



## Investigation of Soil and Water Conservation by Rainwater Harvesting Mulching in Dry Olive Orchards

Meryem Kuzucu<sup>a</sup>

Department of Plant and Animal Production, Technical Vocational High School, Kilis 7 Aralık University, 79000 Kilis, Turkey

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 28/08/2018 Accepted : 25/02/2019</p> <p><b>Keywords:</b> Water harvesting Soil and water conservation Olive Plant growth Runoff and sediment loss</p>	<p>Water harvesting techniques provide collecting rainwater to reduce the effects of water shortage and drought as well as the added benefits of soil and water conservation in dry areas. In this study, The <i>Negarim microcatchment water harvesting technique</i> was used in olive orchards established in sloping areas under rain fed conditions in the Southeast Anatolia Region. In this study, in order to rain water transport to plant the root zone in a total 36 micro-catchments with different surface treatments including plastic mulching, surface compaction, stone cropping and control were considered. Runoff, sediment losses, plant growth were measured in 2009-2010 water years. According to the results, the annual average rainfall ranged from 250 to 400 mm in this experimental area, the average maximum runoff was 6201 L/plot in plastic mulching treatment. The average minimum runoff was 810 L/plot in stone mulching during the experimental years. Average maximum sediment loss was measured as 1163 g/plot in plots of the surface compaction plots, and average minimum sediment loss was 673.5 g/plot in stone mulching plots. The best erosion control was observed for micro-catchment surface covered with plastic mulching that also determined the best application for plant growth and plant height by 107.5 cm. Finally, in olive orchards in which established sloping areas without irrigation, Negarim micro-catchment water harvesting technique was found to be useful and feasible technique to increase tree height and growth, as well as soil and water conservation in sloping and arid agriculture areas.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(4): 576-582, 2019

## Kuru Üretim Zeytin Bahçelerinde Yağmur Suyu Hasadı Malç Uygulamasıyla Toprak ve Su Muhafazasının İncelenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 28/08/2018 Kabul : 25/02/2019</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Su hasadı Toprak ve su muhafazası Zeytin Bitki gelişimi Yüzeysel ve sediment kaybı</p>	<p>Su hasadı teknikleri kurak alanlarda yağmur sularını biriktirerek su sıkıntısının ve kuraklığın etkilerini azaltmanın yanı sıra, toprak ve su koruma açısından da yarar sağlamaktadır. Bu çalışmada, yağışların yetersiz olduğu yarı kurak iklime sahip Güneydoğu Anadolu bölgesinde, sulama olanağı bulunmayan genellikle eğimli arazilere tesis edilmiş zeytin bahçelerinde toprak ve su erozyonu kontrolünü sağlamak amacıyla, <i>Negarim mikro havza yağmur suyu hasadı tekniği</i> uygulanmıştır. Bu çalışmada; yağmur suyunun bitkinin kök bölgesinde birikimini sağlamak amacıyla Negarim adı verilen mikro havzalar içerisine yerleştirilen plastik örtü, taş örtü, mikro-havza yüzeyinin sıkıştırılması ve kontrol konularından oluşan 36 adet mikro-havzanın toprak ve su erozyonuna olan etkisi değerlendirilmiştir. Araştırmada 2009-2010 yılları boyunca yüzey akış ve sediment kayıpları ile bitki gelişimi ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre yıllık ortalama yağışı 250 ile 400 mm arasında değişen deneme alanında, 2 su yılı boyunca meydana gelen ortalama maksimum yüzey akış 6201 L/parsel ile plastik örtü konusunda, ortalama minimum yüzey akış 810 L/parsel ile taş örtü konusunda belirlenmiştir. Ortalama maksimum sediment kaybı 1163 g/parsel ile yüzey sıkıştırma konusunda, ortalama minimum sediment kaybı ise 673,5 g/parsel ile taş örtü konusunda ölçülmüştür. Mikro-havza yüzeyi plastik örtü ile kaplı olduğundan erozyon kontrolünü en iyi şekilde sağlayan uygulama plastik örtü olarak saptanmıştır. Plastik örtü konusu en iyi yüzey akışı gerçekleştirdiğinden bitki boyu gelişimi yönünden ortalama 107,5cm uzunluk ile en iyi uygulamaya olmuştur. Sonuç olarak kuru koşullarda ve eğimli arazilerde üretimi yapılan zeytin bahçelerinde Negarim mikro havza su hasadı tekniğinin ağaçların büyüme ve gelişimi artırmanın yanı sıra toprak ve su muhafazası açısından da yararlı ve uygulanabilir bir teknik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.</p>

<sup>a</sup> [mrymgunes@gmail.com](mailto:mrymgunes@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-1424-0614>



## Giriş

Ülkemizde tarımsal üretim yapılan alanlar genellikle bilinçsiz kullanılarak zarar görmekte ve erozyon tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde genellikle düzensiz yağışlar görülmekte ve yağmur suları yüzey akışı ile kaybolmaktadır. Yarı kurak alanlarda su hasadı toprak ve su korunumunun en iyi yolu olarak görülmektedir. Genel olarak su hasadı yöntemlerinde bir havzanın yukarı bölümündeki toprak yüzeyi geçirimsiz hale getirilerek maksimum yüzey akışı elde edilmekte ve yağmur suyu havzanın alt bölümündeki daha küçük alanlara yönlendirilmekte ve küçük bir gölette veya toprakta depolanarak o bölgede yetiştirilecek bitkilerin su ihtiyacını karşılamaktadır. Su hasadı 4500 yıl kadar önceki Akdeniz medeniyetleri zamanında kullanılan ve 40–50 yıldan beri de dünyanın birçok kurak bölgesinde uygulanmakta olan bir tekniktir. Bu teknik özellikle yıllık yağışı 50–80 mm olan çöllerde ve çok kurak alanlarda kullanılmaktadır (Köksal, 2000). Çeşitli örtü materyalleri ile toprakta nem muhafazasının yanı sıra tarımsal üretimde, bitki gelişiminde faydalı sonuçlar elde edilmiştir. Çim alanlarında fındık zuruf kompostunun örtü materyali olarak kullanımını konulu çalışmada kompostun belirli oranlarda hayvan gübresi ile karışımının daha faydalı olacağı belirlenmiştir (Bender Özenç ve Şahin, 2015). Çin'in yarı kurak lös bölgesinde, yağmur suyu depolamanın toprak nemi ve *Tamarix* adlı ağacın gelişimine olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada; plastik kaplı sırt ve çakıl kaplı karık konusu ile plastik kaplı sırt konuları kontrol konusuna göre daha fazla su depolama ve toprak nemi muhafazası sağlamıştır. Ağaç boyu, taç çapı ve gövde çevresi gelişimi kontrol konusuna göre sırasıyla %70, %57 ve %79 oranında artış göstermiştir (Xiao-Yan ve ark.2003). Kuru koşullarda zeytin üretimi yapan çiftçiler, bu bölgede zeytin bahçelerinde en az 4 kez toprak işleme gerçekleştirmektedirler. Birçok çalışma gereğinden fazla toprak işlemenin zararlı olacağını bildirmektedir. Topraklar tarla trafiği nedeniyle önemli ölçüde sıkışmakta, yoğun tarımsal faaliyetler sıkışmanın artışına sebep olmaktadır. Kök bölgesinde sıkışmanın toprakların kütsel yoğunluklarını artırırken, toplam gözeneklilik, boşluk oranı, havalanma ve drenaj gözeneklerinde azalmalara neden olmaktadır. Toprak sıkılığının artışı bitki köklerinin gelişimine mekaniksel bir direnç oluşturmaktadır, köklerin ihtiyacı olan havanın alt katmanlara geçişini engellemekte, taban arazilerde ise drenaj problemlerine yol açmaktadır. Eğimli alanlarda sıkışma ile toprağa su girişi düşeceğinden, yüzey akış miktarı artacak, dolayısıyla erozyon tehlikesi ortaya çıkacaktır (Şeker ve Işıldar, 2000). Su hasadı yöntemleri çoğunlukla kullanım ya da depolama çeşidine göre sınıflandırılmaktadır. Ancak kullanılan en yaygın sınıflandırma su toplama alanı büyüklüğüne dayanmaktadır. Bunlar mikro su toplama alanları ve makro su toplama alanları olarak ikiye ayrılmaktadır. Mikro su toplama alanı sistemleri, küçük su toplama havzalarında yüzey akışa geçen suyu biriktiren sistemlerdir. Mikro su toplama alanı sistemlerinden olan Negarim mikro havza su hasadı tekniği bu çalışmada kullanılmıştır. Negarim mikro havza tekniği alçak toprak seddelerle çevrelenmiş küçük baklava şeklindeki yapılardır (Şekil 1). Bu yapılar, yüzey akışını bitkilerin yerleştirildiği en düşük kottaki köşe noktasına doğru yönlendirmek için inşa edilirler. Negarim

mikro-havzalar, genellikle zeytin, badem, antepfıstığı, kayısı ve nar gibi ekonomik değeri yüksek meyve ağaçları için yararlı bir şekilde kullanılırlar (Oweis ve ark, 2001). Abu-Zreig ve ark. (2011), yağmur suyu hasadı uygulanan alanlarda sediment taşınımını yavaşlatacak veya durduracak bir toprak sedde veya bent yok ise; yüzeyi sıkıştırılmış parsellerden gerçekleşen sediment kayıplarının kontrole göre yaklaşık 2,2 kat ve kum-hendek uygulamalarına göre yaklaşık 6 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Geleneksel tarım ile kıyaslandığında, farklı toprak materyalleri katılarak yapılan yüzey sıkıştırma işlemi ile bitki kök bölgesine yağış iletiminin daha verimli olduğu, bunun da aynı zamanda toprağın aşınarak sürüklenmesini de yavaşlattığı bildirilmiştir (Xiao-Yan ve ark. 2002).

Bu çalışmada, Negarim mikro havza su hasadı tekniği, farklı malç örtüleri ile %4 eğimli ve 5 yaşındaki kuru üretim zeytin bahçesinde yağmur suyunu bitki kök bölgesine iletmek ve depolamak amacıyla kullanılmıştır. Mikro havzalar ve malç, kurak geçen yaz döneminde zeytin ağaçlarının yağmur suyundan faydalanması, büyüme ve gelişimine destek olmak ve geleneksel üretimle kıyaslamak amacıyla uygulanmıştır. Ayrıca bu çalışma ile yağmur suyunu en iyi şekilde toplayacak, eğimli tarım arazilerinde toprak ve su erozyonu kontrolü sağlayacak en kullanışlı malç örtüsünü belirlemek amaçlanmıştır.



Şekil 1 Negarim Mikro-havzası (Dastorani et al., 2017)

Fig 1 General View of Negarim Microcatchment

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmanın materyalini Nizip Yağlık zeytin çeşidi ve örtü malzemeleri oluşturmaktadır. Bu çalışmada 36 adet zeytin ağacı üzerine çalışılmıştır. Yağmur suyunu iyi bir yüzey akışı sağlayarak bitki kök bölgesine iletmek genç ağaçlarda büyüme ve gelişmeyi sağlamak ve toprak ve su erozyonu kontrolü sağlamak amacıyla, malç örtüleri mikro havzaların yüzeylerine serilerek kaplanmıştır.

*Araştırma yerinin genel tanımı, toprak ve iklim özellikleri:* Bu çalışma, Gaziantep ilinde 2009-2010 yılları arasında Nizip yağlık zeytin çeşidinden kurulmuş 5 yaşındaki çiftçi bahçesinde yürütülmüştür. Deneme alanının yer aldığı bölgenin uzun yıllık ortalama yağışı 400 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 17°C ve yıllık ortalama

buharlaştırma değeri 2026 mm'dir (Tablo 1), (Anonim, 2012). Bu yağış, sıcaklık ve buharlaştırma verileri incelendiğinde deneme alanının yarı kurak bir iklime sahip olduğu ve su hasadı tekniklerinin uygulanabileceği, yağmur suyunun toprakta muhafaza edilerek kuru koşullar altında tarıma katkı sağlayabileceği iklim koşullarında olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Çalışma alanı toprakları killi tın bünyeye sahip eğimli topraklardır (Tablo 2). Kireç içeriği yüksek organik madde fakirdir (Tablo 3).

#### Deneme Konuları

- Plastik örtü konusunda mikro havzaların iç yüzeyi 0,5 mm kalınlığında siyah renkli plastik örtü ile kaplanmıştır.
- Yüzey sıkıştırma konusu için mikro havza iç yüzeyini sıkıştırmak için ahşap tokmak kullanılmıştır. Bu uygulamada her mikro havzada toprak yüzeyi ıslatılarak sıkıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama yüzey sertliğini korumak amacıyla her su yılı başlangıcında tekrarlanmıştır.
- Taş örtü konusunda, mikro havzaların iç yüzeyini kaplamak için ortalama 15-20 cm uzunluğunda bölgede bulunan kireç taşları kullanılmıştır. Bu taşlar parsel yüzeyindeki eğime uygun bir şekilde, arada boşluk kalmamaya özen gösterilerek parsel yüzeyine dizilmiştir.
- Kontrol konusu parselleri çiftçi uygulaması olup, kontrol parselinde, klasik toprak işleme metodu uygulanmıştır. Bölgedeki çiftçiler daha az yakıt harcamak amacıyla eğime paralel sürüm yapmaktadır. Kontrol konusunda ağaçların etrafı sonbahar ve ilkbaharda pullukla eğime paralel bir şekilde sürülmüştür. Yağışlarla meydana gelen yüzey akışı ve

sediment kayıpları her yağış sonrası ölçülmüştür. Deneme konuları arasında yağışlarla birlikte yüzey akışa geçen yağmur suyu ve yağmur suyu ile taşınan sediment mikro havzaların alt kısmına yerleştirilen bir sac oluk ile toplama kabı içerisinde biriktirilerek ölçülmüştür (Şekil 2). Bu yolla kullanılan örtü malzemeleri arasında en iyi yüzey akışı gerçekleştiren ve sediment kayıplarını azaltan örtü malzemesi belirlenmiştir. Yüzey akışı ve sediment toplama amacıyla mikro havzaların alt kısmına yerleştirilen tankın ölçüleri aşağıdaki gibidir;

Kaba aksam tankı : 40 × 40 × 40 cm  
Dinlendirme tankı : 100 × 50 × 50 cm  
Geib bölme kutusu : 100 × 25 × 25 cm  
Toplama varili : Çap=56 cm, Yükseklik=100 cm

#### Deneme Metodu

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre ve üç yinelemeli olarak kurulmuştur. Konular; ortalama %4 eğim derecesindeki ve eğim yönü doğudan batı yönüne olan araziye konumlandırılmıştır. Her ağaç bir deneme parselini ve üç ağaç bir konuyu oluşturmuştur. Deneme alanı; baklava dilimi şeklinde; birbirinden toprak seddelerle ayrılmış negarim tipi mikro havzalardan oluşmuştur. Mikro havzaların kenar uzunlukları 6m x 6m boyutlarında olup, denemede 36 adet mikro havza yer almaktadır. Şekil 3'te arazi eğimine göre tesis edilmiş negarim tipi mikro havzaların şematik görünüşü verilmiştir. Her mikro havzanın alt köşesinde infiltrasyon çukuru bulunmaktadır. İnfiltrasyon çukurunun bir kenarı 1,9 m, derinliği 40 cm ve mikro havza içerisinde küçük bir kare şeklindedir. Bunlar, yüzey akış sularının biriktirildiği alanlardır. Burada biriken yüzey akış suları kurak geçen dönemlerde bitki tarafından kullanılmaktadır.

Tablo 1 Araştırma alanı uzun yıllık ortalama iklim verileri  
Table 1 Long-term average climate data of research area

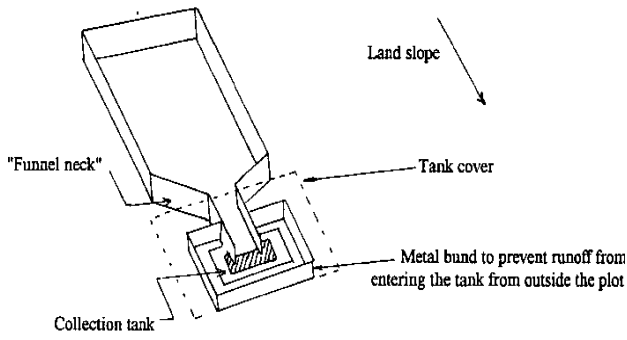
İklim Parametreleri	Yıllar		
	2009	2010	Uzun yıllar Ortalama (22 Yıllık)
Ortalama Sıcaklık (°C)	18,2	19,7	17
Ortalama Yağış (mm)	310	358	400
Ortalama Nem (%)	66,8	72,4	65,7
Ortalama Rüzgar Hızı (km/h)	5,8	6,3	5,9
Ortalama Buharlaştırma (mm)	1320	1560	2026

Tablo 2 Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri  
Table 2 Some physical properties of evaluated soils

Derinlik (cm)	Bünye			Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	% Pw	
	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)			TK	SN
0 - 30	35,66	39,05	25,29	killi tın	1,25	28,89	19,26
30 - 60	37,67	41,05	21,30	killi tın	1,26	28,52	19,12
60 - 90	36,50	40,70	22,80	killi tın	1,25	27,40	18,21

Tablo 3 Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri  
Table 3 Some chemical properties of evaluated soils

Derinlik (cm)	pH	Tuz dS/m (mmhos/cm)	Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/da)	Potasyum (K <sub>2</sub> O) (kg/da)	Toplam azot (N) (%)	Organik madde (%)
0 - 30	7,57	2,79	30,60	2,01	98,1	0,14	2,02
30 - 60	7,76	3,27	32,40	1,15	45,8	0,12	1,67
60 - 90	7,81	1,38	28,70	2,12	51,0	0,09	1,88



Şekil 2 Yüzeysel akış ve sediment kayıpları ölçüm sistemi (Miller, S. NRI.)  
Figure 2 Surface flow and sediment loss measurement system



Şekil 3 Negarim tipi mikro havzaların görüntüsü (Saboori, 2014)  
Figure 3 Negarim type micro-basins

#### Analiz ve Değerlendirme Yöntemleri

- Toprağın fiziksel ve kimyasal analizleri (Tüzüner, 1990) Nizip Ziraat Odası toprak analiz laboratuvarında yapılmıştır.
- Bitki boyu (cm), her yıl Eylül ayı başlangıcında ölçülerek 2 yılın ortalamaları hesaplanmıştır. Yıllık gelişim takibi yapılmıştır.
- Yağışlarla meydana gelen yüzeysel akış ve sediment kayıpları her yağış sonrası mikro havzaların alt kısmına yerleştirilen bir sac oluk ile toplama kabı içerisinde biriktirilerek ölçülmüştür (Şekil 3). Biriken yüzeysel akış suyu ve sediment karıştırılarak süspansiyon haline getirilip içerisinde 1L ölçülü şişeler aracılığıyla numune alınıp laboratuvarında su miktarı ve suyun içerisindeki sediment miktarı kurutulup, tartılarak hesaplanmıştır. Yüzeysel akış L/parsel, sediment g/parsel olarak belirlenmiştir. Malç örtüleri ile toprak profilinde biriktirilen yağmur suyunun bitki boyuna olan etkisi hesaplanmış ve değerlendirmeler buna göre yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıkların ortaya konulmasında elde edilen sonuçlar Tarist istatistik programı ANOVA ve LSD testi uygulanarak değerlendirilmiştir (Açıkgöz ve ark., 1993).

#### Bulgular ve Tartışma

##### İklim Verileri

Araştırmanın yürütüldüğü bölge yarı kurak iklime sahip olup son yıllarda yaşanan kuraklıklar nedeniyle, bölgede yağış miktarı düşük olmuştur. Bu durum, bu bölgede kuru tarım yapılan alanlarda, uzun ve sıcak geçen yaz aylarında yetiştirilen ürünleri korumak ve toprakta suyu depolayarak, bitkilerin su gereksinimini nispeten karşılamak amacıyla su hasadı uygulamalarına ihtiyaç

olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada 2009 yılında toplam 310 kg/m<sup>2</sup> ve 2010 yılında ise toplam 358 kg/m<sup>2</sup> yağış alınmıştır (Şekil 4). Deneme alanında iki yılda ortalama olarak 334 kg/m<sup>2</sup> yağış ölçülmüştür. Hira ve ark (1990), toprak yüzeyinden en düşük buharlaşma miktarını, ağaç çevresinin toprak sedde ile çevrilip ve plastik malç uygulamasından elde etmişlerdir. Zhang ve An (1997), löslü topraklarda uyguladıkları su hasadı çalışmalarında, kuru ve eğimli arazilerde yağışın %5-10'unun yüzeysel akışla kaybolduğunu, %45-50'sinin bitkiler tarafından tüketildiğini %45-50'sinin ise buharlaştığını bildirmektedir. Xiao-Yan ve ark (2008), plastik malç örtü ile evapotranspirasyon kayıplarının azaldığı ve dolayısıyla sulama suyundan tasarruf edildiğini rapor etmişlerdir. Wang ve ark (2011), Çin'in yarı kurak bölgesinde buharlaşmanın taş ve çakıl uygulamasıyla %56-58, plastik malç uygulamasıyla %74 oranında azaldığı ve yüzeysel akış etkinliğinin arttığı belirlenmiştir.

##### Bitki Boyu

Denemede 2009 ve 2010 su yılında plastik örtü parsellerinde yer alan ağaçlar ortalama bitki boyu yönünden en iyi gelişimi (107,5 cm) göstermiştir. Bu konuyu sırasıyla yüzeysel sıkıştırma (83,9cm), taş örtüsü (73,35cm) ve kontrol (67,35cm) izlemiştir (Tablo 4.). Her iki su yılında da plastik örtü konusundaki ağaçlar diğer konulara göre iyi bir gelişim göstermişlerdir. Plastik örtünün yağmur suyunu iyi bir şekilde bitki kök bölgesine ilemesiyle ve mikrohavza yüzeyi örtülü olduğundan buharlaşmanın gerçekleşmemesi nedeniyle bu konudaki ağaçlarda iyi bir vejetatif gelişme görülmüştür. Her uygulama konusunda yer alan ağaçlar, hasat edebildikleri yağmur suyu kadar beslenebilmiş ve boy gelişimi göstermişlerdir (Şekil 5). Çeşitli yöntem ya da tekniklerle sağlanan su hasadının bitki gelişimi ve topraktaki nem birikimi üzerine bu çalışma sonuçlarını destekleyen çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Hira ve ark (1990) su hasadı çalışmalarında, ağaç çevresinin sedde ile çevrilip plastik film ile kaplanmış olduğu uygulamada en düşük yabancı ot gelişimi elde etmişlerdir. Ağaçlarda en yüksek gölge hacmi, en yüksek ağaç boyu, en fazla meyve ağırlığı ve her bir ağacın ortalama meyve veriminde yine en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Ojasvi ve ark (1999)'na göre, yüzeyi kaplanan mikro havzaların, kontrol uygulamasından daha yüksek toprak nemi muhafaza ettiğini ifade etmişlerdir. Taş ve mermer parçaları ile kaplanan konularda bitki boyu, kontrol konusundan %40-48 daha yüksek bulunmuştur. Taş ve mermer parçaları ile toprak yüzeyini kaplı tutma ve bu materyalleri toprağa ilave ederek toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde faydalar sağlamaktadır. Giresun'da mermer atıklarının, toprağa ilavesi, toprağın nötralizasyonu ve aynı zamanda fındık verimi üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir (Tozsın ve ark., 2014). Xiao-Yan ve ark (2008), *Caragana korshinskii* adlı çalının büyüme ve gelişimini izledikleri çalışmada, malç örtüsü kullanarak yamaçlardan yağmur suyu hasadı uygulamışlardır. Araştırmacılar Çin'in yarı kurak bölgelerinde plastik örtü ve çakıl örtü kombinasyonları ile yağmur suyu hasadının bu bitkinin iyi bir gelişme göstermesini sağladığını belirtmişlerdir. Sözü edilen araştırma sonuçları bu çalışma sonucunda Negarim mikro havza su hasadı tekniğinde malç uygulamaları sonucunda bitki boyu gelişimi ile ilgili elde edilen bulguları desteklemektedir.

*Yüzey Akış ve Sediment Kayıpları*

Bu çalışmada, malç uygulamaları ile bitki kök bölgesine verimli bir yüzey akış iletimi gerçekleştirilmiştir. En fazla yüzey akış, plastik malç örtüsüyle kaplı mikro havzalardan elde edilmiştir (Hira ve ark., 1990; Oweis ve Taimeh, 1994; Yuan ve ark., 2003; Wang ve ark., 2007). Yağmur suyunun bitki kök bölgesine iletimi bakımından, iki su yılı içerisinde ortalama 6201 L/parsel ile plastik malç örtü en verimli iletimi sağlamıştır. Yüzey sıkıştırma 1769 L/parsel, kontrol 1097,5 L/parsel ve taş örtü konusu 810 L/parsel yüzey akış iletimi gerçekleştirmiştir (Tablo 5). Wang ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada plastik film ile kaplı sırtlarda ortalama yüzey akış etkinliği %91-94 iken yüzeyi sıkıştırılmış sırtlarda %24-28 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar, plastik kaplı ve sıkıştırılmış sırtlarda yüzey akış ve toprak nemi birikiminin kontrole göre daha fazla olduğunu da ayrıca bildirmişlerdir. Xiao-Yan ve ark. (2008), plastik örtü ile kaplı su hasadı uygulamasında yüzey akış etkinliği %87 iken kontrol uygulamasında bu değer %7 olduğunu bildirmişlerdir. Xiao-Yan ve ark (2002), sıkıştırılmış parsellerde yüzey akış etkinliği %33 iken doğal koşullar altında bu değer %8,7 olduğunu saptamışlardır. Deneme süresince yüzey sıkıştırma konusunda ortalama 1053 g/parsel sediment kaybı ölçülmüştür. Taş örtü konusunda 773,5 g/parsel sediment kaybı ölçülmüştür. Yüzey sıkıştırma konusunda yağış yoğunluğu arttıkça mikro havza içerisindeki sıkıştırılmış toprak yüzeyi bozularak daha fazla sediment kaybına sebep olmuştur. Yağış şiddetinin yüksek olduğu tarihlerde toprak yüzeyine çarpan yağmur tanelerinin güçlü kinetik etkisi nedeniyle sediment kayıpları yüksek miktarda gerçekleşmiştir. Abu-Zreig ve ark (2011), yağmur suyu hasadı uygulanan alanlarda sediment taşınımını yavaşlatacak veya durduracak bir toprak sedde veya bent yok ise yüzeyi sıkıştırılmış

parsellerden gerçekleşen sediment kayıplarının, kontrol ve kum-hendek uygulamalarına göre yaklaşık 2,2 ve 6 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Doğrudan ekim uygulaması (kontrol) ile kıyaslandığında, farklı toprak materyalleri katılarak yapılan yüzey sıkıştırma işlemi ile bitki kök bölgesine yağış iletiminin daha verimli olduğunu bununda aynı zamanda toprağın aşınarak sürüklenmesini de yavaşlattığı bildirilmiştir (Xiao-Yan ve ark., 2002). Taş örtüsü konusunda, yağmur suyu, parsel yüzeyinde örtü materyali olan taşlar arasındaki boşluklardan toprağa sızdığı için, yüzey akış ve sediment kaybı yüzey sıkıştırma, plastik örtü ve sap-saman örtü konularına göre daha az gerçekleşmiştir. Taş örtüden oluşturulan malç, mikro havza yüzeyinde bent oluşturularak toprak taneciklerinin sürüklenip taşınmasına engel olmuştur, bu nedenle taş örtü uygulaması deneme konuları arasında en iyi toprak muhafazasını sağlamıştır. Toprağa organik ve inorganik ilave uygulamaları da erozyon kontrolü üzerine etkili olmaktadır. Polivinilalkol ilavesi ile farklı tekstüre sahip toprakların dispersiyon oranı azalmış ve erozyona karşı daha dirençli hale gelmiştir. Polivinilalkol uygulamasının yüzey akış ile kaybolan toprak miktarını %77 oranında, su miktarlarını ise %18 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Erozyonla mücadele amacıyla, yüzey akış kayıplarının azaltılmasında bu işlemin önemli bir amenajman uygulaması olduğu belirlenmiştir (Sarı ve Öztaş, 2017). Serpantie ve ark. (1992), yaptıkları çalışmada su hasadı taş örtü uygulamasının geleneksel malç örtüsüz uygulamaya göre daha iyi toprak nemi muhafazası sağladığını bildirmişlerdir. Ojasvi ve ark. (1999), su hasadı amacıyla ağaçların etrafına taş ve mermer serilerek yapılan malç uygulamalarının kontrol uygulamasına göre daha iyi toprak nemi depoladığı ve bitki boyunu artırdığını bildirmişlerdir.

Tablo 4 Ortalama bitki boyu gelişimi değerleri ve oluşan gruplar

Table 4 Average plant height values and groups

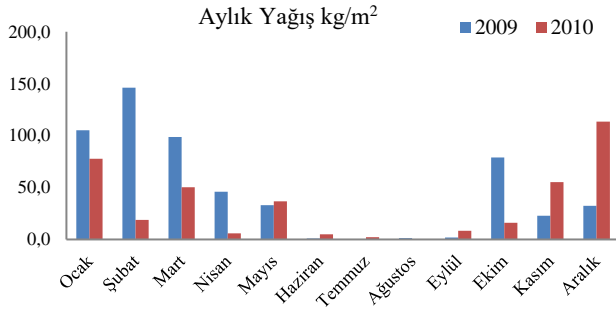
Deneme konuları	2009 su yılı	2010 su yılı	Ortalama
Plastik Örtü	98,6 <sup>a</sup>	116,4 <sup>a</sup>	107,5 <sup>a</sup>
Yüzey Sıkıştırma	82,4 <sup>b</sup>	85,4 <sup>b</sup>	83,9 <sup>b</sup>
Taş Örtüsü	72,2 <sup>c</sup>	74,5 <sup>c</sup>	73,35 <sup>c</sup>
Kontrol	65,9 <sup>d</sup>	68,2 <sup>d</sup>	67,35 <sup>d</sup>
LSD (%5)	16,2	15,3	

Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı grupta aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0,01 seviyesinde fark bulunmamıştır, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar P<0,01 seviyesinde önemlidir.

Tablo 5 2009-2010 Su yılı boyunca ortalama yüzey akış ve sediment kayıpları

Table 5 2009-2010 During water year average runoff and sediment losses

Toplam yağış miktarı (mm)		2009	2010	Ortalama
		310	358	334
Plastik Malç Örtü	Yüzey Akış (L/parsel)	5152	7250	6201
	Sediment Kaybı (g/parsel)	0	0	0
Taş Malç Örtü	Yüzey Akış (L/parsel)	420	1200	810
	Sediment Kaybı (g/parsel)	560	787	673,5
Yüzey Sıkıştırma	Yüzey Akış (L/parsel)	1560	1978	1769
	Sediment Kaybı (g/parsel)	1004	1322	1163
Kontrol	Yüzey Akış (L/parsel)	765	1430	1097,5
	Sediment Kaybı (g/parsel)	816	986	901

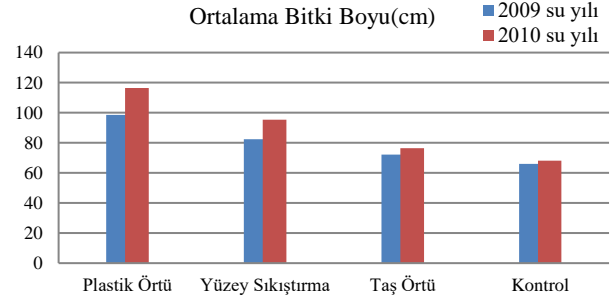


Şekil 4 Aylara göre yağış dağılımı (2009-2010) (kg/m<sup>2</sup>)  
Figure 4 Monthly rainfall distribution (2009-2010) (kg/m<sup>2</sup>)

Wang ve ark. (2007) yağmursuyu hasadı ve malçlama tekniklerinden plastik, kum-çakıl ve saman malçı uygulamasının kontrol uygulamasına göre daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol konusu malç örtüsü bulunmadığından doğal koşullar altında bölgenin topografyasına göre taş örtüsünden daha iyi bir yüzey akış sağlarken, yüzey sıkıştırma konusundan daha iyi toprak muhafazası gerçekleştirmiştir. Yüzey örtü uygulamaları taşınan yüzey akış miktarı yönünden değerlendirilecek olursa en iyi yüzey akış hasadı plastik örtü konusunda gerçekleşmiştir. Plastik örtü konusunu yüzey sıkıştırma ve taş örtü konuları izlemektedir. İki su yılı ortalamasına göre; gerçekleşen toplam yüzey akışın %62,77'si plastik örtü parselinden, %17,90'ı yüzey sıkıştırma parselinden, %11,11'i kontrol ve %8,21'i taş örtü parselinden elde edilmiştir. Toplam sediment kaybının %42,48'i yüzey sıkıştırma parselinden, %32,91'i kontrol ve %24,60'ı taş örtü parselinden gerçekleşmiştir.

## Sonuç

Toprak ve su korumalı doğal kaynaklar kullanımı açısından ileri çıkan en önemli fiziksel değişkenler toprak, su ve bitki örtüsüdür. Bu nedenle, bir toprak erozyon araştırması veya toprak erozyonu yöntemlerinin ve çözümlerinin ortaya konulması, iklim, toprak, topografya ve bitki örtüsü bilgilerinin varlığı ile çok yakından ilişkilidir. Toprak erozyonu süreçlerinin bilinmesi ve süreçlerin işlerliğinin ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması, toprak erozyonundan korunmanın mühendislik ve bitkisel yöntemlerinin belirlenmesini kolaylaştırır. Erozyon araştırmaları ile toprak, topografya, su ve bitki korumalı tarım yöntemlerinin geliştirilmesi, öncelikle model girdileri veri gereksinimlerinin doğru ve ayrıntılı bir şekilde belirlenmesini zorunlu kılmaktadır (Erpul ve Deviren Saygın, 2012). Bu çalışmada mikro havza yüzeyinden yağmur suyunu yüzey akış olarak bitki kök bölgesine iletmek amacıyla kullanılan 3 farklı örtü malzemesi (plastik örtü, yüzey sıkıştırma, taş örtüsü) ve geleneksel çiftçi uygulaması yüzey akış etkinliği bakımından karşılaştırılmış olup, en fazla yüzey akışın plastik örtü ile sağlandığı saptanmıştır. Yüzey sıkıştırma konusu ikinci sırada yer almıştır. Taş örtü konusu ise bu konulara göre daha az yüzey akışı sağlamıştır. Kontrol konusunda akışı durduracak veya hızlandıracak bir yüzey örtüsü olmadığından doğal koşullarda taş örtüsünden iyi bir akış sağlamıştır. Kontrol konusunda tek eksik akışa geçen suyun bitki kök bölgesine yönlendirecek ve burada muhafaza edecek bir su hasadı sistemi ile infiltrasyon



Şekil 5 Zeytin ağaçlarının ortalama bitki boyu değişimi  
Figure 5 Average plant height difference of olive trees

çukurunun olmayışıdır. Deneme konuları sediment kaybı yönünden değerlendirildiğinde plastik örtü konusuna ait mikro havzalarda yüzey plastik örtü ile kaplı olduğundan sediment kaybı gerçekleşmemiştir. Yüzey sıkıştırma konusunda mikro havza yüzeyinde oluşturulan sıkışmış katman şiddetli yağışlarla aşınarak sediment kaybına neden olmuştur. Yüzey sıkıştırma uygulaması, kurak iklim koşulları altında, erozyon kontrolü için uygun olmayan bir su hasadı tekniğidir. Kontrol konusunda ise, düşen yağmur taneleri, yüzey toprağının şeklinden ve yüzeyde doğal olarak bulunan taş ve diğer bitki materyalleri nedeniyle yüzey sıkıştırma konusundan daha iyi erozyon kontrolü gerçekleştirmiştir. En az sediment kaybı taş örtü konusunda ölçülmüştür. Bu konuda mikro havza yüzeyine serilen taşlar su ve toprak kayıplarına bariyer oluşturarak engel olmuştur. Elde edilen bulgulara ve gözlemlere göre, bu çalışmada uygulanan yağmur suyu hasadı Negarim mikro havza tekniğinin kuru koşullarda meyve bahçelerinde ağaçlarda büyüme ve gelişim için başarıyla kullanılabilirliği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada kullanılan tüm örtü materyalleri başarılı bir şekilde yağmur suyunu hasat etmiştir, fakat kendi aralarında kıyaslandıklarında her bir uygulamanın çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Yağmur suyu hasadı ülkemizde çok yeni bilinen bir uygulamadır. Bu çalışma ile su hasadı sistemi; üreticilere tanıtılması gereken, doğal kaynaklardan yararlanmayı hedefleyen, ekonomik ve faydalı bir uygulama olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde kuru koşullarda üretimi yapılan meyve ağaçları için yağmur suyu hasadı tekniklerinin, su temini için, kullanılmasını önerilir. Yağmur suyu hasadı uygulamalarında kullanılacak örtü materyalinin belirlenmesinde iklim koşulları, toprak özellikleri, yetiştirilecek bitki çeşidi ve çevre faktörlerinin de ayrıca dikkate alınması gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Abu-Zreig M, Tamimi A. 2011. Field Evolution of Sand-Ditch Water Harvesting Technique in Jordan. *Agricultural Water Management.*, 98: 1291-1296.
- Açıkgöz N, Akkaş ME, Moghaddam A, Özcan K. 1993. Tarist PC'ler İçin İstatistik ve Kantitatif Genetik Paketi. *Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu.* Konya, 19 Ekim 1993. S:133.
- Anonim 2012. Gaziantep İli Nizip İlçe İklim Verileri.
- Dastorani MT, Kouhzad B, Sepehr A, Talebi A. 2017. The Role of Rainwater Harvesting on Providing Vegetation Water Requirement in Arid and Semi-Arid Regions. © 2017 E.W. Publications European Water. Vol:58: 521-527.

- Erpul G, Deviren Saygın S. 2012. Ülkemizdeki Toprak Erozyonu Sorunu Üzerine: Ne Yapmalı? Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi. Cilt:1(1) 26 - 32.
- Hira G S, Raghbir S, Saggi S.S, Singh R. 1990. A Study On The In Situ Water Harvesting Conservation Technology For Kinnow. Journal Of Punjab Horticultural Volume: 30 (1-4); 20-26.
- Köksal H. 2000. Yüzeysel Akış Suyu Kazanım Teknikleri. Teknik Bülten. Adana.
- Miller S. 1994. Handbook for Agrohydrology. NRI Natural Resources Institute. Overseas Development Administration. Belgium.
- Ojasvi PR, Goyal RK, Gupta JP. 1999. The Microcatchment Water Harvesting Technique For The Plantation of Jujube in an Agroforestry System Under Arid Conditions. Agricultural Water Management. Vol:41 (3): 139-147.
- Oweis T, Taimeh A. 1994. Overall Evaluation of on-Farm Water Harvesting Systems in the Arid Regions. International Conference on Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region, Valenzano, Bari, Italy 4-8 September, No.3, 763-781;13 Ref.
- Oweis T, Prinz D, Hachum A. 2001. Oweis T, Prinz D, Hachum A. 2001. Water Harvesting: Indigenous Knowledge for the Future of the Drier Environments. ICARDA, Aleppo, Syria. 40 pages.
- Özenç BD, Şahin M. 2015. Çim Alanlarında Fındık Zuruf Kompostunun Örtü Materyali Olarak Kullanımı. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları. Odu.edu.tr.
- Saboory MS. 2014. Application of GIS for selection of suitable water harvesting project sites -A case study on Khulm watershed of Afghanistan. Proceedings of the 22nd Annual Congress of JRCSEA, At Fukui, Japan, Volume: 22th
- Sarı S, Öztaş T. 2017. Polivinilalkol (PVA) Uygulamasının Strüktürel Stabilité Ölçütleri ve Yüzeysel Akış Kayıpları Üzerine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 48 (1): 17-24 , 2017 ISSN : 1300-9036.
- Serpantie G, Lamachere JM, Hurmı H, Tato K. 1992. Contour Stone Bunds For Water Harvesting on Cultivated Land in the North Yatenga Region of Burkina Faso. Erosion, Conservation, and Small Scale Farming, 459-469: 3 Ref.
- Şeker C, Işıldar AA. 2000. Tarla Trafığının Toprak Profiline Etkisi. Turkish Journal Agriculture Forestry. 24 (2000):71-77.
- Tozsin G, Öztas T, Arol Aİ, Kalkan E, Duyar Ö. 2014. The Effects of Marble Wastes on Soil Properties and Hazelnut Yield. Journal of Cleaner Production. Vol: 81 (2014) 146-149.
- Tüzüner A. 1990. Toprak Ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım Orman Ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Xiao-Yan L, Jia-Dong G, Xing-Hu W. 2000. Chinese Academy Of In-Situ Rainwater Harvesting And Gravel Mulch Combination For Corn Production In The Dry Semi-Arid Region Of China. Journal Of Arid Environments, Volume:46, (4); 371-382.
- Xiao-Yan L, Jia-Dong G. 2002. Compacted Microcatchments With Local Earth Materials For Rainwater Harvesting In The Semiarid Region Of China. Journal Of Hydrology, Volume:257, (1-4): 134-144.
- Xiao-Yan L, Zhong-Kui X, Xiang-Kui Y. 2003. Runoff Characteristics of Artificial Catchment Materials for Rainwater Harvesting in the Semiarid Regions of China. Journal of Agricultural Water Management, Volume:65, (3); 211-224.
- Xiao-Yan L, Zhao W, Song X, Wang W, X-Zhang Y. 2008. Rainfall Harvesting On Slopes Using Contour Furrows With Plastic-Covered Transverse Ridges For Growing Caragana Korshinskii In The Semi-Arid Region Of China. Agricultural Water Management, Volume:95(5): 539-544.
- Wang Q, Zhang E, Fengmin L, Fengrui Li E. 2007. Runoff Efficiency And The Technique Of Microwater Harvesting With Ridges And Furrows, For Potato Production In Semi-Arid Areas. Water Resour Manage, 22: 1431-1443.
- Wang Y, Zhongkui Xie S, Malhi S, Cecil L, Vera YZ, Zhihong G. 2011. Effects Of Gravel-Sand Mulch, Plastic Mulch And Ridge And Furrow Rainfall Harvesting System Combinations On Water Use Efficiency, Soil Temperature And Watermelon Yield In A Semi-Arid Loess Plateau Of Northwestern China. Agricultural Water Management. Vol:101(1): 88-92.
- Wang Y, Xie S, Cecil L M. 2008. Effects Of Rainfall Harvesting And Mulching Technologies On Water Use Efficiency And Crop Yield In The Semi-Arid Loess Plateau, China. Agricultural Water Management. Volume:96(3): 374-382.
- Yuan T, Fengmin L, Puhai L. 2003. Economic Analysis Of Rainwater Harvesting And Irrigation Methods, With An Example From China. Agricultural Water Management, 60: 217-226.
- Zhang X B, An Z S. 1997. Reducing The Ground Evaporation And Using The Precipitation Resource Fully. Bull. Soil Water Conservation, 17(1): 57-62.