

Fertigasyon Sistemli Otomatik Tamburlu Sulama Makinalarının İş Kalitesini Etkileyen Fonksiyonel Özelliklerin Belirlenmesi

Determination of Functional Features Affecting Working Quality of Hose Reel Irrigation Machines Equipped with Fertigation System

Turgay Polat^{1,*} , Ahmet Çolak² 

¹ Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü, Ankara, Türkiye.

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): T. Polat, e-mail (e-posta): turgayplt71@gmail.com

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 03.08.2022
Düzeltilme tarihi : 02.01.2023
Kabul tarihi : 01.03.2023

Anahtar Kelimeler:

Fertigasyon
Otomatik Tamburlu Sulama Makinası
Fonksiyonel Özellikler

Atf için:

Polat, T. & Çolak, A., (2023). "Fertigasyon Sistemli Otomatik Tamburlu Sulama Makinalarının İş Kalitesini Etkileyen Fonksiyonel Özelliklerin Belirlenmesi", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(2): 93-108.

ÖZET

Bu çalışmada, fertigasyon sistemli otomatik tamburlu sulama makinalarının (OTSM) iş kalitesini etkileyen fonksiyonel özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, fertigasyon sistemli bir OTSM kullanılmıştır. OTSM iş kalitesini etkileyen fonksiyonel özelliklerin belirlenmesi; fertigasyon sistemli OTSM içine giren su ve sıvı gübrenin OTSM içerisindeki hareketi, sulanacak alandaki dağılımı ve kullanıcı tarafından yapılan işlemler irdelenerek gerçekleştirilmiştir. Fertigasyon sistemli OTSM iş kalitesini etkileyen fonksiyonel özellikler ise; fertigasyon sisteminin OTSM ye tümleşik olması, sistemde kullanılacak ve OTSM su girişi hattına gübre basacak olan dozaj pompasının gerekli olan basınç ve debiyi sağlayabilmesi, gübre norm ayarı için dozaj pompası frekansını değiştirmede kullanılan bir frekans kontrol ünitesinin bulunması, gübre tankının kolay doldurulabilmesi ve yeterli büyüklükte olması, gübre tankının uygun malzemeden içinde gübre kalmayacak şekilde tasarlanmış olması, gübre tankında karıştırıcı bir mekanizma bulunması, gece çalışmaları için aydınlatma cihazlarıyla donatılması ve eş dağılımlı bir şekilde sulama suyuna gübre karıştırması (en az %90 üniformite değerine sahip olması) olarak belirlenmiştir.

Article Info

Received date : 03.08.2022
Revised date : 02.01.2023
Accepted date : 01.03.2023

Keywords:

Fertigation
Hose Reel Irrigation Machine
Functional Features

How to Cite:

Polat, T. & Çolak, A., (2023). "Determination of Functional Features Affecting Working Quality of Hose Reel Irrigation Machines Equipped with Fertigation System", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 19(2): 93-108.

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the functional features affecting the work quality of hose reel irrigation machines (HRIM) equipped with fertigation system. For this purpose, a HRIM equipped with a fertigation system was used. Determination of functional features affecting HRIM working quality, the movement of the water and liquid fertilizer entering the HRIM equipped fertigation system and its distribution in the area to be irrigated and the operations performed by the user were carried out. Functional features that affect the work quality of HRIM equipped with fertigation system are; the fertigation system is integrated with HRIM, the dosing pump to be used in the fertigation system and which will pump fertilizer into the HRIM water inlet line can provide the required pressure and flow, presence of a setting unit used to change the dosing pump frequency for fertilizer norm setting, easy filling of the fertilizer tank and sufficient size, the fertilizer tank is designed with suitable material so that there is no fertilizer in it, the presence of a mixing mechanism in the fertilizer tank, electrically powered dosing pump etc. devices must have a renewable power source so that they can be fed under field conditions, equipped with lighting devices for night work and mixing fertilizer into the irrigation water evenly (having a uniformity value of at least 90%).

1. GİRİŞ

Gerek iklim değişikliği nedeniyle görülen kuraklık ve yağış rejimindeki düzensizlikler, gerekse artan dünya nüfusu karşısında tarımsal üretim alanlarında görülen daralma, yakın gelecekte gıda arzının talebi karşılayamayacağına işaret etmektedir. Tarımsal üretimde çalışan kesimin yaş ortalamasının yükselmesi de gıda arzının talebi karşılayamayacağına bir başka işaretidir. Şanlıurfa İlinde yem bitkisi üreticileriyle yüz yüze yapılan bir anket çalışmasında, en genci 20 en yaşlısı 81 yaşında olan katılımcıların, ortalama yaşının 47 olduğu belirlenmiştir (Aydoğdu vd., 2020). Gıda arzının artan talep ihtiyacını karşılayabilmesi için, yapılması gerekenlerden biri de bitkisel ve hayvansal üretimde kullanılan tarım alet ve makinalarının, elektronik sistemlerle donatılarak teknolojik düzeyinin yükseltilmesidir. Son yıllarda sulama suyuna gübre karıştırabilen fertigasyon sistemli otomatik tamburlu sulama makinaları, kullanıcılar tarafından daha çok tercih edilmeye başlamıştır.

Bitkisel gelişim faktörleri olarak bilinen; ışık, sıcaklık, oksijen, karbondioksit, su ve inorganik besin maddeleri, bitkilerin yaşama ve gelişmeleri için, bulunmaları mutlak gerekli olan fiziksel ve kimyasal faktörlerdir. Bu gelişim faktörlerinden su ile inorganik besin maddelerinin üretim ortamında bulunma miktarı, üreticiler tarafından kolaylıkla artırılıp verim ve kalitede artış sağlanabilir (Aktaş, 1994).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağışlar hem miktar hem de dağılım düzensizliği bakımından yetersiz gerçekleşmekte ve bitki su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Dolayısıyla, bitki su ihtiyacını karşılamak için, sulama yapılması gerekmektedir. Sulama, bitkilerin normal bir şekilde gelişebilmeleri için ihtiyaç duydukları suyun, doğal yağışlarla karşılanamayan kısmının toprağa verilmesi olarak tanımlanmaktadır (Güngör, vd. 1996).

Tarla bitkileri ve bahçe bitkileri tarımı ile seralar ve topraksız ortamda (hidroponik tarım) gerçekleştirilen her türlü bitkisel üretimde, gübrelemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Gübreleme, çimlenme ve çiçeklenmeden hasat dönemine kadar geçen süreçte, bitkilerde gelişmeyi sağlayan, verim ve kaliteyi etkileyen, organik ya da inorganik karakterli maddelerin; bitki kök bölgesi veya toprak üstü organlarına uygulanması olarak tanımlanmaktadır (Zabunoğlu ve Karaçal, 1992).

Fertigasyon, genel olarak bitki besin maddelerinin sulama suyu ile birlikte eş zamanlı uygulanması olarak tanımlanır. Fertigasyon uygulamalarıyla hem zaman ve işgücünden tasarruf sağlanmakta hem de su ve gübrenin bitki kök bölgesine kayıpsız bir şekilde iletilerek etkin kullanılması sağlanmaktadır. Ayrıca su ve gübrenin etkin kullanılması nedeniyle daha çevreci üretim yapılabilmektedir. Fertigasyon; sulama mühendisliği, gübreleme ve bitki besleme konuları açısından disiplinler arası bir uygulamadır. Son çeyrek yüzyılda fertigasyon uygulamaları daha çok damla sulama yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir (Çetin ve Tolay, 2009).

OTSM, Türkiye'de daha çok Ege ve Marmara (özellikle Trakya) bölgelerinde kullanılmaktadır (Bahçeci, 2006). Tarım makinalarında sağlanan teknolojik gelişmeler neticesinde, yağmurlama sulama yöntemiyle sulama yapan ve çekilir tip bir tarım makinası olan OTSM ile gereken bileşenler kullanılarak, fertigasyon uygulaması yapılabilmektedir.

Su kullanım etkinliği son derece yüksek olan OTSM lerin, fertigasyon sistemine sahip olanları da geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir. OTSM ile tümleşik olarak kullanılan fertigasyon sistemlerinde, gerekli olan elektrik enerjisi için, fotovoltaiik sistemler ile rüzgâr türbinlerinden yararlanma olanağı mevcuttur. Fertigasyon sistemli OTSM ler; su ile inorganik besin maddelerini bitki kök bölgesine, eş zamanlı olarak uygulayabilen makinalardır. Yürütülen bu çalışmayla, fertigasyon sistemli OTSM ler için iş kalitesini etkileyen fonksiyonel özellikler belirlenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen bir akademik kariyer projesi kapsamında geliştirilen “fertigasyon sistemli OTSM” kullanılmıştır. Kullanılan makinanın hortum uzunluğu 400 m hortum çapı ise 110 mm dir. Makina üzerinde bulunan türbin mekanizması ile dişli kutusu tümleşiktir. Çalışmada kullanılan fertigasyon sistemli OTSM, hem kanatlı (boom) hem de tabancalı su dağıtıcısıyla birlikte kullanılmaktadır. Su dağıtımı, boom üzerinde bulunan ve delik çapı küçük olan çok sayıdaki meme veya tabanca üzerinde bulunan ve delik çapı büyük olan tek memeye gerçekleştirilmektedir. Şekil 1’de çalışmada kullanılan fertigasyon sistemli OTSM görseli verilmiştir.



Şekil 1. Fertigasyon sistemli OTSM

Bir fertigasyon sistemi; dozaj pompası, gübre tankı, emme ve basma boruları ile dozajlamının yapılacağı basınçlı hat üzerine tesis edilen kontrol valfi ve bağlantı elemanlarından oluşur. Çalışmada kullanılan fertigasyon sisteminde bulunan dozaj pompasının gücü 25 W, strok hacmi 0,555 mL dir. Metal sac levhadan imal edilmiş ve gece çalışmaları için aydınlatma cihazlarıyla donatılmış olan 200 L hacimli gübre tankı, galvanizle kaplanmıştır. Şekil 2’de OTSM için üretilen fertigasyon sisteminde kullanılan gübre tankı görseli verilmiştir.



Şekil 2. Gübre tankı

Gübre tankı ile dozaj pompası arasındaki iletimi sağlayan emme borusu ve dozaj pompası ile OTSM su giriş borusu arasındaki iletimi sağlayan basma borusunun çapları, 8 mm dir. Emme hattından farklı olarak basma hattında, dayanma basıncı 10 bar olan boru kullanılmıştır. Basma hattı borusunun OTSM su giriş borusuna bağlantısında kontrol valfli bağlantı elemanı, gübre tankı ile emme hattı borusu

arasındaki bağlantıyı sağlamak için de pnömatik bağlantı elemanı kullanılmıştır. Şekil 3’de sıvı kimyasal gübreleri, basınçlı sulama suyu hattına karıştırmak için kullanılan emme ve basma hattı boruları ile emme ve basma hattında kullanılan kontrol valfli ve pnömatik bağlantı elemanlarına ait görsel verilmiştir.



Şekil 3. Emme ve basma hattı ile bağlantı elemanları

Yürütülen bu çalışmada kullanılan fertigasyon sistemli makinada bulunan dozaj pompasının elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için, fotovoltaiik sistemden yararlanılmıştır. Kullanılan fotovoltaiik sistemde; monokristal solar panel (195 Wp), şarj kontrol cihazı (130 W), akü (65 Ah), inverter (300 W) ile sistem bileşenlerini içine alan IP 65 koruma sınıfına sahip plastik pano kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Fertigasyon sistemli OTSM iş kalitesini etkileyen fonksiyonel özelliklerin belirlenmesi amacıyla hem OTSM hem de fertigasyon sistemi iş kalitesini etkileyen fonksiyonel özellikler, ayrı ayrı incelenmiştir. OTSM iş kalitesinin belirlenmesi, makina iş alanı içerisinde dağıtılacak olan sulama suyunun, su kaynağından alınıp bitki kök bölgesine iletilene kadar, OTSM içerisindeki hareketi ve OTSM kullanıcısı tarafından yapılan işlemler irdelenerek gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde fertigasyon sistemi iş kalitesinin belirlenmesi, sulama suyuna karıştırılacak olan sıvı kimyasal gübrenin, konulduğu ambalaj içerisinden alınıp sulama suyuna karıştırıldığı noktaya kadar, fertigasyon sisteminde bulunan bileşenler içerisinde yaptığı hareket ve fertigasyon sistemi kullanıcısı tarafından yapılan işlemler irdelenerek gerçekleştirilmiştir.

Su dağıtım düzgünlüğü ile gübre karıştırma düzgünlükleri için, iki farklı Christiansen eşdağılım katsayısının (Christiansen Coefficient of Uniformity -**CCU**-) hesaplanması gerekmektedir. Fertigasyon sistemli OTSM ile gerçekleştirilen gübre dağıtım düzgünlüğü (**CCU fs otsm**), OTSM su dağıtım düzgünlüğü (**CCU otsm**) ile fertigasyon sistemi gübre karıştırma düzgünlüğü (**CCU fs**) parametrelerinin bir fonksiyonudur (**CCU fs otsm = CCU otsm x CCU fs**). Bir başka ifadeyle, Fertigasyon sistemli OTSM nin sulama suyuna üniform şekilde gübre karıştırma işinin başarısı (**CCU fs otsm**), hem OTSM su dağıtım düzgünlüğü işinin başarısı hem de fertigasyon sistemi gübre karıştırma düzgünlüğü işinin başarısı için hesaplanan iki farklı **CCU** değerinin çarpımıyla elde edilmektedir (Polat ve Çolak, 2022).

Aşağıda CCU hesaplamasında kullanılan eşitlik ve bileşenleri verilmiştir.

$$CCU = 100 * (1 - \frac{\Delta q_0}{q_0}) \quad (1)$$

CCU : Christiansen eşdağılım katsayısı (%).

Δq_0 : Her bir su toplama kabında bulunan su ve/veya gübre miktarının, ortalamadan olan mutlak sapmalarının ortalaması (g).

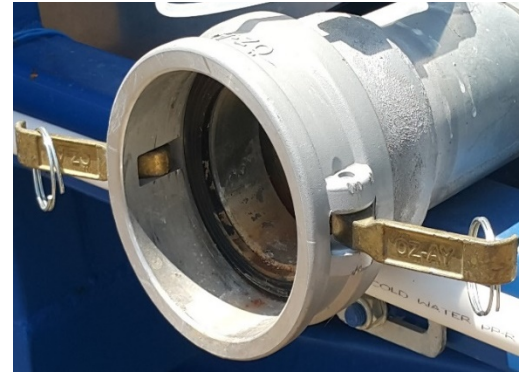
q_0 : Su toplama kaplarında bulunan su ve/veya gübre miktarlarının ortalaması (g).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

OTSM iş kalitesini etkileyen ilk fonksiyonel özellik, OTSM ile su kaynağı arasındaki bağlantının yapıma şeklidir. OTSM, su kaynağına kolay bir şekilde bağlanmalıdır. OTSM metal su giriş borusu, makinanın çalışması için gerekli olan basınçlı suyu sağlamak amacıyla; bir hidrant, bir motopomp, bir elektropomp ya da traktör kuyruk miliyle tahrik edilen bir pompaya, bağlantı elemanı kullanarak bağlanır. Basınçlı su iletimi için yapılan bu bağlantının, kullanımı kolay olan ve sızdırmazlık sağlayan contalı bağlantı elemanlarıyla yapılması, iş güvenliği açısından önemlidir. Ayrıca, hızlı bir şekilde bağlantı yapılarak su ve basınç kayıplarının azaltılması da sağlanmış olur. Şekil 4'de basınçlı su iletiminde kullanılan kauçuk malzemeden imal edilmiş hortum (a) ile OTSM metal su giriş borusu (b) arasındaki bağlantının yapılmasında kullanılan bağlantı elemanı takımına ait görseller verilmiştir.



a



b

Şekil 4. OTSM su girişinde kullanılan bağlantı elemanı takımı

OTSM kullanarak yapılan sulamada, su tüketiminin bilinmesi için, makina üzerinde tesis edilmiş bir debimetrenin olması, tüketilen anlık ve toplam su miktarı parametresinin belirlenmesini sağlayan bir başka fonksiyonel özelliktir. Bu nedenle OTSM üzerine tesis edilmiş bir debimetrenin olması da iş kalitesini etkileyen bir başka fonksiyonel özelliktir. Günümüzde hem anlık hem de toplam su tüketimini gösteren, elektronik kontrol ünitesi ile GSM modülüne sahip debimetreler, kullanılmaya başlanmıştır. GSM modülü sayesinde, sulama kooperatifleri, tüketilen su miktarını sahaya çıkmadan uzaktan öğrenip faturalandırabilmektedirler. Anlık su tüketiminin bilinmesi, hem farklı bitki türlerinin farklı su ihtiyaçlarının karşılanması gibi agroteknik bir fayda hem de su tasarrufu sağlamak açısından önemlidir. Ancak; bu faydalara karşın, pazara arz edilen standart bir OTSM, yukarıda belirtilen teknik özelliklere sahip bir debimetre ile donatıldığında, OTSM üretim maliyeti yükselecektir. Şekil 5'de OTSM su tüketimini belirlemek için uygun bir debimetreye ait görsel verilmiştir (Anonim A, 2022).



Şekil 5. Debitmetre

OTSM üzerinde basınç parametresinin ölçülmesi için bir manometre ile su dağıtma sistemlerini taşıyan arabanın hız parametresinin ölçülmesi için bir hız ölçer bulunması da iş kalitesini etkileyen fonksiyonel özelliklerdir. OTSM içine giren ve manometre üzerinden kullanıcı tarafından izlenen sabit değerde olması gereken sulama suyu basıncındaki artma ya da azalma şeklinde görülen değişimler, sulama suyunu ileten bileşenlerde olması muhtemel bir kaçak ya da tıkanma hakkında kullanıcıya bilgi verir. Benzer şekilde, hız ölçer üzerinden kullanıcı tarafından izlenen su dağıtma sistemlerini taşıyan arabanın hızı, sulama işinin ne kadar sürede tamamlanacağı hakkında kullanıcıya bilgi verir. Bu bilgi sayesinde OTSM kullanıcısı, zamanını, günlük plan çerçevesinde daha etkin kullanır. Ayrıca su dağıtıcısını taşıyan arabanın hızının bilinmesi ve ayarlanabilir olması, istenilen norm da sulama yapılması açısından da önemlidir. Şekil 6'da OTSM üzerine tesis edilmiş manometre (a) ve hız ölçer (b) görseli verilmiştir.

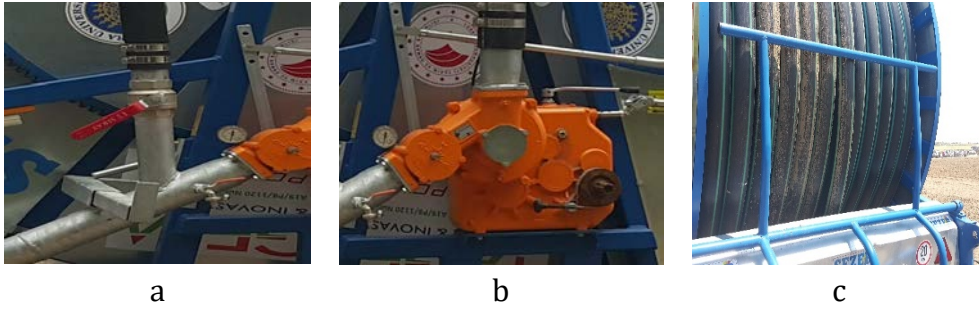


Şekil 6. Manometre (a) ve hız ölçer (b)

OTSM ile birlikte kullanılan kanatlı ya da tabanca şeklindeki su dağıtma sistemlerini taşıyan arabanın sabit hızla hareket etmesi, OTSM iş kalitesini etkileyen önemli bir parametredir. Bu hızın bilinmesi ve aynı zamanda ayarlanabilir olması ile sulama süresince sabit kalması, birim alana atılan su miktarının sulama süresince sabit tutulması için gereklidir. Çünkü, sabit hızla hareket eden bir kanatlı ya da tabancalı su dağıtma sistemi sayesinde sulanacak parsel boyunca eş dağılımlı bir sulama yapılabilir.

OTSM tamburunun sulama süresince hareket etmesini sağlayan türbin-dişli kutusu mekanizması, su giriş borusu üzerinde bulunan ve türbin-dişli kutusu mekanizmasını kısa devre eden ikinci bir vanayla kontrol edilen hat kullanılarak devre dışı bırakılır. Bu ikinci hatta kullanılan vananın (a) kesit alanı açıklığı miktarı ile dişli kutusu kademeleri (b) değiştirilerek, kanat ya da tabanca şeklindeki su dağıtıcısını taşıyan arabanın hızı, istenilen değerde ayarlanır. Tambura düzgün bir şekilde sarılan

hortum üst üste geldikçe oluşan bobinin çapı büyümektedir. Sabit açısız hızla dönen tambura sarılı bobin çapının büyümesi, bobin çevresinde ölçülen çizgisel hızın artmasına neden olmaktadır. Bobin çevre hızı aynı zamanda, su dağıtma sistemlerini taşıyan arabanın hızına eşittir. Bir başka ifadeyle bobin çevre hızında, çap büyümesi nedeniyle meydana gelen değişiklik, su dağıtma sistemlerini taşıyan arabanın sulama süresince hızının artmasına neden olmaktadır. Oysa su dağıtma sistemlerini taşıyan araba eş dağılımlı bir sulama yapılabilmesi için sulanan parsel boyunca sabit hızla hareket etmelidir. Bu nedenle OTSM üzerinde, sulama suyunu taşıyan polietilen borunun bobin çapını büyüttüğü oranda türbin mekanizmasının su giriş kesit alanını daraltan ve çardak (c) adı verilen bir sistemin olması da OTSM iş kalitesini arttıran önemli bir fonksiyonel özelliktir. Şekil 7’de su dağıtma sistemi hız ayar mekanizmalarına ait görseller verilmiştir.



Şekil 7. Hız ayar mekanizmaları

OTSM iş kalitesini etkileyen önemli fonksiyonel özelliklerden birisi de hem tabancalı (rain gun) hem de kanatlı su dağıtıcılarıyla (boom) birlikte kullanılabilir olmasıdır. Hızlı kurulum ve sulama iş genişliğinin fazla olması istenilen durumlarda, tabancalı su dağıtıcıları tercih edilir. Kanatlı su dağıtıcıları hem yüksek su dağılım düzgünlüğü gerektiren bitkisel üretimlerde hem fazla miktarda rüzgâr alan üretim alanlarında hem de yüksek basınçlı su elde edilemeyen koşullarda tercih edilir.

Farklı familya ve cinslere ait farklı türlerin (buğday, silajlık mısır ve yonca gibi) yetiştiriciliğinde hem sulama sistemini taşıyan arabanın tekerlekler arası açıklığının hem de su dağıtma sisteminin yerden yüksekliğinin ayarlanabilir olması gerekir. Bu nedenle farklı sıra arası mesafelerle ekilen ve farklı uzunlukta boylanan türlerin, ekili ya da dikili ürüne zarar verilmekten sulanabilmesi de OTSM iş kalitesini etkileyen önemli bir fonksiyonel özelliktir (Anonim B, 2022). Sulama suyunun su dağıtıcılarından atmosfere püskürtülmesi hem kanatlı hem de tabancalı su dağıtıcıların önemli bileşenlerinden biri olan memeler aracılığıyla gerçekleştirilir. Farklı su çıkış genişliklerine sahip memelerin, değiştirilebilir şekilde kanatlı ve tabancalı su dağıtıcılarıyla birlikte kullanılması da OTSM iş kalitesini etkileyen bir başka fonksiyonel özelliktir. Şekil 8’de OTSM ile birlikte kullanılabilen kanatlı (a) ve tabancalı (b) su dağıtıcılarına ait görseller verilmiştir.



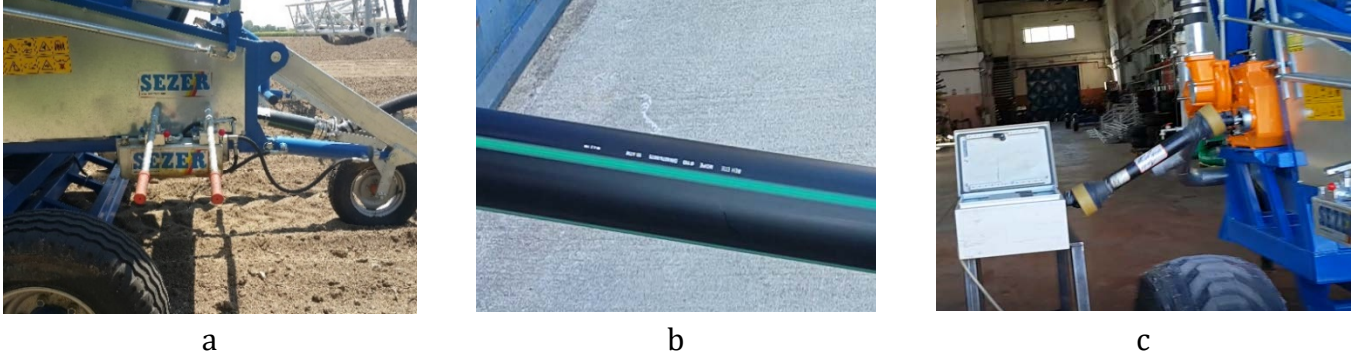
Şekil 8. Kanatlı (a) ve tabancalı su dağıtıcıları (b)

OTSM ile birlikte kullanılan su dağıtıcılarını taşıma işi, hidrolik mekanizmalarla kumanda edilen ve OTSM arkasında bulunan askı kollarıyla yapılmaktadır. Su dağıtıcılarının OTSM nin arkasında taşınması nedeniyle, su kaynağı ve sulanacak alanın konumlarına göre, OTSM yol durumundan iş durumuna alınabilir özellikte olmalıdır. Makinanın yol durumundan iş durumuna alınması için, OTSM römorku ile tamburu taşıyan gövde arasındaki bağlantının, tamburun yatay ekseninde sağa veya sola mümkün olan en geniş açıyı tarayacak şekilde dönmesini sağlayan mekanizmalarla yapılması gerekmektedir. Tamburun sağa veya sola kolaylıkla döndürülebilmesini sağlayan bir mekanizmanın olması, OTSM iş kalitesini etkileyen önemli bir fonksiyonel özelliktir. Şekil 9'da, tamburu taşıyan gövdenin römork üzerinde sağa veya sola kolayca döndürülmesini sağlayan zincir-dişli mekanizmasının kumanda edilmesinde kullanılan krank miline ait görsel verilmiştir.



Şekil 9. Tambur gövdesini sağa sola döndürmede kullanılan krank mili

OTSM temelinde tamburun bulunduğu gövde ve arabalı su dağıtıcısı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Makina gövdesi su kaynağının yanına konumlandırılır. Kanatlı ya da tabancalı su dağıtıcısını taşıyan araba, sulanacak alan boyunca traktör yardımıyla çekilerek, PE malzemeden imal edilmiş ve tambura sarılmış olan hortumun açılması sağlanır. Sulama başladığında, PE hortum hem su dağıtıcısının makine gövdesine doğru çekilmesini hem de su kaynağından basılan suyun su dağıtıcısına iletilmesini sağlar. Bu işlemin yapılmasında OTSM iş kalitesini etkileyen üç fonksiyonel özellik bulunmaktadır. Bu özelliklerden birincisi, OTSM arkasında bulunan ve su dağıtıcısını taşıyan askı kollarının indirilip kaldırılmasında kullanılan hidrolik mekanizmalardır. Bu mekanizmalar, ya traktör hidrolik güç çıkış prizine bağlanarak ya da traktörden bağımsız ve kumanda kollarıyla çalıştırılarak kullanılan, hidrolik krikodan oluşmaktadır. İkinci özellik ise, PE hortum üzerinde, hortumun ne uzunlukta açıldığını gösteren mesafe bilgisinin olup olmadığıdır. Üçüncü özellik de sulama işleminden çeşitli nedenlerle vazgeçilmesi durumunda, traktör veya başka bir tahrik edici kuvvet kaynağı kullanılarak, sulanacak alan boyunca açılmış olan PE hortumun, tambura sardırılıp sardırılmadığıdır. Şekil 10'da traktörden bağımsız olarak kullanılan hidrolik kriko (a), üzerinde mesafe bilgisi bulunan PE hortum (b) ve tambur döndürme mekanizmaları (c) görselleri verilmiştir.



Şekil 10. Hidrolik krik (a), PE hortum (b) ve tambur döndürme mekanizması (c)

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yer altı ve yer üstü su kaynakları üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle, bitkisel üretimde tüketilen sulama suyunun etkin kullanılması, zorunlu hale gelmiştir. OTSM gibi, kaynağından aldığı suyu bitki kök bölgesine en az kayıpla ileten hareketli modern sulama sistemlerinin su kullanım etkinliği, geleneksel sistemlere göre oldukça yüksektir. Genellikle modern sulama sistemlerinin geleneksel sistemlerle karşılaştırılmasında kullanılan su kullanım etkinliği parametresi haricinde, OTSM gibi modern sistemlerin iş kalitesini etkileyen önemli özelliklerden biri de “su dağıtım düzgünlüğü parametresidir”. OTSM ile kullanılan su dağıtıcılarının eş dağılımlı sulama yapıp yapmadığı, su dağıtıcısı iş alanına sulama sırasında bir eksende olacak şekilde yerleştirilen su toplama kaplarında toplanan su miktarlarının ölçülerek, CCU hesaplamasıyla (Eşitlik 1 kullanılarak) belirlenir. Şekil 11’de kanatlı su dağıtıcısı ile birlikte kullanılan OTSM nin su dağıtım düzgünlüğünü belirleme çalışmalarına ait görsel verilmiştir.



Şekil 11. OTSM su dağıtım düzgünlüğü belirleme çalışmaları

Fertigasyon sistemli OTSM iş kalitesini etkileyen belki de en önemli fonksiyonel özellik, fertigasyon sisteminin OTSM ye tümleşik olup olmadığıdır. Bir fertigasyon sisteminde bulunması gereken bileşenler; sulama suyuna karıştırılacak olan gübreyi içine alan tank, gübre tankını taşıyacak olan konstrüksiyon, dozaj pompası, dozaj pompasının enerji ihtiyacını karşılamada kullanılan sistem ve bileşenleri, emme ve basma boruları ile bağlantı elemanlarından oluşur. Tümleşik olmayan fertigasyon sistemlerinin, sulama suyuna gübre karıştırılacak alana taşınabilmesi için, ikinci bir römork kullanılması zorunluğudur. Sulanacak alana ikinci römorku götürebilmek için, ikinci bir sefer yapılmalıdır. Çünkü OTSM arkasında su dağıtıcısı bulunduğu için, harici fertigasyon sistemlerinin katar oluşturacak şekilde bağlanması mümkün değildir. Dolayısıyla, OTSM ile birlikte kullanılması istenen fertigasyon sisteminin OTSM ye tümleşik olması istenirken, OTSM imalatı amacıyla hazırlanan parçaların ölçüleri ile hareketli parçaların

hareketinde bir değişiklik yapılmaması gerekmektedir. Şekil 12’de OTSM ile birlikte kullanılabilen harici (tümleşik olmayan) bir fertigasyon sistemine ait görsel verilmiştir (Anonim C, 2022).

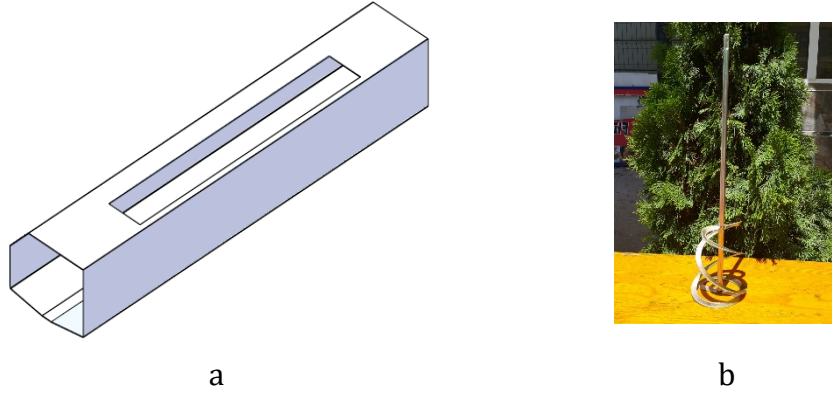


Şekil 12. Harici fertigasyon sistemi

Fertigasyon sistemli OTSM ile birlikte kullanılan gübre tankı, iş kalitesini üç farklı şekilde etkilemektedir. Bu etki şekillerinden birincisi “gübre tankının kapasitesi ve imal edildiği malzemenin cinsidir”. Gübre tankı, OTSM kullanılarak bir defada sulanabilecek maksimum alana yetecek kadar gübreyi, içine alabilmelidir. Gübre tankı hacminin belirlenmesinde, OTSM ile birlikte kullanılması önerilen gübre ya da gübrelerin; hali (katı, sıvı), formülasyonu, bitki besin maddelerinin gübrede bulunma oranı da etkilidir. Önemli olan hususlardan biri de sıvı ya da sıvılaştırılmış kimyasal gübreleri depolamak için imal edilmiş olan tankın, gübrelerin muhtemel korozyon etkisine dayanıklı malzemeden imal edilmiş olması gerektiğidir.

Gübre tankının iş kalitesini ikinci etkileme şekli, “tankın tasarımıdır”. Tank tasarımında, tank içinde bulunan ve dozaj pompası tarafından sulama suyuna karıştırılacak olan en son damla gübrenin, emilebilir olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, tank dolununun kolay yapılabilmesi ve tank içine gübre konulduktan sonra buharlaşmanın önlenmesi için, kapak ile kapatılabilir olması da tasarımda dikkat edilmesi gereken özelliklerdir. Tank tasarımında; emme borusunun çapı ve tanka bağlantı şekli, tank tahliye çıkışı ile tankın OTSM hareketli aksamalarını etkileyip etkilemediği de dikkat edilmesi gereken özelliklerdir.

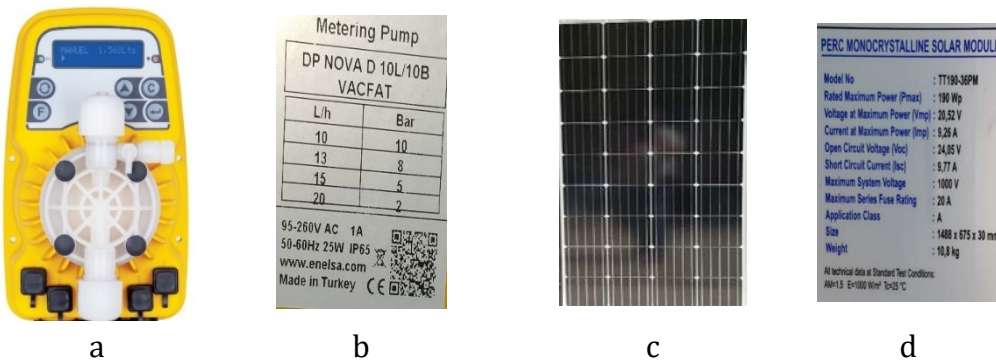
Sıvılaştırılmış gübre; katı halde imal edilmiş gübrelerin suda eritilmesi veya çözdürülmesiyle elde edilir. Sıvılaştırılmış gübrelerin kullanılması sırasında, tank içinde bir çökme olmaması için, karıştırılmaları gerekir. Bu nedenle, sıvılaştırılmış gübre kullanan fertigasyon sistemli OTSM gübre tankının, iş kalitesini üçüncü etkileme şekli, “karıştırıcı bir mekanizmaya sahip olup olmadığıdır”. Karıştırıcı mekanizma, sulama sırasında sürekli çalıştırılacak ise hareketini OTSM tamburundan almalıdır. Sadece istenildiğinde çalıştırılacak ise, hareketini tamburdan alacak sistemler için manuel kumanda koluna, hareketini elektrik motorundan alacaklar sistemler için, besleme ünitesi ve açma kapama anahtarına ihtiyaç duyulur. Şekil 13’de OTSM için tasarlanmış tümleşik fertigasyon sisteminde kullanılacak gübre tankı perspektif görünüşü (a) ile sıvılaştırılmış gübrelerin karıştırılmasında kullanılacak mikser ucu görseli (b) verilmiştir.



Şekil 13. Gübre tankı perspektif görünüşü (a) ve mikser ucu (b)

OTSM ile birlikte kullanılan fertigasyon sistemlerinde, çok çeşitli dozaj pompaları kullanılabilir. Fertigasyon sistemlerinde kullanılacak olan dozaj pompaları, fertigasyon için gerekli olan basma yüksekliği ve debiyi sağlayabilecek karakteristiklere sahip olmalıdır. Pazara arz edilmiş olan dozaj pompaları incelendiğinde, genellikle hassas dozajlama için üretilmiş olan dozaj pompalarının, elektronik kontrol üniteleriyle donatılmış oldukları görülür (Anonim, 2022d). Bu donanımlar sayesinde, dozaj pompası frekansı hassas bir şekilde değiştirilerek, sulama suyuna karıştırılmak istenen sıvı gübre miktarı hassas bir şekilde ayarlanabilir. Bir başka ifadeyle, fertigasyon sistemlerinde dozaj pompalarıyla birlikte kullanılan elektronik kontrol üniteleri, gübre norm ayar ünitesi olarak kullanılır. Elektronik kontrol üniteleri ile dozaj pompalarını tahrik etmede kullanılan elektrik motoru veya selenoid bobin gibi bileşenlerin çalıştırılabilmesi için, elektrik enerjisine ihtiyaç duyulur. Elektrik enerjisi, elektrik şebekesine yakın olan parsellerde şebekeden karşılanabilir. Elektrik şebekesine uzak olan parsellerde, fertigasyon sistemlerinde bulunan ve elektrik enerjisiyle çalışan cihazların enerji ihtiyaçlarını karşılamak için, güneş panelli (PV) veya rüzgâr türbini gibi yenilenebilir enerji sistemlerinden yararlanır.

OTSM ile tümleşik olarak kullanılan fertigasyon sistemlerinde kullanılan dozaj pompasının; ihtiyaç duyulan basınç ve debiyi sağlayıp sağlayamadığı (pompa karakteristik özelliklerinin uygun olup olmadığı), norm ayarı için kullanılacak pompa frekans ayar biriminin (elektronik kontrol ünitesi) bulunup bulunmadığı ile elektrik şebekesinden uzak olan parsellerde çalıştırılabilmesi için yenilenebilir enerji sistemleri (solar panel ve/veya rüzgar türbini) gibi çevre birimlere sahip olup olmadığı, iş kalitesini etkileyen önemli fonksiyonel özelliklerdir. Şekil 14’de elektronik kontrol ünitesine sahip dozaj pompası (a) ve etiketi (b) ile solar panel (c) ve etiketine (d) ait görseller verilmiştir.



Şekil 14. Dozaj pompası ve solar panel ile etiketleri

Yapılan bir çalışmada (Dong vd., 2016), bitki gelişimi ile verimi etkileyen faktörlerden birinin de bitki kök bölgesi toprak sıcaklığı olduğu belirtilmiştir. Bitki kök bölgesi toprak sıcaklığının yüksek olmasının, bitkiyi strese sokabileceği düşünülerek başlanan çalışmada, damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada gece yapılan sulamanın, toprak sıcaklığını düşürüp düşürmediği araştırılmıştır. Çalışma sonunda, gece yapılan sulamada gündüz yapılan sulamaya göre; kök bölgesi toprak sıcaklığının 0.6 °C daha düşük olduğu, bitki boyunun %2 ve verimin %10 daha fazla gerçekleştiği açıklanmıştır. Bir başka çalışmada gece yapılan sulamalarda buharlaşma nedeniyle meydana gelen su kaybının azaldığı ve su dağılım düzgünlüğünün daha yüksek oranda gerçekleştiği belirtilmiştir (Cavero vd., 2008). Bu nedenle fertigasyon sistemli OTSM, gece yapılması muhtemel sulama çalışmalarında da konforlu bir şekilde kullanılabilir. Dolayısıyla, fertigasyon sistemli OTSM nin iş kalitesini etkileyen önemli fonksiyonel özelliklerden biri de gece yapılması muhtemel çalışmalar için aydınlatma cihazlarıyla donatılıp donatılmadıklarıdır. Şekil 15’de sulama makinasına tümleşik bir fertigasyon sisteminde kullanılan ve elektronik cihazları içine alan lambalı pano (a) ile gübre tankını taşıyan konsol kirişe sabitlenmiş LED aydınlatma cihazı (b) görseli verilmiştir.



a b
Şekil 15. LED aydınlatma cihazları

Sulama suyuna gübre karıştırma işi; yani, fertigasyon yeknesak bir şekilde yapılmalıdır. Fertigasyon sistemlerinin iş başarısını belirlemek için, sulama suyuna karıştırılan gübrenin homojen bir şekilde karıştırılıp karıştırılmadığı tespit edilir. Bu amaçla fertigasyon uygulaması sırasında, gübre karıştırılmış sulama suyundan alınan örnekler kullanılarak; ölçüm ve analizler ile hesaplamalar yapılır. OTSM ile yapılan fertigasyonda kullanılan sıvı ya da sıvılaştırılmış gübreler, tambura hareket veren türbin mekanizması tarafından sulama suyuna homojen bir şekilde karıştırılmaktadır. Dolayısıyla, sıvı ya da sıvılaştırılmış gübrelerin sulama suyuna homojen bir şekilde karıştırılması amacıyla türbülans oluşturmak için, harici bir türbülator kullanılması gerek yoktur (Polat ve Çolak, 2022). Ancak, sulama suyuna gübre solüsyonunun karıştırıldığı nokta, iş kalitesini etkilediği için önemlidir. Sıvı ya da sıvılaştırılmış gübrelerin OTSM üzerinde bulunan türbin mekanizmasına ulaşmadan önce sulama suyuna karıştırılması da önemli bir fonksiyonel özelliktir. OTSM su giriş borusu üzerine tesis edilmiş gübre giriş ağız (a) ile pH ve elektriksel iletkenlik ölçüm çalışmalarına ait görsel (b) Şekil 16’da verilmiştir.



a b
Şekil 16. Gübre giriş ağız (a) ve ölçüm çalışmaları (b)

4. SONUÇ

Yürütülen bu çalışmada, fertigasyon sistemli OTSM nin iş kalitesini etkileyen ve hem OTSM imalatçıları hem de OTSM kullanıcısı çiftçiler tarafından bilinmesi gereken fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Bu özelliklerden, OTSM ile ilgili olanlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. OTSM, su kaynağına, kolay bir şekilde sızdırmazlığı sağlanarak bağlanabilmelidir.
 2. OTSM, tüketilen su miktarının ölçümü için, debimetreyle donatılmalıdır.
 3. OTSM, içine giren suyun basıncının ölçümü için, manometreyle; su dağıtma sistemini taşıyan arabanın hızının ölçümü için, hız ölçerle donatılmalıdır.
 4. OTSM su dağıtma sistemini (kanat veya tabanca) taşıyan araba, sulama sırasında, ayarlanan değerde ve sabit hızla hareket etmelidir.
 5. OTSM ile birlikte kullanılan, kanat ya da tabanca tipindeki su dağıtıcısını taşıyan arabanın aks genişliği ile yerden yüksekliği ayarlanabilir olmalıdır.
 6. OTSM ile birlikte kullanılan kanat ya da tabanca tipindeki su dağıtma sistemlerinde bulunan memeler, ihtiyaca göre farklı tip ve ölçülerde olanlarla değiştirilebilmelidir.
 7. OTSM, yol konumundan iş konumuna kolay bir şekilde alınabilmelidir. Bu amaçla tambur, gövde üzerinde en geniş açıyı tarayacak şekilde sağa ve sola döndürülebilmelidir.
 8. OTSM, üzerine kanat ya da tabanca arabasını asabilmek için, bir hidromekanik sisteme sahip olmalıdır.
 9. OTSM hortumu üzerinde, ne kadar açıldığını gösteren mesafe bilgisi yazılı olmalıdır ya da hortumun ne kadar açıldığını ölçen sistem bulunmalıdır.
 10. Tamburu döndürmek için gerekli momenti üreten dişli kutusunun, sulanacak alan boyunca açılan hortumu tambura sarabilmek için, kuvvet kaynaklarıyla bağlantısı yapılabilirdir.
 11. OTSM su dağıtım düzgünlüğü için hesaplanan CCU değeri yüksek (en az %80) olmalıdır.
- OTSM ile kullanılan fertigasyon sistemlerinin iş kalitesini etkileyen özellikler, aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. OTSM ile birlikte kullanılan fertigasyon sistemi, OTSM ye tümleşik olmalıdır.
2. Fertigasyon sisteminde kullanılan gübre tankı, yeterli kapasitede ve uygun malzemedен imal edilmiş olmalıdır.
3. Gübre tankı; içinde gübre kalmayacak, emme borusuna kolayca bağlanacak, dolumu kolay yapılacak, tahliye vanası ile dolun ağız kapağı olacak şekilde tasarlanmalıdır.
4. Gübre tankı, sıvılaştırılmış gübrelerin tank içinde çökmemesi için, karıştırıcı mekanizmaya sahip olmalıdır.
5. Fertigasyon sisteminde kullanılan dozaj pompası karakteristikleri (basınç ve debi), ihtiyacı karşılayabilir olmalıdır.
6. Dozaj pompası frekansı, gübre norm ayarı için ayarlanabilir olmalıdır.
7. Fertigasyon sisteminde bulunan ve elektrik enerjisiyle çalıştırılan bileşenlerin şebekeden uzak parsellerde çalıştırılabilmesi için, OTSM üzerinde yenilenebilir enerji sistemi (solar panel veya rüzgâr türbini) bulunmalıdır.
8. Gece yapılacak sulama çalışmaları için, fertigasyon sistemi aydınlatma cihazlarıyla donatılmalıdır.
9. Fertigasyon sistemi gübre karıştırma düzgünlüğü için hesaplanan CCU değeri yüksek (en az %90); yani, sulama suyuna homojen şekilde gübre karıştırabiliyor olmalıdır.
10. Fertigasyonda kullanılacak ve sulama suyuna karıştırılacak olan sıvı ya da sıvılaştırılmış gübre, homojen bir gübre-su karışımı elde edebilmek için, OTSM türbin mekanizmasından önceki bir noktadan sulama suyuna karıştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aktaş, M. (1994). Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1361 Ders Kitabı: 395.
- Anonim, A. (2022, Temmuz 06). Manas Akıllı Çözümler. Su Sayaçları + Modüller. <https://www.manas.com.tr/Cozumler/su-sayaclari-moduller/mekanik-sayaclar-itron-sharpflow>
- Anonim, B. (2022, Temmuz 06). Tamburlu Sulama Sistemleri. Kanatlı ve Tabancalı Modeller. Sulama Kanadı ve Tabancası Standart Ekipman Özellikleri. <https://www.sezermac.com/kanatli-ve-tabancali-set-sulama-sistemleri/%C3%B8110-x-400-mt-set-tamburlu-sulama-sistemi.html>
- Anonim, C. (2022, Temmuz 06). Tamburlu Sulama Sistemleri. Otomatik Dozajlama Üniteleri. <https://www.sezermac.com/otomatik-dozajlama-uniteleri/>
- Anonim, D. (2022, Temmuz 06). Dozaj Pompaları. Nova Serisi Dozaj Pompaları. Nova D. Dijital, Sıvı Seviye-Akış Kontrollü ve Volumetrik Dozaj Pompası. <https://www.enelsa.com/tr/product-detail/1303/nova-d>
- Aydoğdu, M., Aydoğdu, İ., Sevinç, M.R., Küçük, N. (2020). Şanlıurfa'daki Yem Bitkileri Eken Çiftçilerin Sosyo-Ekonomik Profilinin Analizi. Journal of Ekonomi Türkiye Ekonomisi Özel Sayısı, (2020), 10-15. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ekonomi/issue/47196/707959>
- Bahçeci, P. (2006). Tamburlu Sulama Sistemlerinin Performans Analizi ve Harran Ovası Koşullarında Kullanım Olanakları. Türkiye Cumhuriyeti Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Cavero, J., Jimenez, L., Puig, M., Faci, J.M., Cob, A.M. (2008). Maize Growth and Yield under Daytime and Nighttime Solid-Set Sprinkler Irrigation. Agronomy Journal • Volume 100, Issue 6.
- Çetin, Ö., Tolay, İ. (2009). Fertigasyon (Sulama ile Birlikte Gübreleme). Hasad Yayıncılık.
- Dong, X., Xu, W., Zhang, Y. and Leskovar, D.I. (2016). Effect of Irrigation Timing on Root Zone Soil Temperature, Root Growth and Grain Yield and Chemical Composition in Corn. Agronomy, (2016) DOI: 10.3390/agronomy6020034
- Güngör, Y., Erözel, A.Z., Yıldırım, O. (1996). Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1443 Ders Kitabı: 424.
- Polat, T., Çolak, A. (2022). Otomatik Tamburlu Sulama Makinaları için Fertigasyon Sistemi Tasarımı ve Prototip İmalatı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı. TAGEM/TSKAD/A/19/A9/P8/1120 Numaralı Proje kapsamında hazırlanmış olan Doktora Tezi.
- Zabunoğlu, M., Karaçal (1992). Gübreler ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı: 365. 3. Baskı

EXTENDED ABSTRACT

Introduction and Research Questions & Purpose

Due to the increasing need for nutrients, the technological level of agricultural tools and machines used in plant and animal production should be increased. The technological level of hose reel irrigation machines (HRIM) with fertigation system is higher than traditional HRIM. Fertigation is generally defined as the application of plant nutrients with irrigation water. In addition, fertigation is an interdisciplinary practice in which irrigation engineering, fertilization and plant nutrition are intertwined. The aim of this study is to determine the functional features affecting the work quality of HRIM equipped fertigation system.

Methodology

Determining the work quality of the HRIM was carried out by examining the movement of the irrigation water to be distributed within the machine work area until it is taken from the water source and transmitted to the plant root zone and the process performed by the operator. Similarly, the determination of the work quality of the fertigation system was carried out by examining the movement of the liquid chemical fertilizer in the fertigation system and the process performed by the system user. To determine both the water distribution uniformity and the fertilizer distribution uniformity, the Christiansens Coefficient of Uniformity (CCU) was calculated.

Results and Conclusions

In this study, the functional features that affect the work quality of HRIM with fertigation system and which should be known by manufacturers and farmers were determined. Among these features, those related to HRIM, it can be easily connected to the water source, it is equipped with a flow meter for measuring the amount of water, a manometer for pressure measurement and a speedometer for carrier of water distributor speed measurement. In addition, its hose should be able to wrap, which is opened along the irrigation area, at a constant speed at the adjusted value. The axle width and height from ground of the carrier the boom or gun type water distribution organ should be adjustable. Different types and sizes of nozzles should be used in boom or gun. Easy movement of the drum body is necessary for road and work positions. Moreover, there must be a hydraulic system to hang the boom or gun cart. The distance information showing how much has been opened on the irrigation hose should be written. The hose, which is opened along the area to be irrigated, should be able to be rewound by connecting with force sources when desired. Water distribution uniformity must be high.

The functional features affecting the work quality of fertigation systems are very important. The first of these features is that the fertigation system is integrated into the HRIM. The fertilizer tank used in the system must have sufficient capacity and be made of suitable materials. The tank should be designed in such a way that there is no fertilizer left in it, it can be easily connected to the suction pipe, and it should be easily filled. It should have a lockable cover to prevent fertilizer losses through evaporation. It should have a mixer mechanism so that liquefied fertilizers do not settle in the tank. The dosing pump used in the system should be able to supply the required pressure and flow. Fertilizer norm setting should be done by controlling the dosing pump frequency. Electric powered dosing pump etc. components must have a renewable energy system such as a PV or wind turbine so that they can be operated in parcels far from the electricity grid. It should be equipped with lighting devices for night irrigation works. It should mix the chemical fertilizers into the irrigation water homogeneously.

Yazarların Biyografisi



Turgay POLAT

1997 Yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinden mezun olmuştur. Niğde Tarım İl Müdürlüğünde kısa bir süre görev yaptıktan sonra TAGEM mensubu olmuştur. Tarla Bitkileri MAE personeli olarak; Bitki Genetik Kaynakları Birimi, Üretim ve İşletme Bölümü ile Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümlerinde çalışmış olan araştırmacı, Tarım Makinaları Teknolojileri Bölümünde çalışmaya devam etmektedir.

İletişim

turgayplt71@gmail.com

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0002-2895-2295>



Ahmet ÇOLAK

1984 Yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinden mezun olmuştur. Aynı üniversitede 1990 yılında Doktora Derecesi 1995 yılında Doçent ünvanı alarak 2002 yılında Profesör olmuştur. İki dönem Ziraat Fakültesi dekanlığı da yapmış olan öğretim üyesi, halen Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği bölümünde Bölüm Başkanı olarak görev yapmaktadır.

İletişim

colak@agri.ankara.edu.tr

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0001-5214-0644>