



## Yarı-Kurak Bölgede Tesis Edilen Bir Üzümsü Meyve Bahçesindeki Toprak Sıkışması

Gülden Balcı<sup>1\*</sup>, Tuğrul Yakupoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erdoğan Akdağ Kampüsü, 66900 Yozgat, Türkiye

<sup>2</sup>Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erdoğan Akdağ Kampüsü, 66900 Yozgat, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş 04 Haziran 2018  
Kabul 13 Temmuz 2018

#### Anahtar Kelimeler:

Ahududu  
Böğürtlen  
Gojiberi  
Kesme direnci  
Penetrasyon direnci

#### \*Sorumlu Yazar:

E-mail: gulden.balci@bozok.edu.tr

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, yarı kurak iklim bölgesinde tesis edilen ve farklı kök sistemlerine sahip olan üzüksü meyvelerinin toprak sıkışması üzerine etkilerinin araştırmaktır. Bu amaçla ahududu, böğürtlen ve gojiberi yetiştiriciliği yapılan bahçede toprak sıkışmasını değerlendirmek için hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve kesme direnci ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, bahçedeki henüz üç yaşındaki bitkilerin toprakların hacim ağırlığı üzerine bir etkisi bulunmamıştır. Ancak kök sistemleri birbirinden farklı olan bu bitkilerden böğürtlen ve gojiberinin toprakların penetrasyon direncine etkisi aynı iken ahududunun yetiştigi toprağın penetrasyon direnci diğer ikisinden istatistiksel bakımdan farklı ve daha düşük bulunmuştur. Her üç bitkinin yetiştigi toprağın kesme direncinin birbirinden istatistiksel bakımdan farklı olduğu, yetiştikleri toprakların kesme direnci değerleri bakımından bitkilerin böğürtlen<ahududu <gojiberi şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. Farklı kök sistemine sahip üzüksü meyve türlerinin toprak sıkışma özelliklerine farklı etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Tespit edilen sıkışmanın, verim ve bitki gelişimine olumsuz etkilerini azaltabilmek adına toprak işleme, organik madde ilavesi, sulama tekniği gibi uygulamalar yapılmalıdır. Elde edilen veriler sonucunda bu üzüksü bahçesinde mutlak suretle toprağın organik madde seviyesini yükseltici uygulamalar yapılmalıdır. Yapılacak amenajman uygulamalarında bahçedeki üzüksülerin toprak sıkışması bakımından ayrımlı olduğu göz önünde bulundurulmalı ve örneğin ahır gübresi uygulamalarında ekonomik bir yaklaşım için farklı üzüksü meyve türlerinin toprakları için değişik dozlar denenmelidir. Ayrıca, tesis edilecek üzüksü meyve bahçeleri için ön toprak analizleri yapılmalı ve bu toprak özelliklerine uygun üzüksü meyve türleri tercihi yapılmalıdır.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(10): 1412-1418, 2018

## Soil Compaction in A Small Berry Garden Established in A Semi-Arid Region

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received 04 June 2018  
Accepted 13 July 2018

#### Keywords:

Blackberry  
Panetration resistance  
Raspberry  
Shear strength  
Wolfberry

#### \*Corresponding Author:

E-mail: gulden.balci@bozok.edu.tr

### ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of small berries with different root systems on soil compaction in a garden established in semi-arid climate regions. In the garden where raspberry, blackberry and wolfberry were cultivated, bulk density, penetration resistance and shear resistance measurements were implemented to evaluate soil compaction. According to the findings, there was no effect on the weight of the soil of the plants that are still three years old in the garden. However, the effect of blackberry and wolfberry on penetration resistance were similar, but the penetration resistance of the soil cultivated by raspberry was different and lower than the other two. It was determined that the shear strength of all three plants were different from each other, and the plants were ranked as blackberry<raspberry<wolfberry in terms of shear resistance values of the cultivated soil. These results were attributed to the fact that plants have different root systems. In order to be able to manage the identified compaction, soil application should be carried out in this small berry garden absolutely to increase the organic matter level of the soil and soil compaction should be considered when preparing the irrigation program. It should be taken into account that the grapes in the garden are distinguished in terms of soil compaction in the management practices, and for example in manure applications, different dosages should be tried for the soil of different small berries for an economical approach.

## Giriş

Tarımsal faaliyetler toprak üst sıkışmasında önemli bir faktördür. Özellikle tarımsal trafik ve işleme aletlerinin toprağa en büyük etkilerinden bir tanesi toprak sıkışmasıdır. Dinamik bir yük veya basınç altında toprak tanelerinin tertiplenme şeklinin bozularak birbirine daha yakın bir şekilde yeniden istiflenmeleri yoluyla boşluk oranının azalması olayı toprak sıkışması olarak tanımlanmaktadır (Aksakal, 2004) ve bu sıkışma sonucunda bozulan gözenek geometrisi ve gözenek büyüklük dağılımı toprak hacim ağırlığında bir artış meydana getirmektedir (Pagliai, 1994; Yılmaz ve ark., 2003; Gülser ve Candemir, 2012). Toprak sıkışması ise toprağın fiziksel, kimyasal ve özellikle biyolojik özellikleri üzerine etki etmektedir. Bozulan toprak ekosistemi sonucu verim düşüşü, erozyon, sel ve taşkın olayları yaşanabilmektedir.

Toprak sıkışması birçok faktörün etkisiyle gerçekleşme ve sıkışmaya neden olan etkenlere göre farklı derinliklerde oluşabilmektedir. Toprak sıkışması olduğu derinliğe göre; (i) kaymak tabakası, (ii) yüzey toprak sıkışması, (iii) pulluk tabanı ve (iv) duripan, fragipan karakteri gibi derin toprak sıkışması şeklinde sınıflandırılmaktadır (Kok ve ark., 1996). Toprak sıkışma seviyesinin artışıyla birlikte hacim ağırlığı artmakta, porozite azalmakta, O<sub>2</sub> difüzyonu ve mikrobiyal aktivite azalmakta, bitki besin elementi alımı, infiltrasyon ve evaporasyon olumsuz etkilenmekte ve bitki kök gelişimi sınırlanmaktadır (Dexter, 2004; Aksakal ve Öztaş, 2010). Dolayısıyla tarım topraklarında toprak sıkışmasının ölçümü ve yönetimi üzerinde durulması gerekmektedir.

Toprak sıkışmasını değerlendirmede kullanılan ölçütlerden birisi toprağın penetrasyon direncidir. Kültür bitkileri için kök gelişiminin sınırlandığı penetrasyon direnç aralığı 0,9-1,5 MPa olarak bildirilmiş (Godwin, 1990), penetrasyon direnci 2 MPa'ı aştığında kök gelişiminde önemli gerileme olacağı (Gupta ve ark. 1990) penetrasyon direnci 3 MPa'ı aştığında ise kök gelişiminin tamamen durabileceği açıklanmıştır (Buscher ve Sojka, 1987).

Toprak sıkışmasının yorumlandığı bir diğer toprak özelliği ise hacim ağırlığıdır. Bitkisel üretimde toprak profili uygun bir su hareketine ve hava-su dengesine sahip olmalıdır. Boşluk oranı %35'in altına düştüğünde, makroporlar (>1000µm) %10'un altına düştüğünde bitkisel üretimi olumsuz etkileyecek toprak sıkışması meydana gelmiş demektir (Aksakal, 2004; Öztaş, 2015).

Toprak sıkışmasının bir çeşidi olarak değerlendirilen yüzey kabuğu, diğer ismiyle kaymak tabakası, dayanıklılığı kesme direnci ölçümleri ile test edilebilmektedir. Bu ölçümlerde cep tipi kesme direnci valfi yaygın olarak kullanılmaktadır (Blanco-Canqui ve ark., 2006; Yakupoğlu ve ark., 2013).

Topraklardaki yüksek penetrasyon direnci, hacim ağırlığı ve kesme direnci değerleri bitkisel üretimi olumsuz etkilemekte, bu olumsuz etki ilk önce rizosferde ortaya çıkmaktadır. Köklerin toprak strüktürü üzerine etkisi beş kategoride toplanmaktadır. Bunlar; (i) kökün penetrasyonu sırasında meydana getirdiği sıkıştırma etkisi, (ii) kökün su alımı nedeniyle değişen toprak suyu rejimi, (iii) kök salgıları, (iv) ölen köklerin ayrışması ve (v) köklerin agregatları sarmalamasıdır (Degens, 1997; Angers ve Caron, 1998). Gelişen köklerin sıkıştırma etkisi ile rizosferde toplam porozite azalmakta ve kök yüzeyi boyunca kil partikülleri yeniden düzenlenmektedir. Kök yüzeylerinin yakınlarında hacim ağırlığı %12-35 oranında artış gösterebilmektedir (Young, 1998). Bu modifikasyon

yalnızca kök etrafında yer alan ve mikroagregat oluşumunun gerçekleştiği 50-200 µm'lik bölümde meydana gelmektedir. Buna karşın, bitki gelişiminden sonra meydana gelen makroagregat oluşumunun azalışı, kısmen köklerin makroporlar içerisine olan penetrasyon etkilerinden kaynaklanmaktadır (Dorioz ve ark., 1993). Sıkışmış topraklarda bitki köklerinin toprak strüktürü üzerine olumlu etkileri azalmaktadır. Diğer taraftan birçok açıdan farklı kök sistemleri nedeniyle bitkilerin toprak sıkışmasından etkilenmeleri ve bitki köklerinin toprak strüktürü üzerine etkileri bitkiden bitkiye farklılık göstermektedir. Özellikle yetiştiricilik periyodunda su sıkıntısının çekildiği kurak ve yarı-kurak iklim bölgelerindeki organik maddece fakir tarım topraklarında, toprak sıkışması çok dikkatli bir şekilde yönetilmelidir. Bitki türlerinin toprak sıkışması üzerine etkileri de birbirinden farklı olabilmektedir (Ishaq ve ark., 2001). Örneğin Cochrane ve Aylmore (1994) baklagil bitkilerinin toprak strüktürü üzerine olumlu etkilerinin baklagil olmayanlara göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Botanik olarak "üzümsü meyve", yarı çalı veya çalimsı bitkileri, yumuşak etli, sulu, küçük yenebilen meyveleri olan bitkiler olarak tanımlanmaktadır. Üzümsü meyve grubu içerisine başta çilek olmak üzere böğürtlen, ahududu, kuşburnu, frenküzümü, maviyemiş gibi çalı formundaki bitkiler ile dut, kivi, incir gibi meyve türleri de yer almaktadır. Üzümsü meyveler ülkemizde ve dünyada çok sevilen, çok tüketilen ve çeşitli şekillerde değerlendirilebilen meyve türleridir.

Bu çalışmanın amacı, yarı kurak iklim bölgesinde tesis edilen ve farklı üzümsü bitkiler bulunan bir meyve bahçesinde, farklı kök sistemlerine sahip olan üzümsülerin toprak sıkışması üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

## Materyal ve Metot

### Deneme Alanının Genel Özellikleri

Bu çalışma, Yozgat ilinin Sorgun ilçesine bağlı Gedikhasanlı köyünde bulunan ve Bozok Üniversitesi tarafından tarımsal araştırma amacıyla kullanılan bir sahada tesis edilen üzümsü meyve bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Google Earth görüntüsü Şekil 1'de verilen araştırma sahasının koordinatları 39°35'26" N ve 35°10'02" E'dir. Deniz seviyesinden yüksekliği 1138 m'dir. Yarı-kurak iklim bölgesinde yer alan alanda yıllık ortalama yağış 560 mm ve yıllık ortalama sıcaklık 9°C'dir (Anonymous, 2018).



Şekil 1 Deneme alanının Google Earth görüntüsü  
Figure 1 Google Earth view of the experiment area

### Üzümsü Bahçesinin Toprak Özellikleri

Araştırma sahasında kurulu üzüksü meyve bahçesinin genel toprak özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir (Yakupoğlu, 2018). Söz konusu çizelgeye göre deneme bahçesinin toprağı kumlu killi tınlı tekstüre sahiptir. Toprak pH’ı hafif alkali, kireç içeriğı orta düzeyde olup tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmamaktadır. Öte yandan toprağın toplam N, yarıyıılı P, alınabilir Zn ve Mn miktarları düşüktür. Araştırma alanı toprağının en dikkat çekici özelliğı organik madde miktarının çok düşük olmasıdır (<%1).

### Üzümsü Meyve Bahçesinin Tesis Edilmesi

Üzümsü meyve bahçesinde böğürtlen (*Rubus fruticos* L.), ahududu (*Rubus ideaus* L.) ve kurt üzümü olarak bilinen gojiberi (*Lycium barbarum* L.) türleri mevcuttur. Bahçede böğürtlen (Jumbo, Chester, Bursa 1 ve Bursa 2) ve ahududu (Ruby, Aksu pembesi, Heritage ve Hollanda boduru) türlerine ait dörder çeşit bulunurken gojiberi türüne ait bir tip mevcuttur. Deneme alanı sonbahar ve ilkbahar olmak üzere 2 kez sürülmüş dikim öncesi tırmık çekmek suretiyle tesviye edilmiştir. Denemedeki bitkiler 20 Haziran 2016 tarihinde 1 yaşlı fidanlar 15-20 cm derinliğindeki dikim çukurlarına 1.5 × 3 m ve her çeşit bir sıra olacak şekilde dikilmiştir. Dikim sonrası bitkiler toprak yüzeyinden yaklaşık 70-80 cm üzerinden budanmıştır. Bahçeye her bir sıra için 4 m aralıklarla galvanizli demir direkler dikilmiş ve bu direklere toprak yüzeyinden itibaren 60-40-40 cm’lik mesafelerle 3 sıra tel çekilerek destek sistemi kurulmuştur. Bahçe damlama sulama sistemi ile sulanmıştır. Diğer kültürel işlemler (budama, gübreleme vs.) düzenli olarak ve gereğince yapılmıştır.

### Bahçedeki Üzümsülerin Kök Özellikleri

Ahududu bitkisinin kökleri toprağın üst seviyelerinde yoğunlaşmış, saçak kök yapısında ve sık bir şekilde oluşmuş ince köklerden oluşmaktadır. Köklerin yaklaşık %75’i toprağın ilk 45 cm derinliğinde yoğunlaşarak yanlara doğru gelişme gösterirler uygun koşullarda 1,8 m derinliğe kadar ulaşabilirler (Crandall, 1995; Onur, 1996). Böğürtlenlerin kökleri lifli yapıda, ahududulardaki gibi nispeten yüzlektir. Ahududulardan farklı olarak daha geniş bir alana yayılabilmektedir. Bu nedenle uygun

olmayan alanlarda ahududlarına oranla daha rahatlıkla yetiştirebilmektedirler (Ağaoğlu, 1986; Crandall, 1995). Gojiberi (kurt üzümü, goji) kazık kök sistemine sahiptir. Bu kazık kökten dallanan lifli bir kök sistemi oluştururlar. Kökleri üzerinde kolonileri üretmesini sağlayan stolonlar üretir, nemli ve kuru toprak koşullara uyum sağlar. Kumlu topraklarda kökleri 2-2,5 m derinliğe inebilmektedir (Bebeau, 2015). Üç yıllık ahududu, böğürtlen ve gojiberi bitkilerinin lateral ve horizontal kök gelişimi Şekil 2’de verilmiştir.

### Toprak Sıkışma Ölçümleri

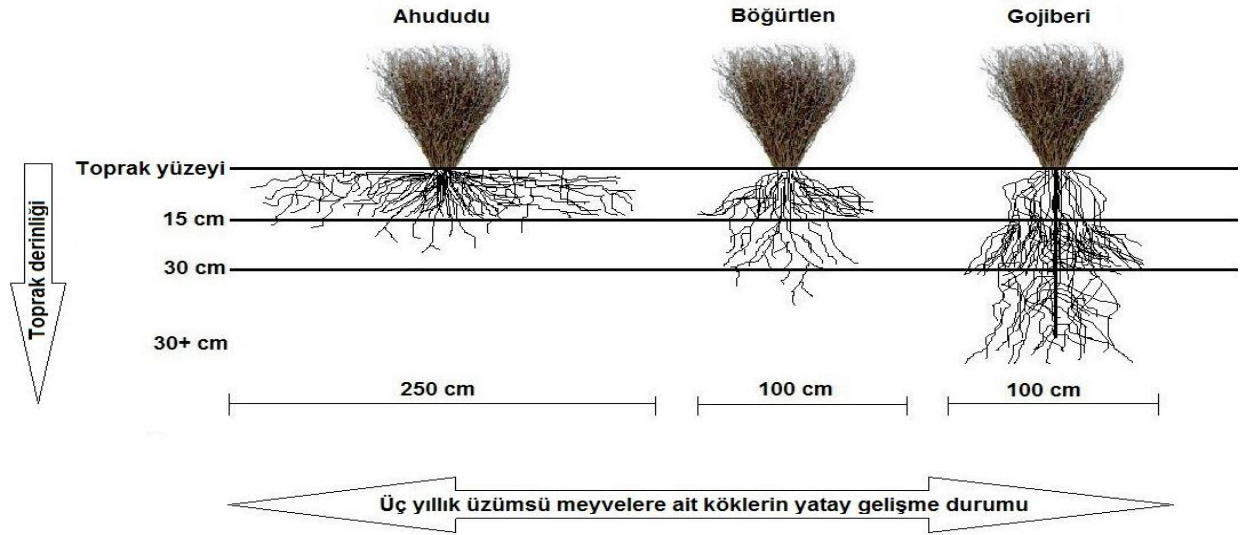
Çalışmaya konu olan üç üzüksü meyvenin en yüksek kök yoğunlukları değişik derinliklerde oluştuğı için üç farklı derinlikte toprak sıkışma durumunu yansıtabilecek değişkenler seçilmiştir. Denemeye konu olan üzüksü bahçesinde toprak sıkışmasını ölçmek için hacim ağırlığı (DB) penetrasyon direnci (PNTR) ve kesme direnci (SS) ölçümleri yapılmıştır. Arazideki ölçümler 2018 ilkbaharında, bitkiler üç yaşında iken gerçekleştirilmiştir. Ölçüm için bu zamanın seçilmiş olmasının nedeni, üç yaşındaki üzüksülerin kök gelişmesinin toprak sıkışmasını etkileyebilecek seviyeye gelmiş olmasıdır (Şekil 2). Her üç değişkenin ölçümleri sıra üzerlerinde, bitki kök sisteminin yoğun olduğu yatay mesafeler gözetilerek gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Dinamik toprak özelliklerinin mevsimsellikten etkilenebileceğı (Dick ve ark. 1996) göz önünde bulundurularak ölçümlerin topraklar benzer sıcaklık ve nem koşullarındayken yapılmasına dikkat edilmiştir. Toprakların PNTR ölçümleri 30° tepe açısına sahip Eijkelkamp marka el penetrometresi kullanılarak 0-15 cm toprak derinliğinde gerçekleştirilmiş ve sabit bir nem değeri üzerinden standardize edilmiştir (Herrick ve Jones, 2002; Yakupoğlu ve ark., 2013). Toprakların SS değerleri Eijkelkamp marka cep tipi kesme direnci valfi kullanılarak 0-1 cm toprak derinliğinde ölçülmüş ve sabit bir nem değeri üzerinden standardize edilmiştir (Blanco-Canqui ve ark. 2006). Toprakların DB değerleri, 100 cm<sup>3</sup>’lük metal silindirel aracılığıyla 0-6 cm’den alınan bozulmamış toprak örnekleri kullanılarak kütle-hacim ilişkilerinden ve fırın kuru ağırlık üzerinden hesaplanmıştır (Demiralay, 1993).

Çizelge 1 Deneme alanı topraklarının bazı özellikleri (Yakupoğlu, 2018)

Table 1 Some soil properties in experiment site (Yakupoğlu, 2018)

Değişken	Ölçüm değerleri	Tanımlama sınıfı	Değişken	Ölçüm değerleri	Tanımlama sınıfı
Kil, g kg <sup>-1</sup>	299		***K, µg g <sup>-1</sup>	215	Orta
*Silt, g kg <sup>-1</sup>	89		***Ca, µg g <sup>-1</sup>	7561	Yüksek
Kum, g kg <sup>-1</sup>	612	SCL	***Mg, µg g <sup>-1</sup>	167	Orta
**pH	7,91	Hafif alkali	ESP	< % 15	Zarar yok
**Tuz, %	0,021	Tuzsuz	****Fe, µg g <sup>-1</sup>	2,05	Orta
CaCO <sub>3</sub> , %	5,36	Orta kireçli	****Cu, µg g <sup>-1</sup>	0,42	Yeterli
OM, %	0,99	Çok düşük	****Zn, µg g <sup>-1</sup>	0,29	Düşük
Total N, %	0,05	Düşük	****Mn, µg g <sup>-1</sup>	4,44	Düşük
P, µg g <sup>-1</sup>	5,76	Düşük			

\*Partikül büyüklük dağılımında USDA ölçütleri esas alınmıştır, \*\*pH ve tuzluluğu hesaplama için EC<sub>25°C</sub> saturasyon çamurunda ölçülmüştür, \*\*\*Amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir formudur, \*\*\*\*DTPA ile ekstrakte edilebilir formudur. SCL: Siltli killi tın (Silty clay loam)



Copyright © by Balci ve Yakupoğlu, 2018

Şekil 2 Çalışmaya konu olan üzümülerin kök sistemleri  
Figure 2 Root systems of small berries which subject to this study

### İstatistiksel Değerlendirmeler

Bu çalışmada, ölçülen değişkenlere ait verilerin dağılımları skewness ve kurtosis üzerinden değerlendirilerek çarpıklık değeri +0.99'dan küçük ve basıklık değeri +3'den küçük dağılımlar normal kabul edilmiş (Erşahin ve Karahan, 2015), bu şartı sağlamayan değişken ölçüm kümelerine normale dönüştürme işlemi uygulanmıştır. Daha sonra ölçülen değişkenlerin bitki farklılığından etkilenip etkilenmediği one-way ANOVA ile test edilmiş, F değeri önemli bulunan değişkenler için konu ortalamalarının karşılaştırmasında Duncan testinden yararlanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler için SPSS® 20.0 (IBM Corporation software) paketi kullanılmıştır (Efe ve ark. 2000).

### Bulgular ve Tartışma

Yarı-kurak iklim bölgesinde tesis edilmiş olan bir üzümü meyve bahçesindeki toprak sıkışmasının belirlenmesine yönelik olarak ölçülen PNTR, SS ve DB değişkenlerine ait ANOVA sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Söz konusu çizelgeye göre değişik üzümü meyvelerin yetiştirildiği toprakların PNTR direnci ve SS direnci istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuş,

ancak toprakların hacim ağırlıkları arasında istatistiksel bakımdan bir fark tespit edilmemiştir. Yetiştikleri toprakların PNTR ve SS değerleri bakımından üzümü meyvelerin Duncan testi ile karşılaştırması Çizelge 3'de, bu değişkenlerin ortalama değerleri ise sırasıyla Şekil 3 ve Şekil 4'de sütun grafikler halinde sunulmuştur. Çizelge 3'e göre, böğürtlen ve gojiberi yetiştirilen toprakların ortalama PNTR değerleri çok yüksek olup (>2MPa) aralarında istatistiksel bakımdan fark yoktur. Ahududu yetiştirilen toprağın PNTR değeri ise diğer iki üzümü meyveden istatistiksel bakımdan farklıdır. Aralarında istatistiksel bakımdan fark olmayan böğürtlen ve gojiberi topraklarının PNTR değerleri çok yüksek (>2MPa), ahududu toprağının PNTR değeri ise diğer ikisinden düşük olmakla beraber kültür bitkisi yetiştiriciliğinin üst sınırı olan 2 MPa'nın biraz üzerindedir (2,06 MPa) (Şekil 3). Çizelge 3'e göre her üç üzümü meyve türünün yetiştirildiği toprakların ortalama SS değerleri istatistiksel bakımdan birbirinden farklıdır. En düşük SS değeri böğürtlen yetiştirilen toprak için ölçülmüş (13,42 kPa), en yüksek SS değeri ise gojiberi yetiştirilen toprak için belirlenmiştir (27,17 kPa). Ahududu toprağının SS değeri diğer ikisinin arasında yer almıştır (17,49 kPa) (Şekil 4).

### Çizelge 2 Varyans analizi sonuçları

Table 2 ANOVA test results

Varyasyon kaynağı	Bağımlı değişken	KT	SD	KO	F	P
Bitki	PNTR	2,980	2	1,490	14,351	0,000
	SS	598,622	2	299,311	155,794	0,000
	DB	0,018	2	0,009	1,664	0,223

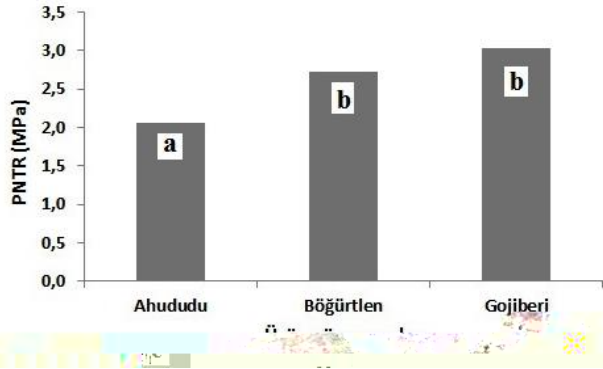
KT: Kareler toplamı; SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; PNTR: Penetrasyon direnci, SS: Kesme direnci, DB: Hacim ağırlığı, F: Hesaplanan F değeri, P: Önemlilik

### Çizelge 3 PNTR ve SS için Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Table 3 Duncan comparison test results for PNTR and SS

Bağımlı değişken	Alt küme			Açıklama
	Ahududu	Böğürtlen	Gojiberi	
PNTR	2,0600 <sup>a</sup>	2,7200 <sup>b</sup>	3,0367 <sup>b</sup>	Hata= 0,104; Alfa= 0,05,
SS	17,4917 <sup>b</sup>	13,4200 <sup>a</sup>	27,1700 <sup>c</sup>	Hata = 1,921; Alfa= 0,05

PNTR: Penetrasyon direnci, SS: Kesme direnci, a<b<c



Şekil 3 Üç üzümünün yetiştiği toprakların penetrasyon direnci bakımından karşılaştırılması

Figure 3 Comparison of three small berries in terms of penetration resistance where their growing soil

Bitki köklerinin gelişim durumu toprak strüktürünü doğrudan ve dolaylı yollarla etkilemektedir. Bu etki bitkiden bitkiye ayrılmıştır. Dolayısıyla yapısal stabiliteye bağlı olarak değişen gözenek geometrisi ve gözenek büyüklüğü değişik bitkilerin yetiştiği topraklarda farklı olmaktadır. Bunun sonucunda farklı türde bitki yetiştirilen topraklarda toprak sıkışması farklı olabilmektedir (Yılmaz ve ark., 2003; Liu ve ark., 2014). Bu çalışmada böğürtlen ve gojiberi yetiştirilen toprakların PNTR değerlerinin benzer, ahududu yetiştirilen toprağın PNTR değerinin ise diğer ikisinden istatistiksel bakımdan farklı ve daha düşük çıkması, böğürtlen ve gojiberi bitkilerinin PNTR ölçümlerinin yapıldığı 0-15 cm toprak derinliğinde benzer kök yoğunluğuna sahip olmasına, ahududu bitkisinin kök yoğunluğunun yüzeyden itibaren toprağın ilk 15 cm'sinde oluşmasına atfedilebilir (Şekil 2).

Agregat stabilitesi ve gözenek yapısı toprakların SS değerleri üzerine etki etmektedir (Horn ve Baumgartl, 2000; Zhang ve ark., 2001). Farklı bitkiler altında değişen gözenek büyüklük dağılımı, gözenek bağlantıları ve agregatların stabilitesi SS değerlerinin farklılık göstermesine neden olabilmektedir. Bu çalışmada aynı üzüm meyve bahçesi toprağında 0-1 cm toprak derinliğinde ölçülen SS'in bitkilere göre farklılık göstermesi, çalışmaya konu edilen bitkilerin kök sistemlerinin farklı olmasına ve 0-1 cm toprak katmanında farklı kök yoğunluğu oluşturmalarına atfedilebilir (Şekil 2).

Bitki çeşidi, dolayısıyla bitki kök sistemi değişikçe toprak sıkışması ve buna bağlı olarak hacim ağırlığının çoğunlukla değişebileceği bilinmektedir (Unger ve Kaspar, 1994). Ancak bu çalışmada, farklı üzüm meyve türlerinin yetiştirildiği toprakların hacim ağırlıkları arasında az da olsa fark olmasına rağmen bu farklılık istatistiksel bakımdan önemli bulunmamıştır. Bu sonuç, çalışmaya konu olan üzüm bahçesindeki bitkilerin henüz üç yıllık olmasından dolayı hacim ağırlığı ölçümü için örneklemenin yapıldığı 0-6 cm toprak derinliğinde bitkilerin benzer kök yoğunluğu göstermelerine atfedilebilir.

Deneme konusu üzüm bahçesinde toprağın organik madde seviyesi çok düşüktür (%0,99). Organik madde ilavesi ile toprakların birçok özelliklerinin iyileştirilebileceği bildirilmiştir (Saltalı ve Brohi, 1993). Degrade olmuş topraklara organik materyal ilave edilerek

Şekil 4 Üç üzümünün yetiştiği toprakların kesme direnci bakımından karşılaştırılması

Figure 4 Comparison of three small berries in terms of shear strength where their growing soil

yürütülen bir çalışmada (Zhang, ve ark. 2005) organik materyal ilavesi ile birlikte ıslanma-kuruma döngüleri süresince Ultisol'un <6 µm boyutundaki gözenek oluşumu artarken >50 µm boyutundaki gözenek oluşumu azalmış ve bu durum temelde toplam porozitenin artışı sağlamıştır. Araştırmacılar, organik materyal ilavesinin, büyük bir kesme gerilimine giren toprakların kendilerini yenileme kabiliyetlerini (resilience) geliştirdiğini ve iyileşmenin hızlandığını bildirmişlerdir.

## Sonuç

Bu çalışmada yarı-kurak iklim bölgesinde yer araştırma alanında, farklı üzüm bitkilerinin toprak sıkışması üzerine etkileri araştırılmıştır. Söz konusu bahçede ahududu, böğürtlen ve gojiberi yetiştiriciliği yapılmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre, henüz üç yaşındaki bitkilerin bu bahçede hacim ağırlığı üzerine etkileri ayrımlı değildir. Ancak kök sistemleri birbirinden farklı olan bu bitkilerden böğürtlen ve gojiberinin toprakların penetrasyon direncine etkisi aynı iken ahududunun yetiştiği toprağın penetrasyon direnci diğer ikisinden farklı ve daha düşük bulunmuştur. Her üç bitkinin yetiştiği toprağın kesme direncinin birbirinden farklı olduğu, yetiştiği toprakların kesme direnci değerleri bakımından bitkilerin böğürtlen<ahududu<gojiberi şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. Yarı kurak iklim bölgeleri su kullanma etkinliğinin özellikle yüksek tutulması gereken bölgelerdir. Bu nedenle topraklardaki boşluk oranının yüksek olması gerekmektedir. Çalışmaya konu olan bahçede özellikle böğürtlen yetiştirilen kısımlarda toprak sıkışması üst seviyededir. Bu sıkışma ilerleyen dönemlerde hem verimi hem de kaliteyi olumsuz etkileyecektir. Öte yandan olası yağmurlardan sonra oluşacak kaymak tabakası bahçedeki su ve rüzgar erozyonu zararını artıracaktır. Tespit edilen sıkışmanın yönetilebilmesi için mutlak suretle bu üzüm bahçesinde toprağın organik madde seviyesini yükseltici uygulamalar yapılmalı ve sulama programı hazırlanırken toprak sıkışması dikkate alınmalıdır. Yapılacak amenajman uygulamalarında bahçedeki üzümün toprak sıkışması bakımından ayrımlı olduğu göz önünde bulundurulmalı ve örneğin ahır gübresi uygulamalarında ekonomik bir yaklaşım için farklı üzümün toprakları için değişik dozlar denenmelidir.

## Teşekkür

Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Proje Koordinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje kodu: BAP/6602b-ZF/16-18). Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Ağaoğlu S. 1986. Üzüm ve Meyveler. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları: 984, Ders Kitabı: 290. 377.
- Aksakal EL. 2004. Soil compaction and its importance for agriculture. Journal of Atatürk University Faculty of Agriculture., 35(3-4): 247-252. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/34229> (22 Mayıs 2018).
- Aksakal EL, Öztaş T. 2010. Changes in distribution patterns of soil penetration resistance within a silage-corn field following the use of heavy harvesting equipments. Turkish J Agric. For., 34: 173-179. DOI:10.3906/tar-0906-189; <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/119669>;
- Angers DA, Caron J. 1998. Plant-induced changes in soil structure: processes and feedbacks. Biogeochemistry, 45: 55-72. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FA%3A1005944025343.pdf> (20 Mayıs 2018)
- Anonymous. 2018. Turkish State Meteorological Service. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=YOZGAT> (22 Mayıs 2018).
- Bebeau GD. 2015. The Friends of the Wild Flower Garden, Inc. Plants of the Eloise Butler Wildflower Garden. The oldest public wildflower garden in the United States <http://www.friendsofthewildflowergarden.org/pages/plants/wolfberry.html> (22 Mayıs 2018).
- Blanco-Canqui H, Lal R, Post WM, Izaurralde RC, Owens LB. 2006. Corn stover impacts on near-surface soil properties of no-till corn in Ohio. Soil Sci. Soc. Am. J., 70: 266-278. <https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=4136&content=PDF> (19 Mayıs 2018).
- Busscher WJ, Sojka RE. 1987. Enhancement of subsoiling effect on soil strength by conservation tillage. Transactions of the ASAE, 30 (4): 888-892. DOI: 10.13031/2013.30493.
- Cochrane HR, Aylmore LAG. 1994. The effects of plant roots on soil structure. In: Proceedings of 3rd Triennial Conference "Soils 94". pp. 207-212. file:///C:/Users/acer-verbatim/Downloads/TheEffectsofPlantRootsonSoilStructure.pdf (20 Mayıs 2018).
- Crandall PC. 1995. Bramble Production. The management and Marketing of Raspberry and Blackberries, 213p. Howarth Press Inc. Newyork, USA. ISBN 1.56022 852.0
- Degens BP. 1997. Macro-aggregation of soils by biological bonding and binding mechanisms and the factors affecting these: a review. Aust. J. Soil Res., 35: 431-459. <https://doi.org/10.1071/S96016> (20 Mayıs 2018).
- Demiralay İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143, Erzurum.
- Dexter AR. 2004. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density and organic matter, and effects on root growth. Geoderma., 120: 201-214. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2003.09.004> (20 Mayıs 2018).
- Dick PR, Thomas DR, Halvarson JJ. 1996. Standardized methods, sampling, and sample pretreatment. Methods for Assessing SSSA special publication, 49: 107-121. DOI: 10.2136/sssaspecpub49.c6.
- Dorioz JM, Robert M, Chenu C. 1993. The role of roots, fungi, and bacteria on clay particle organization: An experimental approach. Geoderma., 56: 179-194. [https://doi.org/10.1016/0016-7061\(93\)90109-X](https://doi.org/10.1016/0016-7061(93)90109-X).
- Efe E, Bek Y, Şahin M. 2000. SPSS'de Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II. Yayın No: 73, Kahramanmaraş, KSÜ Yayınları, Kahramanmaraş.
- Erşahin S, Karahan G. 2015. Toprak değişkenliği ve analizi, p: 623-665. Toprak Amenajmanı. S. Erşahin T, Öztaş A, Namlı G, Karahan (eds.), Gazi Yayınları, Ankara.
- Godwin RJ. 1990. Agricultural engineering in development: Tillage for crop production in areas of low rainfall. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Agri. Services Bulletin, 83. <http://www.fao.org/library/library-home/en> (19 Mayıs 2018).
- Gülser C, Candemir F. 2012. Changes in penetration resistance of a clay field with organic waste applications. Eurasian Journal of Soil Science., 1: 16-21. file:///C:/Users/acer-verbatim/Downloads/5000078221-5000105974-1-PB.pdf (20 Mayıs 2018).
- Gupta SC, Hadas A, Voorhees WB, Wolf D, Larson WE, Sharma PP. 1990. Development of guides on the susceptibility of soils to excessive compaction. University of Minesota, BARD Report, St. Paul.
- Herrick JE, Jones TL. 2002. A dynamic cone penetrometer for measuring soil penetration resistance. Soil Sci. Soc. Am. J., 66: 1320-1324. DOI: 10.2136/sssaj2002.1320; [https://www.researchgate.net/publication/43264898\\_A\\_dynamic\\_cone\\_penetrometer\\_for\\_measuring\\_soil\\_penetration\\_resistance](https://www.researchgate.net/publication/43264898_A_dynamic_cone_penetrometer_for_measuring_soil_penetration_resistance).
- Horn R, Baumgartl T. 2000. Dynamic processes in structured soils. P. A19-A46. In: M. Sumner et al. (ed.) Handbook of Soil Science, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Ishaq M, Ibrahim M, Hassan A, Saeed M, Lal R. 2001. Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan: II. Root growth and nutrient uptake of wheat and sorghum. Soil Tillage Res., 60: 153-161. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198701001775> (05 Eylül 2018).
- Kok H, Taylor RK, Lamond RE, Kessen S. 1996. Soil Compaction Problems and Solutions. Cooperation Extension Service, Manhattan, Kansas. File Code: Crops and Soils 4-6 MS 7-96-5M.
- Liu MY, Chang QR, Qi YB, Liu J, Chen T. 2014. Aggregation and soil organic carbon fractions under different land uses on the tableland of the Loess Plateau of China. Catena., 115: 19-28. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.11.002>; [https://ac.els-cdn.com/S0341816213002610/1-s2.0-S0341816213002610-main.pdf?\\_tid=221db979-7180-4fb1-ae4d-1559c7dbfe76&acdnat=1528019058\\_23022b87e32a62397779dc4e342aa1ce](https://ac.els-cdn.com/S0341816213002610/1-s2.0-S0341816213002610-main.pdf?_tid=221db979-7180-4fb1-ae4d-1559c7dbfe76&acdnat=1528019058_23022b87e32a62397779dc4e342aa1ce).
- Onur C. 1996. Ahududu Yetiştiriciliği. 92 s. Damla Offset, Antalya.
- Öztaş T. 2015. Toprak strüktürü ve yönetimi, p: 209-226. Toprak Amenajmanı. Erşahin S, Öztaş T, Namlı A, Karahan G (eds.), Gazi Yayınları, Ankara.
- Pagliai M. 1994. Micromorphology and soil management. In: A.J. Ringrose-Voase and G.S. Humphreys (Editors), Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis. Proc. IX Int. Working Meeting on Soil Micromorphology, Townsville, Australia, July 1992. Developments in Soil Science 22, Elsevier, Amsterdam, pp. 623-640.
- Saltali K, Brohi, AR. 1993. The effect of tobacco waste on the soil characteristics and plant nutrient contents of alkaline soils. Bibliotheca Lichenologica, 50: 1-24
- Unger PW, Kaspar TC. 1994. Soil compaction and root growth: A review. Agronomy Journal., 86 (5): 759-766. DOI: 10.2134/agronj1994.00021962008600050004x; file:///C:/Users/acer-verbatim/Downloads/SoilCompactionandRootGrowthARReview.pdf.
- Yakupoğlu T. 2018. Some soil properties of agricultural land used for research purposes in Bozok region and various proposals for research to provide regional development. 3rd International Bozok Symposium. 3-5 Mayıs 2018, Yozgat, Turkey.
- Yakupoğlu T, Gündoğan R, Demir ÖF, Abacı-Bayan A, Kıray F, Demirkol B. 2013. The relationships between soil erodibility and some soil properties measured under field conditions. 3rd National Soil and Water Resources Congress, October 22-24, Proceedings, 246-253.

- Yılmaz K, Hall N, Coscan KK. 2003. An evaluation of soil compaction on the Narli plain irrigation area, Kahramanmaraş, Turkey. *Soil Science.*, 168(7): 516-528. DOI: 10.1097/01.ss.0000080336.10341.f8, Issn Print: 0038-075X.
- Young IM. 1998. Biophysical interactions at the root-soil interface: a review. *J. Agric. Sci.*, 130: 1-7. DOI: 10.1017/S002185969700498X
- Zhang B, Horn R, Baumgartl T. 2001. Mechanisms of aggregate stabilization of Ultisols from Subtropical China. *Geoderma.*, 99: 123-145.
- Zhang B, Horn R, Hallett PD. 2005. Mechanical resilience of degraded soil amended with organic matter. *Soil Sci. Am. J.*, 69: 864-871. doi:10.2136/sssaj2003.0256;