

## Kayısı Bahçelerinde Uygulanan Değişik Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprağın Penetrasyon Direnci ve Hacim Ağırlığı Üzerine Etkileri

Sezai ŞAHİN<sup>1</sup>

Ali AYBEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Malatya

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kahramanmaraş  
ssahin@yahoo.com

### Öz

Bu çalışma Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan 10x10 m aralık ve mesafedeki Hacihaliloğlu kayısı çeşidi bahçesinde 2017 yılında yürütülmüştür. Uygulanan değişik toprak işleme yöntemlerinin toprağın penetrasyon direnci, hacim ağırlığı ve nem değişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada altı farklı toprak işleme yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemler; ilkbahar döneminde azaltılmış toprak işleme uygulaması (A), ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde azaltılmış toprak işleme uygulaması (B), toprak işlemez yöntem (C), toprak işlemez ağaç talaşı malçlama yöntemi (D), toprak işlemez bitki sap-saman malçlama yöntemi (E) ve kontrol (F) uygulamalarıdır. Deneme 4 tekerrürlü ve her tekerrürde iki ağaç olarak planlanmıştır. Toprak penetrasyon direnci, hacim ağırlığı ve nem ölçümleri 0-15 ve 15-30 cm toprak derinliğinde gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; derinlik arttıkça penetrasyon direnci değerleri artmaktadır. Bu artış oranı E uygulamasında %106.11 ile en yüksek olurken, B uygulamasında %2.97 ile en düşük olmuştur. Kök gelişimi için kritik değer olarak kabul edilen 1.5 MPa değerinin 5-10 cm derinlikten sonra yer yer aşıldığı görülmüştür. Toprak işleme uygulamalarının toprak hacim ağırlığına etkisinin istatistiksel olarak  $P < 0.05$  seviyesinde önemli olduğu ve derinliğin ise istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca; 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerde ölçülen hacim ağırlığı değerleri karşılaştırıldığında, toprak işleme uygulamaları arasındaki farklılığın 15-30 cm derinlikte  $P < 0.05$  seviyesinde önemli ve 0-15 cm derinlikte ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Hacim ağırlığı değerleri genel olarak yüzeysel derinlikte daha düşük bulunmuştur. C uygulamasında sınır değerlerin aşıldığı görülmüştür. Toprak işleminin yapılmadığı C, D ve E uygulamalarında elde edilen hacim ağırlığı değerleri daha yüksek bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kayısı bahçesi, toprak işleme, penetrasyon direnci, hacim ağırlığı

### The Effects on The Soil Penetration Resistance and Bulk Density of Different Soil Tillage Methods Applied on Apricot Orchards

#### Abstract

This study was carried out in the orchards of Hacihaliloğlu apricot variety within 10x10 m range and distance included in Malatya Apricot Research Institute in 2017. The effect on soil penetration resistance, bulky density and moisture change of applied different tillage methods are intended to determine. Six different tillage methods were applied in the study. These methods are applications to reduced tillage application in spring (A), reduced tillage application in spring and autumn (B), non-tillage method (C), method of mulching wood shavings without tillage (D), plant stalk-straw mulching method without tillage (E) and control (F). The trial is planned as 4 repeats and two trees per repeats. Soil penetration resistance, bulky density and hygrometer were performed at 0-15 and 15-30 cm soil depth. According to the result of the analysis, it is found that when the dept increase, resistant of the penetration increase. The highest increase ratio was found as 106.11% at the application E while the lowest ratio was 2.97%. It has been observed that 1.5 MPa value, which is accepted as the critical value for root development, has been exceeded in places after 5-10 cm depth. It was determined that the effect of soil tillage applications on soil volume weight was statistically significant at  $P < 0.05$  level and depth did not have a statistically significant effect. When comparing the volume weight values measured at depths of 0-15 cm and 15-30 cm, the difference between soil cultivation applications was determined to be significant at the level  $P < 0.05$  between 15-30 cm depth and statistically insignificant between 0-15 cm depth. Bulk density values were generally lower at superficial depth. Limit values were exceeded in the application C. The bulk density values obtained in the applications C, D and E without soil cultivation were higher.

**Keywords:** Apricot garden, soil cultivation, penetration resistance, bulk density

## Giriş

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.), ülkemizin önemli ihraç ürünlerinden biri olup, dünya genelinde yaklaşık 568 000 ha alanda 4 milyon ton kayısı üretimi yapılmaktadır. Dünya yaş kayısı üretiminde, Türkiye uzun yıllar itibari ile birinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2016a). Türkiye’de 125 755 ha alanda, 750 000 ton yaş kayısı üretimi yapılmakta olup, bunun yaklaşık 400 000 tonu Malatya’da üretilmektedir (Anonim, 2016b). Malatya ekonomisi açısından önemli bir tarımsal ürün olan kayısının, üretim sürecinde yeni bahçe tesisi ile başlayıp her yıl düzenli olarak yapılan toprak işleme, gerek maliyeti gerekse işgücü gereksinimi ile önemli bir tarımsal faaliyettir. Kayısı üretim maliyetinin önemli bir kısmını oluşturan toprak işleme, yanlış yapıldığında toprak erozyonundan maddi kayba uzanan birçok olumsuzluğa sebep olmaktadır.

Tarımsal üretim sırasında bir çok gider söz konusu olmakla birlikte, toprak hazırlığından ürün hasadına kadar geçen zamanda toplam tarımsal üretim girdilerinin yaklaşık %40-50’sini mekanizasyon giderleri oluşturmaktadır (Ruiyin ve ark., 1999; Sümer ve ark., 2010; Polat ve Manavbaşı, 2012).

Tarım işletmelerinde, verimliliği artırabilmek ve sürdürülebilir bir üretim yapabilmek için kullanılan yöntemlerin; çevreye, doğaya ve en önemli üretim materyali olan toprağa zarar vermeden uygulanması gerekmektedir. Toprakla en çok temas kurulan ve toprağın fiziksel özelliklerini en çok etkileyen faaliyet toprak işleme olduğundan dolayı tarımsal faaliyet yapılırken uygun toprak işleme yöntemlerinin kullanılması elzemdir. Bu yüzden günümüzde yalnızca yapılan tarımsal üretimin karlılığı düşünülmemeli, aynı zamanda çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları da dikkate alınmalıdır (Berkman, 1996).

Toprak işlemenin amacı; toprak verimliliğini korumak, erozyonu azaltmak, toprak sıkışıklığını önlemek, topraktaki flora ve faunanın korunması ile çeşitliliğin korunmasını sağlamaktır (Önal, 1995; Aykas ve Önal, 1999). Tarımsal işletmelerde uygun toprak işleme yönteminin belirlenerek üretim işlerinin zamanında tamamlanması, işletmeler için en kritik kararlardandır. Aşırı toprak işlemenin, toprağın organik madde içeriğini azalttığı, yüzey artıklarının yetersizliğinden dolayı rüzgâr ve su erozyonunun oluşma ihtimalini arttırdığı, tarla trafiğinden dolayı toprakta sıkışmaya neden olduğu ve tohum yatağı hazırlığı için gerekli, makine, yakıt ve iş gücü giderlerini yükselttiği bilinmektedir.

Tarımsal üretim yapılan alanlarda farklı toprak işleme sistemleri görülebilmektedir. Bunlar sırası ile (i) Geleneksel toprak işleme (bir ürünün yetiştirilmesinde bölgede yaygın olarak gerçekleştirilen toprak işleme uygulamaları), (ii) Azaltılmış toprak işleme (toprağın gerekli olabilecek en az düzeyde işlenme uygulaması), (iii) Korunmalı toprak işleme (toprak yüzeyinin en az %30’nun ön bitkiye ait artıklarla kaplandığı toprak işleme sistemi), (iv) Toprak işlemesiz sistem-Malçlama (korunmalı toprak işleme uygulaması olan bu sistemde toprak, ekimden hasada ve hasattan ekime kadar bozulmadan bırakılan sistemler) yöntemidir (Kirişçi, 2001).

Koruyucu toprak işleme uygulamalarının hava kirliliği üzerine olumlu etkileri vardır. Kulaklı pullukla toprak işlemede eşdeğer karbon emisyonu 13.4-20.1 kg CE/ha arasında değişirken, tarla kültüratörün kullanımında bu değer 3.0-8.6 kg CE/ha, döner çapa makinesinde ise 1.2-2.9 kg CE/ha’a düşmektedir (Sezer, 2014).

Diskaro, diskli tırmık, rototiller ve çizelin kullanıldığı bir çalışmada ise, çizelin 15 günlük ölçüm içinde en fazla CO<sub>2</sub> çıkışını gösteren uygulama olduğu (toprak işlemesize göre 74 gCO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup> daha fazla) tespit etmiştir (Scala ve ark., 2001). Reicosky ve Archer (2007), pullukla farklı derinliklerde toprak işlemenin CO<sub>2</sub> çıkışına etkilerini belirledikleri çalışmalarında; işleme derinliği artışı ile CO<sub>2</sub> çıkışının arttığını tespit etmişlerdir.

Yoğun toprak işleme, organik madde mineralizasyonunu ve bitki kalıntılarının karbondioksit dönüşümünü hızlandırarak atmosfere salımı ile sera etkisine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Toprağın yoğun olarak işlenmesinden kısa süre sonra topraktaki karbon, karbondioksit olarak hızlı bir şekilde kaybolmaktadır. Karbondioksit miktarı toprak işlemenin yoğunluğu ile doğrudan ilgilidir. Sadece pullukla işlenen bir buğday tarlasında sürümden 19 gün sonra kaybolan karbonun toplamı, sürülmeyen tarladan kaybolandan beş kat daha fazladır. Aslında, topraktan kaybolan karbon bir önceki sezonda bitki kalıntılarının tarlada bırakılmasıyla ilave edilen miktara tekabül etmektedir. Fosil yakıtları karbondioksitin ana üreticisi olduğu bilinmekte ve koruyucu toprak işlemenin yaygın adaptasyonunun dünya çapında fosil yakıt emisyonunun %16 kadarını dengeleyeceği tahmin edilmektedir (Koçyiğit, 2008).

Geleneksel toprak işleme uygulamalarında aşırı toprak işleme birçok olumsuz etkiyi beraberinde getirir. Bunlardan bir tanesi, aşırı tarla trafiğinden dolayı oluşan toprak sıkışmasıdır. Toprak sıkışması toprağın hacim ağırlığının artmasına yol açtığı gibi aynı zamanda ısı kapasitesini ve ısı iletimini değiştirerek bitki büyümesine dolaylı olarak olumsuz etki eder. Yine toprak sıkışması, topraktaki organik maddeden mineralize olan gıda miktarını azaltmaktadır. Toprağın fazla sıkışması ve çok nemli ortam nedeniyle atmosferden oksijen alımı azalmakta, böylece bitki kök bölgesinde oksijen konsantrasyonu azalırken karbondioksit konsantrasyonu artmaktadır. Bu durum devam ettiği takdirde kök bölgesinde aneorobik bir ortam oluşmakta ve kök gelişimi yavaşlamaktadır. Toprakta hava ile dolu boşlukların oranı %10'un altına indiğinde ise köklerin gelişmesi durmaktadır. Ayrıca toprak sıkışıklığı belirli bir değeri aştığında bitki köklerinin sıkışmış tabakaya penetrasyonu tamamen kaybolmaktadır. Yapılan bir araştırmada; 10 bar sıkıştırma basıncında pamuk köklerinin ancak %35'inin sıkışmış katmanı geçtiği, 25 bar'da ise köklerin penetrasyon yeteneğinin tamamen durduğu görülmüştür (Önal, 1981).

Toprak işlemede bir diğer önemli hususta erozyonla oluşan toprak kayıplarıdır. Bu konuda yapılan çalışmalarda Türkiye'de farklı nedenlerle toplamda erozyonla her yıl 500 milyon ton toprak ve bu topraklarla birlikte yaşamın yapı taşı olan karbonda azımsanmayacak ölçüde kayıpların olduğu vurgulanmaktadır (Özdemir, 1995; Sarı, 2014). Türkiye'de, 1 km<sup>2</sup> alandan oluşan ortalama yıllık toprak kaybı; Avrupa'da oluşan kaybın 10 katı, Avustralya'da oluşan kaybın 3 katı ve Amerika'da oluşan kaybın 2 katıdır. Dünyada kişi başına düşen erozyonla yitirilen toprak miktarı yılda 4 ton iken, ülkemizde 10 tondur (Özdemir, 1995; Doğan, 2011).

Ülkemizde yapılan araştırmalar geleneksel toprak işleme sisteminde tarla toprağının %90'ının tarla trafiğine maruz kaldığını göstermektedir. Dünyada tarım alanlarının %40'ı su ve rüzgâr erozyonu etkisi altında yanlış ve bilinçsiz toprak işleme sonucu erozyona uğramaktadır. Bu şekilde 150 ton/ha'lık bir toprak kaybı meydana gelmiş, yaklaşık 75 milyar ton toprak yüzey akışıyla taşınmış ve 9 milyon ha'a yakın bir tarımsal alan yok olmuştur (Öztürk, 1994).

Bu kayıpları engellemenin en doğal yolu toprağı devirmeden işlemek, işlem sayısını azaltmak ve toprak yüzeyini mümkün olduğu kadar bitki örtüsü ile kaplı bırakmaktır. Alt-üst edilmemiş bir toprakta bitki artıkları zamanla toprağın üzerinde bir malç tabakası oluşturmaktadır. Malçlı toprak işlemenin temel felsefesi tüm yıl boyunca toprak yüzeyini bitki artıkları veya bitkiyle kaplı tutarak kaymak tabakası oluşumunu önlemek, filiz çıkış sorunlarını ve erozyonu azaltmaktır. Bu amaçla çizel, tarla kültivatörü, diskli tırmık gibi aletler kullanılır. Bu tabaka toprak mikroorganizmaları için yaşam alanı oluştururken, yüzeydeki nemin ve sıcaklığın devamlılığını sağlayacak ve toprağı yağmur ve rüzgârın fiziksel etkilerinden koruyacaktır (Önal, 1995).

Yapılan tahminlere göre önümüzdeki 75 yıl içinde tarım arazilerinin sadece %10 arttırılabileceği, buna karşın dünya nüfusunun iki katına çıkacağı öngörülmektedir. Dünya nüfusundaki bu artışın büyük bir kısmının, tuzluluğun çok yaygın olduğu dünyanın yarı kurak ve kurak bölgelerinde olması konunun ciddiyetini daha da arttırmaktadır. Artan tuzluluk; tarım alanı sınırlarının marjinal kurak alanlara ilerlemesi, yanlış toprak ve su yönetimine bağlı olarak hem kurak hem de sulanan alanlarda toprak verimliliği ve tarımsal üretim üzerine olumsuz bir etki yapmaktadır (Ghassemi ve ark., 1995).

Malatya ve çevresinde kayısı yetiştiriciliğinde geleneksel olarak sonbaharda pullukla derin sürüm, ilkbaharda kültivatör ile ikincil işleme ve Mayıs-Eylül ayları arasında yabancı ot ile mücadele için 2-5 defa toprak işleme uygulaması yapılmaktadır. Bu yöntemde tarla trafiğinden dolayı toprak sıkışması, pulluk taban sertliği, toprak erozyonu, toprak granül yapısının bozulması, çevre kirliliği, zaman kaybı, maddi kayıplar gibi literatürlerde belirtilen birçok olumsuzluklar meydana gelmektedir. Geleneksel toprak işleme uygulamaları yerine koruyucu toprak işleme uygulamalarının yaygınlaştırılabilmesi için hangi toprak işleme yönteminin daha uygun olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmanın hipotezi koruyucu toprak işleme uygulamalarından bir tanesinin geleneksel yöntemle göre toprak sıkışmasını azaltacağı ve buna bağlı olarak da toprak hacim ağırlığında düşüşler sağlanacağı üzerinedir. Çalışma, kayısı bahçesi için uygun olabilecek ve üreticiler için uygulanabilirliği olan bir koruyucu toprak işleme yönteminin belirlenmesini hedeflemektedir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışma, Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü deneme alanında bulunan 10x10 m aralıklarla kurulu, 17 yaşındaki Hacihaliloğlu çeşidi kayısı bahçesinde 2017 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı 10 194 m<sup>2</sup> olup toprak derinliği 190 cm, düze yakın topografyada yer almakta, killi-tın bünyeye sahip toprak yapısında, toprakları tuzluluk yönünden tuzsuz, çok kireçli ve hafif alkali özelliindedir. Topraktaki potasyum, magnezyum ve fosfor içeriği yüksek; organik madde ve azot içeriği yeterlidir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme alanının toprak özellikleri

Toprak parametreleri	Ölçüm değeri	Sınıflandırma
Kil (%)	38.0	
Kum (%)	35.0	Killi tın
Silt (%)	27.0	
pH	7.51	Hafif alkali
Tarla kapasitesi, (g/g, %)	19.08	
Solma noktası, (g/g, %)	9.56	
EC (mmhos/cm)	0.36	Sorunsuz
Kireç (%)	56.6	Çok yüksek
Organik madde (%)	3.19	Yeterli
Azot (%)	0.17	Yeterli
P (mg/kg)	249.5	Çok yüksek
K (mg/kg)	289.2	Yüksek
Mg (mg/kg)	445.6	Yüksek

Çalışmada kullanılan traktör ve teknik özellikleri Şekil 1’de verilmiştir.



Teknik özellikler	Değeri
Markası	Erkunt
Tipi	Servet 80.4 (4WD) bahçe tipi
Azami tork devri (d/d)	1400
Net ağırlık (kg)	3350
Motor gücü (BG)	80.4
Silindir sayısı	4
Motor devri (d/d)	2200
Kuyruk mili devri (d/d)	540
Yakıt deposu (L)	70
Ön tekerlek	280/70R 20
Arka tekerlek	380/70R 28

Şekil 1. Denemede kullanılan traktör ve teknik özellikleri

Çalışmanın sadece geleneksel toprak işleme uygulaması yapılan F uygulamasında kullanılan kulaklı pulluğa ait teknik özellikler Şekil 2’de verilmiştir.



Teknik özellikleri	Değeri
Tipi	Asılır kulaklı pulluk
Ağırlığı (kg)	420
İş genişliği (cm)	150
İş derinliği (cm)	20
Gövde sayısı (adet)	5
Şasi yüksekliği (cm)	60
Gövde arası mesafe (cm)	51

Şekil 2. Denemede kullanılan kulaklı pulluk ve teknik özellikleri

Asılır tipteki yaylı ayak tipi ve  $25 \pm 5$  cm iş derinliğine sahip olan kùltivatör sadece ilkbahar döneminde azaltılmış toprak işleme uygulaması, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde azaltılmış toprak işleme uygulaması ve geleneksel toprak işleme uygulamalarında kullanılmıştır. Denemede kullanılan kùltivatörün teknik özellikleri Şekil 3’de verilmiştir.



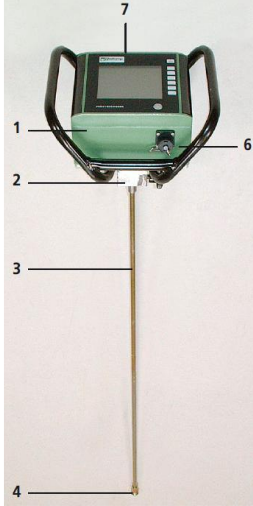
Teknik özellikleri	Değeri
Tipi	Asılır
Ağırlığı (kg)	540
Ayak sayısı (adet)	11
İş genişliği (cm)	275
Yükseklik (cm)	120
Toplam iş derinliği (cm)	25

Şekil 3. Denemede kullanılan kùltivatör ve teknik özellikleri



Şekil 4. Toprak örneği alma seti

Deneme alanı toprağın hacim ağırlığı ve gravimetrik nem içeriğini belirlemek amacıyla bozulmamış toprak örneği almak için 100 cm<sup>3</sup> hacminde çelik silindir kaplar kullanılmıştır. Ayrıca çelik silindirlerin toprağa çakılma işlemi için çakma aparatından yararlanılmıştır (Şekil 4).



- (1) Penetrometre
- (2) Kuvvet sensörü
- (3) Ölçüm çubuğu
- (4) Konik uç
- (5) Referans plakası
- (6) Bağlantı noktası
- (7) GPS anteni

Şekil 5. Denemede kullanılan Eijkelkamp marka konik toprak penetrometresi

Toprağın penetrasyon direncini tespit etmek amacıyla ölçüm sınırı 10 MPa olan Dijital ‘Toprak Penetrometresi’ kullanılmıştır (Şekil 5). Ayrıca kullanılan penetrometre 1 cm<sup>2</sup> ile 5 cm<sup>2</sup>’lik 4 konik uçla, her bir cm’de toplam 80 cm toprak derinliğine kadar ölçüm yapabilme özelliğine sahiptir. Çalışmada 60°’lik tepe açılı 1 cm<sup>2</sup>’lik yüzey alanına sahip uç kullanılmıştır.

Denemede kullanılan penetrometre, LCD ekran, kontrol paneli, dik düzlem plakası ve veri kaydedici parçalardan oluşmaktadır. Penetrometrenin güç kaynağı iki bataryadan sağlanmaktadır. Denemede kullanılan penetrometreye ait diğer teknik özellikler Çizelge 2’de verilmiştir.

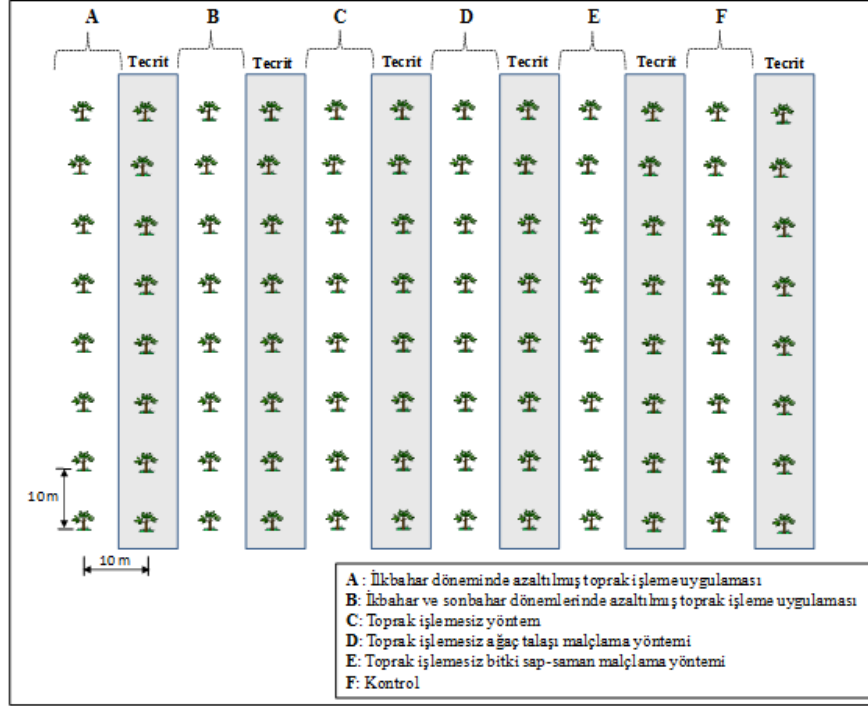
Çizelge 2. Çalışmada kullanılan penetrometrenin teknik özellikleri

Teknik özellik	Değer
Çalışma sıcaklığı (°C)	0 – 50
Penetrometre ağırlığı (kg)	3.4
Setin ağırlığı (kg)	15.5
Hafıza (adet)	15
Penetrasyon ölçüm aralığı (MPa)	0-10
Kuvvet hassasiyeti (N)	1
Derinlik kaydı (cm)	80
Derinlik hassasiyeti (cm)	1

Deneme alanından alınan bozulmamış toprak örneklerinin nem içeriğini belirlemek amacıyla Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü laboratuvarında bulunan kurutma fırını kullanılmıştır.

## Yöntem

Deneme, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 2 ağaç olacak şekilde ‘Tesadüf Blokları Deneme Deseni’ne göre yapılmıştır. Çalışmada oluşturulan parsel konuları arasında tecrit sıraları bırakılmıştır. Her bir parsel alanı 200 m<sup>2</sup> olup toplam deneme alanı 200 m x 24 m = 4800 m<sup>2</sup>’dir. Deneme uygulama planı Şekil 6’de verilmiştir.



Şekil 6. Deneme konularının şematik gösterimi

Çalışmada 6 farklı toprak işleme uygulaması ele alınmış ve oluşturulan konu uygulamaları aşağıda verilmiştir. Toprak işleme uygulamalarına ağaçlardan önce ve sonra 5 metre daha devam edilmiştir.

**(A) İlkbahar döneminde azaltılmış toprak işleme uygulaması:** İlkbahar döneminde sıra üzerindeki yoğun otlı bölgeler (ağaç taç izdüşümü) motorlu tırpanla biçilmiş ve çapa makinesi yardımıyla yüzeysel toprak işleme yapılmıştır. Sıra arası alanlar ise aynı dönemde kültivatörle işlenmiştir. Sezon sonuna kadar yabancı otlar 15 cm boylanınca motorlu el tırpanı ile 2. defa biçilmiştir. Ayrıca, çalışmadan elde edilen yabancı otlar toprak işlemez bitki sap-saman malçlama yöntemi olan E uygulamasında kullanılmıştır.

**(B) İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde azaltılmış toprak işleme uygulaması:** Çalışmanın bu konusunda ilkbahar döneminde azaltılmış toprak işleme uygulamasında (A) yapılan işlemler tekrarlanmış ve ayrıca sonbaharda sıra aralarında kültivatörle ikinci bir sürüm yapılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde azaltılmış toprak işleme uygulaması

**C) Toprak işlemez yöntem:** Bu uygulamada toprak işleme yapılmamış; bitki taç izdüşümü ve sıra arası Mayıs'ın ilk haftasında yabancı otların aktif büyüme döneminde yabancı ot ilacı (441g/L Glyphosate Potasyum tuzu) ile 300 mL/da dozunda ilaçlanmıştır (Şekil 8). Yabancı otlar 10-15 cm boylanınca ot biçme makinesi ile sezon sonuna kadar 4 defa biçilmiştir.



Şekil 8. Herbisit kullanımı uygulaması herbisit uygulamasından 20 gün sonraki görünüm

**(D) Toprak işlemez ağaç talaşı malçlama yöntemi:** Bu uygulamada bitki taç izdüşümündeki yabancı otlar biçildikten sonra ağaç taç izdüşümü alanına yaklaşık 1.5-2 cm kalınlığında ağaç talaşı serilmiştir (Şekil 9). Çalışmada ağaç taç izdüşümü alanının malçlama yapılarak yabancı otlarla mücadele edilmesi ve sulama suyunun buharlaşarak toprak bünyesinden uzaklaşmasının engellenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 9. Toprak işlemez ağaç talaşı malçlama yönteminden görünüm

**(E) Toprak işlemez bitki sap-saman malçlama yöntemi:** İlkbahar döneminde azaltılmış toprak işleme uygulaması olan A uygulanmasından elde edilen yabancı otlar oluşturulan parseldeki ağaçların taç izdüşüm alanına serilerek malçlama yapılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Toprak işlemez bitki sap-saman malçlama yönteminden görünüm

Sıra arası hiçbir toprak işleme yapmadan motorlu ot biçme makinesi ile biçilmiştir. Daha sonra sezon boyunca yabancı otlar yaklaşık 15 cm boylanınca yine D uygulamasında olduğu gibi dört defa motorlu ot biçme makinesi ile biçilmiştir. Bu sistemde de D uygulamasında olduğu gibi sulama suyunun toprak yüzeyinde buharlaşması ve yabancı ot çıkışının engellenmesi amaçlanmıştır.



**(F) Kontrol geleneksel yöntem:** Çalışmada bölgede kullanılan klasik uygulamalar dikkate alınmıştır. Uygulama parselleri ilkbahar ve sonbaharda kulaklı bahçe pulluğu ile işlenmiş ve birkaç gün aradan sonra kültivatörle ikinci toprak işleme yapılarak pulluk izleri düzeltilmiştir. Aynı işlem sonbaharda tekrarlanarak işlem tamamlanmıştır (Şekil 11). Çalışma boyunca yabancı otlar 15 cm boylanınca motorlu el tırpanı ile 2 defa biçilmiştir. İşleme sırasında traktör ile ulaşılamayan ağaç gövdesine yakın bölge, el çapa motoru veya bel ile işlenmiştir.



Şekil 11. Geleneksel sistem (kontrol) uygulamasından görünüm

Çalışmada her 2 kayısı ağacı bir tekerrür olarak dikkate alınmış ve her tekerrür içerisinde ağaçların ortasına denk gelecek şekilde üç noktadan 30 cm derinliğe kadar penetrometre ile toprak sertliği ölçümleri gerçekleştirilmiştir. (Eijkelkamp, 1990). Penetrasyon ölçümlerine 20 Eylül 2016 tarihinde başlanmış ve her uygulama parselinin 12 farklı noktasında yapılmıştır. Toplam 72 adet ölçüm yapılmıştır. (Şekil 12).



Şekil 12. Penetrasyon direnci ölçme işlemi



Şekil 13. Deneme alanının Google Earth görüntüsü ve ölçüm noktaları

Şekil 13’de sarı noktalar ağaçların olduğu bölge olup verim ve sulama noktalarını göstermekte, mavi noktalar penetrasyon ölçüm noktalarını, pembe noktalar ise nem ve hacim ağırlığı için örnek alınan noktaları göstermektedir.

Penetrometre her 1 cm’de bir ölçüm yapmakla birlikte veriler değerlendirilirken 0-15 cm derinlik ve 15-30 cm derinlik için iki ortalama değer kullanılmıştır. Elde edilen bu verilerin sonuçları; derinlik, uygulamalar ve derinlik x uygulama interaksiyonu dikkate alınarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Toprak taban taşı oluşumundan, ağaç kök yapısının yoğunluğu ve değişik zamanlardaki yoğun tarla trafiğinden (hasat makinaları ve traktörle ürün taşıma esnasındaki hareketlilik) dolayı daha fazla derinliğe ulaşamamıştır. Penetrasyon direnci ölçüm noktaları, toprak nem içeriği ve hacim ağırlığı ölçüm noktaları, verim ve sulama ölçüm noktaları Şekil 14’de verilmiştir.

Deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneği alımlarında Petersen ve Calvin (1965)’de verilen esaslardan yararlanılmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri, araziye temsil edecek şekilde her uygulama için 3 ayrı noktadan ve toplamda 18 noktadan Hollanda tipi burgu yardımı ile alınarak karıştırılmıştır (Şekil 14). Elde edilen karışım Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü toprak laboratuvarında analiz edilmiş ve toprağın bazı fiziksel (toprak penetrasyon direnci, toprak nemi ve hacim ağırlığı) ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir.



Şekil 14. Deneme alanından bozulmamış toprak örneği alma işlemi

Alınan örnekler tartılarak etüvde 105 °C’de ağırlık değişimi duruncaya kadar kurutulmuş ve kurutma işleminden sonra tekrar tartılmıştır (Vepraskas ve Wagger, 1989). Elde edilen sonuçlar; derinlik, uygulamalar, derinlik x uygulama interaksiyonu dikkate alınarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Toprak örneklerinin hacim ağırlığı Eşitlik 1’den, nem içeriği ise Eşitlik 2’den yararlanılarak belirlenmiştir (Bawer ve ark., 1972; Demiralay, 1993).

$$A_s = \frac{W_k}{V} \quad (1)$$

$$P_w = \left( \frac{W_y - W_k}{W_k} \right) \times 100 \quad (2)$$

Eşitlikte,  $A_s$ : Hacim ağırlığı ( $g/cm^3$ );  $W_k$  : Toprağın kuru ağırlığı (g),  $V$ : Örnek silindirin hacmi ( $100 cm^3$ );  $P_w$ : Toprağın kuru ağırlık esasına göre nem içeriği (%);  $W_y$  : Toprağın yaş ağırlığı (g)’dir.

Çalışmada elde edilen veriler kullanılarak uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önem derecesini belirlemek için varyans analizi ( $P < 0.05$ ) seviyesinde ve ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için çoklu karşılaştırma testi (Duncan) yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Toprak penetrasyon direnci

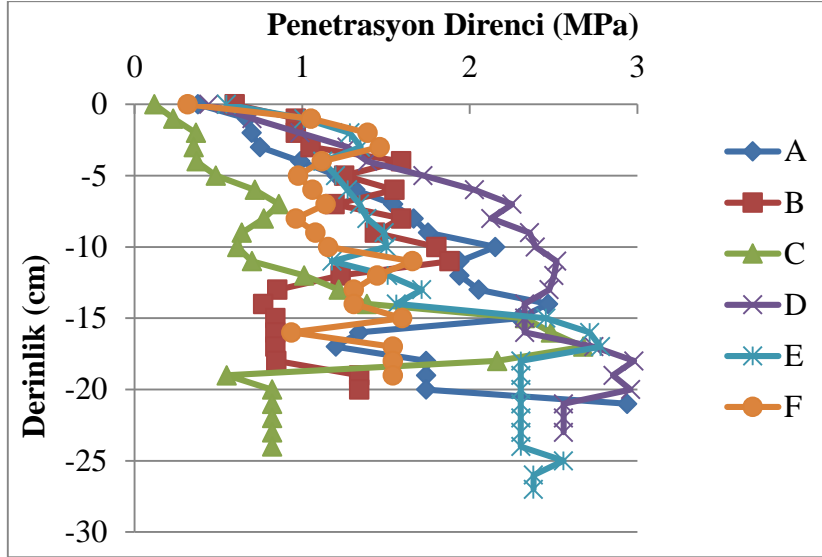
Çalışmada uygulamalara ait penetrasyon direnci ölçümleri 6 Ekim 2016 tarihinde yapılmıştır. Çalışma alanında hasat da dahil olmak üzere yoğun bir tarla trafiğinin yapıldığı tarih dikkate alınmıştır. Ayrıca, penetrasyon direnci ölçümleri trafik izleri dikkate alınmadan yapıldığından uygulamalar arasındaki farklılıklar meydana gelmektedir. Özellikle toprak işlemenin yapılmadığı C uygulamasında ölçülen penetrasyon direnci değerlerinin, toprak işlemenin olmadığı diğer uygulamalar olan D ve E uygulamasına göre daha düşük olması bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Toprak işleme sistemlerinin derinliğe bağlı penetrasyon direnci ölçüm değerleri Çizelge 3’de ve değişimi Şekil 15’te verilmiştir.

**Çizelge 3.** Uygulamalara ait ortalama penetrasyon direnci değerleri (MPa) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Toprak işleme uygulama konuları	Penetrasyon direnci (MPa)		Ortalama penetrasyon direnci* (MPa)
	0-15 cm*	15-30 cm	
A	1.53 ab	1.95	1.71 ab
B	1.01 bc	1.04	1.02 c
C	0.89 c	1.74	1.31 bc
D	1.89 a	2.53	2.21 a
E	1.31 abc	2.70	1.90 a
F	1.24 bc	1.54	1.30 bc
Ortalama	1.36	2.15	

\*Sütunda aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P < 0.05$  düzeyinde farklılık yoktur.

Yapılan ölçümler sonucunda 0-15 cm toprak derinliği için ortalama penetrasyon direnci değerleri 0.89-1.89 MPa ve 15-30 cm toprak derinliği için ise 1.04-2.70 MPa değerleri arasında ölçülmüştür. Ölçüm sonucunda penetrasyon direnci değerlerine bakıldığında toprak işleme uygulamaları  $D > E > C > F > A > B$  şeklinde sıralanmıştır. En yüksek ortalama penetrasyon direnci değeri toprak işlenmesiz ağaç talaşı malçlama uygulamasında (D) elde edilirken, toprak işlemenin yapılmadığı E uygulaması ile arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Çalışmada toprak derinliği arttıkça penetrasyon direnci değerlerinin arttığı belirlenmekle birlikte, bu durum 30 cm derinlik sonrası ölçüm yapılamaması sebebiyle tam olarak ortaya konamamıştır. Bahçelerde etkili kök derinliğinde ölçüm yapılması gerektiği bilinmekle birlikte bahçe toprak katmanlarının aşırı sert tabaklara sahip olması sebebiyle, mevcut cihazla 30 cm altında ölçüm yapılamamıştır. Ölçüm alınabilen 0-30 cm derinlikte, derinliğe bağlı olarak penetrasyon direnci artış değerleri E uygulamasında %106.11 ile en yüksek olurken, B uygulamasında %2.97 ile en düşük olduğu saptanmıştır. 0-15 cm derinlikte ölçülen değerler incelendiğinde toprak işleme uygulamalarının  $D > A > E > F > B > C$  şeklinde sıralandığı ve bu sıralamanın 15-30 cm derinlikte ise  $E > D > A > C > F > B$  şeklinde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 15. Toprak işleme uygulamalarına ait toprak derinliğine göre penetrasyon direnç değişimi

Çalışmada toprak işleme uygulamalarında ve 2 farklı toprak derinliğinde (0-15 cm, 15-30 cm) ölçülen penetrasyon direnci değerleri arasında yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde, toprak işleme uygulamaları ve derinliğin penetrasyon direnci üzerine etkisi  $P < 0.01$  seviyesinde istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada toprak işleme uygulamaları arasındaki farklılığı görmek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (Çizelge 3); 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerde ölçülen penetrasyon direnci değerlerini karşılaştırmak için de Tek Yönlü Varyans analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda toprak işleme uygulamaları arasındaki farklılığın 0-15 cm derinlikte  $P < 0.05$  seviyesinde önemli ve 15-30 cm derinlikte ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çalışmada elde edilen penetrasyon direnci değerler varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Sig.
Uygulama	4.855	5	0.971	5.041**	0.002**
Derinlik	2.496	1	2.496	12.958**	0.016*
Uygulama x Derin	1.438	5	0.288	1.493**	0.064
Hata	4.430	23	0.193		
Toplam	113.867	35			

\* İstatistiksel olarak  $P < 0.05$  seviyesinde önemli

\*\* İstatistiksel olarak  $P < 0.01$  seviyesinde önemli

Ortalama penetrasyon direnci değerlerine bakıldığında, ölçülen değerler her iki derinlikte de bitki büyümesini engelleyen sınırı oluşturan 3 MPa (Busscher ve Sojka, 1987; Hakansson ve Lipiec, 2000) değerinin altındadır. Bununla birlikte; kök gelişimi için kritik değer olarak kabul edilen 1.5 MPa (Yavuzcan, 1998) değerinin 5-10 cm derinlikten sonra yer yer aşıldığı görülmektedir. Ehlers ve ark. (1983), geleneksel olarak işlenmiş topraklarda kök gelişimini sınırlandıran penetrasyon direnci değerinin 3.6 MPa olduğunu ve işlenmemiş topraklarda bu değer yaklaşık 5 MPa olduğunu belirtmektedirler. Bu çalışmada elde edilen değerlerin, bitki büyümesini engelleyen sınır değer olarak kabul edilen 3 MPa’dan daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

### Toprak hacim ağırlığı

Toprak hacim ağırlığı, toprak işleme ile değişebilen toprak özelliğidir ve toprak sıkışmasının ifade edilmesinde kullanılır. Toprak hacim ağırlığı değerleri 6 Ekim 2016 tarihinde 0-15 cm ve 15-30 cm olmak üzere iki farklı derinlikten alınan bozulmamış toprak örnekleri ile belirlenmiştir.

Toprak hacim ağırlığı için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; uygulamaların bu parametre üzerine etkisinin istatistiksel olarak  $P < 0.05$  seviyesinde önemli olduğu ve derinliğin ise istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca; 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerde ölçülen hacim ağırlığı değerlerini karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Toprak işleme uygulamaları arasındaki farklılığın 15-30 cm derinlikte  $P < 0.05$  seviyesinde önemli ve 0-15 cm derinlikte ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Çalışmada elde edilen hacim ağırlığı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Sig.
Uygulama	0.196	5	0.039	3.225*	0.003*
Derinlik	0.050	1	0.050	4.141	0.541
Uygulama x Derin	0.026	5	0.005	0.430	0.865
Hata	0.365	30	0.012		
Toplam	88.249	42			

\* İstatistiksel olarak  $P < 0,05$  seviyesinde önemli

Toprak derinliğinin 0-15 cm'lik kısmında, en yüksek ortalama hacim ağırlığı değeri C uygulamasında ( $1.62 \text{ g/cm}^3$ ) ve en düşük ortalama hacim ağırlığı değeri ise B uygulamasında ( $1.37 \text{ g/cm}^3$ ) elde edilmiştir. Ayrıca, 15-30 cm toprak derinliğinde en yüksek hacim ağırlığı değeri C uygulamasında ( $1.67 \text{ g/cm}^3$ ) belirlenmiştir (Çizelge 6). Hacim ağırlığı değerleri genel olarak yüzeysel derinlikte daha düşüktür. Ortalama olarak en düşük ve en yüksek hacim ağırlığının elde edildiği C ve B uygulamalarında, derinlikle meydana gelen değişim sırasıyla %6.02 ve %9.87 oranlarında gerçekleşmiştir. Hacim ağırlığı değerlerine toprak işleme sistemlerinin etkisini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; uygulamalar arasında yalnızca C uygulaması ayrı bir istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Uygulamalara ait ortalama hacim ağırlığı değerleri ( $\text{g/cm}^3$ ) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Toprak işleme uygulama konuları	Hacim ağırlığı ( $\text{g/cm}^3$ )		Ortalama hacim ağırlığı* (MPa)
	0-15 cm	15-30 cm*	
A	1.35	1.41 b	1.38 b
B	1.33	1.41 b	1.37 b
C	1.52	1.67 a	1.62 a
D	1.44	1.46 b	1.45 b
E	1.41	1.52 ab	1.46 b
F	1.42	1.41 b	1.42 b
Ortalama	1.41	1.48	

\* Sütunda aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P < 0.05$  düzeyinde farklılık yoktur

Pierce ve ark. (1983) ile Fulton ve ark. (1996) yürüttükleri çalışmalarında, bitki kök gelişimini sınırlandıran hacim ağırlığının toprak tekstürü ile değiştiğini, %35-40 kil içeren topraklarda kök gelişimini etkileyen hacim ağırlığının  $1.49 \text{ g/cm}^3$  ve kök gelişimini sınırlayan hacim ağırlığı değerinin ise  $1.58 \text{ g/cm}^3$  olduğunu; Lhotsky ve ark. (1984) ile Badalikova (2010) ise killi-tınlı topraklarda bitkisel üretim için sınır hacim ağırlığı değerinin  $1.40 \text{ g/cm}^3$  olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre; C uygulamasında sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir.

Toprağın işlenmediği direk ekim yönteminde geleneksel toprak işlemeye göre hacim ağırlığı yüksek olmaktadır (Hakansson ve Lipiec, 2000; He ve ark., 2011). (Lampurlanés ve Cantero-Martínez, 2003) direk ekime geçildikten hemen sonraki yıl hacim ağırlığının önemli ölçüde arttığını, bunun nedeninin ise tarla trafiği ve toprak işleme yapılmaması olduğunu, (Fuentes ve ark., 2009) farklı kışlık buğday ve mısır parsellerinde hacim ağırlığının bitki artıklarının uzaklaştırılmadığı ve yüzeyde bırakıldığı toprak işleme yöntemlerinde artıklarının uzaklaştırıldığı yöntemlerden daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir (Bayram, 2015). Bu sonuçlara benzer şekilde, bu çalışmada genel olarak toprak işlemenin yapılmadığı C, D ve E uygulamalarında elde edilen hacim ağırlığı değerleri daha yüksek bulunmuştur.

### **Toprak nem içeriği**

Toprak nem içeriği değerleri 6 Ekim 2016 tarihinde 0-15 cm ve 15-30 cm olmak üzere iki derinlikte belirlenmiştir. Nem içeriği değerlerine toprak işleme sistemleri ve derinliğin etkisini belirlemek için varyans analizi ve yöntemler arasındaki farklılığı karşılaştırmak için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır (Çizelge 7, 8). Varyans analizi sonuçlarına göre; uygulamaların ve derinliğin istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca; 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerde ölçülen nem içeriği değerlerini karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi yapılmış ve her iki derinlikte de uygulamalar arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Çalışmada elde edilen nem içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Sig.
Uygulama	4.500	5	0.900	0.232	0.250
Derinlik	4.656	1	4.656	1.198	0.623
Uygulama x Derin	6.521	5	1.304	0.336	0.626
Hata	112.679	26	3.885		
Toplam	12159.998	41			

Ortalama nem içeriği değerleri 0-15 cm derinlikte %16.35–17.80 ve 15-30 cm derinlikte %16.98–18.34 değerleri arasında değişmektedir. Ortalama nem içeriği değerlerine bakıldığında toprak işleme uygulamaları D>E>A>C>B>F şeklinde sıralanmıştır. Bu sıralama, 0-15 cm derinlikte E>D>C>A>E>B ve 15-30 cm derinlikte ise E>A>D>C>B>F şeklindedir. Uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmamasına rağmen özellikle 0-15 cm derinlikte toprak işlemesiz uygulamalarda nem içeriğinin daha yüksek olması toprak nem muhafazası açısından önemlidir (Çizelge 8).

**Çizelge 8.** Uygulamalara ait ortalama toprak nem içeriği değerleri (%) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Toprak işleme uygulama konuları	Toprak nem içeriği (%)		Toprak nem içerik değeri (%)
	0-15 cm	15-30 cm*	
A	16.55	18.34	17.23
B	16.36	17.14	16.80
C	16.65	17.79	17.09
D	17.30	17.83	17.53
E	17.80	16.98	17.39
F	16.48	17.04	16.76
Ortalama	16.89	17.41	

Anıza ekim uygulamasında nem korunumu daha yüksek olurken, toprağın devrilerek işlendiği uygulamalarda nem kaybı daha fazla olmaktadır (Fuentes ve ark. 2009; Rasaily ve ark. 2012; Salem ve ark. 2015; Copec ve ark. 2015; Bayram, 2015). Bunun yanı sıra toprak neminin toprağın sıkışma durumuna göre değişebileceği, nem ve toprak sıkışması arasındaki ilişkide toprak sıkışmasının porların kalitesini, boyutunu değiştirdiği ve maksimum kapılar su kapasitesini arttırdığı bildirilmektedir (Badalikova, 2010; Özgenlik, 2017; Bayram, 2015).

## Sonuç

Çalışmada Malatya ilindeki kayısı bahçelerinde uygulanan geleneksel toprak işleme sistemleri ile azaltılmış toprak işleme sistemleri ve toprak işlemesiz sistemlerin; toprak penetrasyon direnci, hacim ağırlığı ve nem içeriği yönünden karşılaştırılmıştır.

Toprak penetrasyon direnci açısından incelendiğinde toprak işleme uygulamaları ve derinliğin penetrasyon direnci üzerine etkisi  $P < 0.01$  seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toprak işleme uygulamaları arasındaki farklılığın 0-15 cm derinlikte  $P < 0.05$  seviyesinde önemli ve 15-30 cm derinlikte ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ortalama penetrasyon direnci değerleri 0-15 cm derinlikte en düşük 0.89 MPa ile C uygulaması olurken, en yüksek değer 1.89 MPa ile D uygulamasında elde edilmiştir. Penetrasyon direnci 15-30 cm derinlikte 1.04–2.70 MPa değerleri arasında değişmektedir. Derinlik arttıkça penetrasyon direnci değerleri artmaktadır. Bu artış oranı E uygulamasında %106.11 ile en yüksek olurken, B uygulamasında %2.97 ile en düşük olmuştur. Ortalama penetrasyon direnci değerlerine bakıldığında, ölçülen değerler her iki derinlikte de bitki büyümesini engelleyen sınırı oluşturan 3 MPa değerinin altındadır. Bununla birlikte; kök gelişimi için kritik değer olarak kabul edilen 1.5 MPa değerinin 5-10 cm derinlikten sonra yer yer aşıldığı görülmektedir.

Toprak işleme uygulamalarının, toprak hacim ağırlığına etkisinin istatistiksel olarak  $P < 0.05$  seviyesinde önemli olduğu ve derinliğin ise istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca; 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerde ölçülen hacim ağırlığı değerleri karşılaştırıldığında, toprak işleme uygulamaları arasındaki farklılığın 15-30 cm derinlikte  $P < 0.05$  seviyesinde önemli ve 0-15 cm derinlikte ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. En yüksek ortalama hacim ağırlığı değeri C uygulamasında ( $1.62 \text{ g/cm}^3$ ) ve en düşük ortalama hacim ağırlığı değeri ise A ve B uygulamalarında ( $1.38$  ve  $1.37 \text{ g/cm}^3$ ) elde edilmiştir. 15-30 cm derinlikte de en yüksek hacim ağırlığı değeri C uygulamasında ( $1.67 \text{ g/cm}^3$ ) elde edilmiştir. Hacim ağırlığı değerleri genel olarak yüzeysel derinlikte daha düşüktür. C uygulamasında sınır değerlerin aşıldığı görülmektedir. Toprak işlemenin yapılmadığı C, D ve E uygulamalarında elde edilen hacim ağırlığı değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Toprak nem içeriği açısından incelendiğinde uygulamaların ve derinliğin istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, 0-15 ve 15-30 cm derinliklerde ölçülen nem içeriği değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Yukarıda verilen veriler, yapılan yorumlar ve incelenen literatürler çerçevesinde bahçelerde toprak sıkışmasının ağaç kök, gövde gelişimi ve verimi üzerine etkilerinin incelendiği yeni çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Anonim, (2016a). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim tarihi 02.06.2018).
- Anonim, (2016b). TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. [www.tuik.gov.tr/bitkiselapp](http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp) (Erişim tarihi 02.06.2018).
- Aykas, E., Önal, İ. (1999). Effects of different tillage seeding and weed control methods on plant growth and wheat yield. 7. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Proceedings, pages: 119-124, Adana- TURKEY.
- Badalikova, B. (2010). Chapter 2. Influence of soil tillage on soil compaction. Soil Engineering. Deduosis, A.P., Bartzanas.Th (Ed). P:19-30.
- Bawer, L. D., Gardner, W. H., Gardner, W. R. (1972). Soil Physics. John Wiley and Sons, Inc., New York
- Bayram, M. (2015). Yarı kurak bir bölgede sürdürülebilir toprak işleme yöntemlerinin toprak kalitesinin değerlendirilmesi yoluyla belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı (Doktora Tezi), 181 s. Tokat.
- Berkman, A. (1996). Sürdürülebilir tarımsal kalkınmada araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin yeri ve Güneydoğu Anadolu projesi. Tarım ve Çevre İlişkileri Sempozyumu Bildiri Kitabı, s.19-35, Mersin.
- Busscher, W. J., Sojka, R. E. (1987). Enhancement of subsoiling effect on soil strenght by conservational tillage. Transaction of the ASAE, 30 (4): 888-892.
- Copeck, K., Filipovic, D., Husnjak, S., Kovacev, I., Kosutic, S. (2015). Effects of tillage systems on soil water content and yield in maize and winter wheat production. Plant Soil Environ. 61(5): 213–219.
- Demiralay, İ. (1993). Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 143, Erzurum.
- Doğan, O. 2011. Türkiye'de erozyon sorunu nedenleri ve çözüm önerileri. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi, 137: 61-69.
- Ehlers, W., Kopke, V., Hesse, F., Böhm, W. (1983). Penetration resistance and growth of oats in tilled and untilled loess soil and Tillage Research, 3:261-275.
- Eijkelkamp, N. (1990). Equipment for soil research. Eijkelkamp Co., The Netherlands, p. 240.
- Fuentes, M., Govaerts, B., Leónc, F. D., Hidalgo, C., Dendoovend, L., Sayreb, K. D., Etchevers, J. (2009). Fourteen years of applying zero and conventional tillage, crop rotation and residue management systems and its effect on physical and chemical soil quality. Europ. J. Agronomy 30: 228–237.
- Fulton, J. P., Wells, L. G., Sheare, S. A., Barnhisel, R. I. (1996). Spatial variation of soil physical properties: a precursor to precision tillage. ASAE Paper No.961002.
- Ghassemi, F., Jakeman, A. J. Nix, H. A. (1995). Salinisation of land and water resources: Human causes, extent, management and case studies. UNSW Press, Sydney, Australia and CAB International Wallingford, UK.
- Hakansson, I., Lipiec, J. (2000). A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. Soil & Tillage Research 53,7185.
- He, J., Li, H., Rasaily, R. G., Wang, Q., Cai, G., Su, Y., Qiao, X., Liu, L. (2011). Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat–maize cropping system in North China Plain. Soil and Tillage Research Volume 113, Issue 1, Pages 48–54.
- Kirişçi, V. (2001). Korumalı toprak işleme sistemleri ve uygulamaları. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölüm İçi Seminer Notları, Adana.
- Koçyiğit, R. (2008). Karasal ekosistemde karbon yönetimi ve önemi. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (1), 81-85.



- Lampurlane's, J., Cantero-Martínez, C. (2003). Tillage:soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barley root growth. *Agron. J.* 95:526–536.
- Lhotsky, J., Vachal, J., Ehrlich, J. (1984). Soustava opatrenik zurodnovani zhutnelychpud. Metodika pro zavadeni vysledku vyzkumu do zemedelske praxec 14:38 s.in: Badalikova, B., 2010. Chapter 2.Influence of Soil Tillage on Soil Compaction. *Soil Engineering*. Deduosis, A.P., Bartzanas.Th (Ed). P: 19-30.
- Önal, İ. (1981). Seyreltme yönünden değişik ekim metotlarının matematik-istatistik esasları ve ülkemiz koşullarında pamuk seyreltmesinin mekanizasyon olanakları üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 388, Bornova-İzmir.
- Önal, İ. (1995). Ekim bakım ve gübreleme makinaları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 490, s.52-65, İzmir.
- Özdemir, N. 1995. Türkiye’de tarım bölgelerin göre toprak korumaya yönelik sorunlar ve öneriler. *Atatürk Üni. Zir. Fak. Der.*, 26(3): 460-473.
- Özgenlik, B. (2017). Aspir tarımında farklı toprak işleme sistemlerinin toprak ve bitki özellikleri üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 72 s. Tokat.
- Öztürk, Ö. (1994). Konya ekolojik şartlarında bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinde verim ve verim unsurlarının tespiti. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi)*, 69 s. Konya.
- Petersen, R. G., Calvin, L. D. (1965). *Sampling methods of soil analysis* (Ed. C.A. Black et al.), Part 1, Agron. Seri No: 9, Soc. Of Agr. Inc. Pub, Madison, Wisconsin, USA, 54-72.
- Pierce, F. J., Larson, W. E., Dowdy, R. H., Graham, W. A. P. (1983). Productivity of soils: Assesign long-term changes due to erosion. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38: 39-44.
- Polat, E. H., Manavbaşı, İ. D. (2012). Arazi toplulaştırmalarının kırsal alanda yakıt tüketimi ve karbondioksit salınımına etkilerinin belirlenmesi. *J of Agric. Sci.* 18: 157-165.
- Rasaily, R. G., Li, H., Wang, Q., Lu, C. (2012). Influence of no tillage contralled traffic system on soil physical properties in double cropping area of Nort China Plain. *African Journal of Biotechnology Vol 11(4)* pp.856-864.
- Reicosky, D. C., Archer, D. W. (2007). Moldboard plow tillage depth and short-term carbon dioxide release. *Soil and Tillage Research*, 94: 109-121.
- Ruiyin, H., Wenqingv, V., Yagong, Z., Van Sonsbeek, G. (1999). Improving Management System of Agricultural Machinery İn Jiangu. *Proceedings of International Conference on AgriEngine (I)*: 42-45.
- Salem, H. M., Valero, C., Muñoz, M. A., Rodríguez, M. G., Silva, L. L. (2015). Shortterm effects of four tillage practices on soil physical properties, soil water potential, and maize yield. *Geoderma* 237–238: 60–70.
- Sarı, M. 2014. Türkiye’deki arazi varlığı ve bu arazilerin erozyona olan duyarlılığı. *Anadolu Üni., Açık Öğretim Yayınları. 5. Ünite*.
- Scala, N. L., Lopes., A., Marques, Jr., Percira, G. T. (2001). Carbondioxide emissions after aplication of tillage systems for a dark red latosol in Southern Brasil. *Soil And Tillage Researc.*, 62: 163-166.
- Sezer, B. 2014. Karbon salınımı ve toprak yönetimi. [www.tarim.gov.tr/ABOGM/Belgeler](http://www.tarim.gov.tr/ABOGM/Belgeler). (Erişim tarihi: 23.10.2014)
- Sümer, S. K., Kocabıyık, H., Say, S. M., Çiçek, G. (2010). Traktörlerde 540 ve 540E kuyruk mili çalışma karakteristiklerinin tarla koşullarında kıyaslanması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16: 37-45.
- Vepraskas, M. J., Waggen, M. G. (1989). Cone index values diagnostic of where subsoiling can increase corn root rowth. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 53, 1499–1505.
- Yavuzcan, H. G. (1998). Farklı Toprak işleme sistemlerinin tarla trafiği ve toprak sıkışması yönünden karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, 110 s., Ankara.