



## İşlenmiş ve İşlenmemiş Arazi Koşullarında İkinci Ürün Karnabaharın (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*) Bitki Su Tüketimi

Mehmet Murat CÖMERT<sup>1\*</sup> Tekin ÖZTEKİN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat  
\*e-mail: mehmetmurat.comert@gop.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 02.09.2015

Kabul tarihi (Accepted): 12.11.2015

Online Baskı tarihi (Printed Online): 28.04.2016

Yazılı baskı tarihi (Printed): 16.05.2016

**Öz:** Bu çalışmada toprak işleme uygulamalarının bitki su tüketimi ve karnabaharın verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmış olup açık tarla koşullarında ikinci ürün karnabaharın gerçek bitki su tüketimi ( $ET_c$ ) su bütçesi eşitliği yöntemine göre, referans bitki su tüketimi ( $ET_0$ ) ise iklim verilerinden yararlanarak FAO Penman-Monteith eşitliği kullanılarak belirlenmiştir. Denemede toprağın işlendiği ve işlenmediği koşullarda karnabaharın bitki su tüketimleri ve verim özellikleri karşılaştırılmıştır. Toprak profilindeki nem değişimi gravimetrik yöntemle ve tensiyometrelerle izlenmiştir. Araştırma 2011 yılı Ağustos-Kasım aylarında buğday karnabahar ekim nöbeti takip edilerek Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü arazisinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İşlenmiş toprak koşullarında mevsimlik  $ET_c$ , 195,5 mm ve işlenmemiş toprak koşullarında mevsimlik  $ET_c$ , 201,8 mm olarak belirlenmiştir. Mevsimlik  $ET_0$  ise 258,8 mm olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, A sınıfı buharlaşma kabından olan mevsimlik  $E_p$ , 295,4 mm olarak ölçülmüştür. Tokat koşullarında karnabahar için mevsimlik bitki katsayısı değeri işlenmemiş toprak uygulamasında 0,78 ve işlenmiş toprak uygulamasında 0,76 olarak belirlenmiştir. Mevsimlik  $k_p$  kap katsayısı değeri ise 0,88 olarak elde edilmiştir. Araştırmada taç çapı, yaprak sayısı, bitki boyu, pazarlanabilir taç ağırlığı ve pazarlanabilir verim özellikleri toprak işlemeye göre toprak işlemez uygulamada daha yüksek bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki su tüketimi, Karnabahar (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*), Toprak işleme

### Evapotranspiration of Second Crop Cauliflower (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*) Under Tillage and No-Tillage Land Conditions

**Abstract:** The effects of soil tillage practices on evapotranspiration, yield and quality of cauliflower were investigated in this study the actual evapotranspiration ( $ET_c$ ) of the second crop cauliflower was determined according to water balance equation, the reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) was calculated using the FAO Penman-Monteith equation using climatic data. In the experiment, evapotranspiration values and yield parameters of cauliflower were compared under tillage and no-tillage conditions. The changes of soil moisture in soil profile were observed by gravimetric method and tensiometers. The research was conducted at the Directorate of Agriculture Practice and Research Center field of Gaziosmanpaşa University in a randomized complete block experiment design with three replications in August-November season of 2011. The cauliflower in this experiment was grown as a second crop following winter wheat. The seasonal  $ET_c$  values of 195,5 and 201,8 mm under tilled, and notill soil conditions, respectively, were determined. The seasonal  $ET_0$  was calculated as 258,8 mm. In addition, the seasonal  $E_p$  was measured as 295,4 mm by using Class A pan. Seasonal crop coefficient was determined as 0,78 in notill application and 0,76 in till application for cauliflower in Tokat conditions. The seasonal pan coefficient was obtained as 0,88. In this research, the diameter of curd, leaf number, plant height, marketable curd weight and marketable yield characteristics under notill condition were higher than those of till conditions.

**Keywords:** Cauliflower (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*), Evapotranspiration, Soil tillage

\*Bu çalışma Gaziosmanpaşa Üniversitesi BAP Komisyonu tarafından 2011/72 olarak desteklenen yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

## 1. Giriş

Artan enerji ve besin ihtiyacının karşılanması ve çevrenin korunması için toprak işleme sistemlerinde farklı uygulamalara gidilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir (Aykas ve ark. 2005). Toprağın iyi bir yapı (strüktür) kazanması için fazla toprak işleme, hem maliyetin artması hem de organik maddelerin parçalanmasından dolayı toprak yapısı üzerine olumsuz etkilerde bulunmaktadır (Kayışoğlu ve ark. 1996; Çetin ve ark. 2005). Toprak işlenmesiz tarım veya anıza direk ekim sistemleri düzgün yönetildiğinde toprak yapısı ve biyolojik yaşam olumlu yönde etkilenirken, infiltrasyon, verimlilik ve karlılık artar, erozyon, işgücü ve yakıt tüketimi azalır (Jasa 2011).

Tarım, endüstri, çevre ve yaşam için gerekli olan su ihtiyacının karşılanabilmesi için kısıtlı olan su kaynakları akıllı bir şekilde kullanılmalıdır. Özellikle sulamadan dolayı tarımda su kullanımı su yönetiminin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Tarımsal su yönetiminin etkinliği ise bitki su ihtiyacının doğru tahmini ile mümkündür (Zeke ve Wade 2012). Gerçek bitki su tüketimi ( $ET_c$ ), ölçümü kolay olmayan, pahalı ve özel araçlarla yetişmiş personel tarafından yürütülmesi gereken bir yöntemdir. Bu yöntem her ne kadar pratik olmasa da, diğer tahmin yöntemleri ile elde edilen bitki su tüketiminin değerlendirilebilmesi için önemini sürdürmektedir. Hassas tarla ölçümleri yapmanın zorluğundan dolayı iklim verilerinden yararlanarak referans bitki su tüketimi ( $ET_0$ ) hesaplanır ve bitki katsayıları ( $k_c$ ) ile düzeltilerek  $ET_c$  hesaplanabilir.  $ET_0$  kap buharlaşması yöntemi ile de tahmin edilebilir. A sınıfı buharlaşma kabından oluşan su kaybı ( $E_p$ ) ölçülerek ve kap katsayısı ( $k_p$ ) ile düzeltilerek  $ET_0$  başarılı bir şekilde tahmin edilebilir (Allen ve ark. 1998). Bitki katsayısı ve kap katsayısı bölgelere göre farklılık gösterdiğinden bitki su tüketimi tahmini için yerel katsayıların hesaplanması doğru tahmin için önem teşkil etmektedir.

Shuhua ve ark. (2001), su bütçesi eşitliğinden yararlanarak karnabaharın bitki su tüketimini 223,8 mm ve bitki katsayısını ( $k_c$ ) 0,68 olarak belirlemişlerdir. Zavadil (2006), geç yetiştirilen

karnabaharın mevsimlik bitki su tüketimi değerini FAO 56 yaklaşımına göre 120 mm ile 206 mm arasında hesaplamıştır. Yazar yıllar arasındaki farkın, yıllık yağış miktarından ve farklı sulama uygulamalarından kaynaklandığını belirtmiştir. Sahin ve ark. (2009), Erzurum'da yaptıkları denemelerde bitki su tüketim değerlerini A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak belirlemişlerdir. Yarı kurak serin iklim şartlarında karnabaharın mevsimlik bitki su tüketimini ( $ET_c$ ) 475 mm, mevsimlik pan katsayısını ( $k_p$ ) 0,82 ve bitki katsayısını ( $k_c$ ) 0,84 olarak hesaplamışlardır. Sarkar ve ark. (2010), yaptıkları denemelerde farklı sulama metodu ve sıklıklarında karnabaharın gerçek bitki su tüketimini 123,9 ile 205,6 mm arasında bulmuşlardır.

Bu çalışmanın temel hedeflerinden biri Tokat yöresinde toprağın işlendiği ve işlenmediği koşullarda yetiştiriciliği yapılan ikinci ürün karnabahar bitkisinin, bitki su tüketimine, verim ve kalite özelliklerine etkilerinin ortaya konmasıdır. Ayrıca elde edilen gerçek bitki su tüketiminin, referans bitki su tüketimi ve kap buharlaşması yöntemleri ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması ve gelecekte yapılacak benzer çalışmalara kaynak teşkil etmesi amaçlanmıştır.

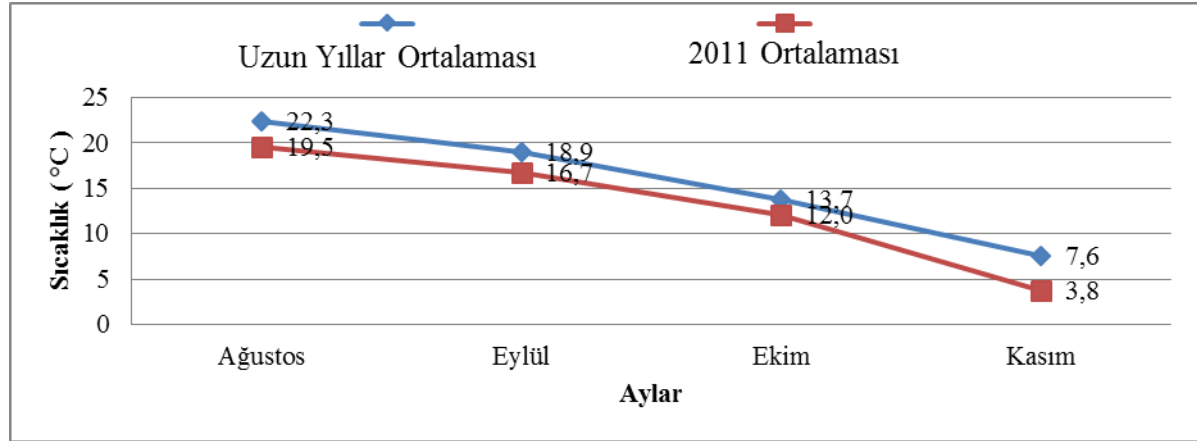
## 2. Materyal ve Yöntem

Deneme, 2011 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanı  $40^{\circ} 33'$  kuzey enleminde,  $36^{\circ} 47'$  doğu boylamında Tokat şehir merkezinin yaklaşık 7 km batısında ve deniz seviyesinden 590 m yüksektedir. Tokat yarı-nemli/kurak iklim sınıfına sahip olup (Cemek ve ark. 2007); deneme süresince 15 Ağustos-30 Kasım 2011 tarihleri arasında deneme alanında bulunan Vantage Pro2 meteoroloji istasyonundan ölçülen aylık ortalama iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Tokat Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan Ağustos-Kasım aylarına ait uzun yıllar ortalama sıcaklık değerleri ise Şekil 1'de verilmiş olup (Anonim 2013); denemenin yürütüldüğü 2011 yılı sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamalarının altında olduğu görülmektedir.

**Çizelge 1.** Büyüme periyodu boyunca ölçülen ortalama aylık iklim verileri**Table 1.** The mean monthly measured climatic data during the growing season

Aylar	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Bağıl Nem (%)	Rüzgar Hızı* (km/h)	Solar Radyasyon (W/m <sup>2</sup> )
Ağustos	19,5	1,4	63,5	4,8	252
Eylül	16,7	14,0	68,8	3,7	211
Ekim	12,0	17,4	69,4	3,7	127
Kasım	3,8	23,4	81,3	3,1	50

\* 2 m yükseklikte ölçülen rüzgar hızıdır.

**Şekil 1.** Deneme alanı Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri**Figure 1.** Mean monthly temperatures for the months of August, September, October, and November at the experimental area

Deneme alanı arazisi düz ve düze yakın eğimlidir. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel

ve kimyasal özellikleri ise Tüzüner (1990)'a göre belirlenmiş olup Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri**Table 2.** Some physical and chemical properties of soils from the experimental area

Derinlik (cm)	pH	EC (µS/cm)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	HA (g/cm <sup>3</sup> )	TK (%)	SN (%)	OM (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)	
İşlenmiş	0-30	8,18	381	13,57	28,96	29,04	42,00	1,404	23,19	15,84	1,37	0,27	11,15	35,89
	30-60	8,15	368	13,57	36,96	21,04	42,00	1,403	20,05	11,55	0,99	0,20	8,24	32,58
İşlenmemiş	0-30	8,08	428	13,57	32,96	29,04	38,00	1,399	22,67	15,24	1,20	0,24	11,50	34,54
	30-60	8,00	394	13,57	48,96	17,04	34,00	1,436	18,88	12,55	0,87	0,17	6,87	26,16

\*HA: Hacim Ağırlığı; TK: Tarla Kapasitesi; SN: Solma Noktası; OM: Organik madde

Çizelgeye göre 0-30 cm derinliğe ait toprakların bünye (tekstür) sınıfı killi tın (CL), 30-60 cm derinliğe ait toprakların bünye sınıfı ise tındır (L). Topraklar hafif alkali, orta kireçli ve tuzsuz olup; organik madde, toplam azot (N), fosfor ve potasyum içeriği bakımından yetersizdir. Topraktaki mevcut besinler ve bitki gereksinimleri göz önüne alınarak, karnabahara 250 kg/ha N (% 33 N'li amonyum nitrat formunda) ve 100 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (% 42-44 P'li Triple Süper Fosfat-TSP) uygulanmıştır. Fosforun tamamı dikimden önce, azotlu gübrenin yarısı

dikimde, diğer yarısı da dikimden üç hafta sonra verilmiştir.

Deneme 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Deneme 1 çeşit, 3 tekrar ve toprağın işlendiği ve işlenmediği konular olmak üzere toplam 6 parselden oluşmuştur. Denemenin yürütüldüğü alana 2010 yılı Aralık ayında kışlık buğday ekilmiş ve bu buğdayın hasadı 15 Temmuz 2011 tarihinde yapılmıştır. Sap kaldırma işlemi yapıldıktan sonra kalan anız için herhangi bir işlem yapılmadan toprak işlenmez ve toprak işleme konularında deneme alanı fide dikim için hazırlanmıştır. İşlenmemiş

toprak konusunda dip kazan yardımıyla anızlı toprakta fidelerin dikilebileceği derinlikte çiziler açılmıştır. Açılan çizilere fideler şaşırılmıştır. Bu yöntemde toprağa çizi açma dışında başka bir uygulama yapılmamıştır. İkinci uygulamada kulaklı pulluk ile toprak işlenmiş, toprak sürüldükten hemen sonra oluşan keseklerin parçalanması için rotatiller ile 10 cm derinlikte ikinci bir toprak işlemesi yapılmıştır. Uygulanan toprak işlemleri sonrasında karnabahar fideleri parsellere şaşırılmıştır.

Denemede bitki materyali olarak beyaz renkli taç oluşturan, erken ilkbahar ve sonbahar yetiştiriciliğine uygun Barcelona F<sub>1</sub> çeşidi kullanılmıştır. Bu erkenci çeşidin vejetasyon süresi 80-105 gündür. Homojen baş iriliğine

sahip, orta güçlü bitki yapısı olan, sıkı başlı, hafif basık ve yuvarlak meyve şekillidir. Karnabahar fideleri 4 m uzunluğunda ve 2,8 m enindeki parsellere sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 40 cm olacak şekilde 4 sıra halinde dikilmiştir. Bir parselin büyüklüğü 11,2 m<sup>2</sup>'dir. Her sırada 10 bitki olmak üzere bir parselde toplam 40 bitki yetiştirilmiş ve sınır tesir etkisi altında olmayan 16 bitki arasından 12 bitki üzerinde gözlemler yapılmıştır.

Deneme konularının sulanmasında kullanılan, Tokat Kazova DSİ sol sahil sulama kanalından alınan sulama suyuna ilişkin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Bu suyun sulama suyu kalitesi T<sub>2</sub>A<sub>1</sub>'dir.

**Çizelge 3.** Sulama suyuna ilişkin bazı kimyasal özellikler

**Table 3.** Some chemical properties of irrigation water

EC (µS/cm)	pH	KATYONLAR (me/l)				ANYONLAR (me/l)				Na (%)	SAR	Bor (mg/l)	Tuz Sınıfı	Alkalilik Sınıfı
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca+Mg	Top	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Top					
572	7,45	0,53	0,04	5,22	5,79	4,18	1,50	0,11	5,79	9,15	0,33	0,16	T2	A1

Deneme konularına ait parsellerin sulamaya gelip gelmediklerini belirlemek amacıyla parsellere deneme süresince bitki kök bölgesindeki nem seviyelerini ve derine süzülme olup olmadığını izlemek amacıyla 20, 60 ve 90 cm derinliklerde tansiyometreler (Irrometer Co. Inc., California USA) yerleştirilmiştir. Bitkilerin kök derinlikleri iki haftada bir ölçülüp, bitkinin 20 cm derinliğindeki toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40'ı tüketildiğinde sulamalara başlanılmıştır. Her parsel için net sulama suyu Eşitlik 1'e göre belirlenmiştir (Anonim 1960).

$$I = \frac{(FC - PWP) WDL}{100} \gamma DW \quad (1)$$

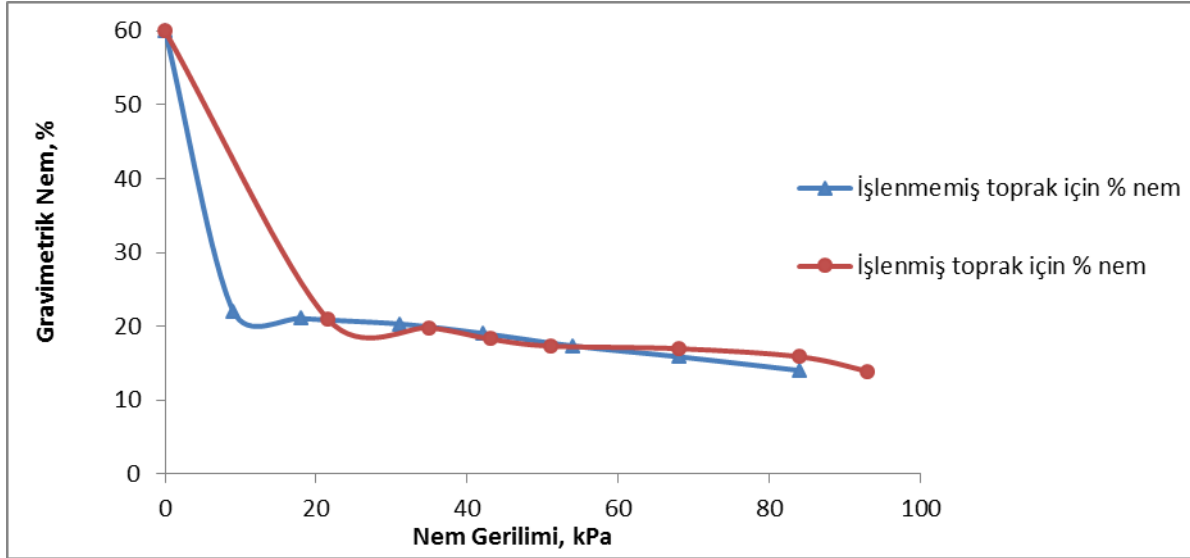
Eşitlikde: *I*: sulama suyu(mm), FC: tarla kapasitesi (%), PWP: solma noktası (%), WDL: kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı(0,40), *γ*: toprağın hacim ağırlığı, D: bitki etkili kök derinliği (mm) ve W: ıslatılan alan orandır.

Tansiyometrelerden okunan toprak nem gerilimlerine karşılık toprağın sahip olduğu nemler, 20 cm'deki tansiyometre okuma değerleri ve daha önce bu arazi toprak koşulları için gravimetrik yöntem kullanılarak, işlenmiş ve işlenmemiş toprak uygulamaları için (Şekil 2) ayrı ayrı hazırlanmış kalibrasyon eğrileri yardımıyla belirlenmiştir.

Gerçek bitki su tüketimini hesaplamak için su bütçesi eşitliğinden yararlanılmıştır (Malek ve Bingham 1993; Rana ve Katerji 2000; Sahin ve ark. 2009 ).

$$ET_c = I + P - D + C - R \pm \Delta S \quad (2)$$

Eşitlikde; ET<sub>c</sub>: gerçek bitki su tüketimi (mm), I: derinlik cinsinden sulama suyu miktarı (mm), P: düşen yağış miktarı (mm), D: derine süzülme (mm), C: kapillar yükselme miktarı (mm), R: yüzey akış miktarı (mm) ve ΔS: toprak profilindeki nem değişimidir (mm).



Şekil 2. İşlenmiş ve işlenmemiş toprak için tensiyometre kalibrasyon eğrisi

Figure 2. The calibration curves of tensiometer for tilled soils and no-tilled

Deneme parsellerinin 60 ve 90 cm derinliklerine yerleştirilen tensiyometre okumalarının yetiştirme periyodu boyunca değişmemesi, bitki kök bölgesinin altında kalan toprak profili derine süzülme kayıplarının ve alt katmanlarından kök bölgesine kapılar yükselmenin ihmal edilebileceğini göstermiştir. Deneme süresince yüzey akış gözlemlenmemiştir. Bu nedenle su bütçesi eşitliği basitleştirilmiş olarak aşağıdaki biçimde hesaplanmıştır:

$$ET_c = I + P \pm \Delta S \quad (3)$$

Referans bitki su tüketimi ( $ET_0$ ), Allen ve ark. (1998)'na göre verilen FAO Penman-Monteith eşitliği kullanılarak günlük olarak hesaplanmıştır:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (4)$$

Eşitlikde;  $ET_0$ : referans bitki su tüketimi (mm),  $R_n$ : net radyasyon ( $MJ/m^2/gün$ ),  $G$ : toprak ısı akışı ( $MJ/m^2/gün$ ),  $T$ : ortalama hava sıcaklığı

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

Çalışmada su bütçesi eşitliğinden elde edilen

( $^{\circ}C$ ),  $u_2$ : 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m/s),  $e_s$ : doymuş buhar basıncı (kPa),  $e_a$ : gerçek buhar basıncı (kPa),  $e_s - e_a$ : doymuş buhar basıncı açığı (kPa),  $\Delta$ : buhar basıncı eğrisinin eğimi ( $kPa/C$ ),  $\gamma$ : psikrometrik sabite ( $kPa/C$ )'dir. Meteorolojik veriler Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümüne ait Vantage Pro2 (Davis Instruments, CA) otomatik meteoroloji istasyonu ile ölçülmüştür.

Arazide ölçülen gerçek bitki su tüketimi ve hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri kullanılarak,  $k_c$  bitki katsayıları hesaplanmıştır (Allen ve ark. 1998):

$$k_c = ET_c / ET_0 \quad (5)$$

Hesaplanan referans bitki su tüketim değerleri, A sınıfı buharlaşma kabı ile de ölçülen buharlaşma miktarına ( $E_p$ ) bölünerek dönemsel kap katsayısı,  $k_p$ , Allen ve ark. (1998)'e göre belirlenmiştir:

$$k_p = ET_0 / E_p \quad (6)$$

aylık ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.** Karnabahar bitkisinin gerçek bitki su tüketimi**Table 4.** The actual evapotranspiration values for the cauliflower plant

Aylar	Toprak İşlemeli Uygulama ET <sub>c</sub> (mm)				Toprak İşlemesiz Uygulama ET <sub>c</sub> (mm)			
	TEKERRÜR				TEKERRÜR			
	1	2	3	Ortalama	1	2	3	Ortalama
Ağustos	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Eylül	73,32	74,94	74,97	74,41	81,96	83,47	81,75	82,40
Ekim	58,31	57,67	62,48	59,49	56,87	56,11	60,61	57,86
Kasım	15,18	17,06	17,68	16,64	19,11	14,92	15,50	16,51
Mevsimlik	191,81	194,67	200,13	195,54	202,94	199,50	202,86	201,77

Bitki su tüketimi ölçümleri 15 Ağustos 2011 tarihinde başlayıp 30 Kasım 2011'de sonlandırılmıştır. En yüksek günlük bitki su tüketimi ölçümleri Eylül ayında gerçekleşmiştir. İkinci ürün karnabaharda işlenmiş toprak koşullarında mevsimlik ET<sub>c</sub> 195,5 mm ve işlenmemiş toprak koşullarında mevsimlik ET<sub>c</sub> 201,8 mm olarak belirlenmiştir. Toprak işlemesiz uygulamada ET<sub>c</sub> toprak işlemeli uygulamaya göre % 3 daha fazla bulunmuştur.

Shuhua ve ark. (2001), Zavadil (2006) ve Sarkar ve ark. (2010) karnabaharda yaptıkları bitki su tüketimi çalışmalarıyla paralel sonuçlar alınmıştır. Sahin ve ark. (2009) yılında yarı kurak serin iklim şartlarında karnabaharın bitki su tüketimini 475 mm bulmuş olup farklılık, fide dikim tarihi ve yıllık ortalama sıcaklık değişiminden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

FAO 56 Penman-Monteith eşitliği (Eş. 4) ile hesaplanarak belirlenen referans bitki su tüketimi değerlerinin birikimli değerleri Şekil 3'de verilmiştir. En yüksek günlük bitki su tüketimi değeri 30 Ağustos tarihinde 5,9 mm olarak belirlenmiştir. Aylık en yüksek bitki su tüketimi değeri ise 100,4 mm ile Eylül ayında belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2011 yılı kurak ve soğuk geçmiştir. Ağustos-Kasım ayları arasındaki yağış miktarı (56,2 mm), uzun yıllar ortalaması yağış miktarından (109,8 mm) oldukça düşüktür. Referans bitki su tüketim değerinin 258,8 mm çıkmasında havanın sıcaklığının mevsim normallerinin altında olması ve yağışın düşük olması önemli rol oynamış olabilir.

Deneme alanına kurulu olan A sınıfı buharlaşma kabından günlük buharlaşma miktarları her gün saat 9.00'da ölçülerek kaydedilmiştir. Değerler 0,3 ile 6,8 mm/gün arasında değişmiştir. Aylık en yüksek buharlaşma değerleri 129,2 mm ile Eylül ayında belirlenmiştir. Büyüme sezonu boyunca A sınıfı buharlaşma kabından olan mevsimlik buharlaşma miktarı 295,4 mm olarak belirlenmiştir.

Araştırmada işlenmemiş ve işlenmiş toprak uygulamasında, su bütçesi yöntemiyle elde edilen gerçek bitki su tüketimi değeri (ET<sub>c</sub>) ile referans bitki su tüketimi (ET<sub>0</sub>) arasında istatistiksel olarak önemli doğrusal ilişkiler sırasıyla R<sup>2</sup>= 0,81 ve R<sup>2</sup>= 0,83 bulunmuştur.

İşlenmemiş ve işlenmiş toprak uygulamasında, su bütçesi yöntemiyle elde edilen gerçek bitki su tüketimi değeri (ET<sub>c</sub>) ile kap buharlaşması yöntemi ile elde edilen (E<sub>p</sub>) değerleri istatistiksel olarak önemli doğrusal ilişkiler sırasıyla R<sup>2</sup>= 0,88 ve R<sup>2</sup>= 0,86 bulunmuştur.

Birikimli mevsimlik referans bitki su tüketimi ET<sub>0</sub> ve kap buharlaşması yöntemi ile elde edilen E<sub>p</sub> değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli doğrusal bir ilişki (R<sup>2</sup>= 0,95) bulunmuştur.

Bitki katsayısı (k<sub>c</sub>) değeri Eşitlik 5 yardımıyla gerçek bitki su tüketimi ve referans bitki su tüketimi değerlerinden (k<sub>c</sub>=ET<sub>c</sub>/ET<sub>0</sub>) elde edilmiştir. Karnabahar için işlenmemiş toprak uygulamasında mevsimlik bitki katsayısı değeri (201,8/258,8) 0,78 ve işlenmiş toprak uygulamasında (195,5/258,8) 0,76 olarak bulunmuştur.

Kap katsayısı ( $k_p$ ) değeri ise referans bitki su tüketimi ve kap buharlaşması yöntemiyle hesaplanan buharlaşma değerleri kullanılarak (Eş. 6) ( $ET_0/E_p$ ) karnabahar için mevsimlik kap katsayısı değeri (258,8/295,4) 0,88 olarak elde edilmiştir.

Denemeye alınan karnabahar bitkisinin bitki boyu, yaprak sayısı, taç çapı, taç ağırlığı, kuru ağırlık yüzdesi ve verim özellikleri ise Çizelge 5’de verilmiştir.

**Çizelge 5.** Denemeye alınan karnabahar bitkisinin tekerrürler ortalaması elde edilen verim ve bazı kalite değerleri

**Table 5.** The mean replication values of yield and some quality parameters of cauliflower plant

Konu	Bitki Boyu (cm)	Yaprak sayısı (adet/bitki)	Taç çapı(cm)	Taç ağırlığı (gr)	Kuru Ağırlık (%)	Verim (ton/da)
Toprak İşlemeli	24,47	34,42	12,28	331,86 b	10,72	0,99 b
Toprak İşlemesiz	25,56	34,58	13,71	456,25 a <sup>+</sup>	10,79	1,36 a <sup>++</sup>

<sup>+</sup>: P <0.05, <sup>++</sup> <0.01

Denemede en yüksek bitki boyu 29 cm ile toprak işlemenin yapıldığı, en düşük bitki boyu ise 21,3 cm ile toprak işlemenin yapılmadığı uygulamadan elde edilmiştir. En yüksek yaprak sayısı değeri 37 olarak hem toprak işlemeli hem de toprak işlemesiz uygulamada belirlenmiş, en düşük yaprak sayısı toprak işlemesiz uygulamada belirlenmiştir. Denemede en yüksek taç ağırlığı 996 g ile toprak işlemesiz uygulamada ve en düşük taç ağırlığı 201 g ile toprak işlemeli uygulamada elde edilmiştir. Denemede toprak işleme uygulamasına göre bitki boyu, yaprak sayıları, taç çapı ve kuru ağırlık yüzdesi arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Yürütülen denemede pazarlanabilir ortalama taç ağırlığı değerleri arasındaki fark ( $p < 0,05$ ) ve birim alan verimleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ).

Su bütçesi eşitliği, FAO 56 Penman-Monteith ve kap buharlaşması yöntemleriyle ikinci ürün karnabahar bitkisinin su tüketiminin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada toprak işleme uygulamasının bitki su tüketimi ve verim ve kalite parametrelerinin değişimleri üzerine nasıl bir etkiye sahip olduğu incelenmiştir.

İkinci ürün karnabaharda işlenmiş toprak koşullarında mevsimlik  $ET_c$  195,5 mm ve işlenmemiş toprak koşullarında mevsimlik  $ET_c$  201,8 mm olarak belirlenmiştir. Toprak işlemesiz uygulamada  $ET_c$  toprak işlemeli uygulamaya göre % 3 daha fazla bulunmuştur.

Meteorolojik verilerden yararlanılarak FAO 56 Penman-Monteith yöntemiyle mevsimlik  $ET_0$  258,8 mm hesaplanmış olup A sınıfı buharlaşma kabı kullanılarak mevsimlik  $E_p$  295,4 mm olarak ölçülmüştür.

İşlenmiş ve işlenmemiş toprak koşullarında su bütçesi eşitliği yöntemi ile elde edilen gerçek karnabahar su tüketimi ile FAO 56 Penman-Monteith yöntemi kullanarak belirlenen karnabahar su tüketim değerleri arasında sırasıyla  $R^2 = 0,83$  ve  $R^2 = 0,81$  olan doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

İşlenmiş ve işlenmemiş toprak koşullarında su bütçesi eşitliği yöntemi ile elde edilen gerçek karnabahar su tüketimi ile kap buharlaşması yöntemi ile elde edilen buharlaşma değerleri arasında ise sırasıyla  $R^2 = 0,86$  ve  $R^2 = 0,88$  olan doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

Kap buharlaşması yöntemi ile elde edilen buharlaşma ile FAO 56 Penman-Monteith yöntemi kullanarak belirlenen karnabahar su tüketim değeri arasında  $R^2 = 0,95$  olan doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

Tokat koşullarında karnabahar için mevsimlik bitki katsayısı değeri işlenmemiş toprak uygulamasında 0,78 ve işlenmiş toprak uygulamasında 0,76 olarak belirlenmiştir. Mevsimlik kap katsayısı değeri ise 0,88 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre işlenmiş toprak koşullarında karnabaharın gerçek bitki su tüketimi A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın ( $ET_c/E_p = 195,5/295,4$ ) % 66’sı ve işlenmemiş



toprak koşullarında ( $ET_c/E_p=201,8/295,4$ ) % 68'i olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada taç çapı, yaprak sayısı, bitki boyu, pazarlanabilir taç ağırlığı ve pazarlanabilir verim özellikleri toprak işlemeye göre toprak işlemez uygulamada daha yüksek bulunmuştur.

İkinci ürün karnabaharda dikimden hasada kadar geçen süre 107 gün olarak belirlenmiştir. Tokat için bu süre uygundur. Hasadın geç olması verimi düşürmüştü fakat karnabahar fiyatının normalden yüksek olması sebebiyle karlılık azalmamıştır.

#### 4. Öneriler

Bitki su tüketim çalışmaları uzun zamana yayılan, zahmetli, uzman teknik personelle yürütülmesi gereken ve ciddi bütçeler isteyen çalışmalardır. Yerel bitki katsayıları ve kap katsayıları hesaplanarak referans bitki su tüketimi veya kap buharlaşması yöntemleri kullanılarak bitki su tüketiminin güvenli bir şekilde belirlenebileceği söylenebilir.

Tarımsal üretimin bir yolu olan ve toprak suyu muhafazası, toprağa organik malzeme eklenmesi ve toprak erozyonunun azalmasında önemli rol oynayan toprak işlemez bitkisel üretimin ve ikinci ürün yetiştiriciliğinin Tokat'ta ve çevresinde yaygınlaştırılması önerilebilir.

2011 yılı sıcaklıklarının mevsim normallerinin altında olması ve fide dikiminin 15 Ağustosta gerçekleştirilmesinden dolayı verim beklenenden düşük olmuştur. Optimum verim için Tokat koşullarında ikinci ürün karnabahar fide dikim tarihinin 10 ile 30 Temmuz arasında yapılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Bu projeye destek olan Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Anonim (1960). Section 15: Irrigation, Chapter 7: Trickle Irrigation In: USDA-SCS National Engineering Handbook, USA.
- Anonim (2013). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Tokat Meteoroloji Müdürlüğü.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D and Smith M (1998). Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing

Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, Italy.

- Aykas E, Yalçın H ve Çakır E (2005). Koruyucu Toprak İşleme Yöntemleri ve Doğrudan Ekim. Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg., 42(3):195-205.
- Cemek B, Demir Y, Güler M ve Karaman S (2007). The evaluation of different arid conditions using geographic information systems in Yesilirmak basin. In: Proceedings of the International Congress on River Basin Management, Vol. II, s.68-77. Antalya, Turkey.
- Çetin M, Özgöz E ve Gürhan R (2005). İkinci ürün yetiştiriciliğinde farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın bazı fiziko-mekanik özelliklerine etkisi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), 31-36
- Jasa P (2011). No-till Soil and Water Issues. Agronomy Conference, South Dakota Agri-Business Association, 14-15 December 2011, Sioux Falls  
<http://www.sdaba.org/agronomyconference/pdfs/Jasa%20No-till%20S&W%20Issues%20wet.pdf>
- Kayısoğlu B, Taşeri L ve Bayhan Y (1996). İkinci sınıf toprak işleme aletlerinin toprağın bazı fiziksel özellikleri ve agregat stabilitesine etkisi. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s. 594-603, Ankara.
- Malek E and Bingham GE (1993). Comparison of the Bowen ratioenergy balance and the water balance methods for the measurement of evapotranspiration. Journal of Hydrology,146, 209-220.
- Rana G and Katerji N (2000). Measurement and estimation of actual evapotranspiration in the field under Mediterranean climate: a review. European Journal of Agronomy, 13, 125-153.
- Sahin U, Kuslu Y, Tunc T and Kiziloglu MF (2009). Determining Crop and Pan Coefficients for Cauliflower and Red Cabbage Crops Under Cool Season Semiarid Climatic Conditions. Agricultural Sciences in China, 8 (2), 167-171
- Sarkar S, Biswas M, Goswami SB and Bandyopadhyay, PK (2010). Yield and Water Use Efficiency of Cauliflower Under Varying Irrigation Frequencies and Water Application Methods in Lower Gangetic Plain of India. Agric. Water Manage. 97, 1655-1662.
- Sensing and Modeling, Dr. Irmak A (Ed.), ISBN: 978-953-307-808-3, InTech, Available from:<http://www.intechopen.com/books/evapotranspirationremote-sensing-and-modeling/evapotranspiration-estimation-using-soil-water-balance-weather-and-crop-data>
- Shuhua Q, Zizhong L and Yuanshi G (2002). Evaluating crop water requirements and crop coefficients for three vegetables based on field water budget principle. Journal of China Agricultural University, 7(1), 71-76.
- Tüzüner A (1990). Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Ankara.



- Zavadil J (2006). Optimisation of Irrigation Regime for Early Potatoes, Late Cauliflower, Early Cabbage and Celery. Soil and Water Res., 1 (4), 139-152.
- Zelege KT and Wade LJ (2012). Evapotranspiration Estimation Using Soil Water Balance, Weather and Crop Data, Evapotranspiration - Remote