



## Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

### Şekerpancarında Kısıntılı Sulama ile Kısıntılı Azot Uygulamalarının Şeker Verimine ve Azot Kullanma Performansına Etkisi

Ayşe Öksüz<sup>1</sup>, Ramazan Topak<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya

#### MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 01 Ocak 2015

Kabul tarihi 28 Nisan 2015

Anahtar Kelimeler:

Şekerpancarı

Damla sulama

Kısıntılı sulama

Kısıntılı gübreleme

Azot Kullanma Randımanı

Konya

#### ÖZET

Tarla denemeleri Konya-Çumra İlçesi Tarım Meslek Lisesi üretim ve uygulama alanında 2013 yılında yürütülmüş ve araştırmada Stine çeşidi şekerpancarı kullanılmıştır. Çalışmada, damla yöntemi kısıntılı sulama koşulları altında kısıntılı azot uygulamalarının şekerpancarının azot kullanımı ve şeker verimi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda; şekerpancarı sulama suyu ve azot ihtiyacının eksiksiz karşılandığı tam sulama (TS) ve tam azot konuları (TA) ile TS ve TA'nın %75 ve %50'sinden oluşturulan iki geleneksel kısıntılı sulama (KS75 ve KS50) ve kısıntılı azot konularının (KA75 ve KA50) uygulamasına ilişkin sonuçlar analiz edilmiştir. Bitki kök bölgesi toprağının kullanılabilir su kapasitesinin %35-40'ı tüketilince konulu sulamalar başlatılmış ve ardıl sulamalar da aynı prensibe göre uygulanmıştır. Konulara öngörülen azot seviyelerinin dörtte biri tabana, geri kalanı ise 4 eşit parçaya bölünerek, fertigasyon yöntemiyle ilk dört sulamada uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, sulama seviyeleri şeker verimi üzerinde önemli şekilde etkili iken ( $P<0.01$ ), azot seviyelerinin bir etkisi belirlenmemiştir. Azot seviyeleri bitkinin gübre azotu kullanma randımanı üzerinde önemli seviyede ( $P<0.05$ ) etkili bulunmuştur. Yine sulama konuları bitki kök ( $P<0.01$ ) ve yapraklarındaki ( $P<0.05$ ) azot oranlarını önemli şekilde etkilemişken, azot seviyelerinin etkisi olmamıştır.

### Effect of Applications Deficit Nitrogen with Deficit Irrigation on Sugarbeet Sugar Yield and Nitrogen Use Performance

#### ARTICLE INFO

Article history:

Received 01 January 2015

Accepted 28 April 2015

Keywords:

Sugar beet

Drip irrigation

Deficit irrigation

Deficit fertilizer

Nitrogen Use Efficiency

Konya

#### ABSTRACT

The field works of that project was performed at 2013 growing season in Konya-Çumra Agro – Production High School. Stine variety of sugar beet was used in research. In that regard, the effect of deficit nitrogen applications by deficit drip irrigation on nitrogen use and sugar yield was evaluated. In research, the findings obtained from full irrigation (FI) and full nitrogen (FN) applications as well as two conventional deficit irrigations of the 75 % and 50 % of the FI (CDI75 and CDI50) and two deficit nitrogen levels 75 % (DN75) and 50 % (DN50) of FN were analyzed. When about 35-40 % of the available water capacity within the root zone depth was consumed, subjects' irrigations were started and all the subsequent irrigations were performed in accordance with this principle. One fourth nitrogen requirement of plants was applied to the seed bed, and remaining nitrogen amounts were applied in four equal parts by fertigation technique in first 4 irrigation events. The results showed that although irrigation treatments had significant effect on sugar yield ( $P<0.01$ ), nitrogen levels had no significant effect. Nitrogen levels had significant effect on plant nitrogen use efficiency ( $P<0.01$ ). Irrigation treatments had significant effect but different nitrogen levels had no significant effect on nitrogen contents of roots ( $P<0.01$ ) and leaves ( $P<0.01$ ).

\* Sorumlu yazar email: [rtopak@selcuk.edu.tr](mailto:rtopak@selcuk.edu.tr)

## 1. Giriş

Şekerpancarı, Türkiye’de yaygın olarak İç Anadolu Bölgesinde yetiştirilir. Özellikle bu bölgede yer alan Konya Kapalı Havzası Türkiye şekerpancarı üretim alanlarının yaklaşık %35’ine sahiptir. Türkiye şekerpancarı ekim alanlarının yaklaşık ¼’ü tek başına Konya ilinde bulunmaktadır. Aynı şekilde Konya havzasında bulunan 6 şeker fabrikasının 4’ü Konya ilinde yer almaktadır. Dolayısıyla havzada şekerpancarı tarımı önemli bir yere sahiptir. Şekerpancarı tarımı, kök verimi ve kök şeker varlığı gibi iki önemli boyutu olan bir yetiştiricilik şeklidir. Diğer bitkisel üretimlerde olduğu gibi, şekerpancarı yetiştiriciliğinde de verim ve kalitenin artırılması, sulama ve gübreleme gibi teknolojik üretim faktörlerinin etkin ve bilinçli kullanımına bağlıdır.

Suyun ve bitki besin maddesinin bitki kök bölgesinde en uygun seviyede tutulması su ve gübre kullanım randımanlarının artırılmasının yanı sıra verim ve kalitesinin iyileştirilmesi açısından da önemlidir. Bu yüzden bitkisel üretimin artırılmasında suyun ve gübrenin birlikte uygulandığı fertigasyon yöntemi önem kazanmaktadır. Bu yöntemle farklı bitki besin maddeleri farklı oranlarda bitkilere uygulanabilmektedir (Doğan ve ark. 2002). Damla sulama yöntemi fertigasyona en uygun yöntemdir. Fertigasyon sisteminde bitki besin maddeleri istenilen düzeyde her sulamada verildiği gibi belirli aralıklarla da uygulanabilmektedir. Bu işlemle gübrenin kök bölgesinin altına yıkanması en aza inebilmekte, gübre kullanımının bitki gelişimine göre kolayca değiştirilip düzenlenmesi sağlanmaktadır. Gübrelemeden kaynaklanan kök bölgesi tuzluluğu en alt düzeye indirilmekte, ayrıca yüksek verimler alınabilmektedir (Papadopoulas ve Eliades 1987). Fertigasyon yönteminin başarıyla uygulanabilmesi için, yetiştirilen bitkilere özgü sulama ve gübreleme programlarına uyulması, yok ise mutlaka bu programların geliştirilmesi gerekir.

Su kaynaklarının tasarruflu ve akılcı kullanıldığı damla sulama yönteminin yaygınlaşması ve su kaynaklarının daha da tasarruflu kullanımını sağlayabilmek için farklı sulama teknikleri geliştirilmiştir. Bunlardan biri kısıntılı damla sulama uygulamasıdır. Türkiye’nin genelinde olduğu gibi Konya havzasında da tarımsal sulamada basınçlı sulama sistemlerinin kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Özellikle damla sulamanın tarla bitkileri tarımında yaygınlaştırılması konusunda devletin çok ciddi boyutlarda kredi ve hibe şeklinde finansman uygulamaları bunda etkili olmuştur. Desteklemelerin temel felsefesi su kullanımında tasarruf ve suyun etkin kullanımını sağlamaktır. Yine başta ticari gübrelerin kullanımını azaltmak ve gübre etkinliğini artırmaktır. Ancak, şekerpancarı gibi sık ekilen bitkilerin damla yöntemiyle sulanmasında su tasarrufu sağlamanın zorluklarının bulunduğu da açıktır. Üstelik havzada mevcut koşullarda sulama randımanı da hayli yüksek olup, %73 seviyesindedir (Topak ve Acar, 2010a). Dolayısıyla, damla sulama yöntemiyle uygulanacak geleneksel sulama uygulamaları ile sulama randımanında yapılabilecek iyileştirmeler bölgedeki aşırı su kullanımının çözümünde tek

başına yeterli olamayacaktır. Çünkü bölgedeki aşırı tüketimin kaynağı aşırı sulama değil, sulama alanlarının genişlemesinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla havzada, uygun olan bitkilerde, bitki sulama suyu ihtiyacından önemli azaltımların yapılabileceği kısıntılı sulama modellerinin geliştirilmesi bir zorunluluk gibi gözükmektedir.

Kısıntılı sulama uygulamasının bazı bitkilerin veriminde ve ürün kalitesinde önemli bir azalmaya neden olmadan, sulama suyunda önemli artırımın sağlandığı ve sulama suyu kullanım randımanını da hayli iyileştirdiği belirlenmiştir. Salter ve Goode (1967) ve Doorenbos ve Kassam (1979) şekerpancarı bitkisinin kök sisteminin morfolojik ve fizyolojik karakteristiğinden dolayı su stresine en toleranslı bitkilerden biri olduğunu bildirmektedirler. Yine Kırdı (2002) şekerpancarını kısıntılı sulamaya uygun bitkilerden biri olarak tarif etmektedir. Günümüze kadar bazı araştırmacılar tarafından şekerpancarında geleneksel kısıntılı sulama uygulamasına ilişkin bazı tarla denemeleri yapılmıştır. Konya ovası koşullarında da şekerpancarında geleneksel kısıntılı sulama uygulaması ile ilgili bazı çalışmalar da yürütülmüştür. Ancak yapılan çalışmalarda kısıntılı sulama ile toprağın bitki besin maddesi yarayışlılığı ve bitki tarafından alımı ile ilişkileri konusu dikkate alınmamıştır. Öte yandan, Hu ve ark.(2006) ve Li ve ark.(2007), kısıntılı sulamada ortaya çıkan toprak nem eksikliğinin, toprağın besin maddesi yarayışlılığını ve bitki tarafından alınımı olumsuz şekilde etkileyebileceğini, bu yüzden kısıntılı sulama koşullarında sulama ve besin maddesi (azot) kullanım randımanlarının birlikte iyileştirilmesinin önemine dikkat çekmektedir. Yapılan çalışmalarda kısıntılı sulama uygulamasının sulama suyu kullanım randımanı ile ilişkileri ortaya çıkarılırken, bitki azot kullanma randımanına dair konunun ise çok az bitkide, çok az çalışmada ele alındığı görülmektedir.

Bu çalışma ile sulama suyunda yapılan kısıntıya paralel olarak, azot ihtiyacında da kısıntı yapılmasının şekerpancarında azottan yararlanma etkinliğine ve şeker verimine etkisi değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma, Konya iline bağlı Çumra ilçesinde, Çumra Tarım Meslek Lisesi arazisinde 2013 yılı yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Denizden ortalama yüksekliği 1013 m olan Çumra ilçesi, Konya ilinin güneyinde 37° 35' kuzey enlemleri ve 32° 47' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Anonymous 1982). Denemenin yürütüldüğü Çumra Tarım Meslek Lisesi’ne ait olan arazinin toprakları, FAO/UNESCO sınıflandırma sistemine göre fluvisol olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre araştırma alanı toprakları, Çarşamba nehri aliviyolet yelpazesi üzerinde bulunan, killi bünyeli, derin, düz ve iyi strüktürlü topraklardır (de Meester T Ed 1970). Deneme alanı topraklarının sulama ile ilgili bazı fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla ile deneme alanında açılan profillerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bu

toprak örneklerinde yapılan analizlere ilişkin sonuçlar Çizelge 1’de verildiği gibidir.

Araştırma alanı karasal iklim özelliği göstermektedir. Araştırma alanının sahip olduğu bu karasal ikliminin genel özelliği yazları kurak ve sıcak, kışları ise soğuk ve sert geçmesidir. Araştırma alanının çok yıllık iklim verilerine (son 43 yılın ortalaması) göre ortalama sıcaklığı 11.29 °C, ortalama bağıl nem %62.3, ortalama rüzgar hızı 1.0 m/s ve yıllık toplam yağış ise 317.4 mm’dir (Çizelge 2). Yılın en yağışlı geçen ayları Kasım, Aralık, Ocak, Nisan ve Mayıs, en kurak ayları ise Temmuz, Ağustos ve Eylül’dür. Yıllık toplam yağışın %33.8’i kış ve %34’ü bahar mevsiminde olmak üzere toplam %67.8’i kış ve bahar aylarında düşmektedir. Denemenin yürütüldüğü 2013 yılında Çumra Meteoroloji İstasyonu’nda ölçülen bazı meteorolojik veriler Çizelge 2’de verildiği gibidir. Araştırmanın yürütüldüğü 2013 yılında toplam yağış 196.2 mm olarak gerçekleşmiş olup, uzun yıllar ortalamasına göre, 121.2 mm daha az yağış düşmüştür. Şekerpancarı yetiştirme mevsimi süresince (Nisan–Eylül sonu) 2013 yılında 91.6 mm yağış düşerken,

bu değer bu dönemin uzun yıllık toplam yağış miktarının %80’ine karşılık gelmektedir.

Deneme parsellerine su, damla sulama sistemi ile verilmiştir. Damla sulama sisteminin planlanmasında, Yıldırım (2008) de belirtilen damlatıcı boru tarla testleri baz alınmıştır. Damlatıcı debisi 2 l/h ve damlatıcı aralığı 30 cm olan damlatıcı boru ile yapılan tarla testlerinde, ıslatma şerit genişliğinin yaklaşık 45 cm civarında olduğu tespit edilmiştir. Yine bu testten lateral aralığının 45 cm olması gerektiği belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan damla sulama sisteminin kontrol biriminde; vanalar, yarı otomatik elek-filtre, gübre kabı ve venturi sistemi, basınç ölçerler yer almıştır. Ana ve manifold borular 50 mm PVC borulardan ve damlatıcı borular ise 16 mm çaplı yuvarlak borudan oluşturulmuştur. Sulama sisteminde her bir ana konu girişine, su girişi ve çıkışı 50 mm olan su sayaçları yerleştirilmiştir. Su sayaçlarının giriş kısmına uygun şekilde vana yerleştirilmiştir. Damla sistemine sulama suyu 4 BG’ndeki benzinli motopomp ile basılmıştır.

Çizelge 1.

Deneme alanına ait toprakların bazı fiziksel özellikleri

Katman, cm	Bünye	Hacim ağırlığı, gr/cm <sup>3</sup>	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Faydalı su tutma kapasitesi		EC*	pH*	Kireç %	Org. Mad. %
			%	mm	%	mm	%	mm				
0-30	C	1.35	32.52	131.70	20.80	84.24	11.72	45.38	0.555	8.06	19.91	1.35
30-60	C	1.40	33.19	139.40	20.69	86.90	12.50	56.74	0.754	8.07	21.72	1.40
60-90	C	1.43	33.15	142.21	19.95	85.58	13.20	57.77	0.570	8.24	22.07	1.43
Toplam (0-90 cm)				413.31		256.72		156.60				

Çizelge 2.

Çumra Meteoroloji İstasyonuna ait 2013 yılı ile uzun yıllık döneme ait bazı iklim verileri

YTL	Meteorolojik veriler	Aylar												Yıllık/ Ort.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	Sıcaklık (°C)	2.2	5.1	7.9	12.0	18.8	21.4	22.8	22.6	18.1	10.0	7.8	-2.5	12.2
	Nisbi Nem(%)	78.8	70.9	55.2	58.7	45.8	39.5	38.3	37.0	41.7	52.6	65.4	81.3	55.4
	Yağış (mm)	13.4	26.0	15.2	61.2	12.8	13.0	4.6	0.2	0.0	19.4	20.6	9.8	196.2
	Rüzgar (m/s)	2.0	1.4	1.8	1.5	1.5	1.8	2.1	1.5	1.2	1.3	0.8	1.0	1.49
(1971-2013)	Sıcaklık (°C)	-0.3	1.2	5.7	11.0	15.7	19.9	22.7	22.2	17.9	12.1	5.8	1.6	11.29
	Nisbi Nem(%)	76.5	72.2	63.9	59.3	58.1	53.2	49.0	49.8	53.0	63.6	71.7	76.8	62.3
	Yağış (mm)	35.3	29.2	31.7	40.0	36.6	19.5	5.2	4.0	8.7	29.6	34.7	42.9	317.4
	Rüzgar (m/s)	1.0	1.2	1.3	1.2	1.0	1.1	1.2	0.9	0.7	0.6	0.8	0.9	1.0

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, 3 farklı sulama konusu ve 3 farklı azot seviyesinin oluşturduğu 9 çalışma konusu ele alınmıştır. Ayrıca azot uygulaması içermeyen bir konuda çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada azot seviyeleri ana konuları, sulama suyu seviyeleri de alt konuları oluşturmuştur. Planlanan deneme konuları ve açıklamaları Çizelge 3’de verilmiştir.

Tam sulama konusu (TS) tanık olarak planlanmış olup, sulama planı bu konuya göre uygulanmıştır. Bu konunun bitki kök bölgesi kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %35-40’ı tüketilince konulu sulamalar başlatılmış ve tüm konularda ardıl sulamalar da aynı prensibe göre icra edilmiştir. Tanık konuya, mevcut nemi tarla kapasitesine ulaştıracak şekilde su verilmiştir. Diğer kısıntı ön görülen konulara ise tanık konuya verilen sulama suyundan gerekli kısıntı yapılarak uygulamalar yapılmıştır. Sulama suyu, su sayacından geçirilerek parsellere verilmiştir.

Tohum ekimi deneme parseline bir bütün olarak 9 Nisan 2013 tarihinde yapılmıştır. Ekim işlemi, 45 cm sıra aralığı ve 6 cm sıra üzeri olacak şekilde 5 sıralı pönomatik mibzer ile gerçekleştirilmiştir. Ancak, ekimden yaklaşık 10 gün sonra, yani çıkış döneminde başlayan ve şiddetli yağın yağış sebebi ile yeterli çıkış sağlanamadığından, 3 Mayıs'ta ekim yenilenmiştir. Tohum ekiminden sonra, homojen çimlenme ve çıkış sağlanabilmesi için birkaç kez yağmurlama yöntemi ile intaş sulaması yapılmış ve bu kapsamda 20 mm sulama suyu uygulanmıştır. Deneme parselleri, 30 m uzunluğunda ve 6 bitki sırasından (2.70 m × 30 m= 81 m<sup>2</sup>) oluşturulmuştur. Parsellerin oluşturulmasında, Traktör ve motorlu el çapasından faydalanılmıştır. Konu parselleri oluşturulduktan sonra, parseldeki bitkiler sıra üzeri 20 cm olacak

şekilde el işçiliği ile çapalama ve seyreltme işlemleri yapılmıştır. Denemede, sulama zamanının belirlenmesi amacıyla toprak nem izlemesi tanık konudan yapılmıştır. Tanık parselde toprak nemi, TDR nem ölçer ile izlenilmiştir. Bu maksatla deneme parsellerine 1 m derinliğe kadar TDR tüpleri yerleştirilmiştir. Bu tüpler kullanılarak, 20'şer cm'lik katmanlar halinde TDR-T3 probu ile nem ölçümleri yapılmıştır. 0-20 cm toprak katmanının nemi özel probu ile izlenmiştir. Sulama zamanının belirlenmesi amacıyla tanık konuda toprak nem izlemeleri, her sulamadan 3-4 gün sonra sürekli yapılmıştır. Diğer konularda ise nem ölçümü her sulama öncesi yapılmıştır. Konuların ekim ve hasat anındaki toprak nemleri ise gravimetrik yöntemle belirlenmiştir.

### Çizelge 3.

#### Araştırma Konuları

Ana konular (Azot seviyeleri)	
Simge	Açıklamalar
TA	Deneme alanı toprak analizleri ile belirlenen azot ihtiyacının tamamının karşılanması
KA75	N1 konusu azot miktarından %25 kısıntı yapılan konu
KA50	N1 konusu azot miktarından %50 kısıntı yapılan konu
Alt konular (Sulama seviyeleri)	
TS	Bitki kök bölgesi faydalı su kapasitesinin %35-40'ı tüketilince sulamanın yinelenmesi ve sulama ile eksilen nemi Tarla Kapasitesine ulaştıracak kadar sulama suyu uygulanan konu (Tanık konu)
KS75	TS konusuna verilen sulama suyu miktarından %25 kısıntı yapılan konu
KS50	TS konusuna verilen sulama suyu miktarından %50 kısıntı yapılan konu

Çalışmada, azot seviyelerinin oluşturduğu ana konularının gübre ihtiyaçları, deneme alanı topraklarının verimlilik analizlerine göre belirlenmiştir. Tüm ana konularda, fosfor ve potasyum içerikli gübrelerin tamamı ile azotlu gübre ihtiyacının yaklaşık ¼'ü tabana uygulanmış ve azotun geri kalanı ise 4 eşit parçaya bölünerek, ilk 4 sulamada fertigasyon yöntemiyle uygulanmıştır. Çalışmada azot kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla planlanan ve azot uygulaması içermeyen ana konular, deneme alanında önceden kazık çakılarak belirlenmiş ve tabana uygulanan DAP gübresi bu alanlara verilmemiştir. Bu kısımların fosfor ihtiyaçları, bu kısımlar için alınan TSP gübresi ile karşılanmıştır. Potasyum sülfat gübresi tohum ekimi ile birlikte tabana uygulanmış ve bütün konulara eşit olarak verilmiştir. Deneme alanı toprağının ekim öncesi verimlilik durumunu ortaya çıkarabilmek için toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde mikro Kjeldahl yöntemine göre toplam azot (NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>) (Bremner 1960; Jackson 1962), Olsen'in "NaHCO<sub>3</sub>" metoduyla elverişli fosfor (Olsen ve ark. 1954) analizleri yapılmıştır. Toprakta mevcut potasyum ise amonyum asetat metodu kullanılarak belirlenmiştir (Jackson, 1962; Kacar, 1994). Şekerpançarı bitkisinin iyi bir verim için saf madde olarak 9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da, 27 kg K<sub>2</sub>O/da, 22 kg azot /da gereksiniminin olduğu (Günşiray 1990; Arıoğlu 1997) dikkate alınarak, çalışma kapsamında yapılan temel gübrelemede, bu değerler baz alınmıştır.

Hasat zamanı her bir parselin merkez iki sırası dik-kate alınarak ve bu iki sıranın uçlarından 5'er m'lik kısım hariç tutularak, hasat parselleri oluşturulmuştur. Böylece kenar etkileri çıkarıldıktan sonra geriye kalan 0.9 m × 20 m boyutlarındaki 18 m<sup>2</sup> 'lik bir alan hasat edilerek değerlendirmeye alınmıştır. Hasat edilen pancarların yaprak-baş ve kuyruk kısımları kesilerek firelerinden temizlenmiş ve tartılmıştır. Daha sonra çuvallanarak Türk Şeker Anonim Şirketinin Ilgın' daki lapa hazırlama ünitesine gönderilmiştir. Ankara Şeker Enstitüsü Ilgın lapa ünitesinde, her bir araştırma konusuna ait köklerin öğütülmesi ile elde edilen lapalardan (hamur) ikişer adet numune hazırlanmıştır. Bu numunelerin biri kalite analizleri için Ankara Şeker Enstitüsü laboratuvarına gönderilmiş, diğer ikinci örnekler ise kök azotunun belirlenmesinde kullanılmıştır. Şekerpançarı köklerinin kaldırdığı azotun oran olarak belirlenebilmesi için kök lapa örnekleri önce 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş (Walsh ve Beaton 1973) ve sonra öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Bitki örneklerinde total azot içeriğini belirlemek için mikro Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (Bremner 1960).

Araştırma konularının şeker verimleri, Ankara Şeker Enstitüsü laboratuvarında soğuk digestion metoduna göre (ICUMSA,1958) belirlenen kök şeker oranları kullanılarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$SV = \frac{SO}{KV}$$

Eşitlikte;

ŞV= Şeker verimi (kg/da)

ŞO= Şeker oranı (%)

KV= Kök verimi (kg/da)

Farklı azot seviyeleri uygulamalarının kök ve yaprak azot oranlarına etkisi ile konuların kök azot kullanım etkinliği değerleri hesaplanmıştır. Azot kullanım etkinliği, her birim uygulanan azota karşı elde edilen kök verimi olarak hesaplanmıştır (Moll ve ark. 1982; Mengel 1991). Hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Azot kullanım etkinliği (AKE) =  $(K_{V+} - K_{V-}) / Nu$

$K_{V+}$ : Azot gübreli parselden alınan kök verimi, kg/da

$K_{V-}$ : Azot gübresi uygulanmayan parselden alınan kök verimi, kg/da

Nu: Uygulanan azot seviyesi, kg/da

Azot kullanım randımanı ölçülerinin farklı tipleri mevcuttur. İçlerinden en yaygın olanı azotlu gübrenin geri dönüşüm randımanıdır (AGGAR) (Dilz, 1988). Azotlu gübrenin geri dönüşüm etkinliği, ürünün gübreden aldığı azot miktarının, gübre ile verilen azot miktarına oranı olarak hesaplanır ve % ile ifade edilir.

AGGAR=  $(N_{V+} - N_{V-}) / Nu \times 100$

$N_{V+}$ : Azot gübreli parselden alınan toplam azot miktarı, kg/da

$N_{V-}$ : Azot gübresi uygulanmayan parselden alınan toplam azot miktarı, kg/da

Nu: Uygulanan azot miktarı, kg/da

Araştırmada, incelenen özelliklerden elde edilen veriler bilgisayarda "JUMP İstatistik Programı"nda Tesadüf Blokları Deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında % 1 ve en az %5 önem seviyesinde farklılık bulunan özellikler üzerinde LSD analizi ile gruplandırmalar yapılmıştır (Yurtsever 1984).

### 3. Araştırma Sonuçları

#### 3.1. Konulara uygulanan azot ve sulama suyu miktarlar

Tohum yatağı hazırlığı öncesinde deneme alanından alınan toprak örneklerinde ölçülen ve konulara göre uygulanan N, P ve K miktarları Çizelge 4'de verildiği gibidir.

Çizelge 4.

Deneme alanı topraklarında ölçülen ve konulara gübre ile uygulanan saf madde olarak N, P, K miktarları

Azot konuları		Saf madde olarak gübre miktarları (kg/da)		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
TA	Toprak azotu	6	2	65
	Uygulanan	16	7	6
KA75	Toprak azotu	6	2	65
	Uygulanan	12	7	6
KA50	Toprak azotu	6	2	65
	Uygulanan	8	7	6

Toprak örneklerinde yapılan total azot ve elverişli fosfor analizlerinde, toprak profilinde 6,0 kg N/da ve 2,0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da olarak bulunmuştur. Toprağın bitki kök bölgesi derinliğinde bulunan toplam azot ve elverişli fosfor miktarları, gübrelemede dikkate alınmıştır. Toprakta bulunan bu miktarlar, şekerpancarı için önerilen miktarlardan düşülerek, ihtiyaç belirlenmiştir. Çizelge 4'den de görüldüğü gibi, tam azot konusuna (TA) saf madde olarak 16, %25 kısıntılı azot konusuna (KA75) 12 ve %50 kısıntılı azot konusuna (KA50) ise 8 kg azot/da uygulanması gerçekleştirilmiştir. Araştırma konularına fertigasyonla azot uygulamaları 15, 22, 29 Haziran ve 6 Temmuz'da verilen sulamalar ile birlikte gerçekleştirilmiştir.

Araştırma konularına, deneme süresi boyunca planlama gereği uygulanan sulamaların tarihleri, uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketim değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. İlk konulu sulama 15 Haziran 2013 tarihinde uygulanmış olup, diğer ardıl sulamalar tanık konuda faydalı su kapasitesi %35-40 eksilince yinelenmiştir. Toplam 14 kez sulama uygulaması gerçekleştirilmiş olup, son sulama 10 Eylül 2013 tarihinde yapılmıştır. Sezon boyunca Haziran ayında 3, Temmuz

ayında 5, Ağustos ayında 4 ve Eylül ayında ise 2 sulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sulama aralıkları 5 ile 7 gün arasında değişmiş olup, son sulamada 9 gün olarak gerçekleşmiştir. Sulamalar, Temmuz ayı boyunca ve Ağustos ayının ilk yarısı içinde daha kısa aralıklarla yapılmıştır. Dolayısıyla bu dönemde şekerpancarının günlük su tüketimi daha yüksek gerçekleşmiştir. Konu gereği en fazla sulama suyu toplam 854.2 mm ile TS konusuna uygulanmıştır. Diğer geleneksel kısıntılı sulama konularından KS75 konusuna 645.6 mm ve KS50 konusuna ise 437.1 mm sulama suyu uygulaması yapılmıştır. Konulara uygulanan bu sulama suyu miktarlarının 20 mm' si intaş suyu olarak yağmurlama sistemi ile verilmiştir.

Deneme süresini kapsayan 3 Mayıs – 28 Eylül 2013 tarihleri arasında (148 gün) kayda değer bir yağış (20.6 mm) gerçekleşmemiştir. Çizelge 5'den de görüleceği gibi uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça buna paralel olarak mevsimlik su tüketimi de artmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada, konuların su tüketimlerini kontrol eden asıl unsurun doğrudan sulama suyu miktarları olduğu çok açıktır. Araştırma konularının su tüketimleri; TS konusunda 958.2 mm, KS75 ve KS50 konularında ise sırasıyla 780.4 ve 588.2 mm olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 5.

Sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm) ve gerçekleşen bitki su tüketimi değerleri (mm)

Sulama Tarihleri	Sulama Konuları		
	TS	KS75	KS50
15.06.2013	58.6	43.95	29.3
22.06.2013	57.4	43.03	28.7
29.06.2013	60.2	45.15	30.1
06.07.2013	60.5	45.37	30.25
13.07.2013	62.3	46.72	31.15
18.07.2013	57.5	43.12	28.75
24.07.2013	59.8	44.85	29.9
30.07.2013	60.4	43.3	30.2
05.08.2013	60.6	45.45	30.3
11.08.2013	61.4	46.05	30.7
17.08.2013	60.0	45.0	30.0
24.08.2013	58.8	43.57	29.40
01.09.2013	59.4	44.85	29.7
10.09.2013	58	43.5	29
Toplam (mm)	854.2	645.6	437.1
Bitki su tüketimi (mm)	958.2	780.4	588.2

### 3.2. Şeker verimine ilişkin sonuçlar

Araştırma konularının şeker verimleri Çizelge 6'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, şeker verimi üzerine farklı seviyede sulama uygulamalarının etkisi, istatistiksel olarak önemli iken, kısıntılı azot uygulaması ve sulama × azot seviyesi etkileşimini önemli bulunmamıştır.

Şeker verimine ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama suyu ihtiyacının tam karşılandığı konudan (TS) ortalama olarak 1576.6 kg/da değeri ile en yüksek şeker verimi elde edilirken, bunu 1499.5 kg/da ile KS75 ve 1218.5 kg/da ile KS50 konusu izlemiştir. Çizelge 6'dan görüleceği gibi istatistiksel olarak %1 hata seviyesinde TS ve KS75 konuları aynı sınıfta yer alırken, KS50 konusu en düşük şeker verim grubunda yer almıştır. Bitki azot ihtiyacından yapılan kısıntı miktarı arttıkça ortalama şeker verimlerinde de nispi bir artış olmuştur. Azot seviyelerine bağlı olarak ortalama en yüksek şeker verimi KA75 (1447.3 kg/da) grubundan elde edilirken,

bunu KA50 (1426.4 kg/da) ve TA (1420.8 kg/da) konuları izlemiştir. KA50, KA75 ve TA deneme konuları arasındaki bu farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Deneme sonuçlarına göre en yüksek şeker verimi 1591.3 kg/da ile TSKA75 kombinasyonundan elde edilmiştir. Yine sulama suyu ihtiyacından %25 kısıntı yapılan sulama uygulaması koşullarında, azot seviyeleri arasında, azot ihtiyacından %25 kısıntı yapılan uygulama 1537.2 kg/da ile en yüksek şeker veriminin gerçekleşmesini sağlamıştır. Benzer şekilde sulama suyu ihtiyacından %50 azaltım yapıldığı koşullarda, farklı azot seviyeleri arasında en yüksek şeker verimi yine azot ihtiyacından %50 azaltım yapılan uygulamadan (1230.1 kg/da) elde edilmiştir. Yine benzer şekilde damla sulama ile sulama suyu ihtiyacının tam karşılandığı koşullarda da, azot ihtiyacının %50'ye kadar azaltılması, şeker verimini azaltmadığı gibi, tam azot uygulamasına göre daha yüksek şeker verimi sağlamıştır.

Çizelge 6.

Konuların şeker verimleri (kg/da)

Sulama Konuları	Azot Seviyeleri			Ortalama**
	TA	KA75	KA50	
TS	1566.22	1591.34	1572.20	1576.59 a
KS75	1484.28	1537.21	1477.02	1499.50 a
KS50	1211.98	1213.30	1230.07	1218.45 b
Ortalama	1420.82	1447.28	1426.43	

\*\* : P<0.01; Aynı harfler arasında istatistik olarak bir fark yoktur

Çizelge 6 verileri sulama suyu kullanımı yönüyle değerlendirildiğinde; damla yöntemiyle sulama suyu ihtiyacının %75'inin karşılanarak, sulama suyundan %25 tasarruf edilebileceği görülmektedir. Yine TS konusu ile 1 dekar alandan elde edilen şeker verimi (1576.6 kg),

KS50 tekniği ile %50 kısıntılı sulama uygulanan 1.30 dekar (1576.6/1218.4=1.30) alandan elde edilen şeker verimine karşılık geldiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu koşullarda, 1.30 dekar şekerpancarı alanının KS50 tek-

niği ile %50 kısıntılı sulama uygulamasının toplam sulama suyu ihtiyacı 568 mm'ye ( $437 \times 1.30 = 568$ ) tekabül etmektedir. 568 mm sulama suyu miktarı, 854 mm sulama suyu gerektiren TS konusuna göre, %33.5 su tasarrufu sağlamaktadır. Eğer şekerpancarı üretim alanlarının %30 artırılması istenirse, damla yöntemiyle %50 kısıntılı sulamanın çevreci bir yaklaşımla sürdürülebilirliğe önemli katkılar sunabileceği görülmektedir.

### 3.3. Azot Kullanımına İlişkin Sonuçlar

#### 3.3.1. Konuların kök ve yaprak azot oranları

Deneme konularına göre, şekerpancarı kök ve yaprak azot içerikleri Çizelge 7'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, kök ve yaprak azot içeriği üzerine farklı kısıntılı sulama uygulamalarının etkisi, istatistiksel olarak önemli iken, kısıntılı azot uygulaması ve sulama  $\times$  azot seviyesi etkisi önemli bulunmamıştır. Çizelge 7 verileri incelendiğinde; sulama konuları

arasında, sulama suyu ihtiyacının %50'sinin karşılandığı KS50 konusunda hem kök (%0.77) ve hem de yaprak azotu (%3.70) en yüksek seviyede bulunmuştur. Sulama konuları arasında kök ve yaprak azotunun en düşük olduğu konu ise TS konusu olup sırasıyla %0.56 ve %3.42 olarak belirlenmiştir. Azot uygulamaları arasında da grup ortalaması olarak N1 konusu hem kök azotu (%0.74) ve hem yaprak azotu (%3.79) bakımından en yüksek değere sahip iken KA50 konusu ise sırasıyla %0.61 ve %3.45 değerleriyle en küçük değerleri içermiştir. Çizelge 13'den de görüldüğü gibi, bu araştırmadan elde edilen en yüksek kök ve yaprak azotu oranı %0.87 ve %3.90 değeri ile KS50TA, en düşüğü ise %0.49 ve %3.27 değerleri ile TSKA50 kombinasyonunda gerçekleşmiştir. Azot seviyeleri ve sulama  $\times$  azot seviyesi etkisiyle ilişkili olarak, kök ve yaprak azotu oranları arasındaki bu farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır.

### Çizelge 7.

Uygulamaların kök ve yaprak azot oranlarına etkisi (%)

Sulama Konuları	Kök**			Ortalama
	Azot Seviyeleri			
	TA	KA75	KA50	
TS	0.61	0.59	0.49	0.56b
KS75	0.75	0.62	0.58	0.65b
KS50	0.87	0.70	0.75	0.77a
Ortalama	0.74	0.64	0.61	0.66
Sulama konuları	Yaprak*			Ortalama
	Azot seviyeleri			
	TA	KA75	KA50	
TS	3.64	3.35	3.27	3.42b
KS75	3.83	3.64	3.56	3.68a
KS50	3.90	3.70	3.50	3.70a
Ortalama	3.79	3.56	3.45	3.60

\*:  $P < 0.05$ ; \*\*:  $P < 0.01$ ; Aynı harfler arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur

#### 3.3.2. Azotlu gübre kullanım randımanı

Konuların azotlu gübre kullanım randımanı (AGKR) değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, AGKR üzerine kısıntılı azot uygulamalarının etkisi, istatistiksel olarak önemli iken, kısıntılı sulama uygulaması ve sulama  $\times$  azot seviyesi etkisi önemli bulunmamıştır. Çizelge 10'da verilenlere göre, sulama konuları arasında en yüksek AGKR değeri 88.45 kg/kg ile TS uygulamasından elde edilmiştir. AGKR değerinin en düşük olduğu sulama konusu ise 65.80 kg/kg ile KS75 konusu olmuştur. Ancak, sulama konuları arasında oluşan bu farklılık istatistik açıdan önemli bulunmamıştır. Azot uygulamaları incelendiğinde, AGKR değerleri 56.28 ile 95.55 kg/kg arasında değişim göstermiş olup, en yüksek değer KA50 ve en düşüğü ise TA azot seviyesinden elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, AGKR'nin en yüksek değerine 114.87 kg/kg ile TSKA50 kombinasyonunda ulaşılmıştır. Bunu 941 kg/kg değeri ile KS75KA50 kombinasyonu izlemiştir.

#### 3.3.3. Azotlu gübre geri dönüşüm randımanı

Gübre kullanım etkinliği, bitkilerin besin elementlerini alım gücü olarak ifade edilmektedir. Gübre etkinlik parametreleri farklı şekillerde ifade edilebilmektedir. Bunlar içerisinde en yaygın kullanılan gübrelemenin yararlılığını ifade eden "gübre geri dönüş etkinliği (randımanı)" parametresidir (Dilz 1988). Şekerpancarının sulama suyu ve azot ihtiyacının belirli seviyelerinden oluşturulan kısıntılı sulama suyu ve azot miktarlarının uygulanmasının kök bazında azotlu gübrenin geri alınma randımanına (AGGAR) etkileri Çizelge 9'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre kökün AGGAR üzerine, sulama konuları, azot seviyeleri ve sulama  $\times$  azot seviyesi etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 9'dan da görüleceği gibi sulama konuları, farklı azot seviyeleri ve sulama konusu  $\times$  azot seviyesi etkisiyle ilişkili olarak, kök ve yaprak azotu oranları arasındaki bu farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, AGKR'nin en yüksek değerine 114.87 kg/kg ile TSKA50 kombinasyonunda ulaşılmıştır. Bunu 941 kg/kg değeri ile KS75KA50 kombinasyonu izlemiştir.

uygulamaları, en başarılı azot seviyesi ortalama %45.75 ile KA50 konusu ve en başarılı kombinasyonların ise KS50KA50, TSKA50, KS75KA50, TSKA75 ve KS75KA75 uygulamaları olduğu görülmektedir.

Araştırmadan elde edilen bu sonuçlar, şekerpancarının sulama suyu ve azot ihtiyacının belirli seviyelerinden oluşturulan kısıntılı sulama ve kısıntılı azot seviyelerinin damla yöntemiyle uygulamaları arasında azotlu gübrenin geri alınma randımanı (kök) bakımından her hangi bir fark olmadığını göstermiştir.

#### Çizelge 8.

Konuların azotlu gübre kullanım randımanları

Sulama Konuları	Azot Seviyeleri			Ortalama
	TA	KA75	KA50	
TS	66.06	84.42	114.87	88.45
KS75	42.69	63.79	90.91	65.80
KS50	60.08	71.79	80.87	70.91
Ortalama*	56.28 <b>b</b>	73.33 <b>ab</b>	95.55 <b>a</b>	

\*:P<0.05; Aynı harfler arasında istatistiki olarak bir fark yoktur

#### Çizelge 9.

Konuların azotlu gübreden yararlanma etkinliği (%)

Sulama Dozları	Azot Dozları			Ortalama
	TA	KA75	KA50	
TS	32.46	44.75	45.58	40.93
KS75	35.50	41.22	45.09	40.60
KS50	32.42	30.67	46.59	36.56
Ortalama	33.46	38.88	45.75	39.36

## 4. Sonuç

Araştırmadan elde edilen verilere göre, bitki sulama suyu ihtiyacının karşılanma oranı arttıkça kök ve şeker verimi artış göstermiş, ancak artan azot dozlarının ise şeker verimine önemli bir yansıması olmamıştır. Yine sulama suyundan yapılan kısıntıya paralel olarak bitki azot ihtiyacından da kısıntı uygulanması, şekerpancarında şeker verimi ve azot kullanım etkinliği yönüyle aralarında önemli bir ilişki belirlenmemiştir.

Sulama konuları bazında azotlu gübrenin en etkin kullanıldığı sulama konusu TS olup, azotlu gübre kullanım randımanı (AGKR) değeri 88.45 kg/kg olarak gerçekleşmiştir. Azot konuları arasında KA50 konusu, azotlu gübrenin en etkin kullanıldığı azot seviyesi olup, AGKR değeri, 95.55 kg/kg olarak gerçekleşmiştir. Araştırma konuları azotlu gübrenin geri dönüşüm randımanı (AGGAR) açısından karşılaştırıldığında, azot konuları arasında köklerin azotlu gübreden yararlanma oranı en yüksek KA50'de gerçekleşmiş olup, yaklaşık %45,8 olmuştur. AGGAR bakımından sulama konuları arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Yine AGGAR bakımından en uygun sulama × azot seviyesi kombinasyonu; %46.6 değeri ile KS50KA50 kombinasyonunda olmuştur.

Konya havzası gibi su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde, şekerpancarı tarımında damla sulama yönteminin uygulanması halinde; 1-bitki sulama suyu ihtiyacının %75'i karşılanarak, tam sulama ile aynı verimin

alınabileceği, 2-eğer şekerpancarı üretim alanları %30 artırılarak ve %50 kısıntılı sulama uygulanarak TS ile aynı şeker veriminin elde edilebileceği ve %33 su tasarrufu sağlanabileceği, 3- Gübreleme ile karşılanacak azot ihtiyacının yaklaşık ¼'ünün tabana uygulanması ve geri kalanının da üst gübresi olarak 4 eşit parçaya bölünerek ilk 4 sulamada fertigasyon sistemiyle verilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Bu yaklaşımlar bağlamında şekerpancarı tarımında damla sulama yöntemi uygulamasının, çevreci bir yaklaşımla sürdürülebilirliğe önemli katkılar sunabileceği görülmektedir.

## 5. Teşekkür

Bu çalışma Ayşe ÖKSÜZ'ün Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiş olup, tez çalışmasında, TÜBİTAK tarafından desteklenen 111O286 nolu araştırma projesi kapsamında 2013 yılında üretilen verilerin bir bölümü kullanılmıştır. Projeyi destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

## 6. Kaynaklar

- Anonymous (1982). Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketimleri Rehberi (2. Basım). *Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No:35*, Ankara.
- Arıoğlu HH (1997). Nişasta ve Şeker Bitkileri. *Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:188*, Adana.



- Bremner JM (1960). Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *Journal of Agricultural Science*, 55, 11-33.
- de Meester T Ed (1970). Soils of the great Konya basin, Turkey. Agric. Res. Rep. 740, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. *Wageningen, the Netherlands*, 290 pp.
- Dilz K (1988). Efficiency of uptake and utilization of fertilizer nitrogen by plants. Nitrogen Efficiency in Agricultural Soils. Eds: Jenkinson, D.S., Smith, K.A. *Elsevier Applied Science*, London, pp. 1-26.
- Doğan O, Üstün H, Aküzüm T, Benli B (2002). Fertilizasyon Yöntemi İle Dolmalık Biberin Azot-Su-Verim İlişkilerinin Saptanması. *Proje No: TARP-2405*. Ankara.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield Response to Water. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, No:33, Rome, s: 193.
- Günşiray A (1990). Şekerpancarı Tarımı. *Pankobirlik Yayınları No:2*, Ankara.
- Hu T, Kang S, Li F, Zhang J (2009). Effects of partial root-zone irrigation on the nitrogen absorption and utilization of maize. *Agricultural Water Management* 9(6): 208 – 214.
- ICUMSA (1958). Report of the proceedings, 12 th. *Session, Subj. 23, Rec. 4:97*.
- Jackson ML (1962). Soil Chemical Analysis. *Constable and Company Ltd.*, London.
- Kacar B (1994). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Toprak Analizleri (1. Basım). *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3*, Ankara:
- Kırda C (2002). Deficit Irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stres tolerance, deficit irrigation practices. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, 3 – 10.
- Li F, Liang J, Kang S, Zhang J (2007). Benefits of alternate partial root zone irrigation on growth, water and nitrogen use efficiencies modified by fertilization and soil water status in maize. *Plant Soil* 295: 279–291.
- Mengel K (1991). Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze Gustav Fischer Verlag, Jena, S.313.
- Moll RH, Kamprath EH, Jackson WA (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization, *Agronomy Journal* 74: 562- 564.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. Washington: U.S. Dept. of Agric.
- Papadopoulos I, Eliades GA (1987). Fertigation System for Experimental Purposes. *Plant and Soil* 102:141-143.
- Salter PJ, Goode JE (1967). Crop Responses to Water at Different Stages of Growth. *Communication in Agriculture Bur: Furnham Royal*.
- Topak R, Acar B (2010). Sustainable irrigation and importance of technological irrigation systems for Konya basin, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (2), 65-70.
- Walsh LM, Beaton JD (1973). Soil Testing and Plant Analysis. *Soil Science Society of America*, Wisconsin, USA.
- Yıldırım O (2008). Sulama sistemlerinin tasarımı (3. Basım). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, yayın No: 1565.
- Yurtsever N (1984). Deneysel istatistik motodları, *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları*, No:1340, s; 64. Ankara.