

---

# TARIMSAL YAPILAR VE SULAMADA İLERİ ARAŞTIRMALAR

Editör: Doç.Dr. Eser ÇELİKTOPUZ

---

# **Tarımsal Yapılar ve Sulamada İleri Araştırmalar**

**Editör**

Doç. Dr. Eser ÇELİKTOPUZ

**yaz**  
yayınları

2024

## **Tarımsal Yapılar ve Sulamada İleri Araştırmalar**

Editör: Doç. Dr. Eser ÇELİKTOPUZ

---

### **© YAZ Yayınları**

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

---

E\_ISBN 978-625-5547-39-2

Aralık 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3  
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

[www.yazyayinlari.com](http://www.yazyayinlari.com)

[yazyayinlari@gmail.com](mailto:yazyayinlari@gmail.com)

[info@yazyayinlari.com](mailto:info@yazyayinlari.com)

## İÇİNDEKİLER

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Topraksız Kültür Yaban Mersini (Blueberry)</b>                 |           |
| <b>Yetiştiriciliğinde Fertigasyon Yönetimi .....</b>              | <b>1</b>  |
| <i>Eser ÇELİKTOPUZ</i>                                            |           |
| <b>Fertigation Technique in Irrigation and Fertilization ....</b> | <b>24</b> |
| <i>Uğur KEKEÇ</i>                                                 |           |

*"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."*

# **TOPRAKSIZ KÜLTÜR YABAN MERSİNİ (BLUEBERRY) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FERTİGASYON YÖNETİMİ**

**Eser ÇELİKTOPUZ<sup>1</sup>**

## **1. GİRİŞ**

### **1.1. Blueberry yetiştiriciliğinin önemi**

#### **1.1.1. Besin değeri ve ekonomik katkısı**

Blueberry (yaban mersini), yüksek antioksidan içeriği, flavonoidler, antosiyaninler, C ve K vitaminleri, lif ve düşük kalorili yapısı sayesinde fonksiyonel bir gıda olarak tanınmaktadır. Antioksidan özellikleriyle yaşlanma karşıtı etkiler sunar ve kardiyovasküler hastalıkların yanı sıra bazı kanser türlerinin önlenmesinde potansiyel faydalar sağlar (Nicoletti et al., 2015). Bu meyvenin tüketimi, sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle özellikle fonksiyonel gıda üretiminde ve taze tüketimde yaygınlaşmıştır (Yang et al., 2022).

Ekonomik açıdan blueberry, katma değeri yüksek tarım ürünleri arasında yer alır. Artan sağlık bilinciyle birlikte, taze tüketim ve işlenmiş gıda sektöründe büyük bir pazar yaratmıştır. Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Avrupa ülkeleri başta olmak üzere, küresel pazarda üretim kapasitesi ve talep her yıl artmaktadır (Zakaria et al., 2022). Özellikle işlenmiş ürünlerin yanı sıra dondurulmuş blueberry tüketiminin de yaygınlaşmasıyla, üretici ülkeler için önemli bir ihrac kalemi haline gelmiştir (Ma et al., 2018).

---

<sup>1</sup> ESER ÇELİK TOPUZ

## **1.2. Küresel pazardaki yeri ve üretim artışı eğilimleri**

Blueberry üretimi, son yıllarda küresel düzeyde önemli bir artış göstermektedir. Sağlık üzerindeki olumlu etkilerine yönelik artan farkındalık, bu meyveye olan talebi artırmıştır (Yang et al., 2022). Özellikle Avrupa ve Asya gibi yeni pazarların gelişmesiyle birlikte, üretim ve tüketim dengesi küresel ölçekte büyümeye devam etmektedir (Zakaria et al., 2022). Ayrıca, üretim sezonunun uzatılabilmesi için kontrollü ortam tarımı ve topraksız kültür gibi modern tekniklere başvurulmaktadır. Bu da mevsim dışı üretimi mümkün kılarak pazardaki sürekliliği sağlamaktadır (Barkaoui et al., 2023).

## **1.3. Topraksız Tarımın Avantajları ve Zorlukları**

### **1.3.1. Geleneksel Tarıma Göre Üstünlükleri**

Topraksız tarım, bitkilerin su ve besin gereksinimlerinin doğrudan sulama suyuyla sağlandığı bir yetiştirme yöntemi olup, sınırlı tarım alanlarında su verimliliği sağlar. Topraksız kültürde, geleneksel tarımın aksine pestisit kullanımına daha az ihtiyaç duyulur ve bitkiler toprak kökenli hastalıklardan korunur (Barkaoui et al., 2023). Ayrıca, besin maddelerinin etkin kullanımı ve bitki köklerinin optimal şekilde beslenmesi ile yüksek verim elde edilebilmektedir (Nicoletti et al., 2015).

Bu yöntem aynı zamanda, sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkıda bulunur. Özellikle iklim değişikliklerine bağlı risklerin azaltılması ve su tasarrufu sağlaması, topraksız tarımı daha cazip kılar (Ma et al., 2018). Modern tarımda kullanılan sensörler ve otomasyon sistemleri sayesinde pH ve EC (elektriksel iletkenlik) gibi kritik parametrelerin kontrol edilmesiyle, bitkilerin stres altında kalmadan büyümesi sağlanır.

### **1.3.2. Özellikle Blueberry İçin Neden Uygun Bir Yöntemdir?**

Blueberry, düşük pH aralığı (4.5-5.5) ve yüksek organik madde içeren ortamları tercih eden bir bitki türüdür. Ancak, her toprak tipi bu gereksinimleri karşılamadığı için, topraksız kültür blueberry yetiştiriciliği için ideal bir yöntem sunar (Yang et al., 2022). Örneğin, kokopit (cocopeat), beyaz torf ve perlit gibi substratlar, bitkinin kök sistemini desteklemek için uygun su tutma ve havalandırma kapasiteleri sağlarlar.

Topraksız tarımda pH, EC ve besin dengesi hassas bir şekilde kontrol edilebildiği için blueberry, ideal büyüme koşullarında yetişir. Bu da bitki stresini önleyerek daha yüksek verim ve kaliteli meyve üretimi sağlar (Zakaria et al., 2022).

### **1.4. Topraksız Kültür Sistemleri ve Blueberry**

Topraksız tarım sistemleri, bitkilerin gelişimi için gerekli su ve besin elementlerinin, toprağa ihtiyaç duyulmadan çeşitli substratlar aracılığıyla sağlandığı yenilikçi bir yetiştirme yöntemidir. Blueberry gibi pH ve su dengesi açısından hassas bitkiler için topraksız kültür, kontrollü ortamda yüksek verim elde edilmesini sağlar (Zakaria et al., 2022). Bu sistem, bitkilerin besin elementlerine doğrudan erişimini sağladığı için kök gelişimini optimize eder ve bitki stresini azaltır. Blueberry üretiminde yaygın olarak kullanılan topraksız kültür sistemleri; kokopit (cocopeat), perlit, vermikülit ve torf bazlı (özellikle düşük pH içeriği nedeni ile beyaz torf) substratlar gibi çeşitli materyallerden oluşur.

## **1.5. Blueberry için Uygun Substrat Seçimi**

### **1.5.1. Substratların Su Tutma Kapasitesi ve pH Özellikleri**

Blueberry bitkisi, düşük pH değerlerine (4.5-5.5) uyum sağladığı için substrat seçimi kritik bir öneme sahiptir (Yang et al., 2022). Geleneksel tarım topraklarında bu pH aralığını korumak zordur; dolayısıyla beyaz torf ve perlit gibi substratlar kullanılarak bitkinin kök bölgesinde sabit bir pH sağlanabilir. Kokopit, yüksek su tutma kapasitesi ve havalanma özelliğiyle öne çıksa da yüksek pH içeriğine sahiptir. Bu nedenle kullanılan orana dikkat edilmesi gerekmektedir. Diğer bir yaygın substrat olan perlit, drenajı iyileştirir ve köklerin oksijen alımını artırır. Kokopit, Beyaz torf ve perlit kombinasyonu doğru oranlarda kullanıldığında hem su hem de hava dengesi sağlanarak kök gelişimi teşvik edilebilir. Böylelikle, substratın su tutma kapasitesi yüksek tutulurken aynı zamanda aşırı sulamanın neden olacağı kök çürümeleri önlenabilir.

### **1.5.2. Optimum Kök Gelişimi için Uygun Ortam Koşulları**

Blueberry'nin kök yapısı ince ve lifli olduğu için oksijen alımına duyarlıdır. Bu nedenle, iyi drenaj sağlayan, havalanabilir substratların kullanımı hayati önem taşır. Substratın yeterli suyu tutarken fazla suyun da tahliye edilmesini sağlayacak özellikte olması gerekir. Aynı zamanda, pH değeri kontrol altında tutularak optimum kök gelişimi desteklenir (Ma et al., 2018). Topraksız tarımda, kullanılan substratların sterilize edilmesi ve hastalıklardan arındırılması gerektiği için substrat yönetimi de oldukça kritik bir öneme sahiptir.

## **1.6. Blueberry'nin Su ve Besin Gereksinimleri**

### **1.6.1. Blueberry Bitkisinin Morfolojik Yapısı ve Kök Sistemi**

Blueberry, lifli bir kök yapısına sahip olup su ve besin elementlerine duyarlıdır. Bitkinin kök sistemi nispeten yüzeysel gelişir, bu nedenle sulama sıklığına ve besin maddelerinin köklere doğrudan erişimine dikkat edilmelidir (Zakaria et al., 2022). Köklerin gelişimini desteklemek için ortamın nemli ancak fazla suyla boğulmamış olması gerekir. Köklerin gelişimi için uygun nem ve oksijen oranı sağlanmadığında, bitki büyümesi yavaşlar ve meyve verimi düşer.

### **1.6.2. Su Kullanım Verimliliği ve Mevsimsel Gereksinimler**

Blueberry bitkisinin su ve besin gereksinimleri, mevsimlere göre farklılık gösterir. Vegetatif gelişim döneminde bitki daha fazla su ve azot ağırlıklı besinlere ihtiyaç duyarken, çiçeklenme ve meyve olgunlaşma dönemlerinde potasyum ve kalsiyum gibi besin elementlerinin önemi artar (Nicoletti et al., 2015). Bu dönemlerde bitki su ihtiyacı da artar ve sulama sıklığı artırılır. Ancak, özellikle sıcak yaz aylarında, suyun etkin kullanımı ve tuz birikiminin önlenmesi için iyi bir drenaj sağlanmalıdır.

Topraksız tarım sistemlerinde su kullanım verimliliği, geri dönüşümlü sulama sistemleri ve damla sulama teknikleriyle artırılabilir. Damla sulama sistemi, suyun doğrudan köklere verilmesini sağlayarak su israfını önler. Aynı zamanda, sensör tabanlı otomasyon sistemleri kullanılarak bitkinin su ihtiyacı anlık olarak takip edilebilir ve gereksiz sulamanın önüne geçilir (Barkaoui et al., 2023).

Blueberry yetiştiriciliğinde, bitki sağlığı ve verimi için dengeli bir besin çözeltisi sağlanmalıdır. Blueberry bitkisi, özellikle azot, potasyum, kalsiyum ve magnezyuma ihtiyaç duyar.

Ancak, azotun amonyum ve nitrat formunda dengeli bir şekilde verilmesi gerekir, çünkü blueberry bitkisi nitrat formuna daha duyarlıdır (Yang et al., 2022). Aşırı gübreleme köklerin zarar görmesine neden olabileceği için besin elementlerinin düzenli takibi yapılmalıdır.

Mevsimsel olarak değişen besin gereksinimlerine göre, azot ağırlıklı gübreleme vegetatif dönemde artırılırken, potasyum ağırlıklı gübreleme meyve olgunlaşma döneminde uygulanır. pH kontrolü sağlanarak besinlerin kök bölgesinde optimum şekilde emilmesi sağlanır. Bu süreçte pH ve EC parametrelerinin dikkatle izlenmesi, bitkinin stres yaşamadan büyümesini sağlar (Ma et al., 2018).

### **1.7. Fertigasyon Planlamasının Temel İlkeleri**

Fertigasyon, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin sulama suyu ile birlikte verilmesini sağlayan bir yöntemdir. Topraksız tarımda fertigasyon, bitkilerin besin elementlerine doğrudan erişimini sağladığı için, büyüme ve verim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Blueberry yetiştiriciliğinde pH ve EC gibi parametrelerin hassas kontrolü gerektiğinden, fertigasyon planlaması detaylı ve optimize edilmiş stratejilerle uygulanmalıdır.

#### **1.7.1. Fertigasyon Sisteminin Bileşenleri**

##### **1.7.1.1. Sulama Sistemi**

Fertigasyon sistemlerinde en yaygın kullanılan sulama yöntemi, damla sulama sistemidir. Bu sistemde, su ve besin elementleri doğrudan kök bölgesine verilir, böylece su israfı önlenir ve bitki stresinin önüne geçilir. Damla sulama, substratın nemini sürekli kontrol altında tutar ve köklerin aşırı suya maruz kalmasını engeller. Bu sistem, bitkilerin besinlere eşit şekilde ulaşmasını sağladığı için verimliliği artırır.

Damla sulama sisteminde kullanılan bazı alt yapılar arasında, suyun kök bölgesine homojen dağıtılmasını sağlayan spaghetti boru sistemi ve belirli noktalara odaklı sulama sağlayan netbow sistemi bulunur. Spagetti boru sistemi, ince borularla suyun doğrudan köklere yönlendirilmesini sağlarken, netbow sistemi daha geniş bir kök alanına besin ve su ulaştırmak için dairesel bir sulama düzeni sunar. Her iki sistem de suyun verimli kullanılmasını destekleyerek su kaybını minimize eder.

Ayrıca, bazı durumlarda sera ortamlarında sisleme sistemi kullanılarak bitki yapraklarına su buharı verilerek ortamın nem dengesi sağlanır. Sisleme, özellikle sıcak havalarda yaprakların serinletilmesi ve bitki su stresinin önlenmesi için tercih edilir (Zakaria et al., 2022). Bu yöntemlerin uyumlu kullanımı, blueberry gibi hassas bitkilerde yüksek verim ve bitki sağlığı sağlar. Gübrelik ve Dozaj Sistemleri

Fertigasyon sistemlerinin etkin çalışması için doğru gübrelere ve çözeltilerin zamanında verilmesi büyük önem taşır. Gübrelik sistemleri, sıvı veya katı gübrelerin sulama suyuna entegre edilmesini sağlar. Dozaj sistemleri, besin maddelerinin bitkiye ihtiyacı kadar verilmesine olanak tanır ve gereksiz besin kaybını önler (Yang et al., 2022). Bu sistemler, manuel veya otomatik olarak yönetilebilir; ancak topraksız tarımda otomatik dozaj sistemleri kullanılarak daha hassas sonuçlar elde edilir. Ek olarak, homojeniteyi sağlayan dozajlama sistemlerinin tercih edilmesi de verim ve kaliteyi doğrudan etkileyen faktörlerden biri olduğu unutulmamalıdır.

#### **1.7.1.2. Gübrelik ve Dozaj Sistemleri**

Fertigasyon sistemlerinin etkin çalışması için doğru gübrelere ve çözeltilerin zamanında verilmesi büyük önem taşır. Gübrelik sistemleri, sıvı veya katı gübrelerin sulama suyuna entegre edilmesini sağlar. Dozaj sistemleri, besin maddelerinin bitkiye ihtiyacı kadar verilmesine olanak tanır ve gereksiz besin

kaybını önler (Yang et al., 2022). Bu sistemler, manuel veya otomatik olarak yönetilebilir; ancak topraksız tarımda otomatik dozaj sistemleri kullanılarak daha hassas sonuçlar elde edilir.

### **1.7.1.3. pH ve EC Sensörleri ile Otomasyon**

Blueberry bitkisi, düşük pH değerlerine ve belirli bir EC aralığına ihtiyaç duyduğu için fertigasyon sistemlerinde otomatik pH ve EC sensörleri kritik bir rol oynar. Bu sensörler, sulama suyunun pH ve EC değerlerini sürekli ölçerek, sistemin otomatik olarak bu değerleri ayarlamasını sağlar. Örneğin, pH değeri ideal aralıktan saparsa asit veya baz çözeltileri eklenir. EC kontrolü ise, bitkinin ihtiyacı olan besinlerin yeterli miktarda verilmesini sağlar (Ma et al., 2018).

### **1.7.2. Gübre Çözeltileri ve Hazırlık**

#### **1.7.2.1. Blueberry için Optimal Makro ve Mikro Besinler**

Blueberry bitkisinin sağlıklı büyümesi için azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi makro elementlerin yanı sıra demir, çinko ve bor gibi mikro elementlere de ihtiyaç duyulur. Aşağıda blueberry için temel makro ve mikro besin ihtiyaçları verilmiştir:

#### **Makro Besinler**

**Azot (N):** Vegetatif gelişim için gereklidir.

**Fosfor (P):** Kök gelişimini ve enerji transferini destekler.

**Potasyum (K):** Meyve olgunlaşmasını ve hastalıklara karşı direnci artırır.

#### **Mikro besinler:**

**Demir (Fe):** Klorofil sentezini artırır.

**Bor (B):** Çiçeklenme ve tohum gelişimi için gereklidir.

**Çinko (Zn):** Hormon üretimini düzenler (Yang et al., 2022).

Fertigasyon programı oluşturulurken bitkinin büyüme evrelerine göre N/P/K oranları optimize edilmelidir. Örneğin, vegetatif dönemde azot ağırlıklı besin verilmesi önerilirken, çiçeklenme ve meyve olgunlaşma dönemlerinde potasyum miktarı artırılır. Bunun yanı sıra, mikro elementlerin eksikliği yaparak sararması ve büyüme geriliği gibi sorunlara yol açabileceğinden düzenli olarak takip edilmelidir (Nicoletti et al., 2015).

#### **1.7.2.2. Asidik Ortamın Korunması ve pH Dengesi**

Blueberry, düşük pH aralıklarında en iyi performansı gösterdiği için, fertigasyon sistemi bu asidik ortamı koruyacak şekilde planlanmalıdır. pH değeri ideal aralığın dışına çıktığında, asit düzenleyiciler eklenir. Topraksız tarımda pH dengesinin korunması, besinlerin kökler tarafından emilimini artırır ve tuz birikimini önler (Zakaria et al., 2022). Ayrıca, pH sapmalarını önlemek için gübre çözeltisinde tampon maddeler kullanılması da önerilmektedir.

#### **1.7.3. Sezonlara Göre Fertigasyon Programı**

##### **1.7.3.1. Vegetatif Dönem**

Bu dönem, bitkinin kök ve yaprak gelişiminin yoğunlaştığı safhadır. Bu dönemde N ağırlıklı besin çözeltileri uygulanmalıdır, çünkü azot, bitkinin özellikle yeşil aksamının hızlı büyümesini destekleyen en kritik makro besindir. Anyon/kasyon dengesi ve antagonist ilişkiler de dikkatle yönetilerek P ve K makro besin elementlerinin yanı sıra, özellikle Fe ve Zn mikro besin elementleri de önemli rol oynarlar. Sulama sıklığı bu dönemde arttırılmalı, ancak aşırı sulamadan kaçınılmalıdır. Bu dönemde substratın su tutma kapasitesinin optimal seviyede tutulması, kök gelişimini teşvik eder (Zakaria et al., 2022).

### **1.7.3.2. Çiçeklenme Dönemi**

Blueberry bitkisi yaz aylarında çiçeklenme evresine geçer ve bu dönemde K ihtiyacı artar. Potasyum, bitkide hücre yapısını güçlendirir ve çiçeklerin meyveye dönüşümünü destekler. Bu aşamada düzenli sulama ve dengeli besin çözeltisi verilmesi hayati önemdedir. Sulama sıklığı sıcak havalarda artırılmalıdır; ayrıca bitkinin stres yaşamaması için pH ve EC kontrolü sıkça yapılmalıdır (Nicoletti et al., 2015). Anyon/kasyon dengesi ve antagonist ilişkiler de dikkatle yönetilerek N/P/K oranı 1:1:2 olabilirken, bu dönemde B ve Ca'un arttırılması çiçeklenme başarısını arttırabilir.

### **1.7.3.3. Meyve Olgunlaşma ve Hasat Dönemi**

Meyve olgunlaşma döneminde, potasyum ağırlıklı besin çözeltileri uygulanmaya devam edilmelidir. Bu dönem, ayrıca su ihtiyacının en yüksek olduğu safhadır. Ancak fazla su verilmesi meyvelerin kalitesini düşürebileceğinden, dikkatli bir sulama planı uygulanmalıdır. Hasat öncesi dönemde besin çözeltisindeki nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) oranının düşük tutulması, meyve kalitesini artırır (Yang et al., 2022). Anyon/kasyon dengesi ve antagonist ilişkiler de dikkatle yönetilerek N/P/K oranı 1:2:3 olabilirken, bu dönemde Mg ve Ca'un arttırılması meyve kalitesini ve raf ömrünü arttırır.

### **1.7.4. EC ve pH Kontrolü**

#### **1.7.4.1. Besin Çözeltisi Hazırlığında pH Ayarlaması**

Blueberry bitkisi, 4.5-5.5 aralığındaki pH değerlerinde optimal gelişim gösterir. Fertigasyon çözeltilerinde pH'nın bu aralıkta kalması, besin elementlerinin kökler tarafından emilimini artırır. Besin çözeltilerinin hazırlanması sırasında, pH değeri asit düzenleyiciler kullanılarak ayarlanır. Gerektiğinde, asidik ortama uygun gübre formülasyonları da pH kontrolü için kullanılmalıdır.

#### **1.7.4.2. Sezon Boyunca EC Dalgalanmalarının Önlenmesi**

EC seviyesi, bitkinin aldığı toplam çözünmüş besin miktarını gösterir. Blueberry için optimal EC değeri 0.7-1.8 dS/m aralığındadır. Fertigasyon çözeltilerinde sezon boyunca bu aralığın korunması, bitkinin strese girmeden büyümesini sağlar. EC değerinin düzenli olarak ölçülmesi ve besin çözeltisinin konsantrasyonunun buna göre ayarlanması önemlidir. Aşırı yüksek EC seviyeleri, köklerin yanmasına ve bitkinin su kaybetmesine yol açabilir (Zakaria et al., 2022). Ek olarak, EC seviyesinin drenaj sularında anlık takibi de sağlıklı yetiştiricilik için elzem konulardan biridir.

#### **1.7.5. Fertigasyon Yönetimi ve Besin Miktarı**

Blueberry bitkisinin su ihtiyacı, hava sıcaklığına ve kullanılan substratın su tutma kapasitesine bağlı olarak değişir. Örneğin, yüksek su tutma kapasitesine sahip kokopit gibi substratlar kullanıldığında, sulama sıklığı daha seyrek olabilir. Ancak sıcak havalarda veya düşük su tutma kapasitesine sahip substratlar kullanıldığında sulama sıklığı artırılmalıdır. Ancak kokopit'in yüksek pH içeriği göz önüne alındığında Sulama sırasında damla sulama yöntemi veya spagetti yöntemi tercih edilerek suyun doğrudan köklere verilmesi sağlanır.

##### **1.7.5.1. İklim ve Substrata Göre Fertigasyon Planı**

Blueberry bitkisinin su ihtiyacı, iklim koşullarına ve kullanılan substratın fiziksel özelliklerine bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterebilir. Özellikle topraksız kültürde, suyun verimli kullanımı ve bitkiye düzenli olarak uygun miktarda su sağlanması, bitkinin sağlığı ve verimi açısından kritik bir öneme sahiptir. Hava sıcaklığı arttıkça bitkilerin buharlaşma yoluyla su kaybı artar, bu da daha sık ve yoğun sulama gerektirir. Aynı zamanda, kullanılan substratın su tutma kapasitesi de sulama stratejisinin belirlenmesinde temel bir etkidir.

Örneğin, kokopit (cocopeat) gibi su tutma kapasitesi yüksek substratlar kullanıldığında, sulama sıklığı daha seyrek olabilir çünkü bu substrat, bitkinin su ihtiyacını karşılamak için daha uzun süre nemi muhafaza eder. Kokopit gibi substratlar, suyu eşit şekilde dağıtır ve kök bölgesinde oksijen miktarını koruyarak kök çürümesi riskini azaltır. Buna karşın, perlit gibi daha düşük su tutma kapasitesine sahip substratlar kullanıldığında, bitkinin suya erişimi daha sınırlı olur ve daha sık sulama yapılması gerekir. Bu durumda, özellikle sıcak yaz aylarında substratın hızla kuruması, bitkide su stresi yaratabilir. Dolayısıyla, sulama sıklığının substratın su tutma kapasitesi göz önünde bulundurularak ayarlanması gerekir (Nicoletti et al., 2015).

#### **1.7.5.2. Fertigasyon Yönetiminde Kullanılan Teknolojik Yöntemler**

Topraksız kültürlerde, sulama yönetimi teknolojik cihazlar ve ölçüm sistemleri kullanılarak optimize edilebilir. Bu sistemler, bitkinin su ihtiyacını doğru bir şekilde belirlemeye ve suyun etkin kullanımını sağlamaya yardımcı olur. Aşağıda, sera ortamlarında yaygın olarak kullanılan birkaç sulama yönetim yöntemi açıklanmıştır.

##### **1.7.5.2.1. Class A Pan Buharlaştırma Yöntemi**

Class A Pan buharlaştırma yöntemi, sulama yönetiminde yaygın olarak kullanılan basit ama etkili bir yöntemdir. Bu yöntemde, suyun buharlaştırma oranı bir pan (kap) içerisindeki su seviyesindeki azalmalarla ölçülür. Buharlaştırma ile su kaybı arttıkça, bitkilerin buharlaştırma yolu ile kaybettikleri su miktarı da artar. Sulama miktarı, bu buharlaştırma ölçümlerine dayanarak hesaplanır ve bitkiye ihtiyaç duyduğu su sağlanır. Class A Pan yönteminin avantajı, düşük maliyetli olması ve buharlaştırma yoluyla su kaybını doğrudan ölçmesidir. Ancak bu yöntem, sera koşullarındaki mikro iklim farklarını dikkate almadığı için hassasiyet açısından bazı sınırlamalara sahip olabilir.

#### **1.7.5.2.2. İklim İstasyonları ve Evapotranspirasyon (ET) Hesaplamaları**

İklim istasyonları, topraksız tarımda kullanılan gelişmiş sulama yönetim sistemlerinden biridir ve sera içerisindeki sıcaklık, nem, güneş radyasyonu ve rüzgar hızı gibi iklim verilerini toplar. Bu veriler, evapotranspirasyon (ET) hesaplamalarına entegre edilerek, bitkilerin su kaybı doğru bir şekilde belirlenir ve sulama miktarı buna göre ayarlanır. Evapotranspirasyon, hem bitkilerin yapraklarından meydana gelen su kaybını (transpirasyon) hem de substrattan buharlaşan suyu (evaporasyon) dikkate alır. Bu sayede, bitkilerin gerçek zamanlı su ihtiyaçları belirlenerek sulama programı optimize edilir ve su israfı minimize edilir. Ancak, topraksız tarım sistemlerinde toprak kullanılmadığı için bu yöntemin uygulanmasında bazı zorluklar ve sınırlamalar doğabilir.

##### **1.7.5.2.2.1. Topraksız Tarımda İklim İstasyonu ve ET Yönteminin Sınırlamaları**

###### **1.7.5.2.2.1.1. Gerçek Bir Toprağın Bulunmaması**

Evapotranspirasyon yöntemi, geleneksel tarım sistemlerinde toprak tabakası ile doğrudan ilişkilidir. Toprak, buharlaşma yoluyla kaybedilen suyun önemli bir kısmını içerir ve ET hesaplamaları bu buharlaşmayı da hesaba katar. Ancak, topraksız kültürlerde gerçek bir toprak bulunmadığı için, bu hesaplamalar substratın özelliklerine göre ayarlanmalıdır. Toprak yerine kullanılan substratlar (kokopit, perlit, torf, vermikülit vb.), toprakla aynı buharlaşma özelliklerine sahip değildir. Dolayısıyla, iklim istasyonları tarafından toplanan verilerin, substratın su tutma kapasitesine ve buharlaşma oranlarına uygun şekilde yeniden kalibre edilmesi gerekir. Substratlar, genellikle toprak kadar suyu depolamadığı için, evapotranspirasyon hesaplamaları eksik kalabilir ya da gerçek su ihtiyacını doğru şekilde yansıtmayabilir.

#### **1.7.5.2.2.1.2. Substratların Buharlaşıma Özelliklerinin Farklılığı**

Topraksız tarımda kullanılan farklı substratlar, buharlaşma ve su tutma kapasiteleri açısından büyük farklılıklar gösterir. Örneğin, kokopit gibi organik bazlı substratlar, daha fazla su tutarken buharlaşma oranları daha düşüktür. Buna karşın, perlit gibi inorganik substratlar, hızlı su tahliyesi sağlar ve buharlaşma oranları yüksektir. Bu durum, evapotranspirasyon hesaplamalarının substrat türüne göre ayarlanması gerektiğini gösterir. Aksi takdirde, sera içerisindeki iklim verilerine dayalı yapılan ET hesaplamaları, bitkinin su ihtiyacını tam olarak yansıtmayabilir. Örneğin, yüksek buharlaşma oranına sahip bir substrat kullanılıyorsa, ET hesaplamaları su kaybını tam olarak öngöremeyebilir ve bitki yeterince sulanmayabilir.

#### **1.7.5.2.2.1.3. Substrattan Buharlaşıma Miktarının Sınırlılığı**

Toprakla kıyaslandığında, topraksız tarımda kullanılan substratlar, genellikle suyun yüzeyden buharlaşmasını daha az sağlar. Bu durumda, ET hesaplamaları bu farkı tam olarak dikkate alamayabilir. Çünkü evapotranspirasyon hesaplamalarında hem bitki yapraklarından (transpirasyon) hem de topraktan (evaporasyon) kaybedilen su miktarı dikkate alınır. Ancak topraksız tarımda substrat yüzeyinden buharlaşma çok sınırlı olabilir. Dolayısıyla, bu yöntem substratın su kaybını tam anlamıyla hesaba katmadığında, sulama sıklığı ve miktarı doğru şekilde ayarlanamayabilir ve bitki suya gereğinden az erişim sağlayabilir.

#### **1.7.5.2.2.1.4. Kök Bölgesindeki Mikroklimanın Göz Ardı Edilmesi**

Topraksız tarımda kullanılan substratlar, bitki kök bölgesinde özel bir mikroklima yaratır. Bu mikroklima, substratın su tutma kapasitesi, hava geçirgenliği ve köklerin nem dengesine göre değişir. Ancak, iklim istasyonlarından elde edilen veriler genellikle sera ortamının genel iklim koşullarını yansıtır. Substratın kök bölgesindeki mikroklimaları yansıtan verileri tam anlamıyla sunmaması, sulama yönetiminin bitki kök bölgesindeki gerçek ihtiyaçlara uygun olmayabileceği anlamına gelir. Özellikle damla sulama sistemi ile suyun doğrudan köklere verildiği topraksız kültürde, kök bölgesindeki nemin ya da drenaj miktarının anlık olarak izlenmesi daha doğru sonuçlar verebilir.

#### **1.7.5.2.3. Lizimetreler: Bitki Su Tüketimini Hassas Bir Şekilde Ölçen Teknolojik Araçlar**

Lizimetreler, bitki su tüketimini ve kök bölgesindeki su hareketlerini hassas bir şekilde ölçmek amacıyla kullanılan ileri teknolojiye sahip cihazlardır. Topraksız tarım ve modern tarım sistemlerinde su yönetimini optimize etmek için önemli bir rol oynarlar. Lizimetreler, bitkilerin içinde bulunduğu substratın veya toprağın ağırlığını sürekli olarak ölçerek, bu ağırlık değişikliklerine dayalı olarak bitkilerin su alımını ve drenaj miktarını hesaplar. Bu sistem, bitkilerin su tüketimini doğrudan ve doğru bir şekilde ölçmeyi sağlar, bu da sulama planlarının daha hassas yapılmasına ve suyun etkin kullanılmasına olanak tanır.

#### **1.7.5.2.3.1. Lizimetrelerin Avantajları**

**Yüksek Hassasiyet:** Lizimetreler, bitkinin su tüketimini doğrudan ölçtüğü için sulama yönetiminde en doğru sonuçları sağlayan yöntemlerden biridir. Sulama zamanlaması ve su miktarı, bitkinin gerçek ihtiyacına göre belirlenir.

**Drenaj Takibi:** Lizimetreler sadece bitkinin su alımını değil, aynı zamanda drenaj yoluyla kaybedilen suyu da ölçer. Bu, su israfını önlemek için sulama verimliliğini artıran önemli bir özelliktir. Drenaj miktarının kontrol altında tutulması, hem bitki kök bölgesindeki tuz birikimini önler hem de su kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlar.

**Bitki Bazında İzleme:** Lizimetreler, bireysel bitkilerin su tüketimini izleyerek, farklı bitki türlerinin ya da aynı türdeki farklı gelişim aşamalarındaki bitkilerin su ihtiyacına yönelik hassas veriler sağlar. Bu, özellikle yüksek değerli mahsuller için sulama stratejilerinin kişiselleştirilmesine olanak tanır.

**Doğrudan Ölçüm:** Lizimetreler, su tüketimini doğrudan ölçerek tahmine dayalı yöntemlerden (örneğin evapotranspirasyon hesaplamaları gibi) daha doğru ve güvenilir veriler sağlar. Bu nedenle, bitkilerin su ihtiyacına en uygun sulama kararlarını almak için ideal bir yöntemdir.

#### **1.7.5.2.3.2. Lizimetrelerin Dezavantajları**

**Yüksek Maliyet:** Lizimetrelerin en büyük dezavantajlarından biri, kurulum ve bakım maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Yük hücrelerinin kurulumu, altyapı maliyeti ve düzenli kalibrasyon gerekliliği, lizimetrelerin geniş çapta kullanımını sınırlayabilir. Özellikle geniş arazilerde veya büyük ölçekli üretim tesislerinde uygulaması maliyetli olabilir.

#### **1.7.5.2.4. Toprak Nem Sensörleri ile Fertigasyon Yönetimi**

Toprak nem sensörleri, substratın nem içeriğini sürekli olarak ölçerek, bitkinin su ihtiyacına yönelik anlık bilgi sağlayan cihazlardır. Topraksız tarımda bu sensörler, substratın nem seviyesini doğru bir şekilde izleyerek, sulamanın zamanlaması ve miktarını optimize etmek için kullanılır.

##### **1.7.5.2.4.1. Toprak nem sensörlerinin avantajları:**

Gerçek zamanlı veri sağlama: Nem sensörleri, substratın nem içeriğini sürekli izleyerek sulama kararlarını otomatik olarak optimize eder. Bu, bitki köklerinin her zaman ideal nem seviyesinde kalmasını sağlar.

Sulama optimizasyonu: Sensörler, aşırı sulama veya yetersiz sulamayı önleyerek su kullanımını daha verimli hale getirir.

Düşük maliyet ve geniş uygulama alanı: Nem sensörleri, birçok substrat türünde kullanılabilir ve maliyet etkin bir çözümdür.

##### **1.7.5.2.4.2. Toprak nem sensörlerinin sınırlamaları:**

Kalibrasyon gereksinimi: Farklı substrat tiplerinde doğru sonuçlar elde etmek için nem sensörlerinin dikkatlice kalibre edilmesi gerekir. Substratın su tutma kapasitesine göre ayarlanmamış sensörler yanlış sulama kararı verebilir.

Nem dağılımındaki farklılıklar: Substratta homojen olmayan nem dağılımı varsa, sensörlerin yerleştirildiği alanlardaki nem miktarı genel durumu yansıtmayabilir.

#### **1.7.5.2.5. Tansiyometreler ile Fertigasyon Yönetimi**

Tansiyometreler, bitkinin suyu ne kadar kolay çekebildiğini gösteren bir basınç ölçüm cihazıdır. Tansiyometreler, suyun substrat içinde nasıl hareket ettiğini ve köklerin ne kadar zorlandığını ölçerek bitkilerin gerçek su ihtiyacını yansıtır. Bitki kökleri tarafından uygulanan basıncı ölçen tansiyometreler, bitki köklerinin suya ne kadar erişebilir olduğunu belirlemek için kullanılır.

##### **1.7.5.2.5.1. Tansiyometrelerin avantajları:**

Bitki su ihtiyacının doğrudan ölçümü: Tansiyometreler, bitkilerin suyu ne kadar zor çektiğini gösterdiği için su yönetiminde önemli bir araçtır. Substratın su potansiyelini doğrudan ölçer ve sulama kararlarını optimize eder.

Su stresini önler: Bitki köklerinin su stresine girmeden önce uyarılar verir ve böylece sulama zamanlaması daha iyi ayarlanabilir.

##### **1.7.5.2.5.2. Tansiyometrelerin sınırlamaları:**

Sürekli bakım ihtiyacı: Tansiyometreler hassas cihazlar olup, sürekli bakım ve kalibrasyon gerektirir. Özellikle topraksız tarımda kullanılan substratlar için özel olarak ayarlanmalıdır.

Sınırlı kullanım alanı: Tansiyometreler genellikle toprakta daha etkin çalışır, bu yüzden bazı substratlarda istenen doğrulukta sonuç vermeyebilir. Substratın yapısına bağlı olarak tansiyometrenin uygunluğu gözden geçirilmelidir.

#### **1.7.5.2.6. Piranometreler ile Gelen Enerji Yöntemine Göre Fertigasyon Yönetimi**

Piranometreler, güneşten gelen radyasyon miktarını ölçmek için kullanılan cihazlardır. Topraksız tarımda, bitki su ihtiyacının belirlenmesi için güneş enerjisi ölçümlerinden yararlanır. Güneş radyasyonu, bitkilerin buharlaşma ve transpirasyon

süreçlerini doğrudan etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biridir. Piranometreler, bu radyasyonu ölçerek bitkilerin ihtiyaç duyduğu su miktarını hesaplamada kullanılır. Güneş enerjisi ve radyasyon ölçümlerine dayalı sulama yönetimi, bitkilerin yaprak yüzeyinde buharlaşan ve substrat yüzeyinde kaybedilen suyu dikkate alarak sulama zamanlamasını ve miktarını optimize eder. Piranometreler, özellikle sera ortamında enerji girişini izleyerek, sera içindeki bitkilerin su kaybını doğrudan ölçebilir ve bu kayıplara bağlı olarak su ihtiyacını belirleyebilir.

#### **1.7.5.2.6.1. Piranometre Kullanımına Dayalı Sulama Yönetimi**

Piranometreler, bitkilerin aldığı güneş radyasyonu miktarını izleyerek su kaybını ve su ihtiyacını belirlemek için evapotranspirasyon hesaplamalarında kullanılır. Bu yöntemle, güneş radyasyonu arttıkça bitkiler daha fazla su kaybeder ve buna bağlı olarak sulama miktarı artırılır. Daha az güneş radyasyonu alındığında ise su ihtiyacı azalır ve sulama sıklığı düşürülür.

#### **1.7.5.2.6.2. Piranometre Yönteminin Olumlu Yönleri**

Gerçek zamanlı veri sağlama: Piranometreler, bitkilerin anlık güneş enerjisi alımını izleyerek gün içindeki sulama gereksinimlerini hızlı bir şekilde belirler. Bu, sulama yönetiminde daha dinamik bir yaklaşım sağlar.

Enerji ve su kaybı arasındaki doğrudan ilişki: Bitkiler, aldıkları enerji miktarına göre su kaybederler. Piranometreler, bu enerji ile su kaybını doğrudan ilişkilendirerek daha hassas sulama yönetimi sağlar.

Düşük maliyetli ve yaygın kullanıma uygun: Piranometreler, diğer sensör sistemlerine göre daha düşük maliyetlidir ve kurulumları basittir. Bu, geniş alanlarda kullanımını kolaylaştırır.

### **1.7.5.2.6.3. Piranometre Yönteminin Olumsuz Yönleri**

Substrat özelliklerini dikkate almama: Piranometreler, sadece güneş enerjisini ölçerek su kaybını hesaplar, ancak kullanılan substratın su tutma kapasitesini, nem dağılımını ya da buharlaşma oranlarını dikkate almaz. Farklı substratlar (kokopit, perlit vb.) suyu farklı şekillerde tutar ve bu özellikler sulama miktarını doğrudan etkiler. Bu nedenle, piranometre verileri yalnızca genel bir rehber olabilir; substratın özellikleri ve bitki türü göz önünde bulundurulmadığında hatalı sulama kararları alınabilir. Bu nedenle drenaj miktarını ya da tansiyometre değerlerini de dikkate alarak fertigasyon programlarını dönem dönem özelleştirmek gerekebilir.

Bitki bazında farklılıkları dikkate almama: Piranometreler, sera ortamındaki genel güneş enerjisi miktarını ölçer; ancak bitki bazında bireysel su ihtiyacını dikkate almaz. Farklı büyüme evrelerindeki ya da farklı türdeki bitkiler, aynı güneş enerjisi miktarında farklı su ihtiyaçlarına sahip olabilir. Bu yöntem, bireysel bitki ihtiyaçlarını karşılamak için yeterince hassas değildir.

Kapalı ve gölgeli ortamlar için sınırlı fayda: Piranometreler, doğrudan güneş radyasyonuna bağlı olarak çalıştığı için sera ortamında gölge alanlar, ışığın eşit dağılmadığı alanlar veya kapalı sistemlerde kullanımı sınırlı olabilir. Bu tür ortamlarda, piranometre verileri bitkilerin gerçek su ihtiyacını yansıtmayabilir.

## **2. Sonuç ve Öneriler**

Blueberry yetiştiriciliğinde topraksız tarım yöntemleri, özellikle hassas pH gereksinimleri ve lifli kök yapısına uygunluğu ile büyük avantajlar sunmaktadır. Substrat temelli üretim sistemleri, bitkilerin kök bölgesinde su ve besin dengesini optimize ederek yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmesini sağlar. Kokopit, perlit ve beyaz torf gibi substratların kullanımı, kök havalanmasını desteklerken, bitkilerin ihtiyaç duyduğu düşük pH değerlerini muhafaza eder. Bu avantajlar, topraksız tarımı blueberry için ideal bir yöntem haline getirmiştir.

Fertigasyon sistemleri, topraksız tarımda bitki besin yönetiminin temel taşıdır. Mevsimlere ve bitki gelişim evrelerine göre düzenlenen fertigasyon programları, bitkilerin gereksinim duyduğu azot, fosfor, potasyum ve mikro elementlerin hassas bir şekilde verilmesini mümkün kılar. Özellikle vegetatif dönemde azot ağırlıklı bir besleme rejimi, çiçeklenme ve meyve olgunlaşma döneminde ise potasyum ağırlıklı bir program önerilmektedir. Drenaj oranlarının düzenli izlenmesi, substratta tuz birikimini önleyerek bitki sağlığını koruma açısından önemlidir. Ayrıca, pH ve EC parametrelerinin sıkı kontrolü, bitkilerin besin maddelerine optimal şekilde erişimini sağlar.

Teknolojik araçların sulama ve besin yönetiminde etkin kullanımı, topraksız tarım sistemlerinin başarısını artırmaktadır. İklim istasyonları, toprak nem sensörleri, tansiyometreler ve piranometreler gibi cihazlar, sulama miktarını ve zamanlamasını optimize ederken suyun verimli kullanılmasını sağlar. Ancak, her bir teknolojik yöntemin belirli avantajları ve sınırlamaları bulunmaktadır. Örneğin, iklim istasyonları çevresel faktörlere dayalı genel bir su kaybı tahmini sunarken, toprak nem sensörleri ve lizimetreler bitki bazında daha hassas veriler sağlayabilir. Lizimetreler, bitkilerin su tüketimini doğrudan ölçerek sulama programlarını en doğru şekilde belirlemeye yardımcı olur, ancak

maliyet ve kurulum zorlukları nedeniyle geniş alanlarda kullanımını sınırlıdır.

Topraksız tarım ve fertigasyon sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanması için, üreticilerin bu teknolojiler ve yöntemler konusunda bilinçlendirilmesi önemlidir. Eğitim programları ve destekleyici politikalar, özellikle küçük ölçekli üreticilerin bu yöntemleri benimsemesini kolaylaştırabilir. Bunun yanı sıra, sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesi, hem çevresel etkilerin azaltılmasına hem de ürün kalitesinin artırılmasına katkıda bulunacaktır.

Sonuç olarak, topraksız tarım ve fertigasyon yöntemleri, modern blueberry yetiştiriciliğinde verimliliği artırmak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için vazgeçilmez bir yaklaşımdır. Teknolojik yeniliklerin entegrasyonu ve tarımsal bilgi birikiminin yaygınlaştırılması, bu sistemlerin başarıyla uygulanmasını destekleyecektir. Gelecekteki araştırmalar ve uygulamalar, bu yöntemlerin daha geniş bir ölçekte benimsenmesi için rehberlik sağlayabilir.

## **KAYNAKÇA**

- Barkaoui, S., Madureira, J., Boudhrioua, N. (2023). Berries: effects on health, preservation methods, and uses in functional foods: a review. *European Food Research and Technology*.
- Ma, L., Sun, Z., Zeng, Y., Luo, M., Yang, J. (2018). Molecular mechanism and health role of functional ingredients in blueberry for chronic disease in human beings. *International Journal of Molecular Sciences*.
- Nicoletti, A. M., Gularte, M. A., Elias, M. C. (2015). Blueberry bioactive properties and their benefits for health: A review. *International Journal of Science and Technology*.
- Yang, W., Guo, Y., Liu, M., Chen, X., Xiao, X., Wang, S. (2022). Structure and function of blueberry anthocyanins: A review of recent advances. *Journal of Functional Foods*.
- Zakaria, R., Vit, P., Wijaya, A., Ahmad, A. H. (2022). Evolution of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) research: 2012–2021. *Journal of Berry Research*.

## **FERTIGATION TECHNIQUE IN IRRIGATION AND FERTILIZATION**

**Uğur KEKEÇ<sup>1</sup>**

### **1. INTRODUCTION**

As the world population increases rapidly, problems related to water scarcity in drinking water supply, energy, food and industrial production arise, and it is known that world economies have begun to suffer greatly due to these problems (Shannon et al., 2008). Water is the most important element needed to meet the world's increasing food demand and increase the productivity of agricultural areas. Humanity has entered into new searches in order to meet the increasing demand for food and to use existing water resources in the most effective way and without disturbing the ecology of nature. While the use of conventional methods in agricultural production causes the deterioration of soil properties in areas where intensive agriculture is practiced, it causes pollution of the water resources associated with it and a decrease in water resources through excessive water use. The fact that water, which has the most important place among natural resources, and especially the amount of usable water, tends to decrease, increases people's need for water. It has become necessary to use and develop new techniques regarding this issue. In this context, the first experiments that led to the development of drip irrigation started in the late 19th century, but no real progress was made until the late 1950s and early 1960s (Keller and Bliesner, 1990). Water scarcity is further exacerbated by the effects of climate change, resulting in unpredictable rainfall insufficiency and frequent droughts (Whetton et al., 1993; Hughes, 2003). Drip irrigation began to become widespread rapidly only in the years after the discovery of cheap plastic pipes (1970).

<sup>1</sup> Öğr.gör.Dr. Uğur Kekeç

Çukurova Üniversitesi, Yumurtalık Meslek Yüksek Okulu,

Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

ukekec@cu.edu.tr.

Orcid No:0000-0003-1321-9135

With these systems, approximately 66,000 hectares of land were irrigated in the world in 1974, 2.98 million hectares in 1996 (Magen and Imas, 2003) and 6 million hectares in 2006 (Sne, 2006). Nowadays, there is water scarcity in many countries of the world and regular water use with drip irrigation technique is becoming widespread in agricultural areas.

Increasing population in the world, increasing people's living standards day by day, necessitated more products from the agricultural lands owned and the quality of these products increasing day by day. These obligations will primarily be achieved by ensuring that the productivity of our lands is kept at high levels and the sustainability of their quality. Irrigation and fertilization practices are among the most notable issues in agricultural production. By keeping the water-fertilizer relationship at the highest level, it is aimed to maximize the efficiency expected from the plant. Fertigation applications have increased significantly in the last quarter of a century, especially with drip irrigation systems. Fertigation is now seen as the method that will achieve this desired goal in agricultural production.

Fertigation is a combination of the words fertilization and irrigation and is used to express fertilization combined with irrigation. With the beginning of irrigation several thousand years ago, people were applying animal manure along with irrigation water. Chinese Emperor Huan B.C. Around 3000 BC, he removed the animal feces around the palace with the waters of the Yellow River and directed them to agricultural lands. With the increase in plant development after this application, the importance of fertilizer and water began to be understood in this period. The technical transition from the classical practice that lasted throughout the ages to the application of fertilizer with irrigation water corresponds to the use of modern irrigation (sprinkler and drip irrigation) systems in agriculture after the 1960s.

Some researchers have defined and explained fertigation in various ways. Fertigation is the technique of applying soluble fertilizers with irrigation water. Although fertigation can actually be applied with all irrigation methods, it would be appropriate to perceive it as fertilization with drip irrigation since it is applied with the drip irrigation method (Güneş et al., 2004). Fertigation is the application of nutrients in liquid and solid form to the soil and the root area of the plant during the delivery of irrigation water through irrigation systems. According to Çetin (2008), Sönmez et al. (2008), fertigation; They defined it as a technique of administering soluble nutrients by mixing them with irrigation water. It is possible to define fertigation as a technique of meeting plant water and nutrient needs by mixing plant nutrients into irrigation water with drip irrigation systems (Boman and Obreza 2008).

The basis of fertigation is the mixing of concentrated nutrient solutions (stock solution) prepared to meet the nutrient requirements of plants throughout a vegetation period, with irrigation water in certain proportions to ensure an appropriate concentration through various equipment (venturi, by-pass, etc.). Fertigation allows plant nutrients to be applied precisely and homogeneously to the wet area where active roots are concentrated. Therefore, it is possible to effectively provide the nutrients required by plants in sufficient quantities and concentrations throughout the plant development period through fertigation. In this context, it is of great importance to know technical issues such as the properties of the fertilizers to be used in the preparation of stock solutions, their selection, miscibility, the amount of fertilizer to be applied in one irrigation, the concentration of nutrients in the irrigation water, and solving the problem of clogging of drippers after fertilization in fertilization with drip irrigation system.

The reason why the drip irrigation system has become widespread is undoubtedly the benefits it provides. These; It increases productivity, quality and water use efficiency, facilitates the use of fertilizers and other chemicals, reduces salt damage, energy and labor costs, weed problems and facilitates cultural maintenance works. It has been demonstrated by many studies that the efficiency of fertilizer in fertigation is higher than other classical fertilization methods (Malik et al., 1994; Gaskell, 2004). On the other hand, there are limitations such as clogging in drippers, salt accumulation around the plant root area, and economic-technical limitations (Bozkurt, 2003). The increase in salt concentration in the plant root zone with fertigation practices is one of the most serious criticisms of the method. Reducing the risk of salinity, efficient water use and protecting soil quality are among the primary goals in fertigation practices. With fertigation, recommendations are developed for the most appropriate formulation of nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), essential nutrients and microelements, according to soil type, physiological stage of plants, climate and other factors. Planning the irrigation system and providing plant nutrients according to the plant physiological development period, taking into account soil and climate characteristics, results in high plant yield and fruit quality with minimal pollution (Imas, 1999). In this application, since fertilizers are applied when needed and in small amounts, losses of water-soluble nutrients occur at lower levels even under excessive rainfall and excessive irrigation conditions.

**Four main factors should be considered when choosing fertilizer for fertigation;**

- 1- Plant variety and growth period
- 2- Soil conditions
- 3- Water quality
- 4- Availability, usefulness and price of fertilizer

Fertigation fertilizer type must be of high quality, high solubility and purity, low salt index and a suitable pH.

In Turkey, fertigation, which was initially used in greenhouse cultivation in the Mediterranean and Aegean regions, has now found widespread use in field agriculture, especially in vineyards, gardens and ornamental plants, in other regions.

Drip irrigation method was first used in Turkey in the 1970s. The first studies were started in Adana and Tarsus at almost the same time (Kamber et al., 1986; Tekinel et al., 1989). The drip irrigation method is mostly used to irrigate vegetables in greenhouses and cash crops such as strawberries and citrus fruits in field conditions. Later, many studies on the subject were carried out, especially in the Mediterranean Region, and are still being carried out. Considering the current situation in Turkey, developing fertigation techniques and preparing effective fertigation programs will provide great benefits for the development of agriculture.

**1.1 Advantages and Disadvantages of Fertigation**

**1.1.1 Advantages of Fertigation**

The efficiency of use of water and chemicals by plants is important both economically and environmentally. Excessive irrigation and chemical applications cause contamination of groundwater along with deep seepage. It has been demonstrated that the fertigation technique is a more effective and practical

way for good fertilization, especially in plants irrigated with drip irrigation. In order to obtain the highest efficiency from chemical fertilizers and unit irrigation water, it is essential to apply plant nutrients that plants can easily absorb, close to the plant roots. It is possible to apply fertilizers in fertigation with all irrigation systems. However, the application of fertigation has developed and increased very rapidly in the last quarter century, especially with micro irrigation (drip, mini sprinkler, micro-jet, etc.) systems. For this reason, the application of chemicals via irrigation systems has become common in modern irrigated agriculture. Accordingly, in recent years, practical applications and research on fertigation-chemigation have increased rapidly (Papadopoulos, 2007).

Although the first commercial fertigation practices began in the mid-20th century, it is understood that water-soluble nutrients were previously used for agricultural purposes together with irrigation water. B.C. It is known that city wastewater was applied to trees in 400 BC (Young and Hargett, 1984).

Fertigation is applied in almost all irrigated areas in Israel. Because applying irrigation water and fertilizer together not only provides higher yields and better quality products, but also increases the efficiency of fertilizer use (Imas, 1999).

It has been reported that fertilizer use efficiency is 20-50% higher with fertigation compared to traditional fertilization (Gaskell, 2004). For example, it has been stated that nitrogen (N) application in fertigation can save an average of 135 kg N/ha without a significant decrease in yield compared to the traditional practice (sprinkling it on the soil) (Schepers et al., 1995). Gonzalez-Meza et al. (1998) conducted a study on corn using traditional and fertigation methods to apply fertilizer, and determined that corn yield was 31% higher in fertigation applications. In a study conducted on grapefruit with potassium nitra-

te, fertigation application increased the yield by 11% compared to fertilizer application by sprinkling it on the soil (Boman, 1995). Treder (2006) conducted a multi-year study to investigate the effects of conventional fertilizer applications and fertigation using only nitrogenous and complete nutrients on apple trees. In general, the development and productivity of apple trees have increased with fertigation practices. Initially, the development in nitrogen-only applications was realized in fertigation applications where fertilizers containing other complete nutrients were used. Darwin et al. (2002) in their research on drip irrigation of potatoes, they achieved higher water and nutrient usage efficiency with fertigation compared to the traditional fertilization method.

Nimura et al. (2001) on cut rose cultivation, Mohammed and Thorburn et al. (2003) on sugarcane, Mohammad (2004) on pumpkin, Aujla et al. (2005) stated in their research on cotton that applying nitrogen by fertigation provided a significant increase in yield compared to its traditional application from the soil. Hebbar et al. (2004) found that in addition to obtaining higher yields with fertigation in field tomatoes, there was a decrease in nitrate leaching, increases in plant root development and nitrogen, phosphorus and potassium uptake of plants.

Silber et al. (2003) studied the effects of high fertigation frequency on lettuce and reported that high fertigation frequency significantly promoted yield increase at low nutrient concentration levels and that the increase in yield was mainly associated with increased nutrient uptake, especially P(phosphorus).

Compared to traditional application, there is less fertilization labor in fertigation applications. Therefore, there is a decrease in operating expenses. In addition, fertilizer use efficiency increases by applying fertilizers at the time and amount needed

by the plant. The advantages of fertigation can be listed as follows.

- Fertigation technique allows full and equal application of nutrients to the moist root mass where active roots are dense,
- It allows adjustment of the concentrations and amounts of nutrients applied to meet the actual nutritional needs of the plant throughout the growing season,
- Provides energy and labor savings,
- Fertigation provides flexibility in fertilizer application times compared to traditional processes,
- Fertigation ensures the appropriate use of ready-mixed nutrient solutions and compounds and the more accurate application of low-concentration micronutrients to the soil.
- Fertilizers are given to the root area of the plant along with water. Fertilizer is not given to areas where there is no root development. Thus, fertilizer savings are achieved.
- Losses from the soil profile in the form of nitrate and from the soil surface in the form of ammonia are minimal,
- Since the upper parts of the plants are not wetted during fertigation, it becomes easier to fight against diseases.
- In addition to fertilization application in fertigation, it is also possible to apply appropriate agricultural pesticides and other chemicals. Sönmez et al. (2008)

Meeting the changes in the plant's needs according to plant age, developmental stage and weather conditions is possible by regulating water application frequency and fertilizer doses in nutrient application by fertigation (Treder, 2006).

In addition to these advantages, fertigation is suitable for automation and can be applied in all irrigation systems. By applying less fertilizer and water through fertigation, both production costs and groundwater pollution can be reduced. Besides these advantages, fertigation also has disadvantages.

### **1.1.2. Disadvantages of Fertigation**

- 1- Fertigation requires additional tools and equipment to irrigation systems, and these are expensive, resulting in high initial investment costs.
- 2- Necessity of application equipment and fertilizer tanks in fertilization, in some cases the necessity of ensuring the desired concentration depending on the injection systems used,
- 3- Preventing the recycling of chemicals into irrigation water and clogging of drippers in inappropriate operating systems.
- 4- In addition, users must have a high level of knowledge and experience.

## **1.2 Fertigation Techniques**

In fertigation, fertilizer solutions are prepped beforehand in storage tanks, and then this solution is introduced into the irrigation water. The selection of fertigation depends on the crop cultivated, the type of soil, and the management practices of the farm. There are primarily two categories of fertigation.

### **1.2.1. Quantitati ve Fertigation**

It involves the delivery of plant nutrients in specific concentrations to the irrigation system. e. g. 20 lt to block A, 40 lt to block. This technique is typically utilized in soil. The fertilizer is dispensed in a pulse following a specific water sheet without fertilizer employing a fertilizer tank. Benefits of this approach include low cost and minimal maintenance needed. However,

there are also some limitations, such as the system being influenced by fluctuations in water pressure and the concentration of the fertilizer differing throughout its application.

### **1.2.2. Fertigation İn Proportion**

In order for the irrigation water to absorb a fixed concentration of the applied fertilizer, nutrients are applied in a constant and proportionate ratio to the water discharge rate. For instance, 1000 liters of irrigation water are combined with one liter of fertilizer solution. In this instance, fertilizer pumps are used to directly inject the fertilizers. This technique is primarily applied to sandy soils and soils with less media. This method's precise control over quantity and injection moment is an advantage; its drawbacks include high cost, complicated operation, and maintenance.

### **1.3. Irrigation And Fertigation Interval**

Giving insufficient irrigation water to the plants causes the plant to go into water stress and lose productivity, while giving too much water is harmful to the plant. Therefore, it is extremely important to perform irrigation on time and determine the amount of water to be applied correctly. Since water and fertilizer are given together with the fertigation technique, meeting the plant's water needs on time and adequately becomes even more important. While climate has a primary impact on the water needs of plants, the plant type and the development stage of the plant are also effective. In addition to all these factors, the water application method also affects the amount of water to be applied to the field. To determine the amount of water to be applied to plants, either soil moisture must be measured or plant water consumption must be estimated.

The plant type and development stage, the characteristics of the soil where it is grown and the climatic conditions are effective on the irrigation interval of the plants. While more frequent irrigation is required in dry and hot climates, the irrigation interval is extended in humid and cool periods. While the irrigation interval is shortened in periods such as the middle period when the plant is fully developed and the water need is high, in the period close to harvest, when germination-emergence, development period and fruit maturation are completed to a significant extent, plant water consumption is lower and therefore the irrigation interval can be longer. Due to the different water retention properties of soils, the timing of irrigation for each soil is different. While sandy soils need to be irrigated in a shorter period of time since their water retention capacity is low, medium and heavy textured soils with high water retention capacity require more intermittent irrigation.

Fertigation interval or frequency is equal to irrigation interval. In plants irrigated with drip irrigation method, the humidity in the root zone is kept at a high level to prevent the plant from experiencing stress caused by water. As a general practice, irrigation is done before 30% of the total moisture available in the soil is consumed. Therefore, the irrigation interval varies depending on the amount of available moisture in the soil, plant type, plant development period and weather conditions. However, irrigation can be done at more frequent intervals than this determined irrigation interval.

In a 2-year study conducted in Cairo to investigate the effect of the frequency of fertigation made with subsurface drip irrigation system on tomato yield in sandy soils, 20 kg and 30 kg of nitrogen per decare were applied with irrigation at 1, 3, 7 and 14 day intervals (Badr and El-Yazied, 2007). While the yield of 6775 kg, 6513 kg, 6329 kg and 5432 kg of tomatoes per decare was obtained for irrigation and fertigation intervals of 1, 3, 7 and

14 days, the amount of nitrogen remaining in 1 kg of soil after harvest at a depth of 50-70 cm in the soil was 15 mg, 17 mg, 17 mg, respectively. mg, 21 mg and 80 mg. According to the results of this research, as the frequency of fertigation in sandy soils increased, both the yield increased and the amount of residual nitrogen that caused environmental pollution decreased.

#### **1.4. Essentials Needed For Fertigation**

The following fundamental conditions must be met in order to incorporate fertilizers into the irrigation system:

##### **1.4.1. Equipment For Injecting Fertilizer**

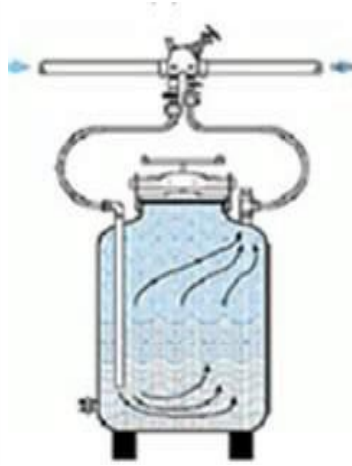
Just as crucial as choosing the right nutrients is choosing the right injection equipment. The internal pressure must be less than the pressure of the injected fertilizer solution. There should be a filter to keep any solid fertilizer solution particles from getting to the dripper and fouling it. To stop the chemical from returning to the water source, a back-flow stopping valve is also required. The most crucial component of the fertigation equipment are the fertilizer injectors. The following are the three types of injectors:

##### **1.4.1.1. Pressure Differential (By-Pass Tank)**

The idea behind this system is that valves and pressure regulation produce a pressure differential. The water is forced by the pressure differential to enter a pressure tank containing fertilizer through a bypass pipe and exit again, carrying different amounts of dissolved fertilizer. Because fertilizer delivery is quantitative and imprecise, it is tailored for perennial crops such as fruit trees and citrus.



(a) Fertilizer tank picture

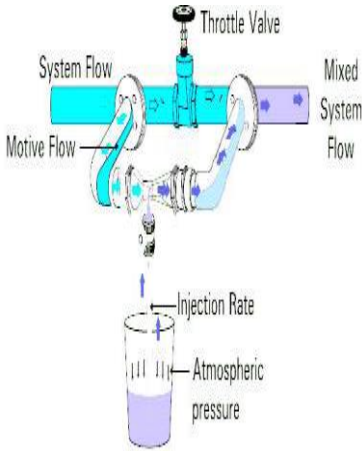


(b) Working of fertilizer tank

While the ejection pump has advantages such as Easy to use; no pre-mixing of the stock solution is required, Low maintenance requirements and ease of installation, Fertilizer changes are simple, Perfect for formulas that are dry, Neither fuel nor electricity are required., it also has disadvantages such as ;Tank must be able to withstand irrigation line pressure, Concentration of solution decreases as fertilizer dissolves, Accuracy of application is limited, Pressure loss in main irrigation line, Proportional fertigation is not possible, Limited capacity, Not adapted for automation.

### **1.4.1.2. Vacuum Injection (Venturi)**

Vacuum injection (Venturi) This method relies on the venturi tube principle. A pressure differential between the injector's inlet and outlet creates a lower pressure (vacuum) that draws the fertilizer solution into the pipeline.



(a) Working of venturi



(b) Venturi picture

While the venturi has advantages such as; Extremely easy to use with no mechanical components, Simple to set up and maintain. Injection is manageable with a metering valve, Appropriate for both proportional and specific fertigation. it also has disadvantages such as; Loss of pressure in the primary irrigation line, Challenging to implement quantitative fertigation, Complicated automation setup, Highly sensitive to fluctuations in pressure.

### **1.4.1. 3. Pump Injection**

Pumps are utilized to transfer the fertilizer solution from a storage tank into the distribution line. The energy for injection is supplied by either electric motors or hydraulic motors. Benefits; Highly precise for proportional fertigation , No pressure reduction in the line , Easily modified for automation Drawbacks; Costly , Complex design, incorporating several moving components, making wear and failure more probable.



Pump injection

### **1.4.2 Fertilizers**

Fertilizers represent the second essential component for fertigation. When choosing fertilizers for fertigation, two key factors should be taken into account: 1. The solubility of the fertilizers in the local water supply, as irrigation water may contain various chemical elements that could interact negatively with dissolved fertilizers, and 2. The acidity level of the fertilizer solution, concerning its corrosive potential on the components of the irrigation system. Fertigation primarily utilizes nitrogen and potassium-based fertilizers. Certain formulations of phosphorus and micronutrients may also be employed if they are compatible with the irrigation water (the pH should be kept below 6.5). Additionally, due to issues with precipitation, it is crucial to avoid mixing phosphorus fertilizers with calcium nitrate and iron.

## **2. CONCLUSION**

Fertigation serves as an effective method for delivering nutrients to field crops. It offers numerous advantages to users, such as increased productivity and improved quality of crops, efficient use of resources, environmental protection, operational flexibility, effective weed control, and successful crop growth in areas with uneven terrain. It is regarded as environmentally friendly since it minimizes nutrient leaching, particularly N-NO<sub>3</sub>. Different fertigation techniques can be applied in various contexts. Fertigation equipment comes in a variety of types that can be chosen based on the irrigation systems and crop type. Fertigation works best with liquid fertilizers or fertilizers that dissolve in water. Before combining two or more fertilizers, consult the compatibility chart. The fertigation system is more expensive to set up initially, but over time, it is more cost-effective than traditional fertilization techniques because it lowers cultivation costs by using less fertilizer and boosts farm income through increased output. In order to meet the nutritional needs of the ever-increasing population, land and water resources must be used in more efficient and high-quality production. Increasing demand for water resources from non-agricultural sectors, global warming, and environmental pollution caused by water containing chemicals originating from agricultural areas increase the need for more accurate and effective use of water resources.

Therefore, irrigation should be programmed very well. Irrigation scheduling, which requires a very advanced level of knowledge, becomes more difficult as a result of the fertigation technique and the application of fertilizers with water. In order for farmers to overcome these difficulties, they should support and strengthen the Irrigation Unions and Cooperatives in their regions and ensure that they produce better services by inspecting their activities. It is extremely important to employ Agricultural Engineers who are well-trained in irrigation, who unders-

tand soil and fertilizer, and who are knowledgeable about plant cultivation, in these institutions in terms of receiving technical assistance in overcoming problems.

## REFERENCES

- Aujla, M.S., Thind, H.S., Buttar, G.S., 2005. Cotton yield and water use efficiency various levels of water and N trough drip irrigation under two methods of planting. *Agricultural Water Management*, 71, 167-179.
- Badr, M.A., Abou El-Yazied, A.A., 2007. Effect of Fertigation Frequency from Subsurface Drip Irrigation on Tomato Yield Grown on Sandy Soil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1 (3): 279-285.
- Boman, B.J., 1995. Effects of fertigation and potash source on grapefruit size and yield. In: *Dahlia Greinder International Symposium on Fertigation*, Technion, Haifa.
- Boman, B., Obreza, T., 2008. Fertigation Nutrient Sources and application Considerations for Citrus. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/CH/CH18500.pdf> .
- Bozkurt, S., 2003. Fertigasyon Uygulamalarının İçten Geçik (In-Line) Damlatıcılarda Tıkanmaya Etkileri. *Doktora Tezi*. Adana, 240 s.
- Çetin, Ö., Uygan, D., Boyacı, H., 2008. The effect of drip irrigation scheduling improvment by using percent canopy cover and crop development stage. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 59, Number 12, 1113-1120.
- Darwis, T., Therese, A, El-Katip M., Hajhasan, S., 2002. Impact of irrigation and fertilization on NO<sub>3</sub> leaching and soil-ground water contamination in Lebanon. 17 th. WCSS, 14-21 August 2002, Thailand.
- Gaskell, M., 2004. Acid Injection in Irrigation Water Improving pH Adjustment for Blueberries. <http://www.sbceo.k12.ca.us/uccesb1/sf1002.htm>

- Gonzalez- Meza, A., Ramirez-Jaramillo, G., Perez- Miranda, L.A., Hernandez-Leos, B.A., 1998. Fertigation to increase corn yield The Henequez Zone in Yucatan, Mexico. Proceeding of the Irrigation Association's 19 th Annual, November 1-3, 1998 San Diego, California, USA, 237-243 .
- Güneş, A., Alparslan, M., İnal, A., 2004. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayın No: 1514, Ders Kitabı: 467, Ankara Sönmez, S., Çıtak, S., Sönmez, İ., 2008. Fertigasyon <http://www.akdeniz.edu.tr/ziraat/tr/ekaynak/ts013.pdf> .
- Hebbar, S.S., Ramachandrappa, B.K., Nanjappa, H.V., Prabha- kar, M., 2004. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersic esculentum* Mill.) Europ. J. Agronomy, 21, 117-127.
- Hughes, L., 2003. Climate Change and Australia: Trends, Projections and Impacts, Blackwell Publishing Ltd., pp. 423–443.
- Imas P, 1999. Recent Techniques in Fertigation of Horticultural Crops in Israel. Workshop on Recent Trends in Nutrition Management İn Horticultural Crops, 11-12 February, Dapoli, Maharashtra, India.
- Kanber, R., Eylen, M., ve Tok, A., 1986. Çukurova Koşullarında Karık ve Damla Yöntemleri ile Sulanan Çileğin Verim ve Su Tüketimi. Köy Hizmetleri Araş. Enst. Genel Yayın No: 135. Rapor Seri No: 77. Tarsus, 39 S.
- Keller, J., and Bliesner, R.D., 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. Van Nostrand Reinhold. New York.

- Magen, H., and Imas, P., 2003. Fertigation – The Global View. 4th Fertigation Training Course, NWSUAF, September 2003. International Potash Institute, Basel, Switzerland.
- Malik, R.S., Kumar, K., and Bhandari, A.R., 1994. Effect of Urea Application Through Drip Irrigation System on Nitrate Distribution in Loamy Sand Soils and Pea Yield. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 42 (1), 6-10. 508-509.
- Mohammed, M.J., 2004. Squash yield, nutrient content and soil fertility parameters in response to methods of fertilizer application and rates of nitrogen fertigation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 68 (2) 99-108.
- Nimura, M., Yoshimi, H., Kondou, M., 2001. The Influence of porous ceramic particle size and fertigation quantity on the yield and quality of roses grown in soilless culture. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 70 (5), 650-655 .
- Papadopoulos, I., 2007. Fertigation- chemigation in protected agriculture. *Cahiers Options Mediterraneennes*, Vol.31, 275-291.
- Schepers, J.S., Varvel, G.E., Watts, D.G., 1995. Nitrogen and water management strategies to reduce nitrate leaching under irrigated maize. *Journal of Contaminat Hydrology*, Vol.20, Issues 3-4, 227-239.
- Shannon, M.A., Bohn, P.W., Elimelech, M., Georgiadis, J.G., Marinas, B.J., and Mayes, A.M., 2008. Science and Technology for Water Purification in the Coming Decades, *Nature* 452 (7185) 301–310.

- Silber, A., Bruner., M., Kenig, E., Reshef, G., Zohar, H., Posalski, I., Yehezkel, Shmuel, Cohen, S., Dinar, M., Matan, E., Dinkin, I., Cohen, Y., Karmi, L., Aloni, B., As-soulin, S., 2004. High fertigation frequency and phosphorus level: effects of on summer- grown bell pepper growth and blossom and root incidence. *Plant and Soil*: 1-12.
- Sne, M., 2006. *Micro Irrigation in Arid and Semi-arid Regions. Guidelines for Planning and Design*. Ed. by S.A. Kulkarni. ICID-CIID. International Commission on Irrigation and Drainage. New Delhi, India.
- Sönmez, S., Çıtak, S., Sönmez, İ., 2008. Fertigasyon <http://www.akdeniz.edu.tr/ziraat/tr/ekaynak/ts013.pdf> .
- Tekinel, O., Kanber, R., Önder, S., Baytorun, R., and Baştuğ, R., 1989. The Effects of Trickle and Conventional Irrigation Mettoddss on Some Crops Yield and water Use Efficiency under Çukuroca Conditions. "Irrigation Theory and Practice, Edt. Rydzewski, J.B. and Ward, C.F." University of Southampton, UK. S. 641-651.
- Thorburn, P.J., Dart, I.K., Biggs, I.M., Baillie, C.P., Smith, M.A., Keating, B.A., 2003. The fate of nitrogen applied to sugarcane by trickle irrigation, micro-irrigation: advances in system design and management. *Irrigation Science*, Vol. 22, Num. 3-4, 201-209.
- Treder, W., 2006. Influence of fertigation with nitrogen and a complete fertilizer on growth and yielding of Gala apple trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Rese-rach*, Vol. 14, p 143- 154.

- Whetton, P.H., Fowler, A.M., Haylock, M.R., and Pittock, A.B., 1993. Implications of Climate Change due to the Enhanced Greenhouse Effect on Floods and Droughts in Australia, *Clim. Change* 25 (3) 289–317.
- Young, R.D., Hargett, N.L., 1984. History, growth and status: In: *Fluid Fertilizer Solutions* J.M.Potts (eds), Tennessee Valley Authority (TVA), Bull. Y-185

**TARIMSAL YAPILAR VE SULAMADA İLERİ**  
**ARAŞTIRMALAR**

**yaz**  
yayınları

YAZ Yayınları  
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3  
İscehisar / AFYONKARAHİSAR  
Tel : (0 531) 880 92 99  
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com