ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çiğdem AKRAY

DOĞU AKDENİZ BÖLGESİNDE YETİŞEN ÜÇ FARKLI BİTKİNİN YAPRAK, DAL VE ÖLÜÖRTÜSÜNDEKİ TANEN MİKTARININ TOPRAK KARBON İÇERİĞİNE ETKİSİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞU AKDENİZ BÖLGESİNDE YETİŞEN ÜÇ FARKLI BİTKİNİN YAPRAK, DAL VE ÖLÜÖRTÜSÜNDEKİ TANEN MİKTARININ TOPRAK KARBON İÇERİĞİNE ETKİSİ

Çiğdem AKRAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez …/…/2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza……	İmza…….	İmza……...
Prof.Dr. Cengiz DARICI DANIŞMAN	Prof.Dr. Sadık DİNÇER ÜYE	Yrd.Doç.Dr.Hüsniye SAĞLIKER ÜYE

Bu Tez Enstitümüzün Biyoloji Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No:FEF2008YL23

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve sanat eserleri kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞU AKDENİZ BÖLGESİNDE YETİŞEN ÜÇ FARKLI BİTKİNİN YAPRAK, DAL VE ÖLÜÖRTÜLERİNDEKİ TANEN MİKTARININ TOPRAK KARBON İÇERİĞİNE ETKİSİ

Çiğdem AKRAY

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Cengiz DARICI

Yıl : 2009, **Sayfa: 39**

Jüri : Prof. Dr. Cengiz DARICI

Prof. Dr. Sadık DİNÇER

Yrd.Doç.Dr. Hüsniye SAĞLIKER

Akdeniz iklimi etkisindeki Çukurova Üniversitesi kampüsünde 2008 Mart-Haziran-Eylül aylarında örneklenen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) ve Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) ağaçlarının yaprak, dal, ölüörtü ve topraklarının karbon ve toplam çözünebilir tanen, tanen içermeyen fenoller ve ekstrakte edilebilir kondanse tanen içerikleri belirlenmiştir.

C. siliqua ve *P. brutia* topraklarının karbon içerikleri her 3 ayda birbirine yakın iken, *Q. coccifera* toprağı Haziran ayında diğerlerinden anlamlı olarak farklı bulunmuştur (P<0,05).

Dallar, yapraklar ve ölüörtülerin karbon oranlarında tüm bitkilerde 3 örnekleme zamanında da önemli bir fark bulunmamıştır.

Her 3 ağacın dal ve yapraklarında toplam çözünebilir tanen ve tanen içermeyen fenol içerikleri Mart, Haziran ve Eylül dönemlerinde oldukça kararlı iken, kondanse tanenler ise *P. brutia'*da belirgin bir şekilde artarken *C. siliqua'*daki artış daha az olmuş, *Q.coccifera'*da ise azalma gözlenmiştir.

Bitkilerin tanen içerikleri ile toprakların organik karbon miktarları arasında doğrudan bir bağlantı gözlenememiştir.

Anahtar Kelimeler: Akdeniz orman ağacı, tanen, toprak karbonu

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECT OF TANNIN AMOUNT OF LEAYER BRANCHES AND LITTERS AND SOIL CARBON CONTENTS OF THREE PLANT SPECIES FROM EAST MEDITERRANEAN REGION

Çiğdem AKRAY

DEPARTMENT OF BIOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr. Cengiz DARICI

Year : 2009, **Pages: 39**

Jury : Prof. Dr. Cengiz DARICI

Prof. Dr. Sadık DİNÇER

Yrd.Doç.Dr. Hüsniye SAĞLIKER

Carbon, total soluble tannins, tannin free phenols and extractable condensed tannins contents were determined from leaves, branches, litters and soils of the *Pinus brutia* Ten., *Quercus coccifera* L. and *Ceratonia siliqua* L. sampled during March-June 2008 period from Cukurova University campus which has Mediterranean climate.

While the carbon constituents of the *C. siliqua* and *P. brutia* soils were closer in each there months, the soil of *Q. coccifera* was found significantly different from others in June ($P<0,05$).

No difference was found in carbon constituent of the branch, leaves and litters during the three sampling periods.

Total soluble tannins and tannin free phenol ingredients were stable during the March, June and September periods, while condensed tannins increased in *P. brutia* and decreased in *Q.coccifera* being lower in *C. siliqua.*

No relationship was found between the tannin constituent of the plants and soil organic carbon.

Key Words: Mediterranean forest tree, tannin, soil carbon.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, birçok konuda hayata bakış açımı değiştiren ve beni yönlendiren Sayın hocam Prof. Dr. Cengiz DARICI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tanen analizlerinde Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü laboratuarlarını bana açan ve ölçümlerimde yardımlarını esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. Güray KILINÇÇEKER'e, istatistik analizleri ve grafiklerin çiziminde her zaman destek olan değerli arkadaşım Uzman Biyolog Şahin CENKSEVEN'e, deneylerin yürütülmesinde bana yol gösteren sevgili arkadaşım Ahu KUTLAY'a, tanen analizlerinde laboratuar cihazlarını kullanmama yardımcı olan değerli arkadaşım Ayşenur KAYA'ya, örnek alımlarında bana eşlik eden arkadaşım Nacide KIZILDAĞ'a, deneyler sırasında yardımlarıyla bana büyük destek olan Biyoloji Bölümü öğrencisi Gülistan ÖZER'e çok teşekkür ediyorum.

Ayrıca yaşamım boyunca her zaman her konuda yanımda olan ve beni destekleyen sevgili aileme de şükranlarımı sunuyorum.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ……. I
ABSTRACT……. II
TEŞEKKÜR……. III
İÇİNDEKİLER……. IV
ÇİZELGELER DİZİNİ……. V
ŞEKİLLER DİZİNİ……..... VI
1. GİRİŞ..... 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR……. 5
3. MATERYAL VE METOD…… 9
3.1.Materyal……..... 9
3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri…… 10
3.1.2. Toprak……. 11
3.1.3. İklim…… 11
3.1.4. Vejetasyon (doğal bitki örtüsü) ……..... 13
3.2. Metod……..... 13
3.2.1. Örneklik Alan ve Bitki Topluluklarının Seçimi……..... 13
3.2.2. Bitki veToprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması… 15
3.2.3. Bitki ve Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri…….. 16
3.2.4. Organik Karbon (Corg) Tayini (‰) (Anne Yöntemi)…….. 17
3.2.5. Toplam Çözünebilir Tanen…… 18
3.2.6. Tanen İçermeyen Fenollerin Belirlenmesi……..……..... 19
3.2.7. Ekstrakte Edilebilir Kondanse Tanenlerin Hesaplanması..... 19
3.2.8. İstatistik Analiz Yöntemleri…….. 20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA……..... 21
4.1. Örneklerin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri……..……..... 21
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER…….....……...…... 31
KAYNAKLAR..... 33
ÖZGEÇMİŞ…….…... 39

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 4.1. Bitkilerin Toprak, Ölüörtü, Dal ve Yaprak Analizlerinin Ortalama Sonuçları ve Standart Hata Değerleri (*n* = 3)……. 22

Çizelge 4.2. *Ceratonia siliqua, Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Yapraklarındaki Toplam Çözünebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenol ve Kondanse Tanen Miktarları (ppm)…….. 24

Çizelge 4.3. *Ceratonia siliqua, Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Dallarındaki Toplam Çözünebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenol ve Kondanse Tanen Miktarları (ppm)..... 24

Çizelge 4.4. *Ceratonia siliqua, Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Ölüörtülerindeki Toplam Çözünebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenol ve Kondanse Tanen Miktarları (ppm)..... 25

Çizelge 4.5. *Ceratonia siliqua, Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Topraklarındaki Toplam Çözünebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenol ve Kondanse Tanen Miktarları (ppm)……. 25

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Tanenin Moleküler Yapısı…… 3
Şekil 3.1. Adana İli İklim Diyagramı..... 12
Şekil 3.2. Çukurova Ü. Çamlıtepe Lojmanları Baraj Gölü Yolunun Doğusundaki *Pinus brutia* Ten. Topluluğu (1.istasyon)……... 14
Şekil 3.3. Çukurova Ü. Çamlıtepe Lojmanları Baraj Gölü Yolu 1. istasyonun Batısındaki *Quercus coccifera* L. Topluluğu…...…… 14
Şekil 3.4. Çukurova Ü. Çamlıtepe Lojmanları Baraj Gölü Yolu Güneyinde Bulunan *Ceratonia siliqua* Ağacı (3 no.lı örnek)…….. 15
Şekil 4.1. Toplam Çözünebilir Tanen ve Tanen İçermeyen Fenollerin Hesaplanmasında Kullanılan Standart Eğri……... 23
Şekil 4.2. *Ceratonia, Pinus, Quercus*' un Yaprak, Dal, Ölüörtü ve Topraklarının Toplam C İçerikleri (%) (2008 yılı)…….. 26
Şekil 4.3. *Ceratonia, Pinus, Quercus*' un Yaprak, Dal, Ölüörtü ve Topraklarının Tanen Miktarları (ppm) (2008 yılı aylara göre)..... 27
Şekil 4.4. *Ceratonia, Pinus, Quercus*' un Yaprak, Dal, Ölüörtü ve Topraklarının Tanen içermeyen fenol miktarları (ppm) (2008 yılı aylara göre)..... 27
Şekil 4.5. *Ceratonia, Pinus, Quercus*' un Yaprak, Dal, Ölüörtü ve Topraklarının Ekstrakte Edilebilir Kondanse Tanen Miktarları (ppm) (2008 Yılı Aylara Göre)……. 28

1. GİRİŞ

Organik madde, toprak ekolojik dengesinin korunması ve sürdürülmesinde etkili önemli bir faktör olup toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirici etkisi, biyolojik olayların kaynağı ve bitkilere devamlı besin deposu olması, toprağın doğal verimliliğinin devamında olumlu etkileri nedeniyle mutlak gerekli bir faktördür (Çolak, 1980).

Bitki ölüörtüsü ve mikrobial biyomas toprak organik madde rezervinin oluşumu için önemli materyallerdir. Bitki ölüörtüsü organik bileşiklerin kompleks karışımlarından meydana gelmiş olup temel olarak polisakkaritler ve ligninin yanında alifatik biopolimerler ve tanenleri içerir (Kögel-Knabner, 2002).

Ormanları oluşturan tüm ağaçların ölüörtüsünü mezofauna ve mikroflora birlikte parçalayıp ayrıştırmaktadır. Toprak organizmaları, toprak organik maddesinden besinlerin salınması ve tutulmasında, ayrıca bitki gelişimi ve toprak verimliliğin devamında önemli rol oynarlar (Ergene, 1987; Fisher, 1995, Lorenz, 2001, Kurzatkowski, 2004). Toprak organik maddesi mikroorganizmaların besin ve enerji kaynağı olup organik maddenin yeterli ve uygun olmasıyla mikroorganizmaların faaliyeti artar ve böylece çok miktarda bitki besin elementi açığa çıkar. Bu arada ham organik madde de bioayrışmaya daha dayanıklı humus haline dönüşür. Ayrıca organik madde agregat stabilitesini arttırarak toprağın su ve rüzgar erozyonuna karşı daha dayanıklı olmasını, toprağın iyi havalanmasını, daha çok su almasını ve tutmasını sağlar. Gene mikroorganizmalar ve bitki köklerinin gelişmesi için de iyi bir ortam hazırlar (Alexander, 1977; Ergene, 1987; Aşkın ve ark., 2004; Tisdale ve ark., 2004).

Toprak yalnız bitkilerin değil, aynı zamanda toprak mikroorganizmalarının da yaşadığı ve ürediği bir ortam olduğu için oradaki mikroorganizmaların sayıları, tür ve faaliyetleri topraktaki ölü organik maddelerin bileşim ve miktarına, ortam koşullarına, toprak reaksiyonuna, sıcaklık ve neme bağlı olarak değişmektedir (Ünal ve Rasheed, 1972).

En çok mikroorganizma toprağın yüzeye yakın kısımlarında bulunurken derinlere doğru inildikçe sayıları ve buna bağlı olarak toprağın biyolojik aktivitesi

hızla azalmakta, hatta 20 cm'nin altında sıfıra yaklaşmaktadır (Çolak, 1995). Tüm diğer koşullar uygun iken; topraktaki toplam mikrocanlı sayısı ne kadar çok olursa mikrobiyal faaliyet de o kadar çok ve hızlı olmaktadır (Beck, 1984).

Topraktaki biyokimyasal reaksiyonları gerçekleştiren ve büyük çoğunluğu heterotrof olan mikroorganizmalar salgıladıkları enzimlerle organik maddenin içerdiği protein, nişasta, selüloz, lignin ve fosfat esterleri gibi kompleks bileşikleri kendilerinin ve bitkilerin alabileceği formlara dönüştürmektedir (Hoffmann, 1986; Jonasson ve ark., 1996).

Topraktaki ayrışma reaksiyonları pek çok faktöre bağlı olup en önemlisi organik madde miktarı ve kalitesidir. Ayrıca havalanma, su miktarı, sıcaklık ve pH gibi faktörler de toprakta organik maddenin ayrışmasını önemli ölçüde etkilemektedir. Aerob toprak flora (bakteriler, aktinomisetler ve mikromantarlar) ve faunası ile bitkilerin toprak istekleri hemen hemen birbirinin aynıdır. Bu nedenle verimli toprakların biyolojik aktivitesi de yüksektir. Uygun koşullarda toprağa karışan bitki ve hayvan artıklarının tamamına yakını parçalanmakta ve genelde son ürün olarak karbondioksit, su, amonyum ile bazı katyon ve anyonlar ortama geçmektedir (Çolak, 1988,1995; Özbek ve ark., 1993).

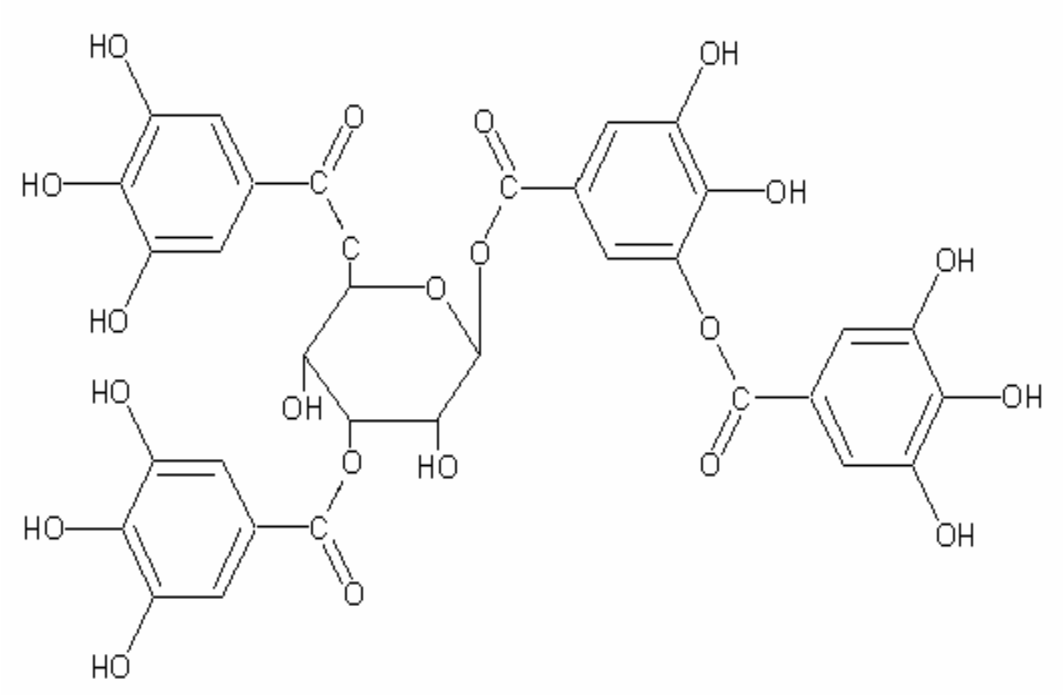
Bitkilerde bulunan toksik organik bileşikler alkaloidler, glikozidler, oksalatlar, fitotoksinler, reçineli bileşikler, tanenler, uçucu yağlar ve diğer toksik maddeler olarak sınıflandırılmaktadır (Bakırel,1998). Tanenler çevreye zararsız bitkisel bileşikler olup doğal koruyucu maddeler içinde önemli 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 içerirler (Hafızoğlu, 1984), (Şekil 1.1).

Bitki dokularında yer alan ve diğer moleküllerle bileşik oluşturma eğiliminde olan tanen **hidrolize olabilir** ve **kondanse tanen** olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir. Hidrolize olabilir tanen fenolik asit, glikoz ve quinik asidin poliesterleri olup suda çözünebilmektedir. Kondanse tanen ise flavan-3-ol'un yoğunlaşmasıyla oluşmuştur (Kamalak ve ark., 2005). Ayrıca hidroksiflavan 3,4 diol (lökoantosiyanidol), kafeik asit ve floroglusinol de kondanse tanenlerin yapısına girer. Drogların kurutulması ve depolanması esnasında tanenler polimerleşerek suda

çözünmeyen flobafen veya tanen kırmızısı denen bileşiklere dönüşürler. Hidroliz olabilen ve kondanse tanenlerin tanınması formaldehit-HCl ve $FeCl_3$ ile mümkündür. Kateşik tanenler formaldehit-HCl ile kırmızı bir çökelek verirken hidroliz olabilen tanenler $FeCl_3$ ile mavi, kateşik tanenler ise yeşil renk verirler (Sakar, 1991).

Tanenlerin bazı yüksek molekül ağırlıklı olanları dışındakiler suda çözünürler, proteinlere bağlanabilirler ve çözünmeyen ya da çözünebilir tanen-protein kompleksi oluştururlar (Aydın ve Üstün, 2007) .

Çeşitli heterojenik gruplardan oluşan tanenin diğer moleküllerle bileşik oluşturması tanenin yapısına (polimerizasyon derecesi ve moleküler ağırlığına), (Barahona ve ark., 1997) proteinlerle bileşik oluşturması ise proteinin yapısına, büyüklüğüne ve yüküne bağlıdır (Hagerman ve Butler, 1981).



Şekil 1.1. Tanenin Moleküler Yapısı

Tanenlerin özellikleri şöyle özetlenebilir :

- Tanenler soğuk suda az, sıcak suda iyi çözünür, lipofilik çözeltilerde pratik olarak çözünmezler.
- Sulu çözeltisi hafif asidik ve buruk lezzetlidir.
- Proteinlerle (jelatin), ağır metal iyonlarıyla ve alkaloidlerle suda zor çözünen bileşikler verirler,
- $FeCl_3$ ile mavi veya yeşil renkli kompleks verirler.
- Havanın oksidasyonu, enzimatik polimerizasyon veya asitle açık kahverenkli, siyah veya kırmızı renkli suda çözünmeyen ve fizyolojik olarak etkisiz ürünlere (flobafen, tanen kırmızısı) dönüşürler (Sakar,1991).

Tanenler doğal olarak bitkilerin kabuk, odun, meyve ve yapraklarında değişik miktarlarda bulunurlar (Huş,1969). Bu miktar bitki türüne, çevresel faktörlere (yağış, sıcaklık vb.), bitki dokularının canlı olup olmadığına, bakteriyel ve viral enfeksiyona göre değişmektedir (Van Soest, 1994).

Bitkisel tanenler deri sanayiinde derilerin tabaklanmasında sepi maddesi olarak kullanılmaktadır (Oliver ve Boyd, 1971). Ham deriler sepi maddeleri ile tabaklandıktan sonra güneş, yağmur gibi hava şartlarının olumsuz etkileri ile böcek ve mantar gibi canlıların zararlı etkilerine karşı dayanıklılık kazanmaktadır (Şen, 2001). Sepileme ile kararsız, bozunabilir, kokuşabilir ve parçalanabilir durumda olan deri kollajenleri dış etkilere karşı sürekli olarak dayanıklı hale gelmektedir (Toptaş,1993). Diğer yandan tanen fazla tüketildiğinde hayvanların protein ve karbonhidrat alımını engelleyerek gelişmeyi azaltıcı etki yapmakta (Üstün ve Aydın, 2007), bakterilere de toksik etki yaparak morfolojik değişikliklere yol açmaktadır (Bakırel, 1998).

Bu çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesinde yetişen *Pinus brutia* (Kızılçam), *Ceratonia siliqua* (Keçiboynuzu) ve *Quercus coccifera* (Kermes meşesi)'nın yaprak, dal, ölüörtü ve topraklarının tanen içerikleri belirlenmiştir. Bu tanen içerikleri ile toprak organik karbon içeriği arasındaki olası ilişki ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Toda ve ark. (1989) çayın antimikrobiyal etkisi hakkında araştırmalar yapmışlar ve çay bitkisinin özellikle içerdiği tanen polifenolleri sayesinde *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella typhi*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella flexneri*, *Shigella dysenteriae* ve *Vibrio cholerae*' *yı* da içeren Vibrio türlerinin üremelerini yavaşlatmış ve hatta ölümlerine sebep olduğunu göstermişlerdir.

Haslberger ve ark. (1991b) farklı kayın odunu özütleri ile muamele edilmiş çam odunlarında ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*) larvalarının gelişimini araştırmışlardır. Tanen ve quercetin gibi odun ekstraktlarının larvaların gelişimlerini önlediğini belirtmişlerdir.

Scalbert (1991) tanenlerin mikroorganizmalarda özellikle membranları etkilediğini, hücreye girip hücre proteini ile birleşerek bir takım kompleks oluşturduğunu belirtmiştir.

Grace ve ark. (1994) *Chamaecyparis nootkatensis* (Alaska sediri), *Sequoiadendron giganteum* (Mamut ağacı) ve *Tectona grandis* (Hint meşesi, Teak) türlerinin öz odunlarından aldığı örneklerin termitlere karşı dirençlerini CCA (chromated copper arsenate) ile emprenye edilmiş (emdirilmiş) odunlarla karşılaştırmalı olarak araştırmış ve öz odunu ekstraktiflerinin doğal koruyucu madde olarak oldukça olumlu sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Jones ve ark. (1994) *Onobrychis viciifolia* (korunga) kondanse tanenlerinin dört ruminal bakteri suşunun gelişimlerine ve proteolitik özelliklerine etkilerini incelemişler ve *Onobrychis viciifolia* kondanse tanenlerinin *Butyrivibrio fibrisolvens* ve *Streptococcus bovis*'in proteaz aktivitelerini ve gelişimlerini ciddi anlamda inhibe ettiğini fakat, *Prevotella ruminicola* ve *Ruminobacter amylophilus*'a çok az etki yaptığını göstermişlerdir. Jones ve ark. (1994)'e göre tanenler bütün suşlarda hücre duvarı yüzey polimerlerine bağlanırlar. *B. fibrisolvens* ve *S. bovis*'deki morfolojik değişimler tanen toksisitesinin hedefinin hücre duvarı olduğunu göstermiştir.

Hamilton-Miller (1995) *Camellia sinensis* (çay*)* bitkisinin antimikrobiyal özellikleri konusundaki çalışmasında çaydaki okside olmuş polifenol kompleksine

genellikle tanen adı verildiğini, ancak çay tanenlerinin diğer bitkilerden farklı olarak stres koşullarında daha fazla sentezlendiğini ve diğer bitkilerin tanenlerinden farklı olduğunu belirtmiştir. Yaygın inanışın aksine çay taneninin tannik asit olmadığını ve zararsız olduğunu bildirmiştir.

Chung ve ark. (1998a) tanenlerle metal iyonlarının kompleksleşmesinin bakterilerin metalo-enzim aktivitelerini engellediğini ve böylece bakterilerin gelişmesini önlediğini belirtmişlerdir.

Aybeke ve ark. (2000) zeytinyağı fabrikaları atık sularının buğday kök ucu hücrelerinde mitoz bölünmeye etkilerini konu alan bir çalışma yapmışlar ve %1 oranında tanen içeren atık suyun mitoz bölünmeyi olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Vivas ve ark.(2000) *Oenococcus oeni* ve *Lactobacillus hilgardi* bakterilerinin tanen varlığında gelişimlerini ve tanene karşı verdikleri tepkiyi incelemişlerdir. Şarapta *O.oeni* ve *L. hilgardii*' nin birlikte bulunduğunu ve ellagitanenler tarafından çok fazla inhibe edildiklerini göstermişlerdir.

Akiyama ve ark. (2001) tanenlerin antibakteriyel etkisini ve *Staphylococcus aureus*'un plazma koagülasyonuna etkilerini incelemişler ve 100 mg/L tannik asit içeren plazmada 24 saatlik bir inkübasyonun ardından koagülasyonun engellendiğini göstermişlerdir. Ayrıca tannik asidin özellikle deri yaralanmalarında *S. aureus*'a karşı uygulanan β-Laktam antibiyotiklerine gerçek anlamda yardımcı olabildiği anlaşılmıştır.

Fierer ve ark. (2001) Alaska taiga (soğuk orman) sel havzası topraklarında tanenlerin C ve N dinamiğine etkisini incelemişlerdir. *Populus balsamifera* (Balsam kavağı) ve *Alnus tenuifolia* (kızılağaç) toprak örneklerine tanen eklemişler, örnekleri 1 ay boyunca laboratuarda inkübe ederek toprak solunum oranlarını ölçmüşlerdir. İnkübasyon sonucunda hem net hem de brüt N mineralizasyonu ve nitrifikasyonu, mikrobiyal C ve N biyoması ve farklı ekzoenzimlerin aktivitesini belirlemişler, tüm topraklarda tanen ilavesinin azot miktarını düşürdüğünü gözlemişlerdir. Diğer yandan molekül ağırlığı düşük tanen fraksiyonlarının *Populus* Oi (illuvial horizon), *Populus* Oe (eluvial horizon) ve *Alnus* Oe horizonlarında C kaynağı olarak görev

yaptığını, fakat *Alnus* Oi'deki mikroorganizmalara toksik etki yaptığını belirtmişlerdir.

Kraus ve ark.(2003) orman ekosistemlerinin besin dinamiğinde tanenlerin rolünü incelemişlerdir. Tanenlerin orman için C kaynağı olduğunu, yaprakların önemli bir kısmını oluşturduğunu ve gövde kabuğundaki tanen miktarının % 40'a kadar ulaşabildiğini belirtmişlerdir. Tanenlerin otçul hayvanlar için caydırıcı özellikte olduğuna inanmışlardır. Ayrıca tanenlerin bitki-bitki ve bitki-ölüörtü-toprak etkileşimlerinde önemli role sahip olduklarını belirtmişlerdir. Dünyanın dört bir yanındaki yüksek asitli verimsiz topraklar üzerindeki tanence zengin bitki topluluklarının yakın evrimi incelendiğinde tanen konsantrasyonlarının tür içi varyasyonları ve besin döngüsünü etkilediğini vurgulamışlardır. Verimsiz ekosistemlerdeki tanenlerin besin miktarına bağlı olarak azaldığını ve bunun da mineral N formlarının çeşitliliğini, organik seviyedeki N döngüsünü azalttığını belirtmişlerdir.

Kraus ve ark. (2003) farklı bitki türlerinden elde edilen saflaştırılmış tanenlerle gübrelenmiş orman toprağında C ve N dinamiğini araştırmışlardır. Bu amaçla orman topraklarının A horizonunda 5 farklı bitki türünden saflaştırdıkları tanenlerin C ve N dinamiğine etkisini incelemişlerdir. *Vaccinium ovatum* (Yabani mersin) toprağında tanenlerin uzaklaştırılması sonucu solunumun 1.4–4.0 kat arttığını gözlemlemişlerdir. *Pinus muricata* (Bishop çamı) 'dan saflaştırılan tanenlerin brüt nitrifikasyon oranlarını büyük ölçüde engellediğini, amonyaklaşma oranlarını da selülozdan daha fazla engellediğini belirtmişlerdir.

Salminen ve ark. (2004) meşe yapraklarındaki proantocyanidinler, flavonoid glikozidler ve hidrolize tanen içeriğinin mevsimsel değişimini araştırmışlardır. Hidrolize olabilen tanenlerin bütün yapraklarda baskın fenolik grup olduğunu, fakat genç yaprakların, hidrolize olabilen tanenler ve flavonoid glikozidlerce yaşlı yapraklara göre daha zengin olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Sonuçta hidrolize olabilen tanenler ve flavonoid glikozidlerin mevsimsel çeşitliliğini bu bileşiklerin sıcaklıkla ilişkilerine bağlamışlardır.

Kaal ve ark. (2005) mineral toprak partikülleri ile tanen arasındaki ilişkileri incelemişler, bunun için *Pinus nigra* var. *maritima*'dan elde edilen kondanse tanenin

sulu çözeltisi ve ticari olarak temin edilen tannik asiti saflaştırılmış Quartz kumu ile goethite (gotit) ve ferrihidrit kaplı Quartz kumuna ilave etmişlerdir. Çözücünün buharlaşmasından sonra örnekleri su ile ekstrakte etmişler, bu ekstraktta organik C, kondanse tanen ve toplam fenol analizi yapmışlardır. Bu iki tanenin ekstrakte edilebilirliğinin küçükten büyüğe Qtz-Fh<Qtz-G+<Qtz olduğunu öne sürmüşlerdir. Tüm örneklerde tannik asidin, kondanse tanenden daha kolay ekstrakte edildiğini açıklamışlardır. Çalışmalarının sonucuna göre doğal topraklardan tanenlerin ekstrakte edilememesi ve toprak süzüntülerinde tanenlerin bulunamaması Quartz ve Demiroksit/hidroksit gibi toprak minerallerine güçlü adsorbsiyonundan kaynaklanabilir. Kondanse tanen ve tannik asit karışımı ile yapılan deneyler kondanse tanenlerin ve özellikle tannik asidin büyük miktarlarda Demiroksiti serbest bıraktığını göstermektedir. Bu olay tanenlerin mükemmel metal hareketlendirici ajanlar olduğunu düşündürmektedir. Bu nedenle mineral toprak ortamında tanenlerin kalıcılığının zayıf bağlı ikincil oksitlerin miktarına yüksek oranda bağlı olduğunu vurgulamışlardır.

Adamczyk ve ark. (2008) vejetasyonun baskın türlerindeki tanenlerin konsantrasyonlarını ve proteinleri çökeltme kapasitelerini karşılaştırmışlardır. Buna göre toplam tanen konsantrasyonu esas olarak bitki türüne bağlı olup en yüksek değer *Vaccinium* da bulunmuştur. *Pinus sylvestris* (Sarı çam) ve *Picea abies* (Avrupa ladini) topraklarının organik horizonlarının farklı tabakalarını (ölüörtü, fermantasyon ve huminleşmiş tabaka) ele almışlar, protein çökelme kapasitesinin de bitki türlerine bağlı olduğunu vurgulayıp en yüksek çökelmeyi *Vaccinium* ve *Picea* türlerinde belirlemişlerdir. Farklı organik toprak horizonlarındaki toplam tanen ve hidrolize olabilen tanen konsantrasyonları ağaç türüne ve horizonuna bağlıdır. Genellikle en yüksek toplam tanen konsantrasyonu *Betula pendula* (Huş ağacı) ve *Picea abies*'in ölüörtü tabakasında, en düşük konsantrasyon ise *Pinus sylvestris* altında bulunmuştur. Protein çökelme kapasitesi ise genellikle humuslu (H) tabakada en az iken, *Betula* ve *Picea*'nın fermantasyon (F) ve humuslu tabakalarında (H) en yüksek düzeyde bulunmuştur.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırma materyali Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan Adana-Çukurova Üniversitesi Kampüsü'nde yetişen *Ceratonia siliqua* L. (Keçi boynuzu), *Pinus brutia* Ten. (Kızıl çam) ve *Quercus coccifera* L. (Kermes meşesi) topluluklarının 0-10 cm derinliğindeki toprakları ile ölüörtüleri, dalları ve yapraklarıdır. Mevsimsel değişimi de incelemek amacıyla 09.03.2008, 08.06.2008 ve 12.09.2008 tarihlerinde bu üç bitkinin farklı üçer bireyinden yaprak, dal, ölüörtü ve toprak örnekleri alınmıştır.

Bitki örneği olarak bu üç türün seçilmesinin nedeni her üç bitkinin de Akdeniz ikliminde yetişiyor olması ve tanen içeriklerinin diğer birçok bitki türüne göre daha yüksek olmasıdır (Çavuşoğlu, 2008).

Ceratonia siliqua L. (Keçiboynuzu) ülkemizde yabani formda Akdeniz bölgesine özgü bitki topluluğu olan makide yetişen, kserofit (kurakçıl) karakterli, sert yapraklı, herdem yeşil çalı ve ağaçlardır. Yeryüzünün en eski türlerinden biri olan keçiboynuzunun orijini Doğu Akdeniz (Suriye, İsrail, Akdeniz bölgesinin güneydoğusu) olup makinin en önemli bireylerindendir (Davis,1965; Bailey, 1950; Seçmen, 1974).

Keçiboynuzunun Türkiye'deki dağılımı dünyadaki dağılım desenine benzer. Yani Akdeniz ikliminin hakim olduğu bölgelerde, İzmir- Urla'dan başlayarak Antakya'ya kadar deniz seviyesinden 600–700 m yüksekliğe ve atmosfer neminin izin verdiği ölçüde denizden iç bölgelere doğru yayılır (Seçmen, 1974).

Kurağı seven bir bitki olan keçiboynuzunun yabani tipleri, çalı ve ağaççık şeklinde olup genellikle denize eğimli arazilerde daha sık görünmektedirler. 4-6 çift koyu yeşil yaprakçık içeren yabani keçiboynuzlarının öteki iki tiple karşılaştırıldığında yaprak yoğunluğunun daha az, gövde yapısının daha ince olduğu, meyvelerinin ince uzun ve düzgün, bazen de açık kahve renkli ve kıvrımlı olduğu bilinmektedir. Türkiye'deki toplam keçiboynuzu ağacının % 70'i yabani tip, %30'u ise etli ve Sisam tiplerine aittir. Yüksek sıcaklık ve kuraklığa dayanıklı olan

keçiboynuzu, yıllık yağışın 275 mm'ye kadar düştüğü bölgelerde rahatlıkla yetişebilmektedir. Türkiye'de keçiboynuzunun doğal yayılım alanında aylık ortalama sıcaklık 16.7 ^{o}C ile 19.9 ^{o}C arasında olup yıllık yağış miktarı da yıllara göre 595.8 mm ile 1039 mm arasında değişmektedir. Toprak yönünden seçici olmayan keçiboynuzu, hem asidik hem de bazik topraklarda yetişebildiği gibi öteki bir çok meyve türünün yetişmesine uygun olmayan taşlık, kayalık topraklarda da gelişebilmektedir (Vardar ve ark., 1975 , 1980).

Pinus brutia Ten. (*Pinaceae*) genellikle Doğu Akdeniz'de yaygın olup Yunanistan'ın doğusundan Girit, Kıbrıs, Türkiye, Suriye, Irak ve Ürdün'e kadar uzanır. En geniş yayılışı Türkiye'de gözlenir, esas olarak Akdeniz ve Ege bölgelerinde geniş ormanlar oluşturur (Davis, 1965; Yaltırık, 1993). 5-20 m boylarında, hızlı büyüyen, kalın dallı bir çam türüdür. Genç sürgünleri kalın ve kızıl renkte, kabuk genç bireylerde düzgün ve boz renkte iken yaşlılarda derince yarılmış ve esmer kırmızımsı renktedir. İğne yaprakları 10-16 cm boyunda, kalın, sert ve koyu yeşil renktedir. Kozalak 6-11 cm boyunda, parlak açık kahverengi olup topaç biçimindedir. Çok kısa saplı kozalak sürgünlere dik oturur ya da yan durumlu olarak çoğunlukla 2-6 adedi bir arada dal çevresinde bulunur (Seçmen ve ark., 1989).

Quercus coccifera L. (*Fagaceae*) Akdeniz çevresinin tamamını temsil eden ve garik vejetasyonunun en geniş hakimiyete sahip türüdür. Sık dallı, 2-3 m boyunda, nadiren boyu 10 m'ye ulaşan herdem yeşil küçük ağaç veya çalılardır. Kuzeybatı, batı ve güney Anadolu'da yaygın bu tür makinin de baskın bitkisidir (Davis,1982, Akman ve ark.,2007).

3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri

Araştırma alanı Doğu Akdeniz Bölgesinde bulunan Adana-Çukurova Üniversitesi Balcalı kampusu (yüzölçümü 18.024 da) içinde seçilmiş olup denizden yüksekliği en fazla 170 m'dir. Çok belirgin olarak birbirinden ayrılan 5 tip fizyografik üniteden oluşmuştur. Bunlar deniz terasları, eğimli teras yamaçları, nehir terasları, alüviyol taban arazileri ve vadi taban dolgularıdır (Özbek ve ark., 1974).

Kuzey ve orta kısmında pliosende oluşmuş deniz orijinli eski deniz terasları ve teras yamaçları yer almaktadır. Burada anakaya kireç taşı ve kireçle çimentolaşmış konglomeradır. Alanın kuzey yönünde ise yüksek miktarda kireç içeren yumuşak kil taşları bulunur. Güneye gidildikçe deniz terası sonrasında yan dereler ve Seyhan nehrinin oluştuğu pleistosen devrine ait eski alüvyon terasları yer alır. Bunların hemen güneyinde de holosende, kil, kum ve çakıl depozitlerinden oluşmuş yeni aluviyaller dikkati çeker. Çakılların orijini genellikle kireç taşı olup rengi gri ile beyaz arasında değişmektedir (Özbek ve ark., 1974).

3.1.2. Toprak

Çukurova Üniversitesi kampus toprakları genel olarak fizyografik ünitelere göre gruplandırılmıştır. Bu topraklar Entisol, Vertisol ve Alfisol ordolarına dahil olup Pliosene ait kirli beyaz ve pembe traverten, çok kireçli yumuşak kil ve konglomera ile holosene ait çakıl, kum ve kil serisinden ibaret yeni alüviyoller üzerinde oluşmuşlardır.

Araştırma sahasındaki topraklarda iklim, topografya, ana materyal, zaman ve biyosferin ortak etkileri gözlenmiştir. Ancak alanın kuzey kesiminde topografya, orta kesimindeki toprakların bir bölümünde anakaya, bir bölümünde anakaya ile birlikte insan faktörü ve zaman; güneyde ise zaman ve ayrıca hepsine birden iklim faktörü etkili olmuştur (Özbek ve ark., 1974).

Örneklik alanlardan konglomera üzerindeki topraklar jeolojik açıdan Handere formasyonu, toprak özellikleri bakımından Kızıltapır serisine aittir.

3.1.3. İklim

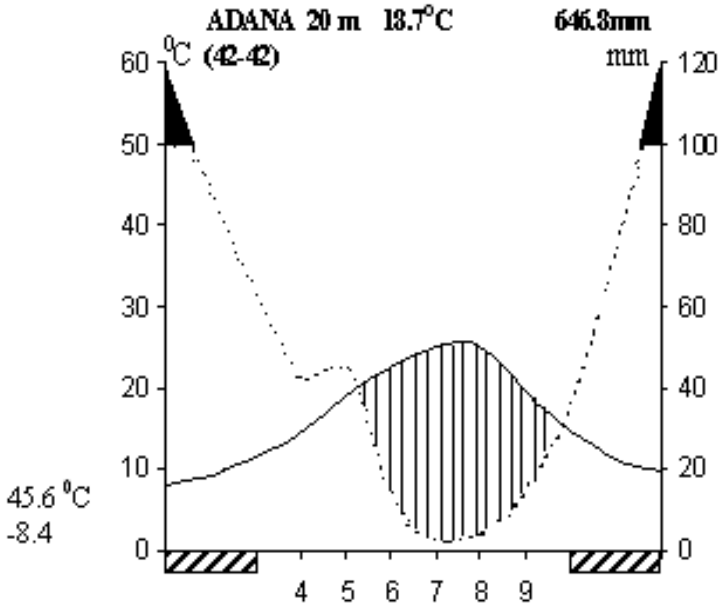
Çukurova bölgesinde Akdeniz iklim tipi hakim olup yağışlar kışın Batı Akdeniz'e göre kısmen az iken ilkbahar ve sonbaharda daha fazladır, fakat yine de Akdeniz iklimine sahip alanlar içinde en az yağış alan yer Çukurova bölgesidir.

Çukurova Üniversitesi kampusu kuzeyde Toros Dağları ile çevrili olduğu için normalden daha sıcak olmaktadır. Adana'da genellikle yağmur şeklinde olan

yağışlar en çok Aralık, Ocak ve Şubat aylarında alınır, en kurak aylar ise Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylüldür. Yıllık ortalama toplam yağış 646,8 mm, yıllık ortalama nem ise % 66'dır.

Yıllık ortalama sıcaklık 18.7 ^{O}C, ortalama düşük sıcaklık 4.8 ^{O}C (Ocak), ortalama yüksek sıcaklık 34.8 ^{O}C'(Ağustos) dir.

Walter (1960)'e göre çizilen iklim diyagramında (Şekil 3.1.) kurak devre Mayıs ayının sonundan Ekim sonuna kadar sürmektedir. Yağışlı devre ise Kasım-Nisan ayları arasındadır. Mutlak don olayı yoktur (Meteoroloji Bülteni, 1974).



Şekil 3.1. Adana ili iklim diyagramı (Walter, 1960)

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü "2008 Yılı İklim Verilerinin Değerlendirilmesi (Ocak 2009)" raporuna göre Adana ilinde minimum ve maksimum sıcaklıklar ve yağışlarda uzun yıllar ortalamalarına kıyasla aşağıdaki farklar belirlenmiştir:

2008 Mart ayı maksimum sıcaklık	:	32,0 ^{0}C
Uzun yıllar maksimum sıcaklık	:	30,7 ^{0}C
Fark	:	1,3 ^{0}C
2008 Nisan ayı maksimum sıcaklık	:	37,5 ^{0}C
Uzun yıllar maksimum sıcaklık	:	36,8 ^{0}C
Fark	:	0,7 ^{0}C

Yağış miktarı da %25–50 arasında azalmıştır. Örneğin;

2006-2007'de Ort. Yağış	:	659,0 mm
2007-2008'de Ort. Yağış	:	408,6 mm
Normal Ort. Yağış	:	663,7 mm

3.1.4. Vejetasyon

Alanın dik ve engebeli kısımlarında çalı vejetasyonu (maki) hakim durumda olup geçmişteki tahribatlar nedeniyle dikey katmanlaşma olarak çalı-ot veya sadece ot katı görülmektedir. Kampusun doğal habitatları içerisinde bulunan makiler kuzeyde pliosen kil çökelleri ve konglomeratik seriler üzerinde yoğunlaşmıştır. Hakim ve karakteristik bitki türü *Quercus coccifera*'dır. Yer yer *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Calycotome villosa*, *Pinus brutia*, *Myrtus communis subsp. communis*, *Paliurus spina-christi* ve *Cistus creticus*'un dominant duruma geçtikleri görülür (Türkmen, 1987).

3.2. Metod

3.2.1. Örnek Alanların ve Bitki Topluluklarının Seçimi

Araştırılan ağaç topluluklarını en iyi şekilde temsil eden, doğal ve insan tahribinden olabildiğince korunmuş alanların seçilmesine dikkat edilmiştir (Şekil 3.2; 3.3 ve 3,4).



Şekil 3.2. Çukurova Ü. Çamlıtepe Lojmanları Baraj Gölü Yolunun Doğusundaki, *Pinus brutia* Ten. Topluluğu (1.istasyon).



Şekil 3.3. Çukurova Ü. Çamlıtepe Lojmanları Baraj Gölü Yolu 1. istasyonun Batısındaki *Quercus coccifera* L. Topluluğu (2.istasyon).



Şekil 3.4. Çukurova Ü. Çamlıtepe lojmanları Baraj gölü yolu güneyinde bulunan *Ceratonia siliqua* ağacı (3. istasyon).

3.2.2. Bitki ve Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Her üç ayda bir alınan her bir bitkiye ait 3 ayrı toprak örneklerinde, yüzey iyice temizlendikten sonra, 10 cm derinliğe kadar yaklaşık 2,5 kg toprak örneği naylon torbada laboratuara getirilmiş, ortalama bir hafta havada kurutulup bitki parçaları ve taşlarından arındırılmış, merdane ile sadece kesekleri kırılacak şekilde ezilmiş, 2 mm'lik elekle elenip naylon torbalarda muhafaza edilmiştir.

Her bir bitkinin 3 ayrı dal ve yaprak örnekleri ise ağaçlarda 1,5 m yüksekliğe kadar olan bölgelerden, ağacın tüm çevresinden olmak üzere, budama makası ile ağacı en iyi temsil eden genç sürgün ve çok yıllık dalları içerecek şekilde kesilmiş ve dal üzerindeki yapraklar ayrılarak önce havada, sonra etüvde 35 °C'de kurutulduktan sonra elektrikli öğütme makinesinde toz haline getirilmiş ve analiz işlemlerine kadar cam kavanozlarda buzdolabında saklanmıştır.

Her bir bitkinin 3 ayrı dal ölüörtü örneklerini almak için ağaç altlarında, ağacı en iyi şekilde temsil eden kısımlara bir kenarı 25 cm olan kare çerçeve yerleştirilmiş, içinde kalan ölüörtü toprak seviyesine kadar özenle alınıp naylon poşetlerde laboratuara getirilmiştir. Havada kurutulan bu örneklerin içindeki yabancı bitki

parçaları, taşlar vs. temizlenerek kalan ölüörtü tartılmıştır. Bu şekilde m^2'ye düşen ölüörtü miktarı her bitki için ayrı ayrı belirlenmiştir. Bu ölüörtüler homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra karbon analizleri için gerekli miktarlarda alınıp öğütülmüş, analize kadar cam kavanozlarda buzdolabında saklanmıştır. Tanen analizleri için tüm örneklerden öğütülmeden 100–150 g kadar alınıp küçük naylon poşetlerde buzdolabında saklanmıştır. Bu örnekler ancak tanen ekstraksiyon işlemleri başlatılırken öğütülmüş, böylece tanen kayıpları önlenmiştir.

3.2.3. Bitki ve Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Toprakların bünye tipi mekanik analiz (hidrometre yöntemi) ile (Bouyoucos,1951), toprak pH'sı 1:2'lik toprak-su karışımında pH metre ile, kireç içeriği (%) Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir (Schaefer,1967).

Kurutulup öğütülmüş bitki ve toprak materyallerindeki toplam Organik Karbon içeriği (%C) $K_2Cr_2O_7$ ve H_2SO_4 karışımında örneklerin yakılması ile (Anne metodu) belirlenmiştir (Duchafour,1970).

Bitki yaprak, dal ve toprağındaki tanen miktarı Toplam Çözünebilir Tanen (Lowry ve ark.,1951), Tanen içermeyen Fenoller (Lowry ve ark.,1951) ve ekstrakte edilebilir Kondanse Tanen (Bate-Smith,1975) olmak üzere 3 aşamada belirlenmiştir.

Tanen analizi için buzdolabında saklanan örnekler öğütücüde toz haline getirilip homojenleştirilmiş ve 1 mm'lik elekten geçirilmiştir. Bu örneklerden hazırlanan tanen ekstraktı toplam çözünebilir tanen, tanen içermeyen fenoller ve ekstrakte edilebilir kondanse tanen olarak adlandırılan 3 fenol fraksiyonunun belirlenmesinde kullanılmıştır. Her bir örnek için de 3 tekrar yapılmıştır.

Tanen ekstraktı için öğütülmüş yaprak, dal, ölüörtü ve toprak örneklerinden ayrı ayrı 100 mg 10 ml'lik test tüpüne konur, üzerine soğuk % 70'lik aseton ilave edilir. Bu karışımı homojenleştirmek için tüpün ağzı sıkıca kapatılarak vortexte yaklaşık 1 dakika karıştırılır. Daha sonra bu tüpler iki kez çalkalayıcıda 5'er dakika karıştırılır, her 5 dakika arasında bir süre dinlendirilir. Daha sonra soğutuculu santrifüjde 4 ºC'de, 3000 devirde, 15–20 dakika santrifüj edilir. Tam

çökelme gerçekleşmediği durumlarda santrifüj işlemi 5–10 dakika daha uzatılmıştır. Üstte kalan kısım ayrı bir tüpe alınır ve tanen analizi yapılmak üzere buzdolabında muhafaza edilir.

3.2.4. Organik Karbon (Corg) Tayini (%o) (Anne yöntemi)

- Kurutulup elenmiş toprak örneklerinden yaklaşık 0.5-1g, bitki örneklerinden 0.05 g rodajlı balona konur.

- Üzerine 20 ml %8'lik $K_2Cr_2O_7$ ve 15 ml konsantre H_2SO_4 eklenir.

- Rodajlı balon bek alevi üzerindeki geri soğutucuya bağlanır ve bek yakılır. Isınma sonucu oluşan ilk yoğunlaşma damlasından sonra 5 dakika daha yakma işlemi sürdürülür.

- Balondaki toprak örnekleri beklenerek dibe çökertilir, yaprak, dal ve ölüörtü örnekleri ise biraz soğuduktan sonra $K_2Cr_2O_7$'ın turuncu rengi kayboluncaya kadar süzüntüler pek çok kez damıtık su ile azar azar çalkalanarak 100 ml'lik ölçülü balonda toplanır ve son hacim damıtık su ile 100 ml'ye tamamlanır.

- Balon iyice çalkalandıktan sonra süzüntüden 20 ml alınıp içinde 200 ml damıtık su bulunan 600 ml'lik behere aktarılır. Üzerine bir spatül ucu NaF ve 8 damla difenilamin sülfürik eklenir.

- Karışım karıştırıcıda homojenleştirildikten sonra 0.2 N Mohr tuzu ile titre edilir. Titrasyonda ilk renk oldukça koyudur ve titrasyon sonunda açık ve parlak yeşil bir renk elde edilir. Titrasyonda harcanan Mohr tuzu miktarı kaydedilir.

- Dikkat edilmesi gereken nokta örneklerin titrasyonunda kullanılan 0.2 N Mohr tuzunun titrasyonunun da aynı anda yapılmasıdır. Bunun için 600 ml'lik behere 200 ml saf su, 2 ml $K_2Cr_2O_7$, 3 ml saf H_2SO_4, bir spatul ucu NaF ve 8 damla difenilamin sülfürik konur. Mohr tuzu ile titre edilerek harcanan Mohr tuzu miktarı kaydedilir.

- Hesaplama Duchaufour (1970)'e göre yapılır:

T = 960/(294 x M)

T = Mohr tuzu titri (T =0.2N yaklaşık)

M = Titrasyonda harcanan Mohr tuzu miktarı (ml)

%oC = 15,375xT(V_1'-V_1)/P

V_1' = Tanık için harcanan Mohr tuzu miktarı (ml)

V_1 = Örnek için harcanan Mohr tuzu miktarı (ml)

P = Deneyde kullanılan fırın kurusu toprak ağırlığı (g)

3.2.5. Toplam Çözünebilir Tanen

Bu amaçla Folin Ciocalteau ayracı ile 725 nm'de absorbans değeri okunur. Standart eğri hazırlamak için düz bir şişede 25 ml suda 12,5 mg tannik asit eritilir. Tanen içeren ekstrakt test tüpünde seyreltilerek saptanır. 50 µl ekstrakt üzerine 950 µl soğuk su, 500 µl Folin Ciocalteau ayracı konur ve 3 dakika sonra 2500 µl Na_2CO_3 ilave edilir. Cam tüp ayraç eklendikten sonra çalkalanır ve 1 saat sonra 725 nm absorbansta okunur (Lowry ve ark., 1951).

Kalibrasyon eğrisi için aşağıdaki standart tannik asit çözeltisi kullanılmıştır :

20 µl Tannik asit + 980 µl H_2O + 500 µl Folin + 2500 µl Na_2CO_3

40 µl Tannic asit + 960 µl H_2O + 500 µl Folin + 2500 µl Na_2CO_3

60 µl Tannic asit + 940 µl H_2O + 500 µl Folin + 2500 µl Na_2CO_3

80 µl Tannic asit + 920 µl H_2O + 500 µl Folin + 2500 µl Na_2CO_3

3.2.6. Tanen İçermeyen Fenollerin Belirlenmesi

200 mg PVPP (polivinilpolypirolidon) bir test tüpüne konup her bir çözücünün hacmi 2 ml saf su ile 2 katına çıkartılır (tanenler PVPP ile çökelirler). Daha sonra 2 ml tanen ekstraktı eklenerek vortexte karıştırılır (200 mg PVPP 2 mg tanen fenolünü bağlar). Bu test tüpü 15 dakika soğuk suda bekletilip tekrar vortexte karıştırılır ve 4 ^{o}C de 15 dakika 3000 devirde santrifüj edilir. Süpernatant (üstteki sıvı) kısmı alınır ve 3000 devirde 10 dakika santrifüj edildikten sonra kahverengi şişelere konur. Bu şişeler 4 ^{o}C de saklanır. Toplam fenol tayininde olduğu gibi, hazırlanan bu ekstrakttan 50 µl tüpe konur, üzerine 950 µl saf su ve 500 µl Folin eklenir. 3 dakika sonra da 2500 µl Na_2CO_3 bu karışımın üzerine ilave edilir ve 725 nm'de absorbans değeri okunur (Lowry ve ark., 1951). Bu değere karşılık gelen ppm değeri standart eğriye göre hesaplanır.

3.2.7. Ekstrakte Edilebilir Kondanse Tanenlerin Hesaplanması

1,5 ml Bütanol-HCl ayracı, 250 µl tanen ekstraktı, 50 µl Fe ($FeCl_3$ çözeltisi) bir tüpe konup vortexte karıştırılır. Test tüpünün ağzı sıkıca kapatılıp 1 saat 97–100 ^{o}C de tutulur, soğutulduktan sonra 550 nm'de absorbans değeri okunur (Bate-Smith,1975).

Kondanse tanenler aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanır:

$$\frac{\text{Absorbans (550 nm x 156,5 x seyreltme faktörü)}}{\text{Kuru ağırlık (\%)}}$$

3.2.8. İstatistik Analiz Yöntemleri

Araştırma sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS paket programı ile yapılmıştır. Bitkilerin yaprak, dal, ölüörtü ve toprak örneklerinin karbon ve tanen içerikleri belirlenmiş, bitki organları ve toprakların tanen içerikleri ile toprakların karbon oranları arasında olası bir bağın varlığını ortaya koymak amacıyla Varyans analizi (One Way Anova) ve Tukey HSD testi kullanılmıştır. Her bir bitkiden alınan tüm örneklerin (3 tekrarlı) ortalamaları ± standart hatalarıyla çizelge ve şekillerde sunulmuştur. Karşılaştırmalarda önem düzeyi $P \leq 0,05$; 0,01 ve 0,001 olarak alınmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ceratonia siliqua L., *Pinus brutia* Ten. ve *Quercus coccifera* L. ağaçlarından 9.3.2008, 8.6.2008 ve 12.9.2008 tarihlerinde alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal; yaprak, dal ve ölüörtü örneklerinin ise kimyasal analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilerek ortalama ve standart hata değerleri hesaplanmış, *P* değerine (0,05; 0,01; 0,001) göre önem dereceleri belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Ayrıca bitkilerin yaprak, dal, ölüörtü ve topraklarının tanen içerikleri ile toprak karbon miktarı (%C) arasındaki ilişkiyi zamana da bağlı olarak anlayabilmek amacıyla, karbon ve tanen içerikleri istatistiksel açıdan kıyaslanmış ve *P* değerine (0,05; 0,01; 0,001) göre önem dereceleri belirlenmiştir.

4.1. Örneklerin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Her 3 toprak örneği de aynı renkte (kahverengi-kırmızı, 2,5YR 3/6) ve kumlu tın (SL) bünyelidir. Toprak pH'ları hafif bazik olup aralarında önemli bir fark yoktur. *Ceratonia* ve *Pinus* toprakları "çok az kireçli", *Quercus* toprağı "kireçli" olup aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur (Çizelge 4.1, P=0,000).

Ceratonia ve *Pinus* topraklarının karbon içerikleri her 3 ayda da birbirine yakın iken, *Quercus* toprağı Mart ve Haziran aylarında onlardan anlamlı olarak düşük bulunmuştur (Çizelge 4.1, $P \leq 0{,}005$).

Her 3 bitkinin ölüörtü miktarları zaman içinde değişmiştir. *Ceratonia*'da Marttan Hazirana artan ölüörtü miktarı Eylül ayında büyük oranda azalmıştır. Diğer 2 ağaçta bu azalma Mart ayından Eylüle daha düzenli olmuştur. *Pinus*'ta Mart ayında belirlenen çok yüksek ölüörtü miktarı özellikle ikinci ağaç altındaki yaklaşık 10–15 cm kalınlığındaki ölüörtü tabakasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.1. Bitkilerin Toprak, Ölüörtü, Dal ve Yaprak Analizlerinin Ortalama Sonuçları ve Standart Hata Değerleri (*n*=3)

	Analizler	***Ceratonia***	***Pinus***	***Quercus***	***P***
Toprak	%Kum	60,47±5,27	55,28±3,36	66,30±5,08	0,072
	Tekstür % Silt	34,78±4,48	39,93±2,55	29,20±4,92	0,051
	% Kil	4,75±0,96 Kumlutın SL	4,78±1,19 Kumlutın SL	4,50±0,98 Kumlutın SL	0,937
	pH	7,48±0,32	7,23±0,41	7,69±0,23	0,304
	Kireç	0,48±0,17	0,52±0,24	11,39±1,31	0,000
	%C Mart	4,25±0,83	4,19±0,58	2,27±0,64	0,150
	%C Haziran	4,55±0,85	4,23±0,42	1,84±0,44	0,037
	%C Eylül	4,24±0,29	4,26±0,29	4,54±1,05	0,938
Ö.miktarı	Mart g/ m^2	1273,15	5434,88	2162,40	-
	Haziran g/ m^2	2429,12	2933,92	2017,84	-
	Eylül g/ m^2	823,28	2682,08	1945,23	-
Ölüörtü	%C Mart	33,12±5,96	39,79±3,68	38,87±4,27	0,587
	%C Haziran	29,80±2,70	26,87±1,73	23,91±1,67	0,218
	%C Eylül	46,48±4,85	48,13±5,34	40,69±5,15	0,586
Dal	%C Mart	46,13±0,24	46,13±5,06	49,48±2,52	0,718
	%C Haziran	45,50±3,66	40,70±2,75	41,87±0,28	0,458
	%C Eylül	36,67±2,51	42,19±3,32	36,05±2,25	0,289
Yaprak	%C Mart	51,97±2,74	53,41±9,87	47,77±8,34	0,866
	%C Haziran	41,77±7,81	40,84±1,60	38,98±4,68	0,932
	%C Eylül	52,29±5,80	37,79±3,68	40,40±1,48	0,093

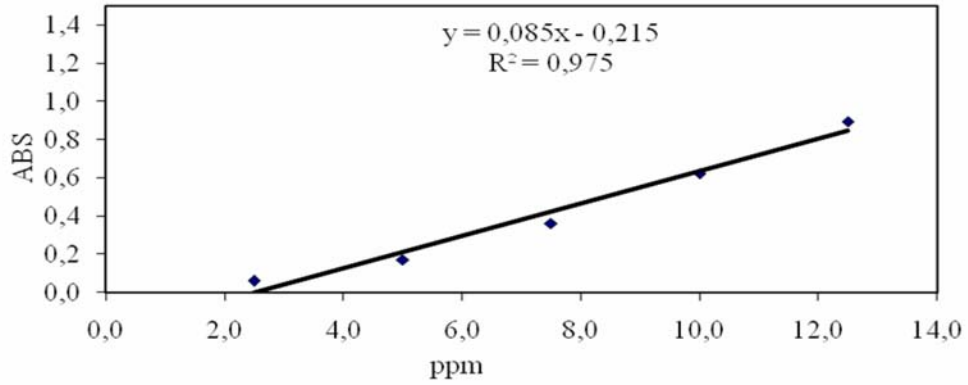
Ölüörtü karbonu her 3 ağaçta da Mart ayına göre Haziranda bir düşüş göstermiş olup bu ölüörtüdeki hızlı ayrışmayla, Eylül ayındaki yeniden yükseliş ise yeni dökülen yaprakların varlığıyla açıklanabilir.

Dallardaki karbon oranları tüm bitkilerde 3 örnekleme zamanında da belli bir

stabilite göstermekte olup aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Yaprakların karbon içeriklerinin bitkilere göre değişimi elbette tür farklılığıyla açıklanabilir. Bu içeriklerin yıl içindeki değişiminin yapraklardaki üretim, tüketim, taşınma ve kullanımdan kaynaklandığı ifade edilebilir (Kacar, 1983; Akman ve ark., 2001).

Dal, yaprak, ölüörtü ve toprakların toplam çözünebilir tanen değerleri ile tanen içermeyen fenol miktarları (ppm) şekil 4.1'deki standart eğriye göre hesaplanarak tüm sonuçlar çizelge 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'de toplanmıştır. Kondanse tananler ise standart formüle göre hesaplanmıştır.



Şekil 4.1. Toplam Çözünebilir Tanen ve Tanen Içermeyen Fenollerin Hesaplanmasında Kullanılan Standart Eğri

Her 3 ağacın yapraklarında toplam çözünebilir tanen ve tanen içermeyen fenol içeriklerinin Mart, Haziran ve Eylül dönemlerinde oldukça kararlı olduğu gözlenmektedir. Kondanse tananler ise *Pinus*'ta zaman içinde belirli bir şekilde artarken *Quercus*'ta azalmış, *Ceratonia*'daki artış daha az olmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. *Ceratonia siliqua, Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Yapraklarındaki Toplam Çözünebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenol ve Kondanse Tanen Miktarları (ppm)

	Bitkiler	Mart 2008	Haziran 2008	Eylül 2008
Toplam çözünebilir tanen(ppm)	*Ceratonia*	3,268±0.082	3,229±0.042	3,272±0.136
	Pinus	2,722±0.018	2,749±0.029	2,744±0.018
	Quercus	3,007±0.063	3,139±0.026	3,112±0.033
Tanen içermeyen fenol (ppm)	*Ceratonia*	2,636±0.018	2,640±0.016	2,703±0.062
	Pinus	2,599±0.002	2,590±.0.003	2,591±0.005
	Quercus	2,599±0.003	2,577±0.001	2,586±0.001
Kondanse tanen (ppm)	*Ceratonia*	16,855±4.156	18,652±4.116	18,945±2.698
	Pinus	20,790±0.432	26,737±2.872	37,848±3.546
	Quercus	16,676±1.360	15,367±0.617	14,202±0.573

Çizelge 4.3. *Ceratonia siliqua, Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Dallarındaki Toplam Çözünebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenol ve Kondanse Tanen Miktarları (ppm)

	Bitkiler	Mart 2008	Haziran 2008	Eylül 2008
Toplam çözünebilir tanen(ppm)	*Ceratonia*	2,918±0.066	2,931±0.028	3,031±0.062
	Pinus	2,729±0.024	2,713±0.005	2,779±0.033
	Quercus	2,851±0.013	2,870±0.026	2,970±0.020
Tanen içermeyen fenol (ppm)	*Ceratonia*	2,597±0.002	2,591±0.003	2,608±0.006
	Pinus	2,599±0.006	2,585±0.002	2,593±0.006
	Quercus	2,581±0.002	2,576±0.003	2,586±0.003
Kondanse tanen (ppm)	*Ceratonia*	17,921±2.156	16,114±2.031	20,042±4.042
	Pinus	28,548±3.224	25,045±2.583	28,721±3.339
	Quercus	21,767±0.841	21,049±1.864	21,962±1.581

Dalların tanen değerlerinin bu organlarda daha kararlı olduğu gözlenmektedir. Sadece kondanse tanenler daha çok *Ceratonia* ve *Pinus* dallarında değişmiştir (Çizelge 4.3).

Ölüörtülerdeki toplam çözünebilir tanen ve tanen içermeyen fenol miktarlarının yaprak ve dallara yakın değerlerde olduğu gözlenmektedir. Ölüörtüdeki

kondanse tanenler ise ağaç türüne bağlı olarak, hem yaprak, hem de dallardan en az 2 kat, hatta bazen 10 kat daha fazla bulunmuştur. Sadece *Quercus*'ta Haziran ayında önemli bir azalma gözlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. *Ceratonia siliqua, Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Ölüörtülerindeki Toplam Çözünebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenol ve Kondanse Tanen Miktarları (ppm)

	Bitkiler	Mart 2008	Haziran 2008	Eylül 2008
Toplam çözünebilir tanen(ppm)	*Ceratonia*	2,687±0.033	2,778±0.054	3,125±0.121
	Pinus	2,665±0.026	2,777±0.068	2,925±0.114
	Quercus	2,653±0.043	2,700±0.080	2,902±0.062
Tanen içermeyen fenol (ppm)	*Ceratonia*	2,592±0.004	2,598±0.008	2,633±0.024
	Pinus	2,593±0.004	2,605±0.007	2,618±0.021
	Quercus	2,586±0.003	2,586±0.006	2,589±0.007
Kondanse tanen (ppm)	*Ceratonia*	46,345±2.991	92,407±6.923	204,727±11.058
	Pinus	52,236±5.120	45,834±4.527	95,271±9.121
	Quercus	62,443±5.907	17,548±1.728	77,365±7.962

Çizelge 4.5. *Ceratonia siliqua, Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Topraklarındaki Toplam Çözünebilir Tanen, Tanen İçermeyen Fenol ve Kondanse Tanen Miktarları (ppm)

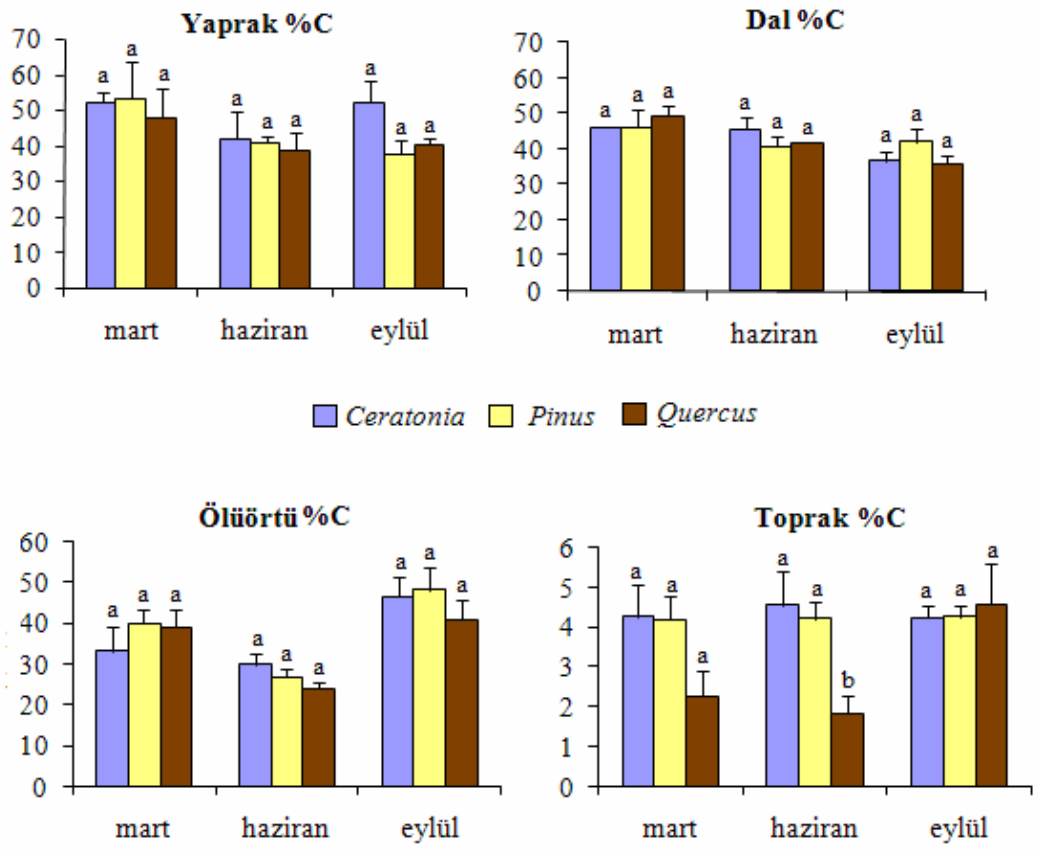
	Bitkiler	Mart 2008	Haziran 2008	Eylül 2008
Toplam çözünebilir tanen(ppm)	*Ceratonia*	2,588±0.008	2,616±0.003	2,605±0.006
	Pinus	2,592±0.008	2,609±0.003	2,594±0.001
	Quercus	2,591±0.004	2,588±0.004	2,599±0.001
Tanen içermeyen fenol (ppm)	*Ceratonia*	2,578±0.002	2,574±0.001	2,567±0.000
	Pinus	2,576±0.000	2,573±0.001	2,564±0.002
	Quercus	2,577±0.002	2,573±0.000	2,568±0.000
Kondanse tanen (ppm)	*Ceratonia*	3,554±0.368	3,101±0.483	6,847±0.769
	Pinus	6,843±0.339	3,130±0.567	7,853±0.560
	Quercus	7,898±0.668	4,788±0.683	10,984±0.372

Toprakta yaprak, dal ve ölüörtüye göre hem toplam çözünebilir tanenler, hem de tanen içermeyen fenoller daha kararlı bir seyir izlemektedir. Burada sadece *Ceratonia*'da toplam çözünebilir tanenlerde Mart ve Haziran ayları arasında

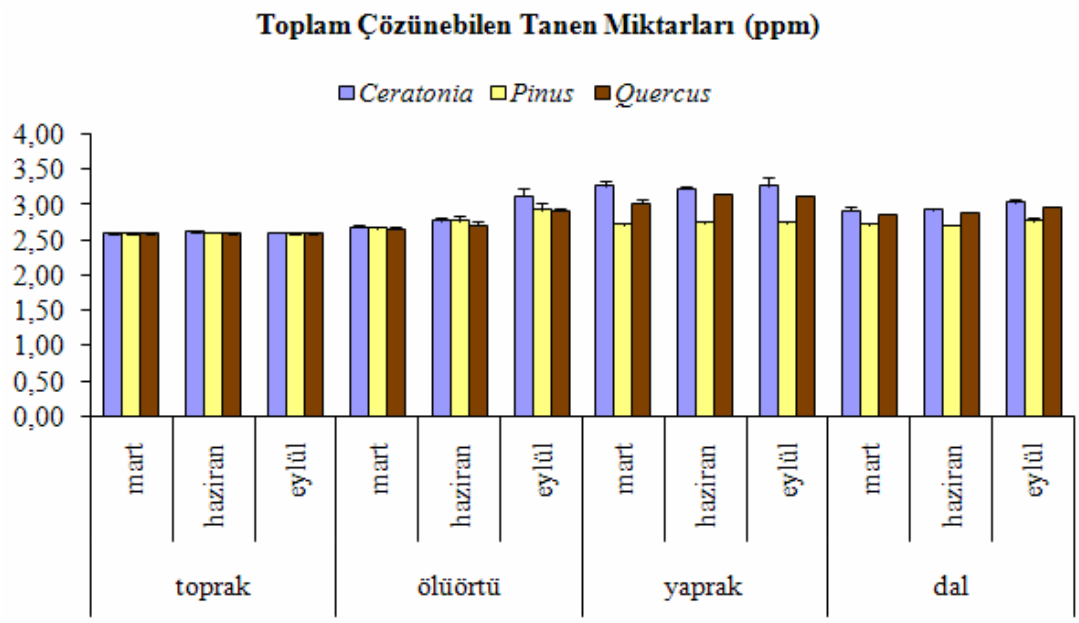
istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Diğer bitkilerde örnek alım zamanları arasında anlamlı fark yoktur.

Tanen içermeyen fenollerde *Ceratonia*'da değerler arasında Mart-Eylül için $P \leq 0,001$; Haziran-Eylül için $P \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı fark vardır. *Pinus* için Mart ve Eylül ayları arasında anlamlı fark bulunmuştur ($P \leq 0,001$). *Quercus*'ta ise Mart-Eylül ve Haziran-Eylül ayları arasında anlamlı farklar hesaplanmıştır ($P \leq 0,001$).

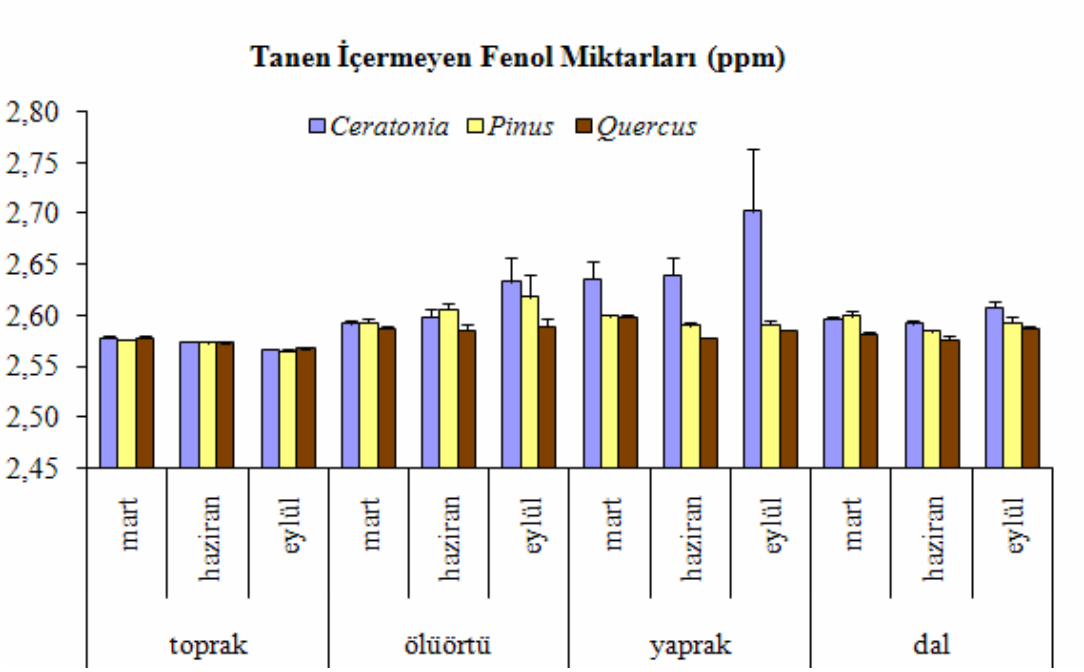
Toprakta kondanse tanenlerin ölüörtüye göre çok daha az olduğu gözlenmektedir. *Ceratonia*'da Mart-Eylül ve Haziran-Eylül ayları arasında fark ($P \leq 0,05$ ve $P \leq 0,01$) anlamlı iken, bu fark *Pinus'ta* Mart-Haziran için $P \leq 0,01$; Haziran-Eylül arasında $P \leq 0,001$ düzeyindedir. *Quercus*'ta Mart-Haziran ve Mart-Eylül arasında $P < 0,05$ düzeyinde ve Haziran-Eylül ayları arasında da $P < 0,001$ düzeyinde anlamlı farklar gözlenmiştir.



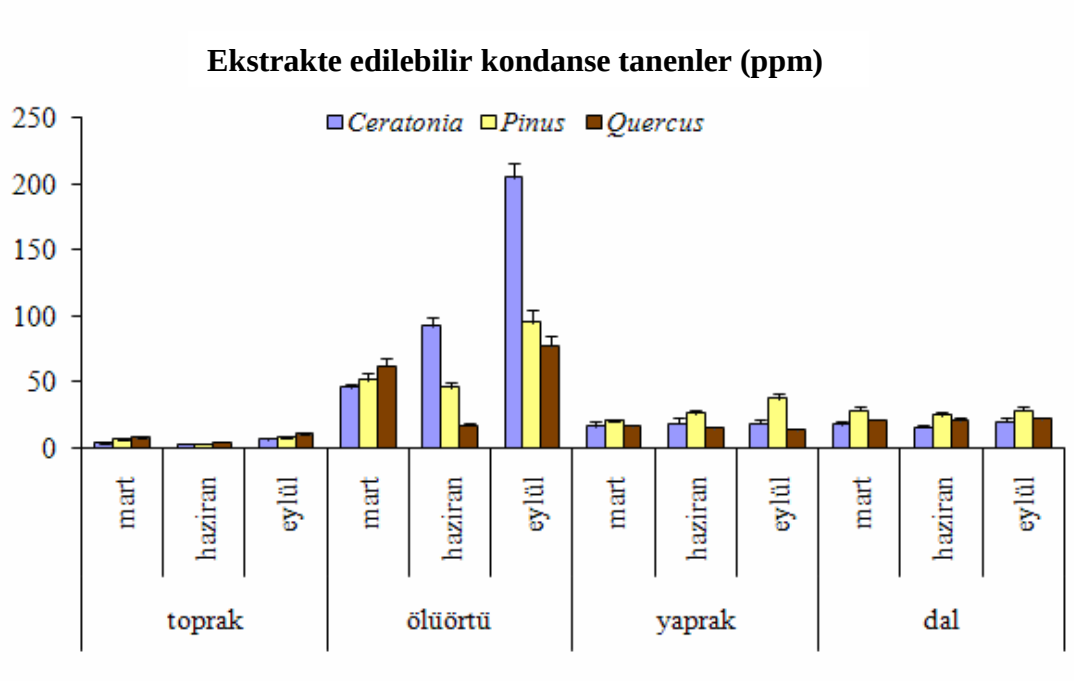
Şekil 4.2. *Ceratonia, Pinus, Quercus*'un yaprak, dal, ölüörtü ve topraklarının toplam C içerikleri (a ve b harfleri $P < 0,05$ düzeyinde önemli farkı ifade eder).



Şekil 4.3. *Ceratonia, Pinus, Quercus*'un yaprak, dal, ölüörtü ve topraklarının tanen miktarları (ppm) (2008 yılı aylara göre)



Şekil 4.4. *Ceratonia, Pinus, Quercus*' un yaprak, dal, ölüörtü ve topraklarının tanen içermeyen fenol miktarları (ppm) (2008 yılı aylara göre).



Şekil 4.5. *Ceratonia*, *Pinus*, *Quercus*' un yaprak, dal, ölüörtü ve topraklarının ekstrakte edilebilir kondanse tanen miktarları (ppm) (2008 yılı aylara göre).

Her 3 bitkinin topraklarının kumlu tın bünyeye sahip olmaları örneklerin aynı alandan alınmış olmalarıyla açıklanabilir. Gerçekten örneklik alan Çukurova Üniversitesi kampusu Çamlıtepe lojmanlarından Baraj Gölüne inen yol çevresindeki ormanlık alanda bulunmakta olup oldukça eğimlidir. Burada gelişen toprakların yukarı yamaçlardan taşınan irili ufaklı taşlarla zenginleştiği gözlenmiştir. Ayrıca topraklar yerine göre en fazla 10-15 cm derinliğe sahip olup hemen altında anakaya yer almaktadır (Dinç ve ark., 1989).

Toprakların hafif alkali olmaları anakayanın kireçli olmasıyla açıklanabilir (Özbek ve ark., 1993). Toprakların kireç oranları arasındaki fark arazinin heterojenliğinden kaynaklanmaktadır (Dinç ve ark., 1989).

Gerek *Ceratonia*, gerekse *Pinus* topraklarının karbon oranlarının her 3 ayda da belli bir stabilite gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durum her iki ağaç türünün tüm yıl boyunca düzenli yaprak dökümü sayesinde toprağa kesintisiz karbon kaynağı sağlamasıyla açıklanabilir. *Quercus*'ta ise yaprak dökümü genellikle sonbahar

aylarında daha yoğun olmakta, toprak üstünde biriken bu atıklar kış boyunca yavaş yavaş parçalanarak toprağa karışmakta, yaza doğru sıcaklığa paralel olarak hızla ayrışmakta ve dolayısıyla topraktaki karbon oranları da nispeten düşmektedir. Toprakların karbon kaynaklarının öncelikle bitkisel atıklar olduğu düşünülürse, burada *Quercus*'ta toprağa dökülen atıkların yaz aylarında daha çabuk parçalanıp toprağa karıştığı, ama toprakta yeterince kullanılamadığı için bu kadar biriktiği (Eylül ayında toplam karbon Mart ayının 2 katına ulaşmıştır) anlaşılmaktadır. Bu birikimin en önemli nedeni olarak, sıcaklıklar yeterince uygun olmasına rağmen, su noksanlığı olarak gösterilebilir (Meteoroloji, 2009). Burada diğer 2 ağaçta aynı durumun gözlenmemesinin nedeni olarak onların bitkisel atıklarının kalitesi gösterilebilir. Gerçekten *Pinus* yapraklarının zaten zor ayrıştığı bilinmektedir (Aka ve Darıcı, 2005). *Ceratonia*'nın yapraklarının *Quercus*'a göre daha kalın ve etli, epidermalarının da daha kalın ve kutikulalı olduğu bilinmektedir (Akman ve ark., 2007). Bu özellik de onların *Quercus* yapraklarına göre daha zor parçalanmasına neden olabilir.

Ölüörtü karbon oranlarının *Quercus* hariç diğer 2 ağaçta istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlenmiştir. *Quercus* toprak karbonunda Haziran ayında gözlenen mevsimsel fark da anlamsız bulunmuştur. Toprakların karbon oranları ölüörtüdeki bu değişime paralellik göstermektedir. Haziran ayından Eylül ayına hem ölüörtü, hem de toprak karbonunun artması hem ölüörtülere taze yaprak karışımının olduğunu, hem de daha alt tabakalarda kalan ölüörtü kısımlarının ayrışarak toprakların karbon oranlarını arttırdığını göstermektedir. Bu şekilde biyoayrışmanın yıl boyunca çevresel faktörlere ve tabii ki bitki türlerine bağlı olarak devam ettiği gerçeği bir kez daha ortaya konmaktadır (Aka ve Darıcı, 2005).

Her 3 ağaçta da yaprak, dal ve ölüörtülerin toplam çözünebilir tanen, tanen içermeyen fenoller ve kondanse tanen içerikleri ile toprakların karbon oranları arasındaki ilişki incelendiğinde; bu ilişkinin ağaç türüne göre değiştiği gözlenmektedir. Genelde yapraklarda bulunan çözünebilir tanen miktarlarının ölüörtüye birebir yansıdığı söylenemez ki bu da zaten son derece doğal bir sonuçtur. Zira çözünebilen bu tanenlerin ölüörtüde birikmesi söz konusu değildir (Adamczyk ve ark., 2008).

Tanen içermeyen fenoller *Ceratonia* yapraklarında her 3 ayda da yüksek bulunmuş olup bu durum ölüörtüye de yansımıştır. Toprakta bu fenollerin her 3 bitki için de son derece kararlı olduğu gözlenmektedir.

Kondanse tanenler ise özellikle *Ceratonia* ölüörtüsünde çok yüksek değerlere ulaşmıştır. Fakat bu artış, umulduğunun aksine, *Ceratonia* topraklarının karbonunda belirgin bir artışa yol açmamıştır. Bu durum kondanse tanen artarken diğer organik bileşiklerin ayrışması sonucu toprak karbonunun azalmasıyla açıklanabilir. Oysa *Quercus*'ta toprak karbon oranı ile kondanse tanenlerin miktarları arasında belli bir paralellik kurulabilir. Gerçekten ölüörtüdeki kondanse tanen miktarı Mart ve Eylül ayında yüksek iken toprak karbon içeriğinin de yüksek, düşük olduğu Haziran ayında ise karbonun da düşük olduğu gözlenmektedir. *Quercus*'la *Ceratonia* arasındaki bu fark bizzat ağaçların kendilerine has organik maddelerinin ayrışma farklılığıyla açıklanabilir. Diğer bir deyişle her bitkinin organik maddesi öncelikle kendi yapısal özellikleri ve kompozisyonuna bağlı olarak çevre faktörlerinin etkisi altında farklı şekillerde ayrışmaktadır. Bu durum da yukarıdaki sonucu doğurabilmektedir. Bu şekilde, ekolojik koşulların doğal bir sonucu olarak, aynı bitki türüne ait organik maddenin bile her zaman aynı şekilde parçalanıp ayrışmayacağı da çok açıktır (Javorekova ve ark., 2001). Tüm bu değişimlerin ortaya konması doğadaki çeşitliliğin anlaşılmasına katkıda bulunacaktır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yaprak, dal ve meyvalarındaki tanen oranlarının yüksekliği nedeniyle, Doğu Akdeniz Bölgesinde doğal olarak yetişen birisi iğne yapraklı *Pinus brutia* (Kızılçam), diğerleri geniş yapraklı iki ağaç olan *Ceratonia siliqua* (Keçiboynuzu) ve *Quercus coccifera* (Kermes meşesi) seçilmiş, her biri için yaklaşık aynı yaşta olan ve bu türleri en iyi temsil edebilecek üçer farklı birey belirlenmiştir.

Bu ağaçlardan yaprak, dal, ölüörtü ve toprak örnekleri 2008 yılı mart, haziran ve eylül aylarında alınarak 3 tekerrürlü olarak karbon ve toplam çözünebilir tanen, tanen içermeyen fenoller ve ekstrakte edilebilir kondanse tanen içerikleri belirlenmiştir. Bu şekilde, çok sınırlı da olsa, bu bileşiklerin yıl içindeki olası değişimin de gözlenmesi amaçlanmıştır. Tanenler karbonca zengin bileşikler olup toprakta bir yandan mikrocanlılara karbon kaynağı olduğu, bir yandan da mikrobiyal faaliyeti yavaşlattığı bilindiği için (Kraus ve ark., 2003); bitki kısımları ve ölüörtüdeki bu bileşiklerin miktarındaki değişimlerin toprak karbon miktarına olası etkisini ortaya koymak amacıyla bu iki parametre arasındaki ilişkiler kıyaslanmaya çalışılmıştır. Sonuçlardan da gözlendiği gibi bu ilişkinin öncelikle bitki türüne bağlı olduğu anlaşılmış, fakat yaprak ve dallarla ölüörtüye taşınan tanen oranları ile toprak karbonu arasında her zaman paralellik kurulamamıştır. Bu olay aslında toprak organik madde kaynağının sadece tanenden ibaret olmadığını, çok farklı süreçlerin devreye girerek oranları etkilediği gerçeğini de bir kez daha hatırlatmaktadır.

Toprakta toplam karbon miktarını tanen fraksiyonlarının hangi oranlarda etkilediğini belirlemek için farklı yöntemler ve düzenekler kullanılması gereklidir. Üstelik bu süreçlerin anlaşılması giderek daha da önem kazanmaktadır. Çünkü bu fraksiyonlar arasındaki oranların bozulması ekosistemin fonksiyonunu da olumsuz etkileyecektir. Çevre koşullarındaki (atmosfer, su ve toprağın milyonlarca yılda kazandığı tüm işlevler) bozulmaların makro ölçekte ekosisteme yansımaları belki kısa vadede gözlenemeyebilir, fakat mikro ölçekteki yansımaları daima daha yavaş ama çok yıkıcı ve geri dönüşümsüz (irreversibl) olacaktır. Bu çerçevede, bu ve benzeri ekolojik çalışmalarla, ekosistemin detaylarını algılamaya ve kavramaya çalışırken onun cevaplarını (reaksiyonlarını) ölçerek, uzun yıllar sonra ortaya

çıkabilecek felaket boyutundaki yıkımları önceden tahmin etme şansı kazanılabilecek ve gerekli önlemler planlanıp ilgili ekosistemlere uyarlanacak şekilde geliştirilebilecektir.

Bu çalışma zaman darlığı nedeniyle sadece 3 farklı dönemde (mart, haziran ve eylül 2008) gerçekleştirilmiştir. Doğadaki döngülerin tekrarlanabilir olduğu bilinmesine rağmen, öneri olarak, bu çalışmanın daha uzun yıllar sürdürülmesi ile gerçeğe daha yakın ortalama değerler bulunabilir, böylelikle yıllar arasındaki varsa sapmalar da belirlenerek uzun vadeli ekosistem fonksiyon planları yapılabilir. Bu planlar sayesinde ekosistemde oluşabilecek ani bozulmalar veya değişimler çok daha kolay ve hızlı bir şekilde fark edilecektir. Ayrıca bu çalışmanın toprak organik maddesinin mineralizasyon denemeleri ile desteklenmesi de uygun olacaktır. Zaten uzun vadede bu çalışmalar da planlanmış olup toprak olduğu gibi ve içine farklı oranlarda tanen ve tanen içeren bitki organları karıştırılarak karbon mineralizasyon dereceleri belirlenmeye çalışılacaktır. Hatta bu deney farklı sıcaklık ve nem koşullarında da tekrarlanabilir.

Benzer çalışmalar farklı bölgelerde yetişen ve böylece çok daha geniş coğrafik bir alanı yansıtan bir veya daha çok ağaç türü seçilerek de yapılabilir. Böylece bu bitkilerin en azından tanen miktarı açısından ekolojik tolerans sınırları daha doğru bir şekilde belirlenebilir. Yine tanenlerle ilgili bir başka çalışma olarak, tanenlerin topraktan izole edilen farklı mikroorganizmalara etkisini incelemek amacıyla, besiyerlerine farklı dozlarda tanen eklenip mikroorganizmaların duyarlılığı belirlenebilir. Aynı işlem toprakta da tekrarlanarak bu konuda toprağın rolü daha iyi anlaşılabilir.

Tanenler hem tıp hem de veterinerlik alanında çok geniş olarak kullanıldığı için bölgemizdeki bitkilerin tanen içerikleri belirlenip bu alanlarda değerlendirilebilir. Böylece bölge insanına da ekonomik anlamda katkı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

ADAMCZYK, B., KITUNEN, V. & SMOLANDER, A. 2008. Protein precipitation by tannins in soil organic horizon and vegetation in relation to tree species. Biology and Fertility of Soils 45: 55-64.

AKIYAMA, H., FUJII, K., YAMASAKI, O., OONO, T., IWATSUKI, K., 2001. Antibacterial Action of Several Tannins Against *Staphylococcus aureus.* Journal of Antimicrobial Chemotherapy 48, 487-491.

AKMAN, Y., KÜÇÜKÖDÜK, M., DUZENLİ, S., TUĞ, G. N., 2001. Bitki Fizyolojisi, 764 s. Ankara.

AKMAN,Y., KETENOĞLU, O., KURT, L., GÜNEY, K., HAMZAOĞLU, E., TUĞ, G. N., 2007. Angiospermae (Kapalı Tohumlular) 810s., Palme Yayıncılık, Ankara.

ALEXANDER, M.,1977. Introduction to Soil Microbiology, Second Edition. John Wiley&Sons ınc. New York. USA. 16-36.

AŞKIN, T., KIZILKAYA, R., GÜLSER, C., BAYRAKLI, B., 2004 Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus Topraklarının Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 31-36.

AYBEKE, M., OLGUN, G., SIDAL, U., KOLANKAYA, D., 2000. Zeytinyağı Fabrikası Atık Suyunun Buğday (*Triticum aestivum* L.) Kök Ucu Hücrelerindeki Mitoz Bölünme ve Total Protein Miktarı Üzerine Etkisi, Turk J. Biol. 24 (2000) 127–140.

AYDIN, A., ÜSTÜN, F., 2007. Tanenler I Kimyasal Yapıları, Farmakolojik Etkileri, Analiz Yöntemleri, İstanbul Üniv.Vet.Fak.Derg., 33(1), 21-31.

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

BARAHONA, R., LASCANO, C.E., COCHRAN, R., MORRİLL, J., TİGEMEYER, E. 1997. Intake digestion and nitrogen utilization by sheep fed typical legumes with tanin concentration and astringency. Journal of Animal Science, 75(6): 1663-1640.

BATE-SMITH, E.C., 1975. Phytochemistry of proanthocyanidins. Phytochemistry, 14:1107-1113. doi:10.1016/0031-9422(75)85197-1. 41

BECK, T., 1984. Microbiologische und Biochemishe Charakterisierung Landwirtschaftlich genutzter B.den. Microbiologische Kennzahl. Z. Pflanzenernahrung. Bodenk, 147:456-466.

BENNICK, A., 2002. Interaction Of Plant Polyphenols With Salivary Proteins. Crit Rev Oral Biol Med. 13(2):184-196.

BOSSI, A., RINALDUCCI, S., ZOLLA, L., ANTONIOLI, P., RIGHETTI, P.G., ZAPPAROLI, G. 2006. Effect of Tannic Acid on *Lactobacillus hilgardii* Analysed by a Proteomic Approach. Journal of Applied Microbiology ISSN 1364-5072

BOUYOUCOS, G.S., 1951. A Recalibration of the Hydrometer for Mohing Mechanical Analysis of Soil. Argon. Jour., 43: 434-438

CHUNG, K-T., WONG, T.Y., WEİ, C.I., HUANG,Y.W. & LİN, Y.,1998. Tannins and Human Health: a Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 38, 421-64.

ÇAVUŞOĞLU, F., 2008. DoğuAkdeniz BölgesindeYetişen *Pinusbrutia* Ten. ve Quercus coccifera L. Yapraklarındaki Tanenin Antimikrobiyal, Mutajenik ve Organik Madde Mineralizasyonuna Etkisi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana, 47 s.

ÇOLAK, A.K., 1980. Toprak Biyolojisi Ders Notları. Ç.Ü.Ziraat Fak. Yayınları:451

_____, 1988. Toprak Biyolojisi Ders Notları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. No: 99,50-55

_____, 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No: 98.

AKA, H., DARICI, C., 2005. Doğu Akdeniz Bölgesinde İki Farklı Materyalde Yetişen *Olea europaea* L., *Pinus brutia* Ten., ve *Pistacia terebinthus* L., Topraklarında Karbon Mineralizasyonu. Ekoloji Dergisi 14, 54, 20-24.

DAVIS, P.H., 1965. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Vol.1, p: 22, University Press, Edinburgh.

_____, 1982. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Vol.7, p: 451, University Press, Edinburgh.

DUCHAUFOUR, P., 1970. Precis de Pedologie. Masson et Cle, Editeurs, p: 435-437, Paris.

ERGENE, A., 1987. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Yayınları. No.635, Ders Kitapları Serisi. No. 47, 222-232

N. FIERER, J.P. SCHIMEL, R.G. CATES, J. ZOU. 2001. The influence of balsam poplar tannin fractions on carbon and nitrogen dynamics in Alaskan taiga floodplain soils. Soil Biology & Biochemistry. 33: 1827-1839

FISHER, R.F., 1995 .Soil Organic Matter: Clue or Conundrum? P. 1-11. –In: W.W.McFee and J.M. Kely (eds.): Carbon Forms and Functions in Soils. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin USA.

GRACE, J.K., R.T. YAMAMOTO, 1994. Natural Resistance of Alaska-cedar, redwood, and teak to Formosan subterranean termites, Forest Products Journal, 44: 3, pp. 41-45.

HAFIZOĞLU, H., 1984. Orman Yan Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakultesi, Trabzon.

HAGERMAN, A.E., BUTLER, L.G. 1981. The specificity proanthocyanidinprotein interactions. Journal of Biological Chemistry, 256: 4494-4497.

HAMİLTON-MİLLER, J.M.T. (1995) Antimicrobial Properties of Tea (*Camellia sinensis* L.). Antimicrobial Agents And Chemotherapy 39, 2375-7.

HASLBERGER, H., D., FENGEL, 1991b. Larvae Development of the House Longhorn Beetle in Pinewood Treated with Fractions of Beechwood Extracts, Holz als Rohund Werkstoff, 49, p.333-339.

HILLIARD, C.A., ARMSTRONG, M.L., BRADT, C.I., HILL, R.B., HOFFMANN, 1986. Bodenenzyme als Charakteristika Bioloischen Aktivitat und von Stoffumsatzen in B. Den II. Seminar: Die Anwendung Enzymatischer und Microbiologischer Methoden in der Bodenanalyse. 5-6 Juni, Linz.

HIRANO, Y., BRUNNER, I., 2007. Quantitative determination of callose in tree roots Journal of plant physiology. 163(12):1333-6

HUŞ, S., 1969. Orman Mahsulleri Kimyası, İÜ Orman Fakültesi, İÜ Yayın No:1451, Orman Fak. Yayın No:150, İstanbul, 195 s.

JAVOREKOVA, S.STEVILKOVA, T.LABUDA, R.ONDRIÇIK, P., 2001. Influence of Xenobiotics on The Biological Soil Activity. 5 tables; 1 ill., 12 ref. journal of Central European Agriculture (Croatia). v. 2(3-4) p. 191-198.

JONASSON, S., MICHELSEN, A., SVHMIDT, I.K., 1996. Microbial biomass C, N and P in two arctic soils and responses to addition of NPK fertilizer and sugar: Implications for plant nutrient uptake. Oecologia 106, 507-515.

JONES, G. A., McALLISTER, T. A., MUIR, A. D., CHENG, K.-J., 1994. Effects of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Condensed Tannins on Growth and Proteolysis by Four Strains of Ruminal Bacteria. Applied And Envıronmental Microbiology, Apr. 60-4, 1374-1378.

KAAL, J., NIEROP, K.G. J., VERSTRATEN, J. M., 2005. Retention of tannic acid and condensed tannin by Fe-oxide-coated quartz sand. Journal of colloid and interface science, 287(1):72-9.

KACAR, B., 1983. Genel Bitki Fizyolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 246, Ankara.

KAMALAK, A., CANBOLAT, Ö., GÜRBÜZ, Y., ÖZAY, O., ERER, M., KANDRA , L., GYEMANT, G., ZAJACZ, A., 2004. Inhibitory Effects of Tanin on Human Salivary Alpha-amilase. Biochem Biophys Res Commun 319, 1265-1271.

KRAUS T. E. C., ZASOSKİ, R. J., DAHLGREN, R. A., HORWATH W. R. AND PRESTON, C. M., 2004. Carbon and Nitrogen Dynamics in a Forest Soil Amended with Purified Tannins From Different Plant Species, Soil Biol Biochem 36:309–321.

KÖGEL-KNABNER I. 2002. A review on the macromolecular organic composition in plant and microbial residues as input to soil. Soil Biol. Biochem. 34, 139-162.

KRAUS, T.E.C., DAHLGREN, R.A., AND ZASOSKİ, R.J. 2003. Tannins in Nutrient Dynamics of Forest Ecosystems — a review. Plant Soil, 256: 41–66.

KURZATKOWSKI, D., MARTIUS, C., HOEFER, H., GARCIA, M., 2004. Litter decomposition, microbial biomass and activity of soil organisms in three

agroforestry sites in cetral Amazonia. Nutrient Cycling in Agroecosystems 69, 257-267.

LORENZ, K., 2001. The role of microorganisms and organic matter quality for nutrient mineralization and Carbon composition of organic layers in forests as influenced by site properties and soil management, Hohenheimer bodenkundliche Hefte, Hohenheim Uni. Stuttgart.

LOWRY, O. H., N. J. ROSEBROUGH, A. L. FARR, AND R. J. RANDALL. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193:265–275.

OLIVER, B., 1971. Plant Phenolics, Institut d'Oenologie, Universite de Bordeaux II.,Edinburg, p.254

ÖZBEK, H., DİNÇ, U., ve KAPUR, S., 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 73, 17-32.

ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M., KAPTAN, H., 1993. Toprak Bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları No: 6, Sf: 585-592, Adana.

SALMINEN J. P., ROSLIN, T., KARONEN, M., SINKKONEN, J., PIHLAJA, K., PULKKINEN, P., 2004. Seasonal Variation in the Content of Hydrolyzable Tannins, Flavonoid Glycosides, and Proanthocyanidins in Oak Leaves, Journal of Chemical Ecology , Volume 30, Number 9, pp. 1693-1711(19)

SCALBERT, A., 1991. Antimicrobial Properties of Tannins Phytochemistry, 30: 3875-3883.

SCHAEFER, R., 1967. Caracteres et Evolution des Activites Microbiennes Dans Une Chaine de Sols Hidromorphes Mesotrophiques de la Plaine d'Alsace, Revue d'Ecologie et de Biologie du sol (IV) 4, 567-592. 45

SEÇMEN, M., GEMİCİ, Y., LEBLEBİCİ, E., GÖRK, G., BEKAT, L., 1989. Tohumlu Bitkiler Sistematiği. Ege Ü.Fen Fak. Kitapları Serisi No. 116, Bornova, İzmir.

ŞEN, S., 2001. Bitki Fenollerinin Odun Koruma Etkinliklerinin Belirlenmesi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Zonguldak, 300 s.

ŞEN, S., HAFIZOĞLU, H., KANAT, M., 2002. Bazı Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin İnsektisit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması, KSÜ Fen v e Mühendislik Dergisi 5(1), 86 s.

TISDALE, S.L., NELSON, W.L., BEATON, J.D., HAVLIN, J.L.,2004. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Çev.Nuri Güzel .6. Baskı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 246. Ders Kitapları Yayın No. A-80.

TODA, M., S. OKUBO, R. HIYOSHI, AND T. SHIMAMURA. 1989. The Bactericidal Activity of Tea and Coffee. Lett. Appl. Microbiol. 8:123–125.

TOPTAŞ, A., 1993. Deri Teknolojisi, İÜ Teknik Bilimler MYO, İstanbul, 846 s

TÜRKMEN, N., 1987. Çukurova Üniversitesi Kampüs Alanının Doğal Bitkileri, Hayat Formları ve Habitatları. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Y.Lisans. Tezi: 201.

ÜNAL, H., RASHEED, M.A., 1972. Ankara Topraklarında Enzim Aktiviteleri ve Bunların Önemli Toprak Özellikleri ile İlişkileri. I. Üreaz, Sakkaraz ve Glikozidaz Aktiviteleri. Ankara Ü.Ziraat Fak. Yıllığı 21. Fasikül 3-4. 592-606.

ÜSTÜN, F., AYDIN, A., 2007. Tanenler II Toksisiteleri, beslenme üzerine etkileri, detannifikasyon, İstanbul Üniv.Vet.Fak.Derg., 33(1), 33-41.

VAN SOEST, P. J. 1994. Fiber and physicochemical properties of feeds in: Nutritional ecology of the ruminant. Second edition. Cornell University press. 140-155.

VIVAS, N., AUGUSTIN, M., LONVAUD-FUNEL, A. (2000) Influence of Oak Wood and Grape Tannins On The Lactic Acid *Bacterium oenococcus* Oeni (*Leuconostoc oenos*, 8413). J. Sci Food Agric 80, 1675- 1678

WALTER, H., LIETH, 1960. Klimadiagramm-Weltatlas. Fiacher, Jena

YALTIRIK, F., 1993. Dendroloji Ders Kitabı. İstanbul Üni. Orman Fak. Yayınları., No. 3767, İstanbul. 193-194.

YANAGIDA, A., KANDA, T., TANABE, M., MATSUDAIRA, F., OLIVEIRA CORDEİRO, J. G., 2000 Inhibitory Effects of Apple Polyphenols and Related Compounds Cariogenic Factors of Mutans Streptococci. J Agric Food Chem 48, 5666-5671.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Adana'da doğdum. İlk ve orta eğitimimden sonra, 1996 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümüne girdim. 2000 yılında mezun olup 2000-2001 eğitim-öğretim yılında Özel Adana Bilfen Kolejinde stajyer biyoloji öğretmeni olarak görev yaptım. 2001-2002 eğitim-öğretim yılında Adana Detay Dershanesinde biyoloji öğretmenliği yaparken Aralık ayında Şırnak Çok Programlı Lisesine biyoloji öğretmeni olarak atandım. 2007 Şubat ayında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında Yüksek Lisans eğitimime, 2008 Mart ayında da yüksek lisans tez çalışmalarıma başladım.