

## Farklı sulama uygulama rejimlerinin bitkiler üzerindeki etkileri

Osman ÇELİK<sup>1</sup>, Gamze TUNÇ<sup>2</sup>, Prof. Dr. Harun KAMAN<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 07058 Kampüs, Antalya, Türkiye.

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 07058 Kampüs, Antalya, Türkiye.

Osman ÇELİK: <https://orcid.org/0009-0001-6202-3350>

Gamze TUNÇ: <https://orcid.org/0000-0002-3223-5803>

Harun KAMAN: <https://orcid.org/0000-0001-9308-3690>

\*Başlıca yazarın mail adresi (Harun KAMAN): [hkaman@akdeniz.edu.tr](mailto:hkaman@akdeniz.edu.tr)

**Özet** – Dünyada su kaynaklarının sınırlı olması ve dünya nüfusunun giderek artmasıyla birlikte kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı her geçen yıl azalmaktadır. Türkiye’de bulunan su varlığının yaklaşık olarak %16’sı içme suyu, %12’si sanayi alanında ve %72’si tarım alanlarında sulama amaçlı tüketilmektedir.

Dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de su en fazla tarım sektöründe ve bitkisel üretimde sulama amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, su kaynaklarının etkin kullanımı için su kıtlığının yaygın olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde, sulu tarıma ayrılan su miktarında kısıtlama yapılmaktadır. Bu bakımdan bitkisel üretimde sulama amacıyla kullanılan suyun etkin kullanımı zorunlu hale gelmektedir.

Suyun kıt ve pahalı olduğu bölgelerde mevsim içi sulamalarda optimum ürünü sağlamak koşuluyla, gerekenden daha az su uygulayarak, mevcut su kaynağı ile daha fazla tarım alanının sulanmasını amaçlayan geleneksel kısıntılı sulama stratejileri ele alınabilmektedir.

Buna ilave olarak, bitkinin kök bölgesinin görece bir şekilde ikiye ayrılmasıyla ıslatılan ve kuru bırakılan kısımlardan oluşan “yarı ıslatmalı sulama” uygulaması da yeni bir kısıntılı sulama tekniği biçiminde değerlendirilebilmektedir. Bu durumda, kuru bırakılan kök kısımlarında susuzluk stresi oluşturularak, verimde azalma olmaksızın, bitki vejetatif gelişim yavaşlatıp suyun daha verimli kullanımı amaçlanmaktadır.

Bu nedenle ele alınan bu çalışmada, “geleneksel kısıntılı sulama” stratejisi ve “yarı ıslatmalı sulama” uygulaması gibi farklı sulama rejimlerinin bitkisel üretimdeki etkileri değerlendirilmiştir.

*Anahtar Kelimeler: Sulama Yönetimi, Kısıntılı Sulama, Su-Verim İlişkisi, Su Kullanım Randımanı.*

## Effects of different irrigation application regimes on plants

**Abstract** – As water resources are limited in the world and the world population gradually increases, the average amount of usable water per person decreases every year. Approximately 16% of the water resources in Turkey are consumed for drinking water, 12% for industrial purposes and 72% for irrigation in agricultural areas.

As in the world, water in Turkey is mostly used for irrigation in agriculture and crop production. In addition to this, in order to effectively use water resources, there are restrictions on the amount of water allocated to

irrigated agriculture in arid and semi-arid regions where water scarcity is common. In this respect, the effective use of water used for irrigation in plant production becomes mandatory.

In regions where water is scarce and expensive provided that the optimum product is provided in seasonal irrigations, by applying less water than necessary, conventional deficit irrigation strategies that aim to irrigate more agricultural areas with the existing water source can be considered.

In addition, the “partial root drying-zone” application, which consists of the parts that are wetted and left dry by the relative division of the root zone of the plant, can also be evaluated as a new deficit irrigation technique. In this situation, it is aimed to use water more efficiently by slowing down the vegetative growth of the plant without decreasing the yield by creating thirst stress in the root parts that are left dry.

For this reason, in this study, the effects of different irrigation regimes, such as “conventional deficit irrigation” strategy and “partial root drying-zone”, on crop production were evaluated.

*Keywords: Irrigation Management, Deficit Irrigation, Water-Yield Relationship, Water Use Efficiency.*

## I. GİRİŞ

Türkiye’de toplam 25 akarsu havzası bulunmaktadır [1]. Uzun yıllık yağış ortalaması yaklaşık 642.6 mm ve bunun su olarak karşılığı ise 501 milyar m<sup>3</sup> şeklinde saptanmaktadır. Teknik ve ekonomik olarak tüketilebilecek yeraltı ve yerüstü su miktarı 112 milyar m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu değer 95 milyar m<sup>3</sup>’ü ise yurtiçinden doğan akarsulardan, 3 milyar m<sup>3</sup>’ünün yurtdışından ulaşan akarsulardan ve 14 milyar m<sup>3</sup>’ünün ise yeraltı suyundan sağlanabileceği kabul edilmektedir.

Görüldüğü gibi tarım suyu en fazla kullanan sektör olarak kayıtlara geçmektedir. Bununla birlikte yağışın yetersiz olduğu yerlerde, mevsimler/aylarda/haftalarda açık alanda bitkisel üretim yapmak büyük bir risk barındırmaktadır. Buna ilave olarak, örtü altında su/sulama olmaksızın bitkisel üretim yapmak imkansızdır. Susuzluktan dolayı yağışlar az ve/veya sulama suyu yeterli değilse, eğer çimlenebiliyorsa dahi bitkiler çimlendikten sonra gelişimini tamamlayamamaktadır.

Türkiye’de nüfusun artmasıyla birlikte ve mevcut iklim koşullarında, kişi başına düşen su potansiyelinin beklenildiği gibi azalacağı bilinmektedir. Bunun sonucunda da kişi başına kullanılan su miktarı da azalmak zorunda olacaktır.

DSİ [1] raporuna göre, Türkiye’nin toplam su potansiyelinin 57 milyar m<sup>3</sup>’ü çeşitli maksatlara yönelik olarak kullanılmakta olduğu ve bunun 44 milyar m<sup>3</sup>’ü (%77) sulama suyu olarak, 13 milyar m<sup>3</sup>’ü (%23) ise içme-kullanma ve sanayi suyu olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yine DSİ [1] raporuna göre, Türkiye’de toplam yıllık su akış miktarının 185 milyar m<sup>3</sup> olduğu, teknik ve ekonomik şartlar çerçevesinde, çeşitli maksatlara yönelik (sulama suyu temini, içme

ve kullanma suyu temini vb.) olarak yıllık tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli 94 milyar m<sup>3</sup>, yeraltı su potansiyeli 18 milyar m<sup>3</sup>, toplamda 112 milyar m<sup>3</sup> olduğu bildirilmiştir.

## II. BİTKİSEL ÜRETİMDE SULAMA

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de su en fazla tarım sektöründe ve sulama amacıyla kullanılmaktadır. Bu bakımdan sulama amacıyla kullanılan suyun etkin kullanımı zorunlu hale gelmektedir. Su kaynaklarının etkin kullanımı için su kıtlığının yaygın olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde, sulu tarıma ayrılan su miktarında kısıtlama yapılmalıdır [2].

Tam sulama uygulamasında, bitkinin ihtiyaç duyduğu sudan herhangi bir kısıtlama yapılmadan geleneksel olarak su bitki kök bölgesine kontrollü bir şekilde verilir. Kısıntılı sulama uygulamalarında ise görece olarak bitki kök bölgesine uygulanan su miktarı azaltılır. Bu durum geleneksel kısıntılı sulama ve/veya kısmi kök kuruluğu tekniği ile sağlanabilir.

Kısmi kök kuruluğu tekniğinde görece olarak bitkinin kök bölgesi ikiye ayrılır ve ardışık olarak ıslatılır. Islatılan köklerde su potansiyeli korunurken kuru bırakılan köklerde su stresi oluşur. Kuru bırakılan köklerde su stresi sonucunda absisik asit (ABA) miktarı artar ve ksilem aracılığıyla yapraklara bazı hormonal sinyaller iletilir. Bitki bu duruma tepki olarak stoma açıklığını azaltmakta ve terleme yolu ile su kaybını korumaktadır. Böylece bitki vejetatif gelişimini yavaşlatıp suyu daha verimli kullanmakta ve su kullanım randımanını arttırmaktadır.

### III. SULAMA İLE İLGİLİ ARAŞTIRMA ÖRNEKLERİ

Bitkisel üretimde sulama ile ilgili çok sayıda araştırma yürütülmüştür [Örneğin; 3, 4, 5, 6, 7].

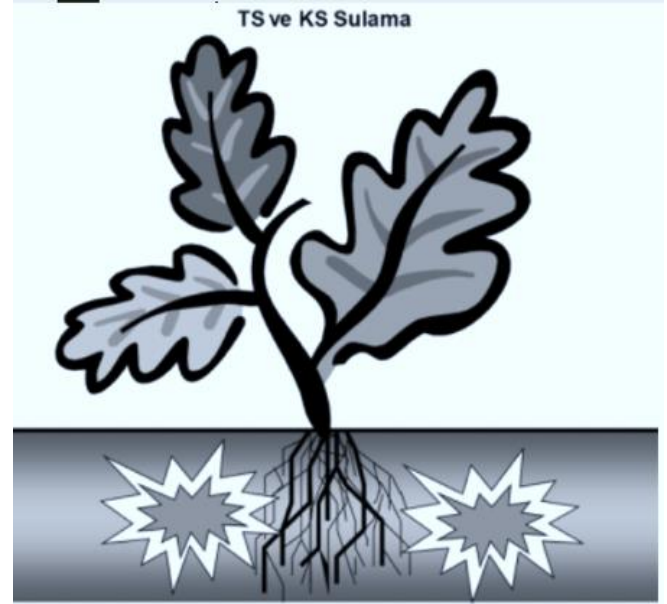
Sulama suyu miktarı ve uygulama biçimleri bitkide farklı tepkilere yol açmaktadır. Örneğin, Ayas ve Korukçu [8], patatesin farklı gelişme evrelerinde kısıntılı sulama uygulamalarının verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemeye çalışmış. Çalışmada, sulama uygulamaları altında verim değerlerini istatistiki açıdan önemli bulmuşlar.

Ahmedi vd. [9] tarafından, kısmi kök kuruluğu sulama tekniğinin toprak su içeriğini koruyarak, bitkide terleme yoluyla su kaybını en aza indirerek ve mahsullerin su kullanım verimliliğini artırdığı bildirilmiş. Kaman vd. [10] sulama düzeyinde kısıntı arttıkça verimde azalma olduğunu saptamışlar.

Özbek ve Kaman [11] tarafından geleneksel sulamalar ile ardışık ve sabit yarı ıslatmalı sulama tekniğinin patlıcan yetiştiriciliğinde etkilerini incelemek amacıyla farklı sulama konuları ve uygulama biçimleri ele alınmıştır. Araştırmada sulama suyu uygulama tekniğinin verim üzerine etkisi olduğu tespit edilmiş. Araştırmada, yüksek miktarlarda su kısıntısı uygulanması düşünülen durumlarda ise geleneksel kısıntılı sulama ile %50 oranında sulama suyunun azaltılabileceği ifade edilmiş. Çalışma sonucunda, kısıntılı sulama uygulamalarının, küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılacak tekniklerden olabileceği bildirilmiş. Buna ilave olarak, Duraktekin ve Çolak [12] tarafından yapılan bir çalışma sonucunda, sulamaların verimi arttırdığı ifade edilmiş.

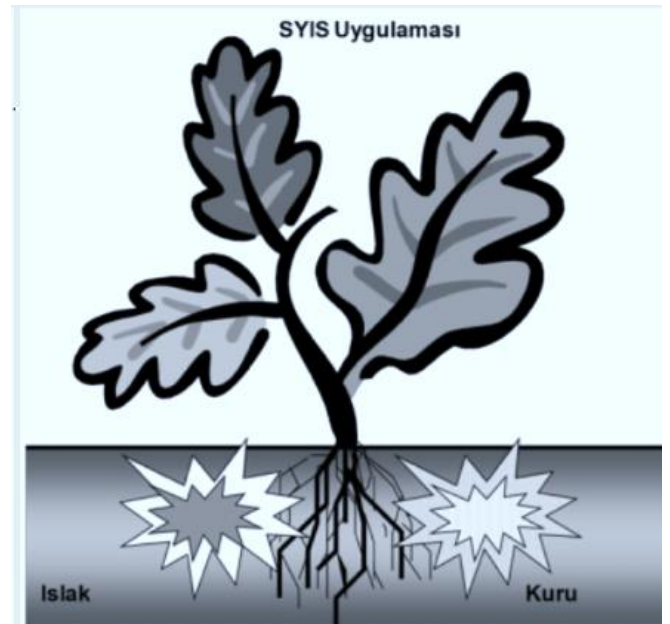
### IV. KISMİ KÖK KURULUĞU UYGULAMASI

Kaman vd. [10] tarafından da açıklandığı gibi, geleneksel tam sulama (TS) ve geleneksel kısıntılı sulama (KS) için sulama suyu uygulama biçimi Şekil 1’de görülebilmektedir.



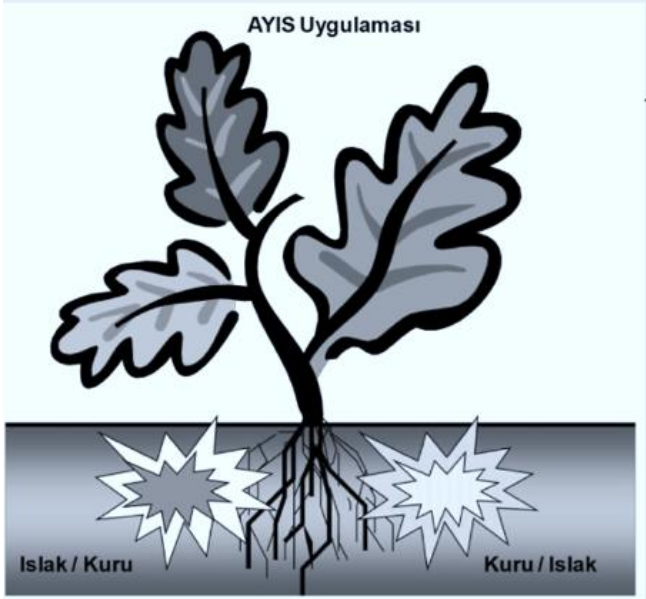
Şekil 1. Gelenek sulama (TS: gelenek tam sulama, KS: gelenek kısıntılı sulama) uygulama biçiminin şema olarak görünümü (Kaman vd. [10]).

Kısmi kök kuruluğu sabit ve değişken olmak üzere iki şekilde uygulanabilmektedir. Sabit kısmi kök kuruluğu uygulamasında sezon boyunca kökün bir tarafı kuru kalırken, bitki kökünün diğer tarafının devamlı bir şekilde ıslatılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Sabit kısmi kök kuruluğu (SYIS uygulaması) uygulaması şematik görünümü (Kaman vd. [10]).

Değişken kısmi kök kuruluğu uygulamasında ise belirli aralıklarla uygulanan sulamalarda ıslak ve kuru kök bölgesi yer değiştirilmektedir görüntüsü (Şekil 3).



Şekil 2. Değişken kısmi kök kuruluğu uygulamasında (AYIS uygulaması) şematik görünümü (Kaman vd. [10])

## V. SONUÇ

Tarımda verimlilik artışı için en önemli faktörlerinden biri su ve sulama yönetimidir. Suyun bitkinin gelişim dönemlerine göre verilmesi verimlilik açısından büyük önem taşımaktadır.

Dünya nüfusunun her geçen gün giderek artması başta fosil yakıt kullanımı olmak üzere insan faaliyetlerinin küresel ısınmaya neden olduğu bilinmektedir. Küresel ısınmanın olumsuz etkileri çok fazla olmakla birlikte en önemlisi iklim değişikliğidir. İklim değişikliği sonucunda yağışlar düzensizleşmekte ve beraberinde kuraklığı getirmektedir.

Tarımsal üretimde bitkiden yüksek verim sağlanabilmesi için suyun bitkinin ihtiyacı kadar ve uygun zamanda verilmesi gerekmektedir. Fakat kurak ve yarı kurak bölgelerde bu durum sağlanamayabilir. Bu nedenle bu bölgelerde alternatif uygulamalar kullanılmalıdır.

Alternatif uygulamalardan biri de kısıntılı sulama uygulamalarıdır. Yapılan literatür çalışmalarından da anlaşılacağı gibi kısıntılı sulama uygulamaları sayesinde daha az su uygulayarak daha fazla alan sulanabilmekte ve verimden minimum kayıp verilmektedir.

Yağların yetersiz olduğu alanlarda ve kurak-yarı kurak bölgelerde uygulanan kısıntılı sulama uygulamaları sürdürülebilir bir tarım için vazgeçilmez yöntemlerden biri haline gelmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] DSİ, (2023). DSİ 2022 Faaliyet Raporu. DSİ, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- [2] Kaman, H. (2007). Geleneksel kısıntılı ve yarı ıslatmalı sulama uygulamalarına bazı mısır çeşitlerinin verim tepkileri. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- [3] Kırmak, H. ve Doğan, E. (2017). Yüzey Altı ve Yüzey Üstü Damla Sulama Sistemiyle Sulanan Kavunda Kısıntılı Sulamanın Bazı Kantitatif Parametrelere Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. ISSN: 1300-2910. 34 (Ek Sayı), 80-86.
- [4] Bozkurt Çolak, Y., Yazar, A., Tangolar, S., Duraktekin, G. ve Gönen, E. (2019). The Effects Of Irrigation On Drip Irrigated Royal Table Grape Cultivars On Water-Yield Relations in Çukurova Conditions. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi Özel Sayı 24:163-171.
- [5] Kaman, H., Özbek, Ö. ve Polat, E. (2022). Serada Yetiştirilen Hıyarın Yarı Islatmalı Sulama ve Geleneksel Kısıntılı Sulamaya Tepkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 25 (2): 337-347.
- [6] Arıoğlu, R. ve Ereku, O. (2022). Aydın Ekolojik Koşullarında Farklı Sulama Düzeylerinin Mısır (Zea mays L.) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1):161-166.
- [7] Coşkun, Z., Alço, T., Gülcü, M. ve Gündüz, A. (2023). Tekirdağ Koşullarında Cabernet Sauvignon Üzüm Çeşidinde Kısmi Kök Bölgesi Kuruluşu (PRD) ve Kısıtlı Sulama Stratejilerinin (DI) Asmanın Verim, Kalite ve Şarap Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Bahçe 52 (Özel Sayı 1): 355-366. ISSN: 1300-8953. e-ISSN: 2791-6375.
- [8] Ayas, S. ve Korukçu, A. (2010). Water-Yield Relationships in Deficit Irrigated Potato. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:24, Sayı:2, 23-36.
- [9] Ahmadi, S.H., Andersen, M.N., Playborg, F., Poulsen, R.T., Jensen, C.R., Sepaskhah, A.R. ve Hansen, S. (2010). Effects of Irrigation Strategies and Soils On Field-Grown Potatoes: Gas Exchange and Xylem (ABA). Agricultural Water Management 97:1486-1494.
- [10] Kaman, H., Özbek, Ö. ve Polat, E. (2017). Sera Koşullarında Hıyar Bitkisi Üzerine Sulamanın Etkisi. Akademik Ziraat Dergisi Cilt:6 Özel Sayı:281-288.
- [11] Özbek, Ö. ve Kaman, H. (2017). Yarı ıslatmalı sulamayla patlıcan yetiştiriciliği. Akademik Ziraat Dergisi, 6: 289-296.
- [12] Duraktekin, G., Bozkurt Çolak, Y., Atağ, G., Özfıdaner, M., Baydar, A. ve Gönen, E. (2018). Karpuzda Kısıntılı Sulamanın Verim ve Su Kullanım Randımanı Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı:218-222. ISSN 1304-9984.