T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CEYLANPINAR TARIM İŞLETMELERİNDE KULLANILAN CENTER PİVOT SULAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ercan KILIÇ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CEYLANPINAR TARIM İŞLETMELERİNDE KULLANILAN CENTER PİVOT SULAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ercan KILIÇ

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

Doç. Dr. Ali Fuat TARI danışmanlığında, Ercan Kılıç'ın hazırladığı "**Ceylanpınar Tarım İşletmelerinde Kullanılan Center Pivot Sulama Sistemlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi**" konulu bu çalışma 05/04/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İMZA

Danışman: Doç. Dr. Ali Fuat TARI .....

Üye : Prof. Dr. Öner ÇETİN .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ali Demir KESKİNER .....

Bu Tezin Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje no: 18098

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
3. MATERYAL ve YÖNTEM 10
3.1. Materyal 10
3.1.1. Araştırma yerinin coğrafi konumu 10
3.1.2. Toprak özellikleri 11
3.1.3. İklim özellikleri 11
3.1.4. Tarımsal yapı 12
3.1.5. Center pivot sulama sistemlerinin genel özellikleri 13
3.2. Yöntem 13
3.2.1. Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesi 13
3.2.2. Dağılım türdeşliği 15
3.2.3.Su uygulama hızı 15
3.2.4. İnfiltrasyon hızı 16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 17
4.1. Değerlendirilen sulama sistemlerin genel özellikleri 17
4.2. Uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama sayıları 21
4.3. Center pivot sulama sistemlerinde uygulanan suların dağılımı 25
4.4. Yüzey akışların belirlenmesi 29
4.5. Su dağılım üniformiteleri 32
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 35
5.1. Sonuçlar 35
5.2. Öneriler 36
KAYNAKLAR 37
ÖZGEÇMİŞ 39

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

CEYLANPINAR TARIM İŞLETMELERİNDE KULLANILAN CENTER PİVOT SULAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ercan KILIÇ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Fuat TARI
YIL: 2019, Sayfa: 39

Bu çalışma, Ceylanpınar Tarım İşletmeleri Gökçayır bölgesinde 2017-2018 yıllarında yürütülmüştür. Center pivot sulama sistemlerini performans değerlendirilmesi belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada 15 adet center pivot sulama sistemi izlenmiş ve değerlendirilmiştir. Araştırma mısır ve buğday bitkisinin ekili olduğu arazide yürütülmüştür Kullanılan center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemleri farklı uzunluklarda olup 285 m ile 402 m arasında değişmektedir. Aynı zaman da span uzunlukları da 54 m ile 55 m arasında, span sayısı 5, 6 ve 7 adet arasında değişmektedir. İncelenen sistemlerin çalışma modları %6 ve %10 arasındadır. Buğday bitkisine sezonluk uygulanan ortalama su miktarı 270.3 mm ile 857.2 mm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Mısır bitkisine ise 532 mm ile 840 mm arasında sulama suyu uygulandığı saptanmıştır. Yüzey akışların ortaya çıktığı ve düşük basınçla sistemlerin çalıştırması sonucu bitki boyların da dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan infiltrasyon testiyle bölgede araştırma alanının infiltrasyon hızları ve yüzey akışlar belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucun da, yapılan sulamalara dair su uygulama üniformitesi (CU) ve su dağılım türdeşliği (DU) belirlenmiştir. Değerlerin, CU %72.1 ile %93.7, DU %53.4 ile %88.9 arasında değiştiği belirlenmiştir. Homojen bir sulama için istenilen düzey de bir performans sergilenmediği belirlenmiş ve bazı sulamaların su dağılımında istenilen eş su dağılımı elde edilmemiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Ceylanpınar, center pivot, yüzey akış, performans değerlendirmesi,

ABSTRACT

MSc Thesis

Institute of Science and Technology Agricultural Structures and Irrigation Depertment

Ercan KILIÇ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structure and Irrigation

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Fuat TARI
Year: 2019, Page: 39

This study was carried out in Ceylanpınar Agricultural Enterprises Directorate in the Gökçayır region in 2017-2018. In order to determine performance evaluation of center pivot irrigation systems, 15 center pivot irrigation systems were monitored and evaluated in this study. Corn and wheat crops are also studied in the research. It was observed that the average amount of water applied to the wheat plant in the season varies between 270.3 mm and 857.2 mm. The center pivot irrigation systems used are in different lengths ranging from 285 m to 402 m. At the same time, span lengths vary between 54 m and 55 m and their number varies between 5,6 and 7 units. The operating modes of the systems studied are between 6% and 10%. It has been observed that the fluctuations in the plant lengths have occurred as a result of the surface flows and low-pressure systems. The surface flow was determined by the water permeability of the soil in the area by the infiltration test. As a result of the regulations, the water application uniformity (CU) and water distribution specimenity (DU) were determined. It was determined that CU changed between 72.1% and 93.7% and between DU 53% and 88.9%. The desired level of homogeneous irrigation was not observed. It has been determined that there is no performance at the desired level for homogeneous irrigation and the desired water distribution in the water distribution of some irrigation has not been achieved.

KEYWORDS: Ceylanpınar, center pivot, surface flow, performance evaluation,

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. Ali Fuat TARI ’ya ve tez çalışmamda maddi manevi hiçbir desteği esirgemeyen babama ve desteklerini esirgemeyen Bülent AYHAN ve Reis KARAPINAR’a ve de Mevlüt ALTUNTAŞ’A teşekkür ederim.

.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Ceylanpınar ilçesinin harita üzerindeki konumu 10
Şekil 3.2. Su toplama kaplarının 10'ar metreyle döşenmesi 14
Şekil 3.3. İnfiltrasyon testi 16
Şekil 4.1. Su toplama kaplarında biriken suların ölçümü 17
Şekil 4.2. Su toplama kaplarının dizilimi 18
Şekil 4.3. Yüzey akışa geçen su 24
Şekil 4.4. Center pivot teker hizalarının suyla dolması 24
Şekil 4.5. CP1 center pivot boyunca uygulanan su miktarları 25
Şekil 4.6. Center pivotun son spanın da yüzey akışa geçen su 26
Şekil 4.7. Center pivot boyunca uygulanan su miktarları 27
Şekil 4.8. Center pivot boyunca uygulanan su miktarları 28
Şekil 4.9. Center pivot boyunca uygulanan su miktarları 28
Şekil 4.10. Center pivot boyunca uygulanan su miktarları 29
Şekil 4.11. Center pivot sulama sistemlerinin uyguladığı sulama hızları 30
Şekil 4.12. Center pivot sulama sistemlerinin uyguladığı sulama hızları 31
Şekil 4.13. Center pivot sulama sistemlerinin uyguladığı sulama hızları 31
Şekil 4.14. Center pivot sulama sistemlerinin DU ve CU değerleri 32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Ceylanpınar ilçesinin uzun yıllara ilişkin iklim verileri 11
Çizelge 3.2. Ceylanpınar tarım İşletmesinin arazi varlığı 12
Çizelge 3.3. Ceylanpınar gökçayır işletmesinde yetiştirilen bazı bitkilerin istatistiki verileri 12
Çizelge 4.1. Center pivot sulama sistemlerine ilişkin bilgiler 19
Çizelge 4.2. Denemenin yürütüldüğü yer ve center pivot sulama sistemleriyle ilgili bilgiler 20
Çizelge 4.3. Center pivot sulama sistemlerinin sulama uygulamalarına ilişkin değerler 21
Çizelge 4.4. Sulama sistemlerinin üniformite değerleri 33

SİMGELER DİZİNİ

A	Su toplama kabı ağzı alanı
Atm	Atmosfer basıncı birimi
Bar	Basınç birimi
Cm h^{-1}	Santimetre/saat
cm	Santimetre
cm^2	Santimetrekare
cm^3	Santimetreküp
CU	Dağılım türdeşliği
CP	Center pivot
°C	Santigrat derece
da	Dekar
DU	Üniformite katsayısı
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
h	Saat
I	Toprağın su alma hızı
Iy	Ortalama sulama hızı
kg da^{-1}	Kilogram $dekar^{-1}$
K,n,a,b	Toprağın hidrolik özelliklerini yansıtan ampirik katsayılar
m	Metre
mm	Milimetre
mm h^{-1}	Milimetre $saat^{-1}$
Overhang	Center pivot span ilave borusu
PVC	Sentetik plastik polimer
rj	Su toplama kaplarının merkezden radyal uzaklığı
s	Saniye
t	Su toplama kabında su birikme süresi
TİGEM	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TİM	Tarım İşletmeleri Müdürlüğü
V	Su toplama kabında biriken su hacmi
%	Yüzde
Z	infiltre olan su derinliği
x	Su toplama kaplarında sulama süresince biriken su miktarı
$\bar{x}$	Su toplama kaplarında sulama süresince biriken ortalama su miktarı
$\overline{X}_{lq}$	Su toplama kaplarının en az su alan ¼'ündeki ortalama su miktarı

1. GİRİŞ

Bölgemizde nüfusun artması ve tarımda sulamanın her geçen gün daha çok artmasıyla su miktarında aşırı derecede kullanımı meydana gelmektedir. Mevcut suyu daha iyi kullanmak için insanoğlu birtakım yöntemlere yönelmiştir. Tarımda sulamanın her geçen gün artması ve suyun bilinçsizce kullanılmasıyla, yağmurlama sulama sistemleri ve damla sulama sistemleri uygulaması yapılmaya başlamıştır. Kullanılan bu sulama sistemlerinin enerji ve yatırım maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı, başka arayışlara yönelerek modern basınçlı sulama sistemleri olan ve büyük alanların sulanmasına olanak sağlayan center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemlerini kullanmaya başlamıştır.

Özelikle tarımda suyu en iyi şekilde tasarruflu kullanmak ve bitki ihtiyacına göre sulama yapmak, çiftçinin yükünü ve su kaynaklarını olabildiğince etkilemektir. İleriki zamanlarda su sıkıntılarının artacağı ve dünyanın su üzerine kurulu olduğunun bilincinde davranılarak modern sistemler geliştirilmiştir. Center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemleri de bu arayışlar sonucunda ilgi gören bir sulama sistemidir. Center pivot sulama sistemleri, işgücü gereksinimini azaltmak, tarımsal üretimi artırmak ve su kullanımını optimize etmek için 60 yıldan daha uzun bir süre önce icat edildi. USDA Tarım ve Hayvancılık anketine göre (2008) center pivot sulama Amerika Birleşik Devletlerin'de yağmurlama sulama arazilerinin çoğunda kullanılır ve her türlü yağmurlama sulama sisteminin %83'ünü temsil eder. Amerika Birleşik Devletlerin'de üretimi başlayıp yaygınlaşan bu sulama sistemi, dünyanın birçok yerinde tarım arazilerinde yerini almıştır. Su dağılımının homojenliği, bitkiye göre istenilen değerde sulama değerlerinin merkezi otomasyon sistemiyle ayarlanması, işgücü maliyetinin az olması ve arazi alanlarına göre boyutlandırılabilmesi en önemli özeliklerindendir. Center pivot sulama sistemlerinin hızla artmasının nedenleri, uzun mesafede diğer sulama sistemlerine kıyasla daha düşük basınçla çalışması, otomasyon sistemine bağlı olduğu için işgücü tasarrufu ve maliyet bakımından avantajlı olmasıdır (Ah Koon, 1994). Center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemleri geniş tarım arazileri için daha elverişli iken Türkiye'de bu tam aksinedir. Çünkü eğimin fazla ve parsellerin küçük boyutta olması sistemin

yaygınlaşmasını oldukça engellemektedir. Yağmurlama sulama sistemleri içerisinde basınçlı sulama sistemi olan center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemi uygun başlık debileri ile suyu homojen dağıtırken, uzun boylu bitkiler için daha avantajlı olup sistem yüksekliği 3 metreye kadar çıkabilmektedir. Bu da yağmurlama sulamanın istenilen düzeyde ve istenilen su miktarını eşit bir şekilde bitkinin kök bölgesine verebilmektedir.

Ülkemizde yağmurlama sulama, damla sulama ve karık sulama yapılmakta olup genelde taşınabilir sulamalar tercih edilmektedir. Yağmurlama sulama sistemlerini tesis durumlarına göre sabit, sürekli hareketli ve taşınabilir olarak üç grupta değerlendirebiliriz. Sabit ve taşınabilir sistemlerde ekipmanlar sulama süresince hareketsiz kalırken hareketli sulama sistem ekipmanları dairesel ya da doğrusal hareket halindedirler (James, 1993). Center pivot (döngüsel hareketli) ve Linner (doğrusal) sulama olan taşınabilir sulama daha az kullanılmaktadır. Sistemin hareketli olması, işgücü gereksiniminin az, zamana bağlı ayarlanabilir, tarla bitkileri için uygun ve büyük arazilerde rahatlıkla uygulanması sistemin sağladığı kolaylıklardır. Bunun yanında sistemin taşınabilir olup birçok arazide kullanılması da ekonomik açıdan tasarruf sağlar. Sulama sistemlerinde suyun tasarruflu kullanımı arazi içerisinde suyun işletilmesi, dağıtılması ve iletilmesi sırasında sağlanır. Bunların arasında tarla su uygulama randımanı artırılması en büyük paya sahiptir. Bu nedenle yüzey sulama sistemleri yerine basınçlı sulama sistemlerinin kullanılması verimi %60, %80 ve %90'a kadar yükseltmektedir. Bu sayede %20'de %30'a kadar su tasarrufu sağlamaktadır (Kanber, 2002).

Sistemi arazi boyutuna göre istenilen uzunlukta tasarlamak mümkündür. Sprink başlıklarının içinde debiyi ayarlamak için nozullar bulunur ve bu nozullar merkez kuleden sona doğru sistemin ilerleme hızına bağlı olarak, artan debiye karşılık küçükten büyüğe doğru artış gösterir. Center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemleri su uygulama randımanı bakımından oldukça avantaj sağlamaktadır. Özenle tasarlanmış hareketli veya sabit sulama sistemleriyle toprağın infiltrasyon hızına yakın sürede türdeş su uygulaması yapılabilir. Böylelikle bitki zarar görmemiş olur ve su akışı engellenmiş olur.

Hareketli sulama sistemleri diğer sulama sistemlerine kıyasla uygulama türdeşliği bakımından yükseklik gösterir. Sistemler zamana göre ayarlanılabildiği için su akışlara engellenilebilir veya ortadan kaldırılabilir (James, 1993). Su dağılım türdeşliği ve su dağılım üniformitesi iyi bir şekilde ayarlandığı zaman %100 su uygulama randımanı sağlamak mümkündür. Su uygulama randımanı yüksek olan bir sulama sisteminin tercih edilmesi su tasarrufunu da beraberinde getirir tasarruflu olan bir sistemde herkes tarafından daha ilgi görmektedir. Sulama sezonu boyunca tüm tarım arazisine eşit miktarda sulamanın sağlanması bitki su ihtiyacını da karşılayıp, verimi yüksek tutmaktadır. Döngüsel hareketli sulama sistemleri diğer sulama sistemlerine oranla ciddi anlamda işgücünü de tasarruf sağlamaktadır.

GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi)'ın sağladığı su imkânı ile sulanan tarım alanları her geçen gün daha da artmaktadır, Atatürk Barajı'ndan sağlanan su yörenin en büyük avantajıdır. Mardin ana kanalından Ceylanpınar ilçesinin tarımsal sulama ihtiyacı giderilmektedir. Sulama imkanının olduğu yörede, suyu tasarruflu kullanmak ve enerji maliyetinin düşürmek için modern sulama yöntemlerine yönelmiştir.

Modern sulama tekniklerinin yaygınlaşması ile Ceylanpınar TİM (Tarım İşletmeleri Müdürlüğü)'de center pivot sulama sitemleri hızla kullanılmaya başlamıştır. Modern basınçlı center pivot (döngüsel hareketli) yağmurlama metodunun kullanıldığı ovada, üreticilere sağladığı bazı avantajlardan dolayı önemli bir seçenek olarak ortaya çıkmıştır. Ceylanpınar Tarım İşletmelerinde halen 586'nın üzerinde hareketli sulama sistemleri ovada kullanılmakta olup bu sayı her geçen yıl daha da artmaktadır.

Ceylanpınar Tarım İşletimleri Müdürlüğünün arazilerinde kullanılan center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemleri genel olarak, mısır ve buğday sulamasında daha çok kullanılmaktadır. Yaz ayında ekilen ikinci ürün mısırda sulanan alan daha fazladır çünkü center pivot sulama sistemleriyle sulama gereksinimleri kolayca giderilmektedir. Tarım dışı olan alanlar mera olarak kullanıma açılıp sulaması yine modern sulama sistemleri olan center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemleri ile yapılmaktadır.

Bu çalışmada, Ceylanpınar Tarım İşletmesi'nde center pivot sulama sistemlerinin performanslarını, su dağılımları belirlemek, performansların düşürücü nedenlerini ortaya koymak, su dağılım türdeşlik değerleri ile su dağılım üniformitesini ve yüzey akışa geçen su miktarını tespit etmektir. Elde edilen verilere dayanarak sulamaların etkin yapılabilmesi için çözüm yolları üretmektir.

.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sulama sistemleri uygun koşullarda kullanılmayabilir veya istenilen şekilde projelendirilmemiş olabilir. Sulama sisteminin performansını belirlemede, mevcut işletim şartları altında sistemin değerlendirme teknikleri ile ekonomik ve etkin işletim potansiyeli belirlenip kullanılabilir. Bu tür çalışmalarda karar verebilmek için uygun işletmelerde düzenlemeler yapılıp yapılmayacağı, eldeki uygulamalarda düzenleme olup olmayacağına bağlıdır. Ürün miktarında artış sağlamak için sistem ve işletmelerdeki düzenlemeler sonucu, toprak korunması ve işgücünden tasarruf ile sağlanır (Merriam ve Keller 1978).

Abernethy (1986), sulama sistemlerinin performans değerlendirilmesinde önemini belirtmiştir. Eşitlik, güvenirlik ve devamlılık parametrelerinin Bu parametrelerin su dağılımında yeterli olmaması durumunda su tasarrufu sağlanılmaz, verimde kayıplar meydana gelir, çiftçilerin sulama sistemlerine olan güvenleri sarsılır, yüzey akışları ve tuzlanmalar meydana gelir.

Sulama sistemlerinin performansını belirlemedeki parametrelerin dağılım üniformitesi, bitki için toplam elverişli su miktarı, sulama yeterliliği ve derine sızmadır (Wahdan ve El-Gayar, 1988).

Hoffman ve Martin (1993)'e göre istenilen bir sulama sisteminde bitkinin ihtiyacını karşılayacak kadar arazinin tümüne aynı miktarda su verilir. İstenilen sulama suyunu ortaya koymak için aynı olmayan sulama sistemleri ve yöntem stratejileri belirlenmelidir. Sulama performanslarını yükselten metotları araştırmacılar yeniden incelemiştir. İstenilen sulama sistemine ulaşılmasa da, kazanç sağlayan seçimlerde ve yönetim teknolojilerinde gelişmeler sağlanmıştır. Bütün sulama sistemlerinin performanslarını yükseltme imkânı vardır ve her sistem için birim suda elde edilen bir maksimum ürün miktarında bir sınır vardır.

Performans değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmaların çoğu sulama sistemlerinin performans kriterlerinin tanımlanması, değişkenlerin belirlenmesinde

kullanılabilecek yöntemlerin bulunması ve kıyaslanabilir ortak göstergelerin seçilmesiyle ilgilidir (Beyribey,1997).

Bahçeci ve ark. (2008), yağmurlama sulama sistemlerinde performans değerlerini belirlemek amacıyla, Konya ovasında 38 yağmurlama sulama değerlendirilmiştir. Araştırmada, sulama suyu miktarları, yağmurlama başlık basınçları, debi ve başlık basınç değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, uygulama ve dağılım üniformitesini, uygulanan sistem karakteristikleri ve sulama yeterliliği optimum su kullanımını etkileyen birçok faktör arasında olduğundan bu parametreler üzerinde durulmuştur. Araştırma sonucunda, su dağılım yeknesaklığı (DU) %18-81 ve eş su dağılım katsayısı (CU) %41-88 aralığında bulunmuştur. Debi ve başlık basınçları arasındaki yüksek farklılığın, farklı başlıkların aynı lateral üzerinde kullanılmasından kaynaklı olduğu bildirilmiştir. Sulama yeterliliği ve su dağılım üniformitesini artırmanın, dar lateral aralıklarıyla olacağı ifade edilmiştir.

Kara ve ark. (2008), Samsun'da yaptıkları bir araştırmada bölge koşullarında en çok kullanılan beş farklı tipteki yağmurlama başlığı performansını belirtmişlerdir. Araştırma sonucunda, ayrı ayrı başlık tipleri için, eş su dağılım katsayısı dikkate alınarak, uygun aralıklar belirlenmiştir.

Center pivot sistemi için en yaygın kullanılan sulama düzgünlüğünün ölçüsü, yüzde uygulama olarak ifade edilen ve ortalama uygulama derinliğinden mutlak sapmaya dayanan üniformite katsayısıdır (Hermann ve Hein, 1968).

Drenaj potansiyelini ciddi oranda azaltan bir çalışmada yağmurlama başlıklarının CU değerleri %94 ile %97 arasında olduğunu belirtmişlerdir (Lyle ve Bordovsky, 1981).

Cuenca (1989)'ya göre homojen bir su dağılımını elde etmek için lateral aralığı mesafesinin %65'ten az, başlık arası su fırlatma mesafesinin de %50'den az olması gerektiğini vurgulamıştır.

Düşük CU ve DU değerleri, derine sızma kayıplarının büyük ölçüde olması tüm alanın yeterli seviyede sulanmasıyla mümkündür (Keller ve Bliesner 1990).

Center pivot hareketli sulama sistemlerinin önemli sınırlaması, kare şeklinde olan bir arazini %21'ni sulama yapmaksızın turunu bitirir. Bu dairesel sistem Avustralya şeker endüstrisindeki center pivot sisteminin ciddi bir kısıtlamasıdır (Anonim, 1991).

Uygun bir şekilde tasarlanmış hareketli veya sabit sulama sistemleriyle toprağın infiltrasyon hızına yakın sürede türdeş su uygulaması yapılabilir. Böylelikle bitki zarar görmemiş olur ve su akışı engellenmiş olur. Hareketli sulama sistemleri diğer sulama sistemlerine kıyasla uygulama türdeşliği bakımından yükseklik gösterir. Sistemler zamana göre ayarlanılabildiği için su akışlara engellenilebilir veya ortadan kaldırılabilir (James, 1993).

Tarımda su büyük ölçüde kullanıldığından, istenilen şekilde suyun iletilmesi, işletilmesi, dağıtımı ve uygulanmasıyla büyük ölçüde su tasarrufu yapılabilir. Su ihtiyaçlarının kısıtlı, enerji maliyetlerinin yüksek olması doğal kaynakların ekonomik yönde tasarruflu şekilde kullanımını artırmıştır. Sulama uygulamalarında enerji ihtiyacı, yatırım ve işletme masraflarının azalması, randımanı yüksek sulama için su tasarrufu sağlayacak yeni teknolojiler ileri planda bulundurulmalıdır (Kanber, 1995; Solmon, 1990).

Su kaynaklarının iki önemli ana bileşeni su kaynaklarının iyi yönetilmesi ve su kaynaklarının etkin kullanılmasıdır. Sulama sistemlerinin uygun bir şekilde projelenmesi temel hedeftir (Parsons,1996).

Sulama randımanının düşmesi, dağılım türdeşliği olmayan bir suyun derine sızma ve yüzey akışlarla kaybolmasına bağlıdır (Kanber, 1997).

Tarı (1998), yaptığı bir araştırmada Ilgın ovasında patates ve şeker pancarının yetiştirdiği ovada yapılan yağmurlama sulamalarda DU değerlerinin %37-82, CU değerlerinin %58-82 arasında olduğunu belirlemiştir.

Padmanaphan (1997), basınçlı sulama sistemlerinden yağmurlama sulama sistemi ile su dağılım üniformitesinde etkili olan parametreleri belirlemek için yaptığı bir çalışmada farklı 4 başlık meme çapı ve basınç için 16 adet kombinasyon gözlemlemiştir. Üniformite katsayısını yalnız rüzgâr hızının yüksek bir etkiyle korelasyon sağladığını ve diğer parametrelerin önemli olmadığını bildirmiştir.

Sulama sistemlerinde suyun tasarruflu kullanımı arazi içerisinde suyun işletilmesi, dağıtılması ve iletilmesi sırasında sağlanır. Bunların arasında tarla su uygulama randımanı artırılması en büyük paya sahiptir. Bu nedenle yüzey sulama sistemleri yerine basınçlı sulama sistemlerinin kullanılması verimi %60, %80 ve %90'a kadar yükseltmektedir. Bu sayede %20'de %30'a kadar su tasarrufu sağlamaktadır (Kanber, 2002).

En uygun koşullarda sulama yönteminin belirlemesinde iklim, bitki özellikleri, toprak, topoğrafya, su kaynağı, sulama suyu, ekonomik, sosyal ve kültürel durumlar gibi faktörler belirlemektedir. Yeraltı sulama ile sulanan alanlarda derin kuyulardan toprak yüzeyine suyun çıkarılmasında önemli oranda enerji maliyeti gerekmektedir. Suyun dağıtımını ve uygulanmasını yüksek randıman aracılığıyla araziye uygulanmasını gerektirmektedir. Damlama sulama ve yağmurlama sulama yöntemleri yüzey sulama ile karşılaştırıldığında sulama yönünden %20-30 kadar tasarruf sağlarken verimde %60'dan %85-90'a kadar artış sağlar (Kanber ve ark. 2002).

Bir sulama sisteminin yönteminin sistematik olarak gözlemlenmesi, belgelenmesi ve yorumlanması olarak tanımıştır (Bos et al., 2005). Baum ve ark. (2005), Florida'da yaptıkları bir çalışmada, su dağılım yeknesaklığını (DU) hesaplamışlardır. Araştırmada sprey ve rotor başlık değerleri hesaplanmış, ortalama başlık değerleri DU %41 ve rotor değeri %49 hesaplanmıştır.

Duges (2006), basınç ve rüzgârın doğrusal hareketli sulama sistemlerinin üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda, 3 farklı rüzgâr hızı (1.7 m s^{-1}, 3.3-3.9 m s^{-1}, 5.0-6.6 m s^{-1}), 2 farklı başlık meme çapı ve 2 atm. basınçla çalıştırılan başlıklarda, su dağılım katsayıları (CU) %70-93 aralığın da tespit etmiştir.

Tarı ve ark. (2014), Konya'da yaptığı bir araştırmada center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemleri ile genellikle patates, buğday, yonca, havuç, mısır, şekerpancarı ve ayçiçeğinin sulandığını belirtmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yerinin coğrafi konumu

Bu çalışmada yer alan işletme arazisi, Güney Doğu Anadolu Bölgesi Şanlıurfa ili, Ceylanpınar ilçesi içerisinde, Suriye sınırı boyunca uzanan toplam 1 635 928 dekar arazi varlığıyla, (TİGEM) Genel Müdürlüğünün kullanımındaki toplam arazi varlığının %50'sini oluşturmaktadır.

Ceylanpınar Tarım İşletmesi Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, Şanlıurfa ili Ceylanpınar ilçesi sınırları içindedir. İşletme arazileri doğuda Ceylanpınar ve Kızıltepe arazileri, batıda Akçakale ve Harran ilçeleri, güneyde Suriye ve kuzeyde Viranşehir ilçesine komşudur (Şekil 3.1). Ceylanpınar Tarım İşletmeleri arazisi coğrafi konumu 36° 45' 23" kuzey ile 39° 38' 54" doğu koordinatlarıdır



Şekil 3.1. Ceylanpınar ilçesinin harita üzerindeki konumu

3.1.2. Toprak özellikleri

Ceylanpınar'da çalışmaların yürütüldüğü arazilerin toprak bünyesi killi sınıfında olup, organik madde bakımından orta düzeydedir. Toprakların yüksek düzeyde kil içermesi (%32-70) tarımsal kullanım seçiminde çok dikkatli olmasını gerektirmektedir. Ova topraklarındaki baskın kil tipinin smektik olması yanlış ve aşırı sulamanın neden olacağı tuzluluk etkisine zemin hazırlayacağını göstermektedir (Anonim, 2019b).

3.1.3. İklim özellikleri

Ceylanpınar ilçesinde kısmen Akdeniz iklimi ve karasal iklim hüküm sürmektedir. Yazları çok sıcak ve kurak, kışları yağışlı ve nispeten ılıman geçmektedir. Çizelge 3.1.'de Ceylanpınar ilçesine ait uzun yıllık ve araştırma yıllına ait bazı değerler verilmiştir (Anonim, 2018).

Çizelge 3.1. Ceylanpınar ilçesinin uzun yıllara ilişkin iklim verileri

Aylar	**Ort. Sıcaklık (°C)**	**Yağış (mm)**	**Ort. Nisbi nem (%)**	**Buharlaşma (mm)**	**Ort. Rüzgâr hızı ($m\ s^{-1}$)**
Ocak	5.40	53.70	72.80	-	1.50
Şubat	7.10	46.40	68.30	-	1.70
Mart	11.10	46.60	64.20	-	1.70
Nisan	16.30	41.10	60.40	361.70	1.90
Mayıs	22.40	20.30	47.80	124.00	2.00
Haziran	28.50	3.30	34.80	206.20	2.60
Temmuz	32.00	1.00	33.70	316.70	2.60
Ağustos	31.00	0.40	36.00	361.70	2.20
Eylül	26.10	2.70	37.60	319.50	1.70
Ekim	19.60	19.90	47.20	215.70	1.30
Kasım	12.00	30.70	62.40	130.00	1.10
Aralık	6.90	45.90	72.10	26.80	1.40
Yıllık Ort. Top.	18.20	312.00	53.10	1767.00	1.80

Ceylanpınar ilçesinin uzun yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin 18.2°c ve yağış miktarının 312 mm ve yıllık ortalama buharlaşma 1 767 mm olduğu gözlemlenmektedir (Çizelge 3.1.).

3.1.4. Tarımsal yapı

Araştırmanın yürütüldüğü Ceylanpınar Tarım İşletmeleri Müdürlüğünde yaygın olarak hububat tarımı yapılmaktadır. Kışlık bitki olarak en çok mercimek ve buğday yetiştirilmektedir. Yazlık bitki olarak en çok yetiştirilen bitki mısır olmakla birlikte bölge iklimine de en uyumlu olan bitkidir (Anonim, 2019d). Aşağıda bazı bitkilerin istatistiki değerleri verilmiştir. Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3.'te verildiği gibi işletme arazisinin %62'sini tarla, %28'ini mera, %4'ünü bahçe, %4'ünü yem bitkileri ve %12'sini kültür dışı araziler oluşturmaktadır (Anonim, 2019a).

Çizelge 3.2. Ceylanpınar tarım İşletmesinin arazi varlığı (Anonim, 2019c)

Arazinin cinsi	**Alan (da)**	**Oran (%)**
Kültüraltı arazi	1 435 477.2	87
Tarla arazisi	898 357.2	62
Bahçe arazisi	64 615.0	4
Yem bitkileri	66 922.0	4
Tabii mera	405 538.0	28
Kültürdışı arazi	200 451.0	12
Toplam arazi	1 635 928.2	100
Sulanan arazi	612 415.0	42

Çizelge 3.3. Ceylanpınar gökçayır işletmesinde yetiştirilen bazı bitkilerin istatistiki verileri (Anonim, 2017)

Ekilen bitki	**Sulama sistemi**	**Ekilen alan (da)**	**Verim (kg da^{-1})**
Buğday	Center pivot	18 961	468.80
Dane mısır	Center pivot	2 030	1 011.4
Silaj mısır	Center pivot	4 310	3 967.0

Ceylanpınar tarım işletmelerinde ağırlıklı olarak buğday, mercimek ve mısır yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ekim dışı alanlar meraya açılıp, center pivot sulama

sistemleri ile sulaması yapılıp küçükbaş hayvancılığı için kullanılmaktadır. Bölgede tarımın yanında hayvancılık yetiştiriciliği de yapıldığı için fiğ, silaj ve yonca bitkisi hayvan yemi olarak yetiştirilmektedir.

3.1.5. Center pivot sulama sistemlerinin genel özellikleri

Center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemleri, merkezi betonarme bir platformda olup manuel ve otomasyon sistemine bağlı uzaktan kontrol sistemi ile çalıştırılan ve döngüsel hareket eden bir sulama sistemidir.

Sistemin uzunluğu boyunca 54 m veya 55 m'de bir sistemi yürüten tekerlekler bulunur ve bu tekerler arası mesafeye span denilmektedir. Pivot uzunlukları arazinin alanına göre değişmektedir. Sistemin en büyük avantajı uzaktan anten vasıtası ile otomasyon sistemine atılan programlar ile yönetilmesidir. Sistemin su uygulama miktarı, sulama zamanı, ileri hareket ve geriye hareket gibi özellikleri bulunmaktadır. Sistemin 54 m ve 55 m'sinde bir komut verme dinamoları ve sistemi harekete geçiren dinamolar bulunmaktadır. Sistem yüzdelik dilime göre oranlanıp turunu %1 ile %100 arasında istenilen değere göre tamamlayabilmektedir ve buna çalışma modu denilmektedir. Çalışma modu ile istenilen tur saati ayarlatılabilmekte ve sulama arası zaman istenildiği şekilde belirlenebilmektedir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesi

Yapılan sulamaların su dağılımını belirlemek amacıyla PVC su toplama kapları kullanılmıştır. Hazırlanan sehpa düzeneğinin ayağı ucu sivrileştirilmiş demirlerden oluşmaktadır. Düzenek su terazisi ile dengelenip su toplama kapları 10'ar metre aralılarla sistem uzunluğu boyunca çift sıralı olarak yerleştirilmiştir. Kullanılan su toplama kapları 20 cm yüksekliğinde ve 10.5 cm çapındadır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Su toplama kaplarının 10'ar metreyle döşenmesi

Center pivotlarda su toplama kaplarının ilki merkeze 20 metre mesafede ölçülmüştür. Kapların yerden yüksekliği 40 cm'dir. Deneme çalışması 287 metre, 342 metre ve 387 metre uzunluğunda olan center pivot sulama sistemlerinde ölçümler yapılmıştır. Farklı modellerde center pivot sulama sistemlerinde çalışmalar ele alınmıştır.

Center pivot (döngüsel hareketli sulama) sistemlerinin sulama suyu eş dağılımını belirlemek için Herrman ve Hain (1968)'a ait Eşitlik 3.1'den yararlanılmıştır (Eşitlik 1).

$$CU=100\left[1.0-\frac{\sum rj|x-\bar{x}|}{\sum r_j x}\right] \qquad (3.1)$$

Eşitlikte;

CU: Uniformite katsayısı (%)

rj: Su toplama kaplarının merkezden radyal uzaklığı (m)

x: Su toplama kaplarında sulama süresince biriken su miktarı (mm)

$\bar{x}$: Su toplama kaplarında sulama süresince biriken ortalama su miktarı (mm), ifade etmektedir.

3.2.2. Dağılım türdeşliği

Center pivot sistemi boyunca su toplama kaplarına dolan ortalama su derinliğinin (mm), an az su alan kapların 1/4 'ündeki ortalama su derinliğine oranıdır (Merriam ve Keller, 1978). DU aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak bulunmuştur (Eşitlik 3.2).

$$DU = 100\frac{\overline{X_{lq}}}{\bar{X}} \qquad (3.2)$$

DU: Dağılım türdeşliği

$\overline{X}$: Su toplama kaplarında biriken su miktarının ortalamasının (mm)

$\overline{X}_{lq}$: Su toplama kaplarının en az su alan ¼'ündeki ortalama su miktarını (mm) göstermektedir.

3.2.3.Su uygulama hızı

Yağmurlama hızını bulmak için aşağıdaki Eşitlik 3.3.'den yararlanılmıştır (Kanber, 1997)

$$ly = \frac{Vx60}{Axt}10 \qquad (3.3)$$

Iy: Ortalama sulama hızı (mm h^{-1})

V: Su toplama kabında biriken su hacmi (cm^3)

A: Su toplama kabı ağzı alanı (cm^2)

t: Su toplama kabında su toplama süresi

3.2.4. İnfiltrasyon hızı

Şekil 3.3.'te verilen infiltrasyon hızını belirlemede kullanılan Eşitlik 3.4. ve Eşitlik 3.5. aşağıda verilmiştir (Kanber, 1997).

$$I = K(t)^{-n} \quad (3.4)$$

$$Z = a(t)^{b} \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

I: Toprağın su alma hızı (cm saat^{-1})
Z: İnfiltre olan su derinliği (cm)
K, n, a, b: Toprağın hidrolik özelliklerini yansıtan ampirik katsayılar
t: İnfiltrasyon süresini (dakika) göstermektedir.



Şekil 3.3. İnfiltrasyon testi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Değerlendirilen sulama sistemlerin genel özellikleri

Ceylanpınar Tarım İşlemleri Müdürlüğünde bulunan sulama sistemleri dikkate alınarak yürütülen bu çalışma 2017-2018 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü yerde center pivot (dairesel hareketli) sulama sistemlerinin sayısı 586 adet olup bu her geçen yıl artmaktadır. Farklı büyüklükteki bitki desenleri ele alınmış ve toprak koşulları dikkate alınarak 15 adet center pivot sulama sistemleri değerlendirilmiştir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Su toplama kaplarında biriken suların ölçümü

Araştırmamızda iki farklı bitkinin ekili olduğu alanda çalışmalar ele alınmıştır bunlar; buğday ve mısır'dır. Buğdayın çıkış yapmasıyla birlikte nisan ayında su

ölçüm kaplarıyla buğday sezonu boyunca 10 farklı center pivot sulama sisteminde ölçüm çalışmaları yapılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü bölgede center pivot sulama sistemlerinin uzunlukları 287 metre ve 402 metre arasında değişmektedir. Arazinin büyüklüğüne göre bu uzunluk değişebilmektedir. Sistemlerin suladığı alan 256 da'dan başlayıp 492 da'a kadar çıkabilmektedir. Yaz sezonunda ise mısır bitkisi üzerine 5 farklı center pivot sulama sisteminde su toplama kaplarıyla ölçümler yapılmıştır. Şekil 4.2.'de sistem boyunca kapların dizilimi görülmektedir.



Şekil 4.2. Su toplama kaplarının dizilimi

Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne (TİGEM) bağlı Ceylanpınar Tarım İşletmeleri Müdürlüğünün Gökçayır işletmesindeki center pivot sulama sistemlerinin span sayıları ve pivot uzunlukları 287 m ve 402 m arasında değişmektedir. Span sayısına bağlı olarak sistem uzunluğu da değişmektedir. Sistemin spas sayıları 5, 6 ve 7 adet olarak değişmekte olup span uzunluğu 54 m ve 55 m arasındadır. Sistemin sonundaki overhang (span uzatma borusu) kısmında ise 12 m ve 24 m kadar ilaveler görülmektedir bu ilaveler ile sistem uzunluğu artırılmıştır ve bu sayede daha fazla alan sulanabilmektedir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Center pivot sulama sistemlerine ilişkin bilgiler

Center pivot no	Span sayısı (adet)	Span uzunluğu (m)	Overhang uzunluğu(m)	Toplam uzunluk (m)
CP1	7	55	12	397
CP2	6	55	12	342
CP3	5	55	12	287
CP4	5	55	12	287
CP5	7	54	24	402
CP6	5	55	12	287
CP7	5	55	12	287
CP8	5	55	12	287
CP9	5	55	12	287
CP10	5	55	12	287
CP11	5	55	12	287
CP12	5	55	12	287
CP13	7	54	24	402
CP14	5	55	12	287
CP15	5	55	12	287

Çizelge 4.2. Denemenin yürütüldüğü yer ve center pivot sulama sistemleriyle ilgili bilgiler

Sistem no	Test tarihi	Toprak bünyesi	Bitki	Sulama alanı (da)
CP1	19.04.2017	Kil	Buğday	494
CP2	20.04.2017	Kil	Buğday	367
CP3	21.04.2017	Kil	Buğday	258
CP4	22.04.2017	Kil	Buğday	258
CP5	22.04.2017	Kil	Buğday	507
CP6	24.04.2017	Kil	Buğday	258
CP7	24.04.2017	Kil	Buğday	258
CP8	21.04.2017	Kil	Buğday	258
CP9	25.04.2017	Kil	Buğday	258
CP10	26.04.2017	Kil	Buğday	228
CP11	01.08.2017	Kil	Mısır	258
CP12	01.08.2017	Kil	Mısır	258
CP13	01.08.2017	Kil	Mısır	507
CP14	02.08.2017	Kil	Mısır	258
CP15	02.08.2017	Kil	Mısır	258

Araştırmada ele alınan 15 adet center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemlerinin test tarihleri 19.04.2017 ile 02.08.2017 tarihleri arasındadır. Araştırmada ele alınan 10 adet sistem buğday bitkisi üzerine incelenmiş olup 5 adet sistem ise mısır bitkisi üzerine incelenmiştir. 19.04.2017 ile 26.04.2017 tarihleri arasında buğday bitkisini sulayan 10 adet center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemlerinin test tarihlerini belirtilmektedir. Araştırmada gözlemlenen sistemlerin suladığı alan 287 da ile 402 da arasındadır (Çizelge 4.2.). Yaz ayında sıcaklık faktörüne bağlı olarak kuyu debilerinin düşmesiyle birlikte sistemlerin suladığı alanlar düşürülmüştür ve elde olan su miktarı ile sulama yapılmaktadır (Çizelge 4.2.).

Mısır bitkisinin boyu 30 cm kadar uzanmasıyla su toplama kaplarıyla ölçümler yapılmış ve çalışma alanının elverişli olduğu bu süre zarfı tercih edilmiştir. Mısır bitkisinin test tarihleri 01.08.2017 ile 02.08.2017 arasında olup uygun ortamın tercih edilmesiyle araştırma yürütülmüştür (Çizelge 4.2.).

4.2. Uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama sayıları

Arazi çalışmasında ele alınan sulama sistemleri toprak özelliklerine ve bitki desenine göre farklı sayıda ve farklı sürelerde çalışmıştır. Sistemlerin hareketine göre su uygulama basıncı, çalışma modu ve uygulanan sulama miktarları belirlenmiştir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Center pivot sulama sistemlerinin sulama uygulamalarına ilişkin değerler

Sistem no	İşletme basıncı (bar)	Ortalama sulama suyu (mm)	Çalışma modu (%)	Toplam sulama sayısı	Toplam sulama suyu (mm)
CP1	2.5	33.2	10	10	332.0
CP2	2.0	27.4	10	18	493.2
CP3	6.0	71.4	10	12	857.2
CP4	3.0	22.5	10	12	270.3
CP5	2.5	33.8	10	12	405.6
CP6	1.5	20.3	10	15	305.2
CP7	2.0	20.8	10	14	291.4
CP8	1.4	19.4	10	19	369.3
CP9	1.9	25.8	10	18	464.9
CP10	1.5	21.0	10	18	378.0
CP11	2.5	30.0	6-10	28	840.0
CP12	2.4	19.4	6-10	31	601.4
CP13	2.4	32.1	6-10	20	642.0
CP14	2.5	21.0	6-10	28	603.0
CP15	2.5	19.0	6-10	28	532.0

Ceylanpınar tarım işletmelerinde kullanılan center pivot sulama sistemlerinin basınçları genel olarak 2 bar ile 2.5 bar dolaylarındadır. Sezon başında yüksek olan basınç değerleri sezon sonuna doğru yeraltı su kaynağının azalmasıyla bu değerler düşmektedir (Çizelge 4.3.). Yaz sezonunda düşen basınç değerlerine karşılık sulama debisinde de düşüşler olmaktadır. Buna çözüm olarak bölgede sezon ortasında kademeli olarak nozul değişimleri yapılmaktadır. Düşük debiyle nozul değişimi yapılarak basınç değerleri artırılıp suyu homojen bir şekilde dağıtma yoluna gidilmektedir. Center pivot sulama sistemleri suyu daha homojen ve zamana göre

ayarlanabilir seviyede özelikler sunduğu için bitkilere istenilen düzeyde sağlıklı sulama yapmak mümkündür. Çizelge 4.3.'te 14 ve 15 nolu pivotlarda görüldüğü gibi, mısır sezonu boyunca sulama miktarının istenilen değerler arasındadır. Aşırı sulama miktarı Çizelge 4.3.'te 3 ve 11 nolu pivotlarda da görüldüğü gibi kullanıcıların yeterli bilinç düzeyinde olmadığını sunmaktadır. CP3 nolu sistemin basınç değeri 6 bar'dır ve buna karşılık gelen sulama suyu miktarı da 71.44 mm olduğu görülmektir bu şekilde çalıştırılan sistem sezon boyunca toplam sulama suyu miktarı 857.2 mm olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.).

Buğday sezonunda en az sulama yapan CP4 nolu sistemin toplam sulama suyu miktarının 270.3 mm olduğu, işletme basınç değerinin 3 bar olmasına karşılık ortalama sulama suyu miktarının 22.53 mm gibi düşük bir değerde seyir etiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.3.).

Sezon boyunca toplam sulama sayılarının değiştiği görülmekle birlikte center pivot sulama sistemlerinin basınç değerleri ve sulama suyu miktarlar da değişmektedir. Bu da hatalı nozul diziliminden, yüksek debi veya düşük debiden kaynaklanmaktadır. Aynı şekilde sistemlerin işletme basınç değerlerinde de büyük farklılıklar olduğunu, CP8 nolu sistemin basınç değeri 1.4 bar olduğunu ve buna karşılık sulama suyu miktarının 19.44 mm gibi basınca oranla düştüğü görülmektedir bu sebeple sulama sayısının 19'a çıkarıldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.3.).

Mısır sezonu boyunca işletme basınç değerleri 2.4 bar ve 2.5 bar arasında tutulduğu gözlemlenmiştir. Yakın değerlerde tutulamaya çalışan 5 adet sistemin basınçlarına karşılık ortalama sulama suyu miktarlarının değiştiği görülmektedir. Bunun temel sebebi ise CP13 nolu sistemin span sayısının fazla olması ve nozul diziliminin yanlış olmasından kaynaklı bir durum olduğu anlaşılmıştır. Sulama sayısının 28 olduğu, CP11 nolu sistemin toplam sulama suyu miktarının 840 mm olduğu ve diğer 4 adet mısır sulaması yapan sistemlerden daha çok toplam sulama suyu uyguladığı görülmektedir (Çizelge 4.3.). Değirmenci ve ark. (1998), Harran ovası koşullarında ekilen ikinci ürün mısırın mevsimlik su tüketimini 1 000 mm civarında olarak belirlemiştir. Mısır sezonu boyunca 5 adet center pivot sulama

sistemleri ile yapılan sulamaların düşük miktarda olduğu gözlemlenmiştir. Aynı şekilde; Çetin (1996), Harran ovasında ikinci ürün mısır üzerine yaptığı bir çalışmada yüzey sulamada en yüksek verimin 1 371 mm su uygulaması ile 1 015 kg da^{-1} elde ettiğini belirlemiştir.

Buğday sezonu boyunca çalışan 10 adet center pivot sulama sistemlerinin çalışma modları %10 da çalıştırılmıştır. Yaz sezonunda mısır bitkisinde ise çalışma modları %6 ve %10 da çalıştırılmış tır. Yaz sezonunda 5 adet center pivot sulama sistemlerinde, sistemler düşük modla çalıştırılıp bitkinin kök bölgesine kadar ıslatma yapılmıştır. Toprak su bakımından doygun duruma geldiğinde ise sistem hızlandırılıp çalışma modları %10'a çıkarılmıştır. Çizelge 4.3.'te görüldüğü gibi iki bitkinin çalışma modların da farklılıklar görülmektedir.

Buğday sezonu boyunca 10 adet sulama sisteminin toplam sulama sayısı 10 ile 19 arasında değişmiştir. Mısır sezonu boyunca gözlemlenen 5 adet sulama sisteminin toplam sulama sayısı 20 ile 30 arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.).

Buğday sezonu boyunca sistemlerin çalışma modları %10'da sabit bir değerde tutulmuştur. Mısır sezonunda çalışma modları %6 ile %10 arasında değişmektedir ve buna bağlı olarak verilen sulama miktarı da değişmektedir. Yaz sezonunda bitki su ihtiyacı yüksek olduğundan sistemin ilerleme hızı yavaşlatıp uygulanan sulama miktarı artırmaktadır. Mısır sezonunda %6 çalışma moduyla sulanan araziler, toprağın doygun duruma gelmesiyle çalışma modu %10'a yükseltilmektedir ve sulama suyu miktarı 72 mm'den 30 mm'ye kadar düşürülmektedir. Toprak doygun olduğundan zaman zaman yüzey akışlar meydana geldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Yüzey akışa geçen su

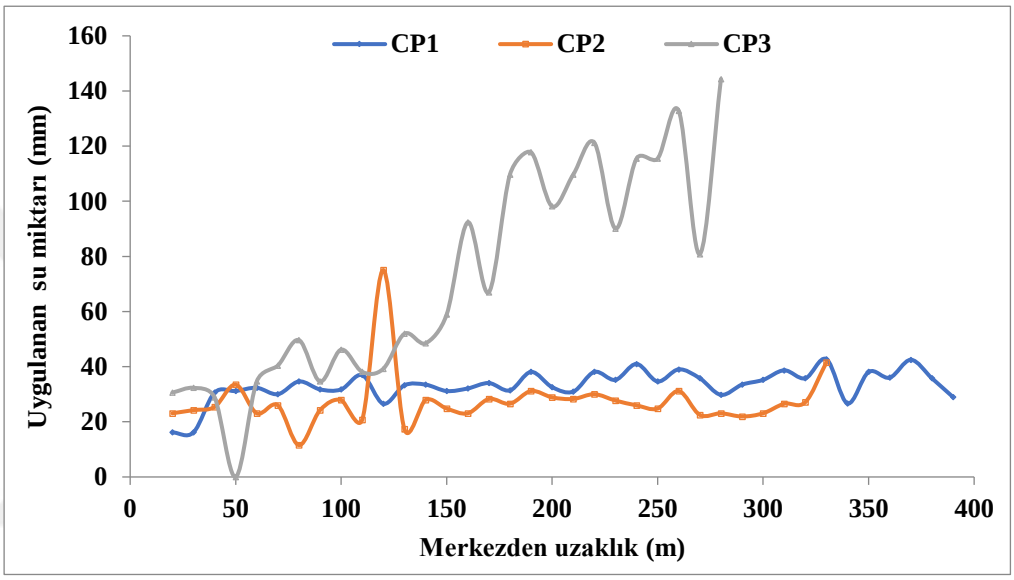
Center pivot sulama sistemlerinde önemli sorunlardan bir tanesi de pivot tekerlerinin sürekli patinaj yapıp sistem hizalamasını bozmasıdır. Bunun temel sebeplerinden bir tanesi de teker izlerinin suyla dolması, arazinin eğimli olması veya çukur bölgelerin suyla dolup bataklığa dönmesidir (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Center pivot teker hizalarının suyla dolması

4.3. Center pivot sulama sistemlerinde uygulanan suların dağılımı

Center pivot sulama sistemlerinde çizgisel hız merkez kuleden overhang (span uzatma borusu) kısmına doğru gidildikçe sistemin ilerleme hızına bağlı olarak artmaktadır ve aynı miktarda sulama yapabilmek için düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Şekil 4.5., Şekil 4.7., Şekil 4.8., Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.'da sistemlerin dağılımlarında düzensiz sulamalar saptanmıştır.



Şekil 4.5. CP1 center pivot boyunca uygulanan su miktarları

Center pivot sulama sistemleri merkez kuleden sistemin sonuna doğru gidildikçe hızları artmakla birlikte uygulanan su miktarı da sprink başlıklarında ki regülatör basınç dengeleyicisiyle tüm sistem boyunca homojen bir dağılım sergilemektedir Şekil 4.5'te CP1 ve CP2 nolu sistemlerinde de görüldüğü gibi sistemlerin sulama miktarı 19 mm ile 40 mm arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5.).

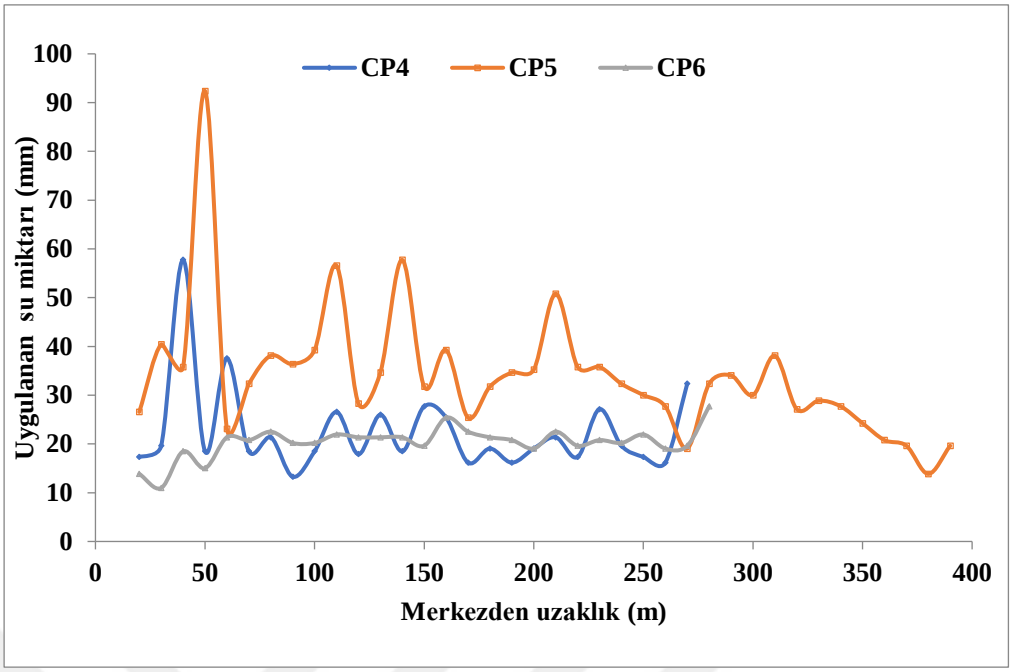
Center pivot sulama sistemlerinde merkez kuleden sistem sonuna doğru gidildikçe uygulanan su miktarı da sistemin hızına oranla artmaktadır ve bundan ötürü yanlış nozul dizilimi ve yüksek debili başlıkların kullanıldığından yüzey akışlar meydana gelmiştir. Şekil 4.5.'te CP3 nolu sistemde görülmektedir. CP3 nolu sistemin 50'nci metresinde sulama miktarında önemli bir düşüş olduğu

görülmektedir. Bu düşüşün nozul tıkanmasından kaynaklı olduğu ve sistem kontrolünün düzenli olarak yapılmadığı gözlemlenmiştir. Aynı şekilde CP3 nolu sistemin tamamında dalgalanma olduğu ve sulama miktarının 140 mm'ye kadar çıkıldığı Şekil 4.5.'te görülmektedir

Center pivot sulama sistemlerinde yüzey akışlar genel olarak span sonlarında gerçekleşmektedir. Sulanan alan span sonuna doğru gidildikçe artmakta ve nozul başlıklarının debileri de eşdeğer oranda artmaktadır, sistem turunu tamamlamak için son spana doğru çizgisel hız artırmakta ve birim alan düşen su toprak yüzeyinden derine sızmadan kısa zaman da akışa geçmektedir (Şekil 4.6.).

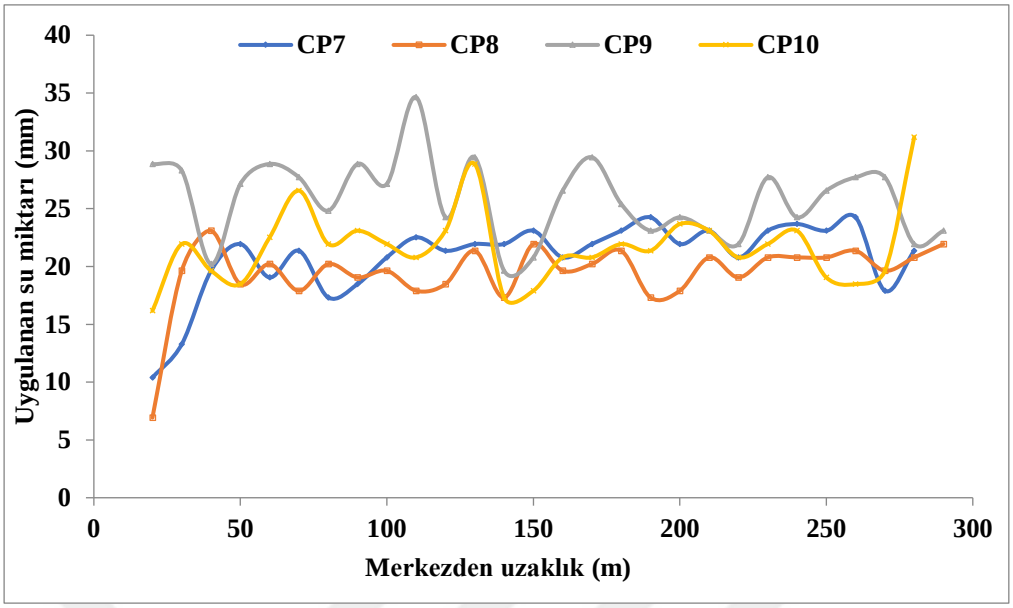


Şekil 4.6. Center pivotun son spanın da yüzey akışa geçen su



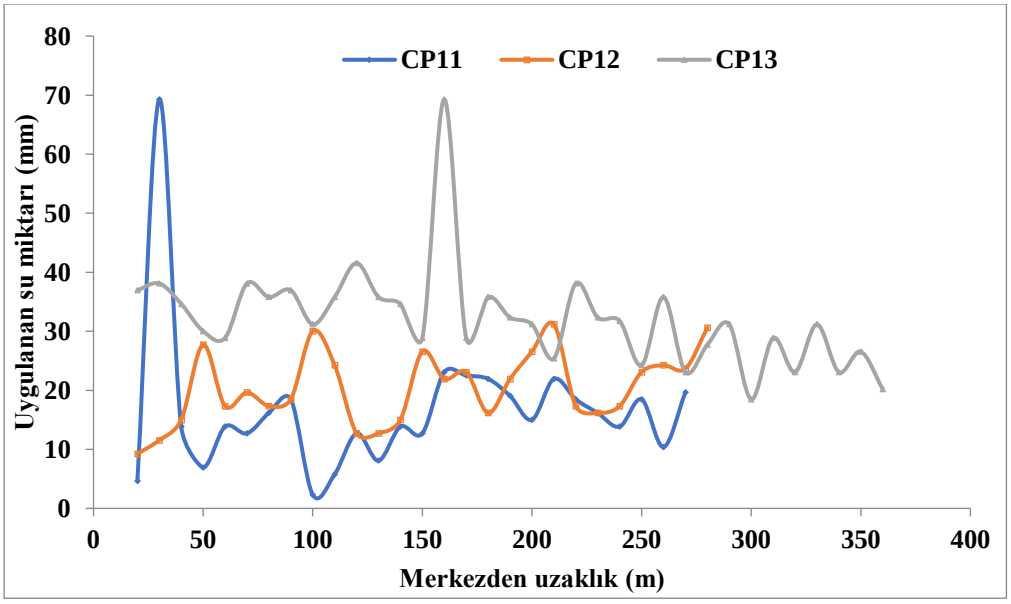
Şekil 4.7. Center pivot boyunca uygulanan su miktarları

Şekil 4.7.'de CP4 ve CP5 nolu sistemlerin sulama miktarlarının sistemin merkez kulesinde aşırı sulama yaptığını ve sistemin sonuna doğru gidildikçe su miktarının düştüğü görülmektedir. CP4 nolu sistemin merkez kulenin 20'nci metresinde 20 mm'nin altında sulama yapıldığı, 50'nci metre de 60 mm'nin altında olduğu ve sistem sonuna doğru düşüş gerçekleştirerek 30 mm'nin altında son bulduğu görülmektedir (Şekil 4.7.). Meydana gelen bu düzensiz sulama toprak yapısının bozulmasına ve verimin düşmesine neden olmaktadır.

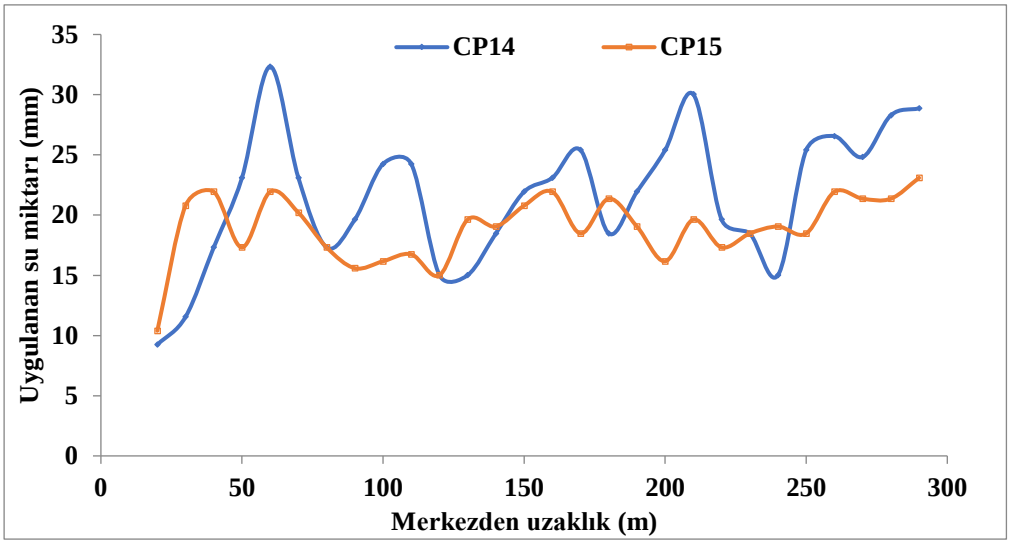


Şekil 4.8. Center pivot boyunca uygulanan su miktarları

Center pivot sulama sistemlerinde sprink başlıklarını ve nozul seçimini üzenle yapılması gerekir aksi taktirde düzensiz bir sulama uygulanmış olur ve bitkilerin birim alanda ki verimleri de düzensiz olur homojen bir sulama için sistemin hızına oranla nozulların seçilmesi gerekir. Şekil 4.8.'de CP7, CP8, CP9 ve CP10 nolu sulama sistemlerinin düzensiz sulaması görülmektedir.



Şekil 4.9. Center pivot boyunca uygulanan su miktarları



Şekil 4.10. Center pivot boyunca uygulanan su miktarları

CP14 nolu sistemin 20'nci metre de su toplama kabıyla ölçülen değerin 10 mm'nin altında olduğu, 60'ncı metre de 30 mm'nin üstüne çıkıldığı ve sonrasında inişli çıkışlı sulama yaptığı görülmektedir (Şekil 4.10.).

CP15 nolu sistemin 20'nci metre de 10 mm sulama yaptığı, 70'nci metre de 30 mm'nin üstüne çıktığı ve sonrasında inişli çıkışlı sulama yaptığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.10.).

Homojen bir sulama için center pivot sulama sistemlerinin iyi bir şekilde düzenlenmesi gerekir. Sistemlerdeki hatalar suyun homojen dağılımını büyük ölçüde etkilemektedir. Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi su miktarının dağınık olduğu, istenilen sulama suyunun homojen bir şekilde olmadığı görülmektedir.

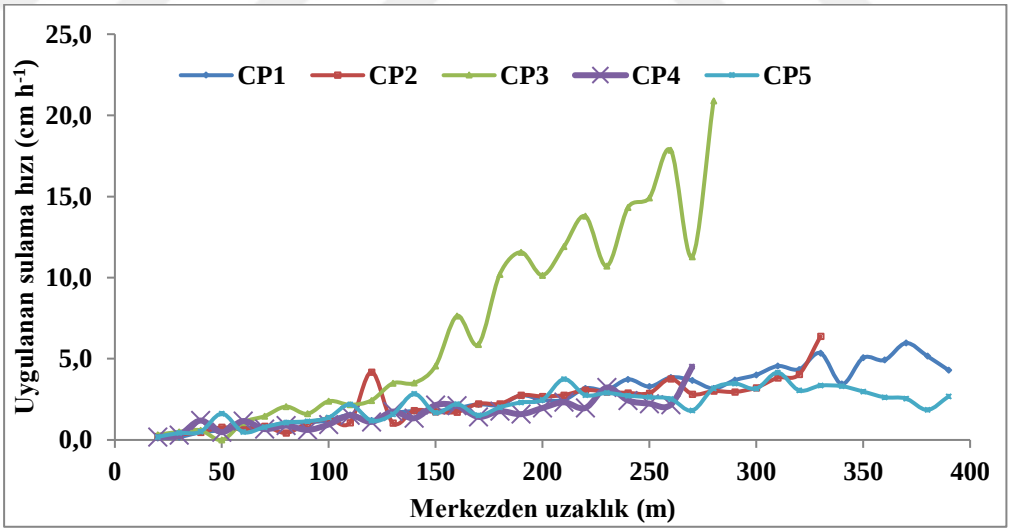
4.4. Yüzey akışların belirlenmesi

Center pivot sulama sistemlerinde meydana gelen yüzey akışların tespiti konusunda 15 adet pivot gözlemlenmesi yapılmıştır. Sistemlerin merkez kuleden sona doğru uygulanan sulama hızları incelenmiş olup 15 adet pivot sisteminde farklılıklar olduğu görülmüştür. Şekil 4.11., Şekil 4.12. ve Şekil 4.13.'te sistemlere ilişkin bilgiler verilmiştir.

Şekil 4.11.'de CP1, CP2, CP4 ve CP5 nolu sistemlerin sulama hızları saate 0 cm ile 6 cm arasında değiştiği ve CP3 nolu sistemin 150'nci metreden sonra giderek artığı ve artışa bağlı inişli çıkışlı seyir etiği gözlemlenmiştir. Sulama hızlarında ki farklılıklar, yanlış nozul seçiminden ve nozul tıkanmasından kaynaklanmaktadır.

Uygulanan su miktarının hızı, merkez kuleden sistemin sonuna doğru artmaktadır ki sistem döngüsel olarak hareket etiği için, sulanan alan da büyümektedir. Sistem turunu aynı hizada ve aynı anda tamamlamak için span hızları da sona doğru artmaktadır. Artan sistemin ilerleme hızına oranla uygulanan sulama hızı da aynı şekilde artmıştır. Şekil 4.12.'de görüldüğü gibi artan su hızı gözlemlenmiştir.

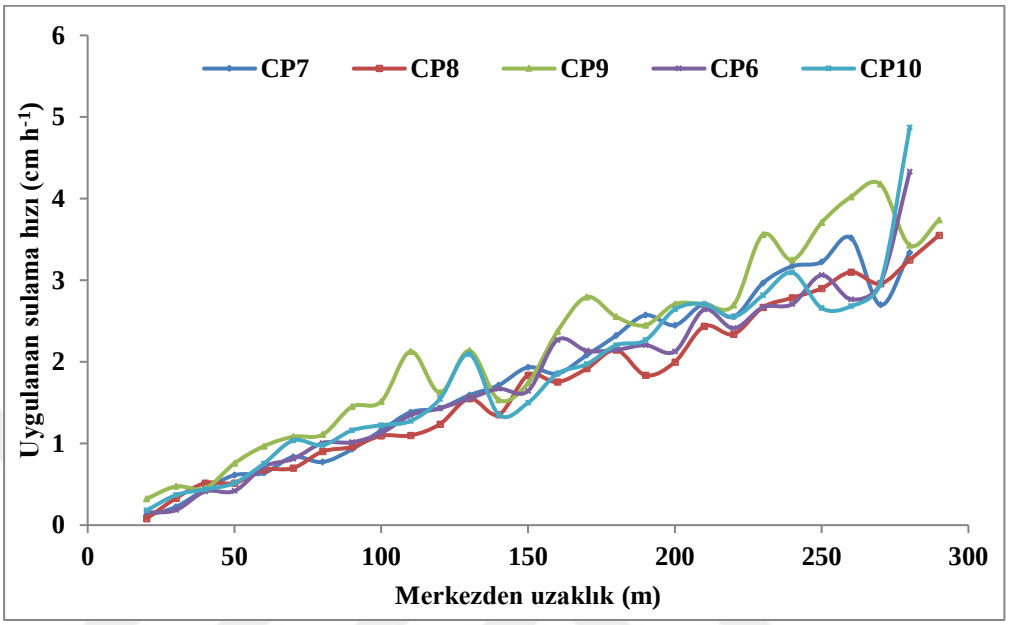
Center pivot sulama sistemlerinde sprink başlıklarında basınç düşürücü regülatörler bulunmaktadır. Uygun başlık ve nozul seçimi ile sistem boyunca uygun miktarda ve hızda su uygulaması yapılmaktadır. Şekil 4.13.'te görüldüğü gibi gözlemlenen sistemlerin inişli çıkışlı su uygulama hızı sergiledikleri belirlenmiştir.



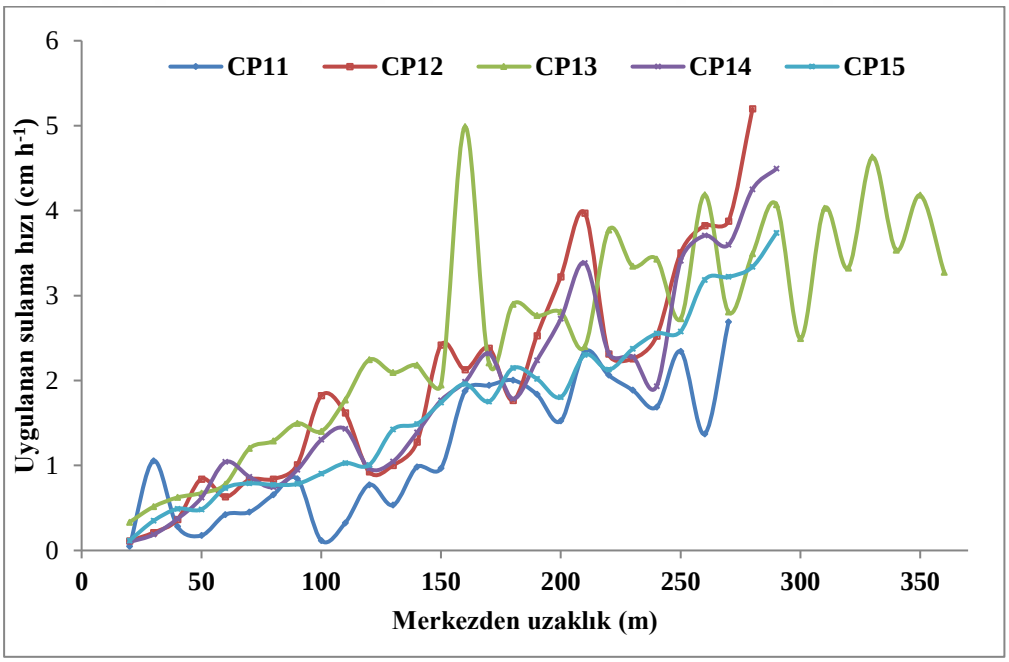
Şekil 4.11. Center pivot sulama sistemlerinin uyguladığı sulama hızları

Yapılan testler sonucun da infiltrasyon hızının 6 cm h^{-1} olduğu ve saate 6 cm'nin üzerinde su uygulanan alanlarda akışlar olduğu belirlenmiştir. Center pivot sisteminin su kabına giriş ve çıkış yaptığı sulama zamanı 45 dakika olarak belirlenmiş ve bazı yerler de toprağın infiltrasyon hızının düşük olmasıyla yüzey

akışlar meydana gelmiştir. Şekil 4.11.'de CP3 nolu sistemin infiltrasyon hızının sistem sonuna doğru 20 cm h^{-1} ulaştığını ve göllenmeyle beraber yüzey akışlarının da meydana geldiği belirlenmiştir.



Şekil 4.12. Center pivot sulama sistemlerinin uyguladığı sulama hızları

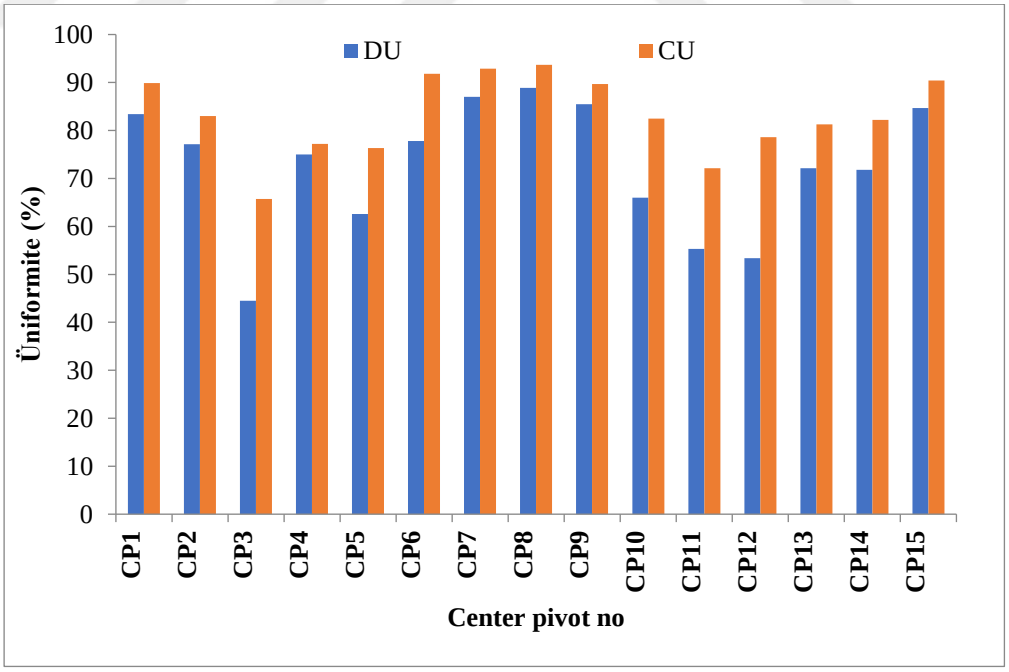


Şekil 4.13. Center pivot sulama sistemlerinin uyguladığı sulama hızları

Şekil 4.13.'te görülen CP11, CP12, CP13, CP14 ve CP 15 nolu sistemlerin sulama hızlarının sistem boyunca farklılıklar olduğu, sistemin ilerleme ve infiltre hızına oranla orantılı olmadığı görülmektedir. Sulama hızının farklı olmasının bazı sebepleri kuyu debi miktarlarının değişmesi ve yanlış nozul seçiminin yapılmasından ötürü olduğu belirlenmiştir.

4.5. Su dağılım üniformiteleri

Araştırma süresince, sulamaları değerlendirilen 15 adet center pivot sulama sistemlerinin merkez kulenin 20'nci metresinden itibaren 10'ar metre aralıklarla su toplama kapları, sistem boyunca pivotun hareket yönünde kuru bölgeye bırakılarak sistemin kapların üstünden tamamen çıkış yapmasıyla ölçümler elde edilmiştir. Keller ve Bliesner (1990)'a göre homojen bir su dağılımının olabilmesi için center pivot sulama sistemlerinin CU değerinin %85'ten fazla ve DU değerinin de %75'ten fazla olması gerektiğini belirtmişlerdir. Çizelge 4.4.'te su dağılım ünüformitelerine ilişkin değerler verilmiştir.



Şekil 4.14. Center pivot sulama sistemlerinin DU ve CU değerleri

Çizelge 4.4. Sulama sistemlerinin üniformite değerleri

Sistem no	DU	CU
CP1	83.4	89.9
CP2	77.1	83.0
CP3	44.5	65.7
CP4	75.0	77.2
CP5	62.6	76.3
CP6	77.8	91.8
CP7	87.0	92.9
CP8	88.9	93.7
CP9	85.5	89.7
CP10	62.4	89.0
CP11	55.3	72.1
CP12	53.4	78.6
CP13	72.1	81.3
CP14	71.8	82.2
CP15	84.7	90.4
Toplam ortalama	72.1	83.5

Araştırmada ele alınan center pivot sulama sistemlerinin üniformite katsayıları (CU) 65.70 ile 93.70 arasında değişmiştir. Dechmi ve ark. (2003), kuzeydoğu İspanya'da yaptıkları bir çalışmada doğrusal hareketli sulama sistemlerinin üniformite katsayısı (CU) değerinin 75.5 olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sonucunda 4 sistemin üniformiteleri %90'ın üzerinde olup en iyi olarak değerlendirilirken %85 ile %90 arasında olan 3 center pivot sulama sistemlerinin üniformitesi iyi olarak değerlendirilmiştir. Nasap (2007), İran'da yapmış oldukları bir çalışmada doğrusal hareketli sulama sistemlerinin üniformite katsayısını (CU) 76.1 ve su dağılım türdeşlik değerini (DU) 82.9 olarak hesaplanmıştır. Keller ve Bliesner (1990)'a göre center pivot sulama sistemlerinde homojen bir sulama için DU'nun %75'ten fazla CU'nun ise %85'ten fazla olması gerektiğini belirtmiştir.

Araştırmada %80 ile %85 arasında bulunan 4 adet center pivot sulama sistemlerinin üniformite bakımından zayıf sulama olduğu değerlendirilmiştir. Araştırmada ele alınan 15 adet center pivot sulama sistemlerinin üniformite ortalaması %83.58 olarak bulunup %85'in alt sınır olarak kabul edilen değerin

altında çıkmıştır. Ceylanpınar Tarım İşletmeleri Müdürlüğündeki center pivot sulama sistemlerinin su dağılım türdeşlik değerleri (DU) %44.50 ile %88.9 arasında değişmektedir. 15 adet center pivot sulama sistemlerinin ortalaması ise %72.1 olup alt sınır kabul edilen %75 değerinin altında kalmıştır. 7 adet center pivot sulama sistemi alt sınırın altında olup dağılım türdeşliği bakımından bölgedeki 15 adet sistemin 8 adeti iyi olarak değerlendirilebilir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışma, Ceylanpınar Tarım İşletmeleri Müdürlüğünün Gökçayır işletmesinde center pivot sulama sistemlerinin performans değerlendirmesini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Farklı uzunlukta olan sistemlerin boyları 287-402 m arasında değişmekte olup arazinin alanına göre bu değerler değişebilmektedir. Yükseklikleri yaklaşık 3 metreye kadar çıkılabildiği için mısır, ayçiçeği ve buğday gibi bitkilerin sulanması kolaylıkla yapılabilmektedir. Sistem boyunca 10'ar metre aralıklarla merkez kuleden overhang (span uzatma borusu) kısmına kadar su toplama kapları center pivotun önünde kuru alana konulup su miktarları ölçülüp değerlendirilmiştir. 15 farklı sistemde yapılan çalışma sonucu üniformite katsayıları (CU) %65.70 ile %93.7 arasında değişmektedir. Çalışmada ele alınan sistemlerin dağılım türdeşlik değerleri (DU) %44.50 ile %88.9 arasında değişmiştir. Çalışmada ele alınan sistemlerin CU ve DU değerlerine göre sistemlerin yarısından fazlası homojen sulama yaptığı gözlemlenmiştir. Toplam 15 adet center pivot sulama sistemlerinde yapılan çalışma sonucu sistemlerin sezonluk su miktarları belirlenmiş ve buğday sezonu boyunca 270.3 mm ile 857.2 mm arasında değişmiştir. Uygulanan su miktarında düzensiz sulamanın yapıldığı ve aşırı sulamanın da görüldüğü belirlenmiştir. Mısır sezonu boyunca uygulanan su miktarı ise 603 mm ile 840 mm arasında olduğu gözlemlenmiş ve bitki su ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmadığı bulunmuştur. Sistemleri kullanan kişilerin yeterli bilinçte olmadığı ve mısır sezonunda yeraltı su seviyelerinin pik sıcaklıklardan kaynaklı düştüğünden sistemde bazı değişikliklerin yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemlerinde merkez kuleden overhang (span uzatma borusu) kısmına doğru gidildikçe sistemin ilerleme hızı artmaktadır. Sistem boyunca suyun homojen dağılmadığı gözlemlenmiş ve debiye göre uygun nozul seçiminin yapılmadığı, uygun motopomp gücüne sahip dalgıçlarının kullanılmadığından inişli çıkışlı su dağılımları gözlemlenmiştir.

Sistem belirli modlara göre ilerleyip tur sayıları ayarlanabilir düzeyde olması da avantaj sağlarken, bölgede düşük modla aşırı sulama yapılması yüzey akışların meydana gelmesine neden olduğu saptanmıştır.

5.2. Öneriler

Bu çalışmanın sonuçlarına göre; Ceylanpınar Tarım İşletmelerinde kullanılan center pivot (döngüsel hareketli) sulama sistemlerinde yüzey akışlar belirlenmiş olup sistemlerin çalışma modlarında düzensizlik görülmüş, uygun nozul başlıklarının seçiminin yapılmadığı görülmüştür. Sistemin yüksek verimle çalışması için nozullar uygun seçilmeli, toprak ve iklim parametrelerine göre uygun çalışma modlarının seçimi yapılmalıdır. Sistemin son kısmında meydana gelen yüzey akışları önlemek için sistem üzerinde karşılıklı olarak başlık debisi düşürülmüş sprinklerin kullanılması tercih edilmeli. Pivot teker hızları boyunca oluşan çamur ve patinajların önüne geçmek için dairesel sulama ve kömür cürufu kullanımı yapılmalıdır. Sulamaya başlanılmadan önce nozul basınç değerleri istenilen çalışma moduna göre ayarlatılarak ve test edildikten sonra ölçülü sulama elde edilebilmektedir. Sulama sezonu boyunca çalışma modlarının kontrolü yapılıp, nozul dağılımını debiye göre takibi yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

ABERNETHY, C. Ş., 1986. Performance measurement in canalw management. London, UK: ODI. 25p- Irrigation Management Network Paper 86/2d.

AH KOON D., 1994. L'Irrigation Avec Le Systeme Pivot.Prosı Magazine, 308:22-27.

ANONİM, 1991. Irrigation of sugar cane. Queensland , Australia : BSES, 52p.

ANONİM, 2017. https//www.tigem.gov.tr/kayıtlar. 15.09.2017

ANONİM, 2018. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü/kayıtlar. 15.06.2018

ANONİM, 2019a. https//www.tigem.gov.tr/Sayfalar/Detay/b664d80a-00ca-46a5-9768-e4f47496d958. 01.08.2019

ANONİM, 2019b. https//www.tigem.gov.tr/Sayfalar/Detay/b664d80a-00ca-46a5-9768-e4f47496d958. 01.05.2019

ANONİM, 2019c. https//www.tigem.gov.tr/Sayfalar/Detay/b664d80a-00ca-46a5-9768-e4f47496d958. 01.09.2019

BAHÇECİ, İ., TARI, A.F., DİNÇER, N., ve BAHÇECİ, P., 2008. Performance analysis of collective set-move lateral sprinkler irrigation systems used in Central Anatolia. Turk. J. Agric. For., 32: 435-449.

BAUM, M. C., DUKES, M. D., and MİLLER, G. L., 2005. Analysis of residental irrigation distribution uniformity, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 131: 336-341.

BEYRİBEY, M., 1997. Devlet Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1480, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler. 813. Ankara, 88s.

BOS, M. G., BURTON, M. A. and D. J., MOLDEN., 2005. Irrigation and drainage prformance assesment, Pratical Guidelines, Wallingford, Oxfordshire, UK. Pp. 150.

CUENCA, R. H., 1989. Irrigation System Design. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 552s.

ÇETİN, Ö., 1996. Harran Ovası Koşullarında İkinci Ürün Mısırın Su Gereksinimi, Köy hizmetleri Araş. Ens. Müd. Yayınları 90/63, Şanlıurfa.

DECHMİ, F., PLAYAN, E., FACI, L.M., ve TEJERO, M., 2003. Analysis of an irrigation district in northeastern spain . II- Irrigation system design. Krieger Publishing Company Malabar, Florida, 543.

DEĞİRMENCİ, V., GÜNDÜZ, M., ve KARA, C., 1998. GAP bölgesi Harran Ovası Koşullarında II. Ürün Mısırın Su Verim İlişkisi. Köy hizmetleri Araş. Ens. Müd. Yayınları 108, Şanlıurfa.

DUGES, MD., 2006, Effect of wind speed and pressure on linear move irrigation system uniformity. Applied Engineering in Agriculture, 22: 541-548.

HERMANN, D. F. and HEIN, P. R., 1968. Performance characteristics of self-propelled center pivot sprikler irrigation system. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 11: 11-15.

HOFFMAN, G. J., HOWELL. T. A., and SOLMON, K. H., 1990. Management of Farm Irrigation Systems. American Society of Agricultural Engineers. pp. 149.

HOFFMAN, G. J., and MARTİN, D. L., 1993. Engineering Systems to Enhance Irrigation Performance. Irr. Sci. Berlin, W. Germany. Springer International, 14: 53-63.

JAMES, L. G., 1993. Principles of Farm Irrigation System Design. Krieger Publishing Company Malabar, Florida 543s.

KANBER, R., 1997. Sulama. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın no. 52, Adana 529s.

KANBER, R., TARI, A. F., ve ÇAKIR, R., 2002. Sulama ve Drenaj Mühendisliği. KH. Genel Müd. Yay., Ankara 2002

KARA, T., EMEKÇİ, E., ve APAN, M., 2008. Determining the uniformity coefficient and water distribution characteristics of some sprinklers. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11: 214-219.

KELLER, J., and BLIESNER, R. D., 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. Publishedby Van Nostrand Reinhold, New York 651p.

LYLE, W. M., and BORDOVSKY, J. P., 1981. Low energy precision application (LEPA) irrigation system. Transactions of the ASAE, 24: 1241-1245.

MERRİAM, J. L., and KELLER, J., 1978. Farm Irrigation Systems Evaluation. A Guide For Manegement. 2. Printing. Utah State University, Logan, Utah 271s.

NASAP, S. B., 2007. Technical evaluation of sprinkler irrigation system in Arak, Iran. Journal of Applied Sciences 7: 3338-3341.

PADMANABHAN, R. M., 1997. Influence of climatic Factors on Uniformaty in Sprinkler İrrigation. Madras Agricultural Journal, 84: 158-160.

PARSONS, L., 1996. Management of Micro Irrigation Ln Citrus. Technology, Irri Gazete No.33 March-Arpil, Florida.

SABAH, A., JENNİFER J. and STEVE M., 2011. Final Draft Field Evauation of Center Pivot Sprinkler Irrigation Systems In Michigan. Depertment of Biosystems and Agricultural Engineering Michigan State University.

TARI, A. F., 1998. Konya-Ilgın Ovasında Kullanılan Yağmurlama Sistemlerinin Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 152s.

TARI, A. F., ve ÖZBAHÇECİ, A., 2014. Konya ovasında kullanılan hareketli sulama sistemlerinin performansları. Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü. Konya.

WAHDAN, A. A. and El-GAYAR, A. M., 1988. Spatial Distribution of Irrigation Water Application in Sprinkler Irrigation. American society of Agricultural Enginners, (88-2620), 7s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Ercan KILIÇ
Uyruğu **:** T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Siverek/ 1992
Telefon **:** 0542 674 77 73
e-mail **:** cerdiki@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	**:** Siverek Karacadağ Anadolu Lisesi /Siverek / Şanlıurfa	2010
Üniversite	**:** Harran Üniversitesi / Merkez / Şanlıurfa	2016
Yüksek Lisans :	Harran Üniversitesi / Merkez / Şanlıurfa	2019

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015-2016	Milli Eğitim Bakanlığı	Ücretli Öğretmenlik
2016-2017	Argundoğan Tarım	Ziraat Mühendisi
2016-2017	İM-SA İnşaat (DSİ)	Kontrol Mühendisi
2017-2019	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi

YABANCI DİLLER

İngilizce