

T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

FARKLI ARAZİ KULLANIMLARININ TOPRAK SOLUNUMUNA OLASI
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Orm. Müh. Ali Kemal ÖZBAYRAM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN: Doç Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU

Haziran – 2006

ARTVİN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÇİZELGELER LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1. Konuyla İlgili Türkiye de Yapılmış Çalışmalar	4
2. Konuyla İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmalar	5
3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI	11
3.1. Mevki	11
3.2. İklim	15
4. MATERYAL VE YÖNTEM	17
4.1. Materyal	17
4.2. Yöntem	17
4.2.1 Arazi Yöntemleri	17
4.2.1.1 Toprak Solunumu Yöntemi	18
4.2.1.2 Toprak Nemi Örnekleme Yöntemi	18
4.2.1.3. Toprak Sıcaklığını Belirleme Yöntemi	19
4.2.1.4. Toprak Altı Kök Örnekleme	19
4.2.1.3. Toprak Örnekleme Yöntemi	19
4.2.2 Laboratuvar Yöntemleri	21

5. BULGULAR	23
5.1. Toprak Solunumuna Ait Bulgular	23
5.2. Toprak Nemine Ait Bulgular	25
5.3. Toprak Sıcaklığına Ait Bulgular	26
5.4. Toprak Altı Kök Kütlesine Ait Bulgular	29
5.5. Toprak Özelliklerine Ait Bulgular	30
5.5.1. Toprak Tekstürüne Ait Bulgular	30
5.5.2. Toprak pH'ına Ait Bulgular	32
5.5.3 Toprak Organik Maddesine Ait Bulgular	33
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	34
KAYNAKLAR	38
EKLER	42
ÖZGEÇMİŞ	51

Farklı Arazi Kullanımlarının Toprak Solunumuna Olası Etkilerinin

Araştırılması

Ali Kemal ÖZBAYRAM

ÖZET

Bu çalışmada Artvin ili Seyitler Köyü mevkiindeki kavaklık, elma bahçesi (elma ağacı+çayır) ve çayırılık gibi farklı arazi kullanımlarının toprak solunumu üzerine olası etkileri araştırılmaya çalışılmıştır. Toprak solunumu, vejetasyon dönemi içerisinde Nisan 2005-Ekim 2005 arasında ve Mart 2006 olmak üzere toplam 8 farklı zamanda Soda-kireci (NaOH, KOH) yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaçla her vejetasyon tipinden 3'er örnek alan olmak üzere toplam 9 adet örnek alan alınmıştır. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar kısaca aşağıda sıralanmıştır.

Ortalama toprak solunumu $0,47-3,59 \text{ g C m}^{-2} \cdot \text{gün}^{-1}$ olarak değişim göstermektedir. Üç farklı arazi kullanımlarında ortalama en fazla toprak solunumu elma bahçesinde bulunmuştur. Toprak solunumu vejetasyon tipine göre anlamlı farklılık göstermiştir. Toprak solunumundaki mevsimsel değişimler, toprak neminin mevsimsel değişimlerine bağımlı olarak değişmiştir ($r^2=0,83$; $p<0,01$). Toprak sıcaklığıyla toprak solunumu arasında negatif yönde ilişki bulunmuştur ($R=-0,16$; $P<0,05$). Ortalama toprak solunumu; yüzeyaltı toprağın (15-35 cm) pH'sı ile ($R=-0,71$; $P<0,05$), kum içeriği ile ($R=0,95$; $P<0,001$), kil içeriği ile ($R=-0,82$; $P<0,01$), toz içeriği ile ($R=-0,72$; $P<0,05$) ve organik madde miktarı ile ($R=0,88$; $P<0,01$) anlamlı olarak değişim göstermiştir. Toprak solunumu üst toprağın (0-15 cm) özellikleri ve toprak altı biyokütle arasında istatistiki olarak anlamlı ilişki bulunamamıştır. Sonuç olarak, elma bahçesinde gözlenen nispeten yüksek toprak solunumu burada bazı ekolojik özelliklerinin daha iyi olduğunu ve buna bağlı olarak biyolojik aktivitenin daha fazla olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: biyokütle, soda- kireci, toprak solunumu, vejetasyon,

Effects of Different Land Uses on Soil Respiration

Ali Kemal ÖZBAYRAM

ABSTRACT

In this study, effects of different land uses on soil respiration were investigated in poplar stand, apple orchard (apple trees+grass) and grassland areas in Seyitler Village, Artvin, Turkey. Soil respiration was measured approximately monthly in three sampling plots in each land use type from April 2005 to October 2005 and March 2006 using the soda-lime (NaOH, KOH) technique.

Mean daily soil respiration ranged from 0,47-3,59 g C m⁻² d⁻¹. Mean soil respiration in apple orchard was greater than in other land uses. Seasonal changes in soil respiration were strongly related to soil moisture changes. There was a significant negative correlation between soil temperature and soil respiration. Mean soil respiration rate correlated strongly with subsurface (15-35 cm) soil pH (R=-0,71;P<0,05), sand content (R=0,95;P<0,001), soil clay content (R=-0,82;P<0,01), soil silt content (R=-0,72; P<0,05) and subsoil soil organic matter content (R=0,88;P<0,01). No significant correlation was observed between soil respiration and surface (0-15 cm) soil properties and root biomass. Overall, our results indicate that apple orchard has higher soil biological activity compared to poplar and grassland areas.

Key words: biomass, vegetation, soil respiration, soda-lime,

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1:Araştırma Alanına Ait Bazı Meteorolojik Değerler (1987-2001)	15
Çizelge 5.1: Aylara göre ortalama solunum miktarları (g C m ⁻² . gün ⁻¹)	23
Çizelge 5.2: Aylara göre ortalama günlük nem miktarları (%)	25
Çizelge 5.3: Aylara göre ortalama toprak sıcaklık değerleri (°C)	27
Çizelge 5.4: Vejetasyon tiplerine göre toprak altı biyokütle miktarları	29
Çizelge 5.5: Deneme alanlarına ait bazı toprak özellikleri	31

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 : Araştırma alanının konumu	11
Şekil 3.2 : Araştırma alanının uydu fotoğrafından görünüşü	12
Şekil 3.3 : Araştırma alanının ölçekli ve koordinatlı vaziyet planı	12
Şekil 3.4 : Araştırma sahasının kavaklık plantasyonundan bir görünüş	13
Şekil 3.5: Araştırma alanındaki çayırılık vejetasyonundan bir görünüş	13
Şekil 3.6 : Araştırma alanındaki elma bahçesinden bir görünüş	14
Şekil 3.7 : Walter yöntemine göre araştırma alanının su bilançosu (1987-2001)	16
Şekil 4.1 : Arazide kullanılan araç-gereçlerden görünüş	20
Şekil 4.2 : Arazide toprak solunumu ölçümünden bir görünüş	20
Şekil 5.1 Ortalama toprak solunumunun örnekleme zamanlarına göre değişimi	24
Şekil 5.2: Ortalama toprak nemine ait değerlerin ölçüm zamanlarına göre değişimi	26
Şekil 5.4 : Farklı arazi kullanımlarında kök kütlesi değişimi	29
Şekil 5.5 : Deneme alanlarındaki toprakların ortalama kum, kil ve toz içerikleri değişimi	31
Şekil 5.6 : Arazi kullanım şekillerine göre toprakların pH değişimi	32
Şekil 5.7: Arazi kullanım şekillerine göre toprak organik madde miktarının değişimi	33

EKLER LİSTESİ

Ek 1: Nisan 2005 Arazi Ölçüm Verileri	43
Ek 2: Mayıs 2005 Arazi Ölçüm Verileri	44
Ek 3: Haziran 2005 Arazi Ölçüm Verileri	45
Ek 4: Temmuz 2005 Arazi Ölçüm Verileri	46
Ek 5: Ağustos 2005 Arazi Ölçüm Verileri	47
Ek 6: Eylül 2005 Arazi Ölçüm Verileri	48
Ek 7: Ekim 2005 Arazi Ölçüm Verileri	49
Ek 8: Mart 2006 Arazi Ölçüm Verileri	50

1. GİRİŞ

İnsan, içinde yaşadığı ve bir parçası olduğu ekosistemi kendi çıkarları için aşırı değişikliklere zorlamaktadır. Bunun sonucunda ekosistemde meydana gelen değişim geriye dönüşümü zor ekolojik sorunları ortaya çıkarmakta, bu sorunlar kişi ve toplum olarak yine bizleri olumsuz etkilemektedir.

Son 25-30 yıl içinde insanlığın temel ekolojik sorunlarından en önemlisi ve bilim dünyasının en fazla üzerinde durduğu konulardan bir tanesi küresel ısınmadır. Özellikle fosil yakıt kullanımından kaynaklanan ve atmosferin bileşimini etkileyen “sera gazları”nın en önemlilerinden birisi “CO₂”dir. CO₂ gazı atmosferin yalnız %0,03 lük kısmını kapsamasına rağmen (9), güneşten gelen radyasyonun alımında kontrol edici mekanizma olarak işlem görür ve gezegenimizdeki yaşam şartları için kafi gelecek sıcaklık düzeyini ayarlama yardımcı unsur olarak görev yapmaktadır.

Karbondioksit gazının ana yapısını oluşturan C ’un biyolojik, toprak ve jeokimyasal olmak üzere üç önemli kaynağı mevcuttur. Biyolojik kaynak, büyüme, ölüm ve ayrışma ile ilişkin olarak organizmalar tarafından kısa zaman da depolanır. Toprak karbon miktarı 1500 milyon tonu bulur ve atmosferden, biyolojik karbon miktarından ve okyanus yüzeylerinde bulunan karbondan daha fazladır. En uzun süreden beri yer kabuğunun derinliklerinde depolanmış olarak bulunan ve diğer karbon kaynakları kadar hızlı döngüye katılmayan jeokimyasal karbon kaynağının iki ana materyali vardır ki bunlar: kayaçlar (CaCO₃ ve petrol türevleri) ve okyanus derin sularıdır. Diğer her iki karbon kaynağı da jeokimyasal karbon kaynağının yanında çok küçük kalmaktadır. İnsanlar ve diğer çevresel etkenler bu kaynaklar arasındaki dengeyi bozarak büyük miktardaki karbonu, CO₂ ve metan gazı formunda atmosfere vermektedir (9).

Toprak, ana karbon kaynaklarından bir tanesi olması nedeniyle atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunda önemli rol oynamaktadır (33). Atmosferdeki CO₂ in %10’u her yıl topraktan geçmektedir. Bu miktar fosil yakıt kullanımı ile atmosfere geçen karbondioksit miktarından 10 kat daha fazladır (24).

Topraktaki karbonun CO₂ formunda toprak yüzeyinden çıkarak atmosfere geçmesi olayına “toprak solunumu” denilmektedir. Bu olay; yaşayan bitki

köklerinin solunumu ve toprakta yaşayan mikroorganizmaların metabolizma aktiviteleri sonucunda ürettikleri CO₂ 'in dışarı verilmesi sonucunda meydana gelmektedir (27).

Toprak sıcaklığı ve toprak nemi gibi çevresel faktörler, toprak biyolojik aktivitesini ve CO₂ difüzyonunu etkilediklerinden dolayı, toprak solunumunun mevsimsel dinamiklerini etkisi altına alabilmektedirler (28).

Toprak solunumu; topraktaki metabolik aktiviteler, bitki artıklarının ayrışması, topraktaki organik karbonun atmosferik CO₂'e dönüşümü gibi, ekosistem içerisindeki birkaç olayın önemli göstergesi (26) olmasından dolayı, toprağın kalitesi hakkında önemli bilgi vermektedir (21;33).

Toprak solunumu ölçüm tekniği iki metodla yapılmaktadır. Bunlar statik metod ve dinamik metottür. Statik metod soda kirecinin veya bazının (KOH, NaOH) toprak yüzeyine konmuş hacmi belli yarım küre şeklindeki materyalin içerisinde birikmiş CO₂'i yakalamasıyla ölçülmektedir. Aynı zamanda statik ölçüm, gaz kromatografisi veya kızılötesi gaz analiz cihazı ile de ölçülebilmektedir. Soda kireci yöntemi zaman alan bir yöntem olmasına rağmen diğer tekniklere göre daha hesaplıdır. CO₂ ölçüm metot'undan bir başkası olan dinamik metot da ise toprak yüzeyine konan yarım küre şeklindeki alet vasıtasıyla topraktan çıkan CO₂ monitör vasıtasıyla izlenebilmekte ve o an ölçülebilmektedir (35).

Karbon dolaşımının önemli bileşenlerden bir tanesi olan toprak solunumunun doğru şekilde ölçülmesi ekosistemlerdeki karbon döngüsünün sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi açısından önem arz etmektedir. Toprak solunumunun hassasiyetle ölçülmesi ve ölçülen alanın ekosistemi temsil edebilmesi için büyük örnek alanlara gerek vardır ve bu alanların her noktasında solunum büyük değişiklik göstermektedir. Mevcut şartlarda ve günümüzde uygulanan metotlarla büyük örnek alanların ölçülmesi zordur (36). Bu nedenle toprak solunumu için alınacak örnek alanların hem ekosistemi temsil edecek sayıda ve büyüklükte, hem de mevcut metod ve yöntemlerle ölçülebilir olması gerekmektedir.

Bu çalışma, Artvin ili Merkez ilçesi Seyitler köyü mevkiindeki kavak plantasyonu, elma bahçesi (elmalık+çayır) ve çayırık alanda yapılmıştır. Bu farklı arazi

kullanımlarının topraktan CO₂ çıkışı üzerine etkileri araştırılmıştır.

Söz konusu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde konunun anlam ve öneminden söz edilmiştir. İkinci bölüm olan literatür özeti kısmında araştırmayla ilgili Türkiye de ve diğer ülkelerde yapılan çalışmalar kısaca özetlenmiştir. Üçüncü bölümde araştırma alanının genel tanıtımı yapılmıştır. Dördüncü bölüm olan materyal ve yöntem kısmında araştırma esnasında kullanılan araç ve gereçler ile araziden örnek alım yöntemleri ve laboratuvar yöntemleri açıklanmıştır. Beşinci bölümde araştırma sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Altıncı bölüm ise sonuç ve öneriler bölümünden oluşmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Konuyla İlgili Türkiye de Yapılmış Çalışmalar

Toprak solunumu ile ilgili Türkiye de geniş kapsamlı çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu konuya yakın olan çalışmalar aşağıda irdelenmeye çalışılmıştır.

Tüfekçioğlu ve arkadaşlarının (2004), Artvin ili Genya Dağı mevkiindeki genç ve yaşlı Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link.) ormanlarında ve bitişiğindeki çayırıklarda, bitki türü ve örnekleme zamanının toprak solunumu üzerine etkilerini araştırmışlardır. İlgili çalışmada, yaşlı ladin ormanı ile çayırık arasındaki toprak solunumu farkı istatistiki olarak anlamlı iken, genç doğu ladini ormanı ile çayırık arasında istatistiki anlamda önemli fark bulunamadığı bildirilmektedir. Toprak sıcaklığı ve toprak neminin, toprak solunumundaki varyasyonun %75'ini açıkladığı bulunmuş ve bunun sonucunda toprak solunumundaki mevsimsel değişimler toprak sıcaklığındaki mevsimsel değişimlere paralel olarak gerçekleştiği saptanmıştır. Ayrıca, aynı çalışmada ortalama toprak solunumunun ince kök kütlesi ile (<2 mm), üst toprağın (0-15 cm) kum oranı ile, üst toprağın toz oranı ile ve yüzey altı toprağın (15-35 cm) pH'sı ile anlamlı olarak değiştiği belirtilmektedir. Sonuç olarak, çayırık alanlar, yaşlı orman alanlarına kıyasla daha fazla toprak solunumuna sahiptirler. Bu sonuçta, bu alanlarda daha yüksek bir biyolojik aktivitenin olduğunu göstermektedir (33).

Tepe (2004), toprak havuzlarda azot gübrelemelerinin havuz taban toprağına potansiyel etkilerini belirlemek için yaptığı çalışmada sodyum nitrat uygulanmış ve uygulanmamış topraklar arasında toprak solunumu bakımından istatistiki anlamda fark bulamamıştır. Ayrıca toprak solunumu değerlerinin kumlu topraklarda 6.55 mg CO₂/g ile kara topraklarda 11.14 mg CO₂/g arasında değişim gösterdiğini ifade etmektedir. Araştırmacı sodyum hidroksit (NaOH) kullanarak ölçtüğü toprak solunumunun kumlu topraklarda siyah topraklara nazaran istatistiki olarak daha fazla olduğu bildirmektedir (30).

Tüfekçioğlu ve ark. (2005), Artvin'de, doğu ladini ve doğu kayını meşçerelerinde toprak altı kök biyokütlesi ve karbon depolamasını incelemişler ve güney bakıldaki kök biyokütlesinin kuzey bakılara oranla daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (34).

Kantarıcı (1973), yapmış olduğu çalışmada kök derinliğinin toprak türü, toprak geçirgenliği ve taban suyu ile yakından ilgili olduğunu belirtmektedir (15).

2. Konuyla İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Raich ve Tüfekçioğlu (2000), iki veya daha çok vejetasyon tiplerinde ölçülmüş ve yayınlanmış araştırmalardaki toprak solunumu verilerden yararlanılarak yaptıkları çalışmada, değişik vejetasyon tiplerinin toprak solunumu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Söz konusu çalışmada şu sonuçlar bulunmuştur (23).

1. Klimatik faktörler ve vejetasyon dağılımı ile toprak solunumu arasında etki-tepki prensibi içerisinde korelasyon vardır.
2. Vejetasyon; toprak mikro iklimasına, strüktüre, topraktaki ve yüzeydeki ölü örtü miktarı ve kalitesine ve hepsinden önemlisi kök solunumuna tesir ederek, toprak solunumunu etkilemektedir.
3. Toprak solunumu ile, ormanlardaki ölü örtü miktarı($n=22$, $r=0.90$, $p<0,0001$) ve çayır ekosistemi içerisindeki net birincil üretim($n=10$, $r=0.80$, $p<0.01$) pozitif ilişki göstermektedir.
4. İğne yapraklı ormanlarda toprak solunumu oranı bitişindeki geniş yapraklı ormanlara göre aynı toprak tipine sahip olmalarına rağmen yaklaşık %10 daha azdır.
5. Çayır vejetasyonlarında toprak solunumu oranı, karşılaştırılabilir konumdaki orman alanlarına nazaran ortalama ~%20 daha yüksektir.

Holt ve arkadaşları (1990), Avusturya'nın yarı-kurak tropikal ormanlarında kök solunumunun toplam toprak solunumuna katkısı konulu yaptıkları çalışmada; toprak solunumu ile topraktan çıkan karbon yıllık 3800 kg/ha iken, kök solunumu ile çıkan C miktarı 1500 kg/ha/yıl olarak bulmuşlardır. Toprak solunumu üzerine nemin sıcaklıktan daha fazla etki ettiğini ve bunun sonucunda kısa geçen yağışlı mevsimlerde solunum aktivitelerinin kurak mevsimlere nazaran daha fazla olduğunu ifade etmektedirler (12).

Keith, Jacobsen ve Raison (1997), *Eucalyptus pauciflora* ormanlarında, sıcaklığın,

nemin ve gübrelemenin(fosfor) toprak solunumu üzerine etkilerini araştırmıştır. Günlük ortalama toprak solunumu 124 ile 574 mg CO₂ m⁻²/saat arasında değiştiğini belirlemişler, toprak solunumu ile toprak sıcaklığı arasında yüksek anlamlı logaritmik ilişki bulmuşlardır(r²=0.81). Söz konusu çalışma alanında toprak solunumuyla topraktan çıkan C miktarı 7,11 ton/ha/yıl olarak belirtilmektedir. Ayrıca ilgili çalışmada, gübreleme ile toprağa verilen fosfor'un bitki büyümesini daha çok hızlandırmış olmasına karşın, toprak solunumunu % 18 oranında azalttığını bildirmektedir (17).

Mathes ve ark. (1984), çıplak ve zirai bitkilerin bulunduğu tarla topraklarında üç yıl boyunca her iki haftada gaz analizi yöntemi ile toprak solunumu ölçmüşlerdir. İlgili alışmada, CO₂ salımının genellikle toprak sıcaklığını takip ettiğini ve 5 cm toprak derinliğine kadar pozitif korelasyon gösterdiğini ifade etmektedirler. Toprak nemi ile toprak solunumu arasında anlamlı ilişki bulamamışlardır. Bununla beraber vejetasyon yapısı ve örtme dercesine göre toprak solunumunun büyük farklılıklar gösterdiğini ifade etmektedirler (20).

Rochette ve arkadaşları (1992), Kanada'da yaptıkları çalışmada Arpa (*Hordeum vulgare* L.) ekilmiş ve nadasa bırakılmış tarlalarda toprak solunumunun günlük değişimi ile atmosferik karbondioksit konsantrasyonunun ve fotosentezin toprak solunumuna etkisini incelemişlerdir. İlgili çalışmada öğleden sonraki toprak solunumu, öğleden öncekine kıyasla, arpa tarlalarında ortalama % 17, nadasa bırakılmış tarlada % 22 daha fazla bulunmuş olup araştırıcı bu farkı toprak sıcaklığının öğleden sonra yüksek olmasına bağlamıştır. Ayrıca nadasa bırakılmış toprakta solunum, arpa toprağına göre % 25 (199 g C m⁻²) daha fazla bulunmuştur. Bundan başka vejetatif dönemde ve üretim zamanında toprak solunumu ile ürün fotosentezi arasında yüksek korelasyon elde edildiği fakat atmosferik CO₂ ile toprak solunumu arasında istatistiki olarak ilişki bulunamadığı bildirilmektedir (27).

Vose ve ark.(1997), Amerika'da yaptıkları çalışmada Penderosa amı (*Pinus ponderosa* Doug. Ex Laws) sahalarında vejetasyon döneminde toprağa verilmiş azot'un ve yüksek atmosferik CO₂'in toprak solunumuna etkilerini incelemişlerdir. İlgili çalışmada yüksek atmosferik CO₂ muamelesi ile toprak CO₂ arasında istatistiki

olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Atmosferik CO₂ miktarı arttığında toprak solunumu artmış belirli bir noktadan sonra (+170, +350µ LL⁻¹ CO₂ arası) düştüğü bildirilmektedir. Azot muamelesi sonucu mantar miktarı artmış olmasına karşın toprak solunumuna etkisi anlamlı bulunamadığı ifade edilmektedir. Ayrıca söz konusu çalışmada solunum ölçüm sistemlerinden olan Dinamik Flow-through ölçüm sistemi ile CO₂ ölçüm metodu arasında zayıf korelasyon bulunduğu belirtilmektedir. (r=0,57;p<0,0001;n=56) (35).

Maddock ve arkadaşları (2004), Brezilya'nın Riode Janeiro eyaletinde farklı arazi kullanımlarında (Atlantik ormanı ve kültür alanları) killi-balçıklı topraklarda, toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre toprak solunum değerini araştırmışlardır. İlgili çalışmada, ormanlık alanda aylık solunum değerleri ile toprak sıcaklığı (19,6-24,1 °C) arasında iyi derecede korelasyon bulunduğunu ifade etmektedirler(r²=0,89). Ayrıca kültür alanlarında, toprak solunumu ormanlık alandan daha fazla olmakla birlikte, toprak nemi (% 3,0-13,2 Wt) dışında diğer etmenlerle korelasyon bulmuşlardır. Sonuç olarak, topraktan CO₂ çıkışı farklı arazi kullanımları altında toprak sıcaklığı (r²=0,72) ve toprak nemi (r²=0,61) ile iyi korelasyon gösterdiği bildirilmektedir (19).

Blanke (1996), Almanya'da Bonn çevresindeki elma bahçelerinde yaptığı çalışmada, elma ağaçlarının altında mevsimsel ve günlük olarak, toprak ve çayır solunumunu araştırmışlardır. İlgili çalışmada, toprak ve çayır solunumu sırasıyla 0,18 ve 24 µmol CO₂/m²/s olarak saptandığı, soğuk kış günlerinde toprak sıcaklığı 0 °C altında inmekte, buna paralel olarak toprak ve çayır solunum değerinin 0,6 µmol CO₂/m²/s altında seyrettiği bildirilmektedir. Ayrıca, günlük 15 °C ye varan yüksek sıcaklık değişimleri ilkbaharın sonlarına doğru görülmekte, bunun sonucu olarak solunum miktarı sabah 3 µmol CO₂/m²/s iken, öğleden sonra 5-8 µmol CO₂/m²/s arasında değiştiği ifade edilmektedir (2).

Smolander ve arkadaşları (1994), Finlandiya'nın güneyinde ve merkezinde bulunan Avrupa Ladini (*Picea abies* L) ormanlarında yaptıkları çalışmada, toprağa verilen Kireç, Azot(N) ve Fosfor(P)'un toprak mikroorganizma kütlesi ve aktiviteleri üzerine uzun süreli etkilerini incelemişlerdir. 30 yıllık çalışma periyodunda toprağa verilen

6000kg/ha Kireç'in toprak solunumunu arttırdığını, toprağa verilen Azot'un (530-950 kg/ha) toprak solunumunu azalttığını, Fosfor'un (70-115 kg/ha) ise, toprak solunuma etki etmediğini bildirmektedirler (29).

Tüfekçioğlu ve arkadaşları (2001), Amerikanın Iowa eyaletinde yaptıkları çalışmada, nehir kenarında tampon vazifesi gören vejetasyon (kavak+çayır) ile bitişiğindeki ürün (soya+mısır) yetiştirilen ziraat alanında toprak solunumunu incelemiştir. Soda-kireç'i tekniğini kullanılarak yaptıkları çalışmada, ortalama günlük toprak solunumu değeri 0,14 ile 8,3 g C m⁻² arasında değiştiğini bildirmektedir. İlgili çalışmada, toprak sıcaklığı ve neminin toprak solunumunda mevsimsel değişikliğin % 69' unu açıkladığı, özellikle sıcaklık ile mevsimsel değişiklik arasında kuvvetli ilişki bulunduğunu ifade etmektedirler. Ayrıca, yıllık toprak solunumu değeri ile toprak organik karbonu (R=0,75; P< 0,001) ve ince kök (< 2 mm) kütlesi (R=0,85; P< 0,001) arasında anlamlı ilişkiler bulmuşlardır (32).

Toprak solunumunun önemli bileşenlerinden bir tanesi de kök solunumu ile verilen CO₂' dir. Toprak solunumunun %20-40' ı kök solunumu tarafından oluşturulmaktadır (31). Kök solunumu kök kütlesi tarafından etkilenmektedir.

Grahammer ve ark.(1991), Kansas'ın kuzey doğusunda statik metodu kullanarak yaptıkları çalışmada çayırlik alanda gece ve gündüz toprak solunumu ölçmüşlerdir. Bu çalışmada ortalama gündüz ve gece toprak solunumu değerleri sırasıyla 120 ug CO₂ m⁻² s⁻¹ ve 100 ug CO₂ m⁻² s⁻¹ olarak bulmuşlardır(gece ve gündüzün yerleri değişecek sanırım). Kurak toprak şartlarında toprak solunumunun gündüz gecedan daha fazla olduğunu saptamışlardır. Nemli toprak şartlarında ise gece ve gündüz toprak solunumu değerlerinin birbirine yakın çıktığını ve istatistiki açıdan anlamlı ilişki bulunamadığını bildirmektedirler. Bunun nedenini iki şekilde izah etmektedirler: birincisi; gündüz sıcaklık değişkenliğinin az olması; ikincisi ise gündüz kök solunumunun oldukça az olması ve kuru toprağa nazaran gece toprak yüzeyinde mikrobiyolojik solunumun fazla olması şeklinde izah etmektedirler (8).

Cavelia ve ark.(1990), çalışmalarında Colombia'nın Penunsula eyaletinde, Macuira bölgesinde yapraklı ve sis kuşağı ormanlarındaki toprak solunumunu araştırmışlardır. 1985 yılının sonunda yağmurlu mevsimde sis kuşağı ormanlarındaki toprak

solunumu (günlük ortalama CO₂ çıkışı 544 mg m⁻² saat⁻¹) yapraklı ormanlardaki toprak solunumuna (251 mg m⁻² saat⁻¹) göre istatistiki olarak daha yüksek anlamlı bulunmuştur (p<0,001). Her iki ormanda da gece toprak solunum değeri gündüze nazaran daha fazla bulunmuştur. Araştırmacılar söz konusu gece ile gündüz arasındaki farklılığı sis kuşağı ormanlarındaki sis tutulmasının günlük değişimine bağlanabileceğini bildirmektedirler (3).

Cook ve ark. (1985), toprak kireçlemenin ve ıslatmanın toprak solunum üzerine etkilerini incelemişlerdir. Killi-balçıklı tekstürlü topraklarda deneme alanları almışlar üzerine hektarda 3 ton kireç atılarak, kireç atılmayan komşu deneme alanı ile karşılaştırmışlardır. Deneme alanları ıslatarak karşılaştırma yapmışlardır. Araştırmacılar kireçlenen deneme alanlarında toprak solunumunu, kireçlenmemiş alana nazaran yüksek bulmuşlardır. Topraklar kuru olduğunda solunum düşmekte ancak yine de kireçlenen alandaki değer yüksek çıktığını bildirmektedirler. Islatmanın toprak solunumu üzerine artırıcı etki yaptığını ifade etmektedirler (4).

Kowelenko ve ark. (1978), sıcaklık, toprak nemi ve azot gübrelemesinin toprak CO₂ hareketi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Ortalama toprak sıcaklığı ile CO₂ çıkışı arasında 0,64 ile 0,85 arasında değişen çoklu korelasyon kurulduğunu ifade etmektedirler. Toprak solunumu ile nem arasında negatif korelasyon bulmuşlar, bilhassa yağışın fazla ve evaporasyonun az olduğu dönemlerde korelasyonun düştüğünü ifade etmektedirler. Ayrıca toprağa verilen azot, topraktaki mikroorganizma faaliyetlerini azalttığı ve toprak solunumu miktarını düşürdüğünü bildirmektedirler (16).

Howard ve arkadaşları (1993), tek tip toprak türünde sıcaklık ve toprak nemi ile toprak solunumu arasında regresyon modeli kurmak ve bu modelin yönünü tespit etmek amacıyla 6 alandan ve her 8 toprak tipinden toprak örnekleri toplamışlar, belirli sıcaklık (5-10-15-20 °C) ve nem altında toprak solunumunu ölçmüşlerdir. Ölçümler sonucunda solunumla sıcaklık arasında doğrusal ilişki tespit edilirken, solunumla nem arasında kuadratik yönden yüksek ilişki bulmuşlardır. Ayrıca bu ilişkilerin toprak tipine göre değiştiğine ifade etmektedirler (11).

Raich ve ark. (2003), 0,5 derecelik ana grid bölmelerinde küresel toprak

solunumunun 1980-1994 yılları arasındaki değişimini araştırmışlardır. Sözkonusu 15 yıllık periyotta global toprak CO₂ çıkışı 80,4 Pg (79,3-81,8 Pg aralığı) olduğu tahmin edildiği bildirilmektedir. Bu grid paralelinde global toprak CO₂ emisyonundaki aylık değişim kuzey yarım küredeki sıcaklık değişimini izlediği görölmüştür. Global olarak toprak solunumu şubat ayında en düşük değerinde iken Haziran ve Ağustos aylarında en yüksek değerine ulaştığı bildirilmektedir. Buna göre küresel ölçekte yıllık toprak CO₂ çıkışının, yıllık sıcaklık ile derece başına 3,3 Pg C y⁻¹ lik bir eğilimle ilişkili olduğunu belirtmektedirler (25).

3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI

3.1. Coğrafi Konum

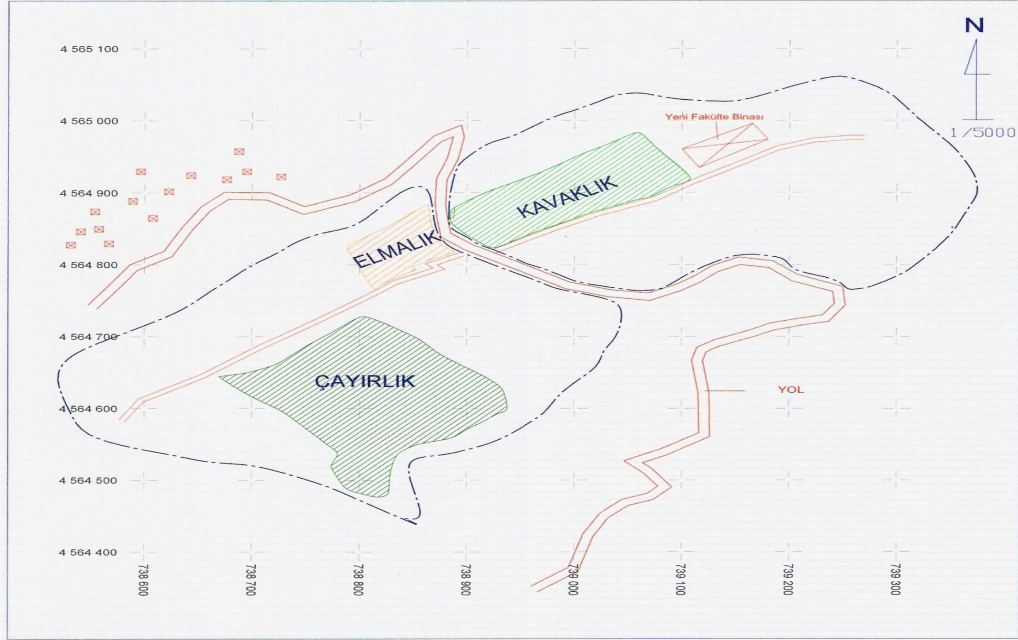
Araştırma alanı Artvin ili, Merkez ilçesi, Seyitler köyü sınırları içerisinde Artvin Orman Fakültesi kampüs sahasında bulunmaktadır (Şekil 3.1 ve 3.2). Araştırma alanı $Y=738600-739300$, $X=4564400-4565100$ koordinatları içerisinde girmektedir (Şekil 3.3). Araştırma sahası düz olup il merkezine uzaklığı 10 km ve denizden ortalama yüksekliği 536 m'dir.



Şekil 3.1 : Araştırma alanının konumu



Şekil 3.2 : Araştırma alanının uydu fotoğrafından görünüşü



Şekil 3.3 : Araştırma alanının ölçekli ve koordinatlı vaziyet planı



Şekil 3.4 : Araştırma sahasının kavaklık plantasyonundan bir görünüş



Şekil 3.5: Araştırma alanındaki çayırılık vejetasyonundan bir görünüş



Şekil 3.6 : Araştırma alanındaki elma bahçesinden bir görünüş

3.2. İklim

Araştırma alanı kışları soğuk, yazları sıcak olmakla birlikte, en yüksek yağışı kış mevsimi ve sonbaharda almaktadır.

Artvin ili merkez ilçesi Meteoroloji Gözlemeviden 1987-2001 yıllarına ait iklim verileri alınmıştır. Meteoroloji Gözlemeviden alınan bu değerler 628 m den araştırma alanının rakımı olan 536 m ye enterpole edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çepel'in (1988) bildirdiğine göre yıllık yağışın her 100 m yükseltide 50-55 mm arttığı, ortalama sıcaklık miktarının ise her 100 m yükseltide 0,5 °C azaldığı kabul edilmektedir (5). Buna göre araştırma alanının ortalama toplam yağış miktarı ve ortalama sıcaklık değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$Y_h = Y_o \pm 54 h$$

Y_h : Araştırma alanının yağış miktarı (mm)

Y_o : Meteoroloji istasyonunda ölçülen yağış miktarı (mm)

h : Araştırma alanı rakımı ile meteoroloji istasyonu rakımı farkı (hm)

$$S = S_o \pm 0,5 h$$

S : Araştırma alanının sıcaklığı (°C)

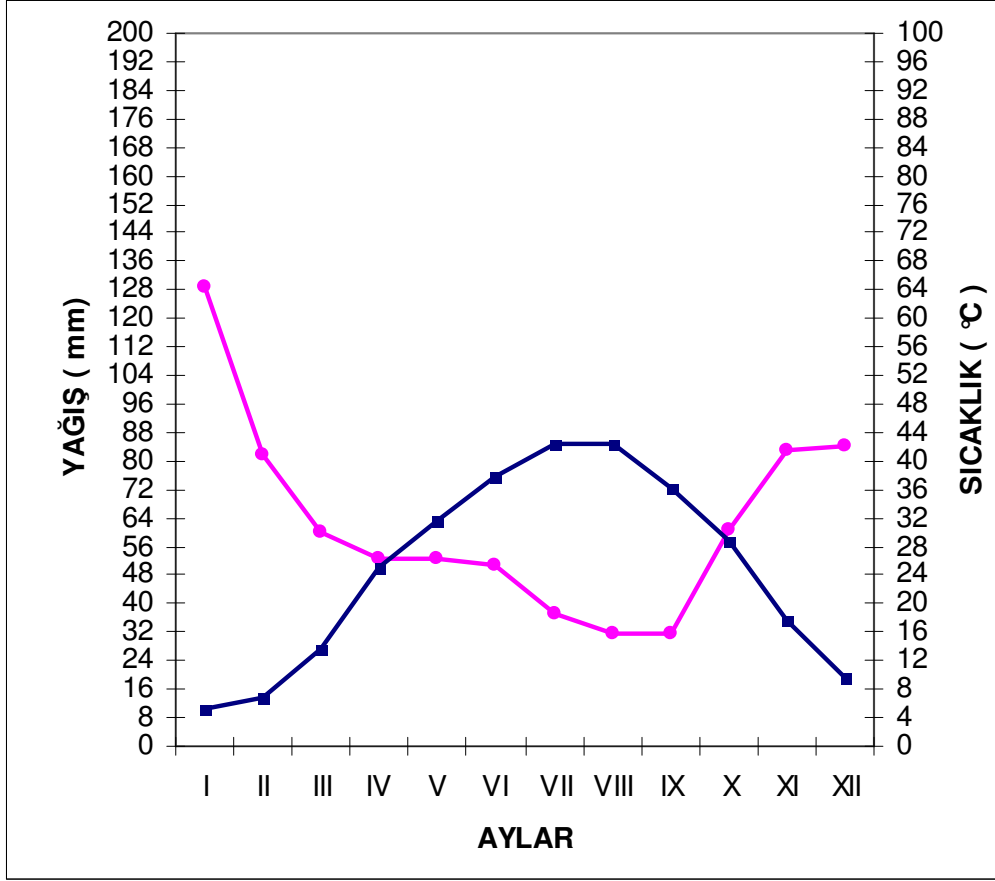
S_o : Meteoroloji İstasyonunda ölçülen sıcaklık miktarı (°C)

h : Araştırma alanı rakımı ile meteoroloji istasyonu rakımı farkı (hm)

Söz konusu enterpole edilmiş yağış ve ortalama sıcaklık verileri kullanılarak Walter (Çepel, 1988) yöntemine göre su bilançosu grafiğinde yağış eğrisi, sıcaklık eğrisi ile kesiştiğinden dolayı, bu grafikten araştırma alanında bir kurak devre ve su noktası bulunduğu yorumu çıkarılabilir (5) (Şekil 3.5).

Çizelge 3.1:Araştırma Alanına Ait Bazı Meteorolojik Değerler (1987-2001)

METEROLOLİK ELEMENLAR	AYLAR												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ort.Toplam Yağış Miktarı (mm)	128.9	81.6	60.0	52.5	52.5	50.7	36.9	31.6	31.6	60.6	83.0	84.0	753.7
Maksimum Sıcaklık (oC)	5.9	7.6	12.2	18.4	21.6	23.9	25.9	26.1	23.9	19.7	13.1	7.9	17.1
Minimum sıcaklık (oC)	-0.3	-0.2	2.6	7.6	11.1	14.2	17.3	17.4	14.1	10.6	5.4	2.0	8.4
Ortalama Sıcaklık (oC)	2.7	3.4	6.9	12.6	15.9	18.9	21.2	21.2	18.2	14.5	8.9	4.9	12.4
Ortalama Bağlı Nem (%)	64	61	59	56	60	64	68	70	64	64	61	64	62
En Düşük Bağlı Nem (%)	19	20	15	17	18	20	17	30	19	12	19	27	12



Şekil 3.7 : Walter yöntemine göre araştırma alanının su bilançosu (1987-2001)

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Bu çalışma Artvin ili, merkez ilçesi seyitler köyü mevkiinde kavak plantasyonu, elma bahçesi (elmalık +çayır) ve çayır vejetasyonları altında gerçekleştirilmiştir.

Araştırma alanında toprak solunumu ölçüm için; 20 cm boy ve 27,5 cm çap boyutlarına gelecek şekilde ağız kısmı düzgün şekilde kesilmiş plastik kovalar ile 5,1 cm boyunda ve 7,8 cm çapında silindirik boyuttaki içinde 60 gram soda-kireci bulunan ağzı kapaklı kavanozlar kullanılmıştır. Silindirik kovayı toprağa sabitleştirmek için bıçak, kova içerisine giren yaşayan bitkilerin toprak üstü kısımlarını kesmek için makas ve toprağa sabitleştirilen plastik kovanın üzerine güneşten gelen sıcaklığın yansıtması için Alüminyum folyo kullanılmıştır (Şekil 4.1).

Toprak örneği almak için kazma ve kürek kullanılmıştır. Toprak solunumu ölçülen her örnekleme de bıçakla rutubet miktarının tespiti için toprak örneği alınmıştır. Örnek alanlarının belirlenmek için Şerit metreden, açılan toprak profillerinin ebatlarını ölçmek için Metre'den yararlanılmıştır.

Kök örneklerini almak için 6,4 cm çapında ve 30 cm boyunda çelik borular kullanılmıştır. Bu çelik boruları toprağa çakmak için balyoz kullanılmıştır.

Araştırma alanının coğrafi yerinin tespiti için Orman Genel Müdürlüğü'nün 1/25.000 ölçekli Artvin-F47-c4 paftasından yararlanılmıştır..

Arazide alınan örneklerin analizi için Artvin Orman Fakültesi'nin Toprak İlmi ve Ekoloji Ana Bilim Dalı laboratuvarı kullanılmıştır.

4.2. Yöntem

4.2.1 Arazi Yöntemleri

Araştırma alanı içerisinde üç farklı arazi kullanımlarında [kavaklık, elma bahçesi (elmalık+çayır) ve çayır alanlarında] 20 X 20 m büyüklüğünde ve her vejetasyon tipinde 3 adet olmak üzere toplam 9 adet örnek alan alınmıştır. Elma bahçesi ve çayır alanındaki örnek alanlarında 5'er adet, kavaklık alanda ise 6'şar örnekleme

olmak üzere her periyotta toplam 48 örnekleme yapılmıştır. Örnekleme zamanı vejetasyon dönemi içerisine giren, Nisan 2005-Ekim 2005 ayları arası ve Mart 2006 ayları olmak üzere toplam 8 periyotta yapılmıştır.

4.2.1.1 Toprak Solunumu Yöntemi

Örnekleme için ebatları belli plastik kovalar rastlantısal olarak örnek alan içerisine dağıtılmıştır. Plastik kovalar toprağa sabitleştirmek için aynı çap'a sahip plastik halkalar aracılığı ile toprağa 1-1,5 cm derinliğinde yuvarlak oyuk açılmıştır. Oyuk içine düşen alanda bitkilerin toprak üstü kısımlarıyla yapacağı solunumunu bertaraf etmek için toprak üstü kısımları kesilerek halka dışına çıkarılmıştır. Sonra içinde karbondioksiti emebilme özelliği olan 60 gram Soda-Kireci'nin bulunduğu kavanozun kapağı açılarak oyulan halkanın ortasına koyulup, üzerine plastik kova ters çevrilerek oyuğun içine sokulmuştur. Kovanın üzeri, güneşin direk ışınlarıyla kovanın aşırı ısınmasını engellemek için alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Folyonun üzerine de kovanın rüzgarla uçmasını engellemek için taş konulmuştur.(Şekil 4.2).

Araziye konulan soda-kireçleri 24 saat süre zarfından sonra alınmıştır. Ayrıca soda-kireci ile birlikte plastik kovaların konulduğu yerden, 0-5 cm derinlikten toprak nemi tayini için toprak örneği alınmış ve toprak sıcaklığı da ölçülmüştür. Bunun yanında kontrol için her ölçüm periyodunda 5 adet soda-kireci kavanozunun kapakları açılarak yaklaşık 1 dakika havadan emdiği CO₂ miktarı belirlenmiştir.

4.2.1.2 Toprak Nemi Örnekleme Yöntemi

Toprak solunumu için her periyotta 48 adet olmak üzere toplam 384 adet nem örnekleme yapılmıştır. Toprak solunumu için konulan kovaların altından kavanozları alırken toprak nemi belirlemek için bir miktar toprak alınarak, etiketlenmekte ve naylon torbalara ağızları sıkıca kapatılarak aktarılmakta ve laboratuara getirilmektedir.

4.2.1.3. Toprak Sıcaklığını Belirleme Yöntemi

Toprak sıcaklığı 3 adet kavaklık, 3 adet elma bahçesi ve 3 adet çayırılık alandan olmak üzere, toplam dokuz deneme alanında, her bir deneme alanından 3'er örnekleme yapılarak belirlenmiştir. Toprak solunumu için her periyot'ta toplam 27 adet sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Sıcaklık ölçümü, sabah saatlerinde kavanozların bulunduğu kovaların içindeki alanlarda, termometre ile 0-20 cm derinliğindeki yüzey toprağında yapılmıştır.

4.2.1.4. Toprak Altı Kök Örnekleme

Araştırma alanındaki kök kütlesi belirleme çalışmaları, dokuz deneme alanından, her bir deneme alanından 6 adet olmak üzere toplam 54 adet kök örneği çelik borular kullanılarak alınmıştır. Alınan her bir silindir örneği naylon torbalara aktarılıp etiketlenerek ağızları kapatılmış ve laboratuara getirilmiştir.

4.2.1.3. Toprak Örnekleme Yöntemi

Araştırma alanındaki toprak örnekleme, kazılan toprak çukurlarından 0-15 ile 15-35cm derinlik kademesinden, her bir deneme alanından 3 adet olmak üzere toplam 27 adet toprak örnekleri alınmak suretiyle yapılmıştır. Alınan topraklar laboratuara götürülmek üzere etiketlenerek naylon torbalara konulmuştur.

Araştırma alanından alınan tüm örneklerin analizi, Artvin Orman Fakültesi'nin Toprak İlimi ve Ekoloji Ana bilim Dalı laboratuvarında yapılmıştır.



Şekil 4.1 : Arazide kullanılan araç-gereçlerden görüntü



Şekil 4.2 : Arazide toprak solunumu ölçümünden bir görüntü

4.2.2 Laboratuvar Yöntemleri

Araziden alınan Soda-Kireci kavanozu Laboratuvar da 105 °C sıcaklığa ayarlanmış fırında 24 saat kurutulduktan sonra 0,001 gr hassasiyetindeki terazide tartılarak bünyesine almış olduğu CO₂ miktarı belirlenmiştir. Belirlenen CO₂ miktarından kontrol için ölçülen miktar çıkartılarak ve gerekli dönüşümler yapılarak dakikada m² den salınan CO₂ miktarı gram cinsinden bulunmuştur.

Toprak nemi için alınmış örnekler laboratuvarda nemli ağırlıkları tartıldıktan sonra kurutma fırınlarına konularak 105 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle kurutulmuştur. Daha sonra fırınlardan çıkarılan örnekler tartılarak su kayıpları hesaplanmış ve % nem içeriği belirlenmiştir.

Alınmış olan kök örnekleri bir gün suda bekletilerek, toprağın gevşemesi ve köklerden kolay ayrışması sağlanmıştır. Sonra bu örnekler geniş kaba aktarılıp yıkılarak 0,5 mm' lik elekten süzölmüştür. Bu şekilde topraktan temizlenen kökler beyaz küçük kaplarda su içine konarak ölü örtü parçaları ve varsa toprak kalıntılarından ayıklanmıştır. Ayıklanan kökler kılcal (0-2 mm), ince (2-5 mm) ve kaba kök (5-10 mm) diye üç sınıfa ayrılarak, kurutma fırınında 70 °C' de 24 saat süreyle kurutulmuş ve 0,01 gr hassasiyetindeki terazide tartılmıştır. Gerekli dönüşümler yapılarak hektardaki kök miktarı belirlenmiştir (31;33).

Alınan toprak örnekleri laboratuvar şartlarında hava kurusu hale gelinceye kadar gazete kağıdı üzerinde kurutulmuş ve havanda öğütöldükten sonra, 2 mm lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak örnekleri üzerinde, toprak tekstürü, toprak asitliği (pH) ve organik madde analizi yapılmıştır. Toprak tekstürü, Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre yapılmış, toprak asitliği ise toprak-solüsyon oranına (1:2,5) göre, toprak-su karışımında cam elektrot kullanılarak belirlenmiştir (10;14). Organik madde belirlemesi, Walckley_Black'ın ıslak yakma yöntemi kullanılarak yapılmıştır (10;14).

Memleket haritasının sayısallaştırılıp araştırma alanının ölçekli ve koordinatlı vaziyet planının hazırlanmasında da Netcad programı kullanılmıştır.

Araştırma alanından alınan örneklerin laboratuvar işlemleri yapıldıktan sonra elde edilen sayısal verilerin istatistik analizinin yapılmasında SPSS programından yararlanılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Toprak Solunumuna Ait Bulgular

Ortalama toprak solunumu değerleri kavaklık alanda, 0,47-2,80 g C m⁻². g⁻¹, elma bahçesinde 0,71-3,59 g C m⁻². g⁻¹, çayırılık alanda ise, 0,73-2,38 g C m⁻². g⁻¹ arasında değişiklik göstermektedir. Vejetasyon dönemi içerisinde 8 aylık ölçümlerden elde edilen verilere göre en düşük toprak solunumu kavaklıkta 0,47 g C m⁻². g⁻¹, en yüksek toprak solunumu değeri ise Nisan 2005’de elma bahçesinde (elmalık+çayır) bulunmuştur. Toprak solunumu vejetasyon dönemi ortalaması, en düşük kavaklık alanda (1,16 g C m⁻². g⁻¹), sonra 1,49 g C m⁻². g⁻¹ ile çayırılıkta ve en yüksek ise 2,02 g C m⁻². g⁻¹ ile elma bahçesinde bulunmuştur.

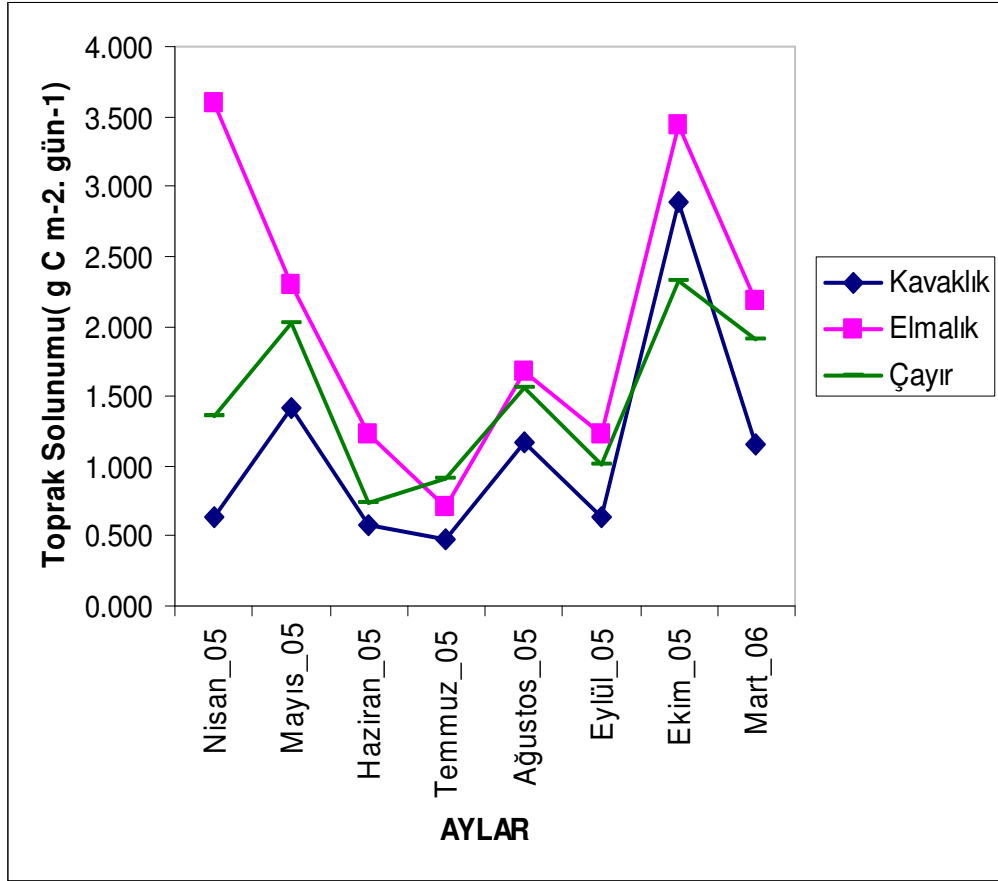
Araştırma alanından elde edilen toprak solunumuna ait veriler Çizelge 5.1’de ve grafiği de Şekil 5.1.’de verilmiştir.

Çizelge 5.1: Aylara göre ortalama solunum miktarları (g C m⁻². g⁻¹)

AYLAR	VEJETASYON TİPİ		
	KAVAKLIK	ELMA BAHÇESİ (ELMALIK+ÇAYIR)	ÇAYIRLIK
(4) Nisan 2005	0,63	3,59	1,35
(5) Mayıs 2005	1,41	2,3	2,03
(6) Haziran 2005	0,82	1,12	0,73
(7) Temmuz 2005	0,47	0,71	0,9
(8) Ağustos 2005	1,38	1,68	1,57
(9) Eylül 2005	0,64	1,22	1,02
(10) Ekim 2005	2,8	3,38	2,38
(3) Mart 2006	1,15	2,19	1,91
ORTALAMA	1,16	2,02	1,49

Toprak solunumu kavaklık, elma bahçesi (elmalık+çayır) ve çayırılık vejetasyonları arasında istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar göstermektedir (P< 0.01). LSD testine göre vejetasyon tipleri arasında ikili ilişkiye bakıldığında, kavaklık ile elma bahçesi arasında (P<0.001), kavaklık ile çayırılık arasında (P=0,003) ve çayırılık ile elma bahçesi arasında (P<0.001) anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Ölçüm zamanlarına göre toprak solunumunun değişimi incelendiğinde, LSD testine göre anlamlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($P<0,001$). Dönemler arasındaki farklılığa bakıldığında 4. ay ile 6,7,8,9,10. aylar arasında ($p<0,05$), 5. ay ile 6,7,9,10. aylar arasında ($P<0,001$), 6. ay ile 4,5,7,10,3. aylar arasında ($P<0,001$), 7. ay ile 4,5,8,10,3. aylar arasında ($P<0,001$), 8. ay ile 4,5,6,7,9. aylar arasında ($P<0,001$), 9. ay ile 4,5,8,10,3. aylar arasında ($P<0,001$), 10. ay ile tüm periyotlar (aylar) arasında ($P<0,001$) ve 3. ay ile 6,7,9,10. aylar arasında ($P<0,001$) farklılık bulunmuştur.



Şekil 5.1 Ortalama toprak solunumunun örnekleme zamanlarına göre değişimi

(4: 2005 Nisan, 5: 2005 Mayıs, 6: 2005 Haziran, 7: 2005 Temmuz, 8: 2005 Ağustos, 9: 2005 Eylül, 10: 2005 Ekim, 3: 2006 Mart)

5.2. Toprak Nemine Ait Bulgular

Ortalama toprak nemi kavaklık alanında % 28,55 ile 95,26 arasında, elma bahçesinde, %14,05 ile 105,14 arasında, çayırılık alanında ise % 19,38 ile %96,68 arasında değişim göstermiştir. En düşük günlük ortalama toprak nem değeri 2005 yılı Temmuz ayında elma bahçesinde, en yüksek günlük toprak nemi değeri ise Ekim 2005'te elmalık alanında bulunmuştur. Ortalama nem içerikleri bakımından en fazla kavaklık alanında, en az ise elma bahçesinde toprak nemi belirlenmiştir. Toprak nemine ait değerler Çizelge 5.2'de, grafik ise Şekil 5.2'de verilmiştir.

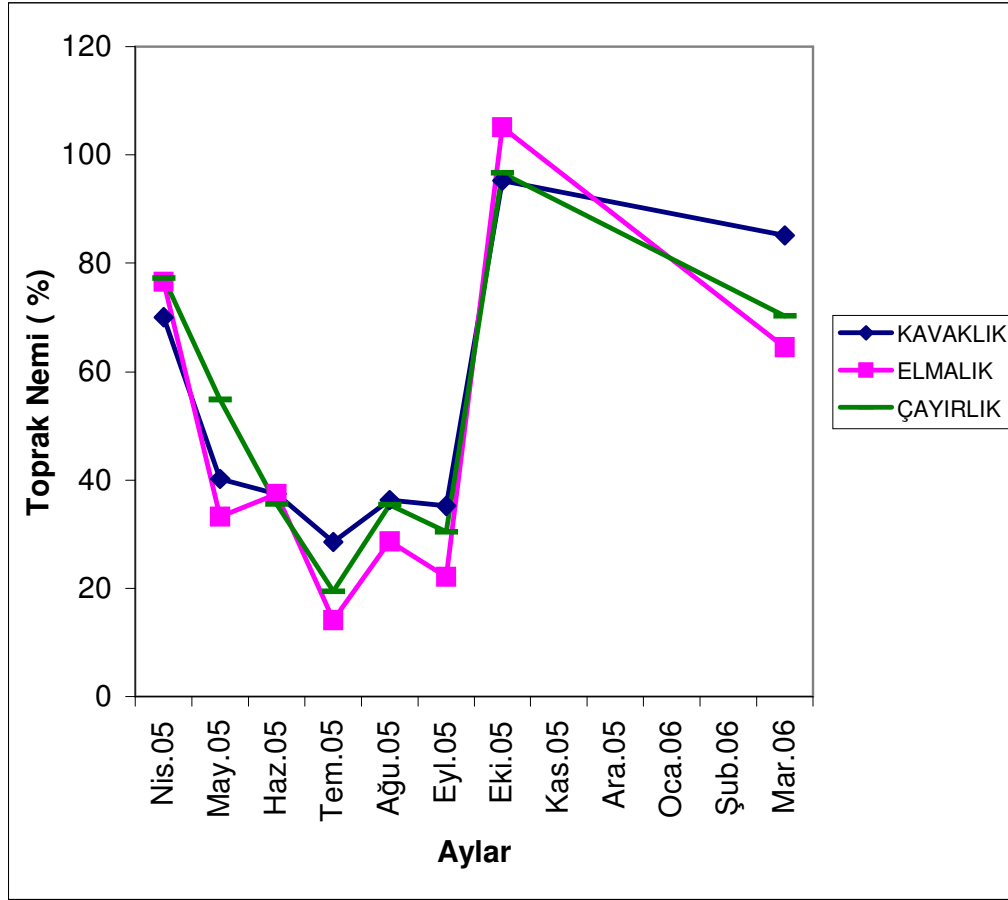
Çizelge 5.2: Aylara göre ortalama günlük nem miktarları (%)

AYLAR	VEJETASYON TİPİ		
	KAVAKLIK	ELMA BAHÇESİ (ELMALIK+ÇAYIR)	ÇAYIRLIK
(4) Nisan 2005	70,02	76,63	77,26
(5) Mayıs 2005	40,19	33,16	54,82
(6) Haziran 2005	37,43	37,39	35,47
(7) Temmuz 2005	28,55	14,05	19,38
(8) Ağustos 2005	36,25	28,65	35,38
(9) Eylül 2005	35,17	22,06	30,39
(10) Ekim 2005	95,26	105,14	96,68
(3) Mart 2006	85,1	64,46	70,24
ORTALAMA	53,50	47,69	52,45

İstatistik olarak toprak nemi verilerine bakıldığında, toprak nemi verileri normal dağılım göstermektedir. Homojenlik testine göre verilerin homojen dağıldığı belirlenmiştir. Nem verileri bakımından bitki örtüleri karşılaştırıldığında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($P < 0.05$). Bitki örtüleri arasında ikili farka bakıldığında, kavaklık ile elma bahçesi arasında ($P = 0.02$) anlamlı fark bulunurken, çayırılık ile kavaklık ve elma bahçesi arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Duncan testine göre gruplandırma yapıldığında elmalık ile çayırılık bir grupta, çayırılık ile kavaklık diğer bir grupta yer almıştır.

Zamana göre incelediğimizde ise, toprak nemi verileri homojen dağılmamaktadır. Bu

nedenle farklılık için LSD testine göre zamansal farklılık bakılmış ve zamansal olarak fark bulunmuştur ($P < 0,001$). Ölçüm zamanları arasındaki farklılık bakıldığında 6 ile 8. aylar arasında, 4 ile 3. aylar arasında, ve 8 ile 9. aylar arasında anlamlı farklılık bulunamamasına rağmen diğer aylar arasında yüksek anlamlı farklılıklar ($P < 0,05$) bulunmuştur. Duncan testine göre 7,6,9. aylar aynı grupta, 8,3,4. aylar aynı grupta, ve 3,4,5. aylar aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 5.2: Ortalama toprak nemine ait değerlerin ölçüm zamanlarına göre değişimi

5.3. Toprak Sıcaklığına Ait Bulgular

En yüksek ortalama toprak sıcaklığı değeri $23,2^{\circ}\text{C}$ ile çayırılık alanda, 2005 yılı Ağustos ayında, en düşük sıcaklık değeri ise $7,3^{\circ}\text{C}$ ile kavaklık vejetasyonunda 2006

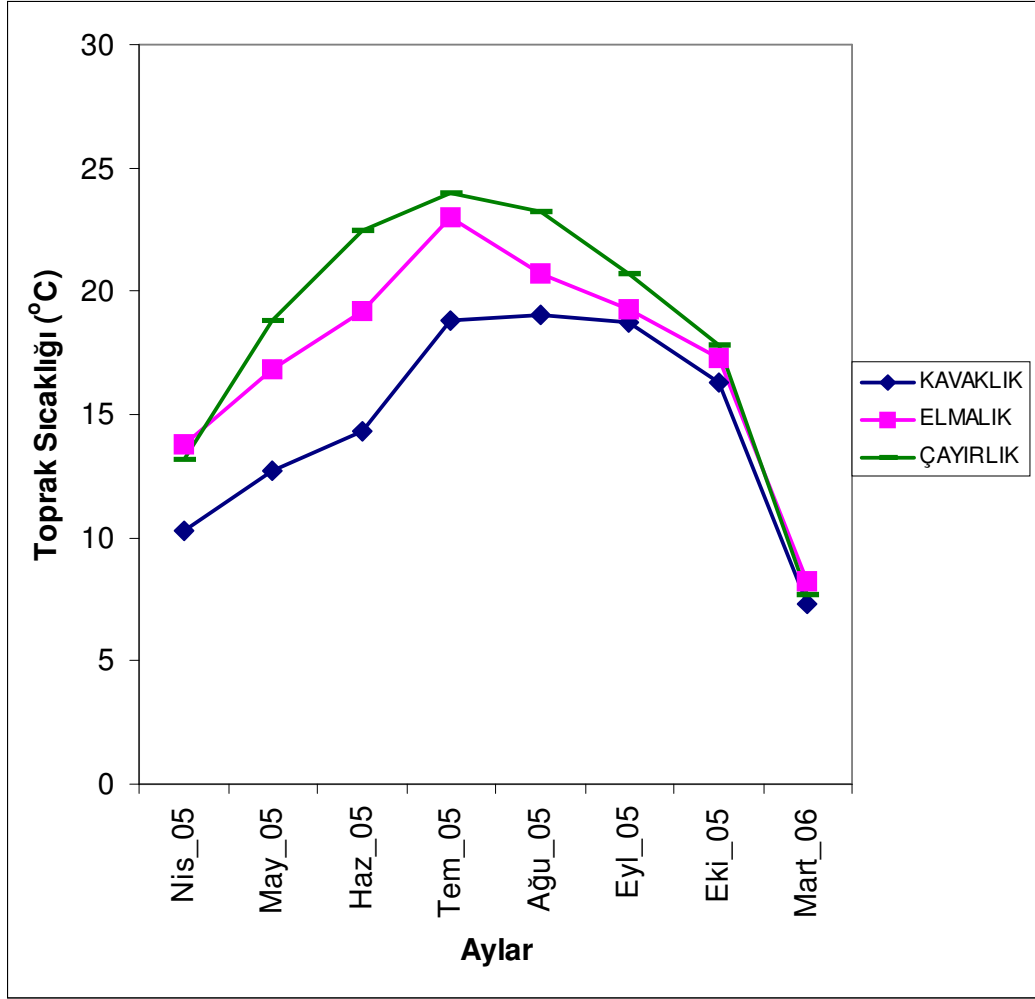
yılı Mart ayında ölçülmüştür. Toprak Sıcaklığı verileri ve grafiği çizelge 5.3 ve Şekil 5,3 'de verilmiştir.

Çizelge 5.3: Aylara göre ortalama toprak sıcaklık değerleri (°C)

AYLAR	VEJETASYON TİPİ		
	KAVAKLIK	ELMA BAHÇESİ (ELMALIK+ÇAYIR)	ÇAYIRLIK
(4) Nisan 2005	10,3	13,8	13,2
(5) Mayıs 2005	12,7	16,8	18,8
(6) Haziran 2005	14,33	19,17	22,5
(7) Temmuz 2005	18,8	23	24
(8) Ağustos 2005	19	20,7	23,2
(9) Eylül 2005	18,7	19,3	20,7
(10) Ekim 2005	16,3	17,3	17,8
(3) Mart 2006	7,3	8,2	7,7
ORTALAMA	14,68	17,28	18,49

İstatistik olarak toprak sıcaklığı verilerine bakıldığında, bitki örtüsü tipine göre toprak sıcaklığı normal dağılım göstermemektedir. Dönüşüm yapılarak elde edilen sıcaklık verileri normal dağılım göstermektedir. Yapılan farklılık analizine göre kavaklık ile elma bahçesi ve çayırılık arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($P<0,001$). Elma bahçesiyle ile çayırılık alanı arasında istatistik olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Zamana göre incelediğimizde ise, toprak sıcaklık verileri homojen dağılmamaktadır. Bu nedenle farklılık için LSD testine göre zamansal ilişkiye bakılmış ve zamansal olarak fark bulunmuştur ($P<0,001$). Dönemler arasındaki ilişkiye bakıldığında tüm periyodik zamanların birbirleriyle aralarında istatistiki olarak farklı olduğu bulunmuştur.



Şekil 5.3: Ortalama toprak sıcaklığının ölçüm zamanlarına göre değişimi

Solunum, nem, sıcaklık değerleri arasındaki korelasyona bakıldığında, %1 önem düzeyinde solunum ile sıcaklık arasında ($R=-0,16$) ve solunum ile nem arasında ($R=0,40$) istatistiki olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Nem ile sıcaklık arasında negatif korelasyon mevcut olup, istatistiki olarak anlamlıdır ($R=-0,58$).

5.4. Toprak Altı Kök Kütlesine Ait Bulgular

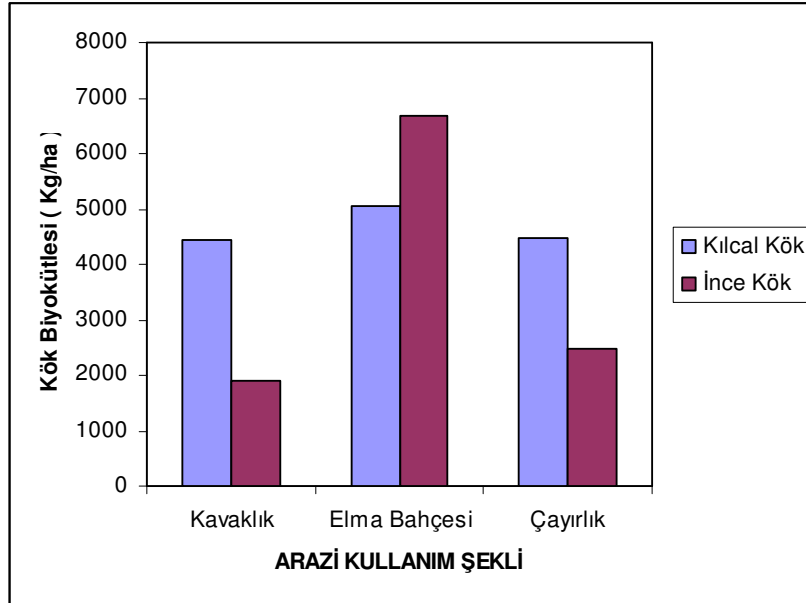
Kök miktarlarına bakıldığında, kılcal kök'e (0-2 mm) ait bulgularda ortalama en yüksek elma bahçesinde (5038 kg/ha), daha sonra çayırılıkta (4467 kg/ha) ve en az ise kavaklıkta (4442 kg/ha) kılcal kök kütlesi bulunmuştur.

İnce kökte (2-5 mm) ise en yüksek elma bahçesinde (6676 kg/ha), sonra 2459 kg/ha ile çayırılıkta, en az ise kavaklıkta 1906 kg/ha olarak bulunmuştur.

Toprak altı biyokütle (kök miktarına) ait bulgular Çizelge 5.4'de verilmiştir.

Çizelge 5.4: Vejetasyon tiplerine göre toprak altı biyokütle miktarları

Arazi Kullanım Şekli	Kök Kütlesi (Kg/ha)		
	Kılcal Kök	İnce Kök	TOPLAM
Kavaklık	4442	1906	6348
Elma Bahçesi (elmalık+çayır)	5038	6676	11714
Çayırılık	4467	2459	6926
TOPLAM	13947	11041	24989
ORTALAMA	4649	3680	8330



Şekil 5.4 : Farklı arazi kullanımlarında kök kütlesi değişimi

5.5. Toprak Özelliklerine Ait Bulgular

5.5.1. Toprak Tekstürüne Ait Bulgular

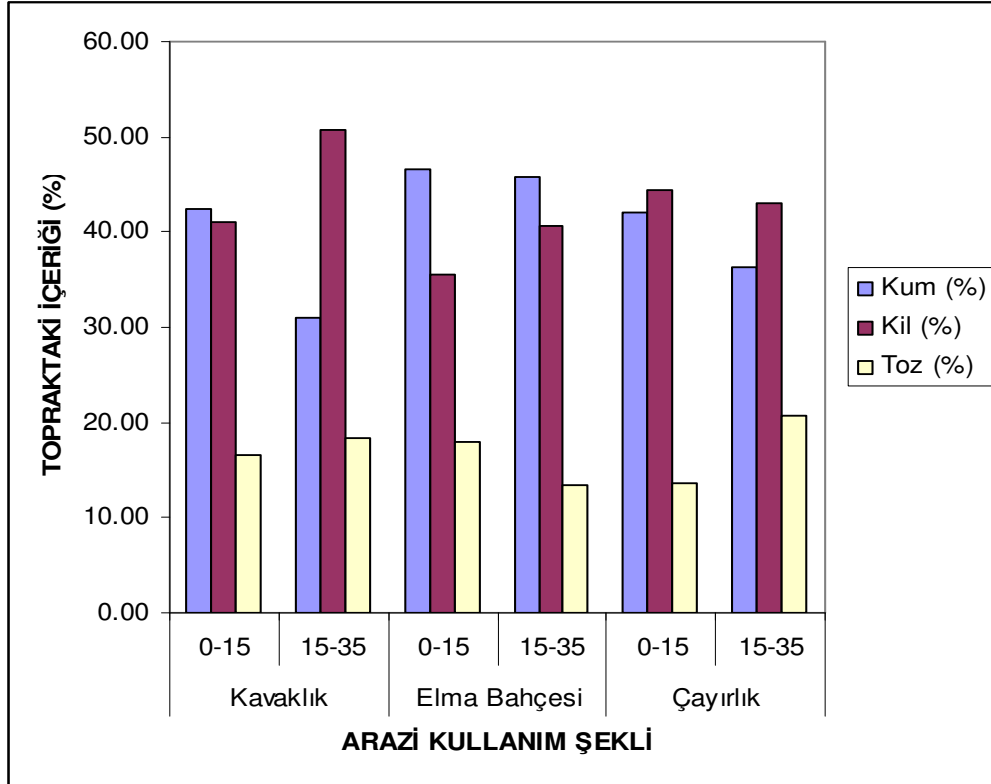
Araştırma alanına ait toprak örneklerinin ortalama kum içeriği incelendiğinde, en yüksek kum içeriği elma bahçesinde (% 46,23), sonra % 39,19 ile çayırılık, en az kum içeriği ise %36,70 ile kavaklıkta bulunmaktadır. Üst toprakta (0-15 cm) kum değeri en yüksek elma bahçesinde, sonra kavaklıkta, en az ise çayırılık alanda bulunmuştur. Yüzeyaltı toprakta ise en yüksek elma bahçesinde, sonra çayırılıkta, en az ise kavaklıkta kum içeriği belirlenmiştir. Üst toprağın kum içeriği ile toprak solunumu arasında istatistiki ilişki bulunamazken, yüzeyaltı toprağın kum miktarı ile solunum arasında anlamlı ilişki bulunmuştur ($P<0,001$).

Üst toprağın ortalama kil içeriği incelendiğinde en yüksek kil içeriği kavaklık alanda (% 45.86), sonra çayırılık alanda (% 43.70), en az ise % 38.13 ile elma bahçesinde bulunmuştur. Yüzeyaltı toprakta (15-35 cm) kil değeri en yüksek kavaklık alanda, sonra çayırılıkta, en az ise elma bahçesinde bulunmuştur. Üst toprakta ise en yüksek çayırılık alanda, sonra kavaklıkta, en az ise elma bahçesinde kum içeriği belirlenmiştir. Yüzeyaltı toprağın kil miktarı ile toprak solunumu arasında %95 güven düzeyinde anlamlı ilişki mevcuttur ($P<0,01$).

Ortalama toz miktarı en fazla kavaklık alanda (% 17.44), sonra % 17,11 ile çayırılık alanda, en az ise %15.64 ile elma bahçesinde bulunmuştur. Üst toprakta (0-15cm) en fazla toz içeriği % 17.91 ile elma bahçesinde, en az ise çayırılık alanda (%13.55) bulunmuştur. Yüzeyaltı toprakta ise en yüksek toz içeriği çayırılık alanda (% 20.66), en az % 13,37 ile elma bahçesinde belirlenmiştir. Üst toprağın (0-15 cm) toz içeriği ile toprak solunumu arasında anlamlı ilişki bulunamamış ancak; yüzeyaltı toprağın toz içeriğiyle toprak solunumu arasında istatistiki ilişki tespit edilmiştir ($P=0,022$).

Çizelge 5.5: Deneme alanlarına ait bazı toprak özellikleri

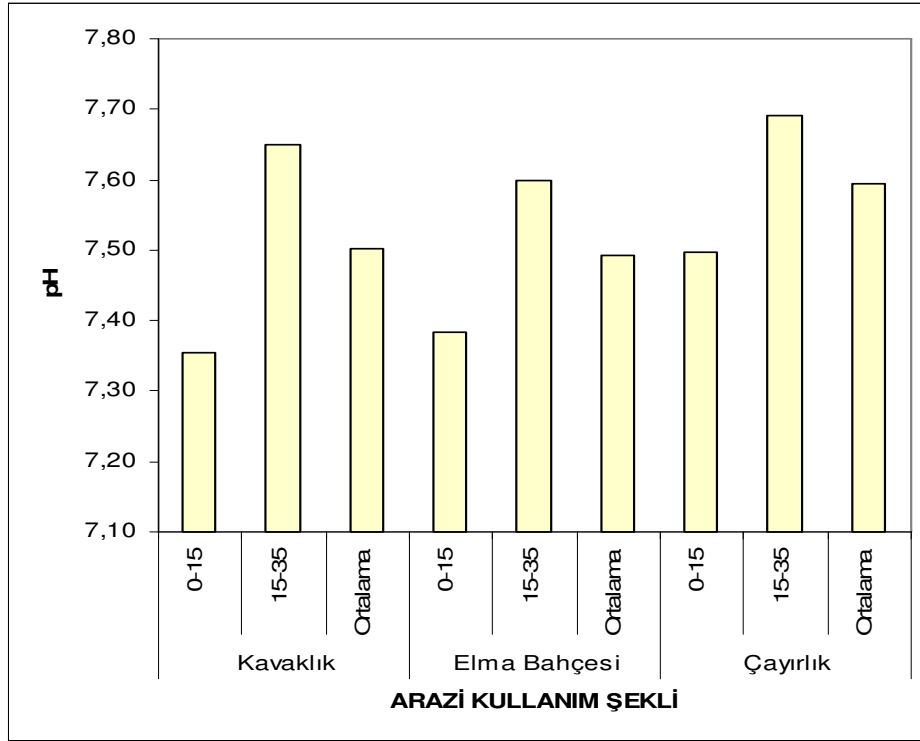
Arazi Kullanım Şekli	Derinlik	Toprak Özellikleri				
		Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	pH	Organik Madde
Kavaklık	0-15	42.50	40.99	16.51	7.35	3.87
	15-35	30.90	50.73	18.37	7.65	2.24
	Ortalama	36.70	45.86	17.44	7.50	3.06
Elma Bahçesi	0-15	46.57	35.52	17.91	7.38	3.73
	15-35	45.88	40.74	13.37	7.60	3.14
	Ortalama	46.23	38.13	15.64	7.49	3.44
Çayırılık	0-15	42.02	44.43	13.55	7.50	3.02
	15-35	36.36	42.98	20.66	7.69	2.12
	Ortalama	39.19	43.70	17.11	7.59	2.57



Şekil 5.5 : Deneme alanlarındaki toprakların ortalama kum, kil ve toz içerikleri değişimi

5.5.2. Toprak pH'ına Ait Bulgular

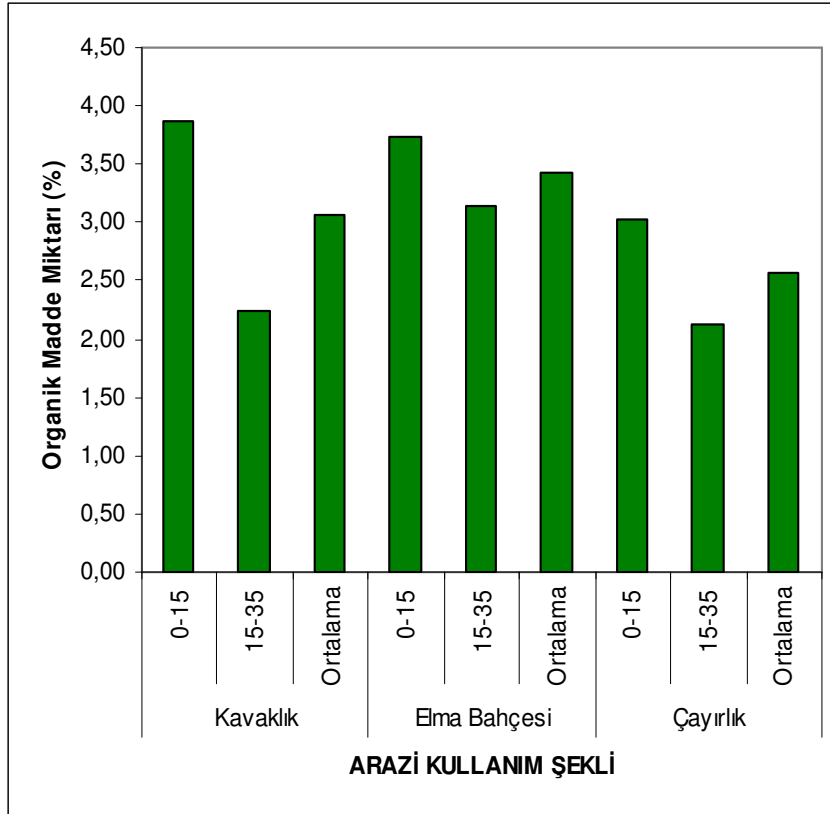
Deneme alanlarına ait ortalama pH verileri incelendiğinde, en yüksek çayırılık alanında, daha sonra kavaklık alanında, en düşük ise elma bahçesinde pH değeri bulunmuştur. pH değeri üst toprakta en yüksek çayırılık alanda (7,50) sonra elma bahçesinde (7,38), en düşük ise 7,35 ile kavaklık alanında bulunmuştur. Yüzeysel toprağında ise en yüksek çayırılık alanda, en az ise elma bahçesinde bulunmuştur (Çizelge 5.6). Arazi kullanımlarına göre pH değerleri arasında yüksek farklar yoktur. Yüzeysel toprağın pH'ı ile toprak solunumu arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuştur ($P < 0,05$, $R = -0,71$). Yüzeysel toprağın organik maddesi ile yüzeysel toprağın pH'sı arasında pozitif yönde yüksek ilişki mevcuttur ($P < 0,001$; $R = 0,95$). Ayrıca yüzeysel toprağın pH'sı ile üst toprağın kil içeriği ve yüzeysel toprağın toz içeriği arasında pozitif ilişkiler bulunurken, yüzeysel toprağın kum içeriği ile de negatif yönde kuvvetli ilişki bulunmuştur. Üst toprağın pH değeri ile solunum arasında ilişki bulunamamıştır.



Şekil 5.6 : Arazi kullanım şekillerine göre toprakların pH değişimi

5.5.3. Toprak Organik Maddesine Ait Bulgular

Araştırma alanında ortalama organik madde içeriği bakımından en zengin alan elma bahçesi (% 3,44) olup, sonra kavaklık alan (% 3,06), en fakiri ise % 2,57 ile çayırılık alanıdır. Genelde üst toprağın organik madde miktarı alt toprağa nazaran daha yüksektir. Üst toprağın organik madde miktarı en çok kavaklık alanda (% 3,87), en az ise çayırılık alanda (%3,02) bulunmuştur. Yüzeysel toprakta (15-35 cm) ise en yüksek organik madde miktarı elma bahçesinde (% 3,14), sonra % 2,24 ile kavaklık alanda, en az ise çayırılık alanda (% 2,12) tespit edilmiştir (Çizelge 5.7). Üst toprağın (0-15 cm) organik maddesi ile vejetasyon tipi arasında kuvvetli ilişki bulunmuştur ($P=0,022$). Ancak toprak solunumu ile istatistiki ilişki bulunamamıştır. Yüzeysel toprağın organik madde miktarı ile toprak solunumu arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmuştur ($P<0,01$; $R= 0,88$).



Şekil 5.7: Arazi kullanım şekillerine göre toprak organik madde miktarının değişimi

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ortalama toprak solunum değerleri kavaklık alanında, $1,16 \text{ g C m}^{-2} \cdot \text{gün}^{-1}$, elma bahçesinde $2,02 \text{ g C m}^{-2} \cdot \text{gün}^{-1}$, çayırılık alanda ise, $1,49 \text{ g C m}^{-2} \cdot \text{gün}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Toprak solunumu arazi kullanımına göre farklılık göstermektedir ($P<0,01$). Raich ve Tüfekçioğlu (2000), yayınladıkları derlemede farklı vejetasyon tiplerinde toprak solunumunun değiştiğini ancak bu değişimin her zaman istatistiki olarak anlamlı olmadığını rapor etmektedirler (23). Benzer sonuç Maddock ve ark. (2004) (19), Cavelier ve ark.(1990) (3) ve Tüfekçioğlu ve ark.(2004) (33) tarafından da saptanmıştır.

Araştırma alanında elma bahçesindeki (elmalık+çayır) toprak solunumu diğer iki bitki vejetasyonlarına göre daha fazla bulunmuştur. Bunun nedeni elma bahçesinde biyolojik aktivitenin fazla olması ve çayır vejetasyonunun elmalık alanda bulunması sonucu hem elma ağaçlarının kökleri hem de çayırların köklerinin solunum yapması olduğu sanılmaktadır. Holt ve ark.(1990) yaptıkları araştırmada topraktan çıkan CO_2 miktarının yarısına yakın miktarının kök solunumu sonucunda meydana geldiğini ifade etmektedirler (12). Ayrıca Tüfekcioğlu ve ark. (1999), toprak solunumunun önemli bileşenlerinden bir tanesinin kök solunumu olduğunu ve toprak solunumunun %20-40'ı kök solunumu tarafından oluşturulduğunu bildirmektedirler (31). Tüfekçioğlu ve arkadaşları (2004), benzer bir çalışmada, çayır vejetasyonunun orman vejetasyonundan daha fazla toprak solunumu yaptığını, bunun nedenini ise çayırılık alanda kılcal ve ince kök kütlelerinin yüksek olması ve toprak altı biyolojik faaliyetlerin alanda daha fazla olmasına bağlamışlardır (33).

Toprak nemi ile solunum arasında yüksek derecede pozitif yönde ilişki bulunmuştur ($r^2=0.83$; $p<0.01$). Benzer sonuç, Maddock ve Arkadaşları (2004), tarafından da gözlemlenmiştir (19). İlgi çalışmada toprak solunumunun, farklı arazi kullanımları altında toprak nemi ($r^2=0.61$) ile iyi düzeyde korelasyon gösterdiği bildirilmektedir (19).

Araştırma alanında toprak nemi ortalama olarak kavaklıkta % 53.50, elmalıkta %47.69, çayırılıkta ise %52.45 olarak bulunmuştur. Kavaklıkta nem oranı ortalama olarak yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni kavaklık alanın toprak yapısının killi olması

sebebiyle suyu uzun süre bünyesinde tutması, üstündeki kavakların belli sıklık ve kapalılık oluşturması ve kapalılık içerisindeki atmosferik nemi çayırılık ve elma bahçesine nazaran daha iyi muhafaza edebilmesi olabilir. Kowelenko ve ark. (1978), toprak nemi ile toprak solunumu arasında negatif yönde korelasyon bulmuşlardır. İlgili çalışma ile yapılan çalışma sonuçları örtüşmesine karşın farklı yönde ilişki bulunmuştur (16). Ayrıca Cook ve ark. (1985), toprağın ıslatılması ve kireçlenmesinin toprak solunumunu artırdığını ifade etmektedirler (4). Howard ve arkadaşları (1993), nem ile solunum arasında quadratik yönden ilişki bulmuşlardır. Ancak Mathes ve ark. (1984), nem ile solunum arasında ilişki bulamadıklarını ifade etmektedirler (11).

Toprak sıcaklığı ortalama olarak kavaklıkta 14,68 °C, elma bahçesinde 17,28 °C, çayırılıkta 18,49 °C olarak belirlenmiştir. Toprak sıcaklığı ile solunum arasında ters yönde ilişki mevcuttur ($r^2=-0,29$). Bulunan sonuç ile yapılan literatür araştırmalarındaki sonuçlar paralellik arz etmemektedir. Mathes ve ark.(1984) (20), Fortin ve ark.(1996)(7), Keith ve ark. (1997)(17) yaptıkları araştırmalarda toprak sıcaklığı ile toprak solunumu arasında yüksek derecede ilişki bulduklarını bildirmektedirler. Ayrıca Raich ve ark. (2003), sıcaklığa bağlı olarak toprak solunumunda artışını ifade etmektedirler. İlgili çalışmalarda yüksek ilişki bulduklarını ifade etmişlerdir (25). Yapılan bu çalışmada toprak solunumu-toprak sıcaklığı ilişkisi yüksek olmamakla birlikte, var olan ilişkide terstir.

Ortalama olarak çayırılıkta sıcaklık diğer vejetasyonlara göre yüksektir. Bunun nedeni, çayırılık vejetasyonunun üzerinde belirli bir kapalılık olmasına karşın odunsu bitkilerin bulunduğu elmalık ve kavaklık alanlarda toprak ile örtü arasındaki boşluğun yüksek olması nedeniyle ve güneşin toprağı ısıtma etkisinin azalması olduğu sanılmaktadır.

Bu sonuçlar göstermektedir ki araştırma alanında toprak solunumunun mevsimsel dinamikleri üzerine toprak nemi ve sıcaklığı etki ederek toprak solunumu miktarını değiştirebilmektedir. Tüfekçioğlu ve arkadaşları (2001), toprak nemi ve sıcaklığının toprak solunumundaki mevsimsel değişikliğin %69'unu açıkladığını bildirmektedirler (32). Ancak bu çalışmada toprak solunumunun üzerine mevsimsel

değişikliğin etkisini en çok belirleyen toprak sıcaklığı değil toprak nemidir. Bunun nedeni, ölçüm yapılan periyotlarda (vejetasyon dönemi içerisinde) toprak sıcaklığının, toprak solunumu için kafi gelecek yeterlilikte olduğu ancak; toprak neminin yeterli seviyede olmadığı için sınırlayıcı etmenin nem olduğu sanılmaktadır. Kök kütlesi ile ilgili değerlendirme yapılırsa, elma bahçesinde kılcal ve ince kök kütlesi diğerlerinden yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni elma bahçesinde çayır ve elma ağaçlarının köklerinin birlikte bulunması sonucu kök kütesinin yüksek çıkmasına yol açtığı sanılmaktadır. Kök kütlesi toprak solunum miktarı ile karşılaştırıldığında paralellik arz ettiği söylenebilir. Çünkü üç vejetasyon tipi içinde elma bahçesindeki toprak solunumu miktarı da yüksek çıkmıştır. Ancak kök kütlesi ile toprak solunumu arasında istatistiki açıdan anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Toprak solunumu ile yüzeyaltı toprağın (15-35 cm) özellikleri arasında yüksek derecede anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Yüzeyaltı toprağın pH'sı ile toprak solunumu arasında negatif yönde ilişki mevcuttur ($R=-0,71; P<0,05$). Tüfekçioğlu ve arkadaşları (2004) yaptıkları çalışmada pozitif yönde ilişki bulmuşlardır. Bunun nedeni yapılan çalışmada pH değerinin toprak solunumu için optimalden yüksek olması, ilgilinin yapmış olduğu çalışmada ise pH değerinin optimalden düşük olması şeklinde açıklanabilir. Yüzeyaltı toprağın kum içeriği ile toprak solunumu arasında pozitif yönde kuvvetli ilişki mevcuttur ($R=0,95; P<0,001$). Bunun nedeni, toprakta kum içeriği arttıkça gözenek miktarı artması ve buna bağlı olarak ta toprağın havalanma (sirkülasyon) kapasitesi yükselmesi olabilir. Topraktaki kil ($R=-0,82; P<0,01$) ve toz miktarı ($R=-0,72; P<0,05$) ile toprak solunumu arasında negatif yönde ilişki bulunmuştur. Topraktaki kil ve toz içeriği arttıkça partiküller arası boşluğu doldurmakta ve buda toprağın havalanması azaltmaktadır. Ayrıca kil'in su tutma kapasitesi yüksek olması nedeniyle yüzeyleri arası boşluklarında su tutarak havalandırma gözeneklerini tıkamaktadır. Bu nedenle topraktaki kil ve toz miktarı arttıkça solunum miktarı buna bağlı olarak azalabilmektedir. Alt toprağın organik madde miktarı ile toprak solunumu arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ($R=0,87; P<0,01$). Diğer koşulların optimal olduğu durumlarda organik madde miktarına bağlı olarak ayrışma ve mikroorganizma faaliyetleri artacak ve böylece toprak solunumu da artmış olacaktır. Bu nedenle pozitif ilişki çıktığı yorumu

yapılabilir. Sıcaklık ve nem dışında toprak özellikleri (Macfadya,1973)(18), organik madde miktarı (Enwards ve Haris, 1977)(6) ve mikrobial süksesyon (Rahno ve ark., 1978)(22) mineralizasyonu etkilemekte ve böylece toprak solunumu üzerine etki etmektedir (Mathes ve Schriefer, 1984)(20). Üst toprağın özellikleriyle toprak solunumu arasında istatistiki açıdan ilişki bulunamamıştır.

Toprak solunumu miktarı toprak kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kriter olduğu göz önüne alındığında, kavağın ve çayırın birlikte kullanılması ile toprak kalitesinin artırılmasına ve ıslahına katkı sağlanmış olacaktır. Ayrıca çayır vejetasyonundan hem hayvan otlatılması ile faydalanılmış olunacak hem de kavakçılık yapılmış olacaktır. Böylece araziden çok yönlü yararlanılacaktır.

Ülkemizde bu tip çalışmaların yeni yapılmaya başlanması nedeni ile elde edilen sonuçlar tam olarak yeterli olmayabilir. Bu çalışma ile birlikte vejetasyon tipine, toprak altı biyokütle, toprak nemi ve sıcaklığına göre toprak solunumunun değişimi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu tip çalışmalar ülkemiz genelinde yapıldığı takdirde küresel ölçekte Türkiye’de meydana gelen toprak solunum miktarı belirlenebilecektir. Bu şekilde, ülkemizde topraktan çıkan C’un karbon döngüsündeki yeri ve küresel iklim değişimine olan olası etkilerinin daha iyi şekilde belirlenebileceği sanılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Anonim, Artvin meteoroloji müdürlüğü Artvin meteoroloji istasyonu verileri (2001)
2. Blanke, M. M., Soil respiration in an apple orchard, *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 36, No:3 ;339-348 (1996)
3. Cavelier, J., Penuela, M.C., Soil respiration in the Cloud Forest and Dry Deciduous Forest of Serrania de Macuira, Colombia, *Biotropica*, 22(4): 346-352 (1990)
4. Cook, F.J, Effect of lime and water content on soil respiration, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol.28:517-523 (1985)
5. Çepel, N., Orman Ekolojisi. İ.Ü. Orman Fakülteleri Yayınları, İstanbul No:287 (1978)
6. Edwards N.T. ve Haris W.F., Carbon cycling in a mixed deciduous forest floor, *Ecology*, 58;431-437 (1977)
7. Fortin, M.C., Rochette, P. ve Pattey E., Soil carbon dioxide fluxes in conventional and no-tillage small grain cropping systems, *Soil Sci. Soc.*, 60:1541-1547 (1996)
8. Grahammer, K., Jawson, M. D., Skopp, J., Day and night soil respiration from a grassland, *Soil Biol. Biochem.*, vol.23, no.1, pp:77-81 (1991)
9. Goudie, A., *The Nature Of The Environment*, University Of Oxford, p: 227-230 (1993)
10. Gülçür, F., Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metotları, İ.Ü.Orman Fakültesi yayın no:201, İstanbul (1974)
11. Howard D.M., Howard, P.J.A., Relationship between CO₂ evolution, moisture content and temperature for a range of soil types, *Soil Bio.Biochem.*, vol.25,No:11 pp:1537-1546 (1993)

12. Holt, J. A., Hodgen M. J. And Lamb D., Soil respiration in the seasonally dry Tropics near Townsville, North Queensland, *Soil Biology and Biochemistry*, 28; 738-745 (1990)
13. Jensen, L. S., Mueller T., Tate, K. R., Ross, J., Mgid and Nielsen, N. E., Soil surface CO₂ flux as an index of soil respiration in situ: A comparison of two chamber methods, *Soil Biological Biochem.*, vol:28, p:1297-1306 (1996)
14. Kalra, Y. P. And D, G, Maynard, Methods manual for forest soil and plant analysis. Forestry Canada Northern Forestry Publication. Alberta, Canada (1991)
15. Kantarcı, M. D., Orman ağaçlarının kök profillerinin açılması İstanbul Üniversitesi Orm. Fak., İstanbul, Cilt 23 sayı 2, sayfa 98-107. (1973)
16. Kowalenko, C.G., Ivarson K.C. ve Cameron D.R., Effect of moisture content. temperature and nitrogen fertilization on carbon dioxide evolution from field soils, *Soil Biol.Bochem.* vol:10 pp:417-423 (1978)
17. Keith, H., Jacobsen K. L., Raison, R. J., Effect of soil phosphorus availability, temperature and moisture on soil respiration in *Eucalyptus pauciflora* forest, *Plant and Soil*, 190;127-141 (1997)
18. Macfadya A., Inhibitory effect of carbon dioxide on microbial activity in soil, *Pedobiologia*, 13:140-149 (1973)
19. Maddock J.E.L., Soil respiration and carbon storage of an aerosol under forest and different cultivations in Riode Janeiro state, Brazil, *Environmental Development and Sustainability*, 6(1-2) ; 175-182 (2004)
20. Mathes K., ve Schriefer Th., Soil respiration during secondary succession: influence of temperature and moisture, *Soil Biol. Biochem.*,vol.17 No:2 pp:205-211 (1984)
21. Parkin, T. B., Doran J. W., Franco W. E., Field and laboratory test of soil respiration in methots for assessing soil quality, *Soil Science Society of America Special Publication*, N:49, USA (1996)
22. Rahno, P., Aksel M. ve Riis H., Seasonal dynamic of the number of soil microorganisms, *Pedobiologia*, 18:279-288 (1978)

23. Raich, J. W. and Tüfekçioğlu, A., Vegetation and soil respiration; Correlation and Controls, *Biogeochemistry*, 48(1);71-90 (2000)
24. Raich J.W. and Schlesinger W.H., The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate, *Tellus* 44B s: 81-99 (1992)
25. Raich J.W., Potter, C. S., Bhagawati, D., Interannual variability in global soil respiration on a 0,5 degree grid cell basis(1980-1994), Carbon Dioxide Information Analysis Center, USA (2003)
26. Rothette, P., Ellert B., Gregorich E. G., Desjardins R. L., Pattey Lessard E. R., Johnson B.G., Description of a dynamic closed chamber for measuring soil respiration and its comparison with other techniques, *Canadian Journal of Soil Science*, 77; 195-203 (1997)
27. Rochette P. , Desjardings L., Gregorich E. G., Pattey E., Lessard R., Soil respiration in Barley (*Hordeum vulgare* L.) and fallow fields, *Journal of Soil Science*, 72 ; 591-603 (1992)
28. Singh, J. S. and Gupta, S. R., Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems, *Bot. Rev.* , 43; 449-528 (1977)
29. Smolander A., Kurka, A., Kitunen V., Malkönen, E., Microbial biomass C and N, respiratory activity in soil of repeatedly limed and N and P-fertilized norway spruce stands, *Soil Biological*, vol.26, No:8, pp:957-962 (1994)
30. Tepe Y., Sodyum nitrat uygulamasının toprak havuzlarındaki taban sedimentlerine etkisi, *E.U. Journal of Fisheries&Aquatic Sciences*, V.21, Sayı(3-4):239-242 (2004)
31. Tüfekçioğlu, A., J. W. Raich. , T. M. Isenhardt and R.C. Schultz., Fine root dynamics coarse root biomass , root distribution, and soil respiration in a multi species riparian buffer in Central Iowa, USA. *Agroforestry Systems* 44:193-174 (1999)
32. Tüfekçioğlu, A., Raich, J. W., Isenhardt, T. M. and Schultz R.C., Soil respiration within riparian buffers and adjacent crop fields, *Plant and Soil* 229; 117-124 (2001)

33. Tüfekçioğlu, A., and M. Kucuk, Soil respiration in young and old oriental spruce stands and in adjacent graslands in Artvin, Turkey, Turk. J. Agric. For., 28: 429-434 Tubitak (2004)
34. Tüfekçioğlu, A., S. Guner, F. Tilki, Thinning effects on production, root biomass, and some soil properties in a young oriental beech stand in Artvin, Turkey. J. Environ. Biol. 26(1), 91-95 (2005)
35. Vose, J. M., Elliott, K. J., Johnson, D. W., Tingey, D. T. And Johnson M. G., Soil respiration response to three years of elevation CO₂ and N fertilization in Ponderosa Pine (*Pinus Ponderosa* Doug. Exlaws), Plant and Soil, 190: 19-28 (1997)
36. Yim, M. H., Joo, S. J., Shutou, K., Nakane, K., Spatial variability of soil respiration in a Larch plantation: estimation of the number of sampling points required, Forest Ecology and Managment, 175: 585-588 (2003)

EKLER

EK - 1: NİSAN 2005 ARAZİ ÖLÇÜM VERİLERİ

ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ	ÖRNEK ALAN NO	KAVANOZ NO	CO ₂ KAZANIMI (g)	NEM İÇERİĞİ (%)	TOPRAK SICAKLIĞI (°C)	CO ₂ (g/m ² /gün)
Çayırılık	1	8	0,27	79,43	13,00	1,331
Çayırılık	1	16	0,41	86,86		2,317
Çayırılık	1	39	0,22	71,00		0,979
Çayırılık	1	40	0,29	83,59		1,473
Çayırılık	1	42	0,29	76,05		1,471
Çayırılık	2	5	0,27	69,42	13,50	1,342
Çayırılık	2	7	0,28	70,31		1,416
Çayırılık	2	14	0,09	73,62		0,061
Çayırılık	2	22	0,18	74,24		0,703
Çayırılık	2	48	0,25	71,71		1,202
Çayırılık	3	3	0,19	79,51	13,00	0,784
Çayırılık	3	6	0,17	79,64		0,639
Çayırılık	3	12	0,44	80,31		2,586
Çayırılık	3	27	0,46	83,62		2,727
Çayırılık	3	32	0,26	79,61		1,287
Elma Bahçesi	1	4	0,74	62,27	14,00	4,628
Elma Bahçesi	1	10	0,66	69,54		4,063
Elma Bahçesi	1	21	0,72	67,02		4,487
Elma Bahçesi	1	23	0,78	65,37		4,912
Elma Bahçesi	1	55	0,79	68,56		4,976
Elma Bahçesi	2	9	0,61	59,94	13,50	3,778
Elma Bahçesi	2	25	0,18	55,56		0,704
Elma Bahçesi	2	41	0,51	63,68		3,057
Elma Bahçesi	2	44	0,27	51,08		1,346
Elma Bahçesi	2	49	0,61	49,08		3,778
Elma Bahçesi	3	2	0,41	68,82	14,00	2,275
Elma Bahçesi	3	19	0,51	36,23		2,963
Elma Bahçesi	3	20	0,72	65,13		4,421
Elma Bahçesi	3	37	0,62	65,47		3,736
Elma Bahçesi	3	56	0,77	67,59		4,770
Kavaklık	1	11	0,16	98,04	10,00	0,621
Kavaklık	1	13	0,24	102,02		1,259
Kavaklık	1	24	0,28	107,05		1,576
Kavaklık	1	26	0,12	90,04		0,305
Kavaklık	1	33	0,29	114,29		1,649
Kavaklık	1	58	0,1	101,87	0,147	
Kavaklık	2	29	0,1	76,49	10,50	0,129
Kavaklık	2	45	0,09	83,97		0,068
Kavaklık	2	46	0,22	98,90		1,093
Kavaklık	2	47	0,17	87,75		0,615
Kavaklık	2	51	0,16	91,78		0,547
Kavaklık	2	52	0,13	86,87	0,337	
Kavaklık	3	15	0,19	85,69	10,50	0,760
Kavaklık	3	17	0,14	96,48		0,409
Kavaklık	3	18	0,17	90,22		0,620
Kavaklık	3	30	0,14	89,16		0,407
Kavaklık	3	35	0,17	84,93		0,617
Kavaklık	3	36	0,11	98,90	0,198	

EK - 2: MAYIS 2005 ARAZİ ÖLÇÜM VERİLERİ

ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ	ÖRNEK ALAN NO	KAVANOZ NO	CO ₂ KAZANIMI (g)	NEM İÇERİĞİ (%)	TOPRAK SICAKLIĞI (°C)	CO ₂ (g/m ² /gün)
Çayır	1	14	0,33	57,47	12,50	2,217
Çayır	1	22	0,30	64,63		1,988
Çayır	1	23	0,30	66,82		1,989
Çayır	1	30	0,22	47,23		1,377
Çayır	1	41	0,33	57,03		2,219
Çayır	2	3	0,49	71,07	13,00	3,420
Çayır	2	8	0,41	60,13		2,812
Çayır	2	12	0,42	64,24		2,888
Çayır	2	38	0,31	56,29		2,054
Çayır	2	49	0,32	64,72		2,128
Çayır	3	2	0,21	44,40	12,50	1,297
Çayır	3	32	0,27	41,48		1,753
Çayır	3	39	0,17	37,75		0,992
Çayır	3	54	0,11	35,36		0,534
Çayır	3	56	0,40	53,66		2,746
Elma Bahçesi	1	4	0,23	29,27	17,00	1,467
Elma Bahçesi	1	16	0,33	27,84		2,239
Elma Bahçesi	1	18	0,23	43,89		1,668
Elma Bahçesi	1	25	0,35	27,11		2,393
Elma Bahçesi	1	27	0,36	28,75		2,468
Elma Bahçesi	2	6	0,38	27,88	16,50	2,976
Elma Bahçesi	2	19	0,66	44,89		4,761
Elma Bahçesi	2	31	0,26	35,21		1,925
Elma Bahçesi	2	44	0,42	27,00		2,918
Elma Bahçesi	2	48	0,28	37,38		1,842
Elma Bahçesi	3	9	0,34	38,69	17,00	2,295
Elma Bahçesi	3	21	0,21	29,22		1,482
Elma Bahçesi	3	28	0,19	38,06		1,309
Elma Bahçesi	3	37	0,35	32,84		2,374
Elma Bahçesi	3	50	0,35	29,44		2,374
Kavaklık	1	15	0,29	40,24	18,50	2,161
Kavaklık	1	17	0,30	27,28		1,973
Kavaklık	1	29	0,29	35,93		2,161
Kavaklık	1	33	0,17	40,52		1,124
Kavaklık	1	36	0,31	50,85		2,333
Kavaklık	1	40	0,34	38,06	2,275	
Kavaklık	2	5	0,14	44,02	19,00	0,756
Kavaklık	2	10	0,12	42,02		0,604
Kavaklık	2	13	0,14	36,58		0,756
Kavaklık	2	24	0,22	40,50		1,360
Kavaklık	2	47	0,21	37,48		1,286
Kavaklık	2	52	0,17	41,51	0,983	
Kavaklık	3	26	0,28	48,22	19,00	1,812
Kavaklık	3	35	0,13	35,79		0,680
Kavaklık	3	43	0,16	43,04		0,907
Kavaklık	3	45	0,22	42,56		1,359
Kavaklık	3	46	0,26	40,61		1,660
Kavaklık	3	58	0,21	38,32	1,283	

EK - 3: HAZİRAN 2005 ARAZİ ÖLÇÜM VERİLERİ

ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ	ÖRNEK ALAN NO	KAVANOZ NO	CO ₂ KAZANIMI (g)	NEM İÇERİĞİ (%)	TOPRAK SICAKLIĞI (°C)	CO ₂ (g/m ² /gün)
Çayır	1	6	0,21	35,85	14,00	1,126
Çayır	1	16	0,14	39,70		0,642
Çayır	1	26	0,14	34,18		0,640
Çayır	1	51	0,18	37,60		0,918
Çayır	1	56	0,08	37,36		0,225
Çayır	2	10	0,18	31,08	15,00	0,932
Çayır	2	12	0,16	29,87		0,792
Çayır	2	21	0,16	33,15		0,789
Çayır	2	41	0,16	29,37		0,789
Çayır	2	45	0,18	28,63		0,928
Çayır	3	9	0,12	56,65	14,00	0,509
Çayır	3	14	0,15	39,90		0,721
Çayır	3	23	0,14	27,90		0,651
Çayır	3	46	0,14	31,75		0,652
Çayır	3	*	*	*		*
Elma Bahçesi	1	2	0,2	32,38	19,00	1,021
Elma Bahçesi	1	3	0,17	22,16		0,823
Elma Bahçesi	1	8	0,18	23,54		0,891
Elma Bahçesi	1	48	0,25	28,15		1,361
Elma Bahçesi	1	50	0,2	23,31		1,026
Elma Bahçesi	2	29	0,15	30,40	19,00	0,789
Elma Bahçesi	2	32	0,27	50,50		1,706
Elma Bahçesi	2	37	0,26	43,23		1,632
Elma Bahçesi	2	39	0,18	28,15		1,019
Elma Bahçesi	2	47	0,21	30,04		1,249
Elma Bahçesi	3	18	0,21	22,14	19,50	1,100
Elma Bahçesi	3	20	0,17	114,38		0,830
Elma Bahçesi	3	33	0,24	28,40		1,304
Elma Bahçesi	3	40	0,16	61,65		0,764
Elma Bahçesi	3	55	0,46	22,39		2,798
Kavaklık	1	30	0,14	35,36	22,00	0,686
Kavaklık	1	22	0,16	34,80		0,833
Kavaklık	1	27	0,16	39,49		0,834
Kavaklık	1	28	0,1	35,38		0,391
Kavaklık	1	31	0,17	32,24		0,909
Kavaklık	1	38	0,15	39,98	0,760	
Kavaklık	2	13	0,13	33,91	22,50	0,545
Kavaklık	2	17	0,14	32,87		0,611
Kavaklık	2	25	0,08	36,81		0,215
Kavaklık	2	42	0,16	38,66		0,742
Kavaklık	2	52	0,12	37,04		0,479
Kavaklık	2	54	0,21	29,31	1,072	
Kavaklık	3	5	0,06	39,65	23,00	0,083
Kavaklık	3	7	0,06	37,30		0,083
Kavaklık	3	43	0,17	44,20		0,810
Kavaklık	3	44	0,07	40,85		0,149
Kavaklık	3	*	*	*		*
Kavaklık	3	*	*	*	*	

* Ölçüm Esnasında Zarar Görmüş Örnekler

EK - 4: TEMMUZ 2005 ARAZİ ÖLÇÜM VERİLERİ

ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ	ÖRNEK ALAN NO	KAVANOZ NO	CO ₂ KAZANIMI (g)	NEM İÇERİĞİ (%)	TOPRAK SICAKLIĞI (°C)	CO ₂ (g/m ² /gün)
Çayır	1	12	0,15	24,01	18,50	0,574
Çayır	1	29	0,28	14,27		1,535
Çayır	1	56	0,15	24,35		0,573
Çayır	1	5	0,21	21,44		1,017
Çayır	1	21	0,26	14,87		1,386
Çayır	2	16	0,16	19,67	19,00	0,647
Çayır	2	23	0,15	19,77		0,573
Çayır	2	14	0,2	20,88		0,943
Çayır	2	26	0,21	21,32		1,016
Çayır	2	*	*	*		*
Çayır	3	10	0,22	15,07	19,00	1,073
Çayır	3	18	0,19	18,50		0,854
Çayır	3	6	0,18	17,74		0,781
Çayır	3	20	0,15	22,28		0,563
Çayır	3	9	0,23	16,12		1,145
Elma Bahçesi	1	36	0,16	10,74	23,00	0,707
Elma Bahçesi	1	47	0,13	16,81		0,465
Elma Bahçesi	1	45	0,09	14,08		0,142
Elma Bahçesi	1	19	0,08	15,33		0,061
Elma Bahçesi	1	41	0,15	16,69		0,628
Elma Bahçesi	2	46	0,17	15,88	23,00	0,791
Elma Bahçesi	2	37	0,13	11,79		0,467
Elma Bahçesi	2	28	0,16	19,64		0,711
Elma Bahçesi	2	40	0,27	12,32		1,604
Elma Bahçesi	2	51	0,22	13,23		1,197
Elma Bahçesi	3	27	0,23	11,68	23,00	1,122
Elma Bahçesi	3	55	0,08	14,00		0,053
Elma Bahçesi	3	43	0,19	14,67		0,838
Elma Bahçesi	3	8	0,18	14,00		0,766
Elma Bahçesi	3	15	0,23	9,87		1,122
Kavaklık	1	7	0,1	29,52	24,00	0,187
Kavaklık	1	39	0,2	26,86		0,866
Kavaklık	1	30	0,21	26,34		0,934
Kavaklık	1	22	0,11	24,19		0,255
Kavaklık	1	3	0,24	28,46		1,139
Kavaklık	1	32	0,14	28,06	24,00	0,459
Kavaklık	2	58	0,16	26,71		0,601
Kavaklık	2	25	0,18	28,12		0,738
Kavaklık	2	33	0,18	28,81		0,739
Kavaklık	2	31	0,12	31,15		0,327
Kavaklık	2	2	0,14	29,45	24,00	0,464
Kavaklık	2	17	0,16	27,49		0,602
Kavaklık	3	44	0,13	30,53		0,392
Kavaklık	3	42	0,11	29,65		0,256
Kavaklık	3	4	0,1	31,33		0,188
Kavaklık	3	48	0,08	27,73	24,00	0,051
Kavaklık	3	38	0,11	30,34		0,257
Kavaklık	3	13	0,08	29,18		0,051

* Ölçüm Esnasında Zarar Görmüş Örnekler

EK - 5: AĞUSTOS 2005 ARAZİ ÖLÇÜM VERİLERİ

ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ	ÖRNEK ALAN NO	KAVANOZ NO	CO ₂ KAZANIMI (g)	NEM İÇERİĞİ (%)	TOPRAK SICAKLIĞI (°C)	CO ₂ (g/m ² /gün)
Çayır	1	42	0,26	40,26	19,00	1,216
Çayır	1	38	0,3	38,17		1,483
Çayır	1	36	0,17	42,18		0,616
Çayır	1	31	0,23	31,35		1,016
Çayır	1	28	0,27	40,07		1,283
Çayır	2	7	0,41	31,14	19,00	2,220
Çayır	2	55	0,33	33,26		1,687
Çayır	2	17	0,34	39,07		1,754
Çayır	2	39	0,37	30,15		1,953
Çayır	2	57	0,33	45,59		1,686
Çayır	3	9	0,37	33,69	19,00	1,957
Çayır	3	32	0,32	26,52		1,622
Çayır	3	22	0,36	30,32		1,889
Çayır	3	3	0,29	37,01		1,421
Çayır	3	*	*	*		*
Elma Bahçesi	1	48	0,31	23,89	20,50	1,706
Elma Bahçesi	1	33	0,27	22,20		1,412
Elma Bahçesi	1	13	0,33	29,86		1,851
Elma Bahçesi	1	2	0,39	29,33		2,292
Elma Bahçesi	1	46	0,53	29,62		3,319
Elma Bahçesi	2	44	0,35	33,44	21,00	2,039
Elma Bahçesi	2	25	0,22	28,31		1,065
Elma Bahçesi	2	14	0,25	26,59		1,291
Elma Bahçesi	2	27	0,27	27,07		1,437
Elma Bahçesi	2	53	0,24	37,53		1,214
Elma Bahçesi	3	5	0,25	23,27	20,50	1,137
Elma Bahçesi	3	47	0,43	29,57		2,321
Elma Bahçesi	3	41	0,32	33,46		1,596
Elma Bahçesi	3	58	0,15	21,93		0,477
Elma Bahçesi	3	6	0,38	33,64		1,992
Kavaklık	1	21	0,27	32,69	23,50	1,237
Kavaklık	1	45	0,26	35,19		1,173
Kavaklık	1	52	0,23	29,18		0,980
Kavaklık	1	37	0,25	34,89		1,110
Kavaklık	1	15	0,27	31,86		1,239
Kavaklık	1	50	0,29	24,15	23,00	1,369
Kavaklık	2	40	0,24	42,06		1,043
Kavaklık	2	12	0,25	40,24		1,106
Kavaklık	2	10	0,23	38,53		0,975
Kavaklık	2	20	0,34	43,04		1,676
Kavaklık	2	8	0,26	37,67	23,00	1,169
Kavaklık	2	16	0,26	37,78		1,166
Kavaklık	3	23	0,25	35,94		1,126
Kavaklık	3	29	0,22	34,91		0,928
Kavaklık	3	54	0,25	41,59		1,124
Kavaklık	3	26	0,29	41,43	23,00	1,386
Kavaklık	3	56	0,23	37,46		0,994
Kavaklık	3	18	0,25	33,94		1,126

* Ölçüm Esnasında Zarar Görmüş Örnekler

EK - 6: EYLÜL 2005 ARAZİ ÖLÇÜM VERİLERİ

ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ	ÖRNEK ALAN NO	KAVANOZ NO	CO ₂ KAZANIMI (g)	NEM İÇERİĞİ (%)	TOPRAK SICAKLIĞI (°C)	CO ₂ (g/m ² /gün)
Çayır	1	55	0,22	28,39	19,00	1,226
Çayır	1	9	0,21	27,42		1,158
Çayır	1	12	0,24	34,49		1,360
Çayır	1	3	0,13	31,56		0,620
Çayır	1	48	0,15	31,21		0,754
Çayır	2	49	0,23	29,35	18,50	1,292
Çayır	2	46	0,2	37,35		1,090
Çayır	2	14	0,19	38,36		1,022
Çayır	2	60	0,19	21,19		1,022
Çayır	2	*	*	*		*
Çayır	3	41	0,18	24,38	18,50	0,954
Çayır	3	43	0,21	37,65		1,155
Çayır	3	16	0,21	21,37		1,154
Çayır	3	5	0,16	34,91		0,819
Çayır	3	6	0,13	26,68		0,618
Elma Bahçesi	1	22	0,11	23,33	19,50	0,545
Elma Bahçesi	1	47	0,18	25,39		1,075
Elma Bahçesi	1	36	0,21	23,25		1,302
Elma Bahçesi	1	19	0,15	18,36		0,848
Elma Bahçesi	1	54	0,11	19,98		0,545
Elma Bahçesi	2	31	0,26	20,92	19,00	1,681
Elma Bahçesi	2	33	0,2	24,94		1,226
Elma Bahçesi	2	42	0,2	25,64		1,226
Elma Bahçesi	2	51	0,45	23,58		3,119
Elma Bahçesi	2	40	0,12	23,19		0,621
Elma Bahçesi	3	44	0,23	20,69	19,50	1,262
Elma Bahçesi	3	7	0,26	12,99		1,461
Elma Bahçesi	3	39	0,23	28,46		1,263
Elma Bahçesi	3	2	0,14	21,13		0,671
Elma Bahçesi	3	57	0,27	19,03		1,527
Kavaklık	1	13	0,13	28,53	21,00	0,596
Kavaklık	1	21	0,13	35,59		0,596
Kavaklık	1	26	0,11	34,72		0,467
Kavaklık	1	29	0,17	34,01		0,856
Kavaklık	1	10	0,14	35,61		0,661
Kavaklık	1	*	*	*	*	
Kavaklık	2	30	0,37	36,81	20,50	2,152
Kavaklık	2	27	0,11	31,46		0,467
Kavaklık	2	20	0,17	35,33		0,856
Kavaklık	2	58	0,19	37,28		0,986
Kavaklık	2	37	0,13	37,80		0,597
Kavaklık	2	*	*	*	*	
Kavaklık	3	38	0,07	38,80	20,50	0,208
Kavaklık	3	50	0,07	30,74		0,208
Kavaklık	3	53	0,08	33,73		0,273
Kavaklık	3	25	0,1	39,53		0,402
Kavaklık	3	8	0,08	37,62		0,273
Kavaklık	3	*	*	*	*	

* Ölçüm Esnasında Zarar Görmüş Örnekler

EK - 7: EKİM 2005 ARAZİ ÖLÇÜM VERİLERİ

ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ	ÖRNEK ALAN NO	KAVANOZ NO	CO ₂ KAZANIMI (g)	NEM İÇERİĞİ (%)	TOPRAK SICAKLIĞI (° C)	CO ₂ (g/m ² /gün)
Çayır	1	48	0,28	93,18	16,00	2,049
Çayır	1	7	0,32	93,42		2,368
Çayır	1	13	0,34	150,31		2,528
Çayır	1	51	0,26	61,51		1,890
Çayır	1	*	*	*		*
Çayır	2	56	0,2	90,17	16,50	1,409
Çayır	2	39	0,35	110,21		2,601
Çayır	2	10	0,3	106,85		2,204
Çayır	2	29	0,39	62,69		2,919
Çayır	2	*	*	*		*
Çayır	3	2	0,27	92,89	16,00	1,965
Çayır	3	38	0,42	102,64		3,158
Çayır	3	3	0,31	134,17		2,283
Çayır	3	27	0,33	62,09		2,442
Çayır	3	*	*	*		*
Elma Bahçesi	1	23	0,33	85,10	17,50	2,737
Elma Bahçesi	1	47	0,32	138,01		2,648
Elma Bahçesi	1	*	*	*		*
Elma Bahçesi	1	30	0,27	149,59		2,202
Elma Bahçesi	1	14	0,32	113,83		2,648
Elma Bahçesi	2	52	0,5	97,50	17,50	4,242
Elma Bahçesi	2	25	0,48	112,14		4,064
Elma Bahçesi	2	32	0,4	95,58		3,353
Elma Bahçesi	2	43	0,45	92,41		3,798
Elma Bahçesi	2	60	0,48	132,86		4,064
Elma Bahçesi	3	40	0,5	89,05	17,00	3,714
Elma Bahçesi	3	26	0,51	84,63		3,792
Elma Bahçesi	3	55	0,5	72,88		3,714
Elma Bahçesi	3	5	0,53	71,75		3,947
Elma Bahçesi	3	42	0,43	120,15		3,169
Kavaklık	1	21	0,35	139,84	18,00	2,541
Kavaklık	1	8	0,38	142,54		2,774
Kavaklık	1	50	0,31	92,48		2,230
Kavaklık	1	46	0,35	107,41		2,541
Kavaklık	1	33	0,42	119,63		3,084
Kavaklık	1	*	*	*	*	
Kavaklık	2	49	0,3	63,22	17,50	2,152
Kavaklık	2	57	0,26	72,44		1,842
Kavaklık	2	22	0,53	78,91		3,939
Kavaklık	2	53	0,45	87,06		3,317
Kavaklık	2	54	0,42	86,05		3,084
Kavaklık	2	*	*	*	*	
Kavaklık	3	36	0,4	104,13	18,00	2,925
Kavaklık	3	31	0,5	96,03		3,700
Kavaklık	3	44	0,4	105,28		2,925
Kavaklık	3	15	0,38	71,94		2,769
Kavaklık	3	12	0,47	61,99		3,467
Kavaklık	3	*	*	*	*	

* Ölçüm Esnasında Zarar Görmüş Örnekler

EK - 8: MART 2006 ARAZİ ÖLÇÜM VERİLERİ

ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ	ÖRNEK ALAN NO	KAVANOZ NO	CO ₂ KAZANIMI (g)	NEM İÇERİĞİ (%)	TOPRAK SICAKLIĞI (°C)	CO ₂ (g/m ² /gün)
Çayır	1	46	0,43	62,74	7,00	2,613
Çayır	1	57	0,5	47,46		3,113
Çayır	1	56	0,46	94,57		2,824
Çayır	1	38	0,43	49,95		2,609
Çayır	1	48	0,41	52,83		2,464
Çayır	2	54	0,33	68,28	7,50	1,895
Çayır	2	36	0,31	63,59		1,751
Çayır	2	29	0,31	77,62		1,748
Çayır	2	27	0,26	72,94		1,395
Çayır	2	13	0,29	79,01		1,602
Çayır	3	70	0,25	55,78	7,50	1,323
Çayır	3	23	0,27	55,48		1,465
Çayır	3	52	0,23	118,33		1,178
Çayır	3	25	0,25	64,63		1,322
Çayır	3	32	0,26	90,43		1,395
Elma Bahçesi	1	74	0,25	62,65	8,00	1,570
Elma Bahçesi	1	62	0,28	60,49		1,751
Elma Bahçesi	1	68	0,26	70,86		1,586
Elma Bahçesi	1	72	0,38	73,48		2,572
Elma Bahçesi	1	53	0,53	79,39		3,790
Elma Bahçesi	2	2	0,62	56,55	8,00	4,526
Elma Bahçesi	2	17	0,22	63,41		1,258
Elma Bahçesi	2	24	0,48	66,39		3,382
Elma Bahçesi	2	55	0,43	59,12		2,974
Elma Bahçesi	2	51	0,32	60,85		2,074
Elma Bahçesi	3	73	0,19	65,65	8,50	0,889
Elma Bahçesi	3	60	0,33	46,92		1,895
Elma Bahçesi	3	61	0,22	59,85		1,104
Elma Bahçesi	3	69	0,29	72,47		1,607
Elma Bahçesi	3	43	0,32	68,88		1,822
Kavaklık	1	34	0,14	81,95	7,50	0,530
Kavaklık	1	64	0,14	77,87		0,530
Kavaklık	1	65	0,21	91,39		1,030
Kavaklık	1	71	0,14	76,88		0,528
Kavaklık	1	10	0,21	91,13		1,028
Kavaklık	1	7	0,18	73,07	8,00	0,813
Kavaklık	2	1	0,3	72,35		1,669
Kavaklık	2	11	0,26	95,03		1,385
Kavaklık	2	35	0,53	84,92		3,312
Kavaklık	2	19	0,32	83,71		1,813
Kavaklık	2	20	0,35	90,99	7,50	2,027
Kavaklık	2	37	0,36	92,88		2,099
Kavaklık	3	63	0,14	89,67		0,526
Kavaklık	3	67	0,14	79,24		0,526
Kavaklık	3	75	0,2	91,36		0,951
Kavaklık	3	14	0,17	86,14	7,50	0,737
Kavaklık	3	42	0,16	81,07		0,666
Kavaklık	3	44	0,15	92,19		0,596

* Ölçüm Esnasında Zarar Görmüş Örnekler

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Giresun ili Merkez ilçesinde doğdu. İlköğretim ve lise öğrenimini Giresun'da tamamladı. 1999 yılında girdiği sınav ile Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesini, Orman Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2003 yılında dönem birincisi olarak fakülleden mezun oldu. 2003 yılında Yüksek Lisans sınavlarını kazandı. Orta derecede İngilizce bilmektedir.