.3.1.1 Hidrolize Tanenler.....	10
1.3.1.2 Kondanse Tanenler.....	12
1.3.2 Kondanse tanenleri sınıflandırması.....	13
1.3.2.1 Monoflavonoidler:.....	13
1.3.2.2 Triflavonoidler ve Tetraflavonoidler ve Kondanse Tanenler:.....	15
2. MATERYAL VE YÖNTEM	16
2.1 Arazi Çalışmaları.....	16
2.1.1 Çalışma alanı.....	16
2.1.2 Tohum Bahçesindeki Klonlardan İbre Örneklerinin Toplanması.....	18
2.2 Laboratuvar Çalışmaları.....	19
2.2.1 Tanen Analizleri.....	19
2.2.1.1 Bitki Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	19
2.2.1.2 Toplam Çözünabilir Tanen.....	19
2.2.1.3 Tanen İçermeyen Fenollerin Belirlenmesi.....	20
2.2.1.4 Ekstrakte Edilebilir Kondanse Tanenlerin Hesaplanması.....	20
2.3 İstatistiksel Analizler.....	21
3. BULGULAR	22
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	24
5. KAYNAKLAR	27
6. ÖZGEÇMİŞ	34

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. 1: Tanenin moleküler yapısı.....	8
Şekil 1. 2: Pirogallol, Gallik asit, Digallik asit ve Ellagik asitin moleküler yapısı....	10
Şekil 1. 3: Akasya ve çam tanenine ait A ve B halkaları	14
Şekil 2. 1: Çalışmanın yapıldığı kızılçam tohum bahçesinin kurulduğu alan (Çıglık) ve tohumun getirildiği orijin	17
Şekil 2. 2: Kızılçam tohum bahçesinin uydudan alınan görüntüsü.....	17
Şekil 2. 3: Tohum bahçesindeki klonlardan ibre örneklerinin toplanması.....	18
Şekil 2. 4: Asetonla ekstraksiyonları yapılmış çam ibresi örnekleri	19
Şekil 3. 1: Toplam çözünebilir tanen ve tanen içermeyen fenollerin hesaplanmasında kullanılan standart eğri.....	23

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3. 1: <i>P.brutia</i> ibre yapraklarındaki Toplam Çözülebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenoller ve Kondanse Tanen Miktarları ve İstatistiksel Analizleri	22

SEMBOL LİSTESİ

pH	: Asitlik Derecesi
'	: Dakika
Fe	: Demir
FeCl₃	: Demir III Klorür
°	: Derece
g	: Gram
HCl	: Hidroklorik Asit
LE	: Leucocyanidin Eşdeğerliği
m	: Metre
m³	: Metreküp
µg	: Mikrogram (10 ⁻⁶ gram)
µl	: Mikrolitre
ml	: Mililitre
mg	: Miligram (10 ⁻³ gram)
mm	: Milimetre
ort.	: Ortalama
"	: Saniye
°C	: Santigrat Derece
Std.	: Standart
cm	: Santimetre
Na₂CO₃	: Sodyum Karbonat
TAE	: Tannik Asit Eşitliği
%	: Yüzde

KISALTMALAR DİZİNİ

ÇKB	Çam Kese Böceği
ha	Hektar (10.000 m ²)
ing.	İngilizcesi
İSİN	İstila İndeksi
lat	Latince
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
ORTOHUM	Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü
PVPP	Polivinilpolypirolidon
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
SE	Standart Hata
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
ANOVA	Varyans Analizi

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması konusuna beni yönlendiren ve çalışmalarım süresince bilgi, tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen, bilgisini, zamanını ve enerjisini her fırsatta paylaşan danışmanım Sayın Doç. Dr. Gürkan SEMİZ'e (PAÜ), deney prosedürlerinin problemsiz çalışması için desteği esergememiş olan Sayın Doç. Dr. Şevki ARSLAN'a (PAÜ); laboratuvar olanaklarını kullanmama izin veren Sayın hocalarım Prof. Dr. Alaattin ŞEN (PAÜ) ve Prof. Dr. Mustafa DURAN'a (PAÜ) ve Yard. Doç. Dr. Gürçay Kıvanç AKYILDIZ'a (PAÜ); laboratuvarımızı ziyareti süresince gerek yol göstericiliği gerekse pozitif enerjisinden dolayı Sayın Prof. Dr. Nadir ERBİLGİN'e (Alberta Üniversitesi, Kanada) ve laboratuvar analizlerim sırasında ve arazi çalışmalarında büyük desteklerini gördüğüm Gurbet ÇELİK-TURGUT, Betül GÜRCAN, Özden ÖZGÜN ACAR, Serdar POLAT, Recep BAKIR ve Kübra KOCABIYIK'a ve tez çalışmam boyunca gerek maddi, gerekse manevi desteklerini benden eksik etmeyen sevgili aileme ve gerekse burada bahsedemediğim tüm kişilere sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, proje konusunun örnek materyallerinin toplandığı 38 nolu Kızılcım Tohum Bahçesinin kurulumu ve kontrolünü sağlayan ORTOHUM'a; tez çalışmasını maddi yönden destekleyen Pamukkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Koordinatörlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

ARALIK 2016

Erhan GÖNEN

1. GİRİŞ

Ekonomik, sosyal, kültürel ve teknolojik gelişmelerin hızlı olduğu günümüzde orman, ağaç topluluklarının bulunduğu mekan olma yanında, başta odun hammaddesi olmak üzere çok değişik ürünler ve hizmetler üreterek topluma fayda sağlayan, kendi içinde birtakım dengeleri olan, canlı, dinamik ve karmaşık yapıda, karasal ekosistemler içinde en büyük paya sahip çok boyutlu bir sistem ve yenilenebilir özellikte bir doğal kaynaktır. Devamlılık ve istikrarlılık bu sistemin temel özelliğidir. Doğal orman alanlarına ve odun hammaddesine olan ihtiyacın karşılanabilmesi için zaman geçirilmeden önlemler alınması gerekmektedir. Bu önlemlere örnek olarak, odun yerine kullanılacak hammaddelerin bulunması, orman alanlarının korunması ve genişletilmesi ve ormanlarda verimliliğin artırılması gösterilebilir (Boydak ve Dirik 1998).

Ülkemizin orman varlığı 21,3 milyon hektar olup toplam ülke yüzölçümünün %27,6'sini teşkil etmektedir. Böylesi düşük bir oran, ülkenin çok savaş ve göç yaşamasından, kontrolsüz otlatma ve orman yangınlarından kaynaklanmaktadır. Biyolojik çeşitlilik açısından oldukça zengin olan ormanlarımızın yaklaşık yarısı ibre yapraklı, diğer yarısı ise geniş yapraklı türlerden oluşmaktadır. Ülke ormanlarında yayılış alanı olarak en fazla, Akdeniz'i temsil eden kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) 5,6 milyon ha yayılış göstermektedir. Bu alan toplam ibreli orman alanımızın yaklaşık % 50'sine, tüm orman alanının ise %25'ine yakındır. Kızılçamdan sonra yayılış alanları büyüklüklerine göre meşe türleri, karaçam, kayın, sarıçam, göknar, ardıç, sedir, ladin, kızılğaç, kestane, fıstıkçamı, gürgen, ıhlamur, dişbudak, kavak ve okaliptüs gelmektedir (OGM 2012).

Kızılçam, doğal yayılış alanının dışında kalan bazı kurak yerlerin ağaçlandırılmasında da önem taşımaktadır (Schiller 1994). Türkiye'de ortalama 42.000 ha alan (yıllık tüm ağaçlandırma alanlarının %37'si) kızılçam ile ağaçlandırılmaktadır (Işık ve Kara 1997). Bununla birlikte, 270 milyon m³ servet ve 7.95 milyon m³ yıllık artım ile Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe]'ndan sonra ikinci sırayı alan kızılçam, 262 bin hektar

gençleştirme alanı ve 3,4 milyon m³ yıllık ortalama miktarıyla da ilk sırayı almaktadır (Anonim 2006).

Orman ağaçlarında verimliliğin arttırılması, hızlı gelişen, biyotik ve abiyotik etkenlere dirençli genotiplerin bulunması ve ıslah çalışmaları ile sağlanmaktadır. Genetik ıslah yoluyla değişik odun zararlısı (böcekler), çeşitli hastalıklara, kuraklığa ya da soğuğa dayanıklılık arttırılmakta ve üstün özellikli bireyler (klonlar ya da populasyonlar) elde edilerek bunlar geniş alanlara ekilmektedir (Şimşek ve Tulukçu 1982). Genetik ıslah gerçekleştirme araçlarından biri olan tohum bahçeleri, orman populasyonlarının genetik yapısının istenen yönde değiştirilmesi ve doğada var olan populasyonların amaca uygun şekilde evcilleştirilmesinde kullanılmakta ve ağaç ıslahı açısından büyük önem taşımaktadır (Zobel ve Talbert 1984). İlk tohum bahçesi kurma düşüncesine Berlin Akademisi Müdürü olan Friedrich August Ludwig von Burgsdorf'un 1787 yılında yazdığı "Yerli ve Yabancı Meşe Türleri" başlıklı eserinde rastlanmıştır (Kaya 2001). Aşılı fidanlar ile tohum bahçesi kurulması ise ilk defa 1934'de Danimarka'da Syrach Larsen tarafından gerçekleştirilmiştir (Şimşek 1991).

Tohum bahçeleri ile belirli genetik özellikleri taşıyan ağaçları verecek tohumlar ve genetik özellikleri sayesinde belirli alanlara adapte olabilen ağaçlar elde edilmektedir. Böylece genetik bakımdan üstün özellikteki ağaçların tohumlarından daha fazla miktarda tohum üretilmektedir. Gerek tarım bitkilerinde, gerekse orman ağaçlarında tohum bahçelerine ve vejetatif üretme çalışmalarına büyük oranda rastlanmaktadır (Kaya 2001). Orman Bakanlığı tarafından Türkiye'nin çeşitli bölgelerde farklı türde orman ağaçları oluşturma hedefleri üzerine kurulan tohum bahçelerinin büyük bir bölümü dayanıklı bir tür olması nedeniyle kızılçamdan oluşmaktadır (Anonim 2009).

Kızılçamın tohum bahçelerinde seçilmiş olmasının en büyük nedenlerinden biri bu türün birçok biyotik ve abiyotik strese karşı dayanıklılığını arttıran alkaloidler, glikozidler, oksalatlar, fitotoksinler, reçineli bileşikler, tanenler, uçucu yağlar ve diğer organik toksik maddelerdir. Bu organik maddelerin içinde olan ve önemli bir sınıfını teşkil eden tanenler çevreye zararsız bitkisel bileşikler olup doğal koruyucu maddeler içinde önemli yer tutmaktadırlar (Şen 2001). Bu sekonder bileşikler azotsuz, polifenolik yapıda ve genellikle amorf bileşikler olup başlıca yapı taşı

polifenollerdir, yani çok sayıda OH grubuna sahip benzen türevlerini içerirler (Hafizoğlu 1984).

Bu çalışmada kızılçam ağaçlarının ibre yapraklarında biyotik ve abiyotik çevre şartlarına karşı bir savunma mekanizması olarak tanen miktarının mevsimsel varyasyonlarının ilk defa ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Elde edilen bulguların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmekte ve kızılçam türünün korunması ve biyolojisinin eksiksiz ortaya çıkarılması konusunda duyarlılığın artırılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1 Kızılçam'ın Botanik Özellikleri, Doğal Yayılışı, Ekolojik ve Ekonomik Önemi

1.1.1 Kızılçam'ın Botanik Özellikleri

Bitkiler âleminin tohumlu bitkiler (Spermatophyta) bölümü, açık tohumlular (Gymnospermae) alt bölümü koniferae sınıfı Pinaceae familyasının *Pinus* cinsi içinde yer alan Kızılçam, Türkiye'de doğal yayılış gösteren yedi çam türünden birisidir (Boydak 2005, Frankis 1993, Güner 2012).

Bu çam türünde genç sürgünler tüysüz, çoğunlukla önceleri kırmızımsı, daha sonraları ise, yeşilimsi-kahverengi nadiren de kurşuni-boz renklidir. Bu tür, ismini taze sürgünlerinin kırmızı renginden almaktadır. Kızılçamın tepe yapısı gençlikte sivri yapıdaki tepe ve boz renkli düzgün satırlı kabuk, ileri yaşlarda geniş dağınık tepe ile derin çatlaklı esmer kırmızısı renkli kalın kabuğa dönüşür. Dalları gövdeye dik açıyla birleşmiş ve uçlarında çoğu kere kısa sürgünler bulunur (Gökşin 2001). Tomurcuklar genel olarak yumurta biçiminde ve 15-20 mm uzunlukta olup, tomurcuk pulları aşağı doğru bakar ve kenarları kirpiklidir (Gökşin 2001). İbre yapraklar 10-18 cm uzunlukta, yumuşak, açık yeşil renkte kenarlı ince dişli, kısa sürgünleri dalların ucunda toplanmış ve fırça biçiminde görülmektedir (Anşin 1994).

Kızılçam kozalağı, 6-11 cm boyunda ve topaç biçimindedir. Kısa saplı kozalaklar, ince uzunca biçimli ve kahverengindedir. Çoğunlukla, 2 veya daha fazla

sayıdaki kozalaklar, bir arada dik durumlu veya yatık halde bulunurlar ve hiçbir zaman sürgün üzerinde eğik olarak durmazlar. Kalkan yumuk biçiminde, göbek küt, basık ve boz renkte, tohum 7 mm uzunlukta, koyu esmer renkte ve kanatlıdır (Davis 1965, Gökmen 1973, Kayacık 1980). Tozlaşma ilkbaharda Mart ayı sonlarında tamamlanmaktadır. Polen kabul eden dişi çiçek yana eğilmektedir. Kızılçam tohumlarının dökümü tüm yıl boyu sürmektedir (Ürgenç 1977). Tohumlar uygun çimlenme koşullarını buluncaya kadar geçen sürede (1 yıl) toprakta canlılığını koruyabilir (Özdemir 1977) ve 5-25°C arasındaki uygun sıcaklıkta çimlenebilmektedir. Optimum çimlenme ise 15-20°C arasında sıcaklıkta olur (Şefik 1965, Işık 1986). Kızılçam kozalakları Türkiye'nin diğer yerli çam türleri kozalaklarından oldukça farklı özellikler taşımaktadır. Kızılçam kozalaklarının olgunlaşması üç yıl gibi bir sürede tamamlanmaktadır (Selik 1963, Şefik 1965). Kozalakların ağaç üzerinde açılmaları Temmuz ayı başlarında başlamakta ve bazı kozalaklar aynı ay içinde tohumlarını tamamen dökmektedir. Bir kısım kozalaklar ise, karpelleri az miktarda ayrılmakla beraber tohumlarını hemen dökmezler. Bunlar geri kalan sıcak yaz aylarında tohumlarını dökmeye başladıkları, hatta gelecek bahara kadar o şekilde kalıp Mayıs ayından itibaren tohum dökükleri, yaz aylarında tohum dökümünün hızlandığı görülmektedir. İlk olgunlaşma yılında açılmadan, ağaç üzerinde kalan kozalıklardan bir kısmı açılmamış olarak sonraki yıla devretmektedir (Selik 1963). Döllenme ise, yaklaşık 13-14 ay sonra meydana gelir. Konelet (kozalakçık) renginin kahverengiden boz yeşile dönmeye başlaması döllenmenin gerçekleştiğinin bir belirtisidir (Şefik 1965).

1.1.2 Kızılçam'ın Yayılış Alanı

Kızılçam, kuzey yarım kürede yaklaşık 15° - 45° doğu boylamları ile 32°-45° kuzey enlemleri arasında kalan bir bölgesinde doğal yayılış göstermektedir (Kayacık 1965). Genel olarak da, Doğu Akdeniz havzasında yayılış yaptığı görülmektedir (Boydak 2006). Bu yayılışında en batı noktası Kalabriya yarımadası, en doğu noktası da Irak'ın kuzeyi olduğu belirtilmektedir (Asmaz 1993). Kuzeyde, Kırım'a kadar çıkan bu tür, güneyde Filistin'e kadar inmektedir (Kayacık 1965). Kızılçam, ülkemizde en yoğun yayılışını Muğla, Antalya, Mersin, Adana, Antakya'da deniz seviyesinden 1500 m yükseltiyeye kadar çıkmaktadır (Kılıç ve Güner 2000).

Türkiye'deki çam türleri yaklaşık 6 milyon ha'lık alan kaplamaktadır. Bu alan içinde kızılçam %18'lik oranla en geniş yayılışa sahip olan çam türüdür (Sarıbaş ve Ekici 2004). Yerli orman ağacı türleri arasında da, Doğu Akdeniz havzasında hem ekonomik hem de ekolojik bakımdan önemli bir orman ağacı türü olduğu bilinmektedir.

Özellikle yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz bölgesinin simgesi olan kızılçam Marmara, Ege, İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu da Akdeniz iklimine yakın özellikler gösteren yörelerde doğal yayılış yapmaktadır (Saatçioğlu 1976). Kızılçam, 1000 m.'ye kadar çoğunlukla saf, sonrasında genel olarak karaçam (*Pinus nigra* Arn.), Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich.), Toros köknarı (*Abies cilicica* Carr.), Kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Willd.) ve Katran ardıç (*Juniperus oxycedrus* L.) ile karışık meşcereler kurmaktadır (Çatal ve Carus 2005).

Kızılçam sıcaklık isteği yüksek, donlara hassas ve karasal iklimlerden kaçınan bir türdür (Kayacık 1965). Yayılış alanında ortalama hava sıcaklığı 10-25°C arasında değişmekte, ocak ayı ortalama sıcaklığı 5-10°C, bazı kuzey ve yüksek kesimlerde 3-4°C olup, 0°C'nin altına düşmemektedir. En düşük sıcaklık ise +4°C ile -11°C arasında seyretmekte, -15°C'nin altına inmemektedir. Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 23-28°C arasında olup, en yüksek sıcaklık ise 45°C'ye ulaşmaktadır (Atalay ve diğ. 1998).

1.1.3 Kızılçam'ın Ekolojik ve Ekonomik Önemi

Toplam orman alanının en büyük kısmını teşkil eden Kızılçam, büyük bir ekolojik toleransa sahip olması nedeniyle çok değişik çevre koşulları altında yetişmektedir (Barbéro ve diğ. 1998). Derin, nemli, kumlu balçık ve balçıklı kum tekstürlü toprakları sever (Keskin 1999). Geniş yayılış alanında; kireçtaşı, marn ve konglomera gibi tortul, serpantin-peridotit, bazalt gibi volkanik ve gnays, mikaşist, killi şist gibi çeşitli metamorfik kayalar üzerinde de görülmektedir. Fakat suyun geçirimine izin vermeyen serpantinli düz yerler kızılçamın yetişmesine elverişsiz yerlerdir. Kompakt metamorfik kayalar üzerinde yetişmesi de oldukça zordur (Atalay ve diğ. 1998).

Kızılçam odunu; inşaat malzemesi, ambalaj, maden direği, selüloz ve kâğıt endüstrisi gibi değişik alanlarda kullanılmasından dolayı önemli bir ekonomik değere sahiptir. Diğer yerli ağaç türlerine göre daha hızlı büyümektedir (Işık ve diğ. 1987). Bu nedenle Türkiye’de genetik ıslah yönünden Ulusal Ağaç-İslah ve Ağaçlandırma Programlarında ön sıralarda yer almaktadır (Koski ve Antola 1994). Yaz kuraklığına oldukça dayanıklı olması, her türlü toprak üzerinde yetişmesi, hızlı bir büyüme yeteneği göstermesi ıslah çalışmaları için kurulan tohum bahçelerinde kızılçamın çok tercih edilmesine neden olmuştur.

Kızılçam, diğer koniferler gibi oldukça uzun yaşayabilen ve değişen ortam koşullarına uyum sağlayabilen bir çam türüdür. Bu şekilde canlılığını verimli ve uzun bir şekilde devam ettirebilmek için, bulunduğu ortamın kendisine yaptığı fiziksel koşullar, mevsim parametreleri, çevrenin kararsızlığı, besin erişebilirliği, avcı ve predatörler ile sosyal çevre ilişkisi gibi çevre baskılarına uyum sağlamak (Pianka 1988) ya da çevre ile uyum gösteren özelliklere sahip olmak zorundadır (Mayr 2001). Tüm bu özellikler canlıların mevcut genotipiyle birlikte etki ederek, canlının yaşam döngüsünü şekillendirmektedir (Richardson 2001). Bu durum, sesil yaşam sürdüren bitkiler aleminde, özellikle de koniferlerde çok yüksek oranda sekonder bileşikler üretebilmektedir. Üretilen bileşiklerin miktarı, aynı türün bireyleri arasında bile çok büyük varyasyonlar göstermekte ve aynı zamanda üretilen bu madde miktarları mevsimlere göre de değişebilmektedir (Nerg ve diğ. 1994). Tüm organizmalar, değişik sekonder maddeleri bünyelerinde barındırmaktadır. Bitkiler, özellikle ağaçlar bu bileşikleri en fazla bulunduran canlılardır. Bugünedek bitkilerde yaklaşık 30.000 değişik bileşik tanımlanmıştır (Buckingham 1998). Bu bileşikler, gerek bitkinin toprak üstü, gerekse toprak altı organlarından salgılanmakta ve herhangi bir stres (abiyotik veya biyotik) anında çok çabuk tetiklenebilmektedir (Dudareva ve diğ.2006). Fakat bu genetik kontrolünün etkinliği; sıcaklık artışı, ışık miktarı, kuraklık, hava kirliliği, herbivor baskısı gibi biyotik veya abiyotik faktörlerden çok hızlı etkilenir ve değişebilir (Hanover 1966).

Kızılçamın genetik çeşitliliği üzerinde şimdiye kadar yapılan çalışmalar sonucunda bu tür içinde gerek morfolojik özellikleri ve gerekse izoenzimler bakımından (populasyonlar arasında ve populasyon içi bireyler arasında) önemli ölçüde genetik farklılıklar olduğunu göstermiştir (Işık 1986, Işık ve diğ. 1987, Işık ve

Kara 1997, Keskin 1999, Velioğlu ve diğ. 2003). Bunların yanı sıra kızılçamda değişik streslere karşı dayanıklılığını sağlayan birçok değişik bileşiğin varlığında birçok çalışma ile ortaya konulmuştur (Klepzig 1995). Bu bileşiklerden biriside tanenlerdir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Ekonomik değeri olan birçok ağaç türünde çeşitli biyotik ve abiyotik strese karşı dayanıklılık bu bitkilerde kayıpların azalması bakımından en önemli kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Türlerin değişik streslere karşı dayanıklılığını artıran en önemli parametrelerden biriside içerdikleri alkaloidler, glikozidler, oksalatlar, tanenler, fitotoksinler, reçineli bileşikler, tanenler, uçucu yağlar ve diğer organik sekonder bileşiklerdir. Ülkemizde ekonomik değeri yüksek ağaçlardan olan kızılçam %18'lik oranla en geniş yayılışa sahip am türüdür. Kızılçamda değişik streslere karşı dayanıklılığını sağlayan birçok değişik bileşiğin varlığında birçok çalışma ile ortaya konulmuştur. Bu organik maddelerin içinde olan ve önemli bir sınıfını teşkil eden tanenler çevreye zararsız bitkisel bileşikler olup doğal koruyucu maddeler içinde önemli yer tutmaktadırlar (şen 2001). Bu sekonder bileşikler azotsuz, polifenolik yapıda ve genellikle amorf bileşikler olup başlıca yapı taşı polifenollerdir, yani çok sayıda OH grubuna sahip benzen türevlerini içerirler. Kızılçamda tanen içeriğinin mevsimsel varyasyonu ve bu bileşiğin değişik çevresel parametrelerle ilişkisini gösteren herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır.

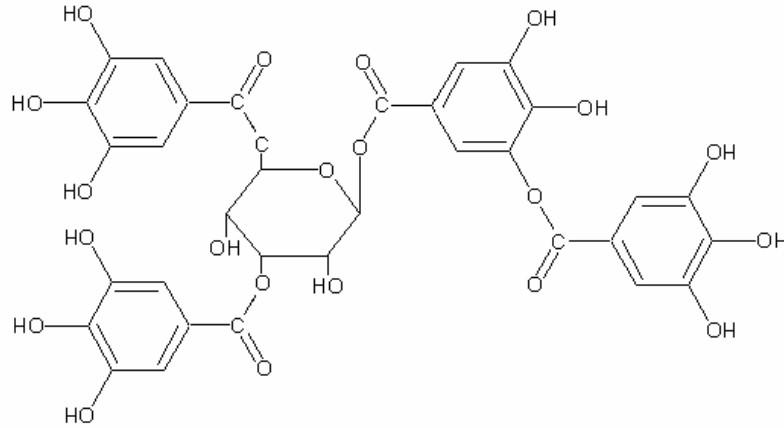
Tüm bunların işiğında; bu çalışmanın amacı, kızılçamda genetik çeşitliliğe bağlı tanen profillerinin mevsimsel varyasyonunu ortaya çıkarmaktır. Çalışmada, orman popülasyonlarının genetik yapısını arzu edilen yönde değiştirdiği ve doğada var olan popülasyonların amaca göre evcilleştirilmesi konusunda uygun bir araç olmasından dolayı tohum bahçesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Böylece, aynı bahçedeki genetik farklılığı bilinen klonlar üzerinde tanen profillerinin mevsimsel varyasyonu açıklanmaya çalışılmıştır. Genel amaç olarak, kızılçamın değişik abiyotik ve biyotik faktör kaynaklı stres mekanizmalarına karşı verdiği metabolizma düzeyindeki cevaplar elde edilmeye çalışılmış ve ulaşılan bulguların varolan literatüre katkı sağlaması amaçlanmıştır. Ayrıca elde edilen verilen kızılçamın

değişik streslere karşı dayanıklılığını ortaya koyarak, ağaç kayıplarının en aza indirilmesi açısından da ekonomik çıktılar üretme potansiyeli bulunmaktadır.

1.3 TANENLER

Tanen sözcüğü ile ifade edilen bileşikler, ham hayvan derisinin tanenlenmesi (sepilenmesi) ve normal deriye dönüştürülmesi üzerine etki etmeleri nedeniyle bu isimle adlandırılmıştır. Derinin işlenmesi sırasında hayvan derisinde bulunan protein, tanen ile etkileşerek çökmektedir. Eski Avrupa insanların dili olan Keltçe'de (Celtic) tanen sözcüğü meşe anlamına gelmektedir. Bilineceği üzere meşeler, deri üretiminde kullanılan taneni içeren en önemli kaynaklardandır (Hagerman 2002).

Bitkilerde bulunan toksik organik bileşikler alkaloidler, glikozidler, oksalatlar, fitotoksinler, reçineli bileşikler, tanenler, uçucu yağlar ve diğer toksik maddeler olarak sınıflandırılmaktadır (Bakırel, 1998; 2002). Tanenler çevreye zararsız bitkisel bileşikler olup, doğal koruyucu maddeler içinde önemli yer tutmaktadırlar (Şen 2001). Bunlar azotsuz, polifenolik yapıda ve genellikle amorf bileşikler olup, başlıca yapı taşı polifenollerdir, yani çok sayıda OH grubuna sahip benzen türevlerini içermektedirler (Hafızoğlu 1984), (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1: Tanenin moleküler yapısı

Tanenler bitki aleminde geniş bir dağılıma sahip, suda çözünen kompleks organik bileşikler olup, farklı aromatik yapıların karışımından meydana gelen çoğu glikozitlenmiş madde olduğu bilinmektedir. Hemen hemen bütün bitkiler veya

ağaçlar değişik tanen formlarını içermektedirler. Tanenler erimiş olarak hücre içerisinde, amorf yapıda tanecikler ya da farklı büyüklükte kümeler halinde stoplazmaya yayılmış durumda bulunmaktadırlar. Bazı hallerde hücre çeperine de nüfuz edebilirler. Tanenlere bitkilerin değişik dokularında rastlamak mümkün olabilir. Özellikle koruyucu dokulardan mantarlarda fazla miktarda tanen bulunmaktadır (Bisanda ve diğ. 2003).

Tanenler özel fenolik bileşiklerdir ve kimyasal yapılarından ziyade proteinler ve polisakkaritler gibi diğer polimerlerle birleşme özelliklerinden dolayı bu isimle adlandırılmışlardır. Alkoloid, jelatin ve diğer proteinlerle çökebilme yeteneğine sahiptirler ve molekül ağırlıkları 500 ile 20.000 dalton arasında olan, suda çözünebilen polifenolik bileşiklerdir (Hagerman ve diğ. 1998).

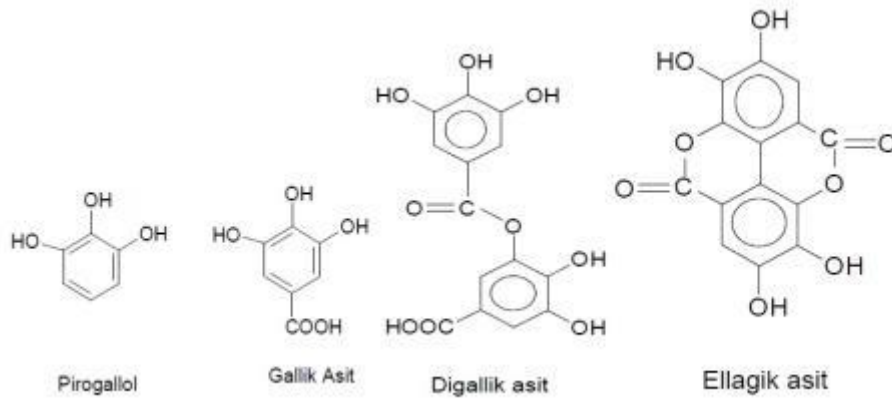
Tanenler doğal olarak bitkilerin kabuk, odun, meyve ve yapraklarında değişik miktarlarda bulunmaktadır (Huş 1969). Tanenler beyaz, hafif yeşilimsi hatta açık kahverengiye kadar değişik renklerde, genellikle amorf, nadiren kristal yapıda maddelerdir. Suda kolay çözünürler, zayıf asit reaksiyonda kolloidal çözelti verirler, alkolde çözünürler. Analitik amaç için en iyi çözücüler sulu organik çözücü karışımlarıdır. Yaygın olarak kullanılan çözücüler su-metanol ve su-aseton karışımlarıdır. Bu karışımların etkisi tek başına su, metanol veya asetondan çok daha etkilidir. Karışımların değişik oranları kullanılmakla birlikte %50'lik karışımlarda daha iyi sonuçlar alınmıştır. Tanenler eterde çözünmezler. Çözeltilerinden potasyum kromat, kurşun asetat ve alkoloidlerle çökeltebilmektedirler. Buruk tada sahip bileşiklerdir (Fennema 1996).

1.3.1 Tanenlerin Sınıflandırılması

Tanenler, hidrolize olabilen ve kondanse olabilen tanenler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

1.3.1.1 Hidrolize Tanenler

Hidrolize olabilen tanenler, gallik asidin glikoz ile esterleşmesi ile oluşan gallotanenler ve ellagik asitle glikozun esterleşmesi sonucu oluşan ellagiktanenlerdir. Gallotanenlerde molekül genellikle düzdür ve fenolik gruplar kenarlara doğru dağılmış bir disk gibidir. Buna karşılık ellagiktanenlerde molekül daha çok küresel bir şekildedir ve fenolik gruplar küre yüzeyinde düzenlenmiştir. Hidrolize tanenler suda kolayca çözünmektedirler. Hidrolize tanenlerden elde edilen basit fenollerin kimyasal yapıları Şekil 1.2'de verilmiştir (Harvey 2001).



Şekil 1. 2: Pirogallol, Gallik asit, Digallik asit ve Ellagik asitin moleküler yapısı

Gallotanenler, 5 gallik asidin glikoz ile esterleşmesinden ibarettir. En sık bulunanı ise β -glikopentagallindir. Ayrıca, meta-depsit esterlerinde olduğu gibi depsit bağlanmasıyla galloil birimleri ilave edilebilir. Böylece oluşan poligalloil zincirinin, şimdiye kadar araştırılan gallotanenlerde, glikozun 2. ve 6. karbonlarına bağlanmış olduğu düşünülebilir. Haslam'a (1996) göre gallotanenlerdeki heterojenliğin poligalloil zincirindeki galloil gruplarının sayısındaki değişimden kaynaklanmaktadır (Harvey 2001).

Penta galloil glikozun birçok izomeri bulunmaktadır. Hepsinde molekül ağırlığı aynı olmasına karşın (940 g/mol) kimyasal davranışları örneğin; hidrolizleri, kromatografik davranışları ve protein çöktürme özellikleri kimyasal yapılarına bağlıdır (Hagerman ve diğ. 1998).

Gallotanenlerde bulunan galloil zinciri (birden fazla gallik asidin bağlanması ile oluşan depsitler) meta- veya para- depsit bağlardan oluşur. Depsit bağları alifatik ester bağlarından daha kolay hidroliz olur. Metanollü ortamda zayıf asit ile gerçekleştirilen metanoliz işlemi ile yapıdaki depsit bağları parçalanırken ester bağları dayanıklı kalır. Bu şekilde poligalloil glikoz şeklindeki ana yapı geri kalır ve depsit oluşturan gallik asit miktarı belirlenebilir. Kuvvetli mineral asitlerle sıcaklıkta ve metanollü bir ortamda gerçekleştirilen hidroliz ile hem despit hem de ester bağları parçalanır ve sonuçta şeker ve metilgallat oluşur. Gallotanenin kuvvetli asitlerle hidrolizi ile gallik asit ve şekerler oluşmaktadır (Balaban 2003).

Oniki esterleşmiş galloil grubu içeren gallotanen, sumak, mazı ve meşe gallerinde bulunmuştur. Ticari tannik asit, sumak gallerinden (Çin gallotaneni), *Quercus infectoria* Oliv. gallerinden (Türk gallotaneni) veya sumak yapraklarından elde edilen bir karışımdır. Türk gallotaneni 1,2,3,6-tetragalloilglikoz veya 1,3,4,6-tetragalloilglikoz esterlerinden oluşmaktadır (Balaban 2004).

Birçok gallotanende glikoz yerine başka bileşiklerde (glusitol, hammameloz, şikimik asit, kinik asit) bulunmaktadır. Birçok kestane türünde ve *Quercus rubra* L. ve *Hamamelis virginiana* L. kabuğunda hamamelitaneni bulunmaktadır (Hagerman ve diğ. 1998). Karrer ve diğerlerinin (1923) yaptığı çalışma; Çin ve Türk (*Q. infectoria*) gallotanenlerinin, poligalloil glikoz türevleri olduğunu göstermektedir. Bu iki gallotanende glikozun, gallik aside molekül oranı sırasıyla 1:9-10 ve 1:5-6'dır. Galloil gruplarının belli bir yüzdesine sahip gallotanenler, diazometanla metillendirilerek hidroliz edildikten sonra, 3,4,5-tri-o-metil gallik asit ve 3,4-di-o-metil gallik asit izole edilebildiğinden, molekülde depsit bağlarının olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda Harvey, Türkiye'deki meşe (*Q. infectoria*) taneninin β -penta-O-galloil-D-glikoza birçok benzerliklerinin olduğunu bulmuştur. Fakat metillenmiş tanenin hidrolizinden 3,4-di-O-metil gallik asidin küçük miktarlarının izolasyonu, tanendeki galloil gruplarının bazılarının despit şeklinde bağlandığını göstermiştir (Harvey 2001).

Ellagiktanenler asidik ortamda hidroliz edildiğinde, ellagik asit ve ellagik aside benzer asitlerin oluşması gallotanenlerden farklı olduğunu gösterir. Ellagiktanenlerin glikoz hidroksilleriyle esterleşen grupları ya farklı galloiller

arasında kovalent bağlarla köprüleşmişlerdir ya da hegzahidroksidifenol türevleri şeklinde bulunurlar. Köprüleşen grup asimetrik merkezler içerir ve D-glikozun geriye kalan kısmının yeniden düzenlenmesine imkan sağlamaktadır. (Harvey 2001).

Meşe, kestane, okaliptüs gibi odunlarda hidrolize edilebilen tanenler önemli miktarda bulunur. *Quercus vulcanica* Boiss. & Heldr. ex Kotschy (kasnak meşesi) öz ve diri odunlarında hidrolize tanen olarak özellikle ellag tanenine rastlanmaktadır (Balaban 2003). Öte yandan *Ceratonia siliqua* L. (keçi boynuzu) öz ve diri odununda ise büyük oranda gallik asitin bulunduğu, eser miktarda ellagik asit bulunduğu belirlenmiştir. Meşe, kestane ve okaliptüs türleri hariç bazı tropik ağaçlarda da hidrolize tanenlere rastlamak mümkündür. Bazı meşe ve kestane türlerinde kastelagin ve veskalagin gibi bazı hidrolize tanenlerin büyük oranda bulunduğu tespit edilmiştir (Balaban 2003).

Hidrolize tanenler fenol-formaldehit reçineleri üretiminde kısmi olarak kullanılmaktadır. Kimyasal davranışları, formaldehite karşı düşük reaktiviteye sahip basit fenollerle benzerdir. Doğal durumlarında makromoleküler yapılarının olmaması, düşük düzeyde fenol süstitüsyonuna izin vermeleri, düşük nükleofilite ve dünyadaki sınırlı üretimleri kimyasal ve ekonomik önemini azaltmaktadır (Pizzi 1983).

1.3.1.2 Kondanse Tanenler

Dünya'daki ticari tanen üretiminin %90'dan fazlasını (± 350.000 ton/yıl) kondanse tanenler oluşturmaktadır. Bunlar hem kimyasal hem de ekonomik olarak tutkal üretiminde daha fazla öneme sahip olduğu bilinmektedir. Kondanse tanenler ve bunların flavonoid yapı taşlarının doğada geniş dağılımı bilinmektedir. Özellikle odun ve çeşitli ağaç kabuklarındaki önemli miktarı bilinmektedir.

Bu türler arasında akasya ve sumak türleri sayılabilir. Bunlardan ticari tanen ekstraktları üretilmektedir. Çeşitli çam türlerinin kabuk ekstraktları henüz yeterli düzeyde kullanıma sahip değildirler. Özellikle kabuk ve odunlardaki zengin kondanse tanen, ağaçlandırma veya endüstriyel ekstraksiyon yoluyla özellikle deri endüstrisinde geniş ölçekli kullanımını sağlamaktadır. Tanenlerin deri üretiminde kullanımı II. Dünya Savaşı'nın sonrasında en üst düzeye ulaşmıştır. Bu tarihten sonra

kullanımda sürekli bir azalma olmuştur. Bundan dolayı pazardaki bu sürekli azalma fiyattaki artma ile birleşerek enerji krizinden dolayı sentetik fenolik madde bulunabilirliğini azaltmıştır. Bu sebeplerin sonucunda kondanse fenolik madde kaynağı olarak bu tanenlerin kullanımı temel ve uygulamalı araştırmalarda hızlandırmıştır (Pizzi 1983).

Kondanse tanenler flavanoid birimlerinden oluşan yapılardır. Ana bileşenleri kateşinler (flavan-3-ol'ler) ve lökoantosiyanidinler (flavan-3,4-diol'ler) dir. Flavonoid grubuna dahil olan bu bileşikler bitki dünyasında oldukça geniş bir yayılış göstermektedir. Flavonoidler yapılarına bağlı olarak flavon, flavan, flavanon ve izoflavon olarak gruplandırılırlar. Ayrıca açık piron halkası olanlar çalkonlar olarak adlandırılmıştır. Bu flavon türevlerinin çoğu birçok odun türünde bulunmaktadır. Özellikle *Acacia* Mill. cinsinin öz odununda bulunan kondanse tanenler birçok araştırmaya konu olmuştur (Balaban 2003). Kondanse tanenleri aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz;

1.3.2 Kondanse tanenleri sınıflandırması

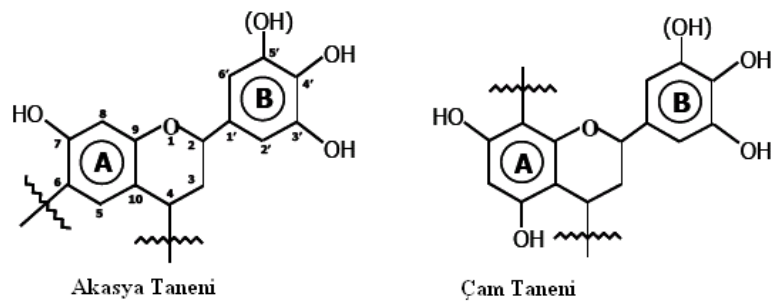
1.3.2.1 Monoflavonoidler:

Tanen olmayan fenolik yapılardır. Nispeten basit yapılarından dolayı ticari olarak önemli tanen ekstraktları içerisinde en çok üzerine araştırma yapılan gruba temsil etmektedir. Bunlar içinde, flavan-3,4-diol'ler, flavan-3-ol'ler, flavonol'ler, flavanon'ler ve çalkonlar en çok bilinenlerdir. A ve B halkası itibariyle 4 farklı kombinasyonu mevcuttur. A halkası rezorsinol ve floroglisinol, B halkası kateşol ve pirogallol olabilir. Bunlar kondanse tanenler içerisinde çok küçük (%3) bir gruptur. Sadece flavan-3,4-dioller ve bazı flavan-3-oller kondanse tanen oluşumuna katılmaktadır. Fenolik süstitüsyonun dört kombinasyonunun her biri mimoza tanenlerinde bulunmaktadır. Flavonoid türleri tarafından oluşturulan ana yapı rezorsinol A halkaları ve pirogallol B halkalarına dayanmaktadır. Bunlar tanenlerin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. İkinci şekil ise rezorsinol A ve kateşol B halkalarıdır ve bunlar toplam kabuk tanen fraksiyonunun %25'ini temsil etmektedir. Bu 4 yapı mimoza kabuk ekstraktının %65-80'nini oluşturmaktadır. Geri kalan

kısımlar tanen olmayan yapılardır. Bunlar karbonhidratlar, hidrokolloid sakızlar, amino ve imino asit fraksiyonlarıdır.

Benzer flavonoid A ve B halka yapıları kısmen farklı ve daha az kesin tespit edilmiş olsa da quebracho odun ekstraktında da bulunmaktadır. Mimoza ekstraktının iki ana süstitüsyon şekli aynı zamanda quebrachoda da bulunmaktadır. Kuersetrin ve mirisetrin flavonları, flavan 3-ol katesin ve gallokatesin bulunması mimoza ile arasındaki en önemli farktır. Quebracho ekstraktında hiçbir floroglisinolik A halkası bulunmamaktadır ya da çok düşük miktardadır.

Mimoza ve quebracho ekstraktına benzer yapılar *Pseudotsuga menziessii* (Mirb.) Franco'nde de bulunmaktadır. Çam tanenlerinde ise tamamen farklı yapı ve ilişkiler bulunmaktadır. *Pinus ponderosa* Douglas ex C.Lawson'nın dışında (ana flavonoid şekli mimoza ile benzerdir) çalışılan diğer çam türlerinde sadece iki yapı belirlenmiştir. Birinci tip, floroglisin A halkası ve katesin B halkası. İkinci tipte ise, A halkası florogilisin ve B halkası fenol'dür. A halkası bu nedenler sadece floroglisinol tipte yapıya sahiptir. Şekil 1.3'te akasya ve çam taneninde bulunan A ve B halka yapıları gösterilmiştir. Bu durum bu tanenlerin tutkal yapımında kullanılmasında çok önemlidir. Rezorsinol tipte A halkaları ve pirogallol tipte B halkaları hiçbir şekilde bulunmamaktadır (Pizzi 1983).



Şekil 1. 3: Akasya ve çam tanenine ait A ve B halkaları

1.3.2.2 Triflavonoidler ve Tetraflavonoidler ve Kondanse Tanenler:

Rezorsinol birimleri arasındaki 4,6 ve rezorsinol ile floroglisinol birimleri arasındaki 4,8 bağlarına dayalı kondanzasyonun prensibi genel flavonoid otokondanzasyon şekli olarak görülmektedir. Her ne kadar rezorsinolik birimler arasındaki 4,6 bağları hakkında şüphe olmasada bazı belirsizlikler mevcuttur. Bu şüpheler;

- Tanenlerin düşük uç birimi olarak floroglisinolik flavonid biriminin pozisyonu.
- 4,8 bağlarının mümkün olan tek floroglisinolik kondanzasyon şekli olmasıdır.

Bu durum mopane ağacının öz odunundan izole edilen triflavonoid kondanse taneninde ve karree ağacından elde edilen tetraflavonoid biriminde görülmektedir (Pizzi 1983).

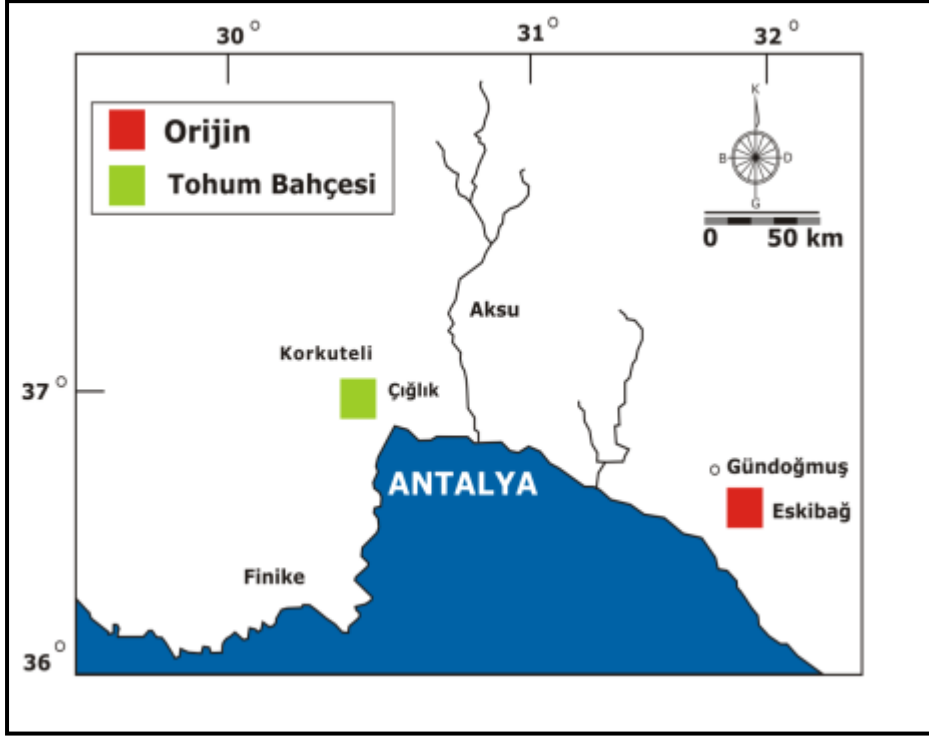
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Kızılçam ibre yapraklardaki tanen miktarının mevsimsel varyasyonu konulu bu çalışma; arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1 Arazi Çalışmaları

2.1.1 Çalışma alanı

Çalışmamıza konu olan örneklenmenin yapıldığı kızılçam ibre yaprakları, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Ağaçları ve Tohum Islah Araştırma Müdürlüğü (ORTOHUM) tarafından 1992'de kurulmuş olan bir klonal tohum bahçesinden toplanmıştır. Alandaki mevcut bulunan 2166 ağacın orjini Antalya-Gündoğmuş-Eskibağ'dır. Tohum bahçesi Antalya ili Çıglık Mahallesi sınırları içerisinde 37° 01'33' kuzey enlemi ile 30° 32'52' doğu boylamı arasında konumlanmaktadır. Alanın deniz seviyesinden olan yüksekliği ise 320 metredir. ORTOHUM kayıtlarına göre, Eskibağ orjininden alınan aşı kalemleri Şubat 1992 tarihinde daha önce 8m x 8m'lik aralıklarla dikilmiş olan altlıklara aşılanmıştır. Arazi gözlem ve örneklerin toplandığı yılda (2014) yaklaşık 22 yaşında olan fidanların dikili olduğu alan 17,8 ha büyüklüğündedir. Alanda 30 farklı klona ait ağaçlar yer almaktadır. Bu çalışma için çam kese böceği istilasına dirençli ve dirençsiz bireylerin saptandığı İSİN değerlerine göre (Semiz 2009), 2 farklı klon (9268-9294) her bir klondan 10 adet ağaç olmak üzere, ağaç olarak 20 tane ağaç ve bu ağaçlardan 6 farklı ay için toplamda 120 ağaç çalışılmıştır. Klonların bahçedeki konumları yerleşim planlarına işlenmiş olup, bahçedeki her ağacın ait olduğu klonlar ve akrabalık ilişkileri bilinmektedir.



Şekil 2. 1: Çalışmanın yapıldığı kızılçam tohum bahçesinin kurulduğu alan (Çıglık) ve tohumun getirildiği orijin (Gündoğmuş-Eskibağ) (Semiz 2009'dan).



Şekil 2. 2: Çalışmanın yapıldığı kızılçam tohum bahçesinin uydudan alınan görüntüsü [Klonlara ait ağaçlar (rametler), resmin ortasındaki sıra ve sütunlarda noktalar halinde görülmektedir] (Semiz 2009'dan).

2.1.2 Tohum Bahçesindeki Klondan İbre Örneklerinin Toplanması

ÇKB "*İstila İndeksi*"ne bakılarak (Semiz 2009), çalışma alanındaki 30 farklı klonun içerisinde en az istilaya uğramış klondan (9268) 10'ar adet ve en fazla istilaya uğramış olan klondan (9294) 10'ar olmak üzere toplamda 2 klondan 20 adet ağaç çalışma için kullanılmıştır (ağaçlar, deneme alanının bütününde rastgele olarak dağılmaktadır). Bu ağaçların her birinden yeterli sayıda (yaklaşık 20–25 adet) ibre örnekleri toplanmıştır. Toplanan örnekler, klonlarına ve deneme alanındaki konumuna (sıra x sütun numaralarına) göre etiketlenmiş ve ayrı ayrı tüplerde sıvı azota alınmıştır.

İbreler, yaklaşık aynı yükseklikten (2-3 m) ve hep aynı yöndeki (ağacın güneşe bakan tarafındaki) apikal dal sürgünlerinden toplanmıştır. Toplanan ibreler, arazide sıvı azot içerisinde alınmış ve aynı gün laboratuvara getirilerek -80°C'de saklanmaya alınmıştır.



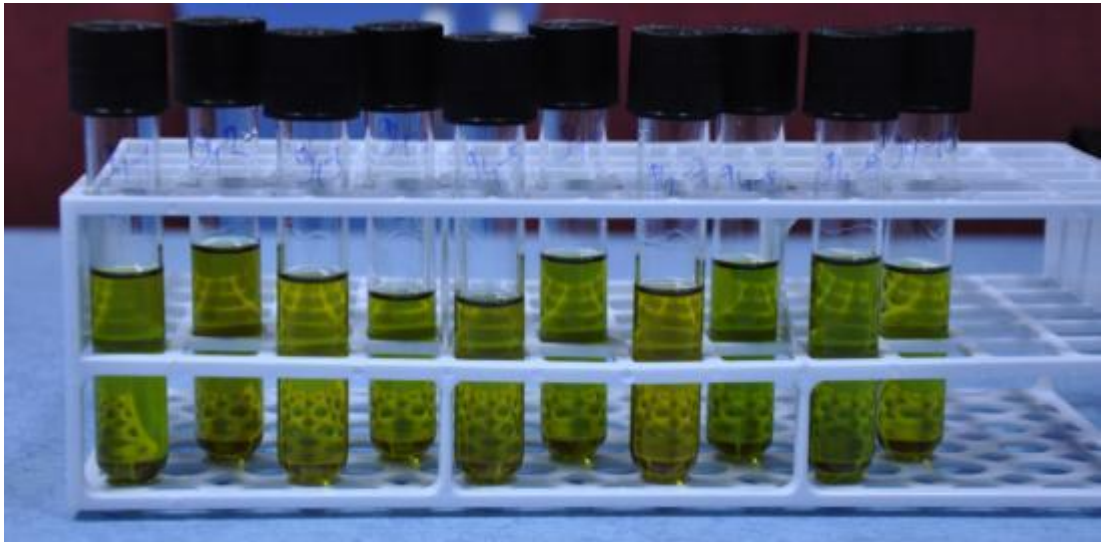
Şekil 2. 3: Tohum bahçesindeki klondan ibre örneklerinin toplanması.

2.2 Laboratuvar Çalışmaları

2.2.1 Tanen Analizleri

2.2.1.1 Bitki Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Tanen analizi için buzdolabında saklanan örnekler öğütücüde toz haline getirilip homojenleştirilmiş ve 1 mm'lik elekten geçirilmiştir. Tanen ekstraktı için öğütülmüş ibre yapraklardan 200 mg 10 ml'lik test tüpüne konmuş, üzerine soğuk %70'lik aseton ilave edilmiştir (Şekil 2. 4). Bu karışımı homojenleştirmek için tüpün ağzı sıkıca kapatılarak vortekste yaklaşık 1 dakika karıştırılmış ve buzdolabında muhafaza edilmiştir. Daha sonra soğutuculu santrifüjde 4°C'de, 3000 devirde, 15–20 dakika santrifüj edilmiştir. Tam çökme gerçekleşmediği durumlarda santrifüj işlemi 5–10 dakika daha uzatılmıştır. Üstte kalan kısım ayrı bir tüpe alınmış ve tanen analizi yapılmak üzere buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 2. 4: Asetonla ekstraksiyonları yapılmış çam ibresi örnekleri

2.2.1.2 Toplam Çözünebilir Tanen

Bu amaçla Folin Ciocalteu ayracı ile 725 nm'de absorbans değeri okunmuştur. Standart eğri hazırlamak için düz bir şişede 25 ml suda 12,5 mg tannik asit eritilmiştir. Tanen içeren ekstrakt test tüpünde seyreltilerek saptanmıştır. 50 µl

ekstrakt üzerine 950 µl soğuk su, 500 µl Folin Ciocalteau ayracı konmuş ve 3 dakika sonra 2500 µl Na₂CO₃ (20%) ilave edilmiştir. Cam tüp araç eklendikten sonra vortekslenip ve 1 saat sonra 725 nm absorbansta okunmuştur (Lowry ve diğ. 1951; Makkar ve diğ. 1993).

Kalibrasyon eğrisi için aşağıdaki standart tannik asit çözeltisi kullanılmıştır:

20 µl Tannik asit + 980 µl H₂O + 500 µl Folin + 2500 µl Na₂CO₃

40 µl Tannic asit + 960 µl H₂O + 500 µl Folin + 2500 µl Na₂CO₃

60 µl Tannic asit + 940 µl H₂O + 500 µl Folin + 2500 µl Na₂CO₃

80 µl Tannic asit + 920 µl H₂O + 500 µl Folin + 2500 µl Na₂CO₃

2.2.1.3 Tanen İçermeyen Fenollerin Belirlenmesi

100 mg PVPP (polivinilpolipirrolidon) bir test tüpüne konup her bir çözücünün hacmi 1 ml saf su ile 2 katına çıkartılmıştır (tanenler PVPP ile çökelirler). Daha sonra 1 ml tanen ekstraktı eklenerek vortekste karıştırılmıştır (100 mg PVPP 1 mg tanen fenolünü bağlar). Bu test tüpü 15 dakika soğuk suda bekletilip tekrar vortekte karıştırılıp ve 4°C de 15 dakika 3000 devirde santrifüj edilmiştir. Süpernatant (üstteki sıvı) kısmı alınıp ve 3000 devirde 10 dakika santrifüj edilip sonra kahverengi şişelere konulmuştur. Bu şişeler 4 °C de saklanmıştır. Toplam fenol tayininde olduğu gibi, hazırlanan bu ekstraktan 50 µl tüpe konup, üzerine 950 µl saf su ve 500 µl Folin eklenip. 3 dakika sonra da 2500 µl Na₂CO₃ (20%) bu karışımın üzerine ilave edilmiş ve 725 nm'de absorbans değeri okunmuştur (Lowry ve diğ. 1951; Makkar ve diğ. 1993). Bu değere karşılık gelen mgTAE/g değeri standart eğriye göre hesaplanmıştır.

2.2.1.4 Ekstrakte Edilebilir Kondanse Tanenlerin Hesaplanması

1,5 ml Bütanol-HCl ayracı, 250 µl tanen ekstraktı, 50 µl Fe (FeCl₃ çözeltisi) bir tüpe konulup, vortekte karıştırılır. Test tüpünün ağzı sıkıca kapatılıp, 1 saat 97–100°C'de tutulur ve soğuduktan sonra 550 nm'de absorbans değeri okunur (Bate-Smith,1975; Porter ve diğ. 1986).

Kondanse tanenler aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanır:

$$\frac{\text{Absorbans (550 nm)} \times 78,26 \times \text{seyreltme faktörü}}{\text{Kuru ağırlık (\%)}}$$

2.3 İstatistiksel Analizler

Her bir ölçüm değeri için elde edilen sayısal değerlerde, bir klonun aylara göre değişimlerinde anlamlı bir farkın olup-olmadığının belirlenmesi Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) testi ile, aylara ait değerlerin her iki klon arasında bir farklılığa sahip olup-olmadığının araştırılması için ise Student *t*-testi uygulanmıştır. ANOVA testinden önce veri setinin homojenitesi ve normal dağılımının belirlenmesi için Anderson-Darling testi sonuçlarına bakılmıştır. Verilerin homojen çıkmadığı durumlarda ise parametrik olmayan testlerden Kruskal Wallis testi devamında da Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Sonuçlar, bu testlerin sonuçları altında irdelenmiştir.

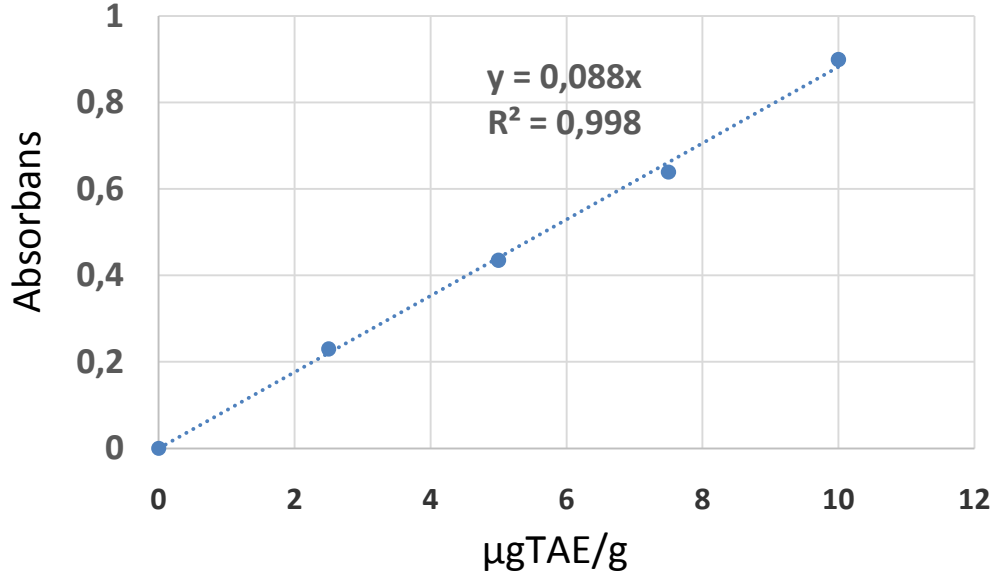
Tohum bahçesinde böcek istilası gözlemleri ve tanen türevli bileşiklerin analizlerinden elde edilen veriler, Semiz 2009'da yapılan İSİN değerlerinin hesaplanması, ANOVA ve Kruskal Wallis testleri için SPSS (SPSS, versiyon: 15.0.1, Chicago, IL) istatistik paket programı; standart eğri hazırlama için hazırlanan grafikler ise Windows Office Excel programı kullanılarak yapılmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışmayla, tohum bahçesinde genetik olarak farklı klonlara ait kızılçam ağaçlarından alınan ibrelere ait tanen miktarları istatistiksel olarak değerlendirilmiş, ortalama ve standart hata değerleri hesaplanmış (Tablo 3.1) ve önem derecelerine göre farklılıkları belirlenmiştir. Bu ağaçlardan yaprak örnekleri 2014 ve 2015 yılları arasında, her iki ayda bir olacak şekilde (Ekim-Aralık-Şubat-Nisan-Haziran ve Ağustos) ve üç tekerrürlü olarak örneklenmiş ve bu örneklerden de toplam çözünebilir tanen, tanen içermeyen fenoller ve ekstrakte edilebilir kondanse tanen içerikleri belirlenmiştir. Bu şekilde bu bileşiklerin yıl içindeki olası değişimin de gözlenmesi amaçlanmıştır.

Tablo 3. 1: *P.brutia* ibre yapraklarındaki Toplam Çözülebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenoller ve Kondanse Tanen Miktarları ve İstatistiksel Analizleri ($n=10$). “*” içeren hesaplamalar Kruskal Wallis testi ile hesaplanmıştır. Tablodaki herbir harf istatistiksel anlamda farkı göstermektedir.

		Toplam Çözülebilir Tanen (mgTAE/g)	Tanen İçermeyen Fenol (mgTAE/g)	Kondanse Tanen (mgLE/g)
Klonlar	Aylar	Ort. ± SE	Ort. ± SE	Ort. ± SE
9268	<i>Ekim</i>	11,007 ± 0,51 c	3,776 ± 0,08 b	23,470 ± 0,78 a
	<i>Aralık</i>	8,146 ± 0,49 a	2,812 ± 0,13 a	20,598 ± 1,95 a
	<i>Şubat</i>	9,608 ± 0,26 b	3,840 ± 0,16 b	30,987 ± 0,82 b
	<i>Nisan</i>	12,806 ± 0,44 d	4,471 ± 0,27 c	56,214 ± 2,05 c
	<i>Haziran</i>	12,831 ± 0,53 d	4,632 ± 0,24 c	56,362 ± 2,28 c
	<i>Ağustos</i>	13,007 ± 0,59 d	4,740 ± 0,17 c	58,736 ± 4,74 c
	<i>ANOVA</i> (9268; aylar)	F: 17,466 P<0.001	F: 15,046 P<0.001	χ^2: 48,602 P<0.001*
9294	<i>Ekim</i>	9,526 ± 0,48 bc	3,715 ± 0,12 b	21,517 ± 1,30 b
	<i>Aralık</i>	8,718 ± 0,49 b	2,753 ± 0,18 a	14,795 ± 1,07 a
	<i>Şubat</i>	4,305 ± 0,25 a	2,457 ± 0,15 a	26,318 ± 1,40 b
	<i>Nisan</i>	9,183 ± 0,45 bc	3,635 ± 0,20 b	37,486 ± 1,68 c
	<i>Haziran</i>	9,725 ± 0,36 bc	3,851 ± 0,23 b	38,398 ± 2,42 cd
	<i>Ağustos</i>	10,572 ± 0,64 c	3,890 ± 0,21 b	43,792 ± 2,96 d
	<i>ANOVA</i> (9294; aylar)	F: 23,120 P<0.001	F: 11,077 P<0.001	χ^2: 44,064 P<0.001*
	<i>t</i> (klonlar;Ekim)	<i>t</i> : 2,114 df:18 P=0.049	<i>t</i> : 0,419 df:18 P=0.680	<i>t</i> : 1,290 df:18 P=0.214
	<i>t</i> (klonlar;Aralık)	<i>t</i> : -0,817 df:18 P=0.425	<i>t</i> : 0,264 df:18 P=0.795	<i>t</i> : 2,610 df:18 P=0.018
	<i>t</i> (klonlar;Şubat)	<i>t</i> : 14,63 df:18 P<0,001	<i>t</i> : 6,198 df:18 P<0,001	<i>t</i> : 2,880 df:18 P=0,010
	<i>t</i> (klonlar;Nisan)	<i>t</i> : 5,754 df:18 P<0,001	<i>t</i> : 2,513 df:18 P=0,022	<i>t</i> : 7,058 df:18 P<0,001
	<i>t</i> (klonlar;Haziran)	<i>t</i> : 4,842 df:18 P<0,001	<i>t</i> : 2,359 df:18 P=0,030	<i>t</i> : 5,399 df:18 P<0,001
	<i>t</i> (klonlar;Ağustos)	<i>t</i> : 2,781 df:18 P=0,012	<i>t</i> : 3,106 df:18 P=0,060	<i>t</i> : 2,676 df:18 P=0,015



Şekil 3. 1: Toplam çözünebilir tanen ve tanen içermeyen fenollerin hesaplanmasında kullanılan standart eğri.

Verilerden de görüleceği üzere, çalışmamızın ana temelini oluşturan ana hedeflere ulaşıldığı görülmektedir. Şöyleki, bu elde edilen veriler ile *P. brutia*'da tanen türevli bileşikleri yıl içerisinde bir varyasyona sahip olduğu görülmektedir (Tablo 3.1). Örneklerimizin tamamında (her üç tanen türevli analiz için) sıcaklığın ciddi azalma gösterdiği aylarda (Aralık ve Şubat) tanen miktarında ciddi bir düşüş, ve sıcaklığın arttığı aylarda (Ekim, Nisan, Haziran, Ağustos) ise önemli bir artış olduğu görülmektedir. Bu artışın ilkbahar ve yaz aylarında olması da hem sıcaklık parametresi ilişkili olabileceği, bunun yanında tohum bahçesinde görülen çam kese böceğinin beslenme için davranış gösterdiği aylarda olması da dikkat çekicidir. Bunun yanında dirençli olan klon 9268'e ait ağaçların ibre yapraklarındaki tanen miktarlarının, dirençsiz olan klon 9294'den istatistiksel anlamda da farklı şekilde çıkması, böceğin bu klon üyelerini neden tercih edip veya etmediği konusunda da ciddi bulgular ortaya sunmaktadır. Çam türlerinde beklendiği üzere, kondanse tanen miktarı, diğer iki tip tanen miktarında göre oldukça yüksek bulunmuştur. Bu farkın, hem aylar arasında hem de klonlar arasında istatistiksel önemde olduğu görülmüştür.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ülkemiz orman varlığının en önemli türlerinden biri olan Kızılcım seçilmiştir. Kızılcım hem ekonomik hem de ekolojik yönden ülkemiz için en önemli orman ağacıdır. Tanen ve türevi bileşikler karbon bakımından çok zengin bileşikler olup, yaprakların dökülmesiyle topraktaki mikrocanlıların başlıca karbon kaynağıdır. Ayrıca topraktaki mikrobiyal faaliyetleri de kısmen yavaşlattığı bilindiği için (Kraus ve diğ. 2003); bitki kısımları ve ölü örtüdeki bu bileşiklerin miktarının önemli ekolojik rolleri olduğu düşünülmektedir. Tanen ve türevi bileşenlerin, odunsu ağaçlardan kurulu ekosistemlerde başlıca karbon kaynağı olduğu, bitkilerin yapraklarının içeriklerinde önemli yer teşkil ettikleri ve bitki gövdelerini saran kabuğun sahip olduğu tanen miktarının %40'a kadar ulaşabildiğini belirtilmektedir. Tanenlerin otçul canlılar için önemli derecede beslenme caydırıcısı (deterrent) özellik gösterdiği ortaya konulmuştur (Kraus ve diğ. 2003).

Bitkilerin sahip olduğu veya ilgili kısımlarında depo ettikleri tanen bileşenlerinin çevresel ve genetik faktörlerle ilişkili olduğu kesindir. Salminen ve diğ. (2004) Finlandiya'da meşe türü üzerinde yaptıkları çalışmada, tanen içeriğinin mevsimsel değişimini araştırmışlardır. Hidrolize olabilen tanenlerin bitkinin tüm yapraklarında baskın bileşen olduğunu göstermişlerdir. Sonuç olarak ise, doğal populasyonlarda çalıştıkları için (genetik orijin bilinmediğinden) tanenlerin mevsimsel çeşitliliğinin, bu bileşiklerin çevresel parametrelerden en başta gelen sıcaklıkla olan ilişkisine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda, Alonso-Amelot ve diğ. (2007) yaptıkları çalışmada, bir eğrelti türü olan *Pteridium arachnoideum*'da tanen ve fenol miktarının yükseklik, sıcaklık ve UV miktarına da bağlı olarak varyasyon gösterebildiğini bulmuşlardır.

Bir organizma canlılığını verimli bir şekilde devam ettirebilmek için, bulunduğu ortamın kendisine yaptığı çevre baskısına uyum sağlamak (Pianka 1988) ya da çevre ile uyum gösteren özelliklere sahip olmak zorundadır (Mayr 2001). Bu

çevre baskısı; ortamın fiziksel koşulları, mevsim parametreleri, çevrenin kararsızlığı, besin erişebilirliği, avcı ve predatörler ile sosyal çevre ilişkisi gibi başlıklar altında toplanmaktadır. Tüm bu özellikler canlının mevcut genotipiyle birlikte etki ederek, canlının yaşam döngüsünü şekillendirmektedir (Richklefs ve Wikelski 2002). Doğada bitkiler kendilerini savunmak zorundadırlar. Özellikle herbivorlara karşı olan savunmanın bitkinin sekonder bileşikleri ile ilişkili olduğu çok açıktır. Bu bağlamda da tanenlerin *Pinus* türlerinde çok önemli bir yer teşkil ettiği belirtilmektedir (Vieria ve diğ. 2011; Scalbert 1992; Luck ve diğ. 1994; Aerts ve diğ. 1999). Guimarães-Beelen ve diğ. (2006) yaptıkları çalışmada, kondanse tanenlerin herbivor canlının sindirim sisteminde engelleriyici özellik gösterdiği, bu sayede de kendini koruyabildiğini göstermiştir. Şen ve diğ. (2002) bazı bitki içeriğinde bulunan tanenlerin böcek öldürücü özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada meşe palamudu (*Quercus ithaburensis*), meşe mazısı (*Quercus infectoria*), sumak yaprakları (*Cotinus coggyria*) ve kızılçam (*Pinus brutia*) gövde kabuklarından elde edilen ekstraktların siyah kuşaklı teke böceği (*Rhagium inquisitor*)'ne karşı olan etkilerine bakılmış ve ekstrakt emdirilmiş odunlar içinde larvaların yaşam ve gelişimlerinin ciddi seviyede etkilendiği, %4'e kadar olan konsantrasyonlarda larvaların gelişimlerinin oldukça yavaşladığını, bu değer ve üzerindeki konsantrasyonlarda ise larvaların tamamen öldüklerini ortaya koymuşlardır. Tüm bu verilen tanenlerin koruyucu özelliğinin yanısıra, *Pinus densiflora*'nın gövde kabuklarında bulunan yüksek orandaki tanenin *Monochamus alternatus* böceğinin ovipozisyon tercihini stimüle ettiği görülmüştür (Allison ve diğ. 2004).

Sonuçlardan da gözlendiği gibi bu ilişkinin öncelikle bitkinin genetik yapısına bağlı olduğu görülmüştür. Bitkilerin hem genetik hem de çevresel parametrelere bağlı olarak (sıcaklık, herbivor zararı vb.) bu bileşikleri değişik seviyelerde içermeleri bir çok kompleks ekolojik süreçinde tetikleyici olmaktadır. Çevresel parametrelerin değişimi ekosistem öğeleri üzerinde şüphesiz sayısız değişime yol açmaktadır. Bu çerçevede, bu tür yapılan ekolojik çalışmalarla, ekosistemin çevresel parametrelerle olan karışık ilişkilerinin anlamaya çalışırken, diğer yandan onun verdiği cevapların da ölçülebilmesi, uzun yıllar sonra ortaya çıkabilecek biyolojik süreçleri önceden tahmin etme şansı kazanmamıza yardımcı olacağı çok açıktır. Bu çalışma kızılçamın bir yıllık tanen ve türevi maddelerin değişimini belirlemek için yapılmıştır. Ülkemiz açısından önem arz eden ve talep miktarı yüksek olan türler için

bütün türler için bu özellikler ve etkileri ayrı ayrı ve birlikte incelenmesi çok yararlı olacaktır. Bitkilerin günümüzdeki gibi sadece floristik, fizyolojik ya da otoekolojik özelliklerini belirlemenin, onların ait oldukları ekosistemleri anlamaya yetmeyeceği de çok açıktır.

Doğadaki mevcut süreçlerin çok daha kesin ortaya konulabilmesi için, bu süreçlerin daha uzun dönemler halinde izlenmesi şüphesiz çok önemlidir. Bu sayede, yıllar arasındaki olası değişimler, diğer tüm çevresel parametrelerin de ortaya konulmasıyla uzun vadeli ekosistem planlamaları yapılması mümkün olabilecektir. Ayrıca bu tür çalışmaların, topraktaki organik maddenin mineralizasyon aşamaları deneyleriyle de desteklenerek açıklanması daha faydalı olacaktır.

5. KAYNAKLAR

Aerts, T.J., Barry, T.N., McNabb, W.C., "Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages", *Agr. Ecosyst. Environ.*, 75: 1-12, (1999).

Anonim., "Orman Varlığımız" *Orman Genel Müdürlüğü Yayınları*, 160s, Ankara, (2006).

Anonim., ORTOHUM web sayfası, 2015, <http://www.ortohum.gov.tr/tohbah.htm>, (2009).

Allison, J.D., Borden, J.H., Seybold, S.J., "A review of the chemical ecology of the Cerambycidae (Coleoptera)", *Chemoecol.*, 14, 123–150, (2004).

Alonso-Amelot, M. E., Oliveros-Batidas, A. & Calcagno-Pisarelli, M. P., "Phenolics and condensed tannins of high altitude *Pteridium arachnoideum* in relation to sunlight exposure, elevation, and rain regime", *Biochem. Syst. Ecol.*, 35, 1-10, (2007).

Anşin, R. "Tohumlu Bitkiler Gymnospermae (Açık Tohumlular) I." *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, 122/15, (1994).

Asmaz, H., Akdeniz Peyzajında Kızılcâmın Önemi. Uluslararası Kızılcâm Sempozyumu 18-23 Ekim 1993, Bildiriler Kitabı s.48-55, Marmaris, (1993).

Atalay, İ., Sezer, L.İ., Çukur, H., "Kızılcâm (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması", Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Yayın No.6, s.108, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir (1998).

Bakırel, T, "Veteriner Toksikoloji Yönünden Trakya Bölgesi'nin Zehirli Bitkileri Üzerine Çalışmaları. Trakya Bölgesindeki Zehirli Bitki Türlerinin Yöredeki Yayılışları ile İçerdikleri Etken Maddelerin Kalitatif Yönden Saptanması", *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Der.*, 28.1, 125-142, (2002).

Bakırel, T., "Veteriner Toksikoloji Yönünden Trakya Bölgesi'nin Zehirli Bitkileri Üzerine Çalışmalar", İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakoloji ve Toksikoloji Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, (1998).

Balaban, M., *Orman Ürünleri Kimyası Ders Notları*. (Basılmamış), (2003).

Balaban, M., Identification of the Main Phenolic Compounds in Wood of *Ceratonia siliqua* by GC-MS, *Phytochem. Analysis*, 15, 385-388, (2004).

Barbéro, M., Loisel, R., Quézel, P., Richardson, D.M., Romane, F., "Pines of the Mediterranean Basin", D. M. Richardson (Ed.), *Ecology and biogeography of Pinus*, Cambridge, UK, Cambridge University Press, p.153–170, (1998).

Bate-Smith, E.C., "Phytochemistry of proanthocyanidins", *Phytochemistry*, 14:1107-1113. 41, (1975).

Bisanda, E.T.N., Ogola, W.O., Tesha, J.V., "Characterisation of Tannin Resin Blends for Particle Board Applications", *Cement Concrete Comp.*, 25, 593-598, (2003).

Boydak, M., "Plant diversity, *Phoenix theophrasti* and *Pinus brutia* Ten. Turkey", (eds: A. J. Karamonos and C. A. Thanos), Biodiversity and Natural Heritage in the Aegean Proceedings of the Conference Theophrastus 2000, 5-8 July 2000, Lesbos, s.251-259, Athena, Greece, (2005).

Boydak, M., Dirik, H., "Ülkemizde hızlı gelişen türlerle bugüne kadar yapılan çalışmalarda ulaşılan aşama, uygulanan politika ve stratejiler, buna bağlı olarak uygulanacak politika ve strateji önerileri", Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar, Workshop, 8–9 Aralık 1998, ss: 13–24, Ankara (1998).

Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu, M., "Kızılcımın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü", *İstanbul Üniv. Orman Fak. Yayını*, İstanbul, (2006).

Buckingham, J., *Dictionary of Natural Products on CD-ROM*, Vol 6.1. Chapman & Hall, London, (1998).

Çatal Y., Carus, S., "Doğal Karışık Meşcerelerin Korunması Gerekliliği ve Koruma İlkeleri", Ulusal Korunan Alanlar Sempozyumu, Poster Bildiriler Kitabı, s.89-92, Isparta, (2005).

Davis, P. H., *Flora of Turkey and East Aegean Islands*, Vol. 1, p. 74-75. Univ. of Edinburgh Press, Edinburgh, (1965).

Dudareva N., Negre, F., Nagegowda, D.A., Orlova I., "Plant volatiles: recent advances and future perspectives", *Crit. Rev. Plant Sci.*, 25, 417–440, (2006).

Fennema, O.R., *Food Chemistry*, Marcel Dekker, Inc. New York, (1996).

Frankis, M. P., "Morphology and Affinities of *Pinus brutia*", *Uluslar arası Kızılcım Sempozyumu (18-23 Ekim, 1993, Marmaris)*, Orman Bakanlığı Yayını, s.11-18, Ankara (1993).

Gökmen, H., Gymnospermae (Açık tohumlular), Orm. Gn. Md. Yayın No: 523, S. 286-291, Ankara, (1973).

Gökşin, A., *Kızılçamın Botanik Özellikleri, Kızılçam El Kitabı*, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, s.11-14, Ankara, (2001).

Guimarães-Beelen, P.M., Berchielli, T.T., Buddington, R., Beelen, R., "Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus flavefaciens* FD1", *Arq. Bra. Med. Vet. Zoo.*, 58(5), 910-917, (2006).

Güner, A., Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. Flora Dizisi 1, İstanbul, (2012).

Hafizoğlu, H., Orman Yan Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon, (1984).

Hagerman, A.E., Rice, M.E., Ritchard, N.T., "Mechanisms of Protein Precipitation for Two Tannins, Pentagalloyl Glucose and Epicatechin16 (4→8) Catechin (Procyanidin)", *Journal Agric. Food Chem.*, 46, 2590-2595, (1998).

Hagerman, A.E., *The Tannin Handbook*, Department of Chemistry and Biochemistry, Miami University, (2002).

Hanover, J.W., "Environmental variation in the monoterpenes of *Pinus monticola* Dougl.", *Phytochemistry*, 5, 713–717, (1966).

Harvey, I., "Analysis of Hydrolysable Tannins", *Anim. Feed Sci. Tech.*, 91,3-20, (2001).

Haslam, E., "Natural Polyphenols (vegetable Tannins) as Drugs: Possible Modes of Action", *J. Nat. Prod.*, 59, 205-215, (1996).

Huş, S., *Orman Mahsülleri Kimyası*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, (1969).

Işık, K. "Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten: Seed and Seedling characteristics", *Silvae Genet.*, 35, 58–67, (1986).

Işık, K., Kara, N., "Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten. and its implication in genetic conservation and seed transfers in southern Turkey", *Silvae Genet.*, 46, 113–120, (1997).

Işık, K., Topak, K., Keskın, A.C., "Kızılçam'da (*Pinus brutia* Ten.) Orijin Denemeleri: Altı Farklı Populasyonun Beş Ayrı Deneme Alanında İlk Altı Yıldaki

Büyüme Özellikleri", Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No.3, s.139, Ankara, (1987).

Karrer, P., Salomon, H.R., Peyer, J., "Das chinesisches Tannin. II. Mitt. über Gerbstoffe", *Helv. Chim. Acta*, 6, 3, (1923).

Kaya, N., "Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Çameli-Göldağı orijinli Asar-Antalya klonal tohum bahçesinde eşleme sisteminin ve genetik Kontaminasyonun Saptanması", Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Antalya, (2001).

Kayacık, H., "Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği", *İstanbul Üniv. Orman Fak. Yayınları*, s:390, İstanbul, (1965).

Kayacık, H., Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, Gymnospermae (Açık tohumlular), Cilt 1, s. 235-236, İ.Ü.Orm. Fak. Yayını No: 28, İstanbul, (1980).

Keskin, S., "Çameli-Göldağı Orijinli Kızılçam Tohum Bahçesinde Çiçek ve Kozalak Verimi Açısından Klonal Farklılıklar ve Çiçeklenme Fenolojisi", *T.C. Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayını, Teknik Bülten 9*, Ankara, (1999).

Kılıç, M., Güner, Ş.T., "Göhlisar Kızılçam Meşceresi", *Orman Mühendisliği*, 37 (5), 18-21, (2000).

Klepzig D. K., Kruger, E. L., Smalley, E. B., Raffa, K. F., "Effects of biotic and abiotic stress on induced accumulation of terpenes and phenolics in red pines inoculated with bark beetle-vectored fungus", *J. Chem. Ecol.* Vol. 21, No. 5, (1995).

Koski, V., and J. Antola. "National Tree Breeding and Seed Production Program for Turkey 1994–2003, Enso Forest Development Oy Ltd., *Turkish-Finnish Forestry Project*, Ankara, (1994).

Kraus, T.E.C., Dahlgren, R.A., and Zasoski, R.J. "Tannins in Nutrient Dynamics of Forest Ecosystems — a review", *Plant and Soil*, 256: 41–66, (2003).

Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., and Randall, R. J., "Protein measurement with the Folin phenol reagent", *J. Biol. Chem*, 193:265–275, (1951).

Luck, G., Liao, H., Murray, N.J., Grimmer, H.R., Warminski, E.E., Williamson, M.P. et al. "Polyphenols, Astrigency and Proline-Rich Proteins", *Phytochemistry*, 37: 357-371, (1994).

Makkar, H.P.S., Bluemmel, M., Borowy, N.K., Becker, K., "Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods", *J. Sci. Food Agric.* 61, 161–165, (1993).

Mayr, E., *What evolution is?*, New York: Basic Books , p.192, (2001).

Nerg, A., Kainulainen, P., Vuorinen, M., Hanso, M., Holopainen, J.K., Kurkela, T., "Seasonal and geographical variation of terpenes, resin acids and total phenolics in nursery grown seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L)", *New Phytol.*, 128, 703–713, (1994).

OGM, "Türkiye Orman Varlığı", Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayın No.: 85, Envanter Serisi No: 12, Ankara, (2012).

Özdemir, T., "Antalya Bölgesinde Kızıldağ (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Tabii Gençleştirme Olanakları Üzerinde Araştırmalar", *İstanbul Üniv. Orman Fak. Dergisi*, 27(2), 312-363, (1977).

Pianka, E. R., *Evolutionary Ecology*, 4th Edition, New York: Harper&Row Publishers, p.468, (1988).

Pizzi, A., "*Wood Adhesives, Chemistry and Technology*", Marcel Dekker Inc, ISBN: 0-8247-1579-9, New York, (1983).

Porter, L.J., Hrstich, L.N. Chan, B.G., "The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin", *Phytochemistry*, 25, 223-230, (1986).

Richardson, J.S., "Life cycle phenology of common detritivores from a temperate rainforest stream" *Hydrobiologia*, 455, 87–95, (2001).

Ricklefs, R. E., Wikelski, M. "The physiology/life-history nexus", *Trends Ecol. Evol.*, 17, 462–468, 2002.

Saatçioğlu, F., "Silvikültür Tekniği", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, s.425, İstanbul, (1976).

Salminen, J. P., Roslin, T., Karonen, M., Sinkkonen, J., Pihlaja, K., Pulkkinen, P., "Seasonal Variation in the Content of Hydrolyzable Tannins, Flavonoid Glycosides, and Proanthocyanidins in Oak Leaves", *J. Chem. Ecol.*, 30 (9), 1693-1711, (2004).

Sarıbaş, M., Ekici, B., "Kızıldağın (*Pinus brutia* Ten.) Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki doğal yayılışına katkı", *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 6:127–135, (2004).

Scalbert, A., "Tannins in Woods and Their Contribution to Microbial Decay Prevention", (eds: Hemingway RW, Laks PE), Plant Polyphenols, New York: Plenum Press, (1992).

Schiller, G., "Diversity among *P. brutia* subsp. *brutia* and related taxa- A review", *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt. 44, Sayı 1, 133–134, İstanbul, (1994).

Selik, M., "Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'in botanik özellikleri üzerine araştırmalar ve bunların halepçanı (*Pinus halepensis* Mil.) vasıfları ile mukayesesi", *Orman Genel Müdürlüğü Yayını*, No: 353/36, İstanbul, (1963).

Semiz, G., "Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'da çam kese böceği (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams.)'ne karşı direncin genetik çeşitliliğinin terpenler bakımından araştırılması", Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 132 ss, Antalya (2009).

Şefik, Y., "Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar", *Orman genel Müdürlüğü Yayını*, No. 420/41, Ankara, (1965).

Şen, S., "Bitki Fenollerinin Odun Koruma Etkinliklerinin Belirlenmesi", Doktora Tezi, *ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak, s.300, (2001).

Şen, S., Hafizoğlu, H., Kanat, M., "Bazı Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin İnsektisit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması", *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(1), 86, (2002).

Şimşek, Y., "Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları", *Orm. Arş. Enst. Teknik Bülten Serisi*, 219, Ankara, (1991).

Şimşek, Y., Tulukçu, M., "Marmara ve Karadeniz Bölgesinde Tesis Edilen *Pinus radiata* Don. Orjin Denemelerinde Gelişme ve Gövde Kalitesi Üzerine Araştırmalar", *KHGYTOA-Araştırma Enst. Teknik Bülten*, No:187, İzmit, (1982).

Ürgenç, S., "Antalya Yöresi Alçak ve Yüksek Kademe Kızılçam Ormanlarında Tohum Veriminin Değişimi (Beş Yıllık Araştırma Sonuçları)", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A*, 27.2, (1977).

Velioğlu, E., İçgen, Y., Çengel, B., Öztürk, H., Kaya, Z., "Moleküler Belirteçler Yardımıyla Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohum Meşcerelerinde, Tohum Bahçelerinde ve Ağaçlandırmalarında Bulunan Genetik Çeşitliliğin Karşılaştırılması." *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten*, 10, (2003).

Vieira, Michel Cardoso, Lelis, Roberto Carlos Costa, da Silva, Bruno Couto, Oliveira, Gisley de Lima., “Tannin Extraction from the Bark of *Pinus oocarpa* var. *oocarpa* with Sodium Carbonate and Sodium Bisulfite”, *Floresta e Ambiente*, 18(1), 1-8, (2011).

Zobel, B. and Talbert, J., Applied Forest Tree improvement, New York, USA: John Wiley & Sons, 167–215, (1984).

6. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Erhan GÖNEN
Doğum Yeri ve Tarihi	: Tarsus – 08.09.1985
Lisans Eğitimi	: Pamukkale Üniversitesi, Biyoloji Bölümü
Elektronik Posta	: egonen@pau.edu.tr
İletişim	: Pamukkale Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, DENİZLİ

AKADEMİK FAALİYETLER:

1. SCI (Science Citation Index) Kapsamındaki Yayınlar

- Semiz, G., Çelik, G., **Gönen, E.**, Semiz, A. 2016. Essential oil composition, antioxidant activity and phenolic content of endemic *Teucrium alyssifolium* Staph. (Lamiaceae). Natural Product Research, 30 (19): 2225-2229.

2. Uluslararası Toplantılardaki Bildiriler

- Semiz, A., Semiz, G., Çelik, G., **Gönen, E.** 2016. Quantitation of gallic acid of three *Origanum* species from south-eastern Turkey. Symposium on EuroAsian Biodiversity, (SEAB-2016), 23-27 May 2016, Antalya, Türkiye. Program and Abstracts Book pp: 603.
- Kocabıyık, K., Semiz, G., **Gönen, E.**, Çetin, H. 2016. Larvicidal activity of *Pinus brutia* Ten. Seed Oil against to *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. Symposium on EuroAsian Biodiversity, (SEAB-2016), 23-27 May 2016, Antalya, Türkiye. Program and Abstracts Book pp: 607.
- Çelik, G., Semiz, G., **Gönen, E.**, Semiz, A. 2016. Antioxidant activity and total phenolic content of *Teucrium alyssifolium* Staph. (Lamiaceae). Symposium on EuroAsian Biodiversity, (SEAB-2015), 01-05 June 2015, Baku-Azerbaijan, Türkiye. Program and Abstracts Book pp: 57.
- Ünal, F., Semiz, G., **Gönen, E.**, Semiz, A. 2016. Larvicidal activity of *Nerium oleander* L. leaf extract against Pine Processionary Moth (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams.). Symposium on EuroAsian Biodiversity, (SEAB-2015), 01-05 June 2015, Baku-Azerbaijan, Türkiye. Program and Abstracts Book pp: 154.
- Semiz G., Parlak, M, **Gönen, E.** 2013. What we know about genetic resistance in *Pinus brutia* Ten. to pine processionary moth (*Th. wilkinsoni* Tams.)? New findings. VII. International Symposium on Ecology and Environmental

Problems, December, 18-21 2013, Antalya-TURKEY, Program & Abstract Book, 59 p.

- Semiz G., Parlak, M., **Gönen, E.**, Doğan, F. 2012. Metil Jasmonat Uygulamasının Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ve Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) İbre Yapraklarındaki Mono- ve Seskiterpen Profili Üzerine Olan Etkisi, Kırgızistan Birinci Uluslararası Biyoloji Kongresi, Bişkek, Kırgızistan, 24-27 Eylül 2012, Özet Kitabı s:192.

3. Ulusal Toplantılarda Sunulan Bildiriler

- Yıldırım, M., Semiz, G., **Gönen, E.** 2015. Kızılçam (*Pinus brutia*)’da Genetik Çeşitliliğe Bağlı Terpen Profillerinin Mevsimsel Varyasyonu. I. Ulusal Bitki Biyolojisi Kongresi, 2-4 Eylül 2015, Bolu-Türkiye, Bildiri Özeti kitabı, s: 69.
- Semiz, G., Özdemir, M., **Gönen, E.**, Semiz, A. 2015. Beyağaç ve Yakın Çevresinden Geleneksel Yöntemlerle Katran Üretimi. I. Ulusal Bitki Biyolojisi Kongresi, 2-4 Eylül 2015, Bolu-Türkiye, Bildiri Özeti kitabı, s: 291.
- Şeker, G., Semiz, G., Akdoğan, A., Semiz, A., **Gönen, E.** 2014. Denizli Şehir Merkezindeki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)’larda Bazı Ağır Metallerin Varyasyonları ve Hava Kirliliğinin İbre Yapraklardaki Toplam Terpen Miktarı Üzerine Olan Etkisi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran 2014, Eskişehir-Türkiye, Bildiri Özetleri Kitabı, s: 947.
- Semiz, G., Parlak, M., **Gönen, E.**, Doğan, F. 2012. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)’da monoterpenlerin mevsime bağlı varyasyonu. 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, Ege Üniversitesi, 3-7 Eylül 2012, İzmir, Türkiye. Özet Kitabı s: 178-179.

4. Görev Alınan Faaliyetler

- **Tübitak Projesi – Rehber:** Topuklu Yaylası Doğa Bilim Kampı-4. **2015.**
- **Tübitak Projesi – Rehber:** Topuklu Yaylası Doğa Bilim Kampı-3. **2014.**
- **Tübitak Projesi – Rehber:** Topuklu Yaylası Doğa Bilim Kampı-2. **2012.**
- **Tübitak Projesi – Rehber:** Topuklu Yaylası Doğa Bilim Kampı-1. **2011.**