

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ferhat GÖL**

***Ceratonia siliqua* L. ve *Olea europaea* L. 'NİN ZAMANA BAĞLI TOPRAK  
SOLUNUMU ve KARBON MİNERALİZASYONLARI**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2015**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***Ceratonia siliqua* L. ve *Olea europaea* L. 'NİN ZAMANA BAĞLI TOPRAK  
SOLUNUMU ve KARBON MİNERALİZASYONLARI**

**Ferhat GÖL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

Bu Tez 17/9/2015 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....  
Prof. Dr. Cengiz DARICI  
DANIŞMAN

.....  
Prof. Dr. Sadık DİNÇER  
ÜYE

.....  
Prof. Dr. Hüsniye AKA SAĞLIKER  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüzün Biyoloji Anabilim Dalında hazırlanmıştır.  
**Kod No:**

**Prof. Dr. Mustafa GÖK  
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.  
Proje No: FEF2013YL44**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

*Ceratonia siliqua* L. ve *Olea europaea* L. 'NİN ZAMANA BAĞLI TOPRAK SOLUNUMU ve KARBON MİNERALİZASYONLARI

Ferhat GÖL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Cengiz DARICI  
Yıl: 2015, Sayfa: 49  
Jüri : Prof. Dr. Cengiz DARICI  
Prof. Dr. Sadık DİNÇER  
Prof. Dr. Hüsniye AKA SAĞLIKER

Çukurova Üniversitesi Kampüsü'nde doğal olarak yetişen *Olea europaea* L. (Zeytin) ve *Ceratonia siliqua* L. (Keçiboynuzu) ağaçlarından 3 dönem (Kasım 2013, Şubat ve Mayıs 2014) toprak, yaprak ve ölü örtüleri alınarak karbon, azot ve fosfor içerikleri, toprakların amonyum ve nitrat miktarları belirlenmiştir. Ayrıca toprakların karbon mineralizasyonları laboratuvarında 28°C'de 30 gün, arazide toprak solunumları da 1 yıl boyunca her ay soda lime ile saptanmıştır. Ağaçların taçları altındaki toprak sıcaklıkları, atmosferik nem ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonları ölçülmüştür.

Toprakların karbon ve fosfor içerikleri her 3 aylık dönem genelde zeytinde keçiboynuzuna göre daha yüksek iken azot içerikleri birbirlerine yakın bulunmuştur. Yaprak karbon içerikleri her iki bitkide mevsime bağlı azalırken azot içerikleri genelde artmıştır. Karbon miktarları arasındaki fark anlamsız iken azot miktarları arasındaki fark anlamlıdır (P < 0,05). Her bitkinin karbon mineralizasyonları her dönem birbirine benzer olup aralarındaki fark anlamsızdır. Ancak zeytin topraklarındaki mineralleşme oranı keçiboynuzundan daha düşük olup aralarındaki fark anlamsızdır (P > 0,05). Toprak solunumları her iki bitkide kış aylarında düşük iken yaz aylarında artmış olup hem toprak ve yüzey sıcaklıkları, hem de CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarıyla önemli ve pozitif bir korelasyon (P = 0,000), atmosfer nemi ile ise önemsiz ve negatif bir korelasyon belirlenmiştir.

Bu ve benzeri çalışmalar özellikle küresel ısınmayı tetiklediği öne sürülen CO<sub>2</sub> emisyonları konusunda daha doğru bilgiler vererek uzun soluklu öngörüler yapılmasına ve ekosistem modelleri oluşturulmasına imkan verebilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** *Ceratonia siliqua* L., *Olea europaea* L., Toprak solunumu, Karbon döngüsü, Karbon mineralizasyonu

## ABSTRACT

### MSc THESIS

#### SOIL RESPIRATIONS AND CARBON MINERALIZATIONS TIME DEPENDENTLY OF *Ceratonia siliqua* L. and *Olea europaea* L.

Ferhat GÖL

CUKUROVA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF BIOLOGY

Supervisor : Prof. Dr. Cengiz DARICI

Year: 2015, Pages: 49

Jury : Prof. Dr. Cengiz DARICI

: Prof. Dr. Sadık DİNÇER

: Prof. Dr. Hüsniye AKA SAĞLIKER

Soils, leaves and litters of *Olea europaea* L. (Olive) and *Ceratonia siliqua* L. (Carob tree) trees growing naturally in Cukurova University Campus were taken and carbon, nitrogen and phosphorus contents of these samples and ammonium and nitrate contents of soils were determined for 3 periods (November 2013, February and May 2014). Also, in vitro carbon mineralizations were measured for 30 days at 28°C while in situ soil respirations were determined by soda lime in every month for a year. Soil temperatures, atmospheric moistures and CO<sub>2</sub> concentrations were measured under canopies of trees.

Carbon and phosphorus contents of soils were generally higher in olive than carob tree for every 3 month periods while their nitrogen contents were close with each other. In both plants, leaves of carbon contents were decreased seasonally but nitrogen contents were increased and there were significant differences between nitrogen contents ( $P < 0.05$ ) while no significant differences were found in carbon contents. Carbon mineralizations of both plants were similar in every period but there were found no significant differences. But mineralization rate were lower in olive soils than carob tree and no significant differences were found between them ( $P > 0.05$ ). Soil respirations in both plants were lower in winter but increased in summer and correlated with soil and surface temperatures and CO<sub>2</sub> concentrations positively and significantly ( $P = 0.000$ ), but negative and nonsignificant correlations were found between atmospheric moisture and these parameters.

This and this kind of studies giving more accurate informations about CO<sub>2</sub> emissions that trigger will grant long term predictions and provide to create ecosystem models.

**Key Words:** *Ceratonia siliqua* L., *Olea europaea* L., Soil respiration, Carbon cycle, Carbon mineralization

## **TEŞEKKÜR**

Tez konunun belirlenmesi ve y¼r¼t¼lmesinde maddi ve manevi desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Cengiz DARICI'ya; çalışmalarına her zaman yardımcı olan biyolog arkadaşlarım Ar. Gör Burak KOÇAK, Dr. Őahin CENKSEVEN, Dr. Nacide KIZILDAĞ, Tuęçe BOĖA, Mutiye ARSLAN ve İlay ÇEVİK'e çok teŐekk¼r ederim.

Tezim için gerekli maddi desteği sağlayan, bize karşı her zaman g¼ler y¼zl¼ davranan ve sorunlarımıza hızlı öz¼mler ¼reterek iŐlerimizi kolaylaŐtıran Çukurova ¼niversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Biriminin t¼m personeline teŐekk¼r ederim.

Özellikle yaŐamım boyunca her zaman her konuda yanımda olup beni destekleyen sevgili aileme en derin Ő¼kranlarımı sunmak isterim.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ .....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
İÇİNDEKİLER .....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Toprak Solunumu, Ekosistemdeki Karbon Dengesi ve Besin Döngüleri.....	3
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. MATERYAL VE METOD .....	13
3.1. Materyal .....	13
3.1.1. Keçiboynuzunun Özellikleri .....	13
3.1.2. Zeytinin Özellikleri .....	14
3.1.3. Araştırma Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri.....	14
3.1.4. Toprak .....	15
3.1.5. İklim .....	16
3.1.6. Vejetasyon.....	17
3.2. Metod .....	17
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması.....	17
3.2.2. Örneklerin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	17
3.2.3. Organik Karbon (C <sub>org</sub> ) Tayini (%) (Anne yöntemi).....	18
3.2.4. Toplam Azot Tayini (Kjeldahl Yöntemi).....	19
3.2.5. Toprakta Fosfor Tayini (Olsen Yöntemi) .....	20
3.2.6. Bitkide Fosfor Tayini .....	21
3.2.7. Toprak Solunumu Yöntemi.....	21
3.2.7.1. Toprak Solunumunun Hesaplanması .....	23
3.2.8. Toprakta Karbon Mineralizasyonunun Belirlenmesi .....	23
3.2.9. İstatistik Analiz Yöntemleri .....	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	25

4.1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	25
4.2. Toprak, Yaprak ve Ölüörtülerin C, N ve P İçerikleri (%).....	26
4.2.1. Toprak, Yaprak ve Ölüörtülerin C İçerikleri (%).....	26
4.2.2. Toprak, Yaprak ve Ölüörtülerin N İçerikleri (%) .....	27
4.2.3. Toprak C/N Oranları .....	29
4.2.4. Toprak, Yaprak ve Ölüörtülerin P İçerikleri .....	29
4.3. Ağaçların Minimum-Maksimum, Toprak Yüzeyi Sıcaklıkları ile Atmosfer Nem ve Karbondioksit Değerleri.....	31
4.4. Toprak Solunumu Ölçümleri ve Korelasyonları.....	34
4.5. Toprakların Mevsimsel Karbon Mineralizasyonları ve Oranları .....	36
4.6. Toprakların Amonyum ve Nitrat İçerikleri (ppm) .....	37
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	39
KAYNAKLAR .....	41
ÖZGEÇMİŞ .....	47

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

Çizelge 4.1. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ortalama ve standart hata değerleri (%).....	25
Çizelge 4.2. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> toprak, yaprak ve ölüörtülerinin mevsime bağlı karbon içerikleri (%) .....	27
Çizelge 4.3. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> toprak, yaprak ve ölüörtülerinin mevsime bağlı azot içerikleri (%).....	28
Çizelge 4.4. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> topraklarının mevsime C/N oranları (%) .....	29
Çizelge 4.5. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> toprak, yaprak ve ölüörtülerinin mevsime bağlı fosfor içerikleri .....	30
Çizelge 4.6. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> topraklarının yüzey ve toprak sıcaklıkları ile atmosfer nemi ve CO <sub>2</sub> konsantrasyonları.....	32
Çizelge 4.7. <i>O. europaea</i> toprağında solunum ölçümlerinin arazide ölçülen atmosferik parametrelerle korelasyonu.....	36
Çizelge 4.8. <i>C. siliqua</i> toprağında solunum ölçümlerinin arazide ölçülen atmosferik parametrelerle korelasyonu.....	36
Çizelge 4.9. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> topraklarının mevsime bağlı amonyum ve nitrat içerikleri (ppm).....	39





## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 1.1. Orman topraklarındaki karbondioksit akışının bileşenleri .....	2
Şekil 1.2. Ekosistemdeki karbon akış diyagramı.....	4
Şekil 3.1. Çalışma alanlarının uydu görüntüsü .....	15
Şekil 3.2. Adana ili iklim diyagramı .....	16
Şekil 3.3. Arazide toprak solunumu ölçüm düzeneği.....	22
Şekil 4.1. Mevsime göre toprak, yaprak ve ölüörtü karbon içerikleri arasındaki varyasyonlar (%).....	27
Şekil 4.2. Mevsime göre toprak, yaprak ve ölüörtü azot içerikleri arasındaki varyasyonlar (%) .....	28
Şekil 4.3. Mevsime göre toprak, yaprak ve ölüörtü fosfor içerikleri arasındaki varyasyonlar .....	30
Şekil 4.4. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> bireylerinin minimum ve maksimum sıcaklık değerleri (°C). .....	31
Şekil 4.5. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> bireylerinin yüzey ve toprak sıcaklık değerleri (°C).....	33
Şekil 4.6. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> bireylerinde ölçülen atmosfer nemi değerleri (%).....	33
Şekil 4.7. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> bireylerinde ölçülen atmosfer CO <sub>2</sub> değerleri (%).....	33
Şekil 4.8. <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> topraklarında 1 yıl boyunca soda lime yöntemiyle ölçülen solunum miktarları.....	35
Şekil 4.9. Kasım 2013, Mayıs ve Şubat 2014 dönem <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> topraklarında 30 günlük kumulatif karbon mineralizasyonu .....	36
Şekil 4.10. Kasım 2013, Şubat ve Mayıs 2014'te alınan <i>O. europaea</i> ve <i>C. siliqua</i> topraklarının karbon mineralizasyon oranları .....	37
Şekil 4.11. Mevsime göre toprak amonyum ve nitrat içerikleri arasındaki varyasyonlar .....	38

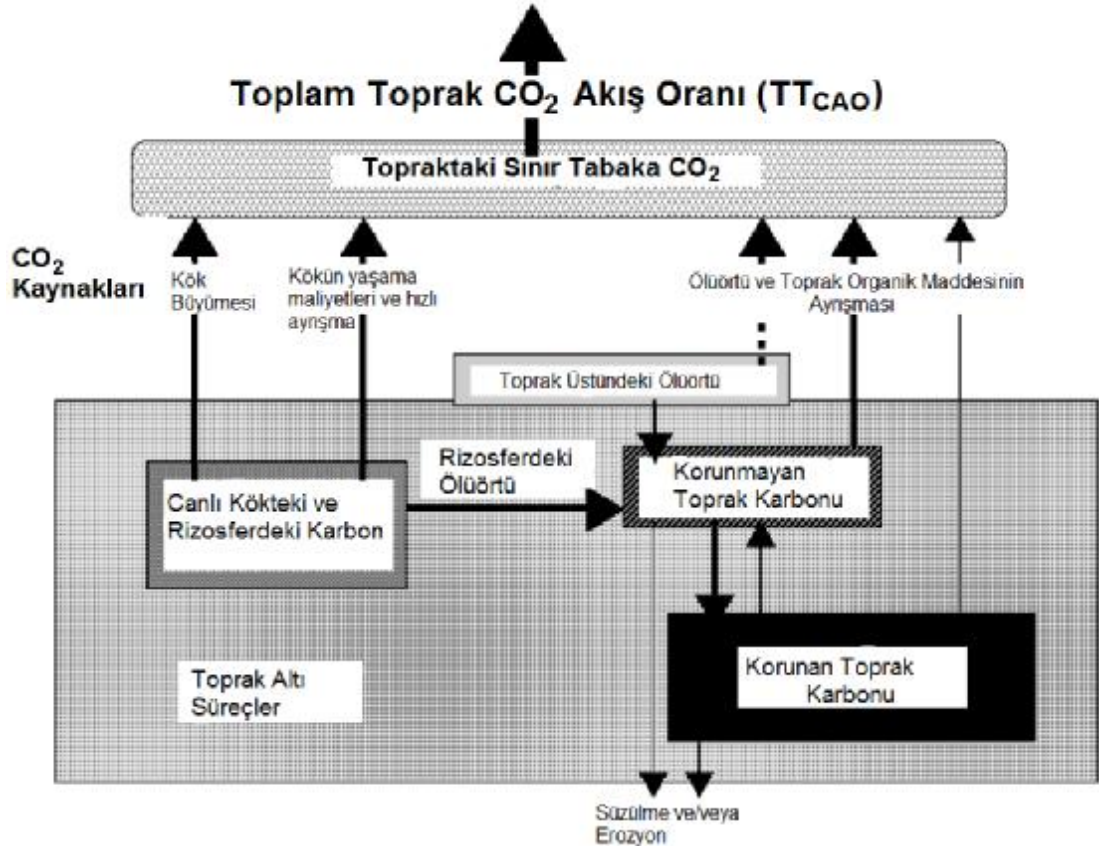


## 1. GİRİŞ

Bitkiler atmosfer karbonunun 60 Pg'ını ( $10^{15}$  g) bünyelerine bağlayabilmektedir. Toprak solunumu sayesinde ise aynı miktardaki karbon atmosfere geri dönmektedir (Lal, 2004b). Fosil yakıt tüketimi ile salınan karbon miktarını ( $60 \text{ Pg yıl}^{-1}$ ) dengelemek için aynı miktarda karbonun karasal ekosistemlerde muhafaza edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Lal, 2004a). Karbondioksit antropojenik sera oluşumunda en etkili gazlardan biri olup hem yeraltı, hem de yer üstünde bulunan organik maddenin ayrışmasıyla ortaya çıkmaktadır (Lehmann ve ark., 2006). Karbonun bitki bünyesine ve topraktaki karbon havuzlarına bağlanmasının ortaya konması insanlığın son yüzyılda önem verdiği konulardan birisidir (Lackner, 2003).

Toprak solunumu toprak yüzeyinden atmosfere salınan karbondioksit miktarını ifade etmektedir. En eski toprak solunumu ölçümleri yaklaşık 96 yıl önce yapılmış olup halen devam edilmektedir (Gainey, 1919). Bugün topraklardan salınan küresel toplam  $\text{CO}_2$  miktarı, küresel karbon döngüsünün en büyük akışı olarak kabul edilmiş olup toprak solunumundaki en küçük değişikliklerin bile atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonuna çok büyük etkileri olabilmektedir (Schlesinger ve Andrews, 2000).

Orman toprağından  $\text{CO}_2$  akışı ototrof bitki köklerinin ve rizosferle ilişkili olan organizmaların, organik ve mineral toprak tabakalarındaki heterotrof bakteri ve mantar faaliyetlerinin bir kombinasyonudur (Edwards ve ark., 1970). Topraktaki heterotrof organizmaların aktiviteleri toprak karbonunun parçalanmasına bağlı iken, rizosfer ve köklerden kaybolan  $\text{CO}_2$  ise bitkinin toprak üstü organlarından kaynaklanan organik bileşiklerin tüketilmesine bağlıdır (Horwath ve ark., 1994). Toplam toprak  $\text{CO}_2$  akış oranının ( $\text{TT}_{\text{CAO}}$ ) canlı köklerden sağlanan kısmı toprak karbon havuzlarından bağımsızdır.  $\text{TT}_{\text{CAO}}$  ölçümleri ile toprakta uzun dönemli karbon depolama sonuçları çıkarmadan önce bu orana canlı köklerin sağladığı katkılar iyi anlaşılmalıdır. Toprakta karbon döngüsüyle ilgili karbon akışları Şekil 1.1'de gösterilmiştir (Hanson ve ark., 2000).



Şekil 1.1. Orman topraklarındaki karbondioksit akışının bileşenleri (Hanson ve ark., 2000)

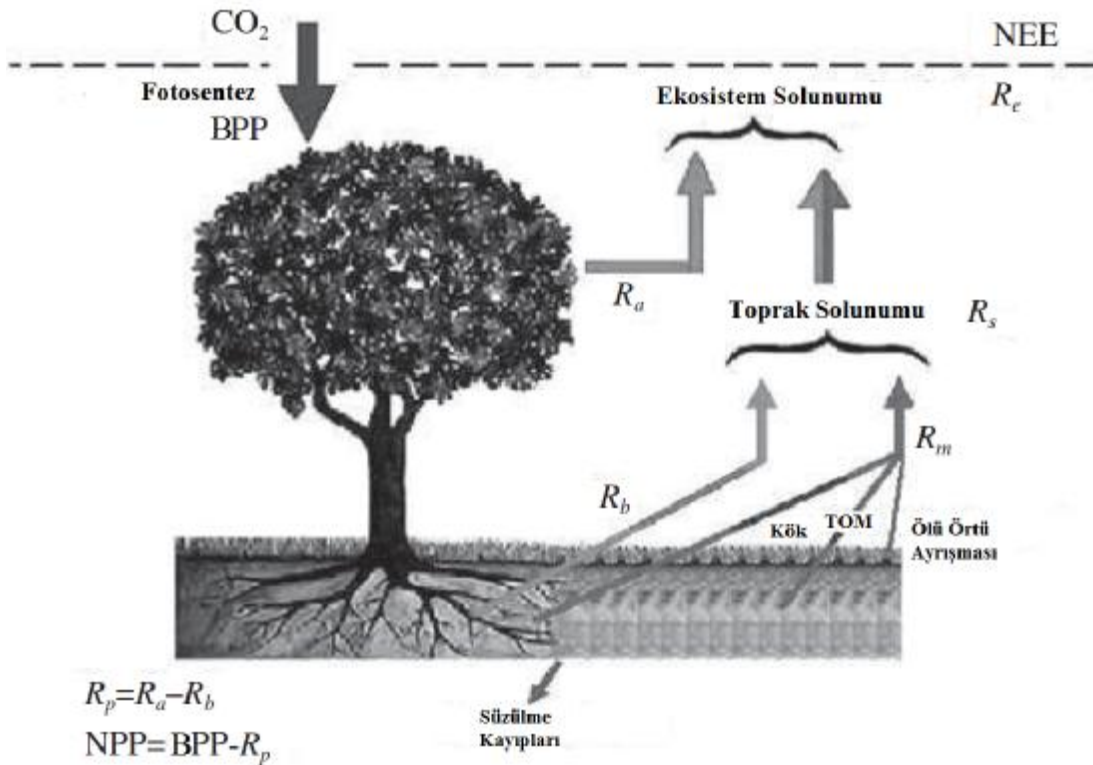
Topraktaki net CO<sub>2</sub> üretim oranı arazide doğrudan ölçülememektedir. Genellikle ölçümler toprak yüzeyinden yapılmakta ve böylece topraktan atmosfere geçen CO<sub>2</sub>'nin bir değeri belirlenmektedir (Yiqi ve Zhou, 2010). CO<sub>2</sub>'nin toprakta anlık akışı hem toprak solunumu, hem de toprak profili boyunca ve toprak yüzeyinde CO<sub>2</sub>'nin taşınımı ile de kontrol edilmektedir (Yiqi ve Zhou, 2010). CO<sub>2</sub> taşınımı, toprak ile atmosfer arasındaki CO<sub>2</sub> konsantrasyon gradiyentinin gücü, toprak porozitesi, rüzgar gücü ve diğer faktörlere bağlıdır. Sabit bir ortamda, toprak yüzeyindeki CO<sub>2</sub> akış oranı topraktaki CO<sub>2</sub> üretimine eşittir (Yiqi ve Zhou, 2010). Böyle bir durumda, toprağın CO<sub>2</sub> akışı pratikte toprak solunumuna eşit olmasının yanında bu iki terim kendi içinde değişebilir durumdadır (Yiqi ve Zhou, 2010). Ancak CO<sub>2</sub> üretiminin, taşınım ile sabit bir durumda olmadığı durumlar da bulunmaktadır. Örneğin, topraklardaki gazların yağış veya sulamayla yıkanması toprağın hava boşluklarındaki karbondioksitin topraktan dışarı çıkmasına sebep

olmaktadır. Yağış veya sulamadan sonra, toprak organizmalarının ürettiği karbondioksit, toprak içinde CO<sub>2</sub> konsantrasyon gradiyentini oluşturmak üzere kısmi olarak depolanır (Yiqi ve Zhou, 2010). Karbonik asit reaksiyonu ve mikrobiyal metanogenesis karbondioksiti üretebilir veya tüketebilir ki bu durum reaksiyon dengesini etkileyen koşullara bağlıdır (Yiqi ve Zhou, 2010). Bundan dolayı, toprak yüzeyinden salınan CO<sub>2</sub>, kayaların yıkanması sırasında oluşan karbonik asit reaksiyonlarıyla oluşmaktadır. Bu olay karbonik reaksiyonların çok güçlü bir şekilde gerçekleştiği kurak bölgelerde özellikle görülmektedir (Yiqi ve Zhou, 2010). Diğer yandan, toprağın canlı dokularından üretilen CO<sub>2</sub> metanogenik süreçler sırasında mikroorganizmalar tarafından absorbe edilebilir. Ancak, karbonatlaşma ve metanogenesis ile üretilen ve/veya tüketilen CO<sub>2</sub>'nin miktarı toprak solunumuyla karşılaştırıldığında, çok kurak bölgeler hariç, önemsiz kalmaktadır. Uzun dönem kuraklıklardan sonra sabit olmayan CO<sub>2</sub> akışı çoğunlukla yağış veya sulama sırasında toprak yüzeyinde meydana gelmektedir (Liu ve ark., 2002, Xu ve ark., 2004). Gübreleme, sürme, sulama gibi toprak düzenini bozan faktörlerin yokluğunda topraktaki CO<sub>2</sub> üretim oranı ile toprak yüzeyindeki CO<sub>2</sub> akış oranı günlük veya daha uzun bir süreçte ayırt edilemez. Bundan dolayı toprak solunumu terimi toprak yüzeyindeki CO<sub>2</sub> akışı ile aynı anlama gelmektedir (Hui ve ark., 2001).

### **1.1. Toprak Solunumu, Ekosistemdeki Karbon Dengesi ve Besin Döngüleri**

Ekosistemdeki karbon döngüsü genellikle bitkilerin havadaki CO<sub>2</sub>'yi fikse edip fotosentez yoluyla organik bileşiklere dönüştürmesiyle başlar (Şekil 1.2.). Bu organik karbon bileşiklerinin bazıları bitki dokularının büyümesinde kullanılırken bazıları bitkiye enerji sağlamak amacıyla parçalanmaktadır. Bu süreç esnasında CO<sub>2</sub> bitki solunumuyla atmosfere geri salınır. Yaprak ve kök gibi dokular genelde birkaç ay ile birkaç yıl yaşarken odunsu dokular ormanlarda yüzyıllarca gelişebilir. Ölü bitki materyalleri mikroorganizmaların çoğalması ve diğer faaliyetler için mikroorganizmalar tarafından parçalanır ve enerji sağlanır. Bu esnada mikrobiyal solunum ile CO<sub>2</sub> atmosfere geri salınır. Canlı mikrobiyal biyokütle, ölü bitki ve mikroorganizma artıkları karışarak toprak organik maddesini oluşturmaktadır (TOM)

(Yiqi ve Zhou, 2010). TOM yüzlerce, hatta binlerce yıl karbonu toprakta saklayabilir ve bu ancak mikrobiyal solunumla CO<sub>2</sub>'ye dönüşene kadar sürer. Karbon döngüsü boyunca, ölü örtü ve TOM'un ayrışması, bitki solunumu (R<sub>p</sub>) ve mikrobiyal solunum (R<sub>m</sub>) ile CO<sub>2</sub> üretilmektedir. R<sub>p</sub> genelde ototrofik solunum olarak adlandırılır ve toprak üstü (R<sub>a</sub>) ve toprak altı bitki solunumu (R<sub>b</sub>) ya da kök solunumu olarak ikiye ayrılır. Ölü örtü ve TOM'un ayrışması sırasında meydana gelen mikrobiyal solunum heterotrofik solunum olarak adlandırılır. Toprak yüzeyinden ölçülen akış oranı (R<sub>s</sub>), kök ve mikrobiyal solunumların toplamıdır (R<sub>s</sub> = R<sub>b</sub> + R<sub>m</sub>) (Yiqi ve Zhou, 2010).



Şekil 1.2. Ekosistemdeki karbon akış diyagramı (R<sub>p</sub>: Ototrofik solunum, R<sub>a</sub>: Toprak üstü bitki solunumu, R<sub>b</sub>: Kök solunumu, R<sub>m</sub>: Mikrobiyal solunum, R<sub>s</sub>: Toprak solunumu, R<sub>e</sub>: Ekosistem solunumu) (Yiqi ve Zhou, 2010).

CO<sub>2</sub> üretimi ve taşınımı sabit bir durumda iken toprak yüzeyinden ölçülen CO<sub>2</sub> akışı toprak solunumu olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle ekosistem solunumu (R<sub>e</sub>) toprak üstü bitki solunumu (R<sub>a</sub>) ve toprak solunumu (R<sub>s</sub>) toplanarak bulunmaktadır.

Toprak solunumu, ekosistem solunumunun önemli bir bileşeni olup brüt primer prodüktivite (BPP), net primer prodüktivite (NPP) ve net ekosistem prodüktivitesi (NEP) ile yakından ilişkilidir. BPP, fotorespirasyon dahil edilmeden elde edilen yıllık karbon asimilasyonudur ( $NEP = BPP - R_a - R_s = NPP + R_b - R_s$ ). Bu denklem bir ekosistemdeki net karbon deposunun tahmin edilmesinde kullanılmaktadır (Yiqi ve Zhou, 2010). Toprak solunumu ölçüldüğünde NEP bu denkleme göre hesaplanabilir. Örneğin Curtis ve ark. (2005) Michigan'daki gürgen ormanında NEP'in 100 ile 200 g C m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> arasında değiştiğini saptamışlardır.

Toprak solunumunun en önemli bileşenleri olan ölüörtü ve TOM'un mikrobiyal ayrışması sonucunda CO<sub>2</sub> salınmakta, bu esnada besinler mineralize veya immobilize olmaktadır (Coleman ve ark., 2000). Ayrışmanın ilk safhasında ölüörtü substratından mineralize olan azot, eş zamanlı olarak mikroorganizmaların büyümeleri için immobilize olmakta bu da ölüörtü substratı ile mikroorganizmaların karışımında azot konsantrasyonunun artmasını sağlamaktadır. Mikroorganizmalar ve ölüörtü kolay ayrılmadığı için bu karışıma kısaca ölüörtü denmektedir. Ayrışan ölüörtünün azot konsantrasyonu genelde artarken, ayrışma sırasında ölüörtüdeki mutlak azot miktarı artabilir veya artmayabilir. Toprakta eksojen kaynaklı azotun mikrobiyal biyokütleyle dahil edilmesiyle azotun mutlak miktarı artar. Ölüörtü ayrışması sırasında, karbon salınımıyla birlikte azot immobilizasyonu karbon/azot oranını (C/N) yavaş yavaş azaltır. Bu süreç ölüörtü substratından mineralize olan azotun mikrobiyal büyüme için gerekli olan azot miktarından daha fazla olmasına kadar devam eder. Bu noktadan sonra, ölüörtü ayrışması net azot salınımına sebep olur. Buna benzer olarak, fosfor ve kükürtün mutlak değerleri ayrışmanın ilk fazında artabilir (Yiqi ve Zhou, 2010).

TOM'un C/N oranı genelde 20'den küçük olduğunda TOM'un parçalanması genelde net azot salınımıyla sonuçlanmaktadır (Paul ve Clark, 1996). TOM'daki protein ve nükleik asitlerin degradasyonu azotun mineral formlarda (Amonyum, nitrat vb.) salınmasını sağlar. Mineralize olan bu azotun bir kısmı mikroorganizmaların büyümesi için immobilize olurken diğer kısmı topraktaki mineral azot havuzuna eklenir. Ancak arazi çalışmalarında, azot



immobilizasyonundan dolayı azot mineralizasyonu toprak solunumuyla iyi bir korelasyon göstermeyebilir (Yiqi ve Zhou, 2010).

Bu bağlamda, küresel iklim değişiminin etkilerini araştırma çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla Çukurova Üniversitesi Kampüsü'nden seçilen *Ceratonia siliqua* L.( Keçi boynuzu) ve *Olea europaea* L. (Zeytin) bireylerinin topraklarında 1 yıl boyunca arazide toprak solunumları ve laboratuvarında karbon mineralizasyonları (28°C, 36 gün) ölçülmüş ve türler arasındaki değişimler mevsimsel olarak kıyaslanmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bowden ve ark. (1993) Massachusetts eyaletindeki sert kabuklu (hardwood) karışık bir ormanda kök solunumunun ve kök ölüörtüsünün toprak solunumuna olan katkılarını araştırmışlardır. Toprak üstü ve altı ölüörtü ile kök solunumunun miktarlarını bulabilmek için toprak üstü ölüörtü ekleyip çıkarmış ve canlı kök aktivitesini durdurmak için kök bariyerleri kullanmışlardır. Kontrol bölgelerinde yıllık toprak solunumu soda lime yöntemiyle  $371 \text{ g C m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  olarak saptamışlardır. Toprak üstü ölüörtü girişleri ( $138 \text{ g C m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ ) ve uygulama bölgeleri arasındaki karbondioksit çıkış farklılıklarını kullanarak toprak solunumunun, % 33'ünün canlı kök solunumundan, % 37'sinin toprak üstündeki organik maddeden ve geri kalan % 30'unun toprak altındaki ölüörtüden geldiğini belirlemişlerdir. Bu tahmini değerlerin daha önceki ölüörtü ayrışması konusunda yapılan çalışmalarla tutarlılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tufekcioglu ve ark. (1998) kavak (*Populus euramericana* Eugenei), dallı darı (*Panicum virgatum* L.), serin iklim çayır otları, mısır (*Zea mays* L.) ve soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merr.) bireylerini içeren 6 alanda kök dağılım ve dinamikleri ile toplam toprak solunumunu karşılaştırmak için toprak solunumunu Temmuz'dan Ekim 1998'e kadar soda lime yöntemiyle ölçmüşlerdir. Örnekleme süresince, serin iklim otları, kavak ve dallı darı alanlarında toprağın ilk 35 cm derinliğindeki canlı kök biyokütlesini  $6 \text{ Mg/ha}$  ( $1 \text{ Mg} = 10^6 \text{ g}$ ) olarak, tarlaların biyokütlesini  $2,3 \text{ Mg/ha}$  olarak belirlemişlerdir. Toprak solunum oranları  $1,4$  ile  $7,2 \text{ g C m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$  arasında değişmiş olup kavak, dallı darı ve serin iklim çayır otlarında kültür alanlarından iki kat daha yüksek bulunmuştur. Su kenarında yetişen çok sayıda türün iyi ve bol kökleri ve bunların köklenme derinlikleri ile yüksek toprak solunumu oranları bu türlerin toprak profiline daha fazla organik madde sağladıklarını ve bu sayede besin döngüleri için daha iyi bir ortam hazırladıklarını göstermektedir.

Londo ve ark. (1999) Doğu Texas'ta sert kabuklu bir ormanda hasat yoğunluğunun in situ ve laboratuvarında yapılan toprak solunumuna olan etkilerini hasattan sonraki 6 ile 22 ay arasındaki dönemde incelemişlerdir. Uygulamada tamamen kesilmiş, temel alanın yaklaşık %58'i kesilmiş ve kontrol olarak hasat

edilmemiş alan belirlemişlerdir. In situ solunum için soda lime yöntemi, laboratuvarında toprak solunumu ölçümü için ıslak alkali (NaOH) yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca toprak sıcaklığı ve nem içeriğini de ölçmüşlerdir. Çoğu örnekleme döneminde hasadın önemli bir biçimde ( $P = 0,05$ ) arttırdığını saptamışlardır. Bu etkiyi hasat sonrası oluşan vejetasyonla ilişkili olan canlı kök ve mikroflora faaliyetindeki artışa bağlamışlardır. In situ solunum exponensiyel olarak artarken ( $Q_{10}$  ilişkisi), uygulamalardaki toprak sıcaklıkları artmış (ortalama aralık  $8,3 - 29,1^{\circ}\text{C}$ ), ancak toprak nemi (ortalama aralık  $\%10,4 - 31,5$ ) parabolik bir yol izlemiştir. Tamamen kesilmiş alanda  $\text{CO}_2$ 'nin ortalama akış oranı ( $7,15 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ g}^{-1}$ ), kısmi kesimden ( $5,95 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ g}^{-1}$ ) yüksek olmuş, buna karşılık kontrolden ( $4,5 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ g}^{-1}$ ) daha düşük bulunmuştur.

Lee ve Jose (2003) kuzeydoğu Florida'da iyi drene edilmiş kumlu tınlı topraklarda yetişen ve belli bir gübreleme aralığına ( $0,56, 112$  ve  $224 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ ) sahip 7 yaşındaki kavak (*Populus sp.*) ve çam (*Pinus taeda L.*) plantasyonlarında toprak solunumu, kök biyokütle üretimi ve mikrobiyal biyokütleyi araştırmışlardır. Toprak solunumunu soda lime yöntemi kullanarak Haziran 2001- Mayıs 2002 arasında aylık olarak, her iki bitkinin kök biyokütle üretimi, mikrobiyal biyokütlesi, toprak sıcaklığı, nemi, pH'ı ve organik maddesini tüm gübre aralıklarında ölçmüşlerdir. Kavağın yıllık toprak solunumu ( $781 \text{ g C m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ ) çama göre ( $692 \text{ g C m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ ) daha yüksek bulunmuştur. Azot gübrelemesi kavağın toprak solunumunu negatif etkilerken, çamda hiç bir etkisi olmamıştır. Yıllık toprak solunumu oranları kavakta kök üretimi ve toprağın mikrobiyal biyokütle karbonuyla, çamda yine kök üretimi ve organik madde içeriğiyle pozitif korelasyon göstermiştir. Çoklu regresyon analizi sonucunda kavakta mikrobiyal biyokütle, toprak organik maddesi ve toprak pH'ı, çamda ise kök üretimi ve toprak organik maddesinin toprak solunumunu etkileyen ana faktörler olduğunu bildirmişlerdir.

Aka Sağlıker ve Darıcı (2004) Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde (Kadirli/Osmaniye) 4 farklı turp tarlası topraklarında  $\text{CO}_2$  respirasyon yöntemi ile karbon mineralizasyonunu ( $28^{\circ}\text{C}$ , 30 gün) izlemişler, 4 toprakta da mikrobiyal faaliyetin artarak ilerlediğini belirlemişlerdir.

Aka Sağlıker ve Darıcı (2005a) *Ceratonia siliqua* L. topraklarına *Pinus halepensis* Mill. ve *Quercus coccifera* L. yapraklarını karıştırarak CO<sub>2</sub> solunumu yöntemiyle (30 gün, 28°C) karbon mineralizasyonunu incelemişler, yaprakların mikrobiyal aktiviteyi arttırdığını saptamışlardır.

Aka Sağlıker ve Darıcı (2005b) Doğu Akdeniz Bölgesinde farklı anakayadan (marn, konglomera) oluşan toprakta yetişen *Olea europaea*, *Pinus brutia* ve *Pistacia terebinthus* topraklarında karbon mineralizasyonunu araştırmışlardır. Sonuçta, bitkilerin organik madde kalitesinin artışı ile mikrobiyal aktivitenin arttığını, marnlı topraklarda organik maddenin konglomeralı topraklardan daha sıkı bağlandığı ve biyolojik parçalanmaya karşı daha dayanıklı olduğunu ifade etmişlerdir.

Ponder (2005) iki seviye orman biyokütle kesilmesi ve iki seviye toprak sıkıştırmasının hem ayrı ayrı, hem de kombinasyonu uygulandıktan 4 yıl sonra Missouri meşe-hikori ormanında (*Quercus* spp. L.— *Carya* spp. Nutt.) tamamıyla kesilmiş bölgelerde ve kontrol olarak kesilmemiş bir bölgedeki toprak CO<sub>2</sub> akış oranını belirlemek amacıyla soda lime yöntemini kullanmıştır. Solunum oranlarını Nisanın ortasında Ekime kadar ayda iki defa ölçmüştür. Kesilmemiş kontrol bölgesindeki toprak CO<sub>2</sub> akış oranları istatistiksel olarak kesilmiş bölgelerden daha yüksek ( $P < 0,001$ ) çıkmış, ancak biyokütle kesilmesi veya toprak sıkıştırma uygulamalarının önemli olmadığını bulmuştur. Toprak solunumunun, toprak sıcaklığıyla pozitif korelasyon gösterdiğini bildirmiştir. Sonuçta araştırmacı, kesilmiş bölgenin, kesilmemiş kontrol bölgesine benzer toprak solunumu oranları elde edebilmesi için bu bölgenin daha fazla yıl rejenere olması gerektiğini ifade etmiştir.

Selmants ve ark. (2008) birbirine komşu olan iyileştirilmiş ve olduğu gibi bırakılan Ponderosa çamlarına (*Pinus ponderosa* Douglas ex C.Lawson) su ve azot ilave ettikten sonra 13 ay boyunca ölçtükleri toprak CO<sub>2</sub> akış oranlarını kıyaslamışlardır. İyileştirme amacıyla yapılan inceltme ve yakma işlemlerinin toprak CO<sub>2</sub> akışını ve otsu kök biyokütlesini artırdığını, ancak iyileştirmenin sonucu olarak toplam kök biyokütlesini azalttığını bulmuşlardır. Sonuçta, su ve azot ilavelerinin hem iyileştirilmiş, hem de olduğu gibi bırakılan ponderosa bireylerinde topraktan karbon akışının arttığını, ancak bu artışın iyileştirmenin yaptığı etkiyle kıyaslandığında oldukça küçük olduğunu ifade etmişlerdir.

Wong ve ark. (2008) tuzluluğun ve alkaliliğin toprak mikrobiyal biyokütlesi (TMB) ve toprak solunumuna olan etkilerini bulmak için 12 hafta boyunca kontrollü koşullar altında bozulmuş toprak örneklerini 6 tuz çözeltisiyle birlikte muamele etmişlerdir: Az tuzlu ( $0,5 \text{ dSm}^{-1}$ ), orta tuzlu ( $10 \text{ dSm}^{-1}$ ) ve çok tuzlu ( $30 \text{ dSm}^{-1}$ ) çözeltileriyle az sodyumlu (Sodyum absorpsiyon oranı, SAO, 1) ve çok sodyumlu (SAO 30) çözeltilerle beraber topraklara kombinasyon şeklinde uygulanarak 6 farklı uygulama denemişlerdir. Bunlar, kontrol (az tuzlu, az sodyumlu), az tuzlu çok sodyumlu, orta tuzlu az sodyumlu, orta tuzlu çok sodyumlu, çok tuzlu az sodyumlu ve çok tuzlu çok sodyumlu çözeltilerdir. Toprak solunum oranının az tuzlu uygulamalarda en yüksek ( $56\text{--}80 \text{ mg CO}_2\text{-C kg}^{-1}$  toprak) ve orta tuzlu topraklarda en düşük ( $1\text{--}5 \text{ mg CO}_2\text{-C kg}^{-1}$  toprak) ancak TMB'nin ise en yüksek tuzlu uygulamalarında en yüksek ( $459\text{--}565 \text{ mg kg}^{-1}$  toprak) olduğunu ve az tuzlu uygulamalarında en düşük ( $158\text{--}172 \text{ mg kg}^{-1}$  toprak) olduğunu belirlemişlerdir. Bunu toprak agregatlarının dağılması ya da toprak organik maddesinin çözülmesi veya hidrolizi yoluyla yüksek tuz konsantrasyonlarında oluşan substrat mevcudiyetinin artışına bağlamışlardır. Sonuç olarak hem solunumda hem de TMB'deki bu uçurum derecedeki farkın mikrobiyal popülasyonda bir kaymadan yani aktif mikroorganizma hâkimiyetinin daha az aktif mikroorganizmalara geçmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Tufekcioglu ve ark. (2009) arazi kullanımının toprak solunumuna olan etkilerini kavak plantasyonunda, elma bahçesinde ve bunlara komşu bir çayırılık alanında araştırmışlardır. Soda lime yöntemini kullanarak her 3 örnekleme alanında her bir arazi kullanım tipine bağlı olarak Ocak 2005'ten Kasım 2005'e kadar toprak solunumunu ölçmüşlerdir. Elma bahçesinde, kavak plantasyonunda ve çayırılık alanlardaki ortalama toprak solunumu sırasıyla  $1,98$ ,  $1,45$  ve  $1,12 \text{ g C m}^{-2} \text{ g}^{-1}$  olarak bulmuşlardır. Ortalama toprak solunum oranı yüzey altı ( $15\text{--}35 \text{ cm}$ ) toprağın pH'ı, kil ve organik madde içeriğiyle güçlü bir biçimde korelasyon gösterdiğini ancak yüzeydeki ( $0\text{--}15 \text{ cm}$ ) toprak özellikleriyle ve kök biyokütlesiyle önemli bir korelasyon olmadığını belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, elma bahçesinin diğer iki alana göre daha fazla toprak biyolojik aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kızıldağ (2011) Akdeniz iklimi etkisindeki Çukurova Üniversitesi kampüsünde yetişen *Melia azedarach* topraklarına, toprak karbonu ve iki katına eşdeğer karbon içeren yaprak ve meyve, ayrıca toprağa antibakteriyel etkisi olduğu bilinen azadirachtin karıştırarak karbon mineralizasyonlarını belirlemiştir. Tüm örneklerde ilk üç gün karbon mineralizasyonunun düşük olmuş, daha sonra yaprak ve meyve karıştırılan topraklarda hızla artmıştır. Karbon mineralizasyon oranları ise tanıkta %0,92, azadirachtinli toprakta %0,76 toprak karbonuna eşdeğer ve 2 katı karbon içeren yaprak karıştırılmış toprakta %1,71 ve % 1,01; aynı şekilde meyve karıştırılan toprakta ise %1,77 ve % 0,96 bulunmuştur.

Koçak (2012) Çukurova Üniversitesi Kampüsü'nde yetişen *Laurus nobilis* L. topraklarına, toprak karbonu ve yarısına eş değer karbon içeren yaprak ve antimikrobiyal özelliğe sahip 1.8-Cineole'ü karıştırarak karbon mineralizasyonlarını incelemiştir. Karbon mineralizasyonu yaprak ile karıştırılan topraklarda artarken, 1.8-Cineole karıştırılan topraklarda düşmüştür. Karbon mineralizasyon oranları tanıkta % 0,46, toprak karbonuna eşdeğer ve yarısı karbon içeren yaprak karıştırılmış toprakta % 0,34 ve % 0,47; aynı şekilde 1.8-Cineole ile karıştırılan toprakta ise % 0,26 ve % 0,31 bulunmuştur.

Şimşek (2012) Tarsus Orman İşletme Müdürlüğü Karabucak Orman İşletme Şefliğinin Fehmi Güresin Ormanı'nda 5, 7 ve 10 yaşındaki okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) sahasında kesilip sürülmüş (S1), kesilip sürülmemiş (S2) ve müdahale edilmemiş (S3) alanlarda toprak solunumunu 1 yıl boyunca düzenli olarak toprak solunumu ölçmüştür. Çalışmanın sonucunda, 5 yaşındaki okaliptüs bitkilerinin S1, S2 ve S3 uygulamalarındaki karbon solunum değerleri, 7 ve 10 yaş grubu bitkilerin yetiştiği ortama göre daha düşük düzeyde olduğu bildirmiştir.

Yılmaz (2012) Harran Üniversitesi'nin araştırma çiftliğindeki bir kayısı bahçesindeki vertisol topraklarda mevsimsel ve haftalık olarak soda lime yöntemiyle CO<sub>2</sub> salınımlarını ölçmüştür. Mayıs 2008 ile Mayıs 2010 tarihleri arasında hem ağaç tacı altında (CO<sub>2</sub>-AT) hem de ağaçların sıra aralarında (CO<sub>2</sub>-ASA) toprakta CO<sub>2</sub> salınımını ölçmüştür. Buna göre CO<sub>2</sub> salınımların istatistiksel olarak hava, toprak sıcaklığı, atmosfer nemi, yağış, toprak nem içeriği ve toprak sıcaklığıyla korelasyon gösterdiğini belirlemiştir. Haftalık salınımların CO<sub>2</sub>-AT ve CO<sub>2</sub>-ASA sırasıyla 82 ile

1110 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> ile yıllık salınımların 96 ile 782 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> arasında değiştiğini saptamıştır. Çalışmanın sonucunda, yaptığı çoklu regresyon analizinde ise toprak ve atmosfer sıcaklığının topraktaki CO<sub>2</sub> salınımına etki eden en önem faktör olduğunu bildirmiştir.

Akburak ve Makineci (2013) Belgrad Orman'ındaki (İstanbul) birbirine komşu 4 konifer plantasyonunda (*Picea orientalis* L., *Pinus nigra* Arnold, *Abies bornmulleriana* (Stev.) Spach ve *Pinus sylvestris* L.) ve bunlara komşu olan doğal meşe ormanında (*Quercus petraea* L.) aylık olarak toprak solunumlarını Nisan 2007'den Mart 2008'e kadar ölçmüşlerdir. Ayrıca toprak solunumunda farklılıklara yol açan çevresel etmenleri belirlemek amacıyla toprak nemi, toprak sıcaklığı ve kök biyokütlesi de ölçülmüştür. Bütün türlerde yıllık ortalama toprak neminin % 6,4 ile 8,1 arasında, yıllık ortalama sıcaklığın 13 ile 14,2°C arasında değiştiğini bulmuşlardır. Mayıs 2007 dışında aylık toprak solunumları türler arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ancak yıllık ortalama solunum oranları arasında önemli bir fark olmadığını saptamışlardır. Yıllık ortalama solunum 0,56 ile 1,09 g C m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir. Sonuçta, toprak solunumunun sonbaharda en yüksek, yaz döneminde en düşük olduğunu bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Materyal olarak Çukurova Üniversitesi Kampüsünde yetişen *Olea europaea* L. (Zeytin) ve *Ceratonia siliqua* L. (Keçiboynuzu) ağaçlarının toprak, yaprak ve ölüörtüleri kullanılmıştır.

##### 3.1.1. Keçiboynuzunun Özellikleri

Keçiboynuzu (Fabaceae) Akdeniz havzasının en önemli bitkilerinden birisi olup estetik olarak yüksek bir değere sahip olmanın yanında süs ağacı olarak da kullanılmaktadır. Fakir, kumlu ve kireçli topraklarda iyi yetişebilmektedir. Yağışın az olduğu veya sulamanın yapılamadığı bölgelerde yetişebilen bir ağaç olup meyveleri kuraklığa dayanıklıdır. Ayrıca ekonomik olarak çok amaçlı değerlendirilmekte, kömür ve odun endüstrisinde kullanılmakta ve toprak erozyonunu önleyebilmektedir (Güneş ve ark., 2013).

Çok yıllık, herdem yeşil bir ağaç olup doğada uygun koşullarda 12-15 m boya ulaşır, fakat bu ağacın oldukça az bir kısmı kültür altındadır. Keçiboynuzu ağacı biyolojik form ve çiçek yapılarında büyük çeşitlilik göstermektedir. Uygun olmayan habitatlarda çok katlı ağaç gövdesiyle çalıya benzer bir form göstermektedir (Coppen, 1995).

Meyveleri ve meyvelerinden üretilen ürünler, yerel ve büyük marketlerde satılmakta olup Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde insanların beslenmesine büyük katkılar sağlamaktadır. Meyvelerinde yüksek miktarda sükroz, glukoz ve fruktoz ile fenolik bileşiklerden en fazla gallik asit, aminoasitlerden en fazla aspartik asit bulunmaktadır. Ayrıca yüksek miktarda tanen de içermektedir (Ayaz ve ark., 2007).



### 3.1.2. Zeytinin Özellikleri

Zeytin (Oleaceae) dünyada geniş yayılım gösteren bir bitkidir. Akdeniz havzasında makilerde doğal olarak yetişirken tüm Akdeniz ülkelerinde ve Kaliforniya, Güney Afrika, Avustralya gibi Akdeniz iklimine sahip ülkelerde kültürü yapılmaktadır (Baytop, 1996). Zeytin, dünya üzerinde iki coğrafi kuşakta, ekonomik olarak 30-45° kuzey ve güney enlemleri arasında kalan bölgede, özellikle Akdeniz iklim kuşağı içindeki bölgelerde, 30'u kuzey yarım küre, 8'i güney yarım kürede olan toplam 38 ülkede yetişmektedir. Ekonomik olarak en fazla Akdeniz'e kıyısı olan 16 ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır (Aykas, 1998).

Anavatani Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni içine alan yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya (Heywood, 1978, Vossen, 2007) olan zeytin, kalkerli-kumlu, derin, nemli ve besin maddelerince zengin toprakları sever ve yüksek uyum yeteneği sayesinde çok yetersiz şartlarda bile ürün verebilir (Çavuşoğlu ve Çakır, 1988). Zeytinin yıllık yağış isteği 700-800 mm olup iyi sulanması şartıyla maksimum 40°C'ye, minimum - 7°C'ye kadar dayanabilir (Aykas, 1998).

Ülkemizde yaprakları ve gövde kabuğundan hazırlanan %5'lik ekstraktı halk arasında iştah açıcı, idrar arttırıcı, kabız, ateş düşürücü, yüksek tansiyon ve şeker hastalığına karşı, vücuttaki yağ bezelerinin yok edilmesi için ve kolesterol düşürücü olarak kullanılmaktadır (Baytop, 1999). Çekirdeği ile birlikte ezilmiş meyvelerinden haricen, romatizma tedavisi ile ağrı ve şişliklerin giderilmesinde faydalanılmaktadır (Tuzlacı, 2006).

### 3.1.3. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu ve Özellikleri

Araştırma alanı Doğu Akdeniz (Adana) Bölgesinde bulunan Çukurova Üniversitesi Balcalı Kampüsü (yüzölçümü 18,024 da) içinden seçilmiş olup lokasyonları Şekil 3.1'de belirtilmiştir. Denizden yüksekliği en fazla 170 m olan araştırma alanı, çok belirgin farklılıklarla birbirinden ayrılan 5 tip fizyografik üniteden oluşmuştur. Bunlar deniz terasları, eğimli teras yamaçları, nehir terasları, alüvyol 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 alüviyoller dikkati çeker. Çakılların orijini genellikle kireç taşı olup rengi gri ile beyaz arasında değişmektedir (Özbek ve ark., 1974).



Şekil 3.1. Çalışma alanlarının uydu görüntüsü (C: *C. siliqua*, Z: *O. europaea* )

#### 3.1.4. Toprak

Çukurova Üniversitesi Kampüs toprakları genel olarak fizyografik ünitelere göre gruplandırılmıştır. Bu topraklar Entisol, Vertisol ve Alfisol ordolarına dâhil olup Pliyosene 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 (Özbek ve ark., 1974).

Araştırma sahasındaki toprakların karakter kazanmasında 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.

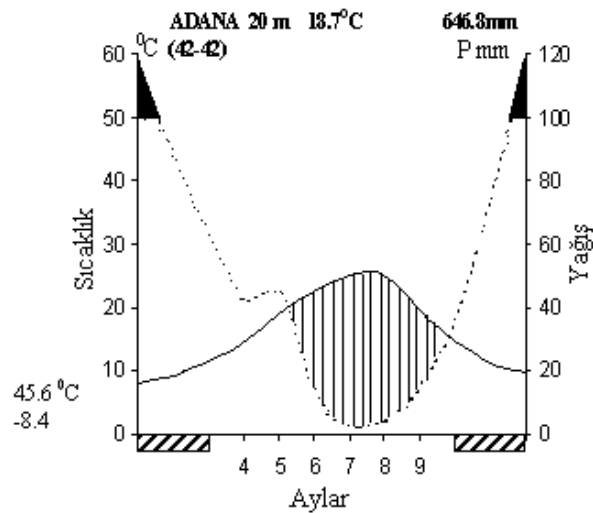
### 3.1.5. İklim

Çukurova bölgesinde yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklimi tipi hâkimdir. Bölgede yağışlar kışın Batı Akdeniz'e göre kısmen daha az iken ilkbahar ve sonbaharda daha fazla olmaktadır. Yine de Akdeniz ikliminin yaşandığı yöreler içerisinde en az yağış alan yer Çukurova bölgesidir.

Çukurova Üniversitesi Kampüsü kuzeyde Toros Dağları ile çevrili olduğu için normalden daha sıcak olmaktadır. Yağışlar genellikle yağmur şeklinde olup en çok yağış buharlaşmanın en az olduğu Aralık, Ocak ve Şubat aylarında alınır, en kurak aylar ise Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür. Yıllık ortalama toplam yağış 646.8 mm, yıllık ortalama nem ise % 66'dır.

Bölgede yıllık ortalama sıcaklık 18,7°C, aylık ortalama sıcaklık 9,3°C (Ocak) ile 28,1°C (Ağustos) arasındadır. Ortalama düşük sıcaklık Ocak ayında 4,8°C, ortalama yüksek sıcaklık ise Ağustos ayında 34,8°C'dir.

Walter ve Lieth (1960)'e göre çizilen iklim diyagramında (Şekil 3.2), kurak devre Mayıs ayının sonunda başlayıp Ekim sonuna kadar sürmektedir. Yağışlı devre ise Kasım-Nisan ayları arasındadır. Mutlak don olayı yoktur (DMIGM, 1974).



Şekil 3.2. Adana ili iklim diyagramı

### 3.1.6. Vejetasyon

Çukurova Üniversitesi Kampüsünde çalı vejetasyonu (maki) hâkim durumda olup dik ve engebeli kısımlarda yer almaktadır. Geçmişteki tahribatlar nedeniyle dikey katmanlaşma olarak çalı-ot veya sadece ot katı görülmektedir. Kampüs alanında doğal habitatlar içerisinde yer alan makiler kuzeyde pliyosen kil çökelleri ve konglomeratik seriler üzerinde yoğunlaşmıştır. Hâkim 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* dominant duruma geçmektedirler (Türkmen, 1987).

### 3.2. Metod

#### 3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Örneklik alanlardan *C. siliqua* ve *O. europaea* 3 farklı bireyinin altından, yüzeydeki döküntüler iyice temizlendikten sonra, 0-10 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Yaprak örnekleri ise ağaçlarda 1,5 m yüksekliğe kadar olan bölgelerden ağacı en iyi temsil eden genç sürgün ve çok yıllık dalları içerecek şekilde, ağacın tüm çevresinden kesilmiştir. Bu örnekler naylon torbalara konulup laboratuvara getirilmiş ve kâğıtların üzerine yayılarak havada kurutulmuştur. Bitki parçaları ve taşlarından arındırılmış toprak örnekleri havada kuruduktan sonra 2 mm'lik elekten elenmiş ve naylon torbalarda muhafaza edilmiştir.

#### 3.2.2. Örneklerin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Toprakların bünye tipi mekanik analiz (hidrometre yöntemi) ile (Bouyoucos, 1951), toprak pH'sı 1:2,5'lik toprak- su karışımında InoLab pH metresi ile (Jackson, 1958), kireç içeriği (%) Scheibler kalsimetresiyle (Allison ve Moodie, 1965), tarla kapasitesi (TK, %) 1/3 atm. basınçlı vakum pompası ile belirlenmiştir (Demiralay, 1993). Tüm ölçümler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

Her iki türe ait toprak, yaprak ve ölüörtü örneklerinin toplam N içeriği (%N) Kjeldahl metodu, organik C içeriği (%C) Anne metodu ve fosfor içeriği Olsen yöntemi ile belirlenmiştir (Duchaufour, 1970; Olsen, 1954). Toprakların karbon mineralizasyonu CO<sub>2</sub> respirasyonu metodu ile 30 gün boyunca kontrollü koşullar altında (28 °C, sabit nem) incelenmiştir (Schaefer, 1967).

### 3.2.3. Organik Karbon (C<sub>org</sub>) Tayini (%) (Anne yöntemi)

- Kurutulup elenmiş toprak örneğinden yaklaşık 0,8 g rodajlı balona konur.
- Üzerine 20 mL % 8'lik K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ve 15 mL konsantre H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenir.
- Rodajlı balon bek alevi üzerindeki geri soğutucuya bağlanıp bek yakılır. Yakma işlemi ısınma sonucu oluşan ilk yoğunlaşma damlasından sonra 5 dakika sürdürülür.
- Balon bekten alınıp hafif eğik şekilde bekletilerek toprakların dibe çökmesi sağlanır. K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>'in turuncu rengi kayboluncaya kadar pek çok kez damıtık su ile azar azar çalkalanarak 100 mL'lik balon jodede toplanır ve son hacim damıtık su ile 100 mL'ye tamamlanır.
- Balon joje iyice çalkalandıktan sonra süzükten 20 mL alınıp içinde 200 mL damıtık su bulunan 600 mL'lik behere aktarılır. Üzerine bir spatul 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 not edilir.
- Örneklerin titrasyonunda kullanılan 0,2 N Mohr tuzunun titrasyonunun da aynı anda yapılması önemlidir. Bunun için 600 mL'lik behere 200 mL damıtık su, 2 mL K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 3 mL saf H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, bir spatul ucu NaF ve 8 damla difenilamin sülfürik konur. Mohr tuzu ile titre edilerek harcanan Mohr tuzu miktarı not edilir.

- Son olarak hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılır (Duchaufour, 1970).

$T = 960 / 294 \times M$  Bu formülde:

$T =$  Mohr Tuzu titri ( $T \cong 0,2$  N)

$M =$  Titrasyonda kullanılan Mohr tuzu miktarı (mL)

$V_1' =$  Tanık için harcanan Mohr tuzu miktarı (mL)

$V_1 =$  Örnek için harcanan Mohr tuzu miktarı (mL)

$P_1 =$  Yakmada kullanılan fırın kurusu örnek ağırlığı (g)

$\% C = 15.375 \times T (V_1' - V_1) / P_1$

#### 3.2.4. Toplam Azot Tayini (Kjeldahl Yöntemi)

- Elenmiş hava kurusu topraktan yaklaşık 10 g distilasyon (yakma) tüpüne konur.
- Üzerine bir kaşık Wieninger katalizörü (10 birim  $K_2SO_4$  + 1 birim  $Cu_2SO_4$ ) ve 20 mL konsantre (% 95-97)  $H_2SO_4$  ilave edilir.
- Hafifçe karıştırıldıktan sonra yakma ünitesine konularak 1 saat boyunca 350-400 °C'de yakılır. Yakma işlemi bitince tüpler soğumaya bırakılır ve en az 1 saat boyunca içinde gaz kalmayınca kadar çeker ocakta bekletilir.
  - -Tüpler soğutulduktan sonra veya yakma esnasında borik asit (% 4'lük) ve Tashiro indikatörü hazırlanır.
  - -Tashiro indikatörü, 0,2 g metilen kırmızısı ve 0,1 g metilen mavisi 100 mL balon jopenin içine konular. Ardından bir miktar etil alkol (yoksa metil alkol, % 96-97'lik) konularak iyice karıştıktan sonra 100 mL'ye tamamlanır. Boya çözeltisinin rengi yeşildir.
  - 250 mL'lik beherlere 50 mL Borik asit konularak distilasyon ünitesinin çıkış borusuna yerleştirilir ve üzerine 3-4 damla Tashiro indikatörü eklenir. Tüpler soğuduktan sonra distilasyon aletine yerleştirilerek üzerine 60 mL NaOH eklenir ve 4 dakika distilasyon yapılır. Distilasyondan önce Tashiro indikatörlü borik asitin rengi asitlikten dolayı mor iken distilasyondan sonra bazikleşen çözeltinin rengi yeşile dönüşür.

- -Titrasyon için % 95-97'lik Sülfürik asit kullanılarak 0,01 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, aşağıdaki şekilde hazırlanır:  
d= 1,840 g/mL  
Saflık= % 96'lık olarak alınır.  
Molekül ağırlığı= 98,08 g/mol  
Ana çözeltinin molaritesi = (1,840 g/mL)/(1 mL) x (1000 mL)/(1 L) x (1 mol)/(98,08 g/mol) x 96/100=18,01 M
- -Ana çözeltiden 10 mL alınıp 1000 mL'ye tamamlanarak 0,18 M'lık sülfürik asit çözeltisi hazırlanır. Bu çözeltiden de 55,6 mL alınıp 1000 mL'ye tamamlanırsa 0,01 M'lık çözelti elde edilir.
- -Titrasyonda 0,01 M'lık H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile yeşil renkli borik asit çözeltisi gri renge dönene kadar titre edilir.
- Aşağıdaki formüle göre organik azot hesaplanır:
- -Yakılan örneğin (g) Organik azotu = (Titri miktarı (mL) x Titrasyonda kullanılan sülfürik asidin molaritesi x 2 x 14) /1000

### 3.2.5. Toprakta Fosfor Tayini (Olsen Yöntemi)

- Plastik çalkalama kabında 5 g toprak tartılır ve üzerine 100 mL 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> ilave edilip (pH= 8,5) 30 dk çalkalayıcıda çalkalanır. NaHCO<sub>3</sub> toprakta adsorbe edilmiş fosfat iyonlarının hidrosil ve bikarbonat iyonları ile yer değiştirerek çözeltiye geçmesini sağlamaktadır.
- Toprak ve çözelti karışımı mavi bant filtre kâğıdından süzülür.
- Kahverengi ekstraktan 25 mL alınıp üzerine 2 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilir.
- Çeker ocakta ısıtıcıda rengi beyaz oluncaya kadar yakılır ve soğumaya bırakılır.
- Soğuyan örnekler 50 mL'lik balon jöjeye aktarılıp üzerine birkaç damla paranitrofenol damlatılır.
- Daha sonra üzerine damla damla NaOH eklenerek sarı renk oluncaya kadar çalkalanır.

- Oluşan sarı renk giderilinceye kadar damla damla 2,5 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilir, böylece toprak ekstraktı nötrleşmiş ve renksizleşmiş olur.
- Balon joje 50 mL'ye tamamlanır ve bu ekstraktan 10 mL okuma tüplerine konulur.
- Üzerine 2 mL boyama çözeltisi ilave edilip vortekslenir. Yaklaşık 15 dk sonra mavi renk oluşur.
- 0 ve 1 ppm arasında hazırlanan fosfor standartları ile örnekler spektrofotometrede ppm olarak okunur. Topraktaki fosfor içeriğini kg/da olarak hesaplamak için alet okuması (**ppm**) x **20,61** ile çarpılır.

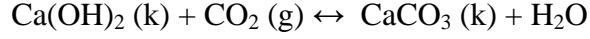
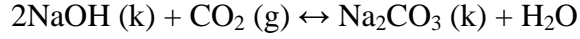
### 3.2.6. Bitkide Fosfor Tayini

- Porselen krozeye 0,20 g öğütülmüş bitki örneği tartılıp kül fırınında 550°C'de 5,5 saat yakıldıktan sonra üzerine 2 mL 1/3'lük HCl asiti ilave edilir.
- Daha sonra krozeye 18 mL saf su ilave edilip mavi bant filtre kâğıdından geçirilir ve süzük plastik viol içerisine alınır.
- Bu süzükten bitkideki P konsantrasyonuna bağlı olarak 0,1-1 mL alınarak saf su ile 10 mL'ye tamamlanır. Üzerine günlük hazırlanan boya çözeltisinden 2 mL eklenip vortekslenir, mavi rengin oluşması için 15 dk bekletilir.
- 0 ve 1 ppm arasında hazırlanan fosfor standartları ile örnekler spektrofotometrede okunur. Alette okunan değer sulandırma faktörü ile çarpılır.

### 3.2.7. Toprak Solunumu Yöntemi

Toprak solunumunu ölçen en yaygın yöntemlerden birisi olan soda lime yöntemi oldukça kolay ve ucuz olup pahalı ekipmanlara ihtiyaç yoktur (Grogan, 1998). Soda lime kullanılmasının sebebi geri dönüşebilir bir reaksiyonla havadaki su buharını tutmasıdır. Soda lime alkali özelliklerinden dolayı aşağıdaki reaksiyonlara bağlı olarak atmosferdeki karbondioksiti de tutmaktadır:





Reaksiyon sonucu açığa çıkan su soda lime'e geçici olarak bağlanmaktadır.

Bu yöntemde 50 veya 250 ml'lik bir beher veya petri kabında önceden tartılmış soda lime toprak yüzeyine yerleştirilir ve ağzı açık kalacak şekilde üzeri daha büyük (500 veya 1000 ml'lik) bir plastik beherle sıkıca kapatılır. Toprak organizmaları tarafından salınan CO<sub>2</sub>, hazne içinde su buharıyla beraber soda lime tarafından absorbe edilir (Şekil 3.3). 24 saat sonra beher kaldırılır ve soda lime, tutulan suyun buharlaşması için 105°C'de kurutulup tartılır. Soda lime'in ağırlığındaki artış beherin kapladığı toprak yüzeyinden salınan karbondioksite eşittir (Edwards, 1982).



Şekil 3.3. Arazide toprak solunumu ölçüm düzeneği

Arazide solunum ölçümü sırasında her bir ağacın taç kısmının altında, solunum ölçüm düzeneğinin yanında, minimum-maksimum termometre ile 24 saatlik sıcaklıklar, dijital termometreler ile yüzey ve toprağın 5 cm derinliğindeki sıcaklıkları, ayrıca havadaki CO<sub>2</sub> ve nem ise Senseair marka, Psense model taşınabilir CO<sub>2</sub> ölçer ile ölçülmüştür.

### 3.2.7.1. Toprak Solunumunun Hesaplanması

Bu hesaplamada soda lime kabının üzerini örtmekte kullanılan beherin kapladığı alan dikkate alınmaktadır. Böylece beherin alanına karşılık gelen CO<sub>2</sub> emisyonu miktarı belirlenmiş olmaktadır. Ölçüm başlangıcında soda lime tartılıp ağırlığı not edilmekte, 24 saat sonra araziden alınıp içinde silika jel bulunan kapalı cam kavanozlarda hızla laboratuvara getirilerek etüvde kurutulup ağırlığı alınmaktadır. Aradaki fark soda lime'e adsorbe olan CO<sub>2</sub>'e karşılık gelmektedir.

Soda lime yöntemiyle toprak solunumu aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Edwards, 1982) :

$$1000 \text{ ml'lik beherin yarıçapı } 5,5 \text{ cm olup yüzey alanı : } \mu.r^2 = 3.14*(5,5)^2 = 95,03 \text{ cm}^2 = 0,0095 \text{ m}^2$$

$S = (W_{sl} \times 1,69) / (A_c \times T)$  Burada S: Toprak solunumu ( $\text{g m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$ ),  $W_{sl}$ : Soda lime ağırlık farkı (g),  $A_c$ : Yüzey alanı ( $\text{m}^2$ ) ve T: Zaman (gün)]

### 3.2.8. Toprakta Karbon Mineralizasyonunun Belirlenmesi

- -Karbon mineralizasyonu için 80 g hava kurusu toprak örneği tartılır, 500 mL kauçuk contalı, kilitli cam kavanozların taban kısmında tarla kapasitelerinin %80'ine kadar nemlendirildikten sonra, homojen kalınlıkta yayılır. Daha sonra örneğin orta kısmı 50 mL'lik beher olacak şekilde açılır.
- -İçinde 40 mL Ba(OH)<sub>2</sub> (Barit) bulunan 50 mL'lik beher toprak örneğinin orta kısmına konur ve kavanoz hava almayacak şekilde sıkıca kapatılarak 28°C'lik inkübatöre yerleştirilir.
- -Kavanoz toprağında mikrobiyal faaliyet sonucu açığa çıkan CO<sub>2</sub> gazı Ba(OH)<sub>2</sub>'in bir kısmı tarafından tutulur; baritin artan kısmı N/22'lik oksalik asitle fenolftaleinli ortamda titre edilir. Titrasyon bir aylık inkübasyon süresince 3 günde bir tekrarlanır.
- -Mikrobiyal faaliyet sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub> gazı karbonu, 100 g kuru toprakta mg olarak ifade edilir [ $\text{mg C}(\text{CO}_2) / 100\text{g KT}$ ].

- -30 günde mineralizasyona uğrayan karbon miktarının toplam toprak karbonuna oranı da “Mineralizasyon oranı” olarak belirtilir.

### 3.2.9. İstatistik Analiz Yöntemleri

3 dönem alınan toprak, yaprak ve ölüörtülerin karbon, azot ve fosfor içerikleriyle toprakların amonyum ve nitrat düzeyleri, karbon mineralizasyonu ve oranlarının ortalamaları arasındaki farkın önemi T-testi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca 12 ay boyunca arazide ölçülen toprak solunumu ile yüzey ve toprak sıcaklıkları, havadaki nem ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının korelasyon analizi yapılmış ve yine T-testiyle değerlendirilmiştir (Kleinbaum, 1998). Araştırma bulguları ve bütün değişkenlerin istatistiksel analizi için IBM SPSS v22 istatistik programı kullanılmıştır.

Her bitki için alınan toprağın, yaprağın ve ölüörtü (3 tekrarlı) ortalamaları  $\pm$  standart hatalarıyla çizelge ve şekillerde sunulmuştur. Tüm istatistik analizlerde önemlilik düzeyleri  $P \leq 0.05$ ,  $P \leq 0,01$  ve  $P \leq 0,001$  olarak belirlenmiştir.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çukurova Üniversitesi Kampüsü'nde konglomera ana materyali üzerinde yetişen *O. europaea* ve *C. siliqua* ağaçlarının toprak, yaprak ve ölüörtüleri 3 aylık dönemlerde toplanarak (Kasım 2013, Şubat ve Mayıs 2014) kimyasal analizleri yapılmış, topraklarında karbon mineralizasyonları ve oranları belirlenmiştir. Arazide toprak solunumları Kasım 2013 ile Ekim 2014 arasında soda lime ile aylık olarak ölçülmüştür. Tüm sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiş, ortalama ve standart hata değerleri hesaplanmıştır.

Bu değerler arasındaki fark bitki türüne göre kıyaslanmış ve P değerine göre önem dereceleri (0.05, 0.01 ve 0.001) belirlenmiştir. Önem dereceleri  $P < 0.05$  için \*,  $P < 0.01$  için \*\*,  $P < 0.001$  için ise \*\*\* şeklinde işaretlenmiştir.

##### 4.1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Konglomera ana materyalli *O. europaea* ve *C. siliqua* topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Zeytin toprakları kumlu killi tınlı iken keçiboynuzu toprakları tınlı kumludur (Çizelge 4.1). Kil ve kum içerikleri açısından zeytin ve keçiboynuzu toprakları arasındaki fark anlamlı iken ( $P < 0,05$ ) silt içeriklerinde anlamsızdır. Zeytin toprakları keçiboynuzuna göre daha fazla kil ve silt içeriğine sahiptir.

Çizelge 4.1. *O. europaea* ve *C. siliqua* topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ortalama ve standart hata değerleri (TK: Tarla Kapasitesi, n=3)

	Olea	Ceratonia	P
% Kil	29,12 ± 1,32	3,59 ± 0,22	0,000
% Silt	20,12 ± 2,66	18,15 ± 1,39	0,547
% Kum	50,76 ± 3,96	78,26 ± 1,48	0,003
Bünye	Kumlu Killi Tınlı (SCL)	Tınlı Kumlu (LS)	-
pH	7,37 ± 0,03	7,76 ± 0,02	0,000
% CaCO <sub>3</sub>	1,00 ± 0,12	8,89 ± 0,97	0,001
% TK	34,45 ± 1,03	29,91 ± 3,50	0,281

Her iki toprak hafif bazik olup keçiboynuzu toprakları zeytine göre daha kireçlidir. Tarla kapasitesi zeytinde keçiboynuzundan daha yüksek olup bu değer yüksek kil içeriğiyle açıklanabilir. Tarla kapasiteleri açısından topraklar arasındaki fark anlamsız iken kireç ve pH açısından anlamlıdır ( $P < 0,05$ ). Aka Sağlıker (2005a) aynı bölgenin konglomeralı zeytin topraklarını kumlu tınlı (kum % 71,65, silt % 21,36 ve kil % 7,00), tarla kapasitesini % 27,90, pH'ı 7,32 ve kireç içeriğini % 1,20 olarak belirlemiştir. Bu çalışmada zeytin topraklarında kum % 50,76, silt % 20,12, kil % 29,12, tarla kapasitesi % 34,45, pH 7,37 ve kireç içeriği % 1,0 bulunmuştur.

#### **4.2. Toprak, Yaprak ve Ölüörtülerin C, N ve P İçerikleri (%)**

##### **4.2.1. Toprak, Yaprak ve Ölüörtülerin C İçerikleri (%)**

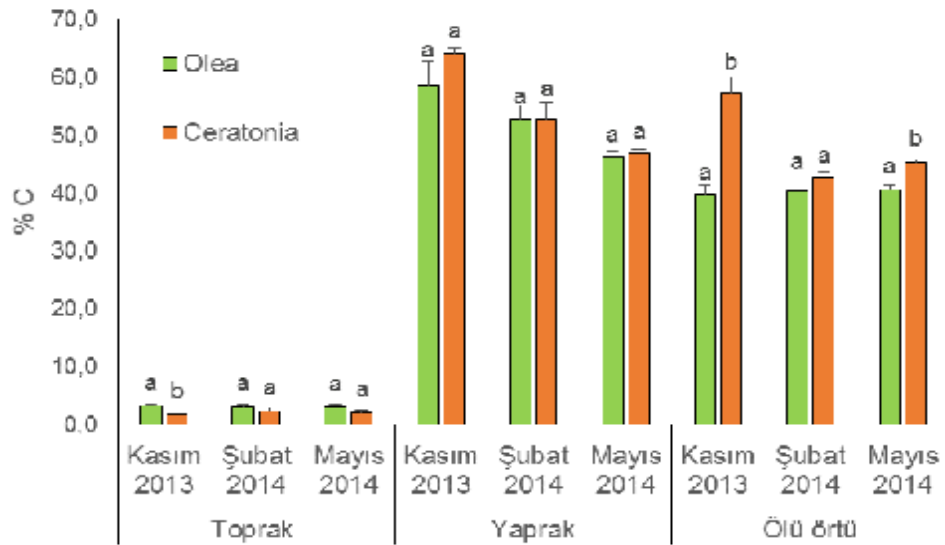
Karbon içerikleri açısından zeytin toprağında mevsime bağlı azalış gözlenirken, keçiboynuzunda en yüksek Şubat 2014'te belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Sadece Kasım 2013'te her iki toprak karbonları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ( $P = 0,04$ ). Her iki bitkinin yaprak karbonları mevsime bağlı olarak azalmış olup istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Ölüörtü karbonlarında zeytinde mevsime bağlı artarken, keçiboynuzunda en yüksek Kasım 2013'te saptanmıştır. Ölüörtü karbonlarında her iki bitki arasında Şubat 2014 hariç diğer dönemlerde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 4.1). Her iki bitkinin kendi dönemlerindeki hem toprak hem ölüörtü karbonları arasında anlamlı bir fark yok iken zeytinde Kasım 2013 ve Mayıs 2014 yaprak karbonları arasında anlamlı bir fark vardır ( $P = 0,047$ ).

Aka Sağlıker ve Darıcı (2005a), Eylül 1999 – Eylül 2000 ayları arasında 3 aylık olarak aldığı zeytin topraklarının karbon içeriklerini sırasıyla % 2,99 (Eylül 1999), 3,26 (Mart 2000), 3,31 (Haziran 2000) ve 2,96 (Eylül 2000); yaprak karbon içeriklerini sırasıyla % 46,74; 38,28; 43,26 ve 45,88 ve ölüörtü karbon içeriklerini sırasıyla % 37,32; 35,75; 33,59 ve 46,37 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.2. *O. europaea* ve *C. siliqua* toprak, yaprak ve ölüörtülerinin mevsime bağlı karbon içerikleri (% , n=3)

		Olea	Ceratonia
Toprak	Kasım 2013	3,40 ± 0,30	1,96 ± 0,38*
	Şubat 2014	3,32 ± 0,42	2,44 ± 0,49
	Mayıs 2014	3,16 ± 0,40	2,23 ± 0,36
Yaprak	Kasım 2013	58,67 ± 4,12	64,18 ± 0,94
	Şubat 2014	52,77 ± 2,43	52,82 ± 2,77
	Mayıs 2014	46,28 ± 0,95	46,85 ± 0,65
Ölü örtü	Kasım 2013	39,76 ± 1,66	57,40 ± 2,72*
	Şubat 2014	40,33 ± 3,14	42,66 ± 1,07
	Mayıs 2014	40,72 ± 0,81	45,47 ± 0,39*

\* : P &lt; 0,05



Şekil 4.1. Mevsime göre toprak, yaprak ve ölüörtü karbon içerikleri arasındaki varyasyonlar (% , n=3)

#### 4.2.2. Toprak, Yaprak ve Ölüörtülerin N İçerikleri (%)

Her iki bitkinin toprağında en yüksek azot miktarına Kasım 2013'te saptanmış olup aralarında herhangi bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.3). Zeytin yaprak azot içerikleri mevsime bağlı artarken, keçiboynuzunda en yüksek Şubat 2014'te belirlenmiştir. Her 3 dönemde bitkilerin yaprak azotları arasında anlamlı

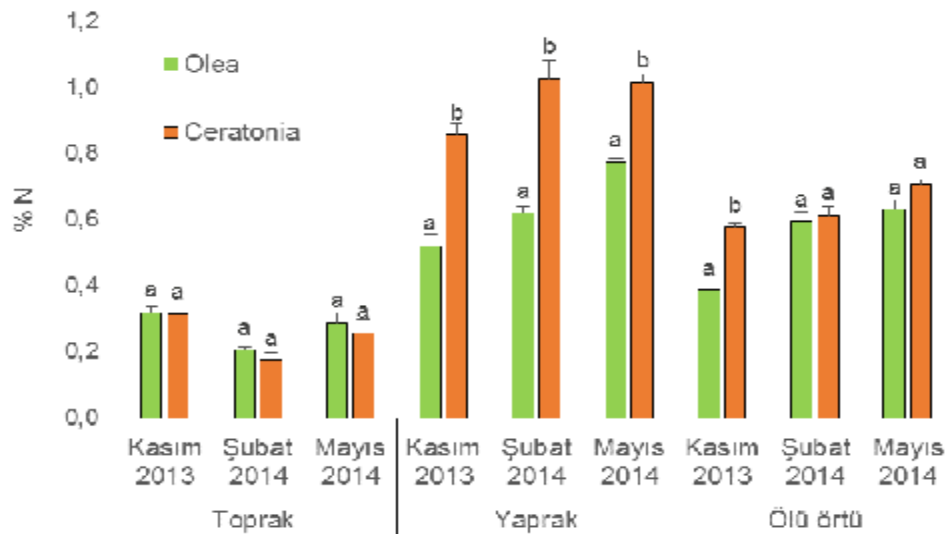
farklılıklar çıkmıştır ( $P < 0,05$ ). Bitkilerin ölüörtü azotları mevsime bağlı artmış olup sadece Şubat 2013'te aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ( $P = 0,005$ ) (Şekil 4.2).

Aka Sağlıker ve Darıcı'nın (2005a), Eylül 1999 – Eylül 2000 ayları arasında 3 ayda bir aldıkları zeytin topraklarının azot içeriklerini sırasıyla % 0,27 (Eylül 1999), 0,33 (Mart 2000), 0,28 (Haziran 2000) ve 0,26 (Eylül 2000), yaprak azot içeriklerini sırasıyla % 1,34; 1,69; 1,69 ve 1,15 ve ölüörtü azot içeriklerini ise sırasıyla % 1,15; 1,36; 1,31 ve 1,01 olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.3. *O. europaea* ve *C. siliqua* toprak, yaprak ve ölüörtülerinin mevsime bağlı azot içerikleri (% , n=3)

		Olea	Ceratonia
Toprak	Kasım 2013	0,32 ± 0,02	0,31 ± 0,01
	Şubat 2014	0,21 ± 0,01	0,17 ± 0,02
	Mayıs 2014	0,29 ± 0,03	0,26 ± 0,04
Yaprak	Kasım 2013	0,52 ± 0,03	0,86 ± 0,04*
	Şubat 2014	0,62 ± 0,02	1,03 ± 0,06*
	Mayıs 2014	0,77 ± 0,01	1,01 ± 0,03*
Ölü örtü	Kasım 2013	0,39 ± 0,03	0,58 ± 0,01*
	Şubat 2014	0,59 ± 0,03	0,61 ± 0,03
	Mayıs 2014	0,63 ± 0,03	0,71 ± 0,01

\* :  $P < 0,05$



Şekil 4.2. Mevsime göre toprak, yaprak ve ölüörtü azot içerikleri arasındaki varyasyonlar (% , n=3)

#### 4.2.3. Toprak C/N Oranları

Her bitki toprağının C/N oranları her mevsimde zeytinde keçiboynuzuna göre daha yüksek olup her iki bitkide de en yüksek Şubat 2014'te gözlenmiştir (Çizelge 4.4). İki bitkinin her dönem C/N oranları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.4. *O. europaea* ve *C. siliqua* topraklarının mevsime C/N oranları (% , n=3)

	Olea	Ceratonia
Kasım 2013	10,74 ± 1,38	6,38 ± 1,5
Şubat 2014	16,09 ± 1,07	13,96 ± 1,27
Mayıs 2014	11,04 ± 0,95	9,29 ± 1,42

#### 4.2.4. Toprak, Yaprak ve Ölüörtülerin P İçerikleri

Toprakta en yüksek fosfor miktarına zeytinde Mayıs 2014, keçiboynuzunda Şubat 2014'te saptanmıştır (Çizelge 4.5). Bütün mevsimlerde toprak fosforları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Zeytinde yaprak fosfor içerikleri mevsime bağlı artarken keçiboynuzunda stabil kalmıştır. Ölüörtü fosfor içerikleri açısından zeytinde yüksek Şubat 2014'te keçiboynuzunda Kasım 2013'te belirlenmiştir. Hem ölüörtü hem de yaprak fosfor içerikleri arasında sadece Kasım 2013'te anlamlı bir fark bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 4.3).

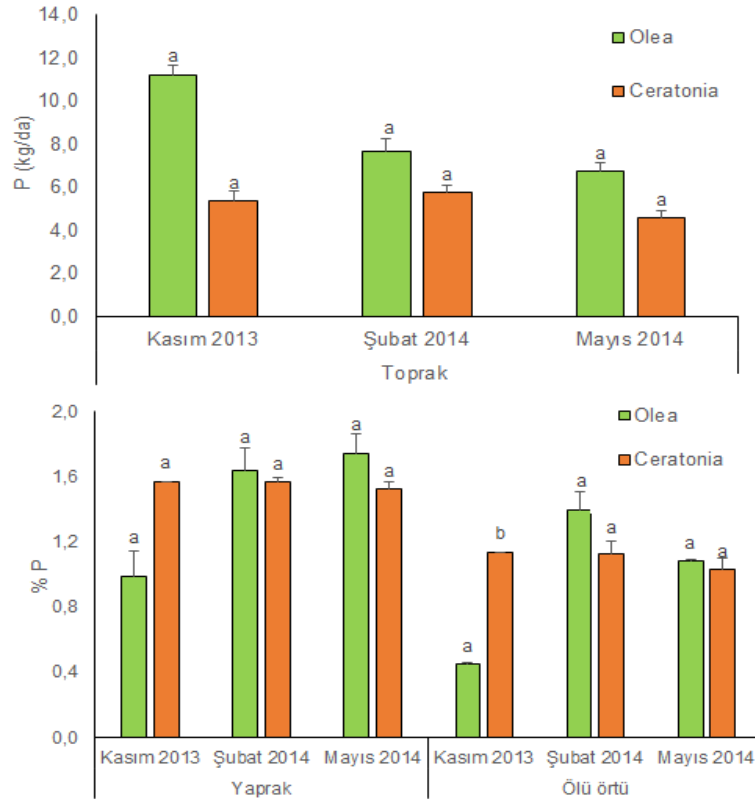
Aka Sağlıker ve Darıcı (2005a), Eylül 1999 – Eylül 2000 ayları arasında 3 ayda bir aldıkları zeytin yapraklarında fosfor içeriklerini sırasıyla % 0,08 (Eylül 1999), 0,09 (Mart 2000), 0,10 (Haziran 2000) ve 0,08 (Eylül 2000); ölüörtü fosfor içeriklerini ise sırasıyla % 0,06; 0,08; 0,07 ve 0,05 olarak belirlemişler olup bu çalışmanın sonuçlarından daha düşüktür.



Çizelge 4.5. *O. europaea* ve *C. siliqua* toprak, yaprak ve ölüörtülerinin mevsime bağlı fosfor içerikleri (n=3)

		Olea	Ceratonia
Toprak	Kasım 2013	11,23 ± 0,44	5,38 ± 0,48
	Şubat 2014	7,67 ± 0,57	5,74 ± 0,34
	Mayıs 2014	6,72 ± 0,40	4,58 ± 0,30
Yaprak	Kasım 2013	0,99 ± 0,16	1,57 ± 0,02*
	Şubat 2014	1,64 ± 0,14	1,57 ± 0,03
	Mayıs 2014	1,74 ± 0,12	1,53 ± 0,04
Ölü örtü	Kasım 2013	0,45 ± 0,01	1,14 ± 0,11*
	Şubat 2014	1,40 ± 0,11	1,13 ± 0,08
	Mayıs 2014	1,09 ± 0,01	1,03 ± 0,08

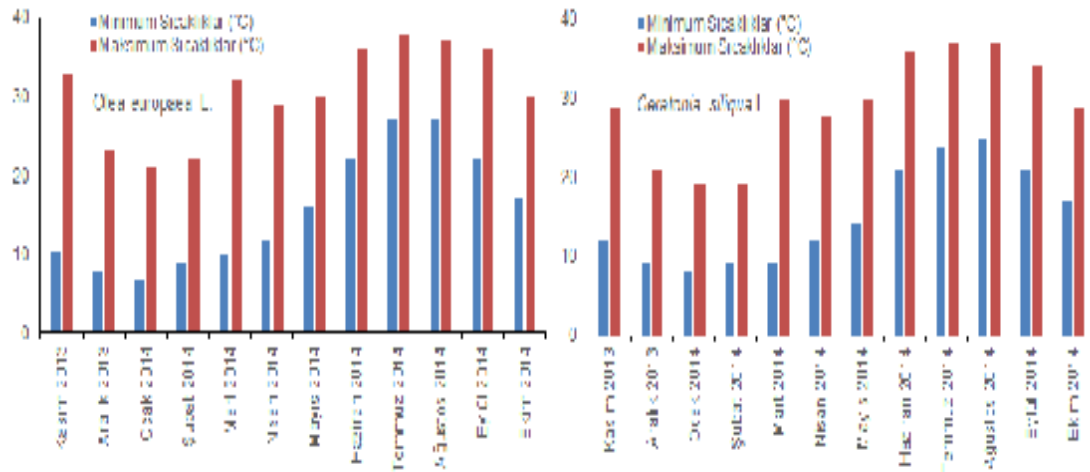
\* : P &lt; 0,05



Şekil 4.3. Mevsime göre toprak, yaprak ve ölüörtü fosfor içerikleri arasındaki varyasyonlar (n=3)

### 4.3. Ağaçların Minimum-Maksimum, Toprak Yüzeyi Sıcaklıkları ile Atmosfer Nem ve Karbondioksit Değerleri

Minimum sıcaklıklar açısından 1 yıl ölçüm boyunca genelde zeytin ağaçlarında keçiboynuzuna göre daha yüksek sıcaklıklar ölçülmüş olup maksimum sıcaklık değerleri birbirine benzerdir (Şekil 4.4). Bu sıcaklık farkı keçiboynuzu bireylerinin daha geniş bir taç kısmına sahip olması nedeniyle güneş ışınlarının zemine daha az ulaşmasıyla açıklanabilir. En yüksek sıcaklıklar Haziran, Temmuz ve Ağustos 2014 aylarında, en düşük sıcaklıklar Aralık 2013, Ocak ve Şubat 2014 tarihlerinde belirlenmiştir (Şekil 4.4).



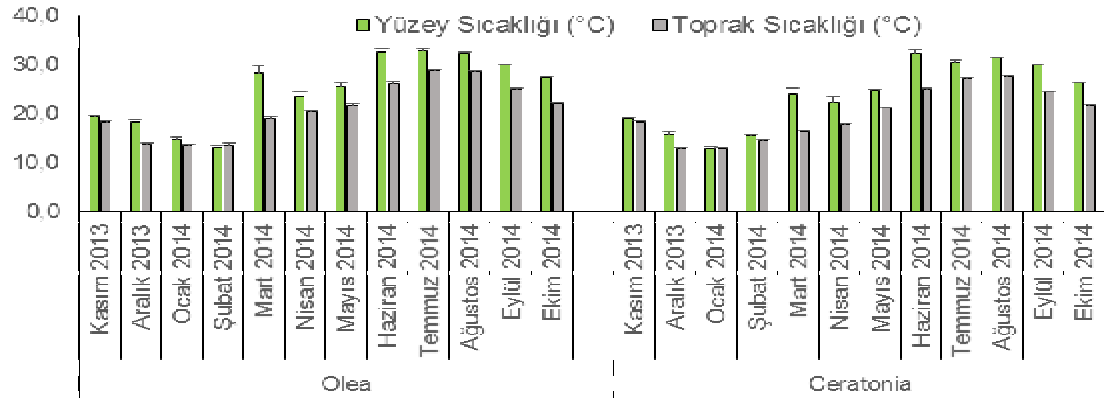
Şekil 4.4. *O. europaea* ve *C. siliqua* bireylerinin minimum ve maksimum sıcaklık değerleri (°C).

Her iki bitkinin 5 cm derinliğindeki toprak sıcaklıkları 1 yıl boyunca genelde yüzey sıcaklığından biraz daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.6) (Şekil 4.5).

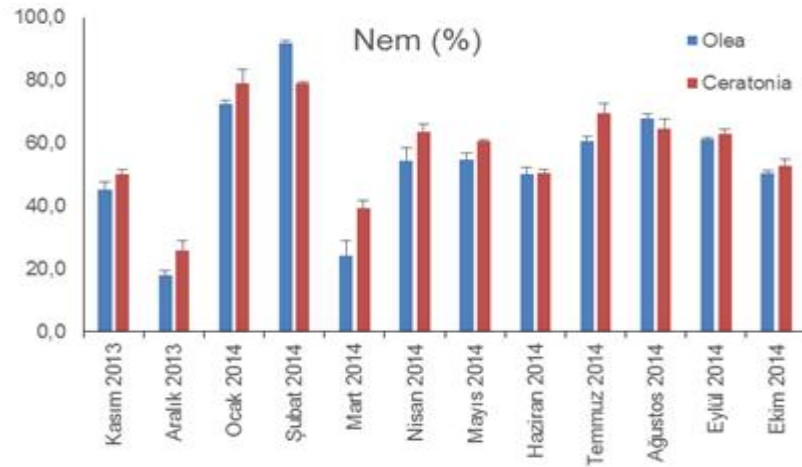
Ağaçların taç kısmı altında ölçülen havanın nem oranı en düşük her iki bitkide Aralık 2013 ayında, en yüksek ise zeytinde Şubat 2014, keçiboynuzunda Ocak 2014'te belirlenmiştir (Şekil 4.6). En düşük CO<sub>2</sub> konsantrasyonu her iki bitkide Kasım 2013'te, en yüksek olarak da zeytinde Eylül 2014, keçiboynuzunda Temmuz 2014 aylarında saptanmıştır (Şekil 4.7).

Çizelge 4.6. *O. europaea* ve *C. siliqua* topraklarının yüzey ve toprak sıcaklıkları ile atmosfer nemi ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonları (n=3)

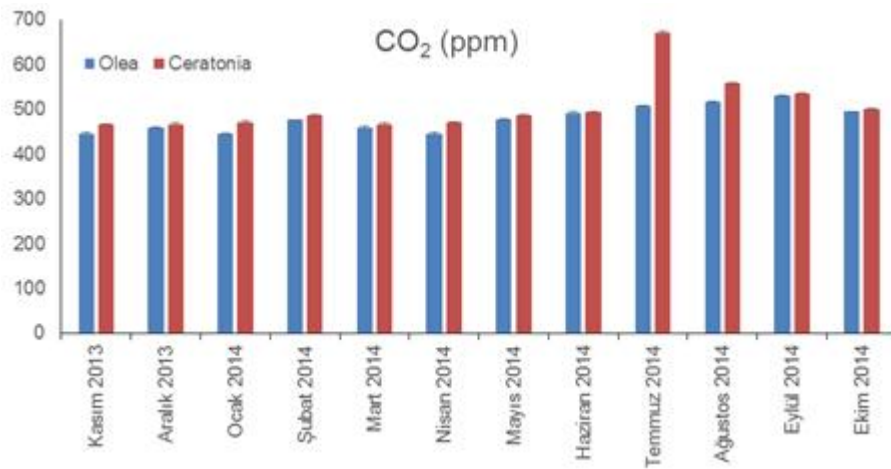
	Kasım 2013	Aralık 2013	Ocak 2014	Şubat 2014	Mart 2014	Nisan 2014	Mayıs 2014	Haziran 2014	Temmuz 2014	Ağustos 2014	Eylül 2014	Ekim 2014
<i>Olea europaea</i> L.												
Yüzey Sıcaklığı (°C)	19,3 ± 0,3	18,2 ± 0,4	14,8 ± 0,5	13,1 ± 0,3	28,2 ± 1,7	23,4 ± 1,2	25,6 ± 0,7	32,6 ± 0,5	32,7 ± 0,6	32,3 ± 0,2	30,1 ± 0,1	27,3 ± 0,2
Toprak Sıcaklığı (°C)	18,3 ± 0,2	13,7 ± 0,8	13,4 ± 0,4	13,4 ± 0,2	19,0 ± 1,2	20,6 ± 1,2	21,6 ± 0,1	26,3 ± 0,5	28,8 ± 0,3	28,5 ± 0,1	25,1 ± 0,1	22,2 ± 0,1
Atmosfer Nemi (%)	45,3 ± 2,4	17,9 ± 1,5	72,7 ± 0,9	82,0 ± 0,6	24,4 ± 4,5	54,5 ± 4,0	54,7 ± 2,4	50,2 ± 2,3	60,7 ± 1,7	68,0 ± 1,5	61,3 ± 0,7	50,7 ± 0,7
Atmosferdeki CO <sub>2</sub> miktarı (ppm)	445,0 ± 2,5	458,7 ± 7,5	444,3 ± 0,9	476,7 ± 3,3	458,7 ± 7,5	444,3 ± 0,9	476,7 ± 3,3	492,0 ± 5,0	506,7 ± 6,7	515,3 ± 3,2	531,3 ± 5,9	495,0 ± 1,7
<i>Ceratonia siliqua</i> L.												
Yüzey Sıcaklığı (°C)	18,9 ± 0,1	15,7 ± 0,3	12,8 ± 0,3	15,5 ± 0,5	24,0 ± 0,3	22,2 ± 0,0	24,8 ± 0,5	32,4 ± 0,5	30,6 ± 0,1	31,3 ± 0,2	30,0 ± 0,3	26,3 ± 0,3
Toprak Sıcaklığı (°C)	18,2 ± 0,2	12,7 ± 0,2	12,7 ± 0,2	14,3 ± 0,5	16,4 ± 0,2	17,8 ± 0,2	21,1 ± 0,2	25,1 ± 0,1	27,2 ± 0,2	27,5 ± 0,3	24,4 ± 0,2	21,7 ± 0,2
Atmosfer Nemi (%)	50,3 ± 1,2	26,0 ± 3,2	79,0 ± 4,5	79,0 ± 0,6	39,3 ± 2,3	63,7 ± 2,3	60,7 ± 0,7	50,4 ± 1,2	69,7 ± 2,9	64,7 ± 3,0	63,0 ± 1,5	52,7 ± 2,4
Atmosferdeki CO <sub>2</sub> miktarı (ppm)	465,3 ± 2,9	466,7 ± 3,3	470,0 ± 2,6	486,7 ± 6,7	466,7 ± 3,3	470,0 ± 2,6	486,7 ± 6,7	493,3 ± 7,4	670,0 ± 5,8	556,7 ± 6,4	535,3 ± 2,6	499,7 ± 6,1



Şekil 4.5. *O. europaea* ve *C. siliqua* bireylerinin yüzey ve toprak sıcaklık değerleri (°C).



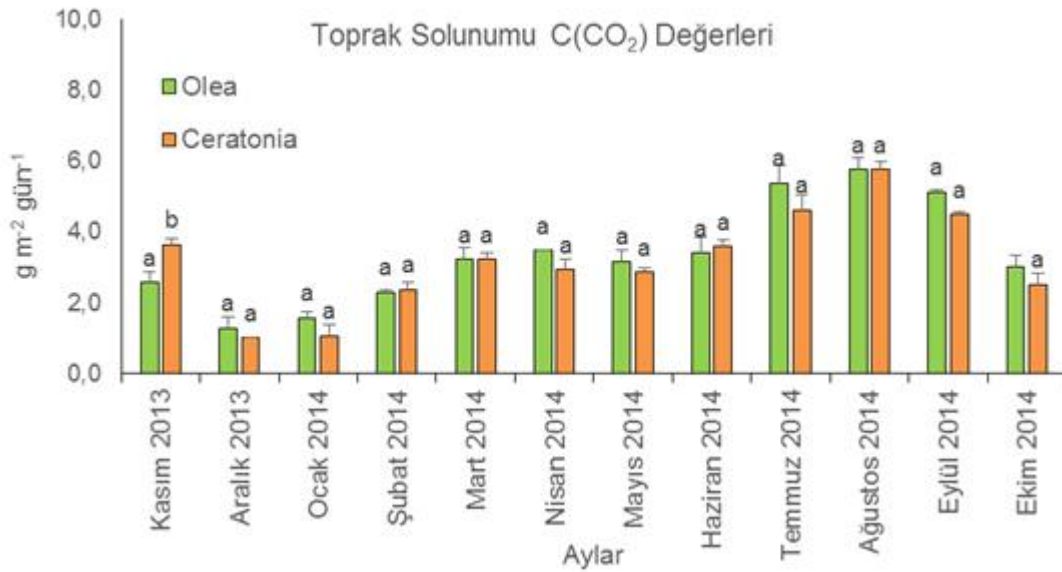
Şekil 4.6. *O. europaea* ve *C. siliqua* bireylerinde ölçülen atmosfer nemi değerleri (%), n=3)



Şekil 4.7. *O. europaea* ve *C. siliqua* bireylerinde ölçülen atmosfer CO<sub>2</sub> değerleri (%), n=3)

#### 4.4. Toprak Solunumu Ölçümleri ve Korelasyonları

Her iki bitkinin toprak solunumları Kasım 2013 ve Ekim 2014 tarihleri arasında arazide her ay ölçülmüş olup Şekil 4.8’te belirtilmiştir. İki bitkinin topraklarındaki solunum kış aylarında düşerken, yaz aylarında artmıştır. Sadece Kasım 2013’te topraklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ( $P = 0,035$ ).



Şekil 4.8. *O. europaea* ve *C. siliqua* topraklarında 1 yıl boyunca soda lime yöntemiyle ölçülen solunum miktarları.

12 ay boyunca arazide ölçülen toprak solunumu değerlerinin toprak ve yüzey sıcaklıkları ile atmosferik nem ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Buna göre her iki bitkinin toprak solunumları ile toprak ve yüzey sıcaklıkları ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonları arasında hem önemli hem de pozitif bir korelasyon ( $P = 0,000$ ) gözlenmiş, buna karşılık nem ile hem önemsiz hem de negatif bir korelasyon belirlenmiştir. Ayrıca yine her iki bitkide toprak ve yüzey sıcaklıkları ile atmosfer CO<sub>2</sub> miktarı arasında önemli düzeyde pozitif bir korelasyon ( $P = 0,000$ ) saptanmıştır (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8).

Çizelge 4.7. *O. europaea* toprağında solunum değerlerinin arazide ölçülen atmosfer parametreleriyle korelasyonu

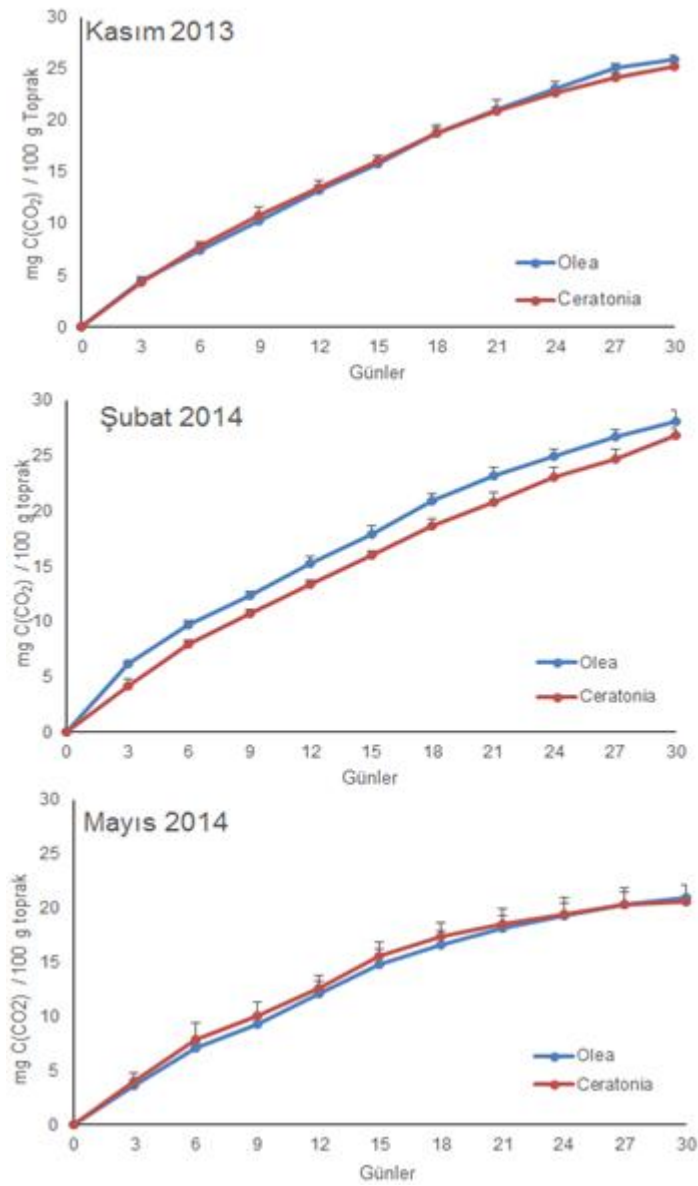
<i>Olea europaea</i> L.		Toprak Solunumu	Yüzey Sıcaklığı	Toprak Sıcaklığı	Atm. Nemi	Atm. CO <sub>2</sub> Kon.
		(x1)	(x2)	(x3)	(x4)	(x5)
(x1)	Pearson Korelasyonu	1,000	0,790	0,858	0,213	0,670
	Önem Değeri	-	0,000	0,000	0,212	0,000
(x2)	Pearson Korelasyonu	0,790	1,000	0,938	-0,199	0,613
	Önem Değeri	0,000	-	0,000	0,244	0,000
(x3)	Pearson Korelasyonu	0,858	0,938	1,000	0,048	0,683
	Önem Değeri	0,000	0,000	-	0,782	0,000
(x4)	Pearson Korelasyonu	0,213	-0,199	0,048	1,000	0,274
	Önem Değeri	0,212	0,244	0,782	-	0,106
(x5)	Pearson Korelasyonu	0,670	0,613	0,683	0,274	1,000
	Önem Değeri	0,000	0,000	0,000	0,106	-

Çizelge 4.8. *C. siliqua* toprağında solunum değerlerinin arazide ölçülen atmosfer parametreleriyle korelasyonu

<i>Ceratonia siliqua</i> L.		Toprak Solunumu	Yüzey Sıcaklığı	Toprak Sıcaklığı	Atm. Nemi	Atm. CO <sub>2</sub> Kon.
		(x1)	(x2)	(x3)	(x4)	(x5)
(x1)	Pearson Korelasyonu	1,000	0,761	0,811	0,131	0,573
	Önem Değeri	-	0,000	0,000	0,448	0,000
(x2)	Pearson Korelasyonu	0,761	1,000	0,948	-0,025	0,589
	Önem Değeri	0,000	-	0,000	0,884	0,000
(x3)	Pearson Korelasyonu	0,811	0,948	1,000	0,150	0,714
	Önem Değeri	0,000	0,000	-	0,384	0,000
(x4)	Pearson Korelasyonu	0,131	-0,025	0,150	1,000	0,318
	Önem Değeri	0,448	0,884	0,384	-	0,059
(x5)	Pearson Korelasyonu	0,573	0,589	0,714	0,318	1,000
	Önem Değeri	0,000	0,000	0,000	0,059	-

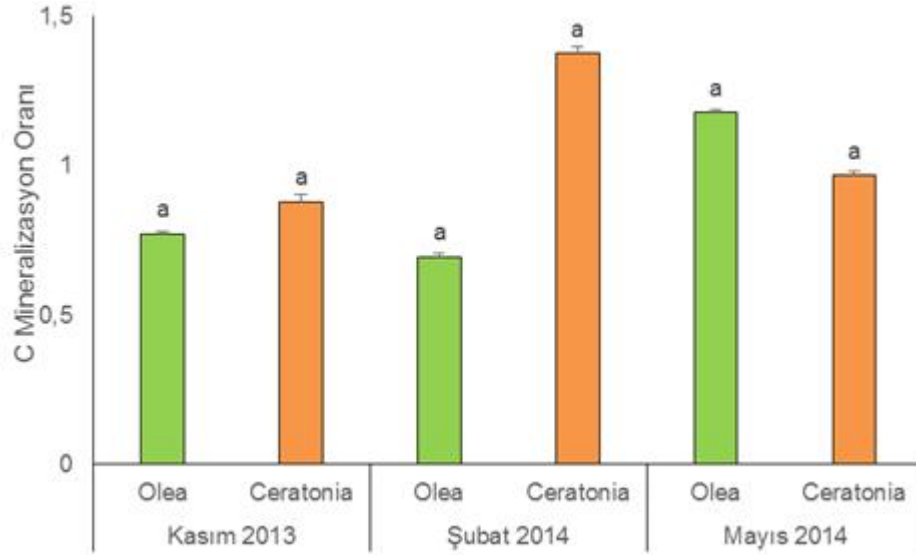
#### 4.5. Toprakların Mevsimsel Karbon Mineralizasyonları ve Oranları

Kasım 2013, Şubat ve Mayıs 2014 aylarında alınan zeytin ve keçiboynuzu topraklarında karbon mineralizasyonu laboratuvarında 28°C de 30 gün boyunca incelenmiştir. En yüksek karbon mineralizasyonu her iki bitkide de Şubat 2014'te gözlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Kasım 2013, Mayıs ve Şubat 2014 dönemi *O. europaea* ve *C. siliqua* topraklarında 30 günlük kumulatif karbon mineralizasyonu [mg C(CO<sub>2</sub>)/100g kuru toprak] (n=3)

Her dönem hem karbon mineralizasyonları, hem de oranları açısından bitkiler arasındaki fark anlamsız bulunmuştur. Keçiboynuzundaki mineralleşme oranı ise her dönem zeytinden yüksektir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Kasım 2013, Şubat ve Mayıs 2014'te alınan *O. europaea* ve *C. siliqua* topraklarının karbon mineralizasyon oranları ( $C_{min}/C_{toplam}$ ) (n=3)

#### 4.6. Toprakların Amonyum ve Nitrat İçerikleri (ppm)

Topraklarda en yüksek amonyum ( $NH_4^+$ ) içeriği zeytin topraklarında Mayıs 2014, keçiboynuzu topraklarında Kasım 2013 ayında belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Amonyum içerikleri zeytinde kasımdan mayısa artarken, keçiboynuzunda azalmaktadır (Şekil 4.11). Kasım 2013 ve Mayıs 2014'te zeytin ve keçiboynuzu topraklarının amonyum içerikleri arasındaki fark anlamlıdır ( $P < 0,05$ ).

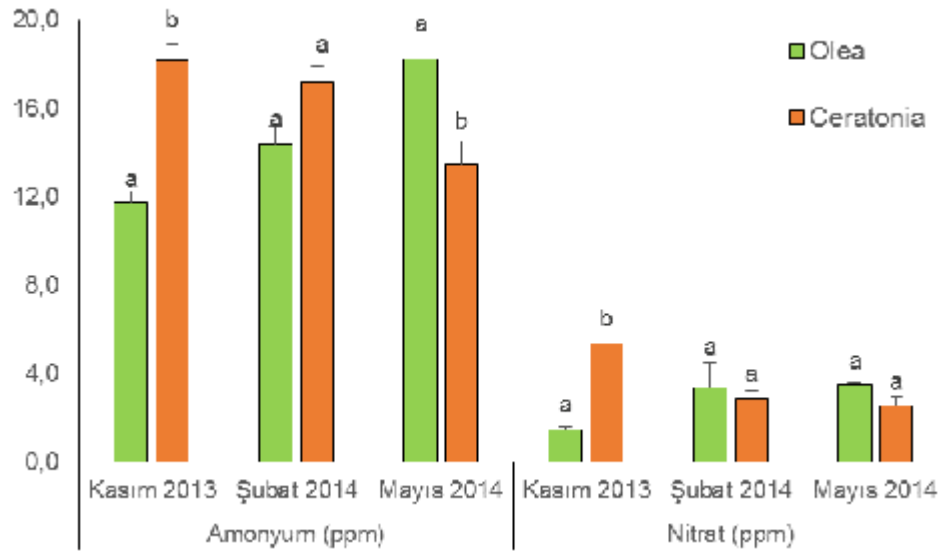
Nitrat içerikleri ( $NO_3^-$ ) gene zeytinde mayısa doğru artarken keçiboynuzunda azalmış olup sadece Kasım 2013'te aralarındaki fark anlamlıdır ( $P = 0,000$ ).



Çizelge 4.9. *O. europaea* ve *C. siliqua* topraklarının mevsime bağlı amonyum ve nitrat içerikleri (n=3)

		Olea	Ceratonia
Amonyum (ppm)	Kasım 2013	11,71 ± 0,54	18,16 ± 0,78*
	Şubat 2014	14,41 ± 0,82	17,19 ± 0,73
	Mayıs 2014	18,25 ± 0,60	13,44 ± 1,05*
Nitrat (ppm)	Kasım 2013	1,49 ± 0,06	5,36 ± 0,00*
	Şubat 2014	3,39 ± 1,11	2,87 ± 0,32
	Mayıs 2014	3,50 ± 0,13	2,56 ± 0,43

\* : P &lt; 0,05



Şekil 4.11. Mevsime göre toprak amonyum ve nitrat içerikleri arasındaki varyasyonlar (n=3)

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kasım 2013 ile Ekim 2014 ayları arasında Çukurova Üniversitesi Kampüsü'nde yetişen *O. europaea* ve *C. siliqua*'nın üzer ağacının toprak, yaprak ve ölüörtüleri 3 dönem (Kasım 2013, Şubat ve Mayıs 2014) alınmış, ayrıca her ay arazide toprak solunumları ölçülmüştür. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, karbon mineralizasyonları ve toprak solunumları hem mevsimsel hem de türler arası incelenerek kıyaslanmıştır.

Toprakların karbon ve fosfor içerikleri her 3 aylık dönemde genelde zeytinde keçiboynuzuna göre daha yüksek olup azot içerikleri birbirlerine yakındır. Yaprak karbonları her bitkide mevsime bağlı azalırken yaprak azotu keçiboynuzunda zeytine göre daha yüksek bulunmuştur. Yaprak fosfor içerikleri keçiboynuzunda mevsime bağlı olarak düzenli bir şekilde sabit kalmış, zeytinde ise Mayıs ayına doğru artmıştır.

Her iki bitkinin ölüörtü karbon ve fosfor miktarları mevsime bağlı olarak değişirken azot içerikleri artmıştır.

Karbon mineralizasyonları Kasım 2013 ve Mayıs 2014'te her iki bitki arasında fark göstermezken Şubat 2014 fark belirlenmiştir. Ayrıca bu ayda mineralizasyonun da en yüksek seviyede gerçekleşmiş olması mikrobiyal faaliyete uygun koşulların bir araya geldiğini akla getirmektedir.

Toprak solunumları ise beklenildiği gibi kış aylarında yaz aylarına göre daha düşük bulunmuştur. Gerçekten bütün kış boyunca yağmurlarla yıkanıp daha kolay ayrışabilir hale gelen organik atıklar toprağa karışınca daha kolay mineralize olmakta, bu da toprak solunumunu olumlu etkilemektedir. Zaten bahar aylarında sıcaklığın daha yüksek olması da bu faaliyetin hızlanmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla tüm sonuçlarda ekosistemin bu yansıması gözlenebilmektedir. Aslında çalışma süresinin kısalığına rağmen, gerek toprak solunumu, gerekse mineralizasyon sonuçları incelenen bitkilerin topraklarında belirli ve kararlı bir dengeye ulaşmış bir "küçük ekosistemin" varlığını ispatlamaktadır. Çevrede meydana gelen değişimler bu ekosistem tarafından hızla algılanmakta ve uygun reaksiyonlar geliştirilerek sistemin zarar görmeden çalışmaya devam etmesi sağlanmaktadır.

Bu çalışma aynı türlerle daha uzun vadeli ölçümlerle yapılmalıdır. Böylece ekosistem hem daha iyi anlaşılacak, hem de çevresel değişimlere olan reaksiyonları ve tolerans sınırları daha iyi yakalanabilecektir. Gene bu ve benzer çalışmaların aynı iklim koşulları altındaki farklı ekosistemlerde de tekrarlanması, özellikle küresel ısınmayı tetiklediği öne sürülen CO<sub>2</sub> emisyonları konusunda daha doğru bilgiler vererek uzun soluklu öngörüler yapılmasına ve ekosistem modelleri oluşturulmasına imkan verebilecektir. Toprak solunumu ve toprak karbon mineralizasyonunda etkili olan mikroorganizmaların da özel mikrobiyolojik yöntemlerle belirlenmesi bu çalışmaya önemli katkılar sağlayabilecektir. Hatta bu şekilde topraklarda bu mikroorganizmalar arasında ortaya çıkabilecek rekabet, antagonizm ve sinerjik ilişkilerin ortaya konması konusunda da değerli bilgiler edinilebilecek, toprak solunumu ve mineralizasyonlarında gözlenen mevsimsel değişimlerin de daha kolay ve daha iyi açıklanmasında yardımcı olabilecektir.

Tüm çalışma boyunca ve çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi aşamalarında farklı disiplinler arası işbirliklerinin zaten bilinen önemi daha iyi anlaşılacaktır. Özellikle ekosistem araştırmalarında çok farklı disiplinlerin bir arada birbirine destek olmaları çalışmaların daha verimli olması sonucunu doğuracaktır.

## KAYNAKLAR

- AKA, H., DARICI, C., 2004. Carbon and Nitrogen Mineralization of Lead Treated Soils in The Eastern Mediterranean Region, Turkey. *Soil and Sediment Contamination* 13, 255-265.
- AKA SAĞLIKER, H., 2005a. Doğu Akdeniz Bölgesinde İki Farklı Ana Materyalde Yetişen *Olea europaea* L., *Pinus brutia* Ten., ve *Pistacia terebinthus* L., Topraklarında Karbon mineralizasyonu. *Ekoloji Dergisi* 14, 54, 20-24.
- AKA, H., DARICI, C., 2005b. Carbon and nitrogen mineralization in carob soils with Kermes oak and Aleppo pine leaf litter. *European Journal of Soil Biology*, 41, 31-38.
- AKBURAK, S., and MAKINECI, E., 2013. Temporal changes of soil respiration under different tree species. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(4), 3349-3358.
- ALLISON, L.E., and MOODIE, C.D., 1965. Carbonate. In A. G. Norman (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* Soil Science Society of America Journal. 1379-1396
- AMICO, F. P., SORCE, E. G., 1997. Medical plants and phytotherapy in Mussomeli area (Caltanissetta, Sicily, Italy). *Fitoterapia*, 68, 143– 159.
- AYAZ, F. A., TORUN, H., AYAZ, S., CORREIA, P. J., ALAIZ, M., SANZ, C., GRUZ, J., STRNAD, M., 2007. Determination of chemical composition of Anatolian carob pod (*Ceratonia siliqua* L.): sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds. *J. Food Quality*, 30(6): 1040-1055.
- AYKAS, B., 1998. Zeytin Yetiştirme Koşulları, Tesisi ve Modern Yetiştiricilik, Zeytin Yetiştiriciliği Kursu. İzmir: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Vol. 61
- BAYTOP, T., 1984. Therapy with Medicinal Plants in Turkey (Past and Present). Publications of the Istanbul University, Istanbul, , Vol. 3255.
- BAYTOP, A., 1996. Farmasötik Botanik Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, İstanbul, Vol. 58
- BAYTOP, T., 1999. Türkiye’de Bitkiler İle Tedavi. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi.

- BOUYOUCOS, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agron. J.*, 43(9), 434-438.
- BOWDEN, R.D., NADELHOFFER, K.J., BOONE, R.D., MELILLO, J.M., and GARRISON, J.B., 1993. Contributions of Aboveground Litter, Belowground Litter, and Root Respiration to Total Soil Respiration in a Temperature Mixed Hardwood Forest. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 23(7), 1402-1407.
- ÇAVUŞOĞLU, A., ÇAKIR, M., 1988. Modern zeytincilik (Vol. Mesleki Yayınlar ). Ankara: Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Zeytincilik Arş.Ens. Yayınları.
- COLEMAN, M.D., DICKSON, R.E., and ISEBRANDS, J.G., 2000. Contrasting fine-root production, survival and soil CO<sub>2</sub> efflux in pine and poplar plantations. *Plant and Soil*, 225(1-2), 129-139.
- COPPEN, J.J.W., 1995. Gums, Resins and Latexes of Plant Origin. Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nations.
- CURTIS, P.S., VOGEL, C.S., GOUGH, C.M., SCHMID, H.P., SU, H.B., and BOVARD, B.D., 2005. Respiratory carbon losses and the carbon-use efficiency of a northern hardwood forest, 1999–2003. *New Phytologist*, 167(2), 437-456.
- DEMIRALAY, I., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Erzurum, Turkey: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- DMIGM, 1974. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni, Ankara.
- DUCHAUFOR, P., 1970. Précis de pédologie. Paris.: Masson et Cie.
- EDWARDS, C.A., REICHLE, D.E., and CROSSLEY, D.A., Jr., 1970. The Role of Soil Invertebrates in Turnover of Organic Matter and Nutrients. In David E Reichle (Ed.), *Analysis of Temperate Forest Ecosystems*, Springer Berlin Heidelberg, 1, 147-172.
- EDWARDS, N.T., 1982. The use of soda-lime for measuring respiration rates in terrestrial systems. *Pedobiologia*, 23, 321-330.

- EL HAJAJI, H.; LACHKAR, N.; ALAOUI, K.; CHERRAH, Y.; FARAH, A.; ENNABILI, A.; EL BALI, B.; LACHKAR, M., 2010. Antioxidant properties and total phenolic content of three varieties of carob tree leaves from Morocco. *Rec. Nat. Prod.*, 4 (4), 193–204.
- GAINEY, P.L., 1919. Parallel Formation Of Carbon Dioxide, Ammonia And Nitrate In Soil. *Soil Science*, 7(4), 293-312.
- GROGAN, P., 1998. CO<sub>2</sub> flux measurement using soda lime: collection for water formed during CO<sub>2</sub> adsorption. *Ecology and Evolution*, 79(4), 1467-1468.
- GÜNEŞ, E., GUBBUK, H., AYALA SILVA, T., GOZLEKCI, S., ERCISLI, S., 2011. Effects of various treatments on seed germination and growth of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Pakistan Journal of Botany*. 39(1):251-254.
- HANSON, P.J., EDWARDS, N.T., GARTEN, C.T., and ANDREWS, J.A., 2000. Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: A review of methods and observations. *Biogeochemistry*, 48(1), 115-146.
- HEYWOOD, V.H., 1978. *Flowering Plants of the World*. London: Oxford University press.
- HORWATH, W.R., PREGITZER, K.S., and PAUL, E.A., 1994. 14C Allocation in tree–soil systems. *Tree Physiology*, 14(10), 1163-1176.
- HUI, D., LUO, Y., CHENG, W.G., COLEMAN, J.S., JOHNSON, D.W., and SIMS, D.A., 2001. Canopy radiation- and water-use efficiencies as affected by elevated [CO<sub>2</sub>]. *Global Change Biology*, 7(1), 75-91.
- JACKSON, M. L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A., p: 1-498.
- KIZILDAĞ, N., 2011. Doğu Akdeniz Bölgesinde Yetişen *Melia azedarach* L. (Meliaceae)' nin Meyve ve Yapraklarının Toprak Organik Madde Mineralizasyonuna Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans tezi.
- KLEINBAUM, D.G., 1998. *Applied regression analysis and other multivariable methods* (3rd ed.). Pacific Grove, Duxbury Press.

- KOÇAK, B., 2012. Doğu Akdeniz Bölgesinde Yetişen *Laurus Nobilis* L. (Defne, Lauraceae) Yaprak Ekstraktlarının İnsan Lenfositlerinde Genotoksik Etkisi Ve Toprakta Organik Madde Mineralizasyonu. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans tezi.
- LACKNER, K.S., 2003. A guide to CO<sub>2</sub> sequestration. *Science*, 300(5626), 1677-1678.
- LAL, R., 2004a. Agricultural activities and the global carbon cycle. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 70(2), 103-116.
- LAL, R., 2004b. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123(1-2), 1-22.
- LEE, K.H., and JOSE, S., 2003. Soil respiration, fine root production, and microbial biomass in cottonwood and loblolly pine plantations along a nitrogen fertilization gradient. *Forest Ecology and Management*, 185(3), 263-273.
- LEHMANN, J., GAUNT, J., and RONDON, M., 2006. Bio-char Sequestration in Terrestrial Ecosystems – A Review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11(2), 395-419.
- LIU, X., WAN, S., SU, B., HUI, D., and LUO, Y., 2002. Response of soil CO<sub>2</sub> efflux to water manipulation in a tallgrass prairie ecosystem. *Plant and Soil*, 240(2), 213-223.
- LONDO, A.J., MESSINA, M.G., and SCHOENHOLTZ, S.H., 1999. Forest harvesting effects on soil temperature, moisture, and respiration in a bottomland hardwood forest. *Soil Science Society of America Journal*, 63(3), 637-644.
- OLSEN, S.R., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. Washington, D.C., U.S. Dept. of Agriculture.
- ÖZBEK, H., DINÇ, U., and KAPUR, S., 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Adana: Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları.
- PAUL, E.A., and CLARK, F.E., 1996. *Soil Microbiology and Biochemistry*, 2nd edition. San Diego, CA: Academic Press/Elsevier.

- PONDER, F., 2005. Effect of soil compaction and biomass removal on soil CO<sub>2</sub> efflux in a Missouri forest. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(9-10), 1301-1311.
- 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*, 4, 567-592.
- SCHLESINGER, W.H., and ANDREWS, J.A., 2000. Soil respiration and the global carbon cycle. *Biogeochemistry*, 48(1), 7-20.
- SELMANTS, P.C., HART, S.C., BOYLE, S.I., GEHRING, C.A., and HUNGATE, B.A. 2008. Restoration of a ponderosa pine forest increases soil CO<sub>2</sub> efflux more than either water or nitrogen additions. *Journal of Applied Ecology*, 45(3), 913-920.
- ŞİMŞEK, M., 2012. Farklı Yaşlardaki Okaliptüs Ormanlarında Mikorizal Gelişim ile Toprak Karbon Salınımı Arasındaki İlişkinin Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans tezi.
- TUFEKCIOGLU, A., RAICH, J.W., ISENHART, T.M., and SCHULTZ, R.C., 1998. Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in Central Iowa, USA. *Agroforestry Systems*, 44(2-3), 163-174.
- TUFEKCIOGLU, A., OZBAYRAM, A.K., and KUCUK, M., 2009. Soil respiration in apple orchards, poplar plantations and adjacent grasslands in Artvin, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30(5), 815-820.
- TÜRKMEN, N., 1987. Çukurova Üniversitesi Kampüs Alanının Doğal Bitkileri, Hayat Formları ve Habitatları: Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Y.Lisans. Tezi.
- TUZLACI, E., 2006. Şifa Niyetine (Türkiye'nin Bitkisel Halk İlaçları). Alfa Yayınları, İstanbul.
- VOSSSEN, P. 2007. Olive oil: History, production, and characteristics of the world's classic oils. *Hortscience*, 42(5), 1093-1100.
- WALTER, H., LIETH, H., 1960. Klimadiagramm-Weltatlas.Fiacher, Jena



- WONG, V.N.L., DALAL, R.C., and GREENE, R.S.B. 2008. Salinity and sodicity effects on respiration and microbial biomass of soil. *Biology and Fertility of Soils*, 44(7), 943-953.
- XU, L.K., BALDOCCHI, D.D., and TANG, J.W. 2004. How soil moisture, rain pulses, and growth alter the response of ecosystem respiration to temperature. *Global Biogeochemical Cycles*, 18(4).
- YILMAZ, G. 2012. Seasonal Variation of Cumulative CO<sub>2</sub> Emission from a Vertisol Under Apricot Orchard in Semi-Arid Southeast Turkey. *Pedosphere*, 22(3), 322-332.
- YIQI, L., and ZHOU, X. (2010). *Soil Respiration and the Environment*: Elsevier Science.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1990 yılında Adanada doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Adana da tamamladı. 2012 yılında Çukurova Üniveristesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden mezun oldu.