



Araştırma Makalesi/Research Article

Çeltikte Damla Sulama ile Su Tutma Bariyerinin Kullanımı

Hakan Nar¹ Gökhan Çamoğlu^{1*} Kürşad Demirel²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 17020,Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 17020,Çanakkale

*Sorumlu yazar: camoglu@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 31.10.2018

Kabul Tarihi: 27.11.2018

Öz

Çeltik yetiştiriciliğinde geleneksel göllendirme sulama uygulandığı için diğer bitkilere oranla çok daha fazla su kullanılmaktadır. Bu nedenle, kurak yıllarda çeltik yetiştirilen alanlara sınırlamalar getirilmektedir. Bu çalışma, çeltik (*Oryza Sativa L. cv. Luna*) bitkisinde su tasarrufu sağlayan yöntemlerden damla sulama (DI) ve su tutma bariyerinin (STB) göllendirme sulama yönteminin uygulandığı çiftçi uygulaması ile su kullanımını, verim ve kalite özelliklerini açısından karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır. Araştırma, 2017 yılında Edirne İli, Enez İlçesi, Çavuş Köyü'nde yürütülmüştür. Deneme süresince toprak nemi sensörler aracılığıyla izlenmiştir. Sulamalar, DI ve DI+STB konularında, toprakta kullanılabilir su tutma kapasitesinin %15±5'i tüketildiğinde tekrar tarla kapasitesine tamamlanması şeklinde yapılmıştır. Çiftçi uygulamasında ise sulamalar çiftçinin kendisi tarafından yapılmıştır. Çalışma sonucunda, ele alınan konular arasında incelenen özelliklerin birçoğunda istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek verim çiftçi uygulamasından elde edilirken, en düşük verim DI+STB konusundan elde edilmiştir. Buna karşın DI+STB konusunda çiftçi uygulamasına göre %83,3 daha az su kullanılmıştır. Çiftçi, DI ve DI+STB konularına ilişkin toplam sulama suyu miktarı, sulama suyu kullanım randımanı ve verim değerleri sırasıyla 5580–1375–930 mm, 0,1–0,4–0,5 kg/m³ ve 708,0–576,3–438,7 kg/da olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucu olarak, azalan su kaynakları nedeniyle, su tasarrufu sağlamada alternatif yöntemler olarak DI ve DI+STB uygulamalarının kullanım potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Ancak, halen verim azalmasının önüne geçebilecek uygulamaların araştırılacağı çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çeltik, sulama, Su tasarrufu, Damla sulama, Su tutma bariyeri.

Use of Drip Irrigation and Water Retention Barrier in Rice

Abstract

In the cultivation of rice is used much more water than other plants that rice is generally irrigated by basin irrigation. Therefore, areas cultivated rice are restricted in dry years. This study was carried out in order to determine the differences in water use, yield and quality traits among the drip irrigation (DI), the water retention barrier (STB) from the water-saving methods and the basin irrigation in the rice (*Oryza Sativa L. cv. Luna*). The research was conducted in Çavuş Village, Enez District of Edirne in 2017. During the experiment, soil moisture was monitored via sensors. Irrigation was done by completing to the field capacity when 15±5% of the water-holding capacity in the soil was consumed in the DI and DI + STB treatments. In the farmer treatment, it was made by the farmer himself. As a result of the study, statistically significant differences among the treatments were found in many of the treats examined. The highest yield was obtained from the farmer treatment, while the lowest yield was obtained from DI + STB treatment. However, 83.3% less water is used for DI + STB than farmer treatment. The total amount of irrigation water, IWUE and yield values for the farmer, DI and DI + STB treatments were found as 5580–1375–930 mm, 0,1–0,4–0,5 kg/m³ and 708,0–576,3–438,7 kg/da, respectively. Consequently, it can be said that DI and DI + STB have the potential to be used as alternative methods to save water due to decreasing water resources. However, there is a need for studies to investigate applications that may prevent the decrease in rice yield. However, it is considered that the studies are still needed to investigate practices preventing decrease in yield.

Keywords: Rice, Irrigation, Water saving, Drip irrigation, Water retention barrier.

Giriş

Dünya'da çeltik, buğday ve mısırdan sonra en çok üretimi yapılan üçüncü büyük tahıl ürünüdür (Anonim, 2003). Çeltik ülkemizde suyun yeterli ve düz arazilerin olduğu her yerde yetiştirilebilmektedir. Çeltik tarımında en önemli kısıtlayıcı etmen sulama suyunun sağlanması ve yönetilmesidir (Özgenç ve Erdoğan, 1988). Dünya çapında su kaynakları giderek azalmaktadır. Bununla birlikte, çeltik üretiminde kullanılan 880 km³ sulama suyu da Dünya'nın toplam sulama



suyunun %35'ine denk gelmektedir (Yadav ve Reyes 2016). 2025 yılında 20 milyon hektarlık çeltik arazisinde, su kıtlığından dolayı çeltik üretiminin yapılamayacağı düşünülmektedir (IRRI, 1998). Çeltik, kültürel faaliyetler açısından diğer bitkilerden farklı isteklere sahip bir bitki olup suyun içindeki erimiş oksijeni kullanan tek tahıl bitkisidir (Sezer ve ark., 2017). Dolayısıyla çeltiğin sulama suyu miktarının ve bitki su tüketiminin belirlenmesi ve bu suyun uygulanması da farklı olmaktadır. Bazen doymun durumdaki topraklarda, bazen de su altında yetiştirilen çeltiğin ihtiyaç duyduğu su miktarı; iklim ve yetiştirme periyodunun uzunluğuna, çeltiğin çeşidine, toprak tipi ve arazinin yapısı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Tabbal ve ark., 2002; Tülücü, 2003).

Dünya'da ve ülkemizde çeltik yetiştiriciliğinde geleneksel (göllendirme) sulama yöntemi olarak devamlı sulama yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde; belirli derinlikte su sürekli olarak toprak yüzeyinde bulundurulur. Yöntemin üstünlüğü susuzluk stresini tamamen ortadan kaldırarak bitkide iyi bir gelişme sağlamasıdır (Sürek, 2002). Ancak, söz konusu yöntemde sulama suyunun fazla kullanılması en önemli dezavantajdır. Örneğin, 1 kg ürün için 1000-1200 litre suyun yeterli olduğu ancak uygulamada bu miktarın 4000-5000 litreye ulaştığı belirtilmektedir (Özgenç ve Erdoğan, 1988). Fazla sulama suyunun kullanılmasının yanı sıra, suyun tutulması için tavalaların ve kanalların yapılması, drenaj sularının taban suyu ve çevreye olabilecek etkileri gibi olumsuz özelliklere sahiptir (Beşer ve Sürek, 2009). Söz konusu dezavantajlarından dolayı, ülkemizde çeltik ekimi, çeltik komisyonunun iznine bağlı olarak yapılmakta ve su kaynaklarının mevcut yeterlilik durumuna göre de yetiştiriciliğine izin verilmektedir. Günümüzde çeltik sulamasında, göllendirme sulama yönteminin olumsuzluklarını ortadan kaldıracak alternatif sulama yöntemlerinden olan damla sulama yöntemi çalışmalara konu olmaktadır. Sadece düz arazilerde yetiştirilebilen çeltik, damla sulama sistemi sayesinde çoğu arazi koşullarında da yetiştirilmeye olanak sağlamaktadır. Buna ek olarak, damla sulama ile çeltik üretiminde su tasarrufu sağlamak, arazi tesviyesi masrafları ortadan kalkmakta ve hasat işlemi kolaylaşmaktadır (Beşer ve Sürek, 2009). Damla sulama sistemlerinin çeltik tarımında kullanılmasında; tasarım, yönetim ve bakım gibi konularda bilgi eksikliklerinin giderilmesi için konuyla ilgili daha fazla araştırmanın yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Damla sulama gibi yöntemlerin dışında, su tasarrufu sağlamanın bir başka tekniği de kök bölgesinin altına yerleştirilen polietilen (PE) malzemenin yapılan su tutma bariyerleridir. Bu teknikte; PE örtünün toprakta uzun süre kalması, bilinen herhangi bir zararlı yan etkisinin bulunmaması, arazi koşullarında sadece 1 kez toprağa uygulanması ve maliyeti bakımından daha uygun olması başlıca avantajlarıdır. Ayrıca geliştirilen PE örtü yöntemi, üründe artışa neden olurken işgücünden, enerjiden ve su kaynaklarından önemli oranda tasarruf sağlayabilmektedir. Yöntemin dezavantajı ise bu örtünün toprak altına serilmesi işlemidir. Bu sorunu ortadan kaldıracak PE örtü serme makinesi geliştirilmiştir. Son yıllarda bu sistemleri toprak altına hızlı ve ekonomik olarak serilebilen bu aletlerin kullanılmasıyla önümüzdeki yıllarda bu tip yöntemlerin daha uygulanabilir hale gelmesini sağlayacaktır (Demirel, 2012).

Ülkemizde çeltik bitkisinde damla sulamanın uygulandığı birkaç çalışma olmasına rağmen, su tutma bariyeri ile damla sulamanın beraber uygulandığı bir çalışmaya rastlanılmamaktadır. Bu çalışmada, çeltik yetiştiriciliğinde, damla sulama ve damla sulama ile su tutma bariyeri uygulamalarının çeltiğin sulama suyu kullanımına, verimine ve kalite özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; i) damla sulama sistemi ve su tutma bariyerlerinin çeltik bitkisinin su tüketimi ve sulama suyu kullanım etkinliği üzerine etkilerinin, ii) damla sulama ve damla sulama + su tutma bariyerlerinin ayrı ayrı ve birlikte kullanılma olanaklarının, iii) çiftçi uygulaması olan geleneksel sulama yöntemi ile damla sulama ve damla sulama + su tutma bariyerlerinin karşılaştırılması, iv) bu uygulamalara bağlı olarak bazı önemli kalite özelliklerindeki (kırıksız pirinç randımanı, bin tane ağırlığı, tane şekli vd.) değişimlerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Alanı ve Deneme Deseni

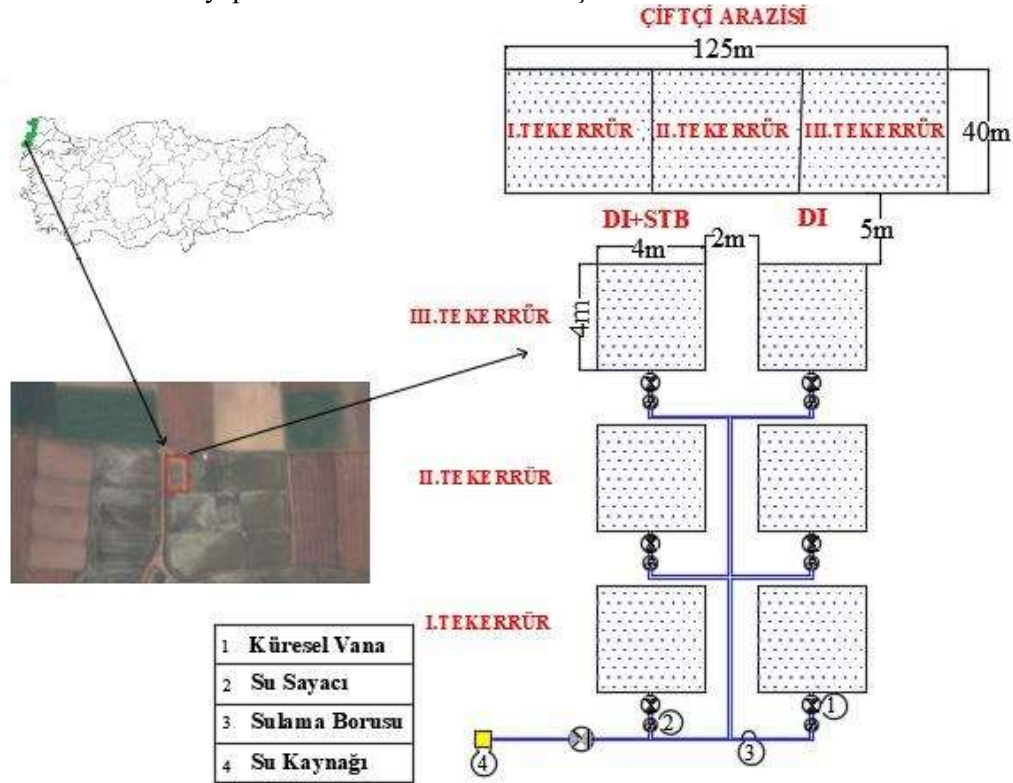
Bu çalışma, 2017 yılında Edirne İli'nin Enez İlçesi'nin Çavuş Köyü'nde üretici arazisinde yürütülmüştür. Deneme arazisinin bulunduğu alan Akdeniz iklimi özelliklerini göstermektedir. Çeltik çeşidi olarak kısa boylu ve yatmaya karşı dayanıklı olan Luna çeşidi kullanılmıştır. Denemeye başlamadan önce toprağın fiziksel özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 1). Bunun için deneme alanını temsil edecek üç farklı yerde açılan toprak profilinin 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde; tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ve

toprak bünyesi analizleri Tüzüner (1990)'e göre yapılmıştır. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri, pF cihazında sırasıyla 1/3 atm ve 15 atm basınçlarda belirlenmiştir. Denemenin yapıldığı 2017 yılındaki yetiştirme periyodu boyunca gerçekleşen ortalama sıcaklık değeri 22 °C ve toplam yağış miktarı 75 mm olmuştur (DMİ, 2017).

Çizelge 1. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Derinlik (cm)	Tekstür Sınıfı	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Tarla kapasitesi Pv (%)	Solma noktası Pv (%)
0-30	Killi-tın	1.33	46.3	32.63
30-60	Killi-tın	1.35	47.4	34.67

Deneme; damla sulama (DI), damla sulama ve su tutma bariyeri (DI+STB) ve göllendirme sulama yönteminin kullanıldığı çiftçi uygulaması (Çiftçi) olmak üzere 3 konu 3 tekerrürden oluşmuştur. Tohumlar, 21 Mayıs tarihinde çiftçi koşulları ile kıyaslamak için serpme yöntemiyle ekilmiştir. Her bir tekerrürde yaklaşık 350-400 gr tohum kullanılmıştır. Parseller arasında konuların birbirine etkileşimini engellemek amacıyla, DI ve DI+STB parselleri arasında 2 m boşluk bırakılmıştır. Söz konusu konular ile çiftçi arazisi arasındaki boşluk ise 5 m olarak planlanmıştır. 5 Ekim tarihinde hasat yapılarak deneme sonlandırılmıştır.



Şekil 1. Deneme deseni ve sulama sistemi

Sulama Sistemi

Sulama suyu, Çavuşköy barajı hidrantından sağlanmış olup, elektriksel iletkenliği 0,4 dS m⁻¹, pH değeri 7.77'dir. Parsellerin başına küresel vana ve su sayacı yerleştirilerek, denetimli su verilmesi sağlanmıştır. Damla sulama sisteminde; ana boru olarak 50 mm çapında, yan boru olarak 32 mm ve lateral boru olarak da 16 mm çapında PE malzemeden yapılmış borular kullanılmıştır. Damlatıcı aralığı 50 cm ve debisi 4 l/h olan hat içi lateral borular kullanılmıştır. Tohumlar serpme yöntemi ile ekildiği ve bu nedenle ıslatılan alan oranının (P) 1 olması gerektiğinden, her parselde 8 lateral 50 cm aralıklarla yerleştirilmiştir. Çiftçi arazisindeki sulama suyu ihtiyacı derin kuyu pompasından temin edilmiştir.

Kültürel İşlemler

Tüm konuların toprak hazırlığı geleneksel çeltik yetiştiriciliğine uygun olacak şekilde yapılmıştır. Öncelikle Nisan ayında pullukla derin sürüm yapılmıştır. Sonrasında, pottinger ile toprak inceltirilerek, lazerli tesviye aleti ile arazi tesviyesi yapılmıştır. Taban gübresi verildikten sonra da son olarak tırmık uygulaması yapılmıştır.

Çizelge 2. Ekim sonrası deneme alanına uygulanan gübreler ve uygulama tarihleri

Tarih	Uygulanan Gübreler	Uygulandığı miktar (kg/da)
18.05.2017	15-15-15 NPK	20 kg/da
28.06.2017	Amonyum Sülfat	40 kg/da
28.07.2017	Amonyum Sülfat	50 kg/da

Çizelge 3. Ekim sonrası deneme alanına uygulanan ilaçlar ve uygulama tarihleri

Tarih	Uygulanan İlaçlar	Uygulandığı miktar (ml/da)
20.06.2017	Buckstar 25 EC (Çeltiksi Darıcan)	500
14.06.2017	Clipper 200 EC (Darıcan)	200
28.06.2017	Basagran M (Kızotu)	200
	Efdal Halo (Darıcan)	200
04.07.2017	İntervix Pro (Yabancı Çeltik)	50
	Basagran M (Kızotu)	200

Su Tutma Bariyeri

Su tutma bariyeri 20 Mayıs'ta toprak altına yerleştirilmiştir. Sera örtü malzemesi olarak kullanılan 1 mm kalınlığındaki polietilen örtü malzemesi su tutma bariyeri olarak kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin denemeden önce laboratuvar koşullarında su geçirgenliği test edilmiştir. Su tutma bariyerinin yerleştirilmesi için kazı işlemi kepçe ile yapılmıştır (Şekil 2). Su tutma bariyeri çeltik bitkisinin etkili kök derinliğinin altına gelecek şekilde tüm kenarları 20 cm yukarıya kıvrıldıktan sonra toprak yüzeyinin 30 cm derinliğine yerleştirilmiştir. Su tutma bariyer örtüsü serildikten sonra söz konusu parseller için kaba tesviye yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Su tutma bariyerlerinin yerleştirilmesi (a), toprak nem sensörlerinin yerleştirilmesi (b), kaba tesviye (c), tohumların araziye serpmeye yöntemi ile ekimi (d)



Uygulanan Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi

Çiftçi uygulaması dışındaki konulara uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde toprak nem sensörleri (Decagon 10 HS) kullanılmıştır. Söz konusu sensörler, DI ve DI+STB konularının her bir tekerrüründe, etkili kök derinliği (25 cm) dikkate alınarak 10 cm ve yaklaşık 28 cm toprak derinliklerine yerleştirilmiştir (Şekil 1). Denemenin kurulmasından 15 gün önce kalibrasyon işlemi için sensörlerin bulunduğu alan doymuş hale getirilmiştir. Daha sonra, belirli aralıklar ile alınan toprak örnekleriyle her bir sensör değerleri arasında regresyon eşitlikleri ayrı ayrı oluşturularak kalibrasyon eşitlikleri elde edilmiştir. Sulama suyu miktarının hesabında 10 cm toprak derinliğine yerleştirilen sensörlerden elde edilen değerler kullanılmıştır. Daha alt katmandaki yani su tutma bariyerinin hemen üzerindeki sensörlerden elde edilen veriler ise etkili kök derinliğinin altına inen ve bariyer üzerinde biriken suyu takip etmek için kullanılmıştır.

Konulara göre sulamaya kullanılabilir su tutma kapasitesinin %15±5'i tüketildiğinde başlanmıştır. Ekimden sonra çeltik bitkisi çimlenme sorunu yaşamaması ve STB'de suyun depolanacağı kısmın doldurulması için 1 hafta boyunca tarla kapasitesinden %5 daha fazla sulama suyu uygulanmıştır. Sonraki sulamalarda ise toprak neminin azalan kısmı tarla kapasitesine tamamlanmıştır.

Uygulanacak sulama suyu miktarları Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır. Hesaplanan sulama suyu miktarları tüm parsellerin başına yerleştirilen su saati yardımıyla denetimli olarak verilmiştir.

$$I=KSTK \times R_y \times P \times A \quad (1)$$

Eşitlikte; I: Sulama suyu miktarı (litre), KSTK: 25 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm), R_y : KSTK'nın tüketilmesine izin verilen kısmı (%15±5), P: Islatılan alan oranı (1.0), A: Parsel alanı (m^2)

Çiftçi uygulamasında verilen su miktarı tamamen çiftçinin kendisine bırakılmıştır. Söz konusu konuda, sulama sezonu boyunca verilen su miktarları pompa debisinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Sulama suyu kullanım randımanı

Verilen suyun etkinliğinin değerlendirilmesinde sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) kullanılmıştır. Söz konusu değerler Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır (Hillel ve Guron, 1973).

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (2)$$

Eşitlikte, IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı (kg/m^3), Y: Çeltik bitkisinin tane verimi (kg/da), I: Sulama suyu (mm)

Verim ve verim parametreleri

Verim (kg/da): Konulara ait her parselin üç ayrı kısmından $1 m^2$ 'lik alan hasat edilmiş ve salkımdan ayrılan taneler tartılarak ağırlıkları alınmıştır. Elde edilen tartım sonuçlarından yararlanılarak verim hesaplanmıştır.

Kırksız randıman (%): Çeltiğin, işlenerek pirinç olması esnasında taneler kavuz-meyve kabuğu (embriyo) gibi kısımları ayrılır ve geriye pirinç tanesi (sağlam ve kırık) kalmaktadır. Birim çeltikten kaç birim tam tane elde edildiği randıman ölçme aleti ile belirlenmiştir.

Pazar verimi (kg/da): Hasatta elde edilen verim ile kırksız randıman değerinin çarpılması sonucu elde edilmiştir.

Bin tane ağırlığı (g): $1 m^2$ 'lik alanlardan elde edilen taneler arasından rastgele alınan üç ayrı örnekten 100'er adet sayılmış ve ortalamaları alınmıştır. Elde edilen bu değerlerin on ile çarpımı sonucu da bin tane ağırlığı hesaplanmıştır.

Bitki boyu (cm): Parsellerden tesadüfi seçilen 10 bitkinin en uzun kardeşinden saçak köklerin en üst bağlantı noktasıyla salkım başlangıç noktası arasındaki uzunluk bitki boyu olarak ölçülmüştür.

Salkım uzunluğu (cm): Olgunlaşma devresinde parsellerden tesadüfi olarak alınan 10 bitki üzerinden salkım boğumu ile salkımın en üst başakçığı arasındaki mesafenin ölçülmesiyle belirlenmiştir.

Salkım sayısı ($adet/m^2$): $1m^2$ 'de tespit edilen toplam salkım sayısı belirlenerek bulunmuştur.

Salkımdaki tane sayısı ($adet/salkım$): $1m^2$ 'de tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin toplam tane sayısı ortalaması saptanarak belirlenmiştir.

Tane uzunluğu ve genişliği (mm): Tane uzunluğu ve genişliği her parselden alınan, çeltik

tanelerinin kavuzları ayrıldıktan sonra 3 tekrürlü olarak, 100'er örnekte, kumpas aleti kullanılarak ölçülmüştür.

Tane şekli: Tane uzunluğunun tane genişliğine oranlanması ile hesaplanmıştır.

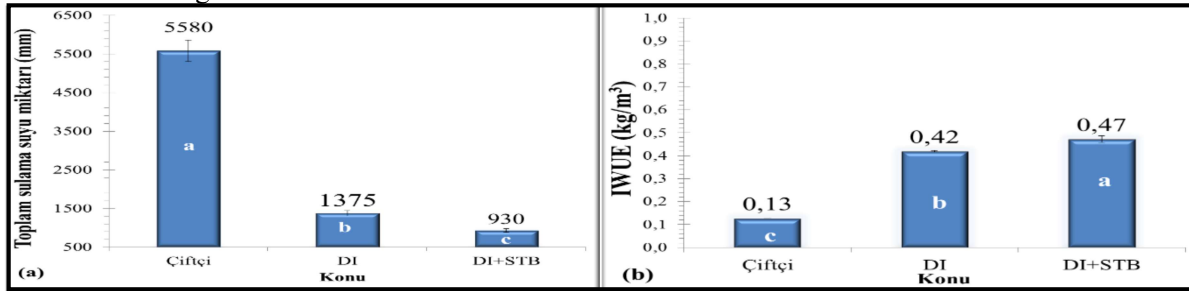
İstatistiksel Analiz

Denemede gerçekleştirilen uygulamaların sonucunda elde edilen veriler arasındaki farkın önemli olup olmadığı ($p=0.05$) tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile belirlenmiştir. Farkın önemli olması durumunda, konular arasındaki farklılığı belirlemek için ise Duncan testi yapılmıştır. Tüm istatistiksel değerlendirmeler SPSS 20.0 paket programı yardımıyla yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Sulama suyu miktarı ve sulama suyu kullanım randımanı

Deneme konularına göre uygulanan toplam sulama suyu miktarı ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri Şekil 4'te gösterilmiştir. Şekilde gösterilen küçük harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.



Şekil 4. Konulara göre toplam sulama suyu miktarları (a) ve IWUE değerleri (b)

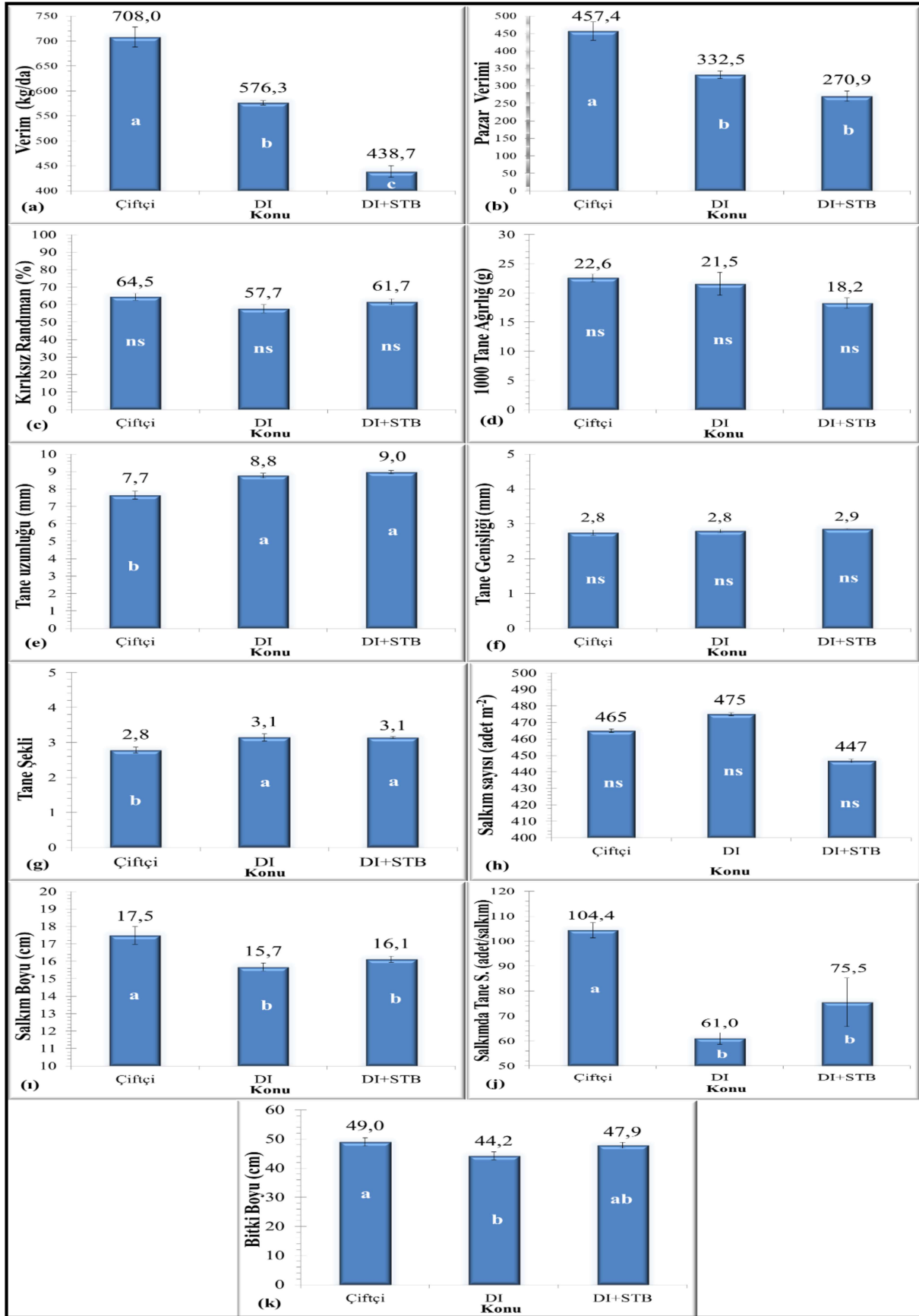
Konulara uygulanan sulama suyu miktarları incelendiğinde, en yüksek su uygulamasının çiftçi konusunda, en düşük ise damla sulama ve su tutma bariyerinin beraber kullanıldığı (DI+STB) konuda olduğu görülmektedir. Tüm konular, uygulanan sulama suyu miktarları bakımından istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır. Hindistan'da yapılan bir çalışmada, çeltiğe uygulanan toplam sulama suyu miktarı; damla sulama yönteminde 291,4 mm, göllendirme sulamada ise 553,3 mm olarak bulunmuştur (Rao, 2013). Anonim (2009) Osmancık-97 çeltik çeşidinde yaptıkları çalışmada yağış dahil olmak üzere göllendirme sulamada 1806 mm, damla sulamada ise 789 mm su kullanmışlardır. Tuna (2012) Trakya Bölgesi'nde yine Osmancık-97 çeşidinde yaptığı çalışmada, farklı göllendirme ve damla sulama uygulamalarını ele almış ve çalışma sonucunda göllendirme sulama konularına 1840-4355 mm, damla sulama konularında ise 723-1446 mm sulama suyu uygulamıştır. Çalışmalarda elde edilen toplam sulama suyu miktarları arasındaki farklılıkların, çeltiğin fide olarak dikilmesinden, kullanılan çeşit ve yöreler arasındaki iklim farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

En yüksek IWUE değeri DI+STB konusunda elde edilmiştir (Şekil 4). Diğer bir ifadeyle, birim su kullanımından en yüksek verim bu uygulamada bulunmuştur. Konuların IWUE değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve tüm konular farklı gruplarda yer almıştır. Elde edilen bu sonuçlar, DI ve DI+STB uygulamalarının çiftçi uygulamasına kıyasla, çeltik bitkisinde su kullanımını oldukça önemli oranda azalttığını ve sulama suyu kullanım randımanını önemli oranda arttırdığını göstermiştir. Tuna (2012) IWUE değerlerini göllendirme sulama yöntemi için $0,17 \text{ kg/m}^3$ ile $0,33 \text{ kg/m}^3$ ve damla sulama için $0,43 \text{ kg/m}^3$ ile $0,83 \text{ kg/m}^3$ arasında bulmuştur. söz konusu çalışmada da damla sulamanın IWUE değerini arttırdığı görülmektedir.

Verim ve kalite parametreleri

Çeltik verimi ve verimi etkileyen bazı kalite özelliklerine (kırıksız randıman, bin tane ağırlığı, dane uzunluğu, dane genişliği, dane şekli, salkım sayısı, salkım boyu, salkımda tane sayısı, bitki boyu) ilişkin sonuçlar Şekil 5'te gösterilmiştir.

Verim değerlerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları incelendiğinde; çiftçi, DI ve DI+STB konularının her birinin farklı gruplarda yer aldığı görülmektedir (Şekil 5a). En yüksek verim Çiftçi uygulamasından elde edilirken, en düşük verim DI+STB konusundan elde edilmiştir. Buna göre STB uygulamasının verimi daha da azalttığı söylenebilir. Yapılan bir çalışmada, çeltik verimi damla sulama



Şekil 5. Konulara göre tane verim ort. (a), pazar verimi (b), kırksız randıman (c), 1000 tane ağırlığı (d), tane uzunluğu (e), tane genişliği (f), tane şekli (g), tane şekli (g), salkım sayısı (h), salkım boyu (i), salkım tane sayısı (j), bitki boyu (k)



konusunda 660 kg/da, göllendirme yönteminin uygulandığı konuda ise 300 kg/da olarak bulunmuştur (Rao, 2013). Çalışmalarda damla sulamadan elde edilen verim değerleri nispeten birbirine yakın bulunurken, geleneksel yöntem olan göllendirme sulamadan elde edilen verim değerleri arasında önemli farklılık elde edilmiştir. Söz konusu çalışmada, damla sulama iki kattan daha fazla verim artışı sağlıyor gibi gözükse de, bunun göllendirme sulamadan alınan verimdeki düşüklükten kaynaklandığı söylenebilir. Tuna (2012) Trakya Bölgesi'nde Osmancık-97 çeşidinde en yüksek verim değerini göllendirme sulama yönteminden elde etmişler ve damla sulamada uygulanan konularda verim düşüşünün olduğunu belirtmişlerdir. Söz konusu çalışmadan elde edilen bulgu ile bu çalışma uyum içindedir.

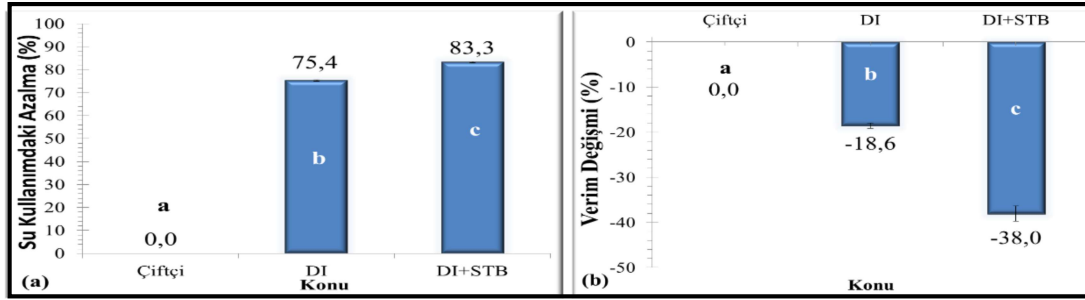
Çeltik bitkisine ilişkin hesaplanan pazar verimleri Şekil 5b'de verilmiştir. Çeltik yetiştiriciliğinde verim, kavuzlu tanenin saptan ayrılarak istenilen nem değerine ulaştıktan sonraki ağırlığı esas alınarak belirlenmektedir. Kavuzlu taneden ayrıldıktan sonra kırıklı ve kırıksız olarak iki farklı verim elde edilmektedir. Fabrikalar kırıksız verim üzerinden üreticiye ödeme yapmaktadır. Bu nedenle, çalışmada verim değeri pazar verimi olarak da hesaplanmıştır. Pazar verimleri açısından DI ve DI+STB konuları arasında fark oluşmazken, çiftçi uygulaması bu konulardan farklı grupta yer almıştır. Şekil 5a'da verilen verim değerleri bakımından DI ve DI+STB fark varken, kırıksız randımanın hesaba katılması nedeniyle pazar verimleri arasındaki fark ortadan kalkmıştır.

Verim ve buna bağlı olarak elde edilecek gelir açısından en önemli parametrelerden biri olan kırıksız randıman ile diğer kalite özelliklerinden 1000 tane ağırlığı, tane genişliği ve salkım sayısı bakımından konular arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir (Şekil 5c, d, f, h). Kırıksız randıman değerleri konulara göre %57,7 ile %64,5 arasında bulunmuştur. Tuna (2012) da söz konusu değerleri göllendirme sulamada %60,5 ile %64,5, damla sulamada %64,6 ile %66,4 arasında olduğunu bildirmiştir.

Salkım boyu ve salkım tane sayısı bakımından en yüksek değer çiftçi konusunda bulunurken DI ve DI+STB konuları arasında herhangi bir fark çıkmamıştır (Şekil 5i,j). Tane uzunluğu ve tane şekli değerlerinde ise tam tersi bir durum görülmektedir. Yani, çiftçi konusu en düşük değerleri alırken, en yüksek değerler DI ve DI+STB konularından elde edilmiştir (Şekil 5e,g). Bitki boyu açısından değerlendirildiğinde, en yüksek değer çiftçi uygulamasında elde edilse de, konular arasında ciddi bir farklılığın oluşmadığı görülmektedir (Şekil 5k). Tuna (2012) çeltikte yaptığı çalışmada, göllendirme ve damla sulama konularından elde ettiği kalite özelliklerinden bin tane ağırlığını sırasıyla 28,43-32,00 g ve 25,24-28,92 g, bitki boyunu 92,33-115,83 cm ve 88,27-97,33 cm, salkım boyunu 12,63-14,75 cm ve 12,80-14,00 cm, salkım sayısını 402-464 adet ve 401-507 adet olarak bulmuştur. Çalışmada elde edilen değerlerin farklı bulunması özellikle çeşitler arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Su Kullanımındaki Azalma ve Verim Değişimi

Çalışma sonucunda, çeltik bitkisinde DI ve STB uygulamalarının su kullanımını önemli oranda azalttığı görülmüştür (Şekil 6a). Çiftçi konusu referans alınarak yapılan istatistiksel analizde, verim değerleri bakımından tüm konuların farklı grupta yer aldığı ve DI ile DI+STB konularının veriminde sırasıyla %18,6 ve %38,0 oranında düşüş olduğu görülmüştür (Şekil 6b). Buna karşılık DI ve DI+STB konularında verimde düşüş olmasına rağmen ciddi bir şekilde su kullanımında azalma görülmektedir (Şekil 6a). Su kullanımındaki en fazla azalma (%83,3) DI uygulaması ile birlikte su tutma bariyerinin uygulandığı DI+STB konusundan elde edilmiştir (Şekil 6b). Şekil 5b'de verilen pazar verimleri açısından DI ve DI+STB konuları arasında bir fark olmazken, su tasarrufu bakımından %7,9'luk istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur. Bu da damla sulamanın STB kullanılarak uygulanmasının daha uygun olacağını göstermektedir. Sharda ve ark. (2016) çeltik üretiminde damla sulama yönteminin göllendirme sulamaya göre 3 kat daha fazla su tasarrufu olduğunu tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmayla elde edilen sonuçlar, bu çalışmayla uyum içindedir. Dunn ve ark. (2004) göllendirmeye göre toprakaltı damla sulamayla çeltik veriminin düştüğünü ve su kullanımının azaldığını bildirmişlerdir. Anonim (2009) 25 farklı çeltik çeşidinde yaptıkları çalışmada, damla sulama uygulanan parsellerde %56 oranında daha az su kullanıldığını belirtmişlerdir. Rao (2013), yaptığı çalışmada da damla sulamayla %47 oranında su tasarrufunun sağlanabileceğini bildirmiştir.



Şekil 6. Konulara göre su kullanımdaki azalma (a) ve verim değişimi (b)

Sonuç ve Öneriler

Damla sulama ve su tutma bariyeri uygulamaları çeltik bitkisinde sulama suyu, verim ve verim parametrelerini önemli düzeyde etkilemiştir. Çalışma sonucunda en yüksek verim Çiftçi uygulamasından, en düşük verim ise DI+STB konusundan elde edilmiştir. Buna karşılık, en yüksek sulama suyu kullanım randımanı DI+STB konusunda bulunmuştur. Çiftçi konusuna oranla DI ve DI+STB konularında sırasıyla yaklaşık %75 ve %83 oranında daha az su kullanılmıştır. Geçtiğimiz yıllarda yaşanan meteorolojik kuraklık nedeniyle, su kullanımının fazla olduğu bazı alanlarda çeltik yetiştiriciliği yasaklanmış ve buna bağlı olarak çeltik alanlarının ekilişinde önemli oranda azalmalar olmuştur. Öncelikli olarak böyle alanlarda ve daha sonrasında da diğer çeltik alanlarında, ciddi su tasarrufu sağlayabilecek bu yöntemlerin kullanımı ile yetiştiriciliğe izin verileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, bu yöntemler verimde belli düzeyde azalmaya sebep olsa da, su kullanımını önemli oranda azaltacağı için çeltik alanlarında kullanılması önerilebilir.

Verim azalmasının önlenmesi amacıyla, sonraki araştırmalarda farklı kültürel işlemler ve yetiştiricilik tekniklerinin kullanıldığı çalışmalara ağırlık verilmelidir. Yapılan bu çalışmanın, çeltik gibi çok su tüketen bitkilerde, su tasarrufu sağlayan yöntemlerin ülkemizde de kullanılmasına katkı sağlayacağı ve yaygınlaşmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Not: Bu çalışma, Hakan NAR'ın Yüksek Lisans tez çalışmasından hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Anonim, 2003. Rice Irrigation in the Near East: Current situation and prospects for improvement. FAO Regional Office for the Near East Cairo, Egypt. 1-23.
- Anonim, 2009. Çeltikte (*Oryza sativa* L.) damla sulama araştırmaları sonuç raporu (Proje no: TAGEM/TA/07/07/04/001), T.C, T.K.B, TAGEM, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Edirne, 289-349.
- Beşer, N., Sürek, H., 2009. Çeltikte (*Oryza sativa* L.) Damla sulama araştırmaları projesi sonuç raporu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Edirne.
- Demirel, K., 2012. Toprak altına serilen su tutma bariyerlerinin (STB) Toprak su içeriği ve çim bitkisi gelişimi üzerine etkileri. ÇOMÜ, Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, Çanakkale.
- DMİ, 2017. Edirne İli Enez İlçesi meteorolojik verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Dun, B.W., Mathews S.K., Beecher H.G., Thompson J.A., Humphreys, E., 2004. Growing rice on raised beds in south-eastern Australia. 4th International Crop Science Congress.
- Hillel, D., Guron, Y., 1975. Relation between evapotranspiration rate and maize yield. Water Research. 9: 743-748.
- IRRI, 1998. Sustaining food security beyond the year 2000: a global partnership for rice research, IRRI rolling medium-term plan 1999-2001. International Rice Research Institute, Los Banos (Philippines).
- Özgenç, N., Erdoğan, F.C., 1988. DSİ sulamalarında bitki su tüketimleri ve sulama suyu ihtiyaçları. DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 88-91.
- Rao, K.V.R., 2013. Evaluation of drip irrigation system in paddy crop: A viable alternate to convention water management practice in paddy cultivation. International exhibition and conference on water Technologies, environmental Technologies and renewable energy. Feb 13-14, Bombay exhibition centre, Mumbai, India.
- Sezer, İ., Şenocak, H.S., Akay, H., 2017. Bazı çeltik çeşitlerinde fideleme ve serpme ekim yöntemlerinin karşılaştırılması. KSÜ Doğa Dergisi. 20: 292-296.
- Sharda, R., Mahajan, G., Siag, M., Singh, A., Chauhan, B.S., 2016. Performance of drip irrigated dry seeded rice (*Oryza sativa* L.) in South Asia. Paddy water Environ. Doi:10.1007/s10333-016-531-5.



- Sürek, H., 2002. Çeltik Tarımı Kitabı. Hasad Yayıncılık. İstanbul.
- Tabbal, D.F., Bouman, B.A.M., Bhuiyan, S.I., Sibayan, E.B., Sattar, M.A., 2002. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice; case studies in the Philippines. *Agricultural Water Management*. 56:93-112.
- Tuna, B., 2012. Trakya koşulları çeltik (*Oryza sativa* L.) tarımında farklı sulama uygulamaları ve su-verim-kalite ilişkilerinin belirlenmesi. NKÜ, Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, Tekirdağ.
- Tülücü, K., 2003. Özel bitkilerin sulanması. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No:254, Adana.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz El Kitabı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yadav, S., Reyes, L., 2016. Why invest in optimizing water use in rice farming. *Rice Today*. 15 (2): 34-36.