

## Araştırma Makalesi

## KONYA-ILGIN OVASINDAKİ BİREYSEL YAĞMURLAMA SULAMA SİSTEMLERİNİN BAZI PERFORMANS PARAMETRELERİ

Ali Fuat TARI<sup>1\*</sup>Attila YAZAR<sup>2</sup>

Yayın Geliş Tarihi: 04.12.2009

Yayın Kabul Tarihi: 01.01.2010

**ÖZET**

Bu çalışma, Konya Ilgın Ovası'nda kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarını değerlendirmek, bu sistemlerin ne denli etkin çalıştıklarını ortaya koymak ve sistem performanslarını iyileştirmek için ne gibi önlemlerin alınması gerektiğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla ovayı temsil edecek şekilde dokuz yağmurlama sulama sistemi seçilmiştir. Çalışmada, Christiansen türdeşlik katsayısı (CU), dağılım türdeşliği (DU), su uygulama randımanı, yağmurlama başlık basıncı ve değişimi, yağmurlama başlık debisi ve değişimi, sulama öncesi toprak nem açığı, sulama suyu miktarı, sulama aralığı ve sulama sayıları her bir sistem için değerlendirilmiştir. Her bir sulamanın su dağılım türdeşliği tekil lateral su dağılım testleri yapılarak belirlenmiştir. Sulama sırasında doğrudan buharlaşma ve rüzgarla sürüklenme miktarları ampirik eşitliklerle saptanmıştır. Sonuçta DU değerlerinin %36,8 ile %81,5 arasında; CU değerlerinin de %58,0 ile %82,0 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, değerlendirme çalışması yapılan sistemler üzerinde basınç ve debi değişimlerinin izin verilen sınırların üzerinde olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Yağmurlama sulama, performans, Christiansen eşdağılım katsayısı, kayıplar, şekerpancarı

### SOME PERFORMANCE PARAMETERS OF INDIVIDUAL SPRINKLER IRRIGATION SYSTEMS EFFICIENCY USED IN KONYA-ILGIN PLAIN

**ABSTRACT**

The on-farm sprinkler irrigation systems used in the Ilgın Plain in Konya Province in Central Anatolia (Turkey) were evaluated in order to determine the efficiency of the systems as they are being used, and to determine how effectively the systems can be operated and whether they can be improved, and to obtain information that will assist engineers in designing other systems.

A total of nine sprinkler systems were evaluated in the field by determining the uniformity coefficient (UC), distribution uniformity (DU), and application efficiency (AELQ), sprinkler flow rates, pressures at each sprinkler on the lateral, soil moisture deficit prior to and irrigation, duration of irrigation, irrigation interval, yield of sugarbeets and potatoes were determined for each system studied. The distribution uniformity (DU) of irrigation for studied each system was evaluated by means of the catch-can tests. Evaporation from the catch cans during the tests was also estimated. Wind drift losses were estimated using empirically determined equations. DU values ranged from 36.8 to 81.5% for the systems evaluated. UC values varied from 58.0 to 82.0%. Both the DU and UC values obtained were lower than the recommended values. Pressure variation and flow variation along the lateral were estimated to be much higher than the recommended values. In general, systems were operated at a lower pressure than required.

**Key Words:** Sprinkler irrigation, performance evaluation, Christiansen uniformity coefficient, spray losses, sugarbeet

**GİRİŞ**

Sulama, kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal üretimi önemli düzeyde artırmaktadır. Bu amaçla büyük bir bölümü yarı kurak iklim özellikleri gösteren ülkemizde sulama amaçlı büyük yatırımlar gerçekleştirilmiş ve yapılmaya devam edilmektedir. Söz konusu

yatırımlar oldukça pahalı olup, ülke kaynaklarının önemli bir bölümünü kullanmaktadır.

Sulamaya yönelik yatırım projelerinde çoğu kez, projeleme verileri ya yok denecek kadar azdır veya hiç yoktur. Bu nedenle projeleme aşamasında teorik yaklaşımlar daha

<sup>1</sup> Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Konya

<sup>2</sup> Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

Sorumlu Yazar: aftari@hotmail.com

fazla yer tutmaktadır. Yatırımlar tamamlandıktan sonra ise yanlış su uygulamaları görülmektedir. Sulama projelerinin yetersizliği ve yanlış su yönetimi sonucunda su kayıpları artmaktadır. Böylece hem planlanandan daha küçük alanlar sulanmakta ve hem de aşırı su kayıpları, taban suyunu yükselterek drenaj ve çoraklık gibi çözümü güç sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Anılan durum ülkenin birçok yerinde görülmüştür. Projeleri iyileştirmeye yönelik ek yatırım projeleri hazırlanarak uygulanmış, ancak çoğu kez benzer hatalar yinelenmiştir.

Yağmurlama, suyun kaynaktan belli bir basınçla alındığı, kapalı bir sistemle tarlaya dek iletildiği ve sonra atmosfere damlacıklar halinde püskürtüldüğü sulama yöntemidir (Kanber,1997). Yağmurlama, sulu tarımın olduğu çoğu iklime rahatça uyabilir. Ancak, yüksek sıcaklık, rüzgar hızı ve düşük nemliliğin olduğu, özellikle sulama sularının önemli ölçüde erimiş tuz içerdiği yörelerde, kimi sorunlar ortaya çıkabilir. Rüzgar hızının dağılım türdeşliğini bozduğu yerlerde, uygun bir tertip aralığı ve proje unsurlarının seçilmesi ile anılan sakınca ortadan kaldırılabılır (Heermann ve Kohl 1980).

Merriam ve Keller (1978), enerji ve su korunumu için yağmurlama sulama sistem performanslarının iyileştirilmesinin önemine değinmişlerdir. Anılan iyileştirmeler sulama sisteminin tasarımında olduğu kadar, sistemin işletilmesinde de değişiklikler yapılması anlamına gelmektedir. Böylece, gerek sistemde ve gerekse işletimdeki iyileştirmeler sonucu, su ve iş gücünden tasarruf, toprağın korunması ve bunlara bağlı olarak ürün miktarında artış sağlanabileceği vurgulanmıştır. Araştırmacılara göre performans değerlendirme çalışmaları sonucunda, sulama sistemlerinde gereksinim duyulan iyileştirmeler için önerilen birçok seçenek, kimi zaman yalnızca basit düzenlemeleri içerir.

Solomon'a (1984) göre ise, sulamada önemli olanın yalnızca suyun ne kadar iyi uygulandığı değil, aynı zamanda verilen suyun sulanan bitkilere ne kadar türdeş dağıtıldığıdır. Araştırmacıya göre, üniform olmayan sulamalar, yalnızca sulanan arazinin bir kısmının sudan yoksun bırakılmakla kalmayıp, diğer bölümlerinin gerektiğinden fazla su alarak göllenmesine ve dolayısıyla bitkilerin aşırı sudan zarar görmesine, toprağın tuzlaşmasına ve bitki besin maddelerinin yıkanarak taban suyuyla karışmasına neden olmaktadır.

Lebdi ve Lamaddalena (1996) yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarının sulanacak tarlanın

geometrisi, işletme basıncı, başlıkların hidrolik özellikleri ve rüzgar hızı; Hoffman ve ark. (1990) ise, bunlara ek olarak, düzenleme aralığı ve meme çapları gibi faktörlere bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Hoffman ve ark. (1990), yağmurlama başlıklarında memelerin yıpranmasının debinin artmasına, dolayısıyla basıncın düşmesine ve yağmurlama üniformitesinin değişmesine neden olduğuna değinmişler ve ayrıca, yükselticilerin dik durumda olmasına özen gösterilmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır.

Burt ve ark(1997)'a göre, yıpranmış veya farklı meme çaplarına sahip başlıklar, yeknesak olmayan su dağılımının başlıca nedenidir. Düşük yeknesaklığın bir başka önemli nedeni de çalışma basıncındaki farklılıklardır.

Yağmurlama sistemlerinin planlanmasında tekil başlık, tekil lateral yada birlikte çalışan lateraller yöntemine göre test edilmiş yağmurlama başlıklarının değişik işletme basıncı ve tertip aralıklarındaki Christiansen eşdağılım katsayıları (CU) elde edilmekte ve  $CU \geq \%84$  koşulunu sağlayan işletme basıncı ve tertip aralıkları dikkate alınmaktadır (Christiansen 1942; Kanber 1997).

Kohl ve ark. (1987), Güney Dakota'da yağmurlama başlıklarından çıkan huzmeden oluşan evaporasyon kayıplarını ölçmüşler ve 6.9 m/s rüzgar hızı koşullarında bu kayıpların % 1.5'dan daha az olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar, başlık memelerinin yıpranmasının debinin artmasına, buna bağlı olarak da basıncın düşmesine ve yağmurlama türdeşliğinin değişmesine neden olduğuna işaret etmişlerdir.

Ülkemiz tarımının en büyük sorunu yetersiz sulama suyudur. Bu nedenle eldeki sulama suyundan en iyi şekilde faydalanmak bir zorunluluktur. Aynı zamanda Ülkemizin kısıtlı olan ekonomik koşulları dikkate alındığında yapılan sulama yatırımlarından maksimum yararı sağlamak için gerekli tedbirlerin ortaya konması için araştırmacılara da görev düşmektedir. Bu nedenle çiftçiler tarafından kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin amacına uygun bir şekilde işletilmesi, kullanıcıların asgari ihtiyaçlarının karşılanması, ve genelde ülke ekonomisine katkılarda bulunulması amacı ile bu çalışma yürütülmüştür.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Araştırma, Konya kapalı havzasının alt ovalarından biri olan ve 25 000 hektar büyüklüğünde bir alanı kapsayan Ilgın

Ovasında yürütülmüştür. Ilgın Ovası İç Anadolu Bölgesinin batısında ve Göller Bölgesinin doğu bölümünde 38°00' - 38°30' Doğu boylamları ile 31°55' - 32°37' Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Anonim, 1978).

Araştırmanın yürütüldüğü Ilgın Ovası topraklarının tamamı alüviyal toprak grubunda yer almaktadır. Deneme parselleri toprakları kil bünyeli olup ovanın genel toprak özelliklerini yansıtmaktadır. Toprakların tarla kapasitesi su içerikleri, ağırlık esasına göre, %25.11 ile %43.54; solma noktası su içerikleri ise %12.05 ile %30.12; kullanılabilir su tutma kapasitesi 110.2 ile 192.7 mm/90 cm; araştırma yeri topraklarının hacim ağırlıkları genellikle 1.40 g/cm<sup>3</sup> ile 1.60 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Kimi parsellerde hacim ağırlığı 1.26 g/cm<sup>3</sup>'e kadar düşebilmektedir.

Yıllık yağışların en çok düştüğü mevsim ilkbahardır. Uzun yıllık değerlere göre ilkbahar aylarında düşen yağış 151.9 mm ile yıllık yağışların % 35'dir. Yaz aylarında ise bu değer 58.5 mm ile % 14'e düşmektedir. Araştırma yıllarında ise ilkbahar ve yaz aylarındaki yağış miktarları uzun yıllık değerlere göre daha yüksek düzeyde oluşmuştur. Bu aylardaki yağış miktarları sırası ile 259.6 mm ve 90.7 mm, oranları ise % 44 ve % 16 olmuştur. 1996 yılında toplam 584.2 mm yağış düşmüştür. Bu miktar uzun yıllar ortalamasından % 34 daha fazladır.

Araştırmanın yürütüldüğü 1996 yılında, özellikle ilkbahar ve yaz aylarının oransal olarak yağışlı geçmesi nedeniyle açık su yüzeyi buharlaşma miktarları, ortalamanın altında olmuştur.

#### Metot

#### Denemede Yararlanılan Analiz, Ölçüm ve Değerlendirme Yöntemleri

Testlerin yapıldığı parsellerde profil çukurları açılarak bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde Tüzüner (1990) tarafından belirtilen analiz yöntemleri kullanılarak tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı, bünye, tuz, pH, kireç gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Sulamalarda kullanılan yağmurlama başlıklarının debileri, hacmi bilinen bir kabın dolma süresinden yararlanılarak belirlenmiştir.

Test edilen sistemlerde yağmurlama başlıklarında basınçların belirlenmesinde pitot tüpü bağlanmış basınç ölçerden yararlanılmıştır. Bu amaçla, bir pitot tüpüne 5 bar basınç ölçebilen manometre iliştirilmiş ve başlık basıncının manometreden okunması sağlanmıştır.

İşletme koşullarında yağmurlama lateralinden su dağılımını belirlemek amacıyla, lateral uzunluğu dört eşit bölüme ayrılmıştır. Her bir bölüme lateraller arasındaki aralıklara bağlı olarak 16 ile 18 adet su toplama kabı yerleştirilmiştir. Su toplama kaplarının ilk sırası laterale 1.5 metre uzaklıkta olacak şekilde 3x3 metre aralıklarla, her bölüme iki sıra halinde ve laterale dik doğrultuda konumlandırılmıştır.

Sulama suyu eşdağılımını belirlemek için Christiansen tarafından geliştirilen eşitlikten yararlanılmıştır. Anılan eşitliğe göre, her su toplama kabının temsil ettiği alanın eşit olduğundan eş dağılım katsayısının (CU) hesaplanması aşağıda şekilde yapılmıştır (Merriam ve Keller, 1978).

$$CU = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \bar{X}} \right)$$

Eşitlikte; CU : Christiansen katsayısı, X: Su toplama kaplarında sulama süresince biriken su miktarı (mm),  $\bar{X}$ : Su toplama kaplarında biriken ortalama sulama suyu miktarı (mm), n: Su toplama kaplarının sayısını ifade etmektedir.

Sulama uygulamalarının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer ölçüt de dağılım türdeşliğidir (DU). Su toplama kaplarında biriken sulama suyu miktarları aşağıdaki eşitlik ile değerlendirilerek su dağılım türdeşliği hesaplanmıştır Merriam ve Keller, 1978).

$$DU = 100 \frac{\bar{X}_{1q}}{\bar{X}}$$

Eşitlikte; DU : Dağılım türdeşliği,  $\bar{X}$ : Su toplama kaplarında biriken ortalama sulama suyu miktarı (mm),  $\bar{X}_{1q}$ : Su toplama kaplarının en az su alan 1/4'ündeki ortalama su miktarını (mm) göstermektedir.

#### Sulamalarda Oluşan Su Kayıplarının Belirlenmesi

Sulamalar sırasında oluşan sprey'den buharlaşma kayıplarını belirlemek için Yazar (1984) tarafından geliştirilen eşitlikten yararlanılmıştır.

Anılan eşitlik matematiksel olarak şu şekilde ifade edilmektedir:

$$E = 0.003 \exp(0.20u)(e_s - e_0)^{0.59} T_a^{0.23} P^{0.76}$$

Eşitlikte; E: Yağmurlama başlıklarından çıkan su miktarından oluşan (%) buharlaşma kaybı,  $u$  : 2 metre yükseklikteki rüzgar hızı (m/s),  $(e_s - e_0)$  : Buhar basınç farkı,  $e_s$ : Doymun buhar basıncı,  $e_0$  : Gerçek buhar basıncı (mbar),  $T_a$ : Hava sıcaklığı (°C), P: İşletme basıncını, (kPa) göstermektedir.

Eşitlikte kullanılan buhar basınç farkını  $(e_s - e_0)$  belirlemede, Trimmer (1987)'de verilen eşitlikten yararlanılmıştır.

$$(e_s - e) = 0.61 \exp \left[ \frac{17.27T}{T + 273.3} \right] (1 - rh)$$

Eşitlikte, rh: Oransal nemdir.

Sulamalarda oluşan rüzgarla sürüklenme kayıplarını belirlemek için belirli başlık meme çapı ve işletme basıncı koşullarında Yazar, (1984) tarafından geliştirilen eşitlikten yararlanılmıştır.

Bu eşitlik;

$$D = 0.27 u^{2.15}$$

olarak ifade edilmektedir. Eşitlikte; D: Rüzgar ile sürüklenme kayıpları, (%), u: Yerden 2 m yükseklikteki rüzgar hızını (m/s) göstermektedir.

Sulamalar sonucunda oluşan derine sızma kayıplarını belirlemek için sulama öncesi toprak nemi ile uygulanan sulama suyu miktarından yararlanılarak oluşturulan aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

Çizelge 1. Test edilen yağmurlama sistemlerinin genel özellikleri

Parsel no	Lateral uzunluğu, (m)	Lateral sayısı	Lateral çapı, (mm)	Boru cinsi	Düzenleme aralığı, (mxm)	Güç kaynağı
P1	120	1-2	75	PE	10x12, 10x15	11-17 BG*
P2	80	2	75	PE	10x12, 10x15	17 BG
P3	130	1	75	PE	10x18	17 BG
P4	80	2-3	75	PE	10x15	17 BG
P5	180	1	75	PVC	12x18	13 BG
P6	160	1	75	PVC	12x15	11 BG
P7	156	1	75	PVC	12x18	11 BG
P8	190	1	75	PE	10x18	13 BG
P9	80	2	75	PE	10x15	11 BG

\* Dizel su motoru

Çizelge 1'de görüldüğü gibi test edilen yağmurlama sistemlerinde lateral uzunlukları parsellerin geometrik biçimlerine ve çiftçinin elindeki malzemeye bağlı olarak 80 ile 190 metre arasında değişmiştir. P1, P2, P4 ve P9 parselleri dışındaki parsellerde yalnızca bir lateral hattı kullanılmıştır.

Test edilen sistemlerde yağmurlama başlıkları, lateral üzerinde genellikle 2 boruya bir başlık gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Sistemde kullanılan boru boylarının 5 veya 6 m olması bu durumu etkilememiştir. Lateraller arası uzaklığı belirlemede etkili olan en önemli

$$D_p = I - [SMD]$$

Eşitlikte; Dp: Derine sızma kaybı (mm), I: Sulama suyu miktarı (mm), SMD: Topraktaki eksik nem miktarını (mm) göstermektedir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### İlgın Ovasında Kullanılan Yağmurlama Sistemlerinin Özellikleri

Performanslarının belirlenmesi amacıyla test edilen yağmurlama sistemleri ve bu sistemlerde kullanılan yağmurlama başlıklarının genel özellikleri Çizelge 1'de özetlenerek verilmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü İlgın Ovası'nda kullanılan yağmurlama sistemlerinin tamamı taşınabilir nitelikte olup lateral ve ana boru hatlarında genellikle, polietilen (PE) borular kullanılmaktadır. Yöredeki yağmurlama sistemlerinde genellikle tek lateral kullanılmakta ve bir lateral üzerindeki başlık sayısı ise çoğunlukla 12-18 arasında değişmektedir. Değerlendirme çalışması yapılan sistemlerde ana boru hatları da genellikle laterallerle aynı çaptaki borulardan (Ø75) oluşturulmuştur. Suyun daha geniş çaplı (Ø 110) ana boru ile tarla başına dek getirilip, daha küçük çaplı laterallere dağıtımının yapıldığı sistem yalnızca P4 parselinde uygulanmıştır.

faktör ise tarlanın boyutlarıdır. Anılan uzaklıklar 10 ile 18 m arasında değişmekle beraber genellikle lateraller 15-18 m aralıklarla yerleştirilmişlerdir. Ancak, parsel eninin kısa olması durumunda, söz konusu uzaklık 12 metreye dek azaltılmıştır.

Testlerin yapıldığı parsellerde kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin tamamında çift memeli başlıklar kullanılmıştır. Bu özellik, İlgın Ovasının tamamı için genellenebilir. Sulama sistemleri yeni iken kullanılan başlıkların meme çapları aynı olup genellikle 4.5x4.8 mm veya 5.0x5.5 mm'dir. Ancak,

zamanla kırılan veya bozulan başlık parçalarının yerlerine aynı meme çapına sahip başlıklar alınmamakta ve zamanla sistem üzerinde birbirlerinden farklı meme çaplarından oluşan başlıklar grubu kullanılmaktadır. Bu farklılaşmanın bir diğer nedeni de çiftçinin ekonomik olanakları elverdikçe sisteme boru ve başlık ilavesinde bulunmasıdır. Sisteme ilave edilecek boruların alınımında boru çapı ve boru bağlantılarının benzer olmasına dikkat edilirken, başlıkların alınımında aynı özen gösterilmemektedir. Bunun nedeni teknik bilgi yetersizliğidir. Çiftçiler ya tüm başlıkların aynı özelliklerde olduklarını veya meme çapının su dağılımını etkilemediğini düşünmektedirler.

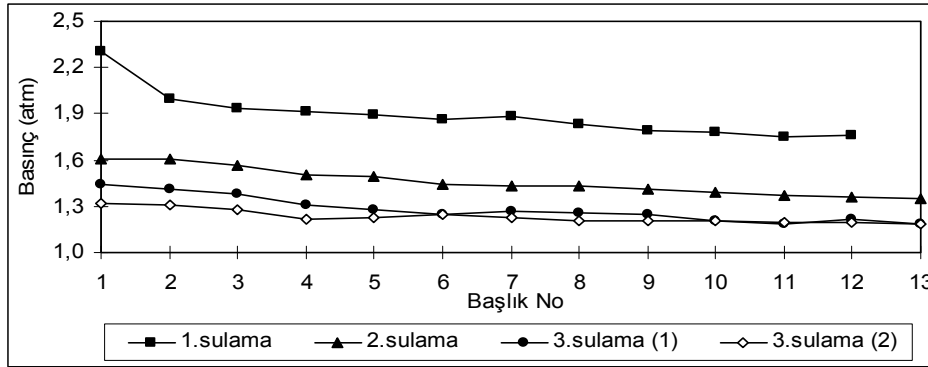
### Yağmurlama Başlıklarındaki Basınçlar ve Değişimler

Ilgın Ovasında test edilen sistemlere ilişkin olarak izlenen toplam 22 adet sulamada, lateral üzerinde yer alan bütün başlıkların basınçları ölçülmüştür. Kimi sistemlerde test süresince başlık basınçlarında küçük miktarda iniş çıkışlar gözlenmiştir. Sulama sonuna kadar başlıkta ölçülen basınçların ortalaması başlık basıncı olarak alınmıştır. Ovada değerlendirmeleri yapılan yağmurlama sulama sistemlerinin tamamında ortalama işletme basıncı 2 atm'in altında gerçekleşmiştir. Lateral girişinde ölçülen en yüksek basınçlar bile genellikle bu değer altında kalmıştır. En düşük başlık basınçları ise kimi zaman 1 atm'in bile altına düşmüştür. Laterallerde ölçülen en yüksek başlık basınçları 1.12 ile 2.30 atm arasında değişmiştir. Yağmurlama

başlıklarında en düşük basınçlar ise 0.95 ile 1.75 atm arasında kalmıştır.

Lateral boyunca basınç değişimi kullanılan güç kaynağı, lateral uzunluğu ve çapı, başlık sayısı, eğim, lateraldeki su kaçakları, vanalardaki arızalar ve başlıklardaki tıkanmalara bağlı olarak oldukça büyük farklılıklar göstermiştir. Örneğin P4 parselinde olduğu gibi laterallerin kısa ve başlık sayısının az olduğu sistemlerde basınç değişimleri düşük olup, lateral boyunca basınç değişimi en çok %7.9 olmuştur. Anılan değer, Merriam ve Keller (1978)'de belirtilen ve bir lateral üzerinde izin verilebilir basınç değişim sınırı olan %20'nin altında kalmaktadır. Diğer taraftan P6 parseline uygulanan son üç sulama ile P9 parselindeki 2. sulamada olduğu gibi lateral üzerinde kimi başlık vanalarının arızalı olması, lateraldeki başlık sayısının az ve eğimin çok düşük olmasına karşın lateral boyunca % 40.9'a varan basınç farklılıkları oluşmuştur. Yine, P3 parseli gibi ters eğimin fazla olduğu veya P5 ve P8 parselleri gibi laterallerin uzun ve üzerinde çok sayıda yağmurlama başlıklarının bulunduğu koşullarda basınç değişimlerinin izin verilen sınırların üzerine çıktığı gözlenmiştir.

Yapılan ölçümler genel olarak lateral başlangıcındaki ilk 3-4 başlıkta basıncın hızla düştüğünü göstermiştir. Uzun laterallerde, ilk başlıklardan sonra basınçtaki azalışlar lateral sonuna dek devam etmiştir. Kısa laterallerde ise söz konusu düşüşler çok daha az olmuştur. Test edilen sistemlerden P1 parseline ilişkin basınç değişimleri örnek olması bakımından Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1 P1 parselinde yapılan sulamalardaki lateral boyunca başlık basınçları

Söz konusu şekilde görüldüğü gibi lateral üzerinde bulunan yağmurlama başlıklarında basınçlar, lateral girişinde en yüksek değeri almış ve bunu izleyen 3-4 başlıkta basınç hızlı bir şekilde azalmış, bu noktadan itibaren küçük azalışlarla lateral üzerindeki son 2-3 başlıkta en düşük değerine

ulaşmıştır. Test edilen sistemlerde en düşük başlık basıncı, genellikle lateral üzerindeki son başlıkta oluşmuştur.

### Başlık Debileri ve Değişimleri

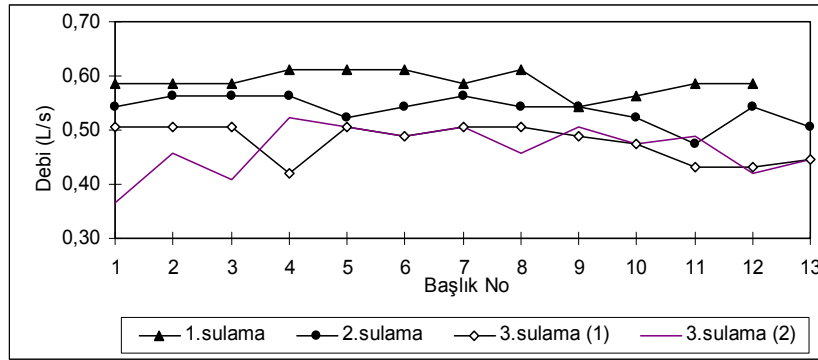
Test edilen sistemler üzerinde yapılan ölçümlerde en yüksek başlık debisi 0.733 L/s, en düşük ise 0.293 L/s olarak belirlenmiştir.

Bunların ortalamaları ise 0.387 L/s ile 0.668 L/s arasında değişmiştir. Lateral boyunca debi değişimleri ise %11.1 ile %46.9 arasında bulunmuştur. İyi planlanmış bir lateral üzerinde minimum ve maksimum başlık debileri arasındaki farkın %10'u aşmaması gerekmektedir (Merriam ve Keller, 1978). Iğın Ovasında 37 adet lateralde yapılan debi ölçümleri sonucunda, bunların tamamında lateral boyunca debi değişim yüzdelerinin izin verilen sınırların üzerinde olduğu görülmüştür.

Ancak, P1 ve P2 gibi lateral uzunluklarının kısa olduğu parsellerde debi değişimleri genelde izin verilen sınırlarından fazla, fakat izin verilen sınıra yakın düzeyde kalmıştır. Lateral uzunluğu arttıkça başlıklar arasında debi değişimleri %20'nin üzerine çıkmıştır. Lateral uzunluğunun en fazla olduğu P8 parselinde bu durum açıkça görülmektedir.

Test edilen sistemler arasında, lateral boyunca en fazla debi değişimi P6 parselinde görülmüştür. Söz konusu parselde kullanılan lateral uzunluğunun fazla olmasına karşın, çiftçinin başlıkların orijinal yapısını değiştirmesi bu sonucu ortaya çıkarmıştır. Çiftçi başlık debisini artırmak için, uzun başlık memesini başlığa bağlantı yeri yakınından kırarak sistem içerisinde %44'e varan başlık debi farklılıklarına neden olmuştur.

Doğal olarak, lateral boyunca basınçtaki azalmaya karşılık debi miktarında da bir azalış olması beklenir. Ancak, yapılan ölçümlerde bu kurala uymayan sonuçlarla da karşılaşmıştır. Yapılan debi ölçümlerinden P1 parseline ilişkin değerler Şekil 2'de gösterilmiştir.



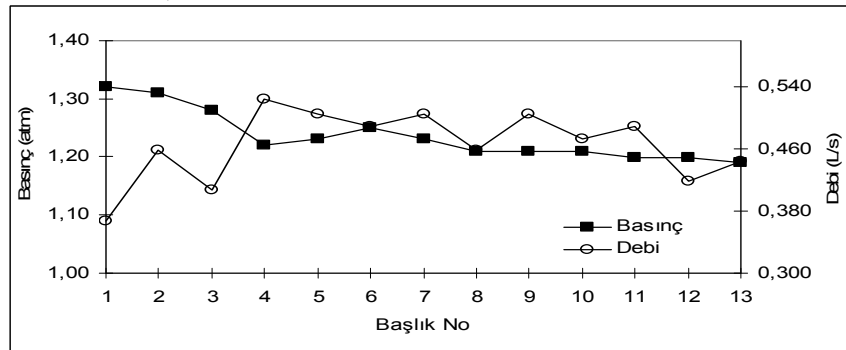
Şekil 2. P1 parselindeki başlık debilerinin lateral boyunca değişimleri

Anılan şekilde görüldüğü gibi başlık debileri, lateral başından sonuna doğru genel bir azalış gösterse de hat boyunca iniş çıkışlar da göstermiştir. Başlık debilerindeki farklılaşmalara yukarıda belirtilen nedenlerin yanında, su ile birlikte başlıktan çıkan silt, kum veya çöp gibi maddeler sürtünme nedeniyle zamanla başlık memelerinin genişlemesine neden olabilmektedir (Merriam ve Keller,

1978). Hoffman ve ark(1990)'da değindiği gibi, bu durum aynı basınç altında çalışan benzer başlıkların farklı debilere sahip olmasına neden olmaktadır.

#### Debi-Basınç Değişimleri

Test edilen sistemlerden P1 parselinin 3. sulamasında, lateral boyunca oluşan basınç ve debi değişimleri Şekil 3'de birlikte verilmiştir.



Şekil 3 P1 parselinin 3. sulamasında basınç ve debilerin lateral boyunca değişimleri

Basıncın lateral başından itibaren oldukça düzenli şekilde azalmasına karşın, debiler lateral sonuna dek iniş-çıkışlar sergilemiştir. Başlık basınçlarının düzenli olarak azalmasına karşın debilerin basınçtaki değişime uyum göstermeyen değişimleri ancak başlık meme çaplarının farklı olması ile açıklanabilir. Çünkü başlık debisi, basınç ve meme çapına bağlı olarak değişir.

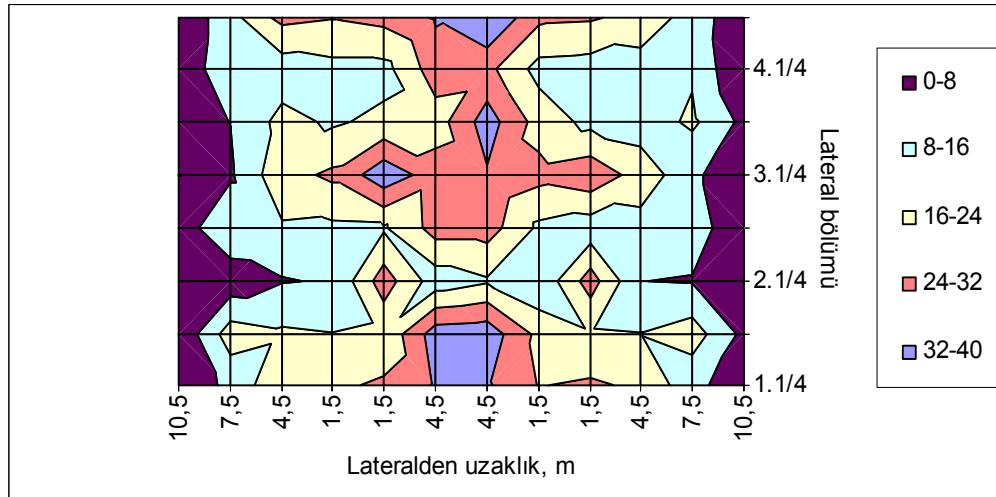
#### Sulama Suyunun Tarla Yüzeyine Dağılımı

Yağmurlama sulama sistemlerinin performans değerlendirmelerinde en önemli ölçütlerden biri uygulanan sulama suyunun

tarla yüzeyindeki dağılımıdır. Test edilen kimi parsellerde sulama, lateralın birden fazla taşınması ile tamamlanmaktadır. İzlenen sulamaların tamamında sulama suyunun tarla yüzeyine dağılımları belirlenmiştir. Sulamalarda tek lateralın kullanıldığı durumlarda uygulanan lateral aralığı dikkate alınarak örtme sonucu ortaya çıkan su dağılımları hesaplanmıştır. İki veya daha fazla lateralın aynı anda kullanıldığı sistemler için iki lateral arasındaki su dağılımları göz önüne alınmıştır. Bu uygulamalar sonucunda P1 parselinin 1. sulamada elde edilen su dağılım değerleri Çizelge 2'de, grafiksel olarak Şekil 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 2 P1 parselinin 1. sulamasında suyun tarla yüzeyindeki dağılımı

Lateralden Uzaklık (m)											
10,5	7,5	4,5	1,5	1,5	4,5	4,5	1,5	1,5	4,5	7,5	10,5
Sulama Suyu Miktarları (mm)											
0.0	10.4	21.9	22.5	25.4	32.9	32.9	23.7	25.4	22.5	11.0	1.2
1.2	19.6	17.3	16.2	17.9	35.8	37.0	21.9	16.7	16.2	19.6	5.8
0.6	3.5	7.5	8.7	28.3	11.5	15.0	9.2	27.7	8.1	7.5	0.6
3.5	14.4	15.0	14.4	15.0	27.1	27.7	14.4	11.5	12.7	12.7	0.0
8.1	6.9	21.4	25.4	37.5	27.7	31.2	26.6	29.4	20.8	9.8	1.2
4.0	8.1	18.5	15.0	17.9	20.2	35.8	20.8	13.9	12.1	17.3	5.8
1.2	15.0	11.5	13.3	13.3	28.3	26.6	13.3	12.1	13.3	15.0	0.0
1.2	12.7	26.6	24.8	26.6	32.9	39.8	26.0	25.4	20.2	13.3	1.2



Şekil 4 P1 parselinin 1. sulamasında sulama suyunun (mm) tarla yüzeyine dağılımı

Sistem tasarımı ve işletimindeki hatalar, laterale eşit uzaklıkta ve yan yana yerleştirilmiş su toplama kaplarında farklı miktarlarda su toplanmasına neden olmuştur. İşletimin iyi ve malzemenin homojen olduğu sulamalarda, lateralden aynı uzaklıktaki kaplarda biriken sulama suyu miktarları birbirlerine oldukça yakın veya eşit bulunmuştur. İşletimde yapılan

en önemli hata, basıncın düşük tutulmasıdır. İşletme basıncının düşük olması nedeniyle başlıktan çıkan su huzmesi çoğu kez havada yeterince dağılmamakta, başlık civarında ve başlıktan belli uzaklıktaki bir dairesel alanda yoğunlaşmaktadır. Bu alan üzerinde bulunan kaplara fazla sulama suyu düşerken, bu alanın dışında bulunan diğer kaplara ise çok daha az

miktarda düşmüştür. Yağmurlama başlıklarının eski veya arızalı olmaları da su dağılımlarının düzensiz olmasına neden olmuştur. Başlığın dönüşünde meydana gelen takılmalar nedeniyle başlıktan çıkan sulama suyunun önemli bir bölümü belirli noktalara düşmektedir. Sulamalarda kimi zaman düşük basınç veya arıza nedeniyle sulama süresince dönmeyen başlıkların varlığı da gözlenmiştir.

#### Sulama Suyu Eşdağılımı (CU)

Test edilen yağmurlama sulama sistemlerinde sulama suyunun dağılımlarının

değerlendirilmesi için her sulamaya ilişkin Christiansen eşdağılım katsayısı (CU) belirlenmiştir.

Yapılan sulamalara ilişkin Christiansen eşdağılım katsayısı (CU) değerleri tüm tarla yüzeyi için Çizelge 3’de verilmiştir. Tüm tarla yüzeyine ilişkin CU değerlerinin hesaplanmasında, parsel sınırlarında laterale en uzak birer sıra su toplama kapları komşu parselin içinde kaldığından, bu kaplarda ölçülen değerler dikkate alınmamıştır.

Çizelge 3 Test edilen yağmurlama sistemlerinde Christiansen eşdağılım (CU) değerleri

Parsel No	Christiansen eşdağılım değerleri, (CU) (%)				Ortalama
	1.Sulama	2.Sulama	3.Sulama	4.Sulama	
P1	63.9	60.7	59.3	.*	61.3
P2	71.9	58.0	-	-	65.0
P3	61.2	69.5	-	-	65.4
P4	-	71.2	72.3	76.9	73.5
P5	76.1	71.8	74.0	-	72.5
P6	67.5	58.3	70.0	68.4	66.0
P7	-	58.8	-	-	58.8
P8	67.2	82.0	-	-	74.6
P9	-	73.0	-	-	73.0
Sulamalar ortalaması					68.2

\*Sulama veya test çalışması yapılmamıştır.

Çizelge 3’de görüldüğü gibi CU değerleri tüm tarla yüzeyinde %58 ile %82 arasında değişmiştir. Üzerinde değerlendirme çalışması yapılan 9 yağmurlama sulama sistemine ilişkin elde edilen CU değerlerinin ortalaması % 68.2 olmuştur. Bu sonuçlara göre, Ilgın Ovasında izlenen sulamaların tamamına yakını üniform olmayan sulamalar olarak kabul edilebilir. Çünkü, bir sulamanın üniform sayılabilmesi için Christiansen eşdağılım katsayısının (CU) %84’den daha büyük olması gerekmektedir (Merriam ve Keller, 1978; Keller ve Bliensner, 1990). Yapılan testlerde, yalnızca P5 parselinin ilk sulamasında CU değeri anılan sınır değerden yüksek bulunmuştur.

Aynı parselde yapılan farklı sulamalara ilişkin CU değerleri arasında azımsanmayacak farklar çıkmıştır. Örneğin, tüm tarla yüzeyi dikkate alındığında, P2 parselinin sulanmasında CU değerleri %72 ve %58, P6 parselinin 2. ve 3. sulamalarında %58 ve %70, P8 parselinin sulamalarında ise CU

değerleri %67 ve %82 olmuştur. Aynı çiftçi tarafından aynı malzemelerle yapılan sulamalarda, CU değerlerinin böylesine farklı çıkmasının başlıca nedenleri sulamalar sırasındaki rüzgar hızı, işletme basınçlarının farklı olması ve başlıkların konumudur.

Yağmurlama başlıklarının çoğunda bir memenin ucunda, bazı başlıklarda ise her iki memenin ucunda bulunan su dağıtıcı iğneler genellikle çiftçiler tarafından uygun şekilde kullanılmamaktadır. Bu nedenle, bir lateral üzerindeki başlıklardan çıkan suların dağılımı birbirlerinden çok farklılıklar göstermektedir. Kimi başlıktan çıkan su dağılımdan bir çizgi üzerine düşerken, bir başka başlıktan çıkan su, dağıtıcı iğneye çarparak başlıktan itibaren yarıçap boyunca yüzeye dağılmaktadır.

#### Dağılım Türdeşliği (DU)

Yalnızca lateraller arasındaki alanda su dağılımları dikkate alınarak belirlenen sulamalara ilişkin DU değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.



Çizelge 4 Sulamalara ilişkin dağılım türdeşliği (DU) değerleri

Parsel No	DU, (%)				Ortalama
	1. Sulama	2. Sulama	3.Sulama	4. Sulama	
P1	54.8	49.7	41.5	-*	48.7
P2	56.8	56.9	-	-	56.9
P3	57.5	69.5	-	-	63.5
P4	61.1	67.8	66.0	70.3	66.3
P5	81.5	63.4	70.5	-	71.8
P6	59.4	45.0	65.8	63.1	58.3
P7	-	36.8	-	-	36.8
P8	46.6	71.5	-	-	59.1
P9	-	64.7	-	-	64.7
Sulamalar ortalaması					60.0

\*Sulama veya test çalışması yapılmamıştır.

Tarla yüzeyinde sulama suyu dağılımını değerlendirmek için kullanılan bir diğer ölçüt de su dağılım türdeşliğidir (DU). İzlenen sulamalar için DU değerlerinin hesaplanmasında lateral ile parsel sınırı arasında kalan bölümlerdeki su dağılımları dikkate alınmamıştır. Çizelge 4’de görüldüğü üzere ortalama DU değerleri %36 ile %81 arasında değişmiştir. Değerlendirmeye alınan 9 yağmurlama sistemi ile yapılan sulamalar için dağılım türdeşliğinin genel ortalama değeri ise %60 olmuştur. DU değerleri Çizelge 3’de verilen CU değerleri gibi gerek çiftçiler arasında, gerekse aynı çiftçi tarafından yapılan sulamalar arasında farklılıklar göstermiştir. Yalnızca P2 ve P4 parsellerinde DU değerleri her sulamada birbirlerine yakın değerler almıştır. Diğer parsellerde DU değerleri her sulamada oldukça farklı çıkmıştır. Örneğin, P8 parselinde yapılan ilk sulamaya ilişkin DU değeri %46.6 iken, ikinci sulamada bu değer %71.5 olmuştur. Aynı şekilde, P3 parselinde ilk sulamada %57.5 olan DU değeri sonraki sulamada %69.5’a yükselmiştir. Ünitiform bir

sulama için DU değerinin %75’den büyük olması gerektiği belirtilmiştir (Keller ve Bliensner, 1990). Buna göre Ilgın Ovasında izlenen sulamalardan yalnız P5 parselinin ilk sulamasında kabul edilebilir düzeyde üniform sulama yapıldığı görülmüştür.

DU değerlerinin aynı parselde ve aynı sistemle yapılan sulamalar arasında değişmesini etkileyen etmenler, Christiansen eşdağılım katsayısını etkileyen faktörler ile aynıdır. Sulama sırasındaki rüzgar hızı ve yönü, işletme basıncı ve değişimi, başlıklar ve lateraller arası uzaklıklar ile başlık meme çaplarının farklı olması veya aşınması gibi etkenler DU katsayısının düşük çıkmasına neden olmuştur. Bunun yanında, başlıkların dik konumda tutulmaması, tıkanması veya dönmemesi gibi etkenler de DU’yu olumsuz etkilemiştir.

#### Yağmurlama Sistemlerinde Su Kayıpları Doğrudan Buharlaşma Kayıpları

Sistemlerde meydana gelen doğrudan buharlaşma kayıpları Çizelge 5’te verilmiştir.

Çizelge 5 Sulamalarda oluşan buharlaşma kayıpları

Parsel No	Doğrudan buharlaşma, %			
	1. Sulama	2. Sulama	3. Sulama	4. Sulama
P1	2.23	2.12	1.61	
P2	1.43	1.63		
P3	1.27	1.21		
P4	1.69	2.05	1.49	1.21
P5	1.71	1.67	1.77	
P6	1.63	1.29	1.27	1.36
P7		1.29		
P8	2.35	2.04		
P9		1.22		

Ilgın Ovasında yapılan yağmurlama sulamalarda buharlaşma yolu ile oluşan

kayıplar yağmurlama başlığından çıkan suyun % 1.2’si ile 2.4’ü arasında değişmiştir.

Buharlaştırma kayıpları aynı hafta içerisinde iklimsel koşullara bağlı olarak önemli oranda değişiklikler göstermiştir. Örneğin, bir gün ara ile ilk sulamaları yapılan P3 ve P5 parsellerindeki buharlaştırma kayıpları % 1.3 ile % 1.7 arasında değişmiştir. Aynı şekilde, P1 parselinin ikinci sulaması, P6 parselinin ilk sulamasından bir gün sonra yapılmasına karşın buharlaştırma kayıpları % 1.6'dan % 2.1'e yükselmiştir. Yağmurlama sulamalarda meydana gelen su kayıplarının bir bölümü

uygulanan sudan doğrudan buharlaştırma yolu ile oluşmaktadır. Buharlaştırma ile oluşan kayıp miktarını belirleyen en önemli ölçüt havanın buhar basıncı açığıdır. Bunun yanında, rüzgar hızı ve işletme basıncı da buharlaştırma yolu ile meydana gelen kayıplarda etkili faktörlerdendir.

#### Rüzgarla Sürüklenme Kayıpları

Test edilen sistemlerde belirlenen sürüklenme kayıpları Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6 Sulamalarda rüzgarla sürüklenme ile oluşan su kayıpları

Parsel No	Sürüklenme Kayıpları, (%)			
	1. Sulama	2. Sulama	3. Sulama	4. Sulama
P1	1.08	0.52	0.73	
P2	0.29	0.52		
P3	0.16	0.29		
P4	1.08	0.52	0.10	0.10
P5	0.24	0.39	0.34	
P6	0.10	0.13	0.34	0.73
P7		0.29		
P8	0.90	0.34		
P9		0.16		

Test edilen sulamalarda, deneme yerindeki meteorolojik değerlere göre hesaplanan sürüklenme ile oluşan su kayıpları, genellikle %1'in altında olmuştur. Yalnızca aynı gün yapılan P1 ve P4 parsellerinin ilk sulamalarında su kaybı %1'in bir miktar üzerinde gerçekleşmiştir. Çalışmaların yapıldığı 1996 yılındaki rüzgar hızı değerleri, uzun yıllık ortalama değerlerin iki katından fazla olmuştur. Bu da gösteriyor ki 1996 yılı sürüklenme kayıpları için ekstrem bir yıl olmuştur. Uzun yıllık meteorolojik değerlere göre yapılan hesaplamalarda sürüklenme kayıplarının % 0.1 dolaylarında olduğu belirlenmiştir

Yağmurlama sulamalarda başlıktan çıkan suyun bir bölümü havada rüzgarla

sürüklenme yolu ile kaybolmaktadır. Bu yolla kaybolan sulama suyu miktarına etki eden faktörler rüzgar hızı, meme çapı ve işletme basıncıdır.

#### Derine Sızma Kayıpları

Derine sızma kayıplarının belirlenmesinde etkili kök derinlikleri patates bitkisinde 60 cm, şeker pancarında ise 90 cm olarak alınmıştır. Sulama öncesi toprak nem içeriği ile uygulanan sulama suyu miktarlarından yararlanılarak derine sızma kayıpları hesaplanmıştır. Uygulanan sulama suyunun, topraktaki sulama öncesi nem açığından fazla olan bölümü, derine sızma kaybı olarak alınmış ve sonuçlar Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Sulamalarda meydana gelen derine sızma kayıpları

Parsel No	1. Sulama		2. Sulama		3. Sulama		4. Sulama	
	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm
P1	-*	-	10.01	7.1	-	-	**	
P2	-	-	-	-				
P3	33.49	13.9	-	-				
P4	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	9.93	13.7	-	-	2.96	4.3		
P6	-	-	-	-	-	-	26.66	44.2
P7			-	-				
P8	-	-	-	-				
P9			-	-				

(\*) Derine sızma olmayan sulamalar, (\*\*) Sulama yapılmamış veya sulama izlenmemiş

İzlenen sulamalardan yalnızca beşinde toprak nem açısından daha fazla su uygulanmıştır. P5 parselinin 2. ve 3. sulamalarında topraktaki eksik nemden fazla su uygulanmışsa da bu miktar %3 ile %10 gibi düşük oranlardadır (Çizelge 7). Patates ekili P1 parselinin ikinci ve P3 parselinin ilk sulamaları ile şeker pancarı ekili P5 parselinin ilk ve P6 parselinin son sulamalarında önemli oranda derine sızma kayıpları meydana gelmiştir. Bu oranlar patates alanlarında %10-33; arasında şeker pancarı alanlarında ise %10 ile %27 arasında olmuştur.

## SONUÇLAR

Çiftçilerin çoğu bir yağmurlama setinde yalnızca bir lateral kullanmaktadır. Kimi çiftçiler ise iki veya daha fazla laterali aynı anda çalıştırmaktadır. Tek lateral ile yapılan sulamalarda tarlanın tamamı, lateral bir konumdan diğerine taşınarak sulanmaktadır. Şekerpancarı parsellerinde günlük durak sayısı 2 ve lateralin durakta çalışma süresi ise 10-12 saat dolaylarındadır. Patates parsellerinde ise sulamalar genellikle gündüz yapılmakta ve bir durakta lateral çalışma süresi 3-6 saat arasında değişmektedir. Sulamalarda güç kaynağı olarak genellikle 11, 13 ve 17 BG'nde dizel motorlar kullanılmaktadır.

Lateraller üzerinde, meme çapları ve özellikleri farklı olan başlıkları bir arada görmek olasıdır. Sistem eskidikçe kırılan başlıkların yerine farklı özellikleri olan başlıkların sisteme eklenmesi veya kırılan başlık memelerinin yerine farklı çapta memeler takılması bu sonucu doğurmaktadır. Sulamalarda lateral aralıkları, 10x12 m ile 12x18 m arasında değişmektedir. Kullanılan boruların uzunlukları 5 veya 6 m'dir. Buna bağlı olarak da başlıklar ve lateraller arasındaki uzaklıklar 5'in katları olan 10 veya 15 m ile 6'nın katları olan 12 veya 18 m arasında değişmektedir. Sistemlerde başlıklar iki boruda bir kullanılırken lateraller arasındaki uzaklıklar parsel boyutlarına göre değişmektedir.

Yağmurlama sistemlerinin çalıştırıldığı işletme basınçları çok düşük olup, kimi başlıklarda basınç 1 atm'in altına düşmektedir. Bunun başlıca nedenleri; güç kaynağının yetersiz kalması veya düşük ayarda çalıştırılması, su kaynağına uzak parsellerde veya birden fazla lateralin aynı anda çalıştırıldığı durumlarda suyun tarlaya lateralden daha büyük çaplı ana hat ile iletilmemesidir. Kimi sulamalarda, lateral üzerinde gereğinden fazla sayıda başlık

bulunması lateral sonunda bulunan başlık basınçlarında önemli düzeyde düşüşlere neden olmaktadır.

İzlenen sulamaların tamamına yakınında sulama suyu eş dağılımı (CU) ile dağılım üniformitesi (DU) değerleri kabul edilebilir sınırların altında kalmıştır. Eşdağılım değerlerinin düşük olmasında birçok neden etkili olmuştur. Bu nedenlerin içerisinde, işletme basınçlarının düşük olması, sistem içerisinde yer alan başlık memelerinin farklı özelliklerde olması ile rüzgar, anılan nedenlerden en önemlileridir. Başlıklardaki tıkanma ve arızalar, kimi başlıkların dönmemesi, lateral aralıklarının fazla olması, yükselticilerin dik konumda çalıştırılmaması, kimi başlıklarda su dağıtıcı iğne bulunmaz iken kimi başlıkta iki tane bulunması gibi nedenler de tarla yüzeyinde su dağılımının yeknesak olmasını engellemiştir.

## ÖNERİLER

Ilgın Ovasında kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen bulguların ışığı altında sistem performanslarında iyileştirmeler sağlayabilecek öneriler yapılabilir

Su dağılım üniformitelerinin iyileştirilmesi için sistem içerisindeki başlıkların aynı özelliklerde olması gerekmektedir. Bu nedenle kırılan başlıkların yerine başlık ve başlık memelerinin yerlerine yenileri alınırken, bunların aynı özelliklerde olmasına dikkat edilmelidir.

Lateral ve ana hat boru hatları için çaplar hidrolik kurallarına ve işletim ekonomisine uygun seçilmelidir. Sulanacak alanın su kaynağına uzak olduğu durumlarda veya aynı anda birden fazla lateralin çalıştırıldığı koşullarda ana hat boru çapının yük kaybının azaltılması bakımından yeterli büyüklükte olmasına özen gösterilmelidir.

Yağmurlama sistemlerinden başarılı sonuçlar ancak bu sistemlerin uygun işletme basıncında çalıştırılması ile olanaklıdır. Düşük basınçla yapılan sulamalarda, başlıktan çıkan su dağılmamakta ve başlıktan belirli bir uzaklıkta dairesel bir hat üzerine yoğun olarak düşmektedir. Laterallerde uygun bir su dağılımı için ovada kullanılan sistemlerin yaklaşık 2,5 atm'lik işletme basıncında çalıştırılması gerekir.

Lateraller arasındaki uzaklıklar, başlık özellikleri ve işletme basıncına göre seçilmelidir. Uygun basınç altında bölgede

kullanılan başlıklar ile 15-18 metre lateral aralıklarında uygun su dağılımı elde etmek olasıdır. Ayrıca, eğimli arazilerde özellikle eğim ters yönde ise, lateral boyunca basınçtaki değişimin azaltılması için, lateraller eğime paralel olarak konumlandırılmalıdır.

İlgün ovasında parsellerin küçük olması nedeni ile sulamalarda tarla yüzeyinde yeter miktarda sulama suyu almayan kısım yüksek bir oran teşkil etmektedir. Genellikle iki lateral ile parsellerin sulanması tamamlanmaktadır. Sulamalar sırasında, küçük parsellerin %50'lik bölümü lateraller ile tarla sınırı arasında kalmaktadır. Lateral ile tarla sınırı arasında kalan bölümlerin yaklaşık %60'ı yeterli miktarda sulama suyu alamamaktadır. Bu nedenle parçalı arazilerin birleştirilmesi, tarla içinde yeterli su almayan alanların oranını azaltacak, buna bağlı olarak üniform bir sulama için ortam sağlanacaktır.

#### KAYNAKLAR

- Anonim, 1978. Konya kapalı havzası toprakları. TOPRAKSU Gn. Md. Yayınları, Gn. Yayın No. 288, Rp. Serisi No. 72 Ankara, 116s.
- Burt, C. M., Clemmens, A. J., Strelkoff, T. S., Solomon, K. H., Bliesner, R. D., Hardy, L. A., Howell, T. A. Members, Asce, Eisenhauer, D. E., 1997. Irrigation performance measures: efficiency and uniformity. Jou. of Irrigation and Drainage Engineering. Vol 123, No. 6, 423-442.
- Christiansen, J. E., 1942. Irrigation by Sprinkling. Agricultural Experiment Station, Bulletin Sta. Bull. No. 670, California.
- Heerman, D. F., Kohl, R. A., 1980. "Dynamics of sprinkler systems". design and operation of farm irrigation systems, M. E. Jensen Ed., Asea, 583-618.
- Hoffman, G., J., Howell, T. A., Solomon, K. H., 1990. Management of farm irrigation systems. American Society of Agricultural Engineers. pp. 149.
- Kanber, R., 1997. Sulama. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Gn Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, Adana 529s.
- Keller, J., Bliesner, R. D., 1990. Sprinkle and trickle irrigation. Published by Van Nostrand Reinhold, New York 651p.
- Kohl, K. D., Kohl, R. A., Deboer, D. W., 1987. Measurement of low pressure sprinkler evaporation loss. Transactions of the ASAE 30(4): 1071-1074.
- Lebdi, F., Lamaddalena, N., 1996. "Simulation of on-farm sprinkler irrigation systems" CIHEAM-IAM-B. Cooperative Research Network on Collective Irrigation Systems. November 27-30, Lisbon, Portugal.
- Merriam, J. L., Keller, J., 1978. farm irrigation systems evaluation: a guide for management. 2. Printing. Utah State University, Logan, Utah 271p
- Solomon, K. H., 1984. Yield related interpretation of irrigation uniformity and efficiency measures. Irrigation Science 5(3): 161-172.
- Trimmer, W. L., 1987. Sprinkler evaporation loss equation. Journal of Irrigation Drainage Engineering, Vol. 113, No. 4, 616-621.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve su analizleri el kitabı. TOKB, Köy Hizmetleri Genel Müd., Toprak ve Gübre Araştırma Ens, 374s, Ankara.
- Yazar, A., 1984. Evaporation and drift losses from sprinkler irrigation systems under various operating conditions. Agricultural Water Management, 8: 439-449.