

Yarı Kurak Alanlarda Mikro Havza Su Hasadı Uygulamalarının Toprak Nemine Etkilerinin Belirlenmesi

İlknur CEBECİ*¹ Oğuz BAŞKAN¹ Osman MÜCEVHER² Yakup KÖŞKER¹ Hicrettin CEBEL¹
Oğuz DEMİRKIRAN¹ Ödül ÖZTÜRK¹ Erdal GÖNÜLAL²

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

²Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): ilknur.cebeci@tarim.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 21.11.2016

Kabul tarihi (Accepted): 28.02.2017

DOI : 10.21657/topraksu.339819

Öz

Dünya nüfusunun ve artan su talebiyle sınırlı su kaynaklarına baskının artması nedeniyle, çalışmalar daha etkili su kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Etkili su kullanım yollarından biri de yağmur suyu hasadı yöntemidir. Bu çalışmada, yarı kurak özelliğe sahip Karapınar Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi'nde bitkisel üretim için toprak neminin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmada mikro havza su hasadı yöntemlerinden sırt ve karık sistemi uygulanmıştır. Farklı sırt genişliklerinin ve farklı kaplama malzemelerinin toprak nemine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, kavun yetiştiriciliği için, su hasadı konuları olarak üç farklı sırt genişliği ($g_1 = 30$ cm, $g_2 = 45$ cm ve $g_3 = 60$ cm) ve iki farklı kaplama malzemesi (P = plastik malç ve S = saman malç) ile sıkıştırılmış toprak sırt (T) uygulanmış ve kontrol konusu geleneksel toprak işleme yöntemiyle düz arazi üzerinde kurulmuştur. Hasat edilen yağmur suyunun toplanması için sabit 50 cm genişliğinde karıklar bırakılmış ve bu karıklarda kavun yetiştirilmiştir. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlı yürütülmüştür. Tüm konularda toprak nemi 90 cm derinliğe kadar nötron metre ile takip edilmiştir. Bitki yetiştirme dönemi boyunca en fazla yağış 46.6 mm ile 2015 yılı haziran ayında düşmüştür. Yağışlı dönem sonrası hemen yapılan toprak nemi ölçümlerine göre en yüksek nem 294.6 mm ortalama ile plastik örtü uygulanan 60 cm sırt genişliğine sahip Pg_3 konusunda saptanmıştır. Bunu sırasıyla Pg_2 (277.8 mm), Pg_1 (261.9 mm), Sg_3 (209.3 mm), Sg_1 (205.9 mm), Sg_2 (204 mm), Tg_1 (200.3 mm), Tg_2 (194.9 mm) ve Tg_3 (194.8 mm) konuları izlemiş, kontrol konusu 170.2 mm ile toprak nemi açısından en son sırada yer almıştır. Bütün çalışma süresi boyunca yapılan ölçümlerde en fazla toprak neminin Pg_3 konusunda olduğu gözlemlenmiştir. Su hasadı uygulamaları ile özellikle plastik örtülü sirtlarda çok az miktardaki bir yağışın bile toprak nemini artırdığı saptanmıştır. Sırt genişliğinin artmasıyla toprakta nem birikiminin artmış olmasına rağmen, Karapınar bölgesinde yeterli yağış olmamasından dolayı pazar değeri olan kavun verimi elde edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak nemi, su hasadı, sırt/karık oranı, kurak-yarı kurak alan, yağış

Determination Effects of Micro-Catchment Water Harvesting Applications to Soil Moisture in Semi-Arid Regions

Abstract

Due to increasing world population and increasing water demand pressure on limited fresh water resources, studies have focused on more effective water uses. One of the effective water using ways is rainwater harvesting. In this study it was intended to increase soil moisture for crop production in semi-

arid areas in Karapınar Desertification and Erosion Research Center. Ridge and furrow system called micro catchment water harvesting methods were applied in the study. The effects of different ridge widths and different covering materials on soil moisture were investigated. The treatments consisted of three ridge widths ($g_1=30$ cm, $g_2=45$ cm and $g_3=60$ cm) and two different covering materials (P= plastic mulch and S= straw mulch) and compressed soil ridge (T) as rain water harvesting application and a conventional soil cultivation and growing melon on flat area as a control. A fixed 50 cm-width furrows were left to allow harvested rain water infiltration and also to grow melon in water harvesting treatments. The experiment was conducted in a randomized complete block design with split block with three replications. In all plots soil moisture was monitored with a neutron meter up to 90 cm depth. During the growing period the highest precipitation was 46.6 mm in Jun 2015. According to soil moisture measurements after the rainy period, the highest soil moisture content was 294.6 mm in 0-90 cm deep at plastic covered ridge which had 60 cm ridge width at 30 Jun 2015. After that, decreasing order of soil moisture were Pg_2 (277.8 mm), Pg_1 (261.9 mm), Sg_3 (209.3 mm), Sg_1 (205.9 mm), Sg_2 (204 mm), Tg_1 (200.3 mm), Tg_2 (194.9 mm) and Tg_3 (194.8 mm). The control plot had the least soil moisture with 170.2 mm. The highest soil moisture was determined in Pg_3 during the trial period. It was observed that even a small amount of precipitation caused increases in soil moisture for water harvesting treatments especially in the plastic covered ridge plots. Although the increased accumulation of moisture in the soil with increased ridge width it wasn't obtained marketable melon yield in Karapınar region due to lack of enough precipitation.

Key words: Soil moisture, water harvesting, ridge/furrow ratio, arid and semi-arid areas, precipitation

GİRİŞ

Küresel olarak günden güne artan su talebine karşın tarımda kullanılan su miktarı kısıtlanmakta ve dünya gıda güvenliği tehlikeye girmektedir. Sürekli artan gıda ve su talebini karşılamaya yönelik çözüm önerileri kapsamında yağmur suyundan etkin bir şekilde yararlanmanın önemi giderek artmaktadır. Su kısıtı olan alanlarda tarımsal üretim için su hasadı, su toplama havzasından derlenen suyun daha küçük bir alan içerisinde veya bitki kök bölgesinde depolanmasıdır (Boers ve Ben-Asher, 1982; Oweis ve Hachum, 2000). Bu yöntemde toplanan yağış suları yüzey akış alanının hemen yanındaki ekim alanında sulama amaçlı kullanılmakta ya da daha sonra kullanılmak üzere depolanmaktadır (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008). Su hasadı yönteminin tarihi oldukça eski olup, yüzyıllardır geleneksel yöntemlerle pek çok ülkede denenmiş olmasına rağmen bu konuda yapılan bilimsel araştırma oldukça sınırlıdır. Olumsuz iklim koşulları ile başa çıkmak için geçmişten beri kullanılan yağmur suyu hasadı sistemi Boers vd. (1986) tarafından tarif edilmiştir. Bu yöntemlerden biri olan sırt ve karık yağmur suyu hasat sisteminde, sırtlardan hasat edilen su karıklarda infiltre olarak toprakta depolanır (Wang vd, 2008). Sulama yapılmayan ve yağışa dayalı tarımın yapıldığı bölgelerde yağış miktarındaki azalmaların, ürün miktarını olumsuz yönde etkilemesi kaçınılmazdır. Yüzey akış sadece

yağış olduğu zaman hasat edilebilir. Bitkilerin tamamının yağışlarla beslendiği bazı bölgelerde yıllık yağışlarda %50'ye varan bir azalma, toplam üründe büyük bir düşüşe sebep olabilir (Critchley ve Siegert 1991). Mikro havza su hasadı yöntemleri ile yağış miktarı az olsa bile mevcut yağışın toplanmasıyla bitki gelişimi sağlanabilmektedir.

Sırt:karık yöntemiyle Çin'de yapılan araştırmalarda Li vd. (2000) sıkıştırılmış toprak sırtlardan %7'lik bir yüzey akış etkinliği elde ederken plastik malçlı sırtlardan ortalama olarak %87 elde etmiştir. Yine Li vd. (2001) plastik malçlı sırt konusunda kontrole göre mısır veriminde ilk yıl %92, ikinci yıl %21 ürün artışı elde etmiştir. Wang vd. (2008) tarafından patates yumru veriminin plastik malçlı sırtlarda %158.6-175.0 oranında bir artışla geleneksel ekimden oldukça yüksek olduğu, sıkıştırılmış toprak sırtlarda ise %14.9-28.4 oranında ortalama verim artışı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada olduğu gibi plastik kaplı sırtlarda toprak nem içeriği sıkıştırılmış toprak sırtlardan daha yüksek ve her ikisinde de kontrol konusundan daha yüksek bulunmuştur.

Ülkemizde su hasadı çalışmaları son yıllarda önem kazanmış olup, farklı iklim koşullarında konu ile ilgili yapılan çalışma sayısı günden güne artmaktadır. Bu çalışmanın amacı farklı sırt

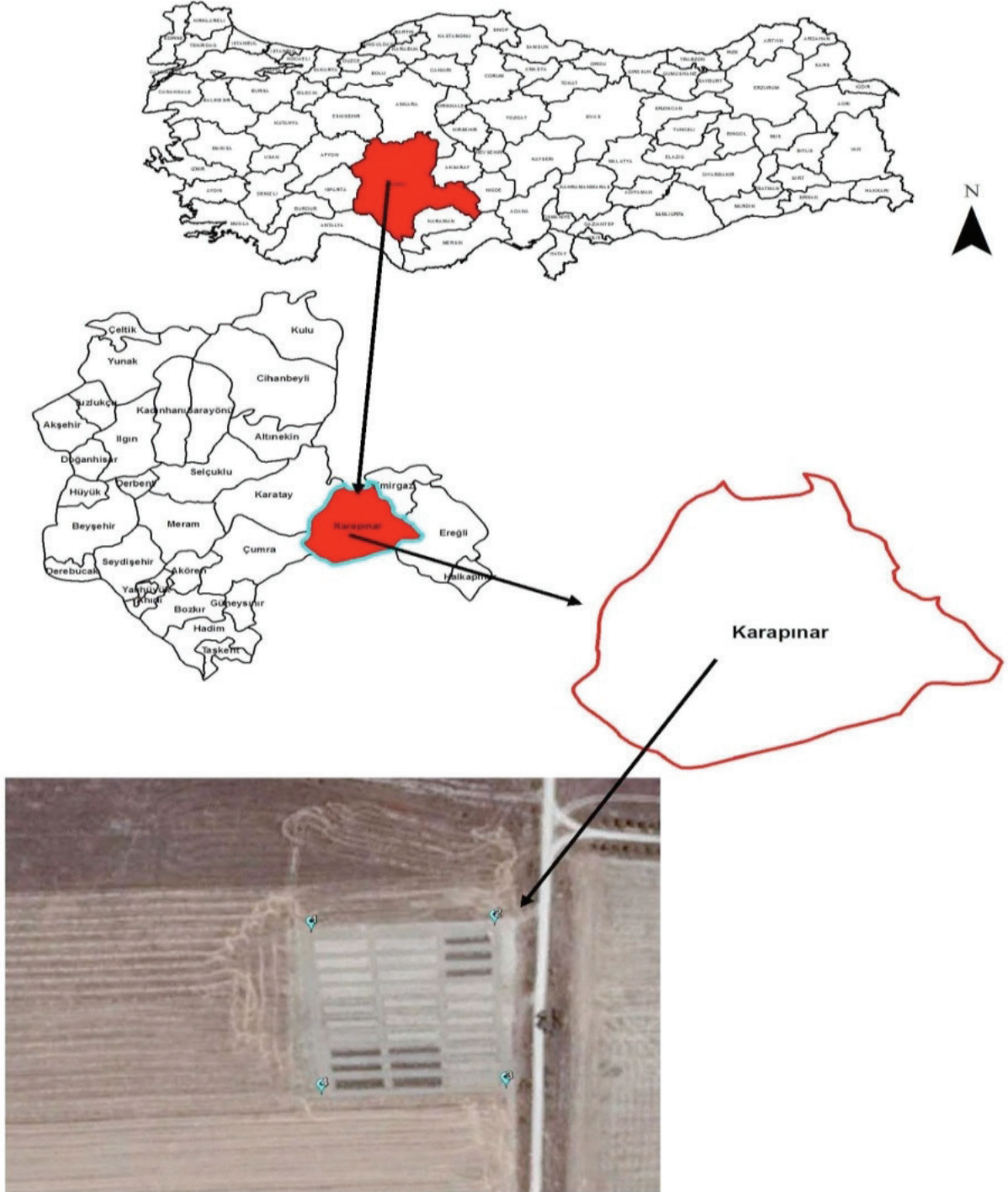
genişlikleriyle birlikte malç uygulamalarının bitki kök bölgesinde toprak nem korunumuna etkisinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Karapınar Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi'nde yürütülmüştür

(Şekil 1). Konya'nın 95 km doğusunda bulunan Karapınar'da yağışların az olması ve yer üstü sularının yetersizliği ilçede kuru tarımı ön plana çıkarmaktadır (Anonim, 2016a).

Çalışma alanı topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal analizler Çizelge 1.'de verilmiştir. Killi tınlı bünyeye sahip topraklarda kireç oranı oldukça fazla, organik madde miktarı düşük düzeydedir.



Şekil 1. Deneme alanının konumu

Figure 1. Location of experimental site

Çizelge 1. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical characteristics of soil in experimental site

Derinlik (cm)	EC (ds/m)	Toplam Tuz (%)	pH	Kireç (%)	Bitkilere Yararlı Besin Maddeleri (kg da ⁻¹)		Organik Madde (%)	Suyla Doygunluk (%)	TK (%)	SN (%)	Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)
					Fosfor (P ₂ O ₅)	Potasyum (K ₂ O)					
0-30	0.78	0.02	7.74	59.66	1.32	33.65	0.38	63.67	28.22	15.11	1.23
30-60	1.59	0.03	7.72	61.37	1.39	30.11	0.20	68.33	29.11	16.16	1.27
60-90	1.51	0.05	7.86	56.57	0.99	24.96	0.23	69.67	44.72	23.79	1.4

Çizelge 2. Çalışma alanı yağış ve sıcaklık verileri

Table 2. Precipitation and temperature data of experimental site

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Top./Ort.
YAĞIŞ (mm)													
Uzun Yıllar	24.6	22.7	18.8	25.3	23.2	23.7	5.8	2.6	10.3	17.4	21.0	32.8	228.2
2014	40.4	18.4	47.2	3.2	18.4	26.0	0	9.8	17.2	48.2	31.8	29.8	290.4
2015	13.2	24.9	42.6	16.2	28.0	46.6	0	5.2	0.8	3.6	1.6	0.6	183.3
SICAKLIK (°C)													
Uzun Yıllar	0.2	1.5	5.8	10.8	16.2	20.5	24.0	23.3	18.0	12.0	5.7	1.7	11.6
2014	2.4	3.9	7.5	12.8	16.1	19.3	26.1	24.0	18.6	11.8	5.8	5.5	12.8
2015	0.7	2.8	6.6	8.6	15.4	22.1	24.7	23.4	20.6	13.8	2.3	-2.7	11.5

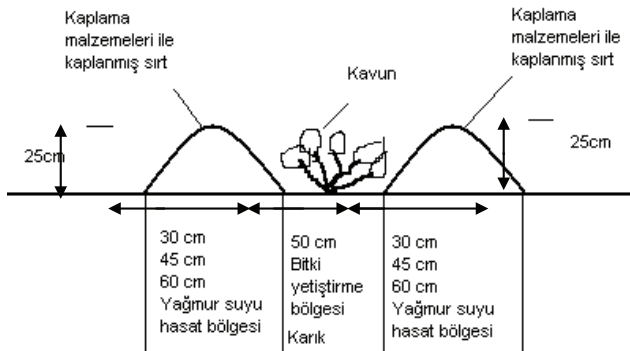
Karapınar bölgesinin iklimi yarı-kurak karasal iklimi olup yazlar sıcak ve kurak, kışlar yaz aylarına oranla soğuk ve yağışlıdır. Türkiye'nin en az yağış alan yerlerinden biri olan Karapınar'ın uzun yıllar (1996-2015) iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 11.6 °C ve yıllık yağış miktarı 228.2 mm'dir (MGM, 2016) ve bunun çoğunluğu kış aylarında düşmektedir. Bölgede haziran-eylül ayları arasında düşen yağış miktarı yağışa dayalı tarım faaliyetleri için oldukça düşüktür (Çizelge 2). Bitki yetiştirme

dönemindeki ortalama sıcaklık 2014 yılında 21.9 °C ve 2015 yılında 22.3 °C ölçülmüştür.

Çalışmada uygulanan sırt/karık oranları; 30:50 cm, 45:50 cm ve 60:50 cm olup her genişlikteki sırtlardan su hasadı için plastik örtü, buğday ve arpa gibi bitkilerin sap ve samanı ve sıkıştırılmış toprak sırtlar kullanılmıştır (Şekil 2).

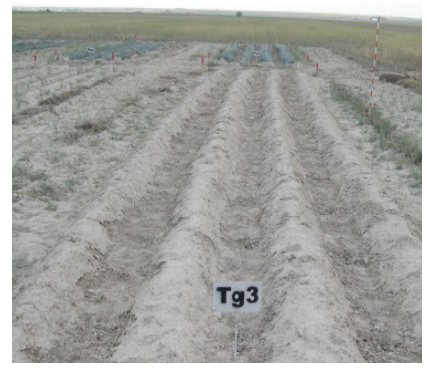
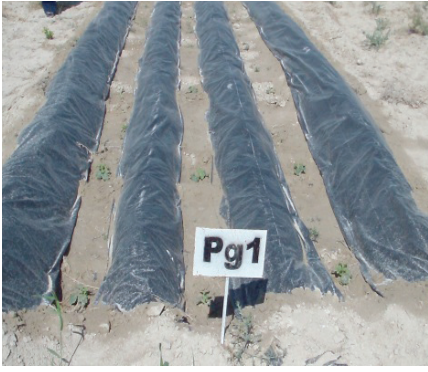
Deneme, plastik örtünün (P), sap-saman kaplamanın (S) ve malçsız toprak sıkıştırmasının (T), g₁= 30 cm, g₂= 45 cm ve g₃= 60 cm genişliğindeki sırtlara uygulandığı konular ve kontrol olmak üzere on konudan oluşmuştur. Plastik örtü ve sap saman üzerine serilen %15 gölgelikli file, sırtlara 2-3 mm kalınlıkta galvanizli çelik tel U şeklinde eğilerek sabitlenmiştir. Toprak sırtlar ise ahşap tokmakla sıkıştırılmıştır (Resim 1).

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü yürütülen çalışmada bitki olarak kavun kullanılmıştır. Denemede kullanılan Edalı F1 hibrit kavun fideleri hazır fide firmasından temin edilmiştir. Kontrol



Şekil 2. Uygulanan farklı sırt/karık oranları

Figure 2. Applied different ridge / furrow rates



Resim 1. Uygulanan farklı sırt/karık oranları

Photo 1. Experimental subjects

konusu hariç her parselde dört sırt ve üç karık yapılmış ve her bir karığa on adet bitki dikilmiştir. Karıklarda her iki bitki sıra üzeri 150 cm mesafe bırakılmıştır. Sabit 50 cm karık genişliği için g_1 , g_2 ve g_3 konularında sırasıyla bitki sıra araları 80 cm, 95 cm ve 110 cm'dir. Bütün parsellerin uzunlukları eşit olup parsel enleri Feng vd. (2012)'de olduğu gibi uygulanan sırt genişliğine bağlı olarak farklıdır. Buna göre sabit 50 cm karık genişliği için g_1 konusunda 2.70 m, g_2 konusunda 3.30 m ve g_3 konusunda 3.90 m parsel eni olmuştur. Kontrol konusu için sırsız düz arazi üzerine sıra üzeri 150 cm ve sıra arası 50 cm olan parseller kurulmuştur

İlk yıl 15 Mayıs 2014 ve ikinci yıl 14 Mayıs 2015 tarihlerinde parsellere kavun fideleri dikilmiştir. Taban gübresi olarak dikimde 16 kg da⁻¹ DAP ve 10 kg da⁻¹ potasyum sülfat, üst gübre olarak 20 kg da⁻¹ amonyum sülfat uygulanmıştır. Kavun hasadı tek seferde olmak üzere ilk yıl 3 Eylül 2014 ve ikinci yıl 8 Eylül 2015 tarihlerinde yapılmıştır.

Denemede kavun yetiştirme dönemi boyunca toprak nem içeriği her parselde 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerden 15 ila 30 gün arasında CPN 503 DR Hydroprope model nötron prob cihazı ile takip edilmiş ve ayrıca gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Deneme parsellerinde ölçüm karığı olan orta karığa 5 cm çapında alüminyum akses tüpler çakılmıştır. Nötronmetre ile alınan standart sayım oranları ile derinliklere göre toprağın hacimsel nem içeriği arasındaki ilişki regresyon analizi ile ($R^2_{30cm} = 0.95$, $R^2_{60cm} = 0.94$ ve $R^2_{90cm} = 0.94$) belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen toprak nem verilerinin ortalama, minimum, maksimum, standart sapma, değişim katsayısı gibi tanımlayıcı istatistikleri SPSS istatistik programı ile yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki fark varyans analizi (ANOVA) ile

karşılaştırılmış, farkın önemli olduğu konularda çoklu karşılaştırma (Duncan) yöntemleri ile uygulamalar gruplandırılmıştır. Sonuçlar %5 hata düzeyinde değerlendirilmiştir. Aylık toplam yağış verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi SPSS paket programında, nötronmetre kalibrasyon eğrisini oluşturmak için regresyon analizi Microsoft Excel 2010 programında yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Karapınar Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi'nde bulunan otomatik meteoroloji gözlem istasyonundan (OMGI) alınan verilere göre toplam yağış miktarı 2014 yılında 290.4 mm, 2015 yılında 183.3 mm'dir (Çizelge 2). Çalışmanın yapıldığı 2014 yılı 15 Mayıs- 3 Eylül tarihleri arasında toplam yağış 44.2 mm, 2015 yılı 13 Mayıs- 8 Eylül tarihleri arasında toplam yağış 70.8 mm'dir (Çizelge 3). Bir yağış olayında 5 mm'den düşük yağışlar ihmal edilmiş (Faberio vd. 2001) ve 5 mm'den yüksek yağışlar etkili yağış olarak kabul edilmiştir (Tian vd. 2003; Li vd. 2007). Buna göre bitki yetiştirme dönemindeki etkili yağış miktarı 2014 yılında 30.6 mm ve 2015 yılında 44 mm olmuştur. Bitki yetiştirme dönemi boyunca günlük yağış dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir.

Kontrol (K) konusu geleneksel ekim yöntemi ile oluşturulmuş ve herhangi bir su hasadı uygulaması yapılmadan doğrudan meteorolojik şartların etkisi altında bırakılmıştır. Buharlaşma kayıpları (düz arazide) tüm uygulamalar için aynıdır. Bu nedenle kontrol için farklı sıra aralarını içeren uygulama yapılmamıştır. İstatistiksel değerlendirmeler yukarıda açıklandığı gibi sıra aralarının açık meteorolojik şartlara bırakılan kontrol parsellerinden olan buharlaşmanın tamamını temsil edeceği düşüncesiyle yapılmıştır.

Çizelge 3. Bitki yetiştirme dönemi boyunca günlük yağış dağılımı**Table 3.** Daily precipitation during the plant growing season

Günlük yağışlar (mm)					
2014		2015			
Tarihi	Miktarı	Tarihi	Miktarı	Tarihi	Miktarı
23 Mayıs	7.6	22 Mayıs	3.4	9 Haziran	3.4
24 Mayıs	0.8	24 Mayıs	1.0	10 Haziran	1.8
1 Haziran	1.4	27 Mayıs	0.6	11 Haziran	8.8
2 Haziran	2.8	28 Mayıs	0.6	18 Haziran	0.4
3 Haziran	0.4	29 Mayıs	7.6	25 Haziran	2.0
4 Haziran	0.2	30 Mayıs	5.8	26 Haziran	1.4
5 Haziran	0.8	1 Haziran	0.2	4 Ağustos	1.4
6 Haziran	1.6	2 Haziran	12.2	6 Ağustos	0.8
7 Haziran	2.4	3 Haziran	9.6	15 Ağustos	0.4
8 Haziran	13.2	4 Haziran	4.0	16 Ağustos	0.6
9 Haziran	0.8	5 Haziran	0.8	24 Ağustos	2.0
10 Haziran	1.6	6 Haziran	0.2		
16 Haziran	0.8	7 Haziran	0.6		
5 Ağustos	9.8	8 Haziran	1.2		
Toplam	44.2	Toplam	70.8		
Etkili yağış toplamı	30.6		44.0		

Toprak nem değerlerinin istatistiksel değerlendirmesi sonucunda 2014 yılında standart sapma 21.2 mm, ortalama 162.5 mm, minimum değer 130.4 mm ve maksimum değer 207.6 mm iken 2015 yılında bu değerler sırasıyla 27.1 mm, 155.6 mm, 117.6 mm ve 220.3 mm bulunmuştur. Toprak nem verilerinin yıllar bazında değerlendirmesinde varyans analizi sonuçlarına göre sırt kaplama malzemesi ve sırt genişliği interaksyonunu bakımından 2014 yılında istatistiksel olarak önemsiz olup, 2015 yılında ise interaksyon istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuş ve Duncan gruplandırması yapılmıştır. Buna göre 0-90 cm'de konulara göre ortalama toprak nem değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4'e göre 2014 yılında en fazla toprak nemi ortalama 195.2 mm ile Pg₃ konusunda belirlenmiş, bunu sırasıyla Pg₂, Pg₁, Sg₂, Sg₃, Sg₁, Tg₁, Tg₂ ve Tg₃ konuları izlemiş, en az toprak nemi 149.5 mm ile kontrol konusunda olmuştur. İnteraksyonun önemli çıktığı 2015 yılında Duncan gruplandırmasında deneme konularına göre toprak nemi dokuz gruba ayrılmış ve 213.8 mm ile 128.0 mm arasında değişim göstermiştir. En

Çizelge 4. Yıl bazında deneme konularının toprak nemine etkileri**Table 4.** The effects of the experimental subjects on soil moisture by years

Konular	Ortalama Toprak Nemi (mm)	
	2014	2015
Pg ₁	187.6	176.2 c
Pg ₂	193.1	192.8 b
Pg ₃	195.2	213.8 a
Sg ₁	148.3	153.7 def
Sg ₂	161.8	155.5 de
Sg ₃	155.5	161.1 d
Tg ₁	156.6	138.5 fg
Tg ₂	152.7	140.2 efg
Tg ₃	150.9	148.6 def
K	149.5	128.0 g

fazla toprak nemi 2014 yılında olduğu gibi, Pg₃ (a) konusunda olmuş, bunu sırasıyla Pg₂ (b), Pg₁ (c), Sg₃ (d), Sg₂ (de), Sg₁ (def), Tg₃ (def), Tg₂ (efg), Tg₁ (fg) ve K (g) konuları takip etmiştir. Her iki yılda da elde edilen sonuçlara göre, sırt: karık sisteminin

uygulandığı Li vd. (2007)'ye benzer şekilde, en fazla toprak nemi plastik malçlı sırt konularında belirlenmiştir. Bunu sırasıyla sap-saman ve toprak sırt konuları takip etmiş, en az toprak nemi ise geleneksel yöntemle kurulmuş kontrol konusunda saptanmıştır.

Toprak nem verileri malç materyalleri bakımından değerlendirildiğinde her iki yılda da konular arasındaki fark istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 5. Sırt kaplama malzemesine göre 2014 ve 2015 yılları toprak nemi grupları

Table 5. Groups of soil moisture for the years 2014 and 2015 according to ridge covering material

Malç Materyali	Ortalama Toprak Nemi (0-90 cm (mm))	
	2014	2015
Plastik malç	191.9 a	194.3 a
Sap-saman	155.2 b	156.8 b
Toprak	153.4 c	142.4 c
Kontrol	149.5 d	128.8 d

Sırt kaplama malzemesi bakımından ortalama toprak nemi 2014 yılında 149.5 mm ile 191.9 mm arasında, 2015 yılında 128.8 mm ile 194.3 mm arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da ortalama toprak nemi dört gruba ayrılmış olup en yüksek toprak nemi plastik malç uygulamalarında (a) olup bunu sırasıyla sap-saman (b) ve toprak sırt (c) konuları takip etmiştir. En düşük toprak nemi ise kontrol konularında (d) belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu sonuçları destekler şekilde Li vd. (2000) tarafından sırt:karık mikro havza su hasadında plastik örtülü sırtlarda 0.8 ± 0.2 mm'nin üstünde yağışların yüzey akış oluşturduğu, sıkıştırılmış sırtlarda ise toprak infiltrasyon hızından daha yüksek hızdaki yağışlarda yüzey akış oluştuğu saptanmıştır.

Toprak nem verileri sırt genişliği bakımından değerlendirildiğinde konular arasındaki fark istatistiksel olarak 2014 yılında önemsiz olup 2015 yılında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuş ve Duncan gruplandırması yapılmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6'ya göre 2015 yılında ortalama toprak nemi iki gruba ayrılmış olup 163.1 mm ile 149.3 mm arasında değişim göstermiştir. En yüksek toprak nemi 60 cm sırt genişliği uygulamalarında

Çizelge 6. Sırt genişliğine göre 2015 yılı toprak nemi grupları
Table 6. Groups of soil moisture for the year 2015 according to ridge width

Sırt Genişliği	Ortalama Toprak Nemi (0-90 cm) (mm)
30 cm	149.3 b
45 cm	154.3 b
60 cm	163.1 a

(a) olup 45 ve 30 cm sırt genişliklerinin etkisi aynı (b) bulunmuştur. Her iki yılda ekim ve hasat arasında düşen yağış miktarındaki farklılık sırt genişlikleri açısından farklı sonuçlar doğurmuştur. Gelişme döneminde 2014 yılında düşük yağışlar nedeniyle sırt genişliklerinin toprak nemini artırması bakımından önemli bir artışa yol açmadığı tespit edilmiştir.

Aylık toplam yağış verilerinin istatistiksel değerlendirmesine göre uzun yıllar, 2014 ve 2015 yılları yağış miktarları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Ancak bitki yetiştirme döneminde özellikle bitkinin suya ihtiyaç duyduğu çiçeklenme gibi kritik dönemlerdeki yağış uzun yıllara ait bu aylardaki yağışlardan daha düşük olmuştur. Örneğin uzun yıllar ortalamasına göre mayıs, haziran ve temmuz aylarında sırasıyla %10.2, %10.4 ve %2.5 yağış alırken 2014 yılında sırasıyla %6.3, %9 ve %0 ve 2015 yılında sırasıyla %15.3, %25.4 ve %0 yağış almıştır (Çizelge 7). Bu, özellikle kurak alanlarda, yağışın miktarı yanında yağdığı dönemin de verim üzerinde son derece etkili olduğunu göstermektedir.

Yıllar arasındaki yağış miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmasına rağmen, yukarıda bahsedildiği gibi, bitki yetiştirme dönemi boyunca düşen yağış miktarı 2014 yılında daha az olduğu için (Çizelge 7) tüm konularda toprak nem değerleri 2015 yılından daha düşük çıkmıştır. Denemenin yürütüldüğü aylar (mayıs, haziran, temmuz, ağustos) içinde en fazla yağış 46.6 mm ile 2015 yılı haziran ayında gerçekleşmiştir. Haziran ayındaki bu yağış miktarı toprakta depolanan nem üzerinde oldukça etkili olmuş ve tüm deneme boyunca en fazla toprak nemi 30.06.2015 tarihinde yapılan ölçüm sonucu elde edilmiştir (Pg_3 ortalama nem = 294.6 mm). Yağışlar sonucunda biriken toprak nemleri (0-90 cm) grafiksel olarak Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir. Bütün malç uygulamalarında sırt genişliğinin artmasıyla toprak nem içeriği artmıştır. Elde edilen

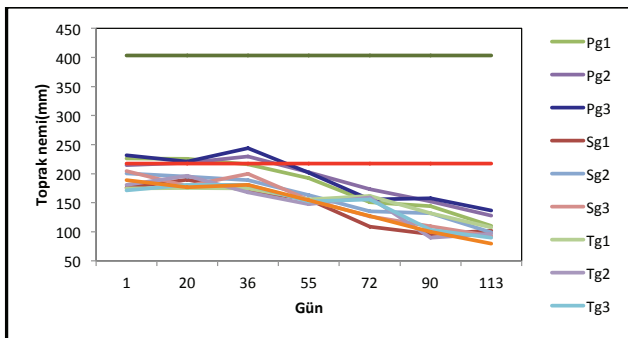
Çizelge 7. Uzun yıllar, 2014 ve 2015 yılları aylık yağışlarının değerlendirilmesi

Table 7. Evaluation of long-term, 2014 and 2015 monthly precipitation

Aylar	Uzun Yıllar Ort.		2014		2015	
	mm	%	mm	%	mm	%
Ocak	24.6	10.8	40.4	13.9	13.2	7.2
Şubat	22.7	9.9	18.4	6.3	24.9	13.6
Mart	18.8	8.2	47.2	16.3	42.6	23.2
Nisan	25.3	11.1	3.2	1.1	16.2	8.8
Mayıs	23.2	10.2	18.4	6.3	28.0	15.3
Haziran	23.7	10.4	26.0	9.0	46.6	25.4
Temmuz	5.8	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Ağustos	2.6	1.1	9.8	3.4	5.2	2.8
Eylül	10.3	4.5	17.2	5.9	0.8	0.4
Ekim	17.4	7.6	48.2	16.6	3.6	2.0
Kasım	21.0	9.2	31.8	11.0	1.6	0.9
Aralık	32.8	14.4	29.8	10.3	0.6	0.3
Toplam	228.2	100.0	290.4	100.0	183.3	100.0
Std. Sapma	8.7		16.0		16.7	
Ortalama	19.0		24.2		15.3	
Minimum	2.6		0.0		0.0	
Maksimum	32.8		48.2		46.6	

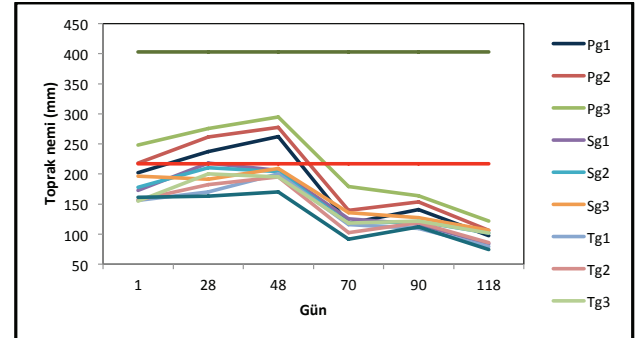
bulgular Feng vd. (2012) bulgularıyla benzerdir. Sırt genişliği en fazla olan (60 cm) konularda toprak nemi en fazla olmuş, bunu sırasıyla 45 cm ve 30 cm sırt konuları takip etmiştir. Feng vd. (2012), 30 cm karık genişliği için plastik malç uygulanan 30 cm ve 60 cm sırt genişliklerini denemiş, her iki uygulamada da düz arazi üzerine kurulan kontrol konusundan daha fazla toprak nemi ölçmüştü ve en fazla toprak nemi 60 cm sırt genişliği olan konuda olmuştur. Plastik malçlı sırtlarda buharlaşma

kayıplarının en az olması depolanan toprak nemi miktarında oldukça etkilidir. Plastik malçlı sırtlar önemli bir hasat etkinliğine sahiptir (Wang vd, 2008). Li vd. (2001)'in sıkıştırılmış toprak sırt ve plastik malçlı sırtlarla yaptığı çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde her iki yılda da kontrol parseliyle karşılaştırıldığında toplam toprak nemi değerlerinde, en fazla nem plastik malçlı sırt konusunda belirlenmiştir.



Şekil 3. 2014 yılı konulara göre toprak nem değerlerinin (mm) zamansal değişimi

Figure 3. Temporal variation of soil moisture values (mm) by subjects in 2014



Şekil 4. 2015 yılı konulara göre toprak nem değerlerinin (mm) zamansal değişimi

Figure 4. Temporal variation of soil moisture values (mm) by subjects in 2015

Saman kaplı sırtlar sıkıştırılmış toprak sırtlardan daha fazla nem artışı sağlamıştır. Saman ve toprak sırtlarda buharlaşma kayıplarının plastik sırtlara göre daha fazla olması, hem daha yoğun yağışlarda ancak yüzey akış vermeleri hem de sırtlar üzerinde yetişen yabancı otlar nedeniyle depolanan toprak nem miktarının plastik malçlı sırtlara göre daha az çıkmasına neden olmuştur. Ancak bu konulardaki toprak nemi hiçbir uygulama yapılmayan kontrol konusuna göre daha fazla bulunmuştur. Kontrol konusu geleneksel yöntemlerle düz arazi üzerine sırsız ve karıksız olarak kurulduğu için bir yandan yüzey akış, konsantre edilemediğinden toprakta sığ bir tabakada depolanmış ve diğer yandan buharlaşma kayıpları nedeniyle kaybedilmiştir. Yapılan araştırmalarda kavun için bitki su tüketimi Ankara koşullarında ortalama 565 mm (Yıldırım vd., 2009), Kayseri koşullarında ortalama 635 mm (Keskin, 2016) olarak belirlenmiştir. Karapınar koşullarında kavunun bitki su tüketimi 617,5 mm (Anonim, 2016b) olup tüm deneme süresince bütün konularda söz konusu neme ulaşamamış hatta çoğu zaman solma noktası değerinin altında kalmış dolayısıyla bitkisel üretimde ekonomik verim alınamamıştır. Bu nedenle verim bakımından istatistiksel değerlendirme yapılamamıştır. Diğer uygulamalarda her parselde meyve verimi alınamazken plastik örtülü sırt konularında sınırlı sayıda ve ekonomik değeri olmayan meyve elde edilmiş ve bitki başına meyve sayısı bakımından Pg_1 , Pg_2 ve Pg_3 konularında 2014 yılında sırasıyla 0.47 adet, 0.42 adet ve 0.53 adet, 2015 yılında sırasıyla 0.59 adet, 0.67 adet ve 0.84 adet meyve elde edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışma, kurak-yarı kurak alanlarda bitkisel üretimde verim artışına yönelik toprak nemini artırma ve toprak yüzeyinden buharlaşma miktarını azaltmak için yağış sularından optimum fayda sağlamak amacıyla yürütülmüştür.

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre yağmur suyu hasadı için kullanılan sırt: karık mikro havza su hasadı sistemleri, kontrol konusuna göre toprak nemini artırmıştır. Toprak neminin bu artışında sırtlardan hasat edilen suyun karıklarda konsantre edilerek toprakta daha derinlere sızarak depolanması ve buharlaşma yüzeyinin azaltılması etkili olmuştur.

Plastik örtülü sırtlar, sap-saman örtülü sırtlar ve sıkıştırılmış toprak sırtlar ile karıklardan oluşan mikro

havza su hasadı sistemleri içerisinde toprak nemini en çok plastik örtülü sırtlar artırmıştır. Uygulanan plastik örtülü sırt konuları düşen yağışları karıklara ve bitki kök bölgesine yönlendirmiş ancak diğer uygulamalar plastik malçlı sırt konuları kadar başarılı olamamıştır. Su hasadının yapıldığı sırtların genişliğinin artmasına paralel şekilde toprak nemi de artmıştır. Saman kaplı sırtlarda sıkıştırılmış toprak sırtlardan daha fazla toprak nemi artışı sağlanmıştır.

Etkili yağış miktarının tamamı karıklara yönlendirilmesi nedeniyle en fazla hasat etkinliği plastik malçlı sırtlarda olmuş; sırasıyla 30 cm, 45 cm ve 60 cm genişlik için 0.6, 0.9 ve 1.2 kat daha fazla yağış hasat edilmiştir. Buna göre kontrol konusuyla karşılaştırıldığında plastik malç ile kaplı 60 cm genişliğindeki sırtlardan 2014 yılında 36.7 mm ve 2015 yılında 52.8 mm daha fazla yağış hasat edilmiştir. Bu değerler 45 cm sırt genişliği için sırasıyla 27.5 mm ve 39.6 mm iken 30 cm genişliğindeki sırtlar için 18.4 mm ve 26.4 mm olmuştur. Görüldüğü gibi sırt genişliğinin artmasıyla birim alandan hasat edilen yağış miktarı dolayısıyla toprakta depolanan nem miktarı artış göstermiştir. Plastik malçlı sırt konularında hasat edilen yağışın daha fazla olmasına rağmen düşen yağışlar çok yetersiz kalmış ve bitkisel üretimde ekonomik verim alınamamıştır. Böyle marjinal alanlarda daha büyük sırt genişliği oluşturularak erozyonu önlemenin yanında tamamlayıcı sulama ile ekonomik verim alınması mümkün gözükmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim a. (2016). <http://www.karapınar.gov.tr>. TC Karapınar Kaymakamlığı resmi internet sitesi.

Anonim b. (2016). Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi. TAGEM-DSİ. Ankara

Boers T.M, Ben-Asher J (1982). A Review of Rainwater Harvesting. *Agricultural Water Management*, 5: 145-158

Boers T.M, Zondervan K, Ben-Asher J (1986). Micro-Catchment Water Harvesting for Arid Zone Development. *Agricultural Water Management*, 12: 21-39

Critchley W, Siegert K. (1991). *Water Harvesting: a Manual for the Design and Construction of Water harvesting Schemes for Plant Production*. FAO, Rome.

Fabeiro, C., de santa Olalla, M., de Juan, J.A., 2001. Yield and Size of Deficit Irrigated Potatoes. *Agri. Water Manag.* 18, 255-266.

Feng H, Kun W, Lin L-X, Xia L-G (2012). Effects of Ridge and Furrow Rainfall Harvesting System on Elymus Sibiricus Yield in Bashang Agro-pastoral Zone of China. *African journal of Biotechnology* Vol. 11(38), p 9175-9181

Keskin, G. (2016). Kısıtlı Sulama Koşullarında Kavunda Anaç Kullanımının Bitkisel Gelişime ve Verime Etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi).

Li X-Y, Gong J-D, Wei X-H (2000). In-Situ Rainwater Harvesting and Gravel Mulch Combination for Corn Production in the Dry Semi-arid Region of China. *Journal of Arid Environment*, 46:371-382

Li X-Y, Gong J-D, Gao Q-Z, Li, F-R (2001). Incorporation of Ridge and Furrow Method of Rainfall Harvesting With Mulching For Crop Production Under Semi-Arid Conditions. *Agricultural Water Management*, 50: 173-183

Li X., Su D. and Yuan Q. (2007). Ridge-Furrow Planting of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) for Improved Rainwater Harvest in Rainfed Semiarid Areas in Northwest China. *Soil & Tillage Research* 93: 117-125

MGM, (2016). Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri

Oweis T, Hachum A (2000). Water Harvesting And Supplemental Irrigation for Improved Water Use Efficiency. *Advanced Short Course on Water Saving in Irrigated Agriculture*. Cairo.

Pamuk Mengü G, Akkuzu E (2008). Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5: 75-85

Tian Y, Su D, Li F, Li X (2003). Effect of Rainwater Harvesting with Ridge and Furrow on Yield of Potato in Semiarid Areas *Field Crops Research* 84: 385-391

Wang Q, Zhang E, Li F, Li F (2008). Runoff Efficiency and the Technique of Micro-water Harvesting with Ridges and Furrows, for Potato Production in Semi-arid Areas. *Water Resour Manage*, 22: 1431-1443.

Yıldırım, O., Halloran N., Çavuşoğlu, Ş., Şengül, N. (2009). Effects of Different Irrigation Programs on the Growth, Yield and Fruit Quality of Drip-irrigated Melon. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 243-255.