

Mısır-Soya Birlikte Ekim Sisteminde Su-Verim ve Alan Eşdeğer Oranı İlişkisinin Belirlenmesi

Mehmet ŞİMŞEK¹ Yunus ŞILBİR² Sinan GERÇEK¹ Erkan BOYDAK³ Yaşar KASAP⁴

Geliş Tarihi: 08.11.2004

Öz: Bu çalışma, mısır (*Zea mays* L.) ve soya (*Glycine max* L.) bitkilerinin birlikte ekim (intercropping) sistemi ile "saf mısır (MM), 1 sıra mısır/1 sıra soya (1M/1S), 2 sıra mısır/1 sıra soya (2M/1S), 2 sıra soya/1 sıra mısır (2S/1M) ve saf soya (MS)" nın verim-su ilişkilerini, verim bileşenlerini ve alan eşdeğer oranını (LER) belirlemek amacıyla 1998-1999 yıllarında, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama alanında yürütülmüştür. A sınıfı buharlaşma kabında saptanan toplam 4 günlük buharlaşmanın 100%, 80% ve 60%' ı, sırasıyla IK₁, IK₂ ve IK₃ konularına sulama suyu olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, birlikte ekim sisteminde mısır bitkisinde en yüksek ve en düşük dane verim ortalamaları IK₁ ve IK₃ sulama düzeyinde sırasıyla 10.53-4.59 ve 8.15-3.57 t ha⁻¹ arasında belirlenmiştir. Bitki boyları içinde, verim sonuçlarına benzer değerler alınmış, en yüksek ve en düşük IK₁ ve IK₃ konusunda sırasıyla 214-182 ve 167-152 cm arasında gerçekleşmiştir. Bitki boyları kısaltıkça mısır verimlerinin düştüğü belirlenmiştir. Koçan kalınlığı ve boyunda çok önemli bir fark bulunmamıştır. Soya bitkisi verimleri, mısır verimlerine benzer gerçekleşmiş, IK₁ ve IK₃ konusunda 3.31-1.28 ve 2.27-0.90 t ha⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek LER değeri 1M/1S' da hesaplanmış bunu sırasıyla 2M/1S ve 1M/2S uygulamaları izlemiştir. Sulama düzeylerine göre en yüksek sulama suyu randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri 2M/1S birlikte ekim sisteminde sırasıyla 0.87 ve 0.77 kg m⁻³, en düşük IWUE ve WUE değerleri 1M/2S birlikte ekim sisteminde sırasıyla 0.51 ve 0.50 kg m⁻³ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Birlikte ekim sistemi, mısır+soya, alan eşdeğer oranı, su-verim ilişkisi

A Study on Determination of Water-Yield Relationships and Land Equivalent Ratio in Corn-Soybean Intercropping System

Abstract: This study was conducted to determine water-yield relationship and land equivalent ration of corn-soybean intercropping system. The intercropping system consisted of only corn (MM), 1 row corn and 1 row soybean (1M/1S), 2 rows corn and 1 row soybean (2M/1S), 2 rows soybean and 1 row corn (2S/1M) and only soybean. The experiments were carried out in research fields of Faculty of Agriculture at Harran University, Sanliurfa, Turkey, during 1998-1999. Irrigation water was applied as 100% (IK₁), 80% (IK₂), and 60% (IK₃) of total of four-day evaporation obtained from standard Class A Pan. The results showed that maximum averaged yield values of 10.53-4.59 t ha⁻¹ were obtained from IK₁ treatment group while minimum averaged yields of 8.15-3.57 t ha⁻¹ were determined in IK₁ treatment group. Similar to yield results, maximum plant height ranging from 214-182 cm and minimum plant heights of 167-152 cm were achieved in IK₁ and IK₃ treatment groups, respectively. Corn yield decreased as the plant height decreased. No significant differences were observed on ears diameters and ears height. Yield results for soybean were similar to those in corn. Maximum averaged yields (3.31-1.28 t ha⁻¹) were determined in IK₁ whilst minimum averaged yields (2.27-0.90 t ha⁻¹) were obtained in IK₃ treatment groups. Maximum land equivalent ratio was found in 1M/1S intercropping application and was followed by 2M/1S and 1M/2S, respectively. Maximum irrigation water and seasonal water consumption was determined in IK₁ treatment group. Based on the irrigation treatments, maximum irrigation water use efficiency (IWUE) of 0.87 kg m⁻³ and water use efficiency (WUE) of 0.77 kg m⁻³ were obtained in 2M/1S intercropping application while minimum values of IWUE (0.51 kg m⁻³) and WUE (0.50 kg m⁻³) were obtained in 1M/2S application.

Key Words: Intercropping, corn+soybean, land equivalent ration, water-yield relationship

Giriş

Yarı-kurak iklim kuşağında yeralan ve Güneydoğu Anadolu Projesinde (GAP' ta) bulunan Harran Ovası, ekolojisinden dolayı aynı alanda yıl içerisinde iki ürün yetiştirilebilir niteliktedir

Bu nedenle, kışık olarak ekilen mercimek, tahıl veya yem bitkilerinden sonra, ikinci ürün olarak mısır, susam, sorgum, karpuz vb. ürünleri ekilebilir. Birlikte ekim sistemi, birim alanda verimi artırmak ve tarım alanlarını daha rasyonel kullanmak amacıyla büyük önem taşımaktadır.

Dünyada bu sistemle yürütülen çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların çoğu yağışın yeterli ve düzenli olduğu bölgelerde yapıldığından, bu nedenle sulama programları içeren çalışmalara ise kısıtlı sayıda ulaşılmıştır.

Ghaffarzadeh ve ark. (1994)'nın yürüttüğü bir çalışmada, birlikte ekim sisteminde mısır ve soyanın verim sonuçları bölgeler arasında farklılık göstermiştir. Illinois'da mısır verimi %20 artarken, soya verimi %20 azalmış, Iowa'da ise mısır verimi %20-24 arasında artarken, soya

¹ Harran Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Şanlıurfa

² Karadeniz Teknik Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü-Ordu

³ Harran Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü-Şanlıurfa

⁴ Harran Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Şanlıurfa

veriminin %10-15 arasında düştüğünü bildirmişlerdir. Mann and Jaworski (1970), mısır bitkisi soya bitkisine gölge yaptığından ve ışık intensitesinin yetersiz olmasından dolayı soya veriminin yarı yarıya azaldığını saptamışlardır. Schou ve ark. (1978)'da benzer sonucu bulmuşlardır.

Ngwira ve ark. (1989), Georgis ve ark. (1989), Mejia ve ark. (2000), Kisyombe (1989), Mwaipaya (1989), Carruthers ve ark. (2000) tarafından yürütülen çalışmalarda; birlikte ekim sisteminde, verim ve verim bileşenlerindeki farklılıkların iklim, toprak ve sulama faktörlerinden kaynaklandığını bildirilmişlerdir. Bu nedenle, bölgemiz gibi dünyada bir çok yarı-kurak iklim kuşağı olduğundan, yapılan çalışmadan elde edilen bulgular bu bölgeler için yararlı olacağı söylenebilir.

Modern sulama tekniklerinden olan damla sulama yöntemi, üründe kalite ve verimi artırmakta, sulama performansını ve randımanını yükseltmektedir. Damla sulama ile bitkilerin besin gereksinimleri, istenilen dozda bitki kök bölgesine direkt uygulanmaktadır. Damla sulama yöntemindeki verimler, karık sulama yöntemine göre % 30-50 oranında daha yüksek çıkmaktadır (Phene ve Howell 1984). Yarı kurak ve kurak bölgelerde, damla sulama yöntemi özellikle sıra bitkilerinde su tüketimlerini artırdığı, yüzey sulama yöntemlerine göre su tasarrufunda %60, verimde ise %30 artış sağladığı bildirilmiştir (Magar 1995). Saf ekim sistemine göre, birlikte ekim sistemi %4 daha fazla verim sağladığı ve toprak erozyonu saf ekim sistemine göre daha az gerçekleştiğini belirlemişlerdir (Gary ve Francis 1999).

Edje (1989), mekanizasyondaki güçlükler, büyük alanlarda uygulama zorluğu ve kimi kimyasalların (herbisit, insektisit ve fungusit) uygulamadaki fiziki güçlüğü ve iki farklı bitkinin bunlara göstereceği farklı tepkileri, birlikte yetiştirmenin dezavantajları olarak bildirmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü Harran Ovası Suriye'ye sınır teşkil etmekte ve yaklaşık 140,000 ha alanda sulu tarım yapılmaktadır. Ovada birçok tarla ve sebze bitkileri yetiştirilmektedir. Araştırmanın temel amacı ise yarı-kurak iklim kuşağında yer alan ovada, sulama suyunu efektif kullanarak ürün desenini çeşitlendirmek, hastalık ve zararlıların popülasyonunu azaltmak ve birlikte ekim tekniği ile 4 günlük toplam A sınıfı buharlaşma kabından okunan (CPE) değerinin değişik katsayısını kullanarak su-verim ilişkisini, verim bileşenlerini ve LER'i saptamaktır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma 1998 ve 1999 yıllarında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama alanında yürütülmüştür. Deneme topraklarının tarla kapasitesi kuru ağırlık yüzdesi % 32.7-33.8, solma noktası %21.2-22.6 ve hacim ağırlığı 1.37-1.41 gr/cm³ arasında değişmiştir. Deneme alanı; denizden yüksekliği ortalama 465 m, 37°08'N - 38°46'E enlem ve boylamlarında yer almaktadır.

Harran Ovası, yarı-kurak iklim karakterine sahiptir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve az yağışlı geçmektedir.

Temmuz ayı en yüksek sıcaklık ortalaması (33.3 °C) araştırma yıllarına ait Temmuz ayı sıcaklıklarına oldukça yakındır. Ancak aynı aydaki nisbi nem değeri uzun yıllar ortalamasına göre önemli bir artış göstermiş 1998 yılı için bu değer %43.8 ve 1999 yılı için %39.7 gerçekleşmiştir.

Deneme materyali olarak *Dracma* hibrit mısır (*Zea mays* L. *indentata*) ve soya A. 3935 (*Glycine max.* L) çeşidi kullanılmıştır. Gübrelemede, fosforun tamamı (100 kg ha⁻¹ triple süper fosfat formunda (P₂O₅)) taban gübresi, azot ise amonyum sülfat (%21 N) formunda saf mısır için 150 kg ha⁻¹, saf soya için 60 kg ha⁻¹ ve mısır/soya birlikte ekim için 100 kg ha⁻¹ uygulanmıştır. Ancak toplam azotun, yarısı ekim ile birlikte diğer yarısı ise ilk sulamada sulama suyu ile birlikte verilmiştir.

Araştırma, bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Her parsel 6 metre uzunluğunda ve 0.7 m sıra arası genişliğindedir. Sıra üzeri mesafe: mısırdaki 20 cm ve soyadaki 6 cm olacak şekilde, ilk yıl 20.06.2001 tarihinde (Day of Year; DOY 172) ve ikinci yılda 24.06.2001 tarihinde (DOY 176) ekilmiştir.

Sulama konuları: Deneme, üç farklı pan katsayısı (k_{p1} : 1.00, k_{p2} : 0.80 ve k_{p3} : 0.60) dikkate alınarak oluşturulmuş ve konular sırasıyla IK₁, IK₂ ve IK₃ olarak düzenlenmiştir. Kanber (1984) tarafından esasları verilen açık su yüzeyi buharlaşma kriterlerine göre 4 günlük yığılımlı buharlaşma (cumulative pan evaporation; CPE) değerleri, 3 farklı pan katsayısı ve alan (A) ile çarpılarak Eşitlik 1' göre sulama suyu miktarları hesaplanmıştır. Elde edilen hacimsel su miktarları su sayaçlarında denetlenerek sulama suyu olarak konulara uygulanmıştır.

$$I = CPE \times A \times k_p \quad (1)$$

Etkili kök derinliği 90 cm alınmış ve damla sulama yöntemi uygulanmıştır. Topraktaki nem değişimleri gravimetrik yöntemle 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerde izlenmiş, derine sızmanın belirlenmesi amacıyla toprak nemi 120 cm'e kadar ölçülmüş mevsimlik evapotranspirasyon hesaplanmıştır (Garrity ve ark. 1982).

$$ET = P + I - R_f - D_p \pm \Delta S \quad (2)$$

Eşitlik 2' de; ET : P : yağış, I : sulama suyu, R_f : yüzey akış, D_p : derine sızma ve $\pm \Delta S$: kök bölgesinde toprak nem değişimi mm olarak ifade edilmiştir. P , R_f ve D_p gerçekleşmediği için sıfır kabul edilmiştir.

Yapılan ön çalışmalarda, ortaya çıkan sonuca göre; mısır bitkisi için 4 günlük sulama aralığının uygun sulama aralığı olduğu belirlenmiştir.

Birlikte ekim konuları:

- Saf mısır "MM" 5 sıradan (21 m²),
- Saf soya "MS" 5 sıradan (21 m²),
- 1 sıra mısır /1 sıra soya "1M/1S" birlikte ekimde 5 mısır ve 5 soya sırasından (bir sıra mısır /bir sıra soya ekilmiş ve alanı 42 m²),
- 2 sıra mısır /1 sıra soya "2M/1S" birlikte ekimde 10 mısır ve 5 soya sırasından (iki sıra mısır /bir sıra soya ekilmiş ve alanı 63 m²),

➤ 1sıra mısır/2 sıra soya "1M/2S" birlikte ekimde 5 mısır ve 10 soya sırasından (bir sıra mısır /iki sıra soya ekilmiş ve alanı 63 m²) oluşmuştur.

Alanının tamamı ıslanacak şekilde her sıra aralığına bir lateral döşenmiştir. Sulama suyu araştırma ve uygulama alanında bulunan derin kuyudan ve kuyu önünde yer alan beton havuzdan yararlanılmıştır. Su dağılımında, in-line 2.4 L/h debi kapasiteli, 40 cm damlatıcı aralığı ve damlatıcıların tıkanmaması için kontrol ünitesi kullanılmıştır.

Su kullanma etkinliği: Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve toplam su kullanım randımanı (WUE) için Howell ve ark. (1990) tarafından önerilen eşitliklerden yararlanılmıştır. IWUE; hektardan elde edilen ürün miktarının sulama suyu miktarına ve WUE ise hektardan elde edilen ürün miktarının (t) bitki su tüketimine (m³) bölünmesinden elde edilmiştir.

Alan eşdeğer oranı (LER): Willey (1979); Mead ve Willey (1980) birlikte ekim sisteminde, birim alan etkinliğinin değişimini LER ile ifade etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, bitkilerin saf ekim ve birlikte ekim sistemlerinde, birlikte ekimlerin saf ekime göre oransal verim değerlerinin toplamını Eşitlik 3 ile göstermişlerdir.

$$LER = \frac{M_A}{S_A} + \frac{M_B}{S_B} \quad (3)$$

Eşitlik 3' te; M_A : mısır/soya birlikte ekim sisteminde mısır verimini (t ha⁻¹), S_A : saf mısır ekiminde mısır verimini (t ha⁻¹), M_B : mısır/soya birlikte ekim sisteminde soya verimini (t ha⁻¹), ve S_B : saf soya ekiminde soya verimini (t ha⁻¹) ifade etmektedir.

Elde edilen sonuçlar, TARİST istatistik programı ile yapılan varyans analizine tabi tutulmuş, uygulamalar arası farklılıkların ve interaksyonların önemliliğinin belirlenmesinde 0.05-0.01 olasılık düzeyinde F testinden yararlanılmış ve farklılıkların önem düzeyleri, LSD testi ile belirlenmiştir (Yurtsever 1984).

Bulgular ve Tartışma

IWUE ve WUE' nin mısır dane, soya tohum verim ve verim komponentleri arasındaki ilişkisi: Araştırma yıllarında, konulara uygulanan sulama suyu miktarları (I) ve mevsimlik su tüketimleri (ET) Çizelge 1' de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, ilk yılda sulama suyu miktarı 778-1298 mm ve ikinci yılda ise 824-1374 mm arasında gerçekleşmiştir. İlk ve ikinci yıl için ET; 901-1329 mm ve ikinci yıl için 907-1397 mm hesaplanmıştır. I ve ET değerleri her iki yıl için en yüksek IK₁ konusunda belirlenmiş en düşük I ve ET her iki yılda IK₃ konusunda saptanmıştır. İkinci yılda I ve ET' nin yüksek çıkması ilkbahar yağışlarının düşük gerçekleşmesinden kaynaklandığı söylenebilir. İlk yıl saf soya konusu 17.10.1998 tarihinde (DOY 291) diğer soya birlikte ekim konuları ise 13.10.1998 tarihinde (DOY 287) hasat edilmiştir. İkinci yıl hasat tarihleri ise ilk yıla benzer gerçekleşmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarının

Çizelge 1. Birlikte ekimde I ve ET miktarları (mm)

Deneme yılı	Sulama konuları	I	ET
1988	IK ₁	1298	1329
	IK ₂	1038	1102
	IK ₃	778	901
1999	IK ₁	1374	1397
	IK ₂	1099	1225
	IK ₃	824	907

azalması, olgunlaşma ve hasat tarihleri üzerine etkili olmuş ve bu konularda hasat daha erken yapılmıştır. Mısır hasat tarihleri ise soya hasadından 10-15 gün sonra gerçekleşmiştir. Hasat edilen soya ve mısır tanelenerek hektara verimleri bulunmuştur.

Yıl x sulama düzeyi, yıl x ekim sistemi ile yıl x sulama düzeyi x ekim sistemi interaksyonları, birlikte ekim sisteminde mısır ve soyanın verim ve verim komponentlerinde önemsiz olduğu saptanmıştır. Sulama düzeyleri x ekim sistemi interaksyonları, birlikte ekim mısır ve soya verim ve verim komponentlerinde istatistiksel olarak P<0.05 ve P<0.01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2 ve 3).

Bitki boyu arttıkça mısır dane verimi artmıştır. Bitki boyunun, koçan kalınlığı ve koçan boyuna etkisi önemsizdir (P>0.05). Soya bitkisinde meyve sayısı, bitki boyu ve dal sayısı tohum verimlerini önemli düzeyde artırmıştır. Çizelge 4 ve 5'te görüleceği gibi iki yılın ortalamasından, elde edilen sonuçlar incelendiğinde en fazla sulama suyu uygulanan (IK₁) konuda en yüksek mısır dane verimi 10.53-4.59 t ha⁻¹ ve soya tohum verimi 3.31-1.28 t ha⁻¹ arasında alınırken, en düşük verimler ise en az su uygulanan IK₃ konusunda sırasıyla mısırdaki 8.15-3.57 t ha⁻¹ ve soyada 2.27-0.90 t ha⁻¹ arasında gerçekleşmiştir. Sulama suyu miktarı mısır dane ve soya tohum verimini artırıcı bir faktör olduğu saptanmıştır. Su kısıntısının yaşanmadığı konuda ise kimi verim komponentlerine ait değerlerde en üst sınıra ulaşılmıştır.

Birlikte ekim mısır ve soya bitkisinde farklı sulama düzeylerinde verim ve verim komponentleri her iki bitki için ayrı ayrı hesaplanmış, konular arasındaki farklılıkların önem düzeyleri LSD testi ile saptanmış ve sonuçlar aynı çizelgede gösterilmiştir. En yüksek mısır verimi su kısıntısı uygulanmayan IK₁ sulama konusunun saf mısır ekiminde 10.53 t ha⁻¹ elde edilmiştir. Su kısıntısının % 40 uygulandığı IK₃ konusunda ise mısır verimi aynı ekim sistemi için 8,15 t ha⁻¹ belirlenmiştir. Verimlerin konular arası farklılıkları, istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve farklı grupları oluşturmuştur. Howell ve ark. (1997) toprak üstü günlük damla sulamada iki yıllık mısır verimlerini, tam sulama için 12.76 t ha⁻¹ ve tam sulamaya göre %67 kısıntı uygulanan konuda 6.35 t ha⁻¹ olarak, haftalık sulamalarda aynı konular için ise 13.13 t ha⁻¹ ve 7.04 t ha⁻¹ olduğunu, Musick ve Dusek (1980) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise döllenme dönemindeki su streslerinin mısır dane veriminin önemli ölçüde düşmesine neden olduğunu

Çizelge 2. Mısır bitkisinde iki yıllık ortalamalara göre dane verimi, bitki boyu, koçan kalınlığı, ve koçan boyuna ait varyans analizi

Varyasyon kaynağı	S.D	Dane verimi		Bitki boyu		Koçan kalınlığı		Koçan boyu	
		K.O	F hesap.	K.O	F hesap.	K.O	F hesap.	K.O	F hesap.
Blok	2	0.060	ns	22.264	ns	0.107	ns	1.347	ns
Yıl-A	1	0.773	ns	48.347	ns	0.014	ns	1.389	ns
Sulama düzeyi-B	2	16.879	334.381**	14015.931	466.334**	0.809	42.387**	15.681	0.580*
Ekim sistemi-C	2	84.615	1191.797**	2692.755	93.631**	1.172	50.338**	9.111	6.055**
A*B	2	0.074	ns	3.014	ns	0.002	ns	0.681	ns
A*C	2	0.062	ns	8.310	ns	0.010	ns	0.352	ns
B*C	4	0.719	10.130**	212.949	7.405**	0.064	2.738*	5.069	3.369**
A*B*C	4	0.048	ns	2.255	ns	0.006	ns	0.255	ns

Çizelge 3. Soya bitkisinde iki yıllık ortalamalara göre tohum verimi, meyve sayısı, bitki boyu ve dal sayısına ait varyans analizi

Varyasyon kaynağı	S.D	Tohum verimi		Bitkide meyve sayısı		Bitki boyu		Bitkide dal sayısı	
		K.O	F hesap.	K.O	F hesap.	K.O	F hesap.	K.O	F hesap.
Blok	2	0.023	ns	10.667	ns	0.000	ns	0.091	50.538*
Yıl-A	1	0.036	ns	1.389	ns	0.681	ns	0.040	ns
Sulama düzeyi-B	2	3.218	321.684**	803.167	93.497**	2529.500	367.556**	4.645	162.364**
Ekim sistemi-C	2	9.536	984.104**	4250.259	613.264**	158.310	29.251**	8.811	333.287**
A*B	2	0.000	ns	9.722	ns	4.222	ns	0.010	ns
A*C	2	0.001	ns	15.574	ns	22.792	4.211*	0.018	ns
B*C	4	0.179	18.486**	31.259	4.510**	130.130	24.044**	0.199	7.511**
A*B*C	4	0.002	ns	8.407	ns	2.889	ns	0.024	ns

*, **: P<0.05 ve P<0.01 ns: önemsiz

Çizelge 4. Birlikte ekim sisteminde mısır bitkisinde elde edilen dane verimi, bitki boyu, koçan kalınlığı ve boyu ortalamaları

Sulama düzeyi	Ekim sistemi	Dane verimi (t ha ⁻¹)			Bitki boyu (cm)			Koçan kalınlığı (cm)			Koçan boyu (cm)		
		1998	1999	Ort. 1998/99	1998	1999	Ort. 1998/99	1998	1999	Ort. 1998/99	1998	1999	Ort. 1998/99
IK ₁	MM	10.17a	10.89a	10.53a	212a	215a	214a	4.7b	4.8b	4.8b	22a	22ab	22a
	1M/1S	6.34c	6.51c	6.43c	207a	208b	207a	4.6b	4.6b	4.6bc	22a	22ab	22a
	2M/1S	8.06b	8.30b	8.18b	208a	209ab	209a	4.5b	4.6b	4.6c	21a	21b	21a
	1M/2S	4.56d	4.61d	4.59d	180b	183c	182b	5.2a	5.1a	5.2a	22a	23a	23a
IK ₂	MM	9.00a	9.09a	9.04a	212a	214a	213a	4.5b	4.5b	4.5b	21a	22a	22a
	1M/1S	5.80c	5.82c	5.81c	208a	210a	209a	4.6b	4.6b	4.6b	18b	19b	19b
	2M/1S	7.15b	7.22b	7.19b	213a	212a	213a	4.6b	4.7b	4.7b	20ab	21a	21a
	1M/2S	4.09d	4.25d	4.17d	178b	180b	179b	5.1a	5.2a	5.1a	21ab	22a	21a
IK ₃	MM	7.99a	8.31a	8.15a	158a	162a	160b	4.4bc	4.4b	4.4b	21a	21a	21a
	1M/1S	5.01c	5.39c	5.20c	165a	168a	167a	4.4b	4.4b	4.4b	21a	21a	21a
	2M/1S	6.01b	6.16b	6.09b	167a	167a	167a	4.1c	4.2c	4.2c	19a	19b	19b
	1M/2S	3.51d	3.63d	3.57d	152b	152b	152c	4.8a	4.8a	4.8a	21a	21a	21a
LSD		0.496	0.418	0.312	19.925	7.079	6.284	0.282	0.240	0.092	2.365	1.809	1.437

bildirilmişlerdir. Bu sonuçlar elde sonuçlar ile benzerlik göstermiştir.

Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça bitki boyları kısalmıştır. Yılların ortalaması mısır bitki boyu için incelendiğinde, sulama düzeyi ve ekim sistemi IK₁ ve IK₂ sulama düzeylerinde 1M/2S ekim sistemi hariç, bitki boyu üzerine önemli etkisi olmamıştır. Bitki boylarının

denemeler arasında farklı çıkması, uygulanan farklı su düzeylerinden ve ekim sistemlerinden kaynaklandığı söylenebilir. IK₁-MM konusunda ortalama bitki boyu 214 cm, ancak %40 su kısıtı uygulanan IK₃-MM' de saf mısırdaki 160 cm'dir. Koçan kalınlığı ve koçan boyları ise konular arasında önemli bir fark oluşturmamıştır. İki yılın ortalama değerlerine göre koçan kalınlığı 4.2-5.2 cm ve koçan boyu 19-23 cm arasında değişmiştir.

Çizelge 5. Birlikte ekim sisteminde soya bitkisinde tohum verimi, meyve sayısı, bitki boyu ve dal sayısı ortalamaları

Sulama düzeyi	Ekim sistemi	Tohum verimi (t ha ⁻¹)			Meyve sayısı (adet)			Bitki boyu (cm)			Dal sayısı (adet)		
		1998	1999	Ort.	1998	1999	Ort.	1998	1999	Ort.	1998	1999	Ort.
				1998/99			1998/99			1998/99			
IK ₁	MS	3.33a	3.29a	3.31a	83a	82a	83a	94a	90b	92a	3.5a	3.2a	3.4a
	1M/1S	2.05c	2.11c	2.08c	52c	55c	53c	92a	95a	94a	2.0c	1.8c	1.9c
	2M/1S	1.25d	1.31d	1.28d	44d	44d	44d	90a	88b	89b	1.4d	1.5d	1.5d
	1M/2S	2.22b	2.31b	2.26b	69b	67b	68b	81b	81c	81c	2.9b	2.9b	2.9b
IK ₂	MS	2.97a	3.01a	2.99a	78a	71a	75a	83a	81a	82a	2.6a	2.7a	2.7a
	1M/1S	1.91b	1.95b	1.93b	44b	43c	43c	75b	76b	75b	1.7c	1.5c	1.6c
	2M/1S	1.08d	1.11d	1.10d	41b	40c	41c	74b	74b	74b	1.1d	1.2d	1.2d
	1M/2S	1.63c	1.70c	1.67c	60c	62b	61b	78b	81a	80a	2.3a	2.3b	2.3b
IK ₃	MS	2.23a	2.31a	2.27a	67a	66a	67a	75a	71a	73a	2.3a	2.2a	2.2a
	1M/1S	1.44b	1.51b	1.48b	42c	43c	43c	65b	67b	66b	1.2b	1.2b	1.2c
	2M/1S	0.89c	0.91c	0.90c	37d	37d	37d	63b	63c	63b	1.0b	1.0b	1.0c
	1M/2S	1.35d	1.38b	1.37b	54b	58b	56b	71a	73a	72a	1.8c	1.6c	1.7b
LSD		0.143	0.191	0.115	3.909	5.056	3.085	4.511	3.397	2.726	0.272	0.286	0.191

Soyada tohum verimi, Çizelge 5' te görüleceği gibi IK₁ sulama düzeyinde ve saf soya ekimlerinde 3.31 t ha⁻¹, IK₂' de 2.99 t ha⁻¹ ve IK₃' de 2.27 t ha⁻¹ belirlenmiştir. birlikte ekim sistemi içerisinde soya verimleri farklı grupları oluşturmuştur. Birlikte ekim sisteminde soya verimi 1M/1S' de 2.08-1.48 t ha⁻¹, 2M/1S' de 1.28-0.90 t ha⁻¹ ve 1M/2S' de 2.26-1.37 t ha⁻¹ arasında değişmiştir. Bitki başına meyve sayısındaki azalma, MS konusundan başlayarak, 1M/2S, 1M/1S ve 2M/1S şeklinde devam etmiştir. Bitki boyları arttığında genel olarak soya tohum verimi de artmış ve bitki boyu 94-63 cm arasında değişmiştir. Su stresinin bitki boyu için mısır bitkisinde olduğu gibi iyi bir gösterge olduğu belirlenmiştir. Saf soyalar (MS) tüm sulama düzeylerinde en yüksek meyve sayısını ve dal sayısını verirken, en düşük meyve sayısı ve dal sayısı 2M/1S konusunda belirlenmiştir. Böylece meyve sayısı ve dal sayısı azaldıkça tohum verimi de düşmüştür. 2M/1S birlikte ekim sisteminde iki sıra mısır bitkisinin, bir sıra soya bitkisi üzerine yoğun gölge yaptığı ve fotosentezi yavaşlattığı sonucu çıkarılabilir.

Çalışmada, soya dal sayısı 1.0-3.4 adet bitki⁻¹ arasında bulunmuştur. Meyve sayısı ve dal sayısı düştükçe genel olarak tohum tane verimleri azalmıştır. Verimdeki düşüşün nedeni uygulanan su kısıntısından, buna bağlı olarak değişen mevsimlik su tüketim azalışlarından ve soya bitkisinin mısır bitkisine rekabet edememesinden ileri geldiği söylenebilir. Çalışmada mısır bitkisi soya bitkisine gölge yaptığından ve ışık yoğunluğunun yetersiz olmasından dolayı birlikte ekim sisteminde soya veriminin yarıdan daha fazla düştüğü belirlenmiştir. Benzer sonuç, Mann ve Jaworski (1970) tarafından da bildirilmiş ve mısır bitkisi gölge yaptığından dolayı soya veriminin yarı yarıya düştüğünü saptamıştır. Schou ve ark. (1978) benzer etkiyi bulmuştur. Egli ve Yu (1991); Daren ve ark. (1999) mısır bitki gelişiminin 1. dönemden 5. döneme kadar soyaya gölge yaptığından dolayı, soya tohum veriminin azaldığını bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar araştırmacıların sonuçlarıyla uyumludur.

Sulama suyu ve LER ilişkisi: Birlikte ekim sisteminde birim alanında, verim artış ölçütü LER ile

belirlenmiştir. Çizelge 6'da izleneceği gibi, 1998/99 yılların ortalamasına göre LER değeri üç ayrı sulama düzeyinde de en yüksek 1M/1S konusunda gerçekleşmiş ve 1.24-1.29 arasında değişmiştir. Bunu sırasıyla 2M/1S ve 1M/2S birlikte ekim sistemleri izlemiştir. Ancak, en yüksek LER değerinin gerçekleştiği 1M/1S birlikte ekim konusunun tüm sulama düzeylerinde mısır+soyanın toplam verim değerleri 2M/1S konusundan düşük, 1M/2S konusundan ise yüksektir. Mısır+soya birlikte yetiştiricilikte verimlerin oranları; 1M/1S birlikte ekim konusu için %75 mısır ve %25 soya hesaplanmıştır. Mısır+soya ekim şekli yanında, soyanın baklagil olması ve pazar değerinin mısıra göre her zaman daha yüksek belirlenmesi 1M/1S ekim sisteminin son derece uygun bir tercih olacağı söylenebilir.

Sadece mısır dane ve soya tohum verimleri dikkate alındığında 1M/1S ekim sisteminde toplam verim 2M/1S ekim sisteminin toplam veriminden düşük olduğu görülmektedir. LER değerinin 2M/1S ve 1M/2S birlikte ekim sistemlerinde soya tohum verimlerinin düşmesinin nedeni ise bu konularda soya bitkisinin kısa kalması ve mısır bitkisinin yatay ekseninde daha iyi gelişmesi ve soya bitkisine gölge yapması şeklinde açıklanabilir. Çalışmanın sonuçları yine birçok araştırmacının (Georgis ve ark. 1989, Kisyombe 1989, Mwaipaya 1989) sonuçları ile uyum içerisinde olduğu saptanmıştır.

Bu sonuçlara göre, soya bitkisinin önemli bir baklagil olması yarı-kurak bölgeler için birlikte ekim sisteminde önemli bir ekim tekniği ve alternatif ürün olduğu söylenebilir.

Su kullanım etkinliği: Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ile su kullanım randımanı (WUE) bitki ve konuya göre değişim göstermiştir. Su kullanım etkinliğinin değerlendirilmesinde her iki yılın ortalaması alınmış, birlikte ekim sisteminde en yüksek değerler saf ekimlerden elde edilmiştir. Sulama düzeylerine göre mısır bitkisinin IWUE ve WUE değerleri sırasıyla en yüksekten en düşük değere doğru; MM, 2M/1S, 1M/1S ve 1M/2S ekim sisteminde 1.02-0.34 ve 0.90-0.34 kg m⁻³ arasında

değişmiştir. Soya bitkisinde en yüksek değerden en düşük değere doğru ise IWUE ve WUE değerleri 0.28-0.10 ve 0.26-0.09 kg m⁻³ arasında belirlenmiştir. Birlikte ekim sisteminde mısır+soya IWUE ve WUE değeri 0.87-0.51 ve 0.77-0.50 kg m⁻³ arasında değişmiş, maksimum değerler 2M/1S konusunda gerçekleşmiştir (Çizelge 7).

Norwood (1999), mısırdaki WUE 12.79 ve soyada 3.26 kg m⁻³, Howell et al (1998) WUE değerini mısırdaki Pioneer-Pioneer 3245 çeşidinde tam sulamada 1.37-1.48, tam sulamanın %67' si uygulanan sulama konularında 1.46-1.54 ve %33' ü uygulanan konuda 1.08-1.33 kg m⁻³ arasında olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlara göre,

araştırma bulguları kimi araştırma sonuçları tarafından desteklenmemekte ve kimi araştırma sonuçları ile de uyumlu olduğu görülmektedir. Çünkü, desteklemeyen sonuçlar yarı-kurak klimatolojik koşulların özelliğini taşımamaktadır. Bu nedenle randımanların yüksek çıkmasının normal olduğu söylenebilir. Ancak çalışmada elde edilen randımanların düşük hesaplanması, doğal sonucun bir parçası olup, başka bir ifadeyle yarı-kurak iklim karakteristiğinin bir sonucu sayılabilir. Çünkü, ikinci ürün olarak ekilen birlikte ekim mısır+soya bitkileri, elverişli nemin en alt seviyesinde iken bu alanlarda ekim yapılmakta, buna bağlı olarak uygulanan ve tüketilen su ve nem miktarının yüksek olmasına neden olmaktadır

Çizelge 6. Birlikte ekim sisteminde alan eşdeğer oranı (LER)

		1998			1999			1998/99
		Mısır	Soya	Ort.	Mısır	Soya	Ort.	Ort.
IK ₁	MM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1M/1S	0.62	0.62	1.24	0.60	0.64	1.24	1.24
	2M/1S	0.79	0.38	1.17	0.76	0.40	1.16	1.17
	1M/2S	0.45	0.67	1.12	0.42	0.70	1.12	1.12
IK ₂	MM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1M/1S	0.64	0.64	1.28	0.64	0.65	1.29	1.29
	2M/1S	0.79	0.36	1.15	0.79	0.37	1.16	1.16
	1M/2S	0.45	0.55	1.00	0.47	0.56	1.03	1.02
IK ₃	MM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1M/1S	0.63	0.65	1.28	0.65	0.65	1.30	1.29
	2M/1S	0.75	0.40	1.15	0.74	0.39	1.13	1.14
	1M/2S	0.44	0.61	1.05	0.44	0.60	1.04	1.04

Çizelge 7. Birlikte ekim sisteminde IWUE ve WUE değerleri (kg m⁻³)

Sulama düzeyi	Ekim sistemi	Mısır		Soya		IWUE Mısır+soya	WUE Mısır+soya
		IWUE	WUE	IWUE	WUE		
IK1	MM	0.79	0.77	0.25	0.24	-	-
	1M/1S	0.48	0.47	0.16	0.15	0.64	0.62
	2M/1S	0.61	0.60	0.10	0.09	0.71	0.69
	1M/2S	0.34	0.34	0.17	0.16	0.51	0.50
IK2	MM	0.85	0.78	0.28	0.26	-	-
	1M/1S	0.54	0.50	0.18	0.16	0.72	0.66
	2M/1S	0.67	0.62	0.11	0.09	0.78	0.71
	1M/2S	0.39	0.36	0.16	0.14	0.55	0.50
IK3	MS	1.02	0.90	0.28	0.25	-	-
	1M/1S	0.65	0.58	0.18	0.16	0.83	0.74
	2M/1S	0.76	0.67	0.11	0.10	0.87	0.77
	1M/2S	0.45	0.39	0.17	0.16	0.62	0.55

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucuna göre yarı-kurak iklim kuşağında birlikte ekim sisteminde birlikte yetiştiricilik yapılabildiği gibi, tarım alanları daha efektif kullanılabilir. Damla sulama yöntemi ise su tasarrufu açısından daha etkin olabilir. Böylece en yüksek verim alınabildiği gibi en yüksek IWUE ve WUE değerlerine ulaşılabilir.

Birlikte ekim sisteminde hasat gücü belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Ancak iyi bir mekanizasyon ile bu sorun giderilebilir. Hasattaki sorunlar giderildiğinde, birlikte ekimler ümitvar görülebilir. Böylece Harran Ovası için güvenilir alternatif ürünler ve ekimlerin ortaya çıktığı söylenebilir. Yarı-kurak iklim kuşağında yer alan ova için her yıl yoğun olarak ekilen ve yazlık bitki sayılan pamuğa alternatif ürünler ekilmiş olabilir. Tahıldan sonra ikinci ürün olan mısır ve soya bitkileri yöreye kazanımı sağlanabilir. Yukarıda sayılabilecek bu önemli vasıflarından dolayı birlikte ekim, mısır+soya ekimleri bölge için iyi bir kazanım olacağı görülebilir. Birlikte ekim sisteminde 4 günlük sulama aralığı ve CPE' nin 100% olduğu IK₁ sulama düzeyinde 1M/1S konusu yöreye için uygun ekim tekniği ve sulama düzeyi kabul edilebilir.

Kaynaklar

- Carruthers, K., B. Prithiviraj, Q. F. D. Cloutier, R. C. Martin and D. L. Smith. 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. *European J. of Agron.* 12: 103-115.
- Daren, D. R., D. R. Buxton and T. E. Devine. 1999. Sorghum intercropping effects on yield, morphology, and quality of forage soybean SLW, Specific Leaf Weight. *Crop Sci.* 39:1380-1384.
- Edje, O. T. 1989. Energy, protein and fodder yield as indices of intercrop productivity. *Proceedings of a Workshop on Research Methods for Cereal/Legume Intercropping in Eastern and Southern Africa Held at Lilongwe, 23-27 January Malawi.*
- Egli, D. B. and Z. W. Yu. 1991. Crop growth rate and seeds per unit area in soybeans. *Crop. Sci.* 31: 439-442.
- Garrity, P. D., D. G. Watts, C. Y. Sullivan and J. R. Gilley. 1982. Moisture deficits and grain sorghum performance. evapotranspiration yield relationships *Agron. J.* 74: 815-820.
- Gary, W. L. and C. A. Francis. 1999. Integrated agricultural systems. Strip intercropping effects on yield and yield components of corn, grain sorghum, and soybean. *Pub. In Agron. J.* 91:807-813.
- Georgis, K., A. A. Negasi, Dadi Legese and W. Sinebo. 1989. Cereal/legume intercropping research in Ethiopia. *proceedings of a workshop on research methods for cereal/legume intercropping in Ethiopia. Proceedings of a Workshop on Research Methods for Cereal/Legume Intercropping in Eastern and Southern Africa Held at Lilongwe, 23-27 January Malawi.*
- Ghaffarzadeh, M., F. G. Prechac and R. M. Cruse. 1994. Grain yield response of corn, soybean and oat grown in a strip intercropping system. *Am. J. Altern. Agric.* 9: 171-177.
- Howell, T. A., H. A. Cuenca and K. H. Solomon. 1990. Crop Yield response. management of farm irrigation systems. *Trans. ASAE Monograph Chap S. USA.*

- Howell, T. A., A. D. Schneider and S. R. Evertt. 1997. Subsurface and surface micro irrigation of corn-Southern High Plains. *Trans. Of the ASAE.* 40 (3): 635-641.
- Howell, T. A., J. A. Tolk, A. D. Schneider and S. R. Evertt. 1998. Evapotranspiration, yield, and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. *Agron. J.* 90:3-9.
- Kanber, R. 1984. Çukurova koşullarında açık su yüzeyi buharlaşmasında (class A pan) yararlanarak birinci ve ikinci ürün yerfistğinin sulanması *Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No:114 Tarsus.*
- Kisyombe, F. W. 1989. Statistical analysis of on-farm intercropping trials the malawi experience. *proceedings of a workshop on research methods for Cereal/Legume Intercropping in Eastern and Southern Africa Held at Lilongwe, 23-27 January Malawi.*
- Magar, S. S. 1995. Adoption of micro irrigation technology in sugarcane on vertisols semi arid climate. *micro irrigation for a Changing World. Conserving resources/Preserving the Environment Proceedings of the International Micro irrigation Congress. Edited by Freddie R. Lamm. April 2-6, 1995, Hyatt Regency Orlando, Florida. Published by Am. Soc. of Agri. Eng. P:735-739.*
- Mann, J. D. and E. G. Jaworski. 1970. Comparison of stresses which may limit soybean yields. *Crop Sci.* 10: 620-624.
- Mead, R. and R. W. Willey. 1980. The concept of land equivalent ratio and advantages in yield from intercropping. *Experimental Agriculture* 16:217-218.
- Mejia, M. N., C. A. Madramootoo and R. S. Broughton. 2000. Influence of water table management on corn and soybean yields. *Agricultural Water Management* 46:73-89.
- Musick, L. T. and D. A. Dusek. 1980. Irrigated corn yield response to water. *Trans. ASAE.* 23: 92-98,103.
- Mwaipaya, A. M. 1989. Intercropping Research Experience in Zambia. *Proceedings of a Workshop on Research Methods for Cereal/Legume Intercropping in Eastern and Southern Africa Held at Lilongwe, 23-27 January Malawi.*
- Ngwira, L. D. M., A. B. C. Mkandawira, O. T. Edje and R. Tinsley. 1989. Malawi Experiences in Intercropping Research. *Proceedings of a Workshop on Research Methods for Cereal/Legume Intercropping in Eastern and Southern Africa Held at Lilongwe, 23-27 January Malawi.*
- Norwood, C. A. 1999. Water use and yield of dryland row crops as affected by tillage. *Agronomy. J.* 91:108-115.
- Phene, C. J. and T. A. Howell. 1984. Soil sensor control of highfrequency irrigation. *Trans. ASAE* 27 (2):392-396.
- Schou, J. B., P. L. Jeffers and J. G. Streeter. 1978. Effects of reflectors. black boards or shades applied at different stages of plant development on yield of soybeans. *Crop Sci.* 18:29-34.
- Yurtsever, N. 1984 *Deneysel İstatistik Metodlar. Tarım Orman Ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları* 623. Ankara.
- Willey, R. W. 1979. Intercropping: It's Importance and Research Needs. Part I. Competition and Yield Advantages. *Field Crop Abstracts*, 32:1-10.

İletişim adresi:

Mehmet ŞİMŞEK
Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Şanlıurfa
Tel: 0 414 247 24 87
e-posta: mehmetimsek@harran.edu.tr

