

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DENİZLİ-ANTALYA KARAYOLUNDAKİ REFÜJLERDE
MEVCUT SULAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANSININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Serkan SELİM

**Danışman
Doç. Dr. Abdullah KADAYIFÇI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2016**



© 2016 [Serkan SELİM]

TEZ ONAYI

Serkan SELİM tarafından hazırlanan " **Denizli-Antalya Karayolundaki Refüjlerde Mevcut Sulama Sistemlerinin Performansının Değerlendirilmesi** " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Yapı Eğitimi Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç. Dr. Abdullah KADAYIFÇI
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Mehmet FENKLI
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU
Harran Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Serkan SELİM



İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|---|--------------|
| İÇİNDEKİLER | i |
| ÖZET | ii |
| ABSTRACT | iii |
| TEŞEKKÜR | iv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | v |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vi |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | vii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ | 3 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 8 |
| 3.1. Materyal | 8 |
| 3.2. Yöntem | 11 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA | 22 |
| 4.1. Deneme Yeri Yağmurlama Hızı (Iy), Dağılım Türdeşliği (DU) ve Dağılım Yeknesaklığı Christiansen Katsayısı (CU) Parametrelerine Göre Değerlendirme | 23 |
| 4.2. Basınç Değerlendirmesi | 26 |
| 4.3. Tertip Aralığı Değerlendirmesi | 27 |
| 4.4. Başlık Debisi Ölçümleri | 29 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER | 31 |
| KAYNAKLAR | 33 |
| ÖZGEÇMİŞ | 36 |

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DENİZLİ-ANTALYA KARAYOLUNDAKİ REFÜJLERDE MEVCUT SULAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Serkan SELİM

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdullah KADAYIFÇI

Bu çalışmada, Denizli-Antalya karayolu üzerindeki refüj alanlarının sulanmasında kullanılan mevcut yağmurlama sulama sistemlerinin projelendirme ve işletme açısından uygunluğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma 2015-2016 yılında Denizli-Antalya karayolu üzerinde bulunan 6 adet refüjdeki 20 işletmede yürütülmüştür. İncelenen işletmelerin sulanmasında kullanılan sulama sistemlerinde, genelde tek tip yağmurlama başlığı kullanılmış, bunların % 95'inin kullandıkları tertip aralıklarına uygun oldukları belirlenmiştir. İşletmelerin % 90'ında yağmurlama başlıklarında oluşan basınçların projelendirme kriterlerine uygun olduğu saptanmıştır. İncelenen işletmelerin % 5'inde dağılım yeknesaklığı Christiansen katsayısı (Cu) değeri \geq % 84 iken dağılım türdeşliği (DU) değeri ise yapılan denemelerin hiçbirinde \geq % 75 çıkmamıştır. Başka bir deyişle, incelenen işletmelerin yaklaşık % 95'inde kabul edilebilir düzeyde eş su dağılımı sağlanamamaktadır. Ayrıca bitki su tüketimlerinin aylık bazda dikkate alındığında farklı değerler verdiği göz önüne alınırsa, yapılan sulama uygulaması sezon boyunca aynı olduğundan, bu biçimde yapılan sulama uygulamaları (sulama sezonu boyunca aynı biçimde sabit sulama aralığı, miktarı, süresi vb.) aşırı su israfına neden olmaktadır.

Sonuç olarak, Denizli-Antalya karayolu üzerindeki refüj alanlarının sulanmasında kullanılan mevcut sulama sistemlerini ya bilimsel esaslara göre yeniden oluşturmak ya da mevcut sulama sisteminde bazı onarımlar yapmak gerekmektedir. Sulama sistemlerini yeniden oluşturmak oldukça pahalı bir uygulama olacağı için, mevcut sulama sistemlerinde yağmurlama başlıklarını, basınç ve tertip aralıklarını dikkate alarak uygun olanlarıyla değiştirmenin ve her işletmede farklı sulama programı uygulamanın en uygun çözüm biçimi olacağı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Denizli-Antalya karayolu, Refüj sulama, Sulama sistemleri, Sulama başlıkları, Sulama projesi.

2016, 36 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF EXISTING IRRIGATION SYSTEMS IN THE MEDIANS OF DENİZLİ-ANTALYA HIGHWAY

Serkan SELİM

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Structure Education**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Abdullah KADAYIFÇI

In this thesis, the appropriateness in term of the design and operation for the current irrigation systems of Denizli-Antalya Highway medians were detected.

The study was conducted on 20 properties for 6 medians of Denizli-Antalya Highway in 2015-2016. Usually, used one type of sprinkler head in the irrigation system used to irrigate the properties investigated; these are reported to be 95% of disposition intervals are used. 90% of properties, the pressure formed in the sprinkler heads are found to be in accordance with the project criteria. While 5% of the properties surveyed, distribution Christiansen uniformity coefficient (CU) value $\geq 84\%$, the homogeneity of distribution (DU) value of $\geq 75\%$ and not in any of the trials. In other words, the acceptable range of equal distribution of water is not supplied approximately 95% of the properties surveyed. Also, if the plant is considered that different values are taken into account in the monthly water consumption is made irrigation season along the same in this format made irrigation practices (the same way as fixed irrigation interval during the irrigation season, amount, duration, etc.) leads to excessive water wastage.

As a result, it is necessary to rebuild the existing irrigation systems or according to scientific principles or is necessary to make some repairs on the existing irrigation system using irrigation of medians for Denizli-Antalya Highway. Sprinkler heads in the existing irrigation system must replace with appropriate sprinkler heads considering the pressure and composition ranges and the different irrigation program should be implemented in every property in order to rebuild irrigation systems are quite expensive application.

Keywords: Denizli-Antalya highway, median irrigation, irrigation systems, sprinkler heads, irrigation projects.

2016, 36 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için bilgi ve tecrübelerini bana aktaran, beni bu çalışmanın her aşamasında yönlendiren, karşılaştığım her zorluğa kısa sürede pratik çözümler üreten ve yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Abdullah KADAYIFÇI'ya teőekkürlerimi sunarım. Arazi çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen arkadaşım İnşaat Teknikeri Emrah MUMCU ve tezimin uygulama ve yazım aşamalarında bana yardımcı ve destek olan Yrd. Doç. Dr. Serdar SELİM'e teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütölmesinde gerekli bilgilerin ve zamanın sağlanması bakımından desteklerini gördüğüm Denizli Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dairesi Başkanı Yüksek İnşaat Mühendisi Ali AYDIN, İlçeler Hizmet Birimi şube Müdürü İnşaat Mühendisi Muhammed GENÇTÜRK'e teşekkür ederim.

4362-YL1-15 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca olduğu gibi tezimin de her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Serkan SELİM
ISPARTA, 2016

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|--------------|
| Şekil 3.1. Çalışma alanı konumu | 8 |
| Şekil 3.2. Denizli ili iklimi | 9 |
| Şekil 3.3. Araştırma alanındaki refüjler | 10 |
| Şekil 3.4. Araştırma alanındaki refüjlerin genel özellikleri | 11 |
| Şekil 3.5. İşletme biriminin en ve boy ölçümleri | 12 |
| Şekil 3.6. Yağmurlama başlıklarının basınç ölçümleri | 13 |
| Şekil 3.7. Kareler ağı oluşturulması aşaması | 13 |
| Şekil 3.8. Kaplarda toplanan su miktarı ölçümü | 14 |
| Şekil 3.9. Yağmurlama başlıklarının sulama debilerinin hesaplanması | 14 |
| Şekil 3.10. Yağmurlama başlıklarının su dağıtımı | 16 |
| Şekil 4.1. DU, dağılım türdeşliği değerleri | 25 |
| Şekil 4.2. CU, Christiansen katsayısı, dağılım yeknesaklığı değerleri | 26 |
| Şekil 4.3. İşletme basınçları | 27 |
| Şekil 4.4. Tertip aralıkları | 29 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|--------------|
| Çizelge 3.1. Ks değerleri | 15 |
| Çizelge 3.2. DU, dağılım türdeşliği sınır değerleri | 18 |
| Çizelge 4.1. İşletmeler, tertip aralıkları, başlık sayıları, işletme basınçları ve hizmet alanları | 22 |
| Çizelge 4.2. Deneme yeri yağmurlama hızı (Iy), dağılım türdeşliği (DU) ve dağılım yeknesaklığı Christiansen katsayısı (CU) parametreleri.... | 24 |
| Çizelge 4.3. İşletme basınçları ve başlık basınç değerlendirmeleri | 26 |
| Çizelge 4.4. Yatay atış mesafelerine göre tertip aralıklarının değerlendirilmesi | 28 |
| Çizelge 4.5. İşletmelerdeki başlık debisi ölçümleri | 30 |



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------------------|--|
| CU | Cristiansen eşdağılım katsayısı |
| DU | Dağılım türdeşliği |
| Iy | Yağmurlama hızı |
| Ks | Projeleme kriteri |
| m | Su toplama kaplarında ölçülen değerlerin aritmetik ortalaması |
| n | Testte ölçülen kapların toplam sayısı |
| z | Test sonucunda su toplama kaplarında ölçülen her bir değer |
| x | Su toplama kaplarında ölçülen her bir değer in ortalamadan olan farklılıklarının mutlak toplamları |
| x _{1q} | Su toplama kaplarının en az su alan ¼ ündeki ortalama su miktarı |
| x _{ort} | Su toplama kaplarında biriken ortalama sulama suyu miktarı |



1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ve teknolojideki gelişmeler doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı hızla arttırmıştır. Bu doğal kaynaklardan özellikle su kaynakları, tüm canlılarda, yaşamın varlığı için vazgeçilmez unsurlardan biridir. 1850 sanayi devrimi ile birlikte ve özellikle de 1950'lerden sonra dünya nüfusunun engellenemez artışı, su kaynaklarını yerkürenin en önemli servetlerinden biri haline getirmiştir. Bunun yanı sıra çağımız uygarlığında kaydedilen hızlı gelişmeler de su kaynaklarının geliştirilmesine, korunumuna ve etkin kullanımına duyulan gereksinimi oldukça fazlaştırmıştır. Bu yüzden, son yıllarda, tüm dünya ülkelerinde bu amaca yönelik araştırmalara doğru eğilim artmıştır.

Yaşamın kaynağı olan su, canlılar tarafından içme ve kullanmada, sanayide ve özellikle de tarımda kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra kentsel alanlarda bitkisel materyalin su ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynamaktadır.

Ülkemizin iklim koşulları, sulama yapılmaksızın çim bitkisinin yetiştirilmesine uygun değildir. Bu sebeple çeşitli sulama sistemleri geliştirilmiştir. Çim yetiştirilen park ve bahçelerde sulama işlemleri yaygın olarak pop-up tarzı yağmurlama başlıklarının kullanıldığı sulama sistemleri ile yapılmaktadır. Sabit olarak kurulan bu sistemlerde boru ve yağmurlama başlıkları toprak altındadır ve sulama sırasında yağmurlama başlıkları basınç altında toprak içerisinden yüzeye çıkmakta, basınç sona erdiğinde ise yeniden eski konumunu almaktadır. Sistemin bu özelliği, park ve bahçelerin genellikle insanların gezinti alanları olması nedeniyle, gerek işlevselliği gerekse görsel açıdan önem taşımaktadır. İlk yatırım masrafları yüksek olan bu sistemlerden beklenen faydaların sağlanması istenir. Bunun için de bu sistemlerin planlama, projelendirme ve işletme aşamalarının bilimsel temellere dayandırılması gerekir. Planlama ve projelendirilme aşamasında yapılan hataların sonradan düzeltilmesi de hem çok kolay değildir hem de masraflıdır. Ancak istenilen faydaların sağlanmadığı sistemlerin uzun yıllar kullanılmasıyla ortaya çıkan zararlar ile sistemlerin yeniden projelenmesi, tesis edilmesi yada mevcut sistemde yapılabilecek olası rehabilitasyon çalışmaları ile elde edilecek faydalar karşılaştırılmalıdır. Projelendirme yada işletme aşamalarında yapılan hatalar gereksiz su israfına yol açmaktadır. Bunun ekonomik zararlarının yanı sıra özellikle suyun kısıtlı

olduğu yörelerde getirdiği olumsuzluklar daha fazladır. Doğal toprak ve su kaynaklarından en etkin biçimde yararlanılması ve onların korunumu çağımızın öncelikli sorumlulukları içerisinde yer almaktadır.

Sulama sistemlerinin planlanmasında, projelendirilmesinde ve işletilmesinde yapılan hatalar o alanda yetiştirilen bitkilerin etkin biçimde sulanmamasına, ekonomik kayba ve hepsinden önemlisi günümüzde korunumu yüksek değerler içerisinde yer alan suyun israfına yol açmaktadır.

Planlanan bir sulama sisteminden hizmet ettiği alanda kabul edilebilir düzeyde eş su dağılımını sağlaması beklenir ve bu nitelik ise ancak, projelendirilmesinde yapılacak işlemlerde bilimsel kriterlere uyulması ile sağlanabilir. Su dağılımının uniform olmaması, başka bir deyişle, alanda yetiştirilen bitkilere farklı düzeylerde sulama suyu uygulanması durumunda, eksik su uygulanan kısımlarda bitkiler yeterli düzeyde büyüyemezler ve sararırlar. Fazla su uygulanan kısımlarda ise su israf edilir. Fazla suyun kök bölgesinde depolanması durumunda ise bitki kökleri yeterince oksijen alamazlar, çürümeye başlarlar ve toprakta tuzluluk oluşumu gibi istenilmeyen durumlarla karşılaşılır.

Bu çalışmada Denizli Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde bulunan Denizli-Antalya karayolunun orta refüjlerindeki sulama sistemleri araştırılmıştır. Bu kapsamda, refüjlerdeki bitkilerin/çimlerin etkin sulanabilmesi amacıyla gerekli olan sulama performansı ölçülmüştür. Ayrıca sulama sistemlerinin projelendirilme ve işletme açısından uygunluğu belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sulama uygulamalarındaki amaç, doğru zamanda, doğru yere gerektiği kadar suyun uygulanmasıdır. Buna yönelik olarak yapılacak hatalar geri dönüşümü zor sonuçlar doğurabileceği gibi su israfına da yol açabilecektir.

Bu kapsamda sulama sistemleri temel olarak, yağmurlama sulama, damlama sulama, salma sulama ve arık sulama olarak sınıflandırılabilir. Bu sistemlerden en sık kullanılan yağmurlama sulama yönteminde suyun iletimi ve dağıtımı basınçlı borularla yapılır. Arazide belirli aralıklarla yerleştirilmiş yağmurlama başlıklarına kadar basınç altında iletilen su, bu başlıklardan püskürtülerek atmosfere verilir ve buradan doğal yağışa benzer biçimde toprak yüzeyine düşer, infiltrasyonla toprak içerisine sızarak kök bölgesinde toplanır.

Molden vd. (1988) performans değerlendirmesi değişik amaçlar için yapılır. Bu amaçlar: Sistemin iyileştirilmesi, sistemin genel durumu ile sisteme yapılan müdahalelerin etkilerinin ve sistemi zorlayan unsurların belirlenmesi, sistemin kendi içerisinde yıllara göre karşılaştırılması veya bir sistemin diğerleriyle karşılaştırılması şeklinde sıralanabilir (Tuylu, 2010).

Yağmurlama sulama sistemlerini tesis ve işletme durumuna göre; taşınabilir, yarı-sabit ve sabit sistemler biçiminde üç sınıfa ayırmak olasıdır (Yıldırım, 1996). Rekreasyon alanlarındaki park ve bahçelerde çoğunlukla sabit sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerin diğerlerine göre ilk yatırım masrafları yüksek olmasına karşın, işçilik masrafları açısından durum tersinedir.

Yağmurlama sulama sistemlerinin projelendirilmesinde önce koşullara en uygun yağmurlama başlıkları seçilmekte, daha sonra, sırasıyla, lateral boru hatları, ana boru hattı ve pompa birimi boyutlandırılmaktadır. Uygun yağmurlama başlığının seçilmesinde her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı, sulama aralığı, sulama süresi, sistem kapasitesi ve toprağın infiltrasyon hızı dikkate alınarak alternatif yağmurlama başlıkları içerisinde, olanaklar ölçüsünde düşük işletme basıncı ve geniş tertip aralıklarına sahip yağmurlama başlıkları seçilmektedir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Lateral boru hatlarındaki boru çapının seçiminde iki değişik yol izlenebilmektedir. İlkinde, uç başlıklar arasındaki basınç farkı işletme basıncının % 20'sini aşmayacak biçimde boru çapları seçilebilmekte (Christiansen, 1942), ikincisinde ise, eş dağılım katsayısı hesaplanmakta ve $CU \geq 97$ koşulunu sağlayan boru çapları belirlenmektedir (Perold, 1977; Yıldırım, 1980). Yağmurlama sulama sistemlerinde lateral boru hatları tesviye eğrilerine paralel (eğimsiz) yada bayır aşağı eğimde döşenmelidir. Olanaklar ölçüsünde bayır yukarı eğimden kaçınılmalıdır. Lateral uzunluğu zorunlu olmadıkça 250 m den fazla tutulmamalıdır (Yıldırım, 1996).

Ana boru hattının projelendirilmesinde ise yıllık toplam masrafların en az olduğu boru çapı bileşimi seçilmektedir (Korukçu ve Yıldırım, 1978). Bununla birlikte taşınabilir sistemlerde genellikle ana boru hattının çapı lateral boru çapıyla aynı olmaktadır.

Yağmurlama başlığı, lateral boru çapı ve ana boru hattının çapları seçildikten sonra dinamik yükseklik ve sistem kapasitesi dikkate alınarak koşullara en uygun pompa birimi belirlenir (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Yağmurlama sulama sistemlerinin etkinliklerinin değerlendirilmesinde en önemli ölçütlerden birisi sulama suyunun toprak yüzeyine ne düzeyde eş dağıldığıdır. Ünitiform bir bitki gelişimini sağlamak için yeterli bir su uygulama yeknesaklığı gerekir (Howell vd., 1986).

Yağmurlama sulama sistemlerinde ıslatma desenindeki su dağılımının kabul edilebilir düzeyde olabilmesi için su dağılım üniformitesinin, CU, Christiansen eş dağılım katsayısının % 84'ten (Christiansen, 1942; Balaban ve Korukçu, 1970; Perold, 1977; Merriam ve Keller, 1978; Yıldırım, 1980; Kay, 1988; Keller ve Bliesner, 1990; Kanber, 1997) DU, dağılım türdeşliği değerinin ise % 75' den büyük olması gerekir (Keller ve Bliesner, 1990; Kay, 1988; Balaban ve Korukçu, 1970). Bu değerler tekil başlık, tekil lateral yada birlikte çalışan lateraller yöntemiyle değişik işletme basıncı ve tertip aralıklarında yapılacak denemelerle belirlenebilir. Ayrıca, yağmurlama başlıklarını üreten kuruluşlar başlığın çalışacağı optimum işletme basıncı sınırlarını ve yeterli düzeyde eş su dağılımını veren başlık tertip aralıklarını

belirten teknik bir çizelgeyi hazırlamakla ve kullanıcıya vermekle yükümlüdürler (Christiansen, 1942; Balaban ve Korukçu, 1970; Aküzüm, 1976; Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Başlık tertip aralıklarının, işletme basınçlarının ve başlıkların seçiminde yapılan hatalar, su dağılım deseninin uniform olmamasına neden olur. İyi tasarlanmış bir sistemde sulama suyunun dağılımı başlıklardan ve lateralden itibaren yaklaşık doğrusal azalır ve iki başlık ve lateral arasında kalan alanın her noktası yaklaşık aynı miktarda sulama suyu alır (Cuenca, 1989).

Yukarıda bahsedilen bu bilgiler doğrultusunda, dünyada ve ülkemizde sulamada performans ve sulama sistem performansının değerlendirilmesine ilişkin yapılan bilimsel çalışmalar aşağıda kronolojik sıraya göre verilmiştir:

Kohl (1974), kurak ve yarı kurak bölgelerde kurulan yağmurlama sulama sistemlerinden doğrudan buharlaşma ve rüzgarla oluşan su kayıplarının verilen suyun önemli bir bölümünü oluşturduğunu, bunun ise su uygulama randımanının azalmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Hansen vd. (1979)'ne göre; bir yağmurlama sulama sisteminde homojen bir su dağılımı elde edebilmek için planlanan alana uygulanan sulama suyu derinliğindeki değişim %20'den daha az olmalı, bununla beraber lateral boyunca %20'den daha fazla değişim göstermemelidir.

English (1985)'e göre, buharlaşma ve rüzgarda sürüklenme kayıpları toplam sulama kayıplarının çok küçük bir bölümüdür. Sulama sırasında oluşan kayıpların en büyük kısmı derine sızma ile gerçekleşmektedir. Yapılan model çözümleriyle bu kaybın toplam kayıpların % 85'i olduğunu göstermiştir.

Vories ve Von Bernuth (1986), diğer tüm değişkenler sabit tutulduğunda, başlık ve lateral aralıklarının azaltılmasının, genelde eşdağılım katsayısını (CU) artırdığını, ancak başlık sayısının artmasıyla sistem maliyetini yükselttiğini belirtmişlerdir.

Wahdan ve El-Gayar (1988), sulama sistemlerinin performansının (i) sulanan alanda suyun eş dağılımı, (ii) sulamaların bitki su gereksinimini karşılama açısından yeterliliği; (iii) bitki için uygulanan elverişli suyun toplam miktarı ve (iv) uygulanan suyun derine sızan kısmı gibi parametrelerle tanımlanabileceğini belirtmişlerdir.

Hoffman vd. (1990)'ne göre, yağmurlama hızının toprağın infiltrasyon hızından daha yüksek olması, düşük basınçla çalışan ve küçük ıslatma çapına sahip yağmurlama başlıkları ile buharlaşma ve rüzgarla sürüklenme su dağılımının zayıflamasına ve performans düşüşlerine neden olmaktadır.

Ayars vd. (1991), sulama sistemi performansının, çalışmalarda kullanılan ölçme kaplarında toplanan sudan hesaplanan bir üniformite katsayısına bağlı olarak ölçüldüğünü, Ruzicka (1992) yağmurlama sulamada su uygulama üniformitesini durgun hava koşullarında (rüzgar hızı $<1 \text{ ms}^{-1}$) belirlenmesini önermiştir.

Little vd. (1993), mevsimlik DU değerleri, eğer %90 veya daha yüksek ise “çok iyi”; %80-89 arası “iyi”; %70-79 “zayıf” ve %69’a kadar “kötü” olduğunu bildirmektedirler. Araştırmacılar, California’da 13 işletmede yaptıkları çalışmalarda, DU değerlerinin işletmeler ortalamasını %59 ile %85 arasında, alan ortalamasını da %66 ile %84 arasında saptamışlardır.

Shete ve Modi (1995), farklı başlık boyutlarında ve basınçlarda 2x2 m ızgara şeklindeki su toplama kaplarının ortasına yerleştirilen yağmurlama başlıklarını test etmiştir.

Tarı (1998), Ilgın Ovasında yaptığı bir araştırmada, şeker pancarı ve patates yetiştirilen alanlarda çiftçiler tarafından yapılan yağmurlama sulamaları incelemiştir. Çalışma sonucunda DU değerlerinin %37 ile %82; CU değerlerinin de %58 ile %82 arasında değiştiğini, yağmurlama sistemlerinde basınç ve debi değişimlerinin izin verilen sınırlardan daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Kadayıfçı vd. (1998), yağmurlama sulama sistemlerinin performansının değerlendirilmesine ilişkin olarak Nevşehir, Derinkuyu ve Kaymaklı yöresinde patates yetiştirilen tarım alanlarında yaptıkları bir çalışmada, incelenen işletmelerin

tamamında sulama sistemlerinin arazinin konum ve şekline uygun biçimde kurulduğunu, ancak işletmelerin % 24 ünün uygun işletme basıncında ve tertip aralığında işletilmediğini, % 40 ında ise lateral ve ana boru hattındaki boru çaplarının uygun olmadığını belirlemişlerdir.

Bahçeci vd. (2007), yağmurlama sulama sistemlerinin bazı performans parametrelerinin belirlenmesi amacı ile Konya ovasında 38 adet yağmurlama laterali izlemişler. Çalışmaları sonucunda Christiansen Eş Dağılım Katsayısı (CU) değerlerinin % 41 - % 88 arasında, Dağılım Türdeşliği (DU) değerlerinin de % 18 - % 81 arasında değiştiğini belirlemişler ayrıca başlık basınçlarında ve akış debilerinde belirlenen yüksek değişkenliğin aynı lateral üzerinde farklı başlıkların kullanılmasından ileri gelmesine yorumlamışlardır. Daha dar lateral aralıklarının su dağılım üniformitesini ve sulama yeterliliğini önemli düzeyde arttıracığının sonucuna varmışlardır.

Bahçeci vd. (2010), yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarını izlemek amacıyla, Şanlıurfa Bozova Yaylak Ovası yöresinde yapılan sulamaları incelemiş, toplamda 32 adet yağmurlama sulama sistemi izlenmiş, Christiansen Eş Dağılım Katsayısı (CU), Dağılım Türdeşliği (DU), yağmurlama başlık basınçları ve değişimi, sulama suyunun yüzeyde dağılımı ve uygulanan sulama suyu miktarlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmaları sonucunda CU değerlerinin % 69,2 ile % 77,47 arasında, DU değerlerinin de % 46,78 ile % 63,73 arasında değiştiğini belirlemişler ayrıca sistemdeki debi ve basınç değişimlerinin izin verilebilir sınırlar üzerinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Tarı (2010), Konya Ilgın Ovasında yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarını değerlendirmek amacıyla 9 yağmurlama sulama sisteminde çalışma yapmış, Christiansen Türdeşlik Katsayısı (CU) değerlerinin % 58 ile % 82 arasında, Dağılım Türdeşliği (DU) değerlerinin de % 36,8 ile % 81,5 arasında değiştiğini belirlemiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma, Denizli İl sınırları içerisinde yer alan Denizli-Antalya Karayolundaki orta refüjlerde yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanı konumu

Denizli, 2015 yılı itibarıyla 993.442 nüfusa sahiptir. Anadolu Yarımadası'nın güneybatı, Ege Bölgesi'nin güneydoğusunda yer almaktadır. Ege ve Akdeniz Bölgeleri arasında bir geçit durumundadır. Denizli İli'nin her iki bölge üzerinde de toprakları vardır. Denizli ilinin doğu uç noktası; Çivril ilçesi Gümüşsu - Gököl

Köyü, Dinar sınırında Efekli Tepe, batı uç Aydın, Manisa; güneyde Muğla; kuzeyde Uşak illeri ile komşudur. Yüzölçümü 12.134 km², denizden yüksekliği ise 219 m'dir. İlin kuzey kısmı Ege, güney kısmı Akdeniz bölgesine dahildir. Kıyı kesimlerinden iç bölgelere geçit yerinde olduğundan, kuzey kısımda az da olsa iç bölgelerin iklimi hissedilir. Ege Bölgesi ikliminden sıcaklık olarak biraz düşük farklılıklar görülebilir. Denizli'de dağlar genel olarak denize doğru dik olduğundan, denizden gelen rüzgarlara açık bulunmaktadır. Kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. İlde yıllık sıcaklık ortalaması 15,8 °C'dir (Şekil 3.2).

| Denizli İklimi | | | | | | | | | | | | | | [gözet] |
|---------------------------------|-------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|-------|---------|
| Ayılar | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıl | |
| En yüksek sıcaklık rekoru, °C | 22,6 | 25,9 | 30,0 | 35,8 | 37,0 | 42,4 | 43,9 | 44,4 | 41,6 | 34,4 | 29,0 | 25,6 | 44,4 | |
| Ortalama en yüksek sıcaklık, °C | 10,5 | 12,1 | 15,0 | 20,7 | 26,3 | 31,2 | 34,4 | 34,4 | 29,9 | 23,7 | 17,3 | 12,2 | 22,3 | |
| Ortalama sıcaklık, °C | 5,9 | 7,0 | 10,1 | 14,6 | 19,8 | 24,6 | 27,5 | 27,0 | 22,4 | 16,0 | 11,4 | 7,6 | 16,2 | |
| Ortalama en düşük sıcaklık, °C | 2,3 | 2,8 | 5,2 | 9,0 | 13,2 | 17,3 | 20,0 | 19,7 | 15,7 | 11,3 | 7,0 | 4,0 | 10,6 | |
| En düşük sıcaklık rekoru, °C | -10,5 | -11,4 | -7 | -2 | 2,7 | 7,9 | 12,6 | 11,6 | 6,6 | -0,8 | -4,5 | -10,4 | -11,4 | |
| Ortalama yağış, mm | 90,3 | 74,5 | 63,7 | 54,2 | 42,3 | 25,4 | 13,4 | 8,1 | 13,6 | 35,0 | 55,7 | 89,9 | 566,1 | |

Şekil 3.2. Denizli ili iklimi (MGM, 2016)

2009 TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre, Denizli ilinin 2 Merkez ilçe ile birlikte 19 ilçe, 68 belde ve 359 köyü varken 6360 sayılı yasanın çıkmasından sonra Denizli Büyükşehir statüsü almış ve 2 merkez ilçeye ayrılmıştır. Akköy ilçesinin sınırları genişletilerek Pamukkale ilçesine dönüşmüştür. Denizli merkezinin diğer yarısı da Merkezefendi ilçesine dönüşmüştür. Belde ile köyler ise mahalleye dönüşmüştür. 2009 yılından sonra da hızlı bir gelişme sürecini devam ettiren şehir, 2016 yılı itibariyle yaklaşık bir milyon nüfusa ev sahipliği etmektedir. Bu kapsamda kentteki yolların ve refüjlerin fiziksel ve sosyo-kültürel yapısı, kent ve kent kimliği açısından büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla kent ana kasında olarak seçilen çalışma alanı, kentteki nüfusun yoğun olarak kullandığı ve kentteki hareketi sağlayan önemli bir konumda bulunması, çalışmanın önemini de ayrıca ortaya koymaktadır.

Kentteki en büyük karayolu aksı Denizli-Antalya Karayoludur. Bu çalışma, Denizli-Antalya karayolundaki büyüklükleri (genişlik ve uzunluk) birbirinden farklı olan 6 ana refüjde yürütülmüştür. Bu alanlardaki sulama uygulamalarının tamamında pop-

up sprej tarzı yağmurlama başlıklarının kullanıldığı sabit yağmurlama sulama sistemi kullanılmaktadır. Genellikle, alanlara verilen su 3 ATM basınç altındaki belediye şebekesinden alınmakta ve alan içerisinde toprak altına döşeli borular aracılığı ile dağıtılmaktadır. Sulama uygulamaları, alanın büyüklüğüne bağlı olarak kısım kısım yapılmakta, yani alan işletmelere ayrılmış durumdadır.

Çalışmada, Denizli-Antalya Karayolundaki araştırması yapılan refüjler Şekil 3.3'te gösterilmiştir.

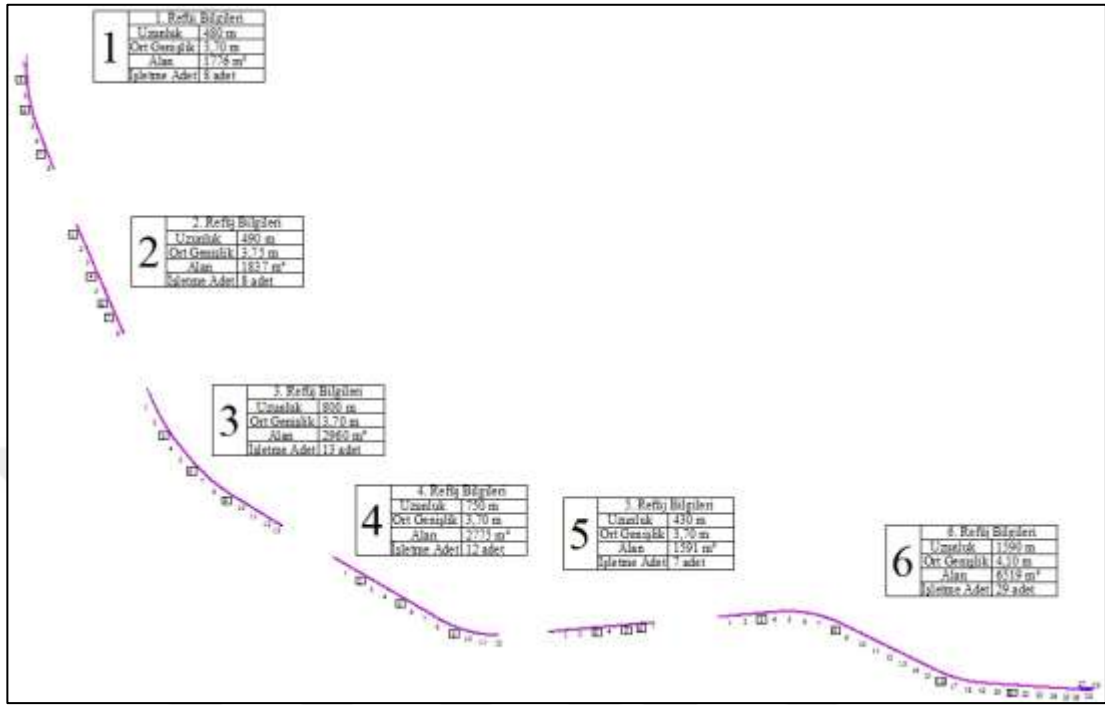


Şekil 3.3. Araştırma alanındaki refüjler

Çalışma alanının seçiminde, Denizli kentinin sosyoekonomik, sosyo-kültürel dinamikleri göz önüne alınarak kentin en yoğun olarak kullanılan karayolundaki refüjler seçilmiştir. Refüj hattı, kentin kuzeybatısından başlayıp, doğu istikametine uzanan 5.12 km'lik bir alanı kapsamaktadır.

Çalışma alanındaki sulama yapılan bölgelerin temel sulama amacı, çim yüzeylerin sulanması olup, nadir olarak ta bitkisel materyal bulunduğu gözlenmiştir. Bu bitkiler genellikle orta refüjlerin göbeklerinde bulunmakta ve *Prunus sp.* populasyonlarından oluşmaktadır. Ayrıca bu çalışmada deneme yapılan 6 adet refüj, belirlenen işletme

sayısına göre alanlara ayrılmış olup, her bir refüjdeki alanlar ve işletme adetleri Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Araştırma alanındaki refüjlerin genel özellikleri

3.2. Yöntem

Çalışma, Denizli-Antalya karayolundaki 6 adet refüjde kullanılan sulama sistemlerinin özellikleri, sistemlerin projelendirme kriterlerine uygunluğu, yeterliliği ve sulama uygulamalarının etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda temel olarak çalışma, veri toplama, analiz ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Veri toplama aşamasında, araştırma alanına ait, iklim, bitki örtüsü, kullanım özellikleri, refüjlerin genel yapısı, sulama programı hakkında bilgiler ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilmiş ayrıca arazide yapılan inceleme, gözlem ve değerlendirmelerle çalışmaya yönelik bilgisayar ortamında veri tabanı oluşturulmuştur.

Çalışmada, 5.12 km'lik karayolu, orta refüj bölümleri ve sulama sistemi özellikleri dikkate alınarak 6 kısma ayrılmış, her kısım için sulanan kısımlar "işletme" olarak nitelendirilmiş ve denemeler, tesadüfi olarak seçilen işletmelerde yapılmıştır.

Denemelerin yapılmasında iklim şartları ve özellikle de rüzgarsız şartların seçilmesi, denemenin doğruluğu açısından önemli olmuştur.

Analiz aşamasında ise, Her işletme biriminde; işletme biriminin hizmet ettiği alan şerit metre yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. İşletme biriminin en ve boy ölçümleri

Ardından çalışan yağmurlama başlığı sayıları ve açıları saptanmıştır. Bu başlıkların marka ve tipleri belirlenmiştir. Kullanılan yağmurlama başlıklarının özellikleri belirlenmiştir. Yağmurlama başlıklarının yatay atış mesafeleri: incelenen her işletme biriminde bulunan tüm yağmurlama başlıklarının yatay atış mesafeleri bir şerit metre yardımıyla ölçülmüştür. Tertip aralıkları: incelenen her işletme biriminde bulunan tüm yağmurlama başlıklarının tertip aralıkları bir şerit metre yardımıyla ölçülmüştür. İşletme birimlerinde çalışan tüm yağmurlama başlıklarında manometre yardımıyla çıkış basınçları ölçülmüş, oluşan en yüksek ve en düşük basınçlar belirlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Yağmurlama başlıklarının basınç ölçümleri

İşletme alanında su toplama kaplarıyla kareler ağı oluşturulmuştur. Bu kaplarda toplanan suların miktarları, ölçü kabı ve kronometre yardımıyla ölçülmüş, yağmurlama hızları hesaplanmıştır (Şekil 3.7, Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Kareler ağı oluşturulması aşaması



Şekil 3.8. Kaplarda toplanan su miktarı ölçümü

Ardından yağmurlama başlıklarının sulama debileri, sulama başlığından çıkan suyun birim zamandaki miktarı gözetilerek hesaplanmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Yağmurlama başlıklarının sulama debilerinin hesaplanması

Yağmurlama başlıklarının yatay atış mesafeleri ile kullanılabilceği tertip aralıkları arasındaki ilişki için çeşitli araştırmacılar farklı yaklaşımlarda bulunmalarına karşın benzer sonuçları önermektedirler. Örneğin, Rochester (1995) e göre başlık yada tertip aralığı yörenin ortalama rüzgar hızı ile başlıkların tertip biçiminin bir fonksiyonudur ve başlık aralığı $S \leq k_s D_t$ olmalıdır. Eşitlikteki S başlık aralığını (m), k_s katsayıyı ve D_t ise başlığın atış çapını (m) simgelemektedir. Denemeler 2016 yılı Temmuz ayı içerisinde yapılmıştır. Deneme süresince rüzgâr hızı 2,5 m/s nin üzerine çıkmamıştır. İncelenen işletmelerdeki tertip biçimi genellikle kare yada dikdörtgen biçimindedir. Buna göre, yöre için projelendirme kriteri olarak $k_s = 0,50$ olmalıdır. Projelendirme kriteri olarak k_s değeri Çizelge 3.1’den alınmıştır. Bunun yanı sıra, Yıldırım (2003) başlık aralığının ıslatma çapının % 50-65 kadar olması durumunda alanda uygun bir eş su dağılımı sağlanabileceğini, Cuenca (1989) ve Kanber (1997) ise iyi bir su dağılımı açısından başlık aralıklarının, fırlatma mesafesinin % 50’sinden, lateral aralıklarının ise % 65’inden fazla olmamasına özen gösterilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

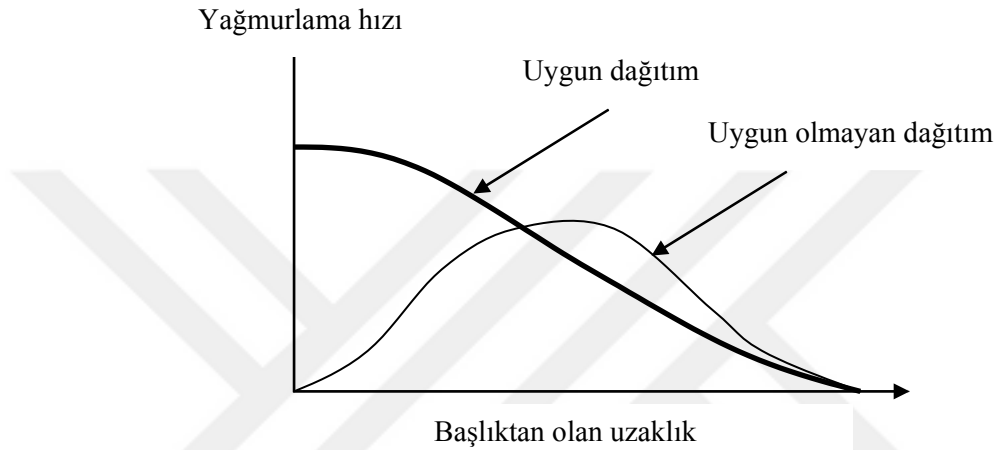
Çizelge 3.1. k_s değerleri

| Rüzgar hızı | | Üçgen tertip biçimi | Kare yada dikdörtgen tertiple biçimi |
|-------------|---------|------------------------|---|
| mph | m/s | | |
| 0-3 | 0-1,3 | 0,60 | 0,55 |
| 4-7 | 1,8-3,1 | 0,55 | 0,50 |
| 8-12 | 3,6-5,4 | 0,50 | 0,45 |

Bu çalışmada, yağmurlama başlıklarının yatay atış mesafelerinin kullanıldıkları tertip aralıklarına uygunluğunun değerlendirilmesinde, yukarıda anılan “alanda eş su dağılımının sağlanması açısından uygun tertip aralığının başlık yatay atış mesafesinin % 50-65 i kadar olması” esas alınmıştır.

Sulama sırasına işletme birimlerinde yağmurlama başlıklarında oluşan basınçların uygunluğunun değerlendirilmesinde Yıldırım (2003) te verilen “yağmurlama sulama sisteminde başlık basınçları arasındaki fark işletme basıncının % 20 sini geçmemelidir” kuralı esas alınmıştır.

Yağmurlama başlığının hizmet ettiği alanda suyu dağıtma biçimi “su dağılım deseni” olarak adlandırılır. Bu başka bir deyişle, toprak içerisine giren suyun dağılım desenidir. Sulanan alanlarda su dağıtım özelliği uygun olmayan başlıkların kullanılmaması gerekir. Üretici kuruluşlar, başlıkların kataloglarında belirttikleri basınçlar altında kullanılması durumunda uygun su dağılımı gösterdiklerini taahhüt etmek zorundadırlar. Bir yağmurlama başlığının, başlıktan uzaklaştıkça çevresine düzenli olarak azalan su miktarı bırakması gerekir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Yağmurlama başlıklarının su dağılımı (Kadayıfçı ve ark. 1998)

Yağmurlama sulama projelerinde, sulama etkinliği, sistem projelendirme safhasında ve sistemin işletim ve yönetiminde göz önüne alınan unsurların başında gelir. Bu ise, sulama suyu uygulama eşdeşliği ve kayıpları ile doğrudan ilişkilidir. Su dağılım eşdeşliği yeterli değilse, ya da kayıplar fazla ise sulama etkinliği düşük olacaktır. Bu durum yağmurlama sulama sistemlerinde istenmeyen bir durumdur.

Yağmurlama sulama sistemlerinde su uygulama etkinliği çeşitli faktörlerce etkilenir (Keller ve Bliesner, 1990). Bunlar;

1. Lateral üzerinde bulunan başlıklardaki debi farklılıkları. Bu başlıkların yapım hatalarından, basınç-debi ilişkisine göre uygun başlık seçilmemesinden kaynaklanır.
2. Başlıklar arasındaki alanda su dağılımındaki farklılıklar. Buna genellikle rüzgâr neden olur.

3. Yağmurlama sulamada, başlıktan çıkan suyun atmosfer ortamında doğrudan buharlaşma kayıpları.

4. Sulama süresince toprak yüzeyinden olan buharlaşma kayıpları.

Yağmurlama sulama projelerinde su uygulama eşdeşliği sistem projelirmede temel bir kriterdir. Çünkü sistemde lateral ve başlık aralıkları kabul edilebilir sınır içindeki su dağılım eşdeşliğine göre tertiplenir.

Yağmurlama sulama sistemlerinde su dağılım eşdeşliği çeşitli yollarla hesaplanabilmektedir. Bunlardan en yaygın olanı Christiansen (1942) tarafından geliştirilen Eşdağılım Katsayısıdır. Bu eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$CU=100/[1.0- (\sum X/n.m)] \quad (3.1)$$

eşitliği ile hesaplanabilir. Eşitlikte;

CU: Christiansen eşdağılım katsayısı, (%)

z: Test sonucunda su toplama kaplarında ölçülen her bir değer (mm)

$X = |z-m|$: Su toplama kaplarında ölçülen her bir değer ortalamadan olan farklılıkların mutlak toplamları (mm),

m: Su toplama kaplarında ölçülen değerlerin aritmetik ortalaması (mm) ve

n: Testte ölçülen kapların toplam sayısıdır.

Uygulamada CU değerinin % 84'den büyük olması istenir (Christiansen, 1942; Balaban ve Korukçu, 1970; Perold, 1977; Merriam ve Keller, 1978; Yıldırım, 1980; Kay, 1988; Keller ve Bliesner, 1990; Kanber, 1997).

Diğer bir dağılım eşdeşlik eşitliği ise, test edilen sistemdeki DU, dağılım türdeşliğidir. Dağılım türdeşliği;

$$DU= 100 (x_{1q}/x_{ort}) \quad (3.2)$$

eşitliği ile hesaplanır. Eşitlikte

x_{1q} : Su toplama kaplarının en az su alan $\frac{1}{4}$ ündeki ortalama su miktarı (mm)

x_{ort} : Su toplama kaplarında biriken ortama sulama suyu miktarı (mm) dir.

Bir sulama sisteminin DU, dağılım türdeşliği sınır değerleri Merriam ve Keller (1978) tarafından aşağıda verilen Çizelge 3.2'deki gibi öngörülmüştür.

Çizelge 3.2. DU, dağılım türdeşliği sınır değerleri

| Türdeşlik yüzdesi | Türdeşlik derecesi |
|-------------------|--------------------|
| > % 90 | Çok iyi |
| % 80-90 | İyi |
| % 70-80 | Orta |
| < % 70 | Kötü |

Bunun yanı sıra, Keller ve Bliesner (1990), Kay (1988), Balaban ve Korukçu (1970) yeknesak bir sulama için DU değerinin % 75' den büyük olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Bir yağmurlama sulama sistemini oluşturan unsurların en önemlisi yağmurlama başlıklarıdır. Son yıllarda çok farklı tipte yağmurlama başlıkları yapılmaktadır. Ancak bunların su dağılım özelliklerine ilişkin bilgi veren kaynak ve çalışmalar yeterli değildir. Bu nedenle kullanımı gittikçe artan farklı tipteki yağmurlama başlıklarının tarla koşullarında kullanılabilirlik sınırlarının bilimsel yöntemlerle saptanması zorunludur (Karaata, 1992).

Normal olarak, üretici firmalar, piyasaya sürdükleri yağmurlama başlıklarının, teknik özelliklerini verirler. Özellikle başlık tipi, farklı basınçlardaki debisi, ıslatma çapı, meme çapı, basınç regülatörlü ve tek ya da çift çıkışlı olup olmadığı gibi özellikler

yağmurlama sulama sistem projelendirmelerinde gereklidir. Başta her bir başlık için, basınç-debi ilişkisini gösteren bilgilerin mutlaka olması istenir. Başlık kataloğunda verilen bu bilgiler, çalışılan koşullarda aynı sonuçları vermeyebilir. Bu nedenle başlık testleri yapılarak o koşullar için, ıslatma çapı, istenen lateral ve başlık aralıklarındaki su dağılım eşdeğerlik düzeylerinin bilinmesi gerekir.

Bunun için de çeşitli su dağılım testleri yapılmaktadır. Su dağılımını etkileyen faktörler kısaca şöyledir:

- Yağmurlama başlıkları: Su dağılımına öncelikle başlığın özellikleri etkindir. Başlık özellikleri ise; meme çapı, püskürtme açısı, dönüş hızı, meme basıncı, meme tipi ve sayısıdır.
- Su dağılım sistemi: Yağmurlama başlıklarının lateral üzerinde aralıkları, başlığın monte edildiği yükselticinin boyu, yükselticinin stabilitesi ve laterallerde basınç değişimleri
- İklim faktörleri: Su dağılımına en etkili iklim faktörü rüzgâr hızı ve yönüdür.
- İşletme koşulları: Laterallerin düzgünlüğü, yükselticilerin dik tutulma durumu, işletme basıncı, zamanı ve süresi ile sistemin tertip tarzı su dağılımını etkileyen faktörlerdir.

Yağmurlama sulama projelerinde en yüksek dağılım eşdeğerliğinin elde edilmesi için uygun lateral ve başlık aralıklarının bulunması gerekir. Bunun için arazi koşullarında üç yöntem uygulanmaktadır (Korukçu ve Yıldırım, 1981). Bunlar:

Tekil başlık deneme yöntemi: Bu yöntem tek bir yağmurlama başlığının özellikleri ile sistem içinde kullanıldığında su dağılımının elde edilmesi amacıyla yapılır. Yağmurlama başlıklarının bir sistemde kullanılmaya başlanmasından önce su dağılımı yönünden denemeler yapılarak başlık karakteristikleri ve kullanma sınırları saptanır. Sistemin projelendirilmesi aşamasında bu kullanma sınırları çerçevesinde başlık seçimi yapılır. Tekil başlık deneme yöntemi, başlık karakteristiklerinin saptanmasına yönelik bir çalışmadır. Oysaki bir şebekenin işletilmesi söz konusu

olduğunda kurulu bir sistem ve bu sistemin arazi şartlarında sağlayabildiği yeknesaklık önem kazanır. Başlık testi sonucuna göre, lateral ve başlık aralıkları tertiplenir.

Tekil lateral deneme yöntemi: Tekil lateral metodu, arazide kurulu ve çalışır durumda bulunan bir yağmurlama sulama sisteminin su dağılım durumu ile diğer özelliklerinin saptanıp kontrol edilmesi amacıyla yapılır. Genel olarak yağmurlama sistemleri tekil lateral şeklinde çalıştırıldığından bu yöntem arazi koşullarında en uygun sonuçlar verir.

Birden fazla laterale sahip olan sistemlerde güç kaynağına en uzak olan lateralın uç kısmına yakın olan iki yağmurlama başlığı arası deneme yeri olarak seçilir. Bundaki amaç sistemin beklenen en kötü koşullarındaki çalışma durumunu ortaya koyabilmektir.

Birlikte çalışan lateraller yöntemi: Bu yöntem, çalışır durumda sabit bir yağmurlama sulama sisteminin hâlihazır durumdaki tertip aralıklarında meydana gelen su dağılımı durumu ve diğer özelliklerinin belirlenip kontrol edilmesi amacıyla uygulanır.

Deneme, sistemin pompadan en uzaktaki dört başlığı arasına tertiplenir. Kapların aralığı ve tertibi ile denemenin her aşamasında yapılan işlemler tekil lateral denemesinde olduğu gibidir. Ancak, bu yöntem diğerlerinden farklı olarak direk bir şekilde, hâlihazır tertip aralıklarına ait su dağılım desenini verir. Bu nedenle, bir örtme işlemine gerek yoktur.

Çalışmanın son aşaması olarak değerlendirme yapılmıştır. Araştırma alanındaki sulama sistemlerinin uygunluğu ve yeterliliği bölgenin sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel dinamikleri göz önüne alınarak ulusal standartlara uygunluğu açısından değerlendirilmiştir.

Dolayısıyla veri toplama, analiz ve değerlendirme aşamalarından oluşan bu çalışmada, mevcut sistemdeki halihazır tertip aralıklarına ilişkin su dağılım deseninin belirlenmesi için, dağılım türdeşliği ve dağılım yeknesaklığı parametreleri çoklu başlık dağılım deseni belirleme çalışmaları ile saptanmıştır. Bu amaçla, yöntemin

esasına uygun olarak işletme alanında kare ya da dikdörtgen biçimindeki dört yağmurlama başlığının hizmet ettiği alanda su toplama kaplarıyla kareler ağı oluşturulmuştur. Bu kaplarda toplanan suların debileri, ölçü kabı ve kronometre yardımıyla ölçülmüş, yağmurlama hızları hesaplanmış, elde edilen bulguların yeterliliği tartışılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırma alanında yapılan inceleme gözlem ve yetkili kişilerle yapılan sözlü görüşmelerde edinilen bilgiye göre, sulama otomatik programlı olarak yapılmaktadır. Yaz sulaması 10 Mayıs itibari ile başlamakta ve 20 Eylül'e kadar yağmursuz geçen her gün devam etmektedir. Sulama saatleri ise 02.00 ile 08.00 arasında iki vardiya olarak yapılmaktadır. 02.00 da başlayan otomatik sulama, 05.00 a kadar devam ederek tüm alanı sulamakta, 05.00 da tekrar başa dönerek tüm alanı 08.00 a kadar tekrar sulamaktadır. İşletmelerin her biri 6-7 dakika arasında sulanmaktadır. Kış sezonunda ise haftada 3 gün sulama yapılmaktadır.

Araştırmada Denizli-Antalya karayolundaki refüjlerde 20 işletmede kullanılan yağmurlama başlıklarının tertip aralıkları, yatay atış açlarına göre sayıları, sulama sırasında oluşan en yüksek ve en düşük basınçlar ile alanları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İşletmeler, tertip aralıkları, başlık sayıları, işletme basınçları ve hizmet alanları

| Refüj No | İşletme No | Başlık Sayısı (Adet) | | | Tertip Aralıkları S2 (m) | | | İşletme Basıncı (bar) | | | Alan (m ²) |
|----------|------------|----------------------|------|------|--------------------------|------|------|-----------------------|------|------|------------------------|
| | | 90° | 180° | 360° | min | max | ort | min | max | ort | |
| 1 | 1 | - | 41 | - | 2,80 | 3,35 | 3,12 | 1,31 | 2,07 | 1,64 | 230 |
| | 2 | - | 39 | - | 2,90 | 3,40 | 3,09 | 1,24 | 1,79 | 1,52 | 220 |
| | 3 | - | 41 | - | 2,94 | 3,30 | 3,15 | 1,24 | 1,79 | 1,45 | 230 |
| 2 | 4 | - | 34 | - | 2,60 | 3,85 | 3,13 | 1,10 | 1,65 | 1,38 | 160 |
| | 5 | - | 41 | - | 3,03 | 3,18 | 3,10 | 0,97 | 1,24 | 1,19 | 220 |
| | 6 | - | 40 | - | 2,76 | 3,39 | 3,08 | 0,97 | 1,38 | 1,15 | 220 |
| | 7 | - | 41 | - | 2,90 | 3,22 | 3,09 | 1,10 | 1,24 | 1,21 | 225 |
| 3 | 8 | - | 42 | - | 2,84 | 3,44 | 3,09 | 1,38 | 2,34 | 1,89 | 225 |
| | 9 | - | 40 | - | 2,60 | 3,65 | 3,09 | 1,65 | 2,07 | 1,79 | 227 |
| | 10 | - | 40 | - | 2,68 | 3,45 | 3,03 | 1,65 | 2,07 | 1,83 | 240 |
| 4 | 11 | - | 41 | - | 2,18 | 3,32 | 3,04 | 1,24 | 1,38 | 1,33 | 230 |
| | 12 | - | 39 | - | 3,00 | 3,30 | 3,14 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 230 |
| | 13 | - | 40 | - | 2,80 | 3,25 | 3,10 | 1,24 | 1,38 | 1,34 | 250 |
| 5 | 14 | - | 37 | - | 2,59 | 3,29 | 2,94 | 1,24 | 1,52 | 1,38 | 230 |
| | 15 | - | 38 | - | 2,76 | 3,40 | 3,08 | 1,38 | 1,38 | 1,38 | 230 |
| | 16 | - | 40 | - | 2,74 | 3,30 | 3,09 | 1,24 | 1,38 | 1,34 | 245 |
| 6 | 17 | - | 40 | - | 2,85 | 3,42 | 3,10 | 1,38 | 1,65 | 1,46 | 230 |
| | 18 | - | 41 | - | 2,96 | 3,36 | 3,09 | 1,38 | 1,65 | 1,45 | 245 |
| | 19 | - | 38 | - | 2,86 | 3,26 | 3,08 | 1,24 | 1,65 | 1,40 | 230 |
| | 20 | - | 39 | - | 2,80 | 3,30 | 3,07 | 1,38 | 1,65 | 1,45 | 225 |

İşletmelerin genel özelliğinin verildiği bu çizelgelerden görüleceği üzere; Aynı tip başlık ve memesinin kullanıldığı alanlardaki mevcut tertip aralıkları birbirinden çok farklıdır. Başka bir değişle, tertip aralıklarının düzenlenmesinde başlık atış mesafesi dikkate alınmamış ya da başlıklar alanın bir kısmında gelişigüzel yerleştirilmiştir.

Elde edilen bulgular $I_y/Cu/Du$ değerleri, Basınç, Tertip aralıkları, Başlık debi ölçümleri, Başlık sayısı/alan olarak ayrı ayrı değerlendirilmiş, son olarak elde edilen bulgulara göre değerlendirilmiştir.

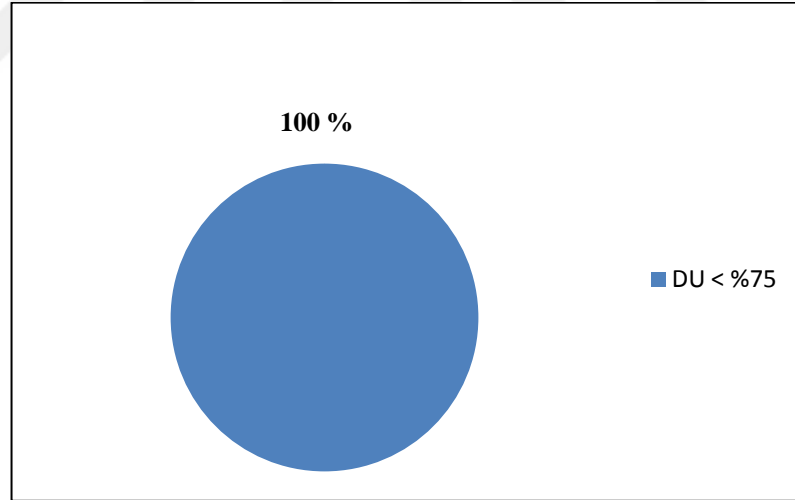
4.1. Deneme Yeri Yağmurlama Hızı (I_y), Dağılım Türdeşliği (DU) ve Dağılım Yeknesaklığı Christiansen Katsayısı (CU) Parametrelerine Göre Değerlendirme

Araştırma alanındaki I_y , Du ve Cu değerlerine göre su dağılımının uygunluğunu değerlendirmek üzere yapılan ölçümlerden elde edilen bulgular Çizelge 4.2'de verilmiştir.

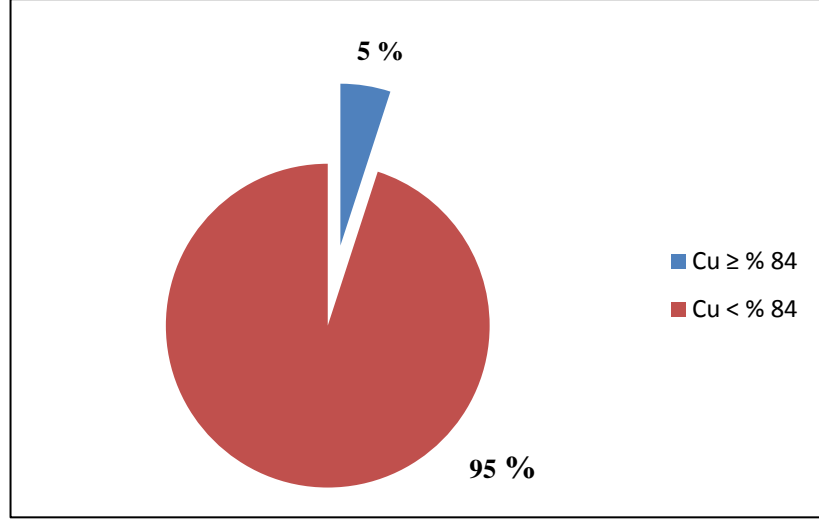
Çizelge 4.2. Deneme yeri yağmurlama hızı (Iy), dağılım türdeşliği (DU) ve dağılım yeknesaklığı Christiansen katsayısı (CU) parametreleri

| Refüj No | İşletme No | Yağmurlama Hızı; Iy, mm/h | | | | | | | | | | | CU % | | | DU % | | | CU ≥ %84 | DU ≥ %75 | | | |
|----------|------------|---------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|----------|-----|-------------|--|
| | | I | | | II | | | III | | | I | II | III | ort | I | II | III | ort | Su Dağılımı | | | | |
| | | min | max | ort | min | max | ort | min | max | ort | min | max | ort | I | II | III | ort | I | II | III | ort | Su Dağılımı | |
| 1 | 1 | 25.58 | 88.46 | 58.86 | 52.23 | 140.69 | 72.48 | 55.42 | 153.48 | 88.58 | 88.58 | 153.48 | 71.63 | 59.75 | 72.79 | 64.98 | 65.84 | Uygun Değil | | | | | |
| | 2 | 53.11 | 153.22 | 91.02 | 30.64 | 316.67 | 104.42 | 30.64 | 102.15 | 67.19 | 76.67 | 50.97 | 71.24 | 66.29 | 65.64 | 34.24 | 53.21 | 51.03 | Uygun Değil | | | | |
| | 3 | 53.29 | 106.58 | 74.13 | 44.77 | 236.62 | 116.53 | 42.63 | 277.12 | 91.42 | 77.85 | 55.42 | 47.55 | 60.27 | 73.33 | 42.08 | 53.63 | 56.35 | Uygun Değil | | | | |
| 2 | 4 | 53.29 | 147.09 | 85.74 | 51.16 | 125.77 | 81.24 | 42.63 | 100.19 | 77.21 | 74.52 | 74.60 | 76.14 | 75.09 | 68.37 | 65.60 | 55.21 | 63.06 | Uygun Değil | | | | |
| | 5 | 72.48 | 112.98 | 86.92 | 53.29 | 125.77 | 83.14 | 42.63 | 104.45 | 75.56 | 81.53 | 73.79 | 77.57 | 77.63 | 77.25 | 64.10 | 66.29 | 69.21 | Uygun Değil | | | | |
| | 6 | 42.63 | 112.98 | 77.45 | 49.03 | 98.06 | 72.00 | 46.90 | 95.93 | 59.69 | 79.61 | 79.83 | 76.98 | 78.81 | 64.67 | 74.01 | 78.57 | 72.42 | Uygun Değil | | | | |
| 3 | 7 | 63.95 | 115.11 | 79.11 | 51.16 | 108.72 | 90.71 | 44.77 | 100.19 | 72.00 | 84.70 | 83.17 | 77.85 | 81.91 | 80.84 | 66.97 | 66.61 | 71.47 | Uygun Değil | | | | |
| | 8 | 36.94 | 262.48 | 147.98 | 19.44 | 116.66 | 64.59 | 29.16 | 367.47 | 88.14 | 70.12 | 52.58 | 29.58 | 50.76 | 41.38 | 22.57 | 39.71 | 34.56 | Uygun Değil | | | | |
| | 9 | 58.98 | 169.85 | 112.19 | 58.98 | 129.75 | 105.11 | 35.39 | 129.75 | 89.12 | 78.61 | 84.21 | 78.89 | 80.57 | 63.08 | 68.45 | 62.21 | 64.58 | Uygun Değil | | | | |
| 4 | 10 | 70.77 | 153.34 | 108.52 | 70.77 | 129.75 | 102.23 | 47.18 | 129.75 | 90.69 | 83.09 | 88.38 | 81.37 | 84.28 | 70.65 | 79.61 | 65.03 | 71.77 | Uygun Değil | | | | |
| | 11 | 13.27 | 69.00 | 41.87 | 31.85 | 103.50 | 63.99 | 50.42 | 100.85 | 66.35 | 60.09 | 71.02 | 76.89 | 69.33 | 34.87 | 51.84 | 75.99 | 54.23 | Uygun Değil | | | | |
| | 12 | 32.92 | 144.01 | 83.44 | 34.97 | 123.44 | 82.06 | 39.09 | 72.01 | 54.63 | 65.60 | 68.00 | 81.78 | 71.79 | 46.85 | 56.41 | 75.32 | 59.53 | Uygun Değil | | | | |
| 5 | 13 | 49.03 | 134.30 | 82.19 | 59.69 | 127.90 | 87.87 | 38.37 | 85.27 | 55.90 | 71.31 | 77.30 | 79.38 | 76.00 | 62.25 | 70.35 | 72.45 | 68.35 | Uygun Değil | | | | |
| | 14 | 36.24 | 106.58 | 68.92 | 40.50 | 110.85 | 72.00 | 38.37 | 176.93 | 82.66 | 69.99 | 68.35 | 58.23 | 65.52 | 56.25 | 59.21 | 32.24 | 49.23 | Uygun Değil | | | | |
| | 15 | 36.29 | 165.59 | 74.85 | 27.22 | 106.61 | 56.20 | 22.68 | 102.07 | 63.26 | 66.33 | 50.97 | 64.50 | 60.60 | 60.61 | 50.44 | 46.62 | 52.56 | Uygun Değil | | | | |
| 6 | 16 | 38.37 | 112.98 | 63.00 | 46.90 | 127.90 | 75.08 | 29.84 | 85.27 | 57.79 | 65.16 | 74.69 | 71.04 | 70.30 | 61.54 | 68.14 | 53.49 | 61.06 | Uygun Değil | | | | |
| | 17 | 43.69 | 157.27 | 79.36 | 39.32 | 131.06 | 70.63 | 30.58 | 161.64 | 69.17 | 59.02 | 67.47 | 55.09 | 60.53 | 55.05 | 58.76 | 50.53 | 54.78 | Uygun Değil | | | | |
| | 18 | 48.05 | 109.22 | 75.72 | 28.40 | 100.48 | 71.60 | 39.32 | 91.74 | 68.44 | 74.79 | 76.88 | 74.70 | 75.46 | 63.46 | 56.44 | 60.64 | 60.18 | Uygun Değil | | | | |
| 6 | 19 | 43.69 | 152.90 | 88.59 | 39.32 | 120.14 | 73.54 | 30.58 | 141.98 | 75.72 | 67.79 | 72.50 | 72.01 | 70.77 | 56.71 | 59.41 | 53.37 | 56.50 | Uygun Değil | | | | |
| | 20 | 54.61 | 117.95 | 79.85 | 43.69 | 104.85 | 75.24 | 52.42 | 104.85 | 77.18 | 78.25 | 78.21 | 82.39 | 79.62 | 69.76 | 60.96 | 72.17 | 67.63 | Uygun Değil | | | | |

Çizelge incelendiğinde, aynı sulama programının uygulandığı bu refüj alanlarında farklı miktarlarda su verildiği görülecektir. Aynı işletme içerisinde yapılan denemelerde elde edilen yağmurlama hızı değerleri arasında dahi kabul edilemez düzeyde farklılıklar bulunmaktadır. Deneme alanlarındaki su dağılım deseninin irdelenmesine ilişkin yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen dağılım türdeşliği (DU) ve dağılım yeknesaklığı Christiansen katsayısı (CU) parametreleri de söz konusu aksaklığı açık biçimde göstermektedir. Şöyle ki, Christiansen (1942), Perold (1977) ve Yıldırım (1980) de belirtildiği üzere yağmurlama sulama sistemiyle sulanan alanlarda iyi bir su dağılımı için DU katsayısının $\geq \% 75$, CU katsayısının ise $\geq \% 84$ olması gerekir. Oysa, incelenen 20 deneme yerinin 1 tanesinde (% 5) CU değeri $\geq \% 84$ olup DU değeri ise hiçbir denemede $\geq \% 75$ 'ten büyük değildir (Şekil 4.1 ve 4.2). Başka bir deyişle, incelenen işletmelerin yaklaşık % 95'inde yapılan sulama uygulamalarıyla iyi bir su dağılımı sağlanamamaktadır. Yapılan sulamalarda refüj alanlarının büyük bir kısmında alanın bazı yerlerine az, bazı yerlerine ise fazla su uygulanmaktadır.



Şekil 4.1. DU, dağılım türdeşliği değerleri



Şekil 4.2. CU, Christiansen katsayısı, dağılım yeknesaklığı değerleri

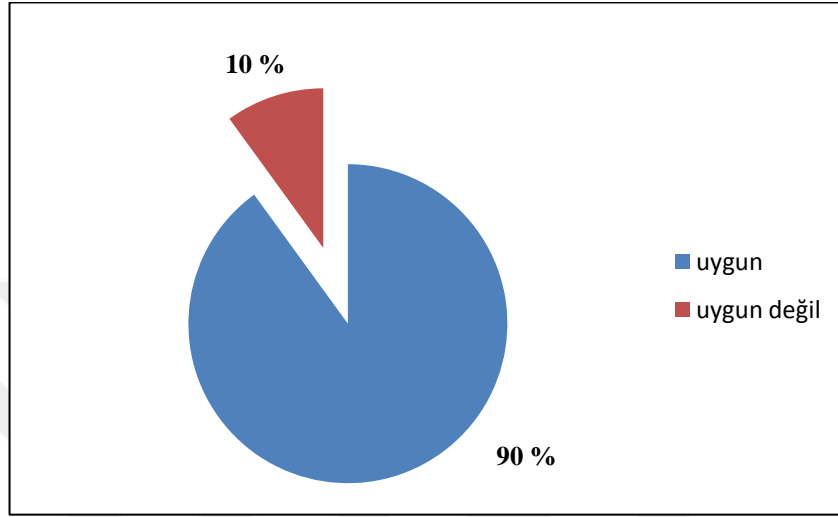
4.2. Basınç Değerlendirmesi

Araştırma alanındaki başlık basınç değerlerine göre su dağılımının uygunluğunu değerlendirmek üzere ölçümlerden elde edilen bulgular Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. İşletme basınçları ve başlık basınç değerlendirmeleri

| Refüj No | İşletme No | Ortalama İşletme Basıncı (bar) | Uç Başlık Basınçları (bar) | | | Basınç Değerlendirme (İşletme Basıncı * %20 > Fark) | |
|----------|------------|--------------------------------|----------------------------|------|------|---|-------------|
| | | | I | II | Fark | İşletme Basıncı * %20 | Sonuç |
| 1 | 1 | 1,64 | 1,86 | 1,51 | 0,35 | 0,33 | Uygun Değil |
| | 2 | 1,52 | 1,37 | 1,72 | 0,35 | 0,30 | Uygun Değil |
| | 3 | 1,45 | 1,38 | 1,52 | 0,14 | 0,29 | Uygun |
| 2 | 4 | 1,38 | 1,38 | 1,52 | 0,14 | 0,28 | Uygun |
| | 5 | 1,19 | 1,24 | 1,10 | 0,14 | 0,24 | Uygun |
| | 6 | 1,15 | 1,10 | 1,10 | 0 | 0,23 | Uygun |
| | 7 | 1,21 | 1,24 | 1,24 | 0 | 0,24 | Uygun |
| 3 | 8 | 1,89 | 2,14 | 2,07 | 0,07 | 0,38 | Uygun |
| | 9 | 1,79 | 1,93 | 1,93 | 0 | 0,36 | Uygun |
| | 10 | 1,83 | 1,79 | 1,83 | 0,04 | 0,37 | Uygun |
| 4 | 11 | 1,33 | 1,38 | 1,38 | 0 | 0,27 | Uygun |
| | 12 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 0 | 0,25 | Uygun |
| | 13 | 1,34 | 1,38 | 1,38 | 0 | 0,27 | Uygun |
| 5 | 14 | 1,38 | 1,24 | 1,38 | 0,14 | 0,28 | Uygun |
| | 15 | 1,38 | 1,38 | 1,38 | 0 | 0,28 | Uygun |
| | 16 | 1,34 | 1,38 | 1,38 | 0 | 0,27 | Uygun |
| | 17 | 1,46 | 1,38 | 1,38 | 0 | 0,29 | Uygun |
| 6 | 18 | 1,45 | 1,38 | 1,38 | 0 | 0,29 | Uygun |
| | 19 | 1,40 | 1,24 | 1,38 | 0,14 | 0,28 | Uygun |
| | 20 | 1,45 | 1,38 | 1,38 | 0 | 0,29 | Uygun |

Literatür verilerine göre uç başlıklar arasındaki basınç farkı, işletme basıncının % 20'sinden büyük olmayacaktır. Her işletmenin kendi içerisinde oluşan basınçlar incelendiğinde, 20 işletmenin 2 sinde (% 10) yağmurlama başlıklarında oluşan basınçların projelendirme kriterlerine uygun olmadığı ve genel olarak % 90'ının uygun olduğu saptanmış olup Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. İşletme basınçları

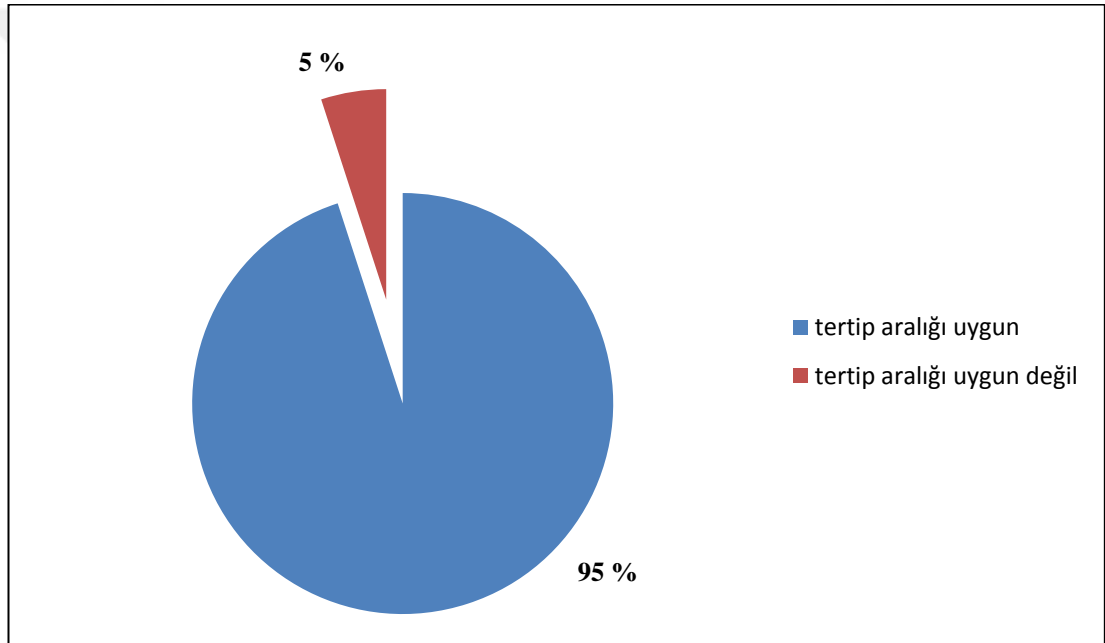
4.3. Tertip Aralığı Değerlendirmesi

Araştırma alanındaki tertip aralığı değerlerine göre sulama performansının uygunluğunu değerlendirmek üzere ölçümlerden elde edilen bulgular Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yatay atış mesafelerine göre tertip aralıklarının değerlendirilmesi

| Refüj İşletme No | Ortalama Tertip Aralığı (m) | | | | | | | | | | Yağmurlama Başlığının Yatay Atış Mesafesi (m) | | | Başlığa Uygun Tertip Aralığı Kural S2 | | | Tertip Aralığı Değerlendirme |
|------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------|----------------------|---|---------------------------|-----|---------------------------------------|--|-----------|------------------------------|
| | S1 | | S2 | | min | | max | | ort | | min | max | ort | Max Değer | | Min Değer | |
| | max | ort | min | max | min | max | min | max | Atış Mesafesi / 0,65 | Atış Mesafesi X 0,65 | | | | | | | |
| 1 | 3,60 | 3,74 | 3,70 | 2,80 | 3,35 | 3,12 | 1,20 | 2,80 | 1,98 | 3,05 | 1,29 | S2 Ort > 3,05 Uygun Değil | | | | | |
| | 3,53 | 3,66 | 3,59 | 2,90 | 3,40 | 3,09 | 1,60 | 3,10 | 2,40 | 3,69 | 1,56 | 3,69 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,60 | 3,68 | 3,64 | 2,94 | 3,30 | 3,15 | 2,00 | 3,00 | 2,40 | 3,69 | 1,56 | 3,69 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| 2 | 2,23 | 3,58 | 3,23 | 2,60 | 3,85 | 3,13 | 1,40 | 3,20 | 2,30 | 3,54 | 1,50 | 3,54 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,67 | 3,75 | 3,70 | 3,03 | 3,18 | 3,10 | 2,50 | 3,20 | 2,90 | 4,46 | 1,89 | 4,46 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,69 | 3,73 | 3,71 | 2,76 | 3,39 | 3,08 | 2,00 | 3,50 | 2,80 | 4,31 | 1,82 | 4,31 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| 3 | 3,69 | 3,71 | 3,70 | 2,90 | 3,22 | 3,09 | 1,80 | 3,50 | 2,60 | 4,00 | 1,69 | 4,00 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,49 | 3,53 | 3,50 | 2,84 | 3,44 | 3,09 | 2,20 | 3,00 | 2,70 | 4,15 | 1,76 | 4,15 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,63 | 3,68 | 3,66 | 2,60 | 3,65 | 3,09 | 2,30 | 3,00 | 2,70 | 4,15 | 1,76 | 4,15 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| 4 | 3,60 | 3,68 | 3,64 | 2,68 | 3,45 | 3,03 | 2,20 | 2,80 | 2,60 | 4,00 | 1,69 | 4,00 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,56 | 3,70 | 3,60 | 2,18 | 3,32 | 3,04 | 2,30 | 2,60 | 2,50 | 3,85 | 1,63 | 3,85 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,67 | 3,74 | 3,64 | 3,00 | 3,30 | 3,14 | 2,10 | 2,70 | 2,40 | 3,69 | 1,56 | 3,69 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| 5 | 3,76 | 3,84 | 3,76 | 2,80 | 3,25 | 3,10 | 2,20 | 2,70 | 2,45 | 3,77 | 1,59 | 3,77 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,63 | 3,74 | 3,71 | 2,59 | 3,29 | 2,94 | 2,40 | 3,20 | 2,80 | 4,31 | 1,82 | 4,31 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,64 | 3,72 | 3,68 | 2,76 | 3,40 | 3,08 | 2,20 | 3,00 | 2,60 | 4,00 | 1,69 | 4,00 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| 6 | 3,64 | 3,72 | 3,70 | 2,74 | 3,30 | 3,09 | 2,40 | 2,70 | 2,56 | 3,94 | 1,66 | 3,94 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,85 | 3,88 | 3,87 | 2,85 | 3,42 | 3,10 | 2,10 | 3,20 | 2,70 | 4,15 | 1,76 | 4,15 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 4,12 | 4,18 | 4,15 | 2,96 | 3,36 | 3,09 | 2,40 | 3,20 | 2,90 | 4,46 | 1,89 | 4,46 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| 19 | 4,06 | 4,10 | 4,08 | 2,86 | 3,26 | 3,08 | 2,40 | 3,00 | 2,68 | 4,12 | 1,74 | 4,12 > S2 Ort Uygun | | | | | |
| | 3,88 | 3,94 | 3,91 | 2,80 | 3,30 | 3,07 | 2,50 | 3,00 | 2,67 | 4,11 | 1,74 | 4,11 > S2 Ort Uygun | | | | | |

Sulama performansının belirlenmesinde kullanılacak deneme yerlerinde ölçülen yağmurlama başlıklarının yatay atış mesafeleri, bilimsel kriterlere göre düzenlenmelidir. Çizelgeden de görüleceği gibi aynı tip ve memeye sahip başlıkların yatay atış mesafeleri farklı basınçlar altında çalıştırıldıkları için birbirinden oldukça farklı değerlerdedir. Deneme yerlerinde kullanılan başlıkların yatay atış mesafeleri ve özellikle refüjlerin kısa kenar kriteri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalarda işletmelerden elde edilen yağmurlama başlıklarının yatay atış mesafeleri ve tertip aralıklarının genellikle uygun olduğu (% 95) belirlenmiştir (Şekil 4.4). Bununla birlikte deneme yapılan 1 (% 5) işletmede mevcut tertip aralıklarında kullanılan başlıklar da uygun değildir.



Şekil 4.4. Tertip aralıkları

4.4. Başlık Debisi Ölçümleri

Sulama performansının değerlendirilmesinde bir diğer kriter olan başlık debisi ölçümlerinde, su tüketimi ile sulama performansı arasında doğrudan bir ilişki olduğu göz önüne alındığında, başlık sulama debilerinin eşit veya birbirine yakın değerler olması gerektiği bilinmektedir. Dolayısıyla işletmelerdeki başlık debileri 0,33 m³/h ile 0,56 m³/h aralığında standart bir görünüm sergilemektedir (Çizelge 4.5).

Bu kapsamda, başlık debi değerlerinin birbirine yakın olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Çizelge 4.5. İşletmelerdeki başlık debisi ölçümleri

| Refüj No | İşletme No | Başlık Debisi Ölçümleri (m ³ /h) | | | | |
|----------|------------|---|------|------|------|------|
| | | I | II | III | IV | ORT |
| 1 | 1 | 0,43 | 0,48 | 0,45 | 0,64 | 0,50 |
| | 2 | 0,42 | 0,38 | | | 0,40 |
| | 3 | 0,35 | 0,38 | | | 0,37 |
| 2 | 4 | 0,40 | 0,38 | | | 0,39 |
| | 5 | 0,37 | 0,33 | 0,37 | | 0,36 |
| | 6 | 0,32 | 0,30 | 0,42 | | 0,35 |
| | 7 | 0,33 | 0,33 | 0,34 | | 0,33 |
| 3 | 8 | 0,62 | 0,50 | | | 0,56 |
| | 9 | 0,40 | 0,42 | | | 0,41 |
| | 10 | 0,39 | 0,41 | 0,43 | | 0,41 |
| 4 | 11 | 0,35 | 0,37 | | | 0,36 |
| | 12 | 0,31 | 0,38 | | | 0,35 |
| | 13 | 0,37 | 0,35 | | | 0,36 |
| 5 | 14 | 0,46 | 0,41 | | | 0,44 |
| | 15 | 0,31 | 0,37 | | | 0,34 |
| | 16 | 0,43 | 0,50 | | | 0,47 |
| 6 | 17 | 0,46 | 0,42 | | | 0,44 |
| | 18 | 0,39 | 0,45 | | | 0,42 |
| | 19 | 0,36 | 0,43 | | | 0,40 |
| | 20 | 0,46 | 0,43 | | | 0,45 |

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deneme sonuçlarına göre, Denizli-Antalya karayolu üzerindeki orta refüjlerdeki alanların sulanmasında kullanılan sulama sistemlerinde;

- Genelde, tek tip yağmurlama başlığı kullanılmıştır. Bunun nedeni genelde refüj boyutlarının birbirine benzer olmasıdır.
- Kullanılan başlıkların % 95'inin tertip aralıklarına uygun biçimde yerleştirildiği görülmüştür.
- Yağmurlama başlıklarının % 90'ında başlık basınçlarının uygun olduğu belirlenmiştir.
- Alanların yaklaşık % 95'inde kabul edilebilir düzeyde eş su dağılımı sağlanamamaktadır.
- Yapılan aynı tip sulama uygulamaları, bazı işletmelerde yetiştirilen bitkilerin su ihtiyaçlarını tam olarak karşılayamazken, bazı işletmelerde ise gereğinden fazla su verilmesine neden olmaktadır. Sulama sezonu içerisinde aynı biçimde sulama uygulaması yapmak, bitki su tüketimlerinin aylık bazda değerlendirildiğinde farklı olması göz önüne alınırsa doğru bir uygulama değildir. Sulama sezonu içerisinde aynı biçimde (miktar, sulama aralığı, süre vb.) sulama yapılarak aşırı su israfına yol açılmaktadır. Rekreasyon alanlarının hep aynı biçimde sulanması oldukça pratiktir ve bu durumda nitelikli bireylere gereksinim duyulmaz ve otomatik sulama programı sıkça değiştirilmez. Ancak, bu durum gereksiz su ve enerji israfına neden olunur.

Sonuç olarak, Denizli-Antalya Karayolu üzerinde bulunan orta refüjlerdeki alanların sulanmasında kullanılan mevcut sulama sistemlerini ya yeniden projelendirmek ve yapılandırmak gerekir yada mevcut sulama sisteminde bazı onarımlar yapmak gerekmektedir. Anılan ilk çözüm yolu oldukça pahalı bir uygulama olacağı için, mevcut sulama sisteminde bazı onarımlar yaparak, önlemler alarak sulama uygulamaları iyileştirilebilir. Bu onarım ve önlemler:

Mevcutta kullanılan sprey başlıkların su dağılım deseninin uygun olmaması sonucunda, toprağın infiltrasyon hızına uygun yeni tip yağmurlama başlığı seçmek, yeni tip yağmurlama başlığına uygun olarak tertip aralıklarını yeniden oluşturmak ve yeni tip başlığa göre işletme basıncını yeniden düzenlemek şeklinde sıralanabilir.



KAYNAKLAR

- Aküzüm, T. 1976. Türkiye’de imal edilen Yağmurlama Başlıklarının Su Dağılımının Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, 92, Ankara.
- Ayars, J.E., Hutmacher, R.B., Schoneman, R.A. ve Dettinger, D.R. 1991. Influence of cotton canopy on sprinkler irrigation uniformity. Transactions of the ASAE, 34(3), 890-896.
- Balaban, A. ve Korukçu, A. 1970. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Su Dağılımının Ölçülme Metodları üzerine Bir inceleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı 1969, Ayrı Basım, 829-850, Ankara.
- Bahçeci, İ., Bahçeci, P., Tarı, A.F. ve Dinç, N. 2007. İç Anadolu Bölgesindeki Yarı Hareketli Yağmurlama Sistemlerinin Performans Analizi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Tübitak Projesi, Şanlıurfa.
- Bahçeci, İ., Nacar, A.S., Değirmenci, V. ve Yıldız, İ. 2010. Şanlıurfa Bozova Yaylak Ovası Sulama Projesi Kapsamında Bulunan Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Etkinliklerinin Belirlenmesi. Topraksu Yayınları. Şanlıurfa.
- Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by Sprinkling. University of California. Agricultural Experiment Station, Bulletin No:670, California.
- Cuenca, R.H. 1989. Irrigation System Design. Prentice Hall: Englewood Cliffs, New Jersey, 552 sayfa
- English, M., Taylor, A. ve John, P. 1985. Evaluating Sprinkler System Performance. Nz Agricultural Science: Wageningen, The Netherlands, 32-38.
- Hansen, V.E., Israelsen, O.W. ve Stringham, G.E. 1979. Irrigation Principles and Practices. John Willey and Sons Inc.: New York, 417 sayfa.
- Hoffman, G.J., Howell, T.A. ve Solomon, K.H. 1990. Management of Farm Irrigation Systems. American Society of Agricultural Engineers, 149 sayfa.
- Howell, T.A., Bucks, D.A., Goldhamer, D.A. ve Lima, J. 1986. Management Principles Irrigation Scheduling In: Trickle Irrigation for Crop Production (ed. F. S. Nakayama, D. A. Bucks), Elsevier Science Publisher, B. V. The Netherlands.
- Karaata, H. 1992. Yağmurlama Ek Talimatı. 434 No’lu Sulama Rehberi Ana Projesi, Kırklareli.
- Kadayıfçı, A., Oğuz, M. ve Kodal, S. 1998. Nevşehir, Derinkuyu ve Kaymaklı Yöresinde Yağmurlama Sulama Uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım bilimleri Dergisi, C:4, No:3, 15-23, Ankara.

- Kanber, R. 1997. Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, Adana, 529 sayfa.
- Kay, M. 1988. Sprinkler Irrigation Equipment and Practice. B. T. Batsford Limited: London, 120 s.
- Keller, J. ve Bliesner, R.D. 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation. Avi Book, Van Nostrand Reinhold Publ.: New York, 651 sayfa.
- Kohl, R.A. 1974. Drop size distribution from medium sized agricultural sprinklers. Transactions of the ASAE., 17(4), 690-693.
- Korukçu, A. ve Yıldırım, O. 1978. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Ekonomik Boru Büyüklüğünün Saptanması. TOPRAKSU Dergisi, 49, 126-137, Ankara.
- Korukçu, A. ve Yıldırım, O. 1981. Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. TOPRAKSU Yayınları. Ankara.
- Little, G.E., Hills, D.J. ve Hanson, B.R. 1993. Uniformity in pressurized irrigation systems depends on design. installation. California Agriculture, 47(3), 18-21.
- Merriam, J. L. ve Keller, J. 1978. Farm Irrigation Systems Evaluation: A Guide For Management. Utah State University, Logan, Utah, 271 sayfa.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2016. İl ve İlçelerimize Ait İstatiki Veriler. Erişim Tarihi: 06.09.2016. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>
- Perold, R. 1977. Design of Irrigation Pipe Laterals With Multiple Outlets. Journal of The Irrigation and Drainage Division, 103 (122), 179-195.
- Rochester, E.W. 1995. Landscape Irrigation Design. ASAE Publication 8: 218
- Ruzicka, M. 1992. The uniformity of application rate of the irrigation sprinkler, Pedol. A Melior., 28(2), 145-151.
- Shete, D.T. ve Mod, P.M. 1995. Sprinkler performance characteristics with respect to radial and grid catchcan patterns, Proceedings of ICID Special Technical Session on the Role of Advanced Technologies in Making Effective Use of Scarce Water Resources, Rome, 2, 251-259.
- Tarı, A.F. 1998. Konya-İlgin Ovası'nda Kullanılan Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 152 sayfa.
- Tarı, A.F. ve Yazar, A. 2010. Konya-İlgin Ovasındaki Bireysel Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Bazı Performans Parametreleri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Araştırma Makalesi, Şanlıurfa, 45-46. sayfa.

- Tuylu, G.İ. 2010. Gediz Havzası Sarıkız Sulama Birliği Sulama Sisteminin İşletimi Üzerine Model Yaklaşımı. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
- Vories, E.D. ve Von Bernuth, R.D. 1986. Single Nozzle Sprinkler Performance in Wind. American Society of Agricultural Engineers, 29(5), 1325-1330.
- Wahdan, A.A. ve El-Gayar, A.M. 1988. Spatial Distribution of Irrigation Water Application in Sprinkler Irrigation. American Society of Agricultural Engineers, Paper No. 88-2620, 25-37.
- Yıldırım, O. 1980. Türkiye’de Yapılan Bazı Boruların Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Lateral Kullanım Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Doktora Tezi, 144, Ankara.
- Yıldırım, O. 1996. Sulama Sistemleri II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1449, 289, Ankara
- Yıldırım, O. 2003. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniv., Ziraat Fakültesi, Yayın No 1536, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Serkan SELİM
Doğum Yeri ve Yılı : Trabzon, 1988
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : serkanselim_61@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Trabzon Lisesi
Ön Lisans : Selçuk Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O., İnşaat
Lisans : SDÜ, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Tasarımı Öğretmenliği

Mesleki Deneyim

Denizli Büyükşehir Belediyesi 2013-..... (halen)