



Araştırma Makalesi/Research Article

Eğimli Kiraz Bahçesinde Toprak Erozyonu ve Kiraz Köklerinin Anatomik Yapısı

Mehmet Parlak^{1*} İsmail Taş² Şamil Koyuncu³ Engin Gür⁴ İsmet Uysal³

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale.

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale.

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Çanakkale.

⁴ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale.

*Sorumlu yazar: mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş Tarihi: 24.06.2017

Kabul Tarihi: 12.07.2017

Öz

Çanakkale' nin Lapseki İlçesi, sahip olduğu coğrafya ve iklim koşulları nedeniyle Türkiye'nin önemli kiraz üretim merkezlerinden birisidir. Eğimli alanlarda kurulan kiraz bahçelerinde toprak erozyonu sürdürülebilir arazi yönetimini etkilemektedir. Böyle bir özelliğe sahip bahçedeki toprak kaybı ağaçların etrafında oluşan tümseklerin yüksekliği ölçülerek belirlenmiştir. Bu metodla saptanan toprak kaybı yılda 2.14 ton/ha bulunmuştur. Ayrıca kiraz ağacı köklerinde yıllık halkalarda görülen eksantrik yapının sonucu olarak, ksileme ait trakeelerde önemli farklılaşmaya neden olmaktadır. Özellikle yıllık halkalar daralırken, bitkide erozyona tepki olarak trake çaplarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Yaklaşımımız meyve bahçelerinde toprak erozyon sürecinin ve büyüklüğünün anlaşılmasına yeni bir bakış açısı sağlamanın yanısıra, bitkide verim kaybına neden olan anatomik farklılaşmayı ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kiraz bahçesi, toprak erozyonu, ağaç tümseği, anatomik yapı

Abstract

Soil Erosion in Steep Sweet Cherry Orchard and Anatomical Structure of Sweet Cherry Roots

Lapseki town of Canakkale with available geographical and climate conditions is a significant sweet cherry production center of Turkey. Sweet cherry orchards are commonly established over steep terrains and soil erosion over these terrains greatly influences sustainable land management. Soil loss from such an orchard was determined through measuring the height of mounds around the tress. The total annual soil loss was calculated as 2.14 ton/ha/year. The eccentric structure was observed in annual rings of sweet cherry tree roots resulted in significant differentiations in trachea of xylems. Especially with narrowing annual rings, remarkable increases were detected in trachea diameters as a response to erosion. Current approach study provided a new perspective for understanding erosion process and size and put forth yield-reducing anatomical differentiations in plants.

Key Words: Sweet cherry orchad, soil erosion, tree mound, anatomical structure

Giriş

Toprak erozyonu tarım, orman ve mera ekosistemleri gibi tüm doğal ekosistemlerin verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Erozyonla organik madde ve bitki besin maddeleri topraktan uzaklaşmakta, toprak derinliği azalmaktadır. Bu değişikliklerden topraktaki biyoçeşitlilikte zarar görmektedir (Pimentel, 2006). Doğal ekosistemler içerisinde erozyona en duyarlı olan alan, tarım arazileridir. Dünyadaki tarım arazilerinde toprak kaybı, yaklaşık 30 ton/ha/yıl (0,5 ile 400 ton/ha/yıl aralığında); Avrupa'daki tarım arazilerinde ise, toprak erozyonu 17 ton/ha/yıl olmasına rağmen toprak oluşum hızı ise yaklaşık 1 ton/ha/yıl'dır (Pimentel ve ark., 1995). Verheijen ve ark. (2009) ise, Avrupa'daki toprak oluşumunun 0,3-1,4 ton/ha/yıl, toprak erozyonunun ise 3-40 ton/ha/yıl olduğunu saptamışlardır. Ülkemizde ise toprak kayıpları hızı, toprak oluşum hızınının 48 katıdır (Erpul ve Deviren Saygın, 2012). Avrupa' da toprak degradasyonuna en duyarlı alan Akdeniz bölgesidir (Koutalakis ve ark., 2015). Esnek bir ekosistem olan Akdeniz bölgesinde eski çağlardan beri tarımın yapılması toprak erozyonu ve degradasyonunda artışa sebep olmuştur. Bunun nedenlerinden birisi de toprağın kendini yenilemede yetersiz kalmasıdır (Kosmas ve ark., 2000).

Kiraz (*Prunus avium* L.), Rosaceae (Gülgiller) familyasına ait, genç sürgünleri tüysüz, yaprak dökken, çiçekleri şemsiye şeklinde, sulu, acı veya tatlı meyvelere sahip, meyve çekirdeği ovoid, küre şeklinde olup, 25 m'ye kadar boylanan ağaçlardır (Browicz, 1972). Türkiye' de kiraz üretimi, önemli meyvecilik faaliyetlerinden birisidir. Ülkemiz, 2014 yılı verilerine göre dünya kiraz üretiminde lider



durumdadır. Türkiye’yi 329 852 tonla ABD, 172 000 tonla İran, 110 766 tonla İtalya, 83 903 tonla Şili izlemektedir (Anonymous, 2017). Çanakkale İli, Türkiye’de kiraz üretiminde önemli bir paya sahiptir. Lapseki İlçesi ise, Çanakkale’deki kiraz üretiminin %70’ini karşılamaktadır (Özden ve Öncü, 2016). Son yıllarda Lapseki’de üretilen kiraz, bazı Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir. Lapseki’de kiraz üretimine olan talep, hem iç pazar hem de ihracat nedeniyle artmaktadır.

Farklı ülkelerde avakado bahçesi, zeytin bahçeleri, yeni turuncgil plantasyonları, bağ alanları, hurma bahçesi, badem bahçesi ve şeftali bahçesinde yapılan araştırmalar toprak erozyonunun yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Keesstra ve ark. 2016). Türkiye’de ise meyve bahçeleri ve özellikle kiraz bahçelerinde toprak erozyonuyla ilgili yayınlanmış araştırmalar sınırlıdır. Parlak (2012), yapay yağmurlayıcı kullanarak kiraz bahçesindeki toprak erozyonunu 13,7 ton/ha; yine Parlak (2014) tarafından sıçrama kabı ve sıçrama hunisi kullanarak yapılan başka bir araştırmada ise kiraz bahçesindeki sıçrama erozyonu sırasıyla 19,8 ton/ha ve 9,8 ton/ha saptanmıştır.

Erozyona uğramış alandaki açıkta kalan ağaç köklerinde morfolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Erozyon kaynaklı açığa çıkan ağaç kökleri ve erozyon ile ilgili yapılmış bir çok araştırma bulunmaktadır. Carrara ve Carroll (1979) Piceance Havzası’nda (Colorado- ABD) yamaç erozyonu nedeniyle açığa çıkmış çam ve ardıç kökleriyle ilgili araştırma yapmışlardır. Vandekerckhove ve ark. (2001) güneydoğu İspanya’da oyuntu erozyonuna maruz kalan ağaç köklerini incelemiştir. Perez-Rodriguez ve ark. (2007), Güneydoğu Madrid’te (İspanya) *Pinus halepensis*’te erozyon sonucu açığa çıkan köklerde dendromorfolojik analiz yapmışlar ve büyüme halkalarında konsantrikten eksantrik halkaya değişimleri incelemiştir. Malik (2008) Polonya’da Proboszczowicka Platosu üzerinde küçük oyuntularda açıkta kalan *Dentarioenneaphylli fagetum*, *Melico fagetum* ve *Tilio carpinetum* köklerindeki anatomik değişiklikler ile erozyon hızını ölçmüş ve yamaçlardaki oyuntu erozyonunu 0.21-0.52 m/yıl, vadi diplerinde ise oyuntu erozyon hızını 0,18-1,98 m/yıl olarak saptamıştır. Bodoque ve ark. (2011) Iberian Yarımadası’nda (İspanya) erozyona maruz kalan çam köklerinin dendrojeomorfolojik analizini yapmışlardır. Aynı araştırmacılar erozyon zararını takiben köklerde erken ve geç odunda trakeitlerin lümen alanlarını ve yıllık halkalardaki sınırları açık bir şekilde tanımlamışlardır. Stoffel ve ark. (2013) erozyon izleme aletleri (erozyon pinleri, kazıklar, sediment tuzakları, karasal tarama cihazı) kullanarak erozyon hızını ve açığa çıkan köklerin sistematik karşılaştırmasını yapmışlardır. Adı geçen araştırmacılar böylelikle dendrojeomorfolojik yaklaşımların hassasiyetinin geliştirilebileceğini belirtmişlerdir. Ballesteros-Canovas ve ark. (2015), karasal lazer tarama cihazıyla mikrotopoğrafik verileri kullanarak aşınmış toprak kalınlığını saptamışlardır. Adı geçen araştırmacılar *Pinus pinaster*’de kök halkalarında anatomik değişiklikleri de saptamışlardır.

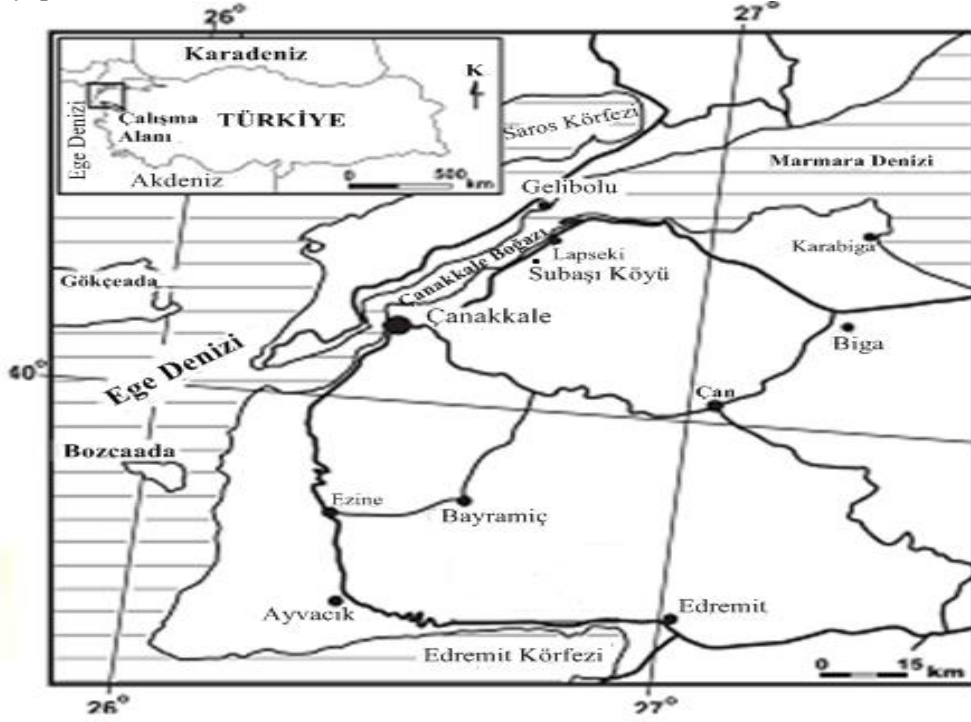
Bu araştırmada, erozyona maruz kalan kiraz bahçesinde kiraz ağaçlarının yetiştiği tümseklerin yüksekliğini ölçerek toprak kaybının saptanması ve erozyonun ağaç köklerinde oluşturduğu anatomik değişikliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Lapseki, Marmara Bölgesi’nin Güney Marmara bölümünde yer alan Çanakkale İline bağlı bir ilçedir. Doğusunda Biga, kuzeyinde Çan, batısında Çanakkale, güneyinde ise Çanakkale Boğazı ile çevrilmiştir. Çalışma alanının bağlı bulunduğu Çanakkale ilinin Fournier yağış indisine göre az (2. sınıf), Bagnouls-Gaussen kuraklık indisine göre ise kurak (3. sınıf) olduğu görülmektedir (Doğan ve Denli, 1999). Bu araştırmanın yapıldığı Subaşı Köyü coğrafik olarak Anadolu’nun en kuzeybatı ucunda bulunan Biga Yarımadası’nın kuzey kesiminde (Lapseki merkezine 5 km uzaklıkta) yer almaktadır (Şekil 1). Biga Yarımadası jeolojik olarak Sakarya Kıtası olarak bilinen kıtasal birimler ile farklı köken ve yaşta çok eski okyanusal toplulukları temsil eden çeşitli tektonik birliklerden oluşmaktadır (Yiğitbaş ve ark. 2015). Lapseki ilçesinde kiraz ve şeftali başta olmak üzere hububat üretimi yapılmaktadır. İlçe arazilerinin büyük çoğunluğunu (%65,50) koruluk ve orman arazileri oluştururken tarım arazilerinin (bağ–bahçe ve tarla) %17,42, mera ve çayırların %5,94 oranında yer aldığı görülmektedir. Lapseki’deki arazilerin %94,88’inde şiddetli, %1,92’sinde orta, %3,20’sinde ise hafif erozyon görülmektedir. İlçede en geniş alanı kireçsiz kahverengi orman toprakları (Cambisol) oluşturmakta, daha sonra ise kahverengi orman toprakları (Leptosol) gelmektedir (Ekinci ve Yiğini, 2007). Lapseki’nin Subaşı Köyü’nde Mustafa İş’e ait olan kiraz bahçesinde (koordinat değerleri 0475548 D ve 4464085 K) yüzey erozyonu, parmak erozyonu ve oyuntu erozyonu mevcuttur. Bahçe sahibi ağaç dalları kullanarak yaptığı oyuntu

erozyonu kontrolünde başarısız olmuştur (Şekil 2b). Bahçede toprak işleme yapılmamakta fakat damla sulama yapılmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu.

Kiraz Bahçesindeki Ölçümler

Kiraz bahçesinin alanı ve koordinat değerleri GPS (küresel konum belirleme cihazı) kullanılarak hesaplanmıştır. Meyve bahçesi kurulduğundan beri toprak profilindeki toplam azalma Kraushaar ve ark. (2014), Vanwalleghem ve ark. (2010), Vanwalleghem ve ark. (2011) tarafından önerilen metodoloji kullanılarak belirlenmiştir. Bu metot ağaç gövdelerinin etrafındaki tümseğin en yüksek noktası ile mevcut toprak yüzeyi arasındaki farkın ölçülmesini esas alır (Şekil 2c). Yükseklik farkını ölçmek ve kiraz bahçesinin ortalama eğimini belirlemek için nivelman aleti kullanılmıştır (Şekil 2a). Meyve bahçesindeki ortalama toprak kaybı; aşınan toprak hacmi, ağaç yaşı ve hacim ağırlığı verileri kullanılarak saptanmıştır. Kiraz bahçesindeki toprak erozyonunun belirlenmesi, toprak örneği alma ve kök örneği alma işlemleri 10 Mayıs 2016’ da yapılmıştır. Arazinin fotoğrafları Nikon D3100 dijital kamera, köklerin fotoğrafları ise Nikon DX AF S Nikkor 18-55 mm 1:3,5-5,6 G VR lens kullanılarak çekilmiştir.

Toprak Örneklerinin Alınması

Kiraz bahçesinde erozyona uğramış 4 ağaç saptanmıştır. Bu ağaçların her birisinin tümseğinden ve taç izdüşümünden 0-5 cm derinlikten bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Kök Örneklerinin Alınması

Kiraz bahçesinde erozyona uğramış ağaçlardan 4 tane, erozyona uğramamış ağaçlardan da 4 tane seçilmiş ve testere kullanılarak kök örnekleri alınmıştır (Şekil 2d). Kök örnekleri testere yardımı ile araziden alınırken; anatomik incelemeler için alınan köklerin, ana gövdeden uzaklıkları ve lateral kök uzunlukları öncelikle belirlenmiş ve ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 2. A) Kiraz bahçesinde nivonun kullanılması B) Kiraz bahçesindeki oyuntu erozyonu C) Erozyon nedeniyle kökleri açığa çıkmış kiraz ağacı D) Kiraz ağacının köklerinden örnek alınması.

Toprak Analizleri

Toprak örneklerinde hacim ağırlığı bozulmamış örnek alma kapları kullanılarak Blake ve Hartge (1986) metoduyla, tekstür analizi hidrometre metoduyla (Gee ve Or, 2002), agregat stabilitesi mikro agregatlarda (<0,25 mm) Yoder tipi ıslak eleme aletinde (Nimmo ve Perkins, 2002), CaCO₃ Scheibler kalsimetresinde (Loeppert ve Suarez, 1996), organik madde ise modifiye edilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1982) belirlenmiştir.

Kök Kesitlerinin Hazırlanması

Köklerin enine kesitleri, Mikrom HM 325 döner mikrotom kullanılarak ve gerektiğinde el kesitleri şeklinde de alınmıştır. Mikrotom ile kesitlerin alınmasından önce 1-2 cm uzunluğunda parçalara bölünmüş, kesit almaya hazır hale getirilmiş, içi su dolu 40 ml kavanozlara konmuş ve sterilize etüvde 60°C de 1 gece bekletilerek odun dokusunun yumuşaması sağlanmıştır. Kesitlik parçalar mikrotom kesitlerinin alınması için alkol serisinden geçirilmiş, bir gece parafinde bekletilmiş ve bloklar halinde hazırlanmıştır. Mikrotom kesitleri 20-30 µm kalınlığında alınmış ve anilin blue ve safranin ikili boyama metodu ile boyanmıştır. El kesitleri ise, jilet yardımı ile yaklaşık 30-35 µm kalınlıkta kesitler şeklinde hazırlanıp, entellan ile uzun süreli preparat halinde getirilerek saklanmıştır.

Kesitlerin mikroskopik incelemeleri, fotoğraflandırılmaları, ölçeklendirilmeleri 4x10 büyütmede, Leica DM 500 binoküler mikroskop ve LAS EZ mikroskop-bilgisayar görüntüleme programı kullanılarak yapılmıştır. Kök kesitlerinde trake çaplarının hesaplanması ise, yine Leica DM 500 mikroskop ve LAS EZ mikroskop-bilgisayar görüntüleme programı ile yapılmıştır.

İstatistik Analiz

Tespit edilen toprak özellikleri bakımından tümsek ve taç altındaki farkın karşılaştırılmasında eş yapma t testi; erozyona uğramış ve uğramamış kiraz köklerinin özelliklerinin karşılaştırılmasında ise



yine eş yapma t testinden yararlanılmıştır. İstatistik analizlerin yapılmasında Minitab 16 bilgisayar paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Tümsek Oluşum Süreci ve Toprak Kaybının Hesaplanması

Araştırma yaptığımız kiraz bahçesinin bazı özellikleri Çizelge 1’ de verilmiştir. Toprak profilindeki azalmaya göre hesapladığımız toprak erozyon değeri 2,14 t/ha/yıl bulunmuştur (Çizelge 1). Bochet ve ark. (2000), çalılı alanlarda tümsek oluşumunu ayrıntılarıyla açıklamışlardır. Söz konusu araştırmacılar tümsek gelişimini etkileyen süreçlerden (biyoturbasyon, sedimentasyon, parmak arası erozyonu ve sıçrama erozyonu) bahsetmişlerdir. Buis ve ark. (2010), İsrail’de yaptıkları araştırmada; çalılardaki tümsek oluşumunda su erozyonu ve sedimentasyonun etkili olduğunu saptamışlardır. Vanwalleghem ve ark. (2010) zeytin bahçesindeki antropojenik (insan kaynaklı) erozyon sürecinde toprak işlemenin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kuzey Ürdün’deki zeytin bahçelerinde tümsek gelişimine neden olan kritik erozyon süreçlerinin toprak işleme uygulamaları ve su erozyonu olduğu saptanmıştır (Kraushaar ve ark., 2014). Araştırma yaptığımız kiraz bahçesinde ise tümseklerin oluşumunda su erozyonu etkilidir.

Çizelge 1. Kiraz bahçesinin bazı özellikleri ve ağaçların yaşından hesaplanan toprak erozyonu.

Topoğrafya	Yamaç
Yöney	Kuzey-Doğu
Koordinat değerleri	0475548 D ve 4464085 K
Yükseklik (m)	105
Ortalama eğim (%)	14.90
Eğim uzunluğu (m)	125.20
Aşınan hacim (m ³)	76.07
Alan (m ²)	33 203
Hacim ağırlığı (ton/m ³)	1,31
Ölçülen tümseklerin sayısı	4
Ağaçların yaşı (yıl) ^a	14
Toprak profilindeki ortalama azalma (m)	0.98
Standart sapma (m) ^b	0.31
Ortalama toprak erozyonu (t/ha/yıl) ^c	2.14

^a Arazi sahibinden öğrenilmiştir.

^b Toprak profilindeki azalmanın standart sapması.

^c Ortalama toprak erozyonu(t/ha/yıl)=(Aşınan hacim/Alan)XHacim ağırlığıX10 000
Ağacın yaşı

Açığa çıkan ağaç kökleri yardımıyla toprak profilindeki azalmayı çalışan Vanwalleghem ve ark. (2010), 55-100 yıllık dönemde ortalama toprak kaybını 95 ton/ha/yıl saptamışlardır. Vanwalleghem ve ark. (2011), kuzeybatı İspanya’ daki zeytin bahçesinde tümsek metoduyla toprak erozyonunu 29-47 ton/ha/yıl, RUSLE (yenileştirilmiş evrensel toprak kaybı eşitliği) modelini kullanarak toprak erozyonunu 8-124 ton/ha/yıl hesaplamışlardır. Kraushaar ve ark. (2014) ise, zeytin bahçesindeki ağaçların yaşına göre toprak kaybını 72±7 ton/ha/yıl ile 135±19 ton/ha/yıl arasında bulmuşlardır. Kiraz bahçesinde tümsek metoduna göre hesapladığımız toprak erozyonu 2,14 ton/ha/yıl’ dır (Çizelge 1). Bu değer toprak kaybı tolerans değerlerinin (2,2-11,2 ton/ha/yıl) altındadır (Schertz ve Nearing, 2005). Araştırmada saptadığımız toprak kaybı ile başka araştırmacıların (Vanwalleghem ve ark., 2010; Vanwalleghem ve ark., 2011; Kraushaar ve ark., 2014) buldukları değerlerin birbirinden farklı olmasının nedenleri ağaç türleri, toprak özellikleri, eğim, toprak yönetimi, yağış miktarı, toprak işleme erozyonu ve zamandan kaynaklanmaktadır.

Ağaçların tümseğinden ve tacından alınan topraklar arasında hacim ağırlığı, agregat stabilitesi, bünye, organik madde ve kireç bakımından istatistik olarak önemli fark bulunamamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ağaçların tümseğinden ve tacından alınan toprakların özelliklerinin karşılaştırılması (Ortalama±standart sapma) (n=8).

	Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	Agregat stabilitesi (%)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Organik madde (%)	CaCO ₃ (%)
Tümsek	1,33±0,06	56,30±29,10	19,93±5,68	25,13±1,72	54,94±5,35	1,05±0,17	1,80±0,69
Taç	1,35±0,04	45,60±19,00	23,58±3,36	25,08±1,73	51,29±3,14	1,44±0,16	2,17±0,53
p	0,540	0,675	0,101	0,975	0,101	0,094	0,542

Kök Kesitleri

Erozyona uğramış köklerde tipik eksantrik halka oluşumu gözlenmiştir (Şekil 3). Çizelge 3’ de erozyona uğramış ve erozyona uğramamış (kontrol) ağaçların sadece ana gövdeden uzaklıkları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Kesit çapları ve lateral kök uzunlukları istatistik olarak birbirinden farklı değildir.

Çizelge 3. Erozyona uğramış ve uğramamış kiraz köklerinin karşılaştırılması (Ortalama±standart sapma) n=8.

	Kesit çapları (µm)	Ana gövdeden uzaklık (cm)*	Lateral kök uzunluğu (cm)
Erozyona uğramış	4707±2869	44,80±15,60 a	11,25±6,75
Erozyona uğramamış- kontrol	3582±3400	13,25±6,45 b	5,50±3,54
p	0,634	0,034	0,206

*Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p<0,05).



Şekil 3. Erozyona uğramış kiraz kökünün enine kesitinin genel görünüşünde eksantrik halkalar

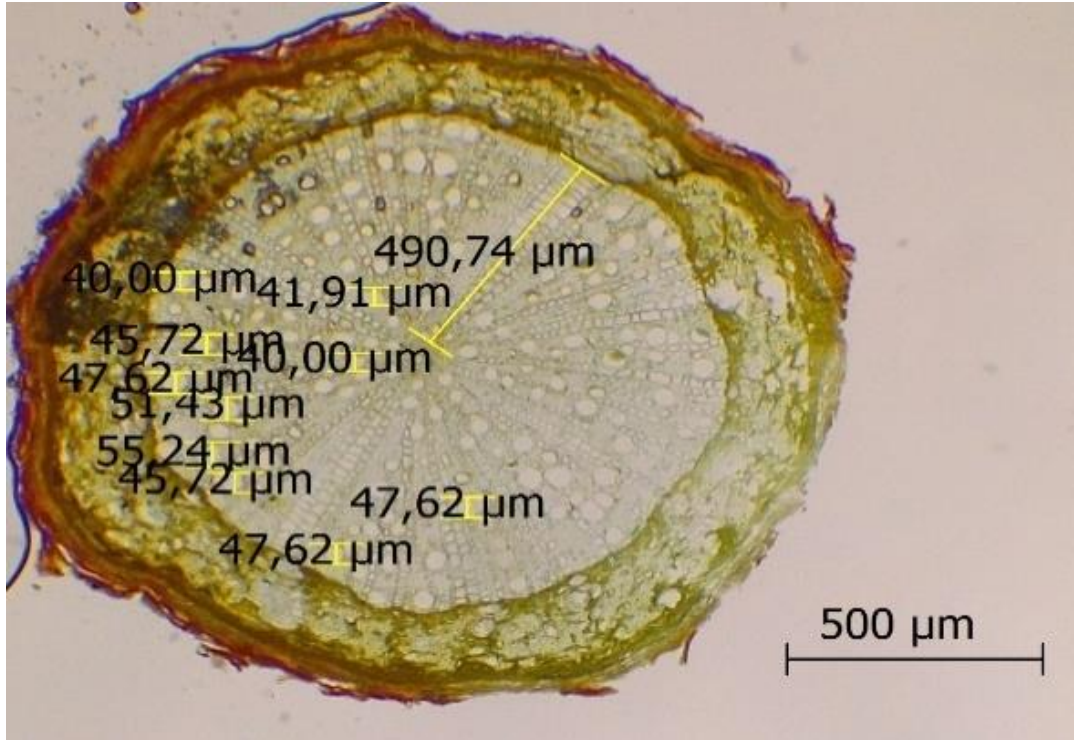
Kesit alınan kiraz ağacı köklerinde trake çapları ölçülmüştür (Çizelge 4; Şekil 4 ve Şekil 5). Erozyona uğramış ve uğramamış köklerin trake çapları arasındaki fark istatistik olarak önemsiz çıkmıştır. Ancak erozyona uğramış köklerdeki trake çaplarında bir artış söz konusudur (Çizelge 4). Bu durum, bitkinin daha fazla su ve mineral madde elde edebilmek için geliştirdiği bir tepki olmalıdır. Ksilemdaki işlevsel değişim Stoffel ve ark., (2013) tarafından da vurgulanmıştır.

Çizelge 4. Erozyona uğramış ve uğramamış köklerdeki trake çapları (Ortalama±standart sapma) (n=80).

	Trake çapı (µm)
Erozyona uğramış	54,16±17,45
Erozyona uğramamış-kontrol	53,72±23,63
p	0,922



Şekil 4. Erozyona uğramış kiraz kökünden alınmış enine kesitte trake boyutları (4x10).



Şekil 5. Erozyona uğramamış kiraz kökünden alınmış enine kesitte trake boyutları (4x10).



Ballesteros-Canovas ve ark., (2015) Segovia'da (İspanya) karasal tarama cihazı yardımıyla mikrotopografik veriler elde ederek aşınmış toprak kalınlığını belirlemişler ve 46 adet *Pinus pinaster* L. kökü zararının ilk yılını belirlemek için kök halkalarındaki anatomik değişikliklere dayanan dendrojeomorfik işlemleri yapmışlardır. Sonuçlar, eğime dik doğrultuda büyüyen köklerden elde edilen orta vadeli (± 30 yıllık) erozyon hızlarının, eğime paralel olarak erozyona maruz kalan köklerine göre önemli ölçüde farklı olduğunu ($p<0,05$) göstermiştir. Bununla birlikte, kısa vadede (5 yıla kadar) çalışma alanındaki erozyon izleme pinlerinden sağlanan sonuçla dikey köklere dayalı sonuçların birbirini doğruladığı bildirilmiştir. Erozyona uğramış bitki köklerinde anatomik yapı, çok özel bir durum göstermektedir. Araştırmamızda görüldüğü üzere erozyona maruz kalmamış olan ağaç köklerine göre erozyona maruz kalmış ağaç köklerinde ksilem boyları daha uzundur. Bu durum erozyon sonucu açıkta kalan köklerde solunumun ve su alımının, erozyona uğramamış ağaçlara göre daha zor olduğunun göstergesidir. Ayrıca erozyona uğramış köklerde ksilem trakelerinin daha geniş çapa ulaşması da aynı amaca hizmet edecek bir adaptasyon olmalıdır.

Sonuç ve Öneriler

Basit bir metot olmasına rağmen ağaçların tümsek yüksekliklerinin ölçülmesi eğimli kiraz bahçesinde güvenilir sonuçlar vermektedir. Eğimli olan kiraz bahçesinde yılda 2.14 ton/ha toprak kaybının olmasında katkısı olan yüzey erozyonunun kontrolü için uygun olan teraslardan birisi, oyuntu erozyonu kontrolü için ise araziye uygun eşik tiplerinden birisi yapılmalıdır. Ayrıca arazideki erozyon hızı, kök anatomik yapılarının incelenmesi ile de saptanabilmektedir. Bu araştırmamızda erozyona uğramış kiraz köklerinde yıllık halkaların eksantrik yapı gösterdiği ve buna bağlı olarak ksilem boyu uzarken; dokunun trakelerinde farklılaşma olarak, çaplarında artışa neden olduğu görülmüştür. Bölgedeki meyvecilik faaliyeti dikkate alındığında bu araştırma için materyal olarak kullandığımız kiraz ağaçlarından daha yaşlı ağaçların bulunduğu zeytin ve şeftali bahçelerinde de aynı metot kullanılarak ve yıllara bağlı olarak toprak kaybı ile anatomik yapıdan da hareketle verim kaybı saptanabilir.

Kaynaklar

- Anonymous, 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erisim tarihi: 8 Temmuz 2017).
- Ballesteros-Canovas, J.A., Corona, C., Stoffel, M., Lucia-Vela, A., Bodoque, J.M., 2015. Combining terrestrial laser scanning and root exposure to estimate erosion rates. *Plant Soil*. 394:127–137.
- Blake, G.R., Hartge, K.H. 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*. Part 1. 363–375. Agronomy 9. Am. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin, USA.
- Bochet, E., Poesen, J., Rubio, J.L., 2000. Mound development as an interaction of individual plants with soil, water erosion and sedimentation processes on slopes. *Earth Surf. Proc. Land*. 25: 847–867.
- Bodoque, J.M., Lucia, A., Ballesteros, J.A., Martín-Duque, J.F., Rubiales, J.M., Genova, M., 2011. Measuring medium-term sheet erosion in gullies from trees: A case study using dendrogeomorphological analysis of exposed pine roots in central Iberia. *Geomorphology*. 134: 417 – 425.
- Browicz, K., 1972. *Laurocerasus Duhamel*. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. (Ed. Davis, P.H.) 4: 6–8. Edinburgh University Press. Edinburgh, UK.
- Buis, E., Temme, A.J.A.M., Veldkamp, A., Boeken, B., Jongmans, A.G., van Breemen, N., Schoorl, J.M., 2010. Shrub mound formation and stability on semi-arid slopes in the Northern Negev Desert of Israel: A field and simulation study. *Geoderma*. 156: 363–371.
- Carrara, P. E., Carroll, T. R., 1979. The determination of erosion rates from exposed tree roots in the Piceance Basin Colorado. *Earth Surf. Proc.* 4: 307–317.
- Doğan, O., Denli, Ö., 1999. Türkiye'nin Yağış–Kuraklık–Erozyon İndisleri ve Kurak Dönemleri. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No: 215 Teknik Yayın No: 60. 209 s. Ankara.
- Ekinci, H., Yiğini, Y., 2007. Lapseki İlçesi arazi kaynaklarının sürdürülebilir tarım bakımından değerlendirilmesi. *Lapseki Sempozyumu*, 16–21, 23–24 Haziran, Çanakkale.
- Erpul, G., Deviren Saygın, S., 2012. Ülkemizde toprak erozyonu sorunu üzerine: Ne yapılmalı? *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 1(1): 26–32.
- Gee, G.W., Or, D., 2002. Particle-size analysis. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*, Part 4. Physical Methods. 255–293. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Keesstra, S., Pereira, P., Novara, A., Brevik, E.C., Azorin-Molina, C., Parras-Alcantara, L.P., Jordan, A., Cerda, A., 2016. Effects of soil management techniques on soil water erosion in apricot orchards. *Sci. Tot. Environ.* 551–552: 357–366.



- Kosmas, C., Danalatos, N.G., Gerontidis, St., 2000. The effect of land parameters on vegetation performance and degree of erosion under Mediterranean conditions. *Catena*. 40: 3–17.
- Koutalakis, P., Zaimes, G.N., Iakovoglou, V., Ioannou, K., 2015. Reviewing soil erosion in Greece. *Int. J. Environ. Chem. Ecol. Geog. Geophy. Eng.* 9(8): 898-903.
- Kraushaar, S., Herrmann, N., Ollesch, G., Vogel, H.J., Siebert, C., 2014. Mound measurements-quantifying medium-term soil erosion under olive trees in Northern Jordan. *Geomorphology* 213: 1–12.
- Loeppert, R.H., Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. 437–474. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Malik, I., 2008. Dating of small gully formation and establishing erosion rates in old gullies under forest by means of anatomical changes in exposed tree roots (Southern Poland). *Geomorphology* 93: 421–436.
- Nelson, R.E., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A. L., Miller, R. H., and Keeney, D. R. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy* 9: 539–580. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Nimmo, J.R., Perkins, K.S., 2002. Aggregate stability and size distribution. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods*: 317–328. SSSA Book Series 5. Madison, Wisconsin, USA.
- Özden, A., Öncü, E., 2016. Kiraz üretim işletmelerinde etkinlik analizleri: Çanakkale İli Lapseki İlçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 53(2): 213–221.
- Parlak, M., 2012. Determination of soil erosion over different land uses by mini rainfall simulator. *J. Food Agri. Environ.* 10 (3&4): 929–933.
- Parlak, M., 2014. Çanakkale–Lapseki’de farklı arazi kullanım şekillerinin sıçrama erozyonuna etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2(2): 67–72.
- Perez-Rodriguez, R., Marques, M.J., Bienes, R., 2007. Use of dendrochronological method in *Pinus halepensis* to estimate the soil erosion in the South East of Madrid (Spain). *Sci. Tot. Environ.* 378: 156–160.
- Pimentel, D., 2006. Soil erosion: A food and environmental threat. *Dev. Sustainability* 8: 119–137.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., Mc Nair, M., Crist, S., Sphritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R., 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*. 267: 1117–1123.
- Schertz, D.L., Nearing, M.A., 2005. Erosion tolerance/soil loss tolerances. In: Lal, R. (Ed.), *Encyclopedia of Soil Science*. 640–642. CRC Press.
- Stoffel M., Corona, C., Ballesteros-Canovas, J.A., Bodoque, J.M., 2013. Dating and quantification of erosion processes based on exposed roots. *Earth-Sci. Rev.* 123: 18–34.
- Vandekerckhove, L., Muys, B., Poesen, J., De Weerd, B., Coppe, N., 2001. A method for dendrochronological assessment of medium-term gully erosion rates. *Catena* 45: 123–161.
- Vanwallegem, T., Amateb, J.I., Molinab, M.G., Fernández, D.S., Gomeza, J.A., 2011. Quantifying the effect of historical soil management on soil erosion rates in Mediterranean olive orchards. *Agri. Ecol. Environ.* 142: 341–351.
- Vanwallegem, T., Laguna, A., Giraldez, J.V., Jimenez-Hornero, F.J., 2010. Applying a simple methodology to assess historical soil erosion in olive orchards. *Geomorphology*. 114: 294–302.
- Verheijen, F.G.A., Jones, R.J.A., Rickson, R.J., Smith, C.J., 2009. Tolerable versus actual soil erosion rates in Europe. *Earth-Sci. Rev.* 94: 23–38.
- Yiğitbaş, E., Mirici, A., Gönügür, U., Bakar, C., Tunç, İ.O., Şengün, F., Işıkoğlu, Ö., 2015. Dumanlı Köyü’nde (Çanakkale- Türkiye) asbest maruziyetinin tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesi: Disiplinler arası bir çalışma. *MTA Dergisi*. 151: 251.