T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI GELİŞME SAFHALARINDA UYGULANAN FARKLI SULAMA SEVİYELERİNİN ŞEKER PANCARI VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Sinan SÜHERİ

DOKTORA TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA
ANABİLİM DALI

Konya, 2007

ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI GELİŞME SAFHALARINDA UYGULANAN FARKLI SULAMA SEVİYELİRİNİN ŞEKER PANCARI VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Sinan SÜHERİ
Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Ramazan TOPAK
2007, 118 Sayfa

Jüri : Pof. Dr. Mehmet KARA
Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Şerafettin AŞIK
Doç. Dr. Ramazan TOPAK
Yrd. Doç. Dr. Ahmet TAMKOÇ

Bu çalışma, Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde 2005 ve 2006 yıllarında yürütülmüştür Çalışmada, şeker pancarının vejetatif gelişme, kök şişirme ve olgunlaşma dönemleri dikkate alınarak dönem atlamalı ve dönem içi kısıntı içeren sulama konuları planlanmış, şeker pancarının su – verim ilişkileri ve kısıntılı sulama imkanları araştırılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma sonucunda

en yüksek kök verimi her iki yılda da bitki su ihtiyacının tam karşılandığı tanık konudan elde edilmiştir. Şeker verimi ise 2005 yılında yine tanık konudan, 2006

yılında ise vejetatif gelişme ve kök şişirme dönemlerinde tam sulanıp olgunlaşma döneminde ise %25 kısıntı yapılan konudan (VMR_{25}) elde edilmiştir. Toplam büyüme mevsimi için su verim tepki etmeni (ky) 2005 yılında 0.96, 2006 yılında 1.09, her iki yıl için ise 1.11 olarak belirlenmiştir. Dönemsel ky değerleri ise 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla vejetatif gelişme periyodu için 1.81 ve 1.23, kök şişirme dönemi için 0.82 ve 0.97, olgunlaşma dönemi için ise 1.21 ve 1.07 olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre şeker pancarının su kısıntısına en hassas döneminin vejetatif gelişme dönemi, su kısıntısına hassasiyetin en düşük olduğu dönemin ise kök şişirme dönemi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler : Şeker pancarı, Kısıntılı sulama, Kök ve şeker verimi, Su – verim ilişkisi, Verim tepki etmeni, Konya

ABSTRACT

Phd Thesis

THE EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION LEVELS APPLIED AT DIFFERENT GROWING STAGES ON SUGARBEET YIELD

Sinan SÜHERİ

Selçuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor : Doç. Dr. Ramazan TOPAK
2007, 118 Page

Jury : Pof. Dr. Mehmet KARA
Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Şerafettin AŞIK
Doç. Dr. Ramazan TOPAK
Yrd. Doç. Dr. Ahmet TAMKOÇ

This study was conducted in experiment fields of Konya Soil and Water Resources Research Institute at 2005 and 2006 years. Possibilities of deficit irrigation and water – yield relationship of sugar beet were investigated by planning different irrigation programs at vegetative growth, root swelling and ripening period of sugar beet. The study was conducted at randomized block with three replacement. As a result of the study, highest root yield was obtained from full irrigated control

treatment in both years. Highest sugar yield was obtained from full irrigated control treatment in 2005 and from the treatment (VMR_{25}) that is full irrigated at vegetative growth and swelling period but exposured deficit irrigation at ripening period (75% of a full irrigation) in 2006. For whole growth period, yield response factor (ky) was determined as 0.96 and 1.09 in 2005 and 2006 respectively. Ky for individual growth periods was determined as 1.81 and 1.23 for vegatative growth period, 0.82 and 0.97 for swelling period and 1.21 and 1.07 for ripening period in 2005 and 2006 respectively. According to results obtained from this study, it was determined that sugar beet is most sensetive to water deficit at vegatative growth period and is not sensetive to water deficit at swelling period.

Keywords : Sugar beet, Deficit irrigatin, Root and sugar yield, Water – yield relationship, Yield response factor, Konya

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında her aşamada bana yardımcı olan danışman hocam sayın Doç. Dr. Ramazan TOPAK'a, bölüm başkanım Prof. Dr. Mehmet KARA'ya, arazi çalışmalarında yardımcı olan Arş. Gör. Duran YAVUZ'a ve diğer bölüm öğretim üyeleri ve elemanlarına, çalışmanın arazi çalışmaları için olanak sağlayan Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, maddi destek sağlayan üniversite BAP yönetimine teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca eşim ve aileme de tüm destek ve hoşgörülerinden dolayı da teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
ÇİZELGE LİSTESİ viii
ŞEKİL LİSTESİ xi
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 6
3. MATERYAL VE METOD 17
3.1 Materyal 17
3.1.1 Araştırma alanının yeri 17
3.1.2 İklim özellikleri 18
3.1.3 Araştırma alanının tarımsal yapısı 18
3.1.4 Su kaynakları potansiyeli 21
3.1.5 Toprak özellikleri 22
3.1.6 Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması 22
3.1.7 Sulama sistemi 22
3.1.8 Pancar çeşidinin özellikleri 23
3.2 Metod 23
3.2.1 Toprak örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri 23
3.2.2 Sulama suyunun analiz yöntemleri 25
3.2.3 Deneme deseni ve araştırma konuları 25
3.2.4 Parsellerin oluşturulması ve parsel boyutları 29
3.2.5 Şeker pancarının gelişme dönemlerinin belirlenmesi 30
3.2.6 Tarımsal uygulamalar 31
3.2.7 Toprak nem içeriğinin ölçülmesi 32
3.2.8 Sulama suyunun hesaplanması ve sulama 34
3.2.9 Bitki su tüketiminin hesaplanması 36
3.2.10 Verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi 37
3.2.11 Su - verim ilişkileri 38
3.2.12 Su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanının belirlenmesi 39

3.2.13 İstatistiksel analizler 40
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 41
4.1 Toprak ve Su Örneklerinin Analizlerine İlişkin Sonuçlar 41
4.2 Fenolojik Gözlem Sonuçları 43
4.3 Sulama Suyu Miktarları ve Su Tüketimi 44
4.4 Verim ile İlgili Bulgular 48
4.4.1 Kök verimi 48
4.4.2 Şeker oranı 53
4.4.3 Şeker verimi 56
4.4.4 Arıtılmış şeker oranı 60
4.4.5 Arıtılmış şeker verimi 63
4.4.6 Kök kuru madde oranı 66
4.5 Sulama Suyu Miktarı – Verim İlişkileri 69
4.5.1 Sulama suyu miktarı - kök verimi ilişkileri 69
4.5.2 Sulama suyu miktarı – şeker verimi ilişkileri 77
4.5.3 Sulama suyu miktarı – arıtılmış şeker verimi ilişkisi 84
4.6 Su – Üretim Fonksiyonları 92
4.6.1 Su tüketimi - kök verim ilişkisi 92
4.6.2 Su tüketimi - şeker verimi ilişkisi 100
4.7 Su ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı 106
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 108
6. KAYNAKLAR 111

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1. Konya Meteoroloji İstasyonuna ilişkin bazı iklim elemanları..... 19
Çizelge 3.2. Konya İli'nde arazilerin kullanım durumu 20
Çizelge 3.3. Konya İlinde 2006 yılında tarımı yapılan önemli tarla ürünlerinin ekiliş alanları ile üretim değerleri 20
Çizelge 3.4. Deneme konuları..... 27
Çizelge 4.1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri 41
Çizelge 4.2. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal ve verimlilik özellikleri..... 42
Çizelge 4.3. Sulama suyunun analiz sonuçları..... 42
Çizelge 4.4. Denemeye ilişkin bazı bitki gözlem verileri 43
Çizelge 4.5. 2005 yılı sulama tarihleri ve konulara göre verilen su miktarları..... 46
Çizelge 4.6. 2005 yılı şeker pancarı bitkisi gelişme dönemlerine göre konuların bitki su tüketimleri..... 46
Çizelge 4.7. 2006 yılı sulama tarihleri ve konulara göre verilen su miktarları..... 47
Çizelge 4.8. 2006 Yılı şeker pancarı bitkisi gelişme dönemlerine göre konuların bitki su tüketimleri..... 47
Çizelge 4.9. Araştırma konularına ilişkin kök verimleri 48
Çizelge 4.10. Araştırma konularından elde edilen kök verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları..... 50
Çizelge 4.11. Araştırma konularının ortalama kök verimlerine ilişkin Duncan Testi sonuçları 51
Çizelge 4.12.Araştırma konularına ilişkin şeker oranları 53
Çizelge 4.13. Araştırma konularının şeker oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları 54
Çizelge 4.14. Araştırma konularının şeker oranlarına ilişkin Duncan Testi sonuçları 56
Çizelge 4.15. Araştırma konularına ilişkin şeker verimleri 57
Çizelge 4.16. Araştırma konularından elde edilen şeker verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları..... 58
Çizelge 4.17. Araştırma konularından elde edilen şeker verimlerine ilişkin Duncan Testi sonuçları. 59

Çizelge 4.18. Araştırma konularına ilişkin arıtılmış şeker oranları 61
Çizelge 4.19. Araştırma konularının arıtılmış şeker oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları. 61
Çizelge 4.20. Araştırma konularının arıtılmış şeker oranlarına ilişkin Duncan Testi sonuçları 62
Çizelge 4.21. Araştırma konularına ilişkin arıtılmış şeker verimleri 64
Çizelge 4.22. Araştırma konularının arıtılmış şeker verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları. 64
Çizelge 4.23. Araştırma konularının arıtılmış şeker verimlerine ilişkin Duncan Testi sonuçları 65
Çizelge 4.24. Araştırma konularına ilişkin kuru madde oranları 67
Çizelge 4.25. Araştırma konularının kuru madde oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları. 67
Çizelge 4.26. Araştırma konularının kuru madde oranlarına ilişkin Duncan Testi sonuçları 68
Çizelge 4.27. Araştırma yıllarına ait uygulanan sulama suyu ve ortalama kök verimi miktarları 70
Çizelge 4.28. 2005 yılında uygulanan sulama suyu miktarı ile ortalama kök verimi arasındaki ilişkiler 72
Çizelge 4.29. 2006 yılı uygulanan sulama suyu ve ortalama kök verimi arasındaki ilişkiler 74
Çizelge 4.30. Araştırma yıllarına ait uygulanan sulama suyu miktarı ve ortalama şeker verimi miktarları 77
Çizelge 4.31. 2005 yılında uygulanan sulama suyu miktarı ve ortalama şeker verimi arasındaki ilişkiler 79
Çizelge 4.32. 2006 yılı uygulanan sulama suyu ve ortalama şeker verimi arasındaki ilişkiler 81
Çizelge 4.33. Araştırma yıllarına ait uygulanan sulama suyu miktarı ve arıtılmış şeker verimleri 85
Çizelge 4.34. 2005 yılı uygulanan sulama suyu ve ortalama arıtılmış şeker verimi arasındaki ilişkiler 87

Çizelge 4.35. 2006 yılı uygulanan sulama suyu ve ortalama arıtılmış şeker verimi arasındaki ilişkiler 88
Çizelge 4. 36. Mevsimlik su tüketimi ile kök verimi arasındaki ilişkileri tanımlayan verim eşitlikleri 93
Çizelge 4.37. Araştırma konularına ait 2005 yılı oransal su tüketimi açığına karşılık oransal kök verimi azalması değerleri..... 94
Çizelge 4.38. Araştırma konularına ait 2006 yılı oransal su tüketimi açığına karşılık oransal kök verimi azalması değerleri..... 94
Çizelge 4.39. Mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal kök verim eksilişini tanımlayan regresyon eşitlikleri 95
Çizelge 4.40. Araştırma konularına ait 2005 yılı dönemlere göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal kök verimi azalması değerleri. 97
Çizelge 4.41. Araştırma konularına ait 2006 yılı dönemlere göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal kök verimi azalması değerleri. 97
Çizelge 4.42. Araştırma yıllarına göre yetişme dönemlerine ilişkin oransal su tüketimi eksilişi ile oransal kök verimi eksilişini tanımlayan eşitlikler98
Çizelge 4. 43. Mevsimlik su tüketimi ile şeker verimi arasındaki ilişkileri tanımlayan verim eşitlikleri..... 101
Çizelge 4.44. Araştırma konularına ait 2005 yılı oransal su tüketimi açığına karşılık oransal şeker verimi azalması değerleri. 101
Çizelge 4.45. Araştırma konularına ait 2006 yılı oransal su tüketimi açığına karşılık oransal şeker verimi azalması değerleri. 102
Çizelge 4.46 Mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal şeker verimi eksilişini tanımlayan regresyon eşitlikleri 103
Çizelge 4.47. Araştırma konularına ait 2005 yılı dönemlere göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal şeker verimi azalması değerleri..... 104
Çizelge 4.48. Araştırma konularına ait 2006 yılı dönemlere göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal şeker verimi azalması değerleri..... 104
Çizelge 4.49 Araştırma yıllarına göre yetişme dönemlerine ilişkin oransal su tüketimi eksilişi ile oransal şeker verimi eksilişini tanımlayan eşitlikler..... 106
Çizelge 4.50. Deneme konularının su kullanma randımanları..... 107

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Deneme alanından bir görünüş 17
Şekil 3.3. Deneme deseni ve damla sulama sisteminin şematik planı 28
Şekil 3.4. Bir deneme parselinin ayrıntısı ve ölçüleri 29
Şekil 3.5. Şeker pancarının farklı gelişme dönemleri 30
Şekil 3.2. TDR cihazının kalibrasyon eğrisi ve eşitliği..... 33
Şekil 3.6. Trime FM3 ile P3, P3Z ve T3(Access Probe) uçları 33
Şekil 3.7. Bir parsele yerleştirilmiş Access tüp..... 34
Şekil 4.1. 2005 yılında uygulanan sulama suyu ve ortalama kök verim miktarları arasındaki ilişki 71
Şekil 4.2. 2006 yılında uygulanan sulama suyu ve ortalama kök verim miktarları arasındaki ilişki 71
Şekil 4.3. 2005 yılı sulama suyu azalış oranının kök verimi azalış oranına etkisi..... 73
Şekil 4.4. 2006 yılı sulama suyu azalış oranının kök verimi azalış oranına etkisi..... 73
Şekil 4.5. 2005 yılı uygulanan sulama suyu miktarı ve ortalama şeker verimi arasındaki ilişki 78
Şekil 4.6. 2006 yılı uygulanan sulama suyu miktarı ve ortalama şeker verimi arasındaki ilişki 78
Şekil 4.7. 2005 yılında sulama suyu azalış oranının şeker verimi azalış oranına etkisi 80
Şekil 4.8. 2006 yılında sulama suyu azalış oranının şeker verimi azalış oranına etkisi 80
Şekil 4.9. 2005 yılı uygulanan sulama suyu miktarı ve arıtılmış şeker verimi arasındaki ilişki 85
Şekil 4.10. 2006 yılı uygulanan sulama suyu miktarı ve arıtılmış şeker verimi arasındaki ilişki 86
Şekil 4.11. 2005 yılı sulama suyu azalış oranının arıtılmış şeker verimi azalış oranına etkisi 87
Şekil 4.12. 2006 yılı sulama suyu azalış oranının arıtılmış şeker verimi azalış oranına etkisi 89
Şekil 4.13 Yıllara göre bitki su tüketimi ile kök verimi arasındaki ilişkiler 92

Şekil 4.14 Mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal kök verim eksilişi 95
Şekil 4.15. Dönemsel gelişme dönemlerinde oransal su tüketimi eksilişlerine karşılık oransal kök verimi eksilişleri 99
Şekil 4.16. Su tüketimi ile şeker verimi arasındaki ilişkiler 100
Şekil 4.17 Mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal şeker verimi eksilişi. 103
Şekil 4.18. Dönemsel gelişme dönemlerinde oransal su tüketimi eksilişlerine karşılık oransal şeker verimi eksilişleri..... 105

1. GİRİŞ

İnsanlar tarihin ilk devirlerinden beri şekerden faydalanmaktadır. Şeker, yüzyıllardır insanın en önemli besin kaynaklarından birisi olmuştur. Şekerden içeceklerde, ilaçlarda, tatlılarda ve birçok yiyecek maddesinde tatlandırıcı olarak yararlanılmakta, koruyucu özelliğinden dolayı yiyeceklerin saklanmasında kullanılmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı şeker, insan beslenmesinde büyük bir öneme sahiptir.

Sakkoroz olarak da bilinen şekerin en önemli bitkisel kaynakları şeker pancarı ve şeker kamışıdır. Şeker kamışından şeker elde edilmesi eski çağlardan beri bilinmesine karşın, şeker pancarının şeker kaynağı olarak keşfi, 19. yüzyılda olmuştur.

18. yüzyılın ortalarına kadar şeker kaynağı olarak başvurulan en önemli madde bal ve şeker kamışı olmuştur. Şeker kamışı üretimi yalnızca tropik ve subtropik iklim koşullarında yapılabilmekte, diğer iklim koşullarında ekonomik olarak üretilememektedir. Şeker pancarının şeker kaynağı olarak bilinmediği yıllarda, şeker kamışından üretilen şekerin ticaretini elinde bulunduran devletler, ticari avantajlar sağlamışlardır. Bu durum ülkelerin yeni şeker kaynakları aramalarına sebep olmuştur. 1747 yılında Andreas Sigismund Marggraf, şeker pancarının içerdiği şekerin bileşiminin şeker kamışından elde edilen şeker ile aynı olduğunu bulmuştur. Şeker pancarından ticari anlamda şeker üretimini ise, Marggraf'ın öğrencesi Franz Carl Achard 1802 yılında kurmuş olduğu fabrikada kendi ıslah ettiği pancarlarla gerçekleştirmiştir (Cooke ve Scott, 1993).

Şeker pancarından şeker elde edilebilmesi şeker pancarını stratejik bir ürün haline getirmiştir. 19. yüzyıldan sonra özellikle Avrupa ülkeleri, şeker kamışından üretilen şeker ticaretini elinde bulunduran ülkelere bağımlılıktan kurtulmak için şeker pancarı üretmeye başlamışlar ve şeker sanayisine yatırımda bulunmuşlardır.

Şeker kamışı şekerine göre daha pahalıya mal olmasına rağmen ülkeler, şeker pancarı üretimini desteklemişlerdir. Günümüzde şeker 120 ülkede yılda yaklaşık 130 milyon ton civarında üretilmektedir ve şeker pazarı tarımsal üretimde dünyada en fazla korunan pazarlardan birisidir. Dünya şeker üretiminin yaklaşık %70'i şeker kamışından, %30'u ise şeker pancarından elde edilmektedir (Keskin, 2003). Dünyada

şeker pancarı ekili alanlar 5,5 milyon hektarı kaplamakta olup bu alandan yaklaşık 250 milyon ton şeker pancarı üretilmektedir (Anonymous, 2007a).

Türkiye'de şeker üretiminin hammaddesi şeker pancarıdır. Yurtiçi tüketimin %90'ı şeker pancarından, %10'u ise şekere kısmen ikame olabilen ve mısırdan üretilen nişasta bazlı şekerlerden (NBŞ) karşılanmaktadır. Ülkemizde şeker Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.'nin (TŞFAŞ) sahip olduğu 22 ve Pankobirlik'in sahip olduğu 6 şeker fabrikasında üretilmektir (Anonymous, 2007e, Anonymous, 2007f).

Ülkemizde 335.812 ha alanda 15.181.247 ton şeker pancarı üretilmektedir (Anonymous, 2007b). Bu üretimin 3.755.793 tonu Konya'da 71.641 ha alanda gerçekleştirilmektedir (Anonymous, 2007c). Bu durumda Konya ülke içinde pancar ekim alanlarının %21'ine, pancar üretiminin ise %25'ine sahiptir. Konya'da üretilen pancarın tamamı bölgede bulunan fabrikalarda işlenmektedir. Konya ili sınırları içinde ikisi Pankobirlik, ikisi de TŞFAŞ'ine ait olmak üzere 4 fabrika bulunmaktadır. Bu fabrikalar sırasıyla Konya Merkez, Çumra, Ereğli ve Ilgın şeker fabrikalarıdır.

Görüldüğü gibi Konya ili şeker pancarı ve şeker üretimi açısından ülkemiz içinde önemli bir yere sahiptir. Konya Ovası, şeker pancarının da içinde bulunduğu endüstriyel mahsullerde ülkemizin elde ettiği gelirin %8.5'ini sağlamaktadır (Anonymous, 2006a).

Konya Ovası'nda halen 377.426 hektar arazi sulanmaktadır. Bu alan toplam kültür arazisinin yaklaşık % 14'ünü oluşturmaktadır. Ovada sulanan alanların yaklaşık %20'sini şeker pancarı oluşturmaktadır (Anonymous, 2007c).

Konya Ovası su kaynakları yönünden oldukça sınırlı bir bölgedir. Bölgede 1.8 milyar m^3'lük emniyetli kullanılabilir su potansiyeli bulunmakla birlikte yıllık çekilen su miktarı 2.6 milyar m^3 civarındadır. Her yıl yaklaşık 0.8 milyar m^3 fazladan su çekilmesi bölgedeki su kaynaklarının azalmasına sebep olmaktadır. Dolayısı ile son yıllarda yer altı su seviyelerinde ve bölgedeki göllerin seviyelerinde düşmeler gözlenmektedir (Anonymous, 2006a).

Su tüketimi böyle devam ettiğinde gelecekte Konya Ovası'nda çok ciddi su sıkıntılarının yaşanması kaçınılmaz olacaktır. Dolayısı ile bölgede hem tarımsal, hem de şehirsel su kullanımı konusunda önemli adımların atılması gerekmektedir.

Bölge tarımsal su tüketiminin azaltılmasında iki çözüm yolu gözükmektedir. Bunlardan birincisi su ihtiyacı daha az olan bitkilerin üretilmesi, diğeri ise sulama

randımanın arttırılmasıdır. Türkiye ekonomisine ve bölge çiftçisine olan katkısı göz önüne alındığında şeker pancarının yerine su tüketimi daha az olan bitkilerin yetiştirilmesi oldukça zordur.

Bölge tarımsal üretimine bakıldığında, tüketilen suyun büyük bir kısmının şeker pancarı üretimi için kullanıldığı ve gereğinden çok fazla su kullanıldığı anlaşılmaktadır (Anonymous, 2007c, Yavuz, 2006, Topak, 1996). Eğer bölgede daha az su tüketimi için çözümler üretilmeye çalışılacaksa, bunun etkili yolu önce şeker pancarı üretiminde ihtiyaç duyulan kadar su kullanılması, sonra da kısıntılı sulama imkanlarının geliştirilmesi ve dolayısı ile de su kullanım randımanının artırılması olacaktır. Bu nedenle şeker pancarı tarımında suyun randımanlı kullanılması, şeker pancarı üretiminin azaltılmadan, yetiştirilmesi için kullanılan suyun azaltılması ovada sulu tarımın sürdürülmesi için hayati bir zorunluluk olmaktadır.

Suya olan artan talep, tarımsal amaçla ayrılan su potansiyelinin olabilecek en yüksek randımanla kullanılmasını ve kullanılan bir birim sudan alınabilecek en yüksek verimin elde edilmesini zorunlu kılmaktadır (Ertek ve Kanber, 1999; Tekinel ve ark, 2000; Korukçu ve Büyükcangaz, 2003).

Kısıntılı sulama su kullanım randımanının yükseltilmesinin bir yoludur. Kısıntılı sulama yapılacak bitki, gelişme periyodunun herhangi bir döneminde veya sezon boyunca belirli oranlarda su stresine maruz bırakılmakta ve verimde önemli bir düşüş olmaksızın sulama suyundan tasarruf edilmesi beklenmektedir (Kırda, 2002). Kısıntılı sulama programlarının oluşturulmasında su ile verim arasındaki ilişkinin bilinip, kısıntı programının ona göre şekillendirilmesi gerekmektedir. Bazı araştırmacılar bitki su tüketimi eksikliği ile verim azalışı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuş ve bu ilişkiyi verim tepki etmeni (k_y) olarak tanımlamışlardır (Stewart ve ark., 1977; Kanber, 1977; Doorenboss ve Kassam, 1979; Baştuğ, 1987; Kırda, 2002; Yazar ve ark., 2002).

Özellikle su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde, su kaynaklarından optimum bir biçimde yararlanmak için bitki büyüme mevsimi boyunca ya da bitkinin topraktaki nem eksikliğine dayanıklı olduğu periyotlarda, su ihtiyacının tam karşılanması yerine eksik karşılanması ile sulama suyundan tasarruf sağlanabilir. Bu koşulda, birim alan başına verimde azalma olmasına karşın mevcut su kaynağı ile daha geniş alanlar sulanabilir ve toplam sulanan alandan daha fazla ürün elde

edilebilir. Ancak bunun için, yetiştirilen bitkinin su - verim ilişkilerinin, başka bir deyişle su ihtiyacının tam ve eksik karşılandığı koşullarda bitki su tüketimine bağlı verim değerlerinin bilinmesi gerekir (Doorenbos ve Kassam, 1979).

Kök sisteminin morfolojik ve fizyolojik karakteristiğinden dolayı şeker pancarı toprak nem açığına en toleranslı bitkilerden biridir (Doorenbos ve Kassam, 1979). Şeker pancarı ayrıca hem tüm yetişme sezonu boyunca hem de belirli yetişme devrelerinde yapılacak kısıntılı sulamaya oldukça uygun bir bitkidir. Şeker pancarının çeşitli yetişme aşamalarında yapılacak olan su kısıntısı, en düşük verim kaybı oluşturacak sulama seçeneklerinin elde edilmesine yardımcı olacaktır (Kırda, 2002). Dolayısı ile şeker pancarı, verimde önemli kayıplar olmadan sulama suyu miktarında kısıntı yapılabilecek bitkilerden biridir. Ancak yapılacak kısıntıların Konya bölgesinde verimi ne oranda etkileyeceğini belirlemek için bilimsel araştırmalara ihtiyaç vardır.

Konya Ovası'nda şekerpancarı tarımı, mevcut fabrikaların kontrolünde ve denetiminde sürdürülmektedir. Ancak sulama uygulamaları bir programa bağlı olmayıp, tamamen geleneksel alışkanlıklara göre yapılmaktadır. Bu durum kıt olan su kaynaklarının etkin şekilde kullanımını engellemektedir. Sulama uygulamalarının her hangi bir program dahilinde gerçekleştirilememesinin en önemli nedenlerinden biri , Konya Ovası şartlarında "su-verim ilişkileri" ve "sulama zamanı planlaması" ile ilgili tarla şartlarına dayalı araştırmaların yok denecek kadar az olması ve bunların sonuçlarının çiftçi şartlarına aktarılamamasıdır. Dolayısı ile bölgede, sulama programlarının oluşturulmasına zemin hazırlayacak bilimsel araştırmaların yapılması zorunluluk arz etmektedir.

Konya Ovası'nda günümüzde etkileri görülmeye başlayan su kıtlığının gelecekte etkilerinin daha şiddetli olacağı tahmin edilmektedir. Yapılan bu çalışma ile su kaynaklarının oldukça kısıtlı olduğu Konya Ovası'nda önemli bir yeri olan şeker pancarında su – verim ilişkilerinin ve kısıntılı sulama imkanlarının olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada şeker pancarının vejetatif gelişme, kök şişirme ve olgunlaşma dönemleri dikkate alınarak, bu dönemlerde sulama suyu tam ya da kısıntılı olarak uygulanmıştır. Bu uygulamalara göre bitki su tüketimi değerleri elde edilmiş ve su – verim ilişkileri belirlenmiştir. Bunun yanında şeker pancarı bitkisinin farklı büyüme periyotları içerisinde yapılan eksik sulamanın

bitki su tüketimine, kök verimine, şeker verimine ve arıtılmış şeker verimine etkileri araştırılarak, verimde en az düşüşün olduğu sulama programları belirlenmeye çalışılmıştır.

Deneme, Konya Toprak Su Kaynakları Araştırma Ensitüsü deneme sahasında kafes tel ile koruma altına alınmış bir parselde 2005 ve 2006 yıllarında yürütülmüştür. Sulama suyu yönetiminin ve ölçülmünün daha kolay olması ve deneme parsellerinin daha küçük bir alan üzerinde oluşturulabilmesi maksadı ile çalışmada damla sulama yöntemi kullanılmıştır.

Girişle birlikte beş bölümden oluşan bu çalışmada, ikinci bölümde konuya ilişkin kaynak araştırması verilmiş, üçüncü bölümde materyal ve uygulanan yöntemler açıklanmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlar ve bunların tartışılması ise dördüncü bölümde yer almış, sonuç ve öneriler ise beşinci bölümde verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Hart ve Reynolds (1965), her zaman ekonomik olmamasına rağmen, sulama sistemlerinin bitkilerin en yüksek su ihtiyacını karşılayacak şekilde planlandığını, ancak bazı sulama şebekelerinde az su kaynakları yüzünden kısıntılı sulamaya ihtiyaç duyulabileceğini bildirmişlerdir. .

Salter ve Goode'e (1967) göre, şeker pancarının herhangi bir gelişme dönemi su açığına karşı hassas değildir. Buna karşın, Doorenbos ve Kassam (1979), çıkıştan sonra 3 – 4 haftalık dönemin şeker pancarının su açığına karşı hassas olduğunu bildirmiştir. Yine Brown ve ark. (1987) bitki yetişmesinin tamamen suya bağlı olduğu daha kurak ve yarı – kurak bölgelerde şeker pancarının çimlenme – çıkış döneminde su stresine karşı hassas olduğunu bildirmiştir.

Ziba ve Bilgin (1969), Blaney-Criddle yöntemini kullanarak şeker pancarının Ankara koşulları için su tüketimini 685mm, aylık su tüketimlerini ise Nisan'da 36 mm, Mayıs'ta, 70 mm, Haziran'da 99 mm, Temmuz'da 149 mm, Ağustos'ta 154 mm, Eylül'de 107 mm, Ekim'de 71 mm olarak tahmin etmiştir.

Pennman (1971), Haziran ayında ve Temmuz başında yapılacak olan sulamanın erken yaprak gelişimini arttırdığını ancak şeker verimini düşürdüğünü ileri sürmüştür.

Beyce ve ark. (1972), Konya koşullarında şeker pancarı ile ilgili yaptıkları araştırma sonucuna göre; su tüketimini 679 mm ile 756 mm arasında bulunduğunu bildirmektedir.

Oylukan ve ark.'na (1973) göre Eskişehir koşullarında şeker pancarının mevsimlik su tüketimi 745 mm, aylık su tüketimleri ise Nisan'da 35 mm, Mayıs'ta 100 mm, Haziran'da 135 mm, Temmuz'da 160 mm, Ağustos'ta 165 mm, Eylül'de, Ekimde 40 mm, net sulama suyu gereksinimi ise 560 mm'dir.

Okman ve Bilgin (1973), A.Ü. Ziraat Fakültesi araştırma alanında şekerpancarının mevsimlik su tüketimini tayin etmek amacıyla üç yıl boyunca yürüttükleri çalışmada, deneme konularını; bitki kök bölgesi derinliğindeki faydalı su kapasitesi %25'e düşünce sulama, %50'ye düşünce sulama, bitki yapraklarının normal renginin koyulaştığı ve pörsümeye başladığı anda (fenolojik gözlemlere göre) sulama şeklinde oluşturmuşlardır. Bu araştırmanın sonuçları, konular arasında

istatistiki bakımdan bir verim farkı bulunmadığını, fenolojik görünüşe göre sulamanın yapıldığı konuda, şeker pancarında toprakta kullanılabilir suyun %15'e düştüğünde su ihtiyacının belirtilerinin görülmeye başladığını saptamışlardır.

Oylukan (1973)'a göre, Eskişehir koşullarında orta ve ağır bünyeli topraklarda şeker pancarı 5 kez sulanmalı, sulamalara Haziran'ın ikinci yarısında başlanıp Eylül'ün son haftası içinde son verilmeli, sulama aralığı 18 – 20 gün olmalıdır.

Draycott ve Massem (1977), Haziran ve Temmuz aylarında yapılacak sulamanın Ağustos ve Eylül aylarında yapılan sulamalara göre şeker verimini arttırdığını ileri sürmüşlerdir. Bu durum, erken su stresinin geç su stresine göre verimi daha fazla düşürdüğünü ileri süren diğer araştırmacılar tarafından da desteklenmiştir. (Brown ve ark., 1987; Brown, 1988; Dunham, 1988),

Madanoğlu (1977), Ankara koşullarında şeker pancarında azot - su ilişkileri konusunda yürüttüğü çalışmada, şeker pancarını sezon boyunca 0-90 cm toprak profilindeki elverişli nem %30'a düştüğünde sulamaya başlamış ve mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde sulama yapmıştır. Şeker pancarının mevsimlik su tüketiminin 1240 mm, sulama suyu gereksiniminin 1000 mm, sulama sayısının 10, sulama aralığının 18 – 23 gün ve ortalama verimin 5172 kg/da olduğunu belirtmiştir.

Günbatılı (1978), şeker pancarı su tüketiminin tarla parsellerinde saptanması üzerine Tokat yöresinde yaptığı çalışmada; en yüksek verimin 90 cm'lik toprak derinliğinin faydalı su kapasitesinin %65 seviyesine düştüğünde, mevcut nemi tarla kapasite getirecek şekilde sulama yapılan konudan alındığını, ilk sulamaya Haziran'ın ikinci yarısında başlanarak 8-9 gün ara ile 10 kez sulanması gerektiğini, bu taktirde su tüketiminin 1084 mm, sulama suyu gereksiniminin 844 mm, en yüksek tüketimin günlük 10.4 mm ile Temmuz ayında olduğunu ve sulamanın Eylül'ün ilk haftasında kesilmesi gerektiğini bildirmektedir.

Doorenbos ve Kassam (1979), şeker pancarı bitkisinin toplam su ihtiyacının, iklim koşulları ve gelişme periyodunun uzunluğuna göre 550 – 750 mm arasında değiştiğini, şeker pancarının çimlenme – çıkış ve çıkıştan sonraki bir ay boyunca su kısıntısına karşı hassas olduğunu, kök şişirme döneminde oluşan kısıntının şeker verimini etkilediğini, olgunlaşma dönemindeki bol sulamanın kök verimini arttıracağını fakat şeker verimini düşüreceğini, hasattan 2 – 4 hafta önce sulamanın bitirilmesi gerektiğini önermişlerdir.

Ertaş (1980), Konya Ovası'nda sulu koşullarda yetiştirilen buğdayın ve şeker pancarının su tükemini saptamak, buğdayın sulama sayısı ve zamanını, şeker pancarının sulama programını belirlemek amacıyla lizimetreye dayalı bir araştırma yürütmüştür. Çalışmada şeker pancarı için, 90 cm toprak derinliğindeki faydalı su kapasitesinin %5, %15, %25 ve %35 seviyesine düştüğünde sulama yapılması ve sulama ile mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak kadar su verilmesini içeren 4 deneme konusu planlanmıştır. Araştırmada, faydalı su kapasitesinin %5'i kaldığında sulanan konu 4 kez sulanırken, faydalı su kapasitenin %35'i kaldığında sulanan konu 8 kez sulanmıştır. Konulara göre yıllık ortalama bitki su tüketimlerini ise 820 ile 967 mm arasında bulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, üç yıllık ortalama dikkate alındığında en yüksek verimi 8366 kg/da ile faydalı su kapasitenin %75'i tüketildiğinde sulanan konudan alınmıştır.

Güngör ve Öğretir (1980), Eskişehir koşullarında lizimetrede şekerpancarı buğday, mısır ve patatesin su tüketimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada dört farklı toprak tipi, 8, 16, 24, 32 günde bir sulama ve gelişme durumuna göre sulama olmak üzere 5 deneme konusunu araştırmışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek verimi 8884 kg/da ile 8 günde bir sulanan konudan almışlardır. Bunu 8602 kg/da ile 16 günde bir sulanan konu izlemiş ve bu iki konunun verimleri arasında istatistiki yönden bir fark bulmamışlardır.

Okman (1981), Ankara koşullarında şeker pancarının su tüketimi ile ilgili yapmış olduğu çalışmada; sulamanın bitki kök bölgesinde mevcut kullanılabilir nemin %50 ve %25'e düşmesi koşulunda sulama ve fenolojik görünüşe göre sulama yapılmasının verilen sulama suyu miktarlarında önemli bir ölçüde farklılığa sebep olmasına rağmen, elde edilen verim üzerinde istatistiksel yönden bir etki yapmadığını, şeker pancarının mevsimlik su tüketiminin 1085 mm, sulama suyu ihtiyacınının ise 804 mm olduğunu belirlemiştir.

Ertaş (1984), şeker pancarında sulama suyunda yapılacak kısıntının şeker pancarı verimine etkilerini belirlemek amacıyla Konya koşullarında 4 yıllık bir deneme yürütmüştür. Araştırmada sulama zamanı belirlenmesinde, bitki kök bölgesi derinliğinin faydalı su kapasitesinin %70'inin tüketilmesi esas alınmış, deneme konuları eksilen nem miktarının %100, %80, %60, %40 ve %0'ına tekabül eden su seviyelerinden oluşturulmuştur. Sulama ile eksilen nemin tümünün karşılandığı

(%100, tanık) konuya mevsimlik ortalama 1094 mm sulama suyu uygulanmış ve bu konunun su tüketimi 1293 mm olarak ölçlmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, Konya ovası koşullarında şeker pancarı sulama suyundan %40 kısıntı yapılmasının verimi önemli ölçüde etkilemediğini bildirilmiştir.

Güngör (1984), kısıntılı su varlığında şekerpancarının su tüketimini, sulama zamanlarını ve verimini araştırmak amacıyla 1979 – 1982 yılları arasında bir çalışma yapmıştır. Çalışmada sulamalara toprakta everişli nem %30 düştüğünde başlamıştır. Deneme süresince en çok sulanan konuya 6 defa su vermiş, diğer konularda ise uygulanan kısıntına göre bazı sulamaları yapmamıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek verimin 6456 kg/da ile beşinci sulamanın yapılmadığı konudan alındığını, bu konunun sulama suyu miktarının 840.9 mm olduğunu, mevsim içinde 3 kez sulama yapılan 20 değişik sulama programından en fazla kök veriminin alındığı konunun ise 5890 kg/da ile 3., 4. ve 5. sulamaların yapılmadığı konu olduğunu ileri sürmüştür.

Ayla (1986), Ankara koşullarında yaptığı araştırma sonucunda şeker pancarının sulama suyu miktarında %45 oranında kısıntı yapılmasının verimi etkilemediğini, bir yetişme döneminde 6-7 gün ara ile yaklaşık 15 kez sulanması gerektiğini bildirmiştir.

Günbatılı (1989), Tokat koşullarında kısıntılı sulamanın şeker pancarının kök ve şeker verimine etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Bu araştırmada tanık konuya 0 – 90 cm'lik toprak derinliğindeki kullanılabilir faydalı su kapasitesi %50 seviyesine düştüğünde, tarla kapasitesine getirilecek kadar sulama suyu vermiş, diğer konulara ise bu konuya verilen suyun %80, %60 ve %40'ını uygulamıştır. En yüksek verimi (6592 kg/da) tanık konuya göre %20 kısıntı yapılan konudan elde etmiştir. Araştırıcı, araştırmanın yapıldığı bölge ve benzer diğer bölgeler için şeker pancarında sulama suyundan %50 kısıntı yapılabileceğini, bu durumda bir yetişme döneminde 279 mm, her sulamada yaklaşık 40 mm su verilmesi, sulama sayının 7 olması ve sulama aralığının 12 gün olması gerektiğini bildirmiştir.

Yıldırım (1990), Ankara koşullarında karık, damla ve yüzeyaltı damla sulama yöntemlerinin şekerpancarında verim ve verim parametrelerine olan etkisini incelemiştir. Araştırmada, sulama suyu, karık sulamada faydalı su kapasitesinin %75'i tüketilince, damla sulamada pan buharlaşması ve bitki pan katsayıları

kullanılarak 6 günlük sulama aralığında, yüzey altı sulamada ise günlük sulama uygulaması yapmıştır. Net sulama suyu gereksinimlerinin, karık sulamaya göre, damla sulamada %42 yüzey altı sulamada ise %19 daha az gerçekleştiğini, buna karşılık elde edilen kök ve şeker verimleri açısından yöntemler arasında önemli bir fark olmadığını belirtmiştir.

Sevim ve ark. (1991), şeker pancarı için en uygun sulama zamının, uygun azot miktarının, aylık, günlük ve mevsimlik su tüketiminin ve sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi amacıyla Kars – Iğdır ovasında bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada deneme konularını üç farklı su seviyesini ve dört farklı azot miktarını dikkate alarak oluşturmuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre, araştırma bölgesi ve benzeri toprak ve iklim koşullarında, tohum ekimi Nisan ayında yapılmalı, ilk su Haziran ayının ilk haftasında olmak üzere ardıl sulamalar 7 gün aralıklarla yapılarak 13 kez sulama yapılmalı ve 20 kg/da N uygulanmalıdır.

Yıldırım (1991), tarafından Ankara koşullarında şekerpancarının su - verim ilişkilerinin analiz edildiği bir araştırma yürütülmüştür. Çalışmada, kullanılabilir su tutma kapasitesinin %75'i tüketildiğinde sulamaya başlanılmasını planlanmış ve eksilen nemin farklı düzeylerinden (% 0, 20, 40,.....,200) elde edilen 11 sulama konusu oluşturmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, uygulanan sulama suyu miktarı 800 mm oluncaya kadar verimde belirgin bir artış meydana geldiği, bunun üzerindeki sulama suyu miktarlarında ise verimin genelde sabit kaldığı veya azaldığı belirlenmiştir.

Baçlın ve Çelik (1994), kısıntılı sulamanın şeker pancarında kök ve şeker verimine etkilerini belirlemek amacıyla 1983-1986 yıllarında Köy Hizmetleri Tokat Araştırma Enstitüsü arazisinde 4 yıl süren bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde sulamaya başlanması planlanmış ve eksilen nemin farklı düzeylerinden (%100, %80, %60, %40, %0) elde edilen 5 sulama konusu oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda en yüksek kök verimi 6592 kg/da ile en çok su uygulanan konuya (tanık) göre %20 daha az su uygulanan konudan, en yüksek şeker verimi ise tanık konuya göre %40 daha az su uygulanan konudan elde edilmiştir. Araştırmacılar, sulama suyundan %50 kısıntı yapılması durumunda gerek ekonomik gerekse verim bakımından önemli bir kayıp olmayacağını belirtmişlerdir.

Groves ve Bailey (1994), şeker pancarında kuraklık stresine en hassas dönemin kök şişirme dönemi olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı araştırıcılar hem vejetatif gelişme hem de olgunlaşma periyodunun su kısıntısına karşı daha az hassas olduğunu, özellikle olgunlaşma periyodundaki su kısıntısının verimde önemli bir kayıp oluşturmadığını ileri sürmüşlerdir.

Kodal (1994), IRSIS programı ile daha önceki çalışmaların sonuçlarını kullanarak Konya, Eskişehir ve Tokat için yeterli ve kısıntılı su koşullarında sulama programları oluşturmuştur. Kısıntılı sulama programının uygulanması halinde Konya şartlarında en az 5 sulama yapılması ve her sulamada 90 mm su verilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Öğretir ve Güngör (1994), Bursa – Kemalpaşa'da kısıntılı sulama koşullarında şekerpancarının su - verim ilişkilerini belirlemek amacıyla bir deneme yürütmüşlerdir. Çalışmada 20 gün sulama aralığında 90 cm'lik toprak derinliğinde tüketilen suyun %100, %80, %60, %40, %20 ve %0'ının uygulamasını içeren 6 sulama konusunu araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, şekerpancarına verilecek sulama suyundan %20 kısıntı yapılmasının verimde önemli bir azalma oluşturmayacağını belirtilmişlerdir.

Kırda ve Kanber'e (1999), göre kısıntılı sulama programı uygulanmadan önce, hem dönemsel hem de tüm yetiştirme sezonu içinde, su stresinin bitki verimine etkisinin önceden bilinmesi gerekmektedir.

Su kısıntısı belirli bir gelişim döneminde olduğu zaman, verim azalması bu gelişim döneminin su kısıntısına ne kadar hassas olduğuna bağlıdır. Bu yüzden doğru su kısıntısı zamanlaması suyun kıt olduğu bölgelerde sulama programlaması için oldukça önemlidir. Verimin üst sınırını, toprak verimliliği, iklim koşulları ve tarımsal uygulamalar oluşturmaktadır. Bütün yetiştirme sezonu boyunca bunların optimum seviyede olduğu yerde verim ve evapotranspirasyon en yüksek değerine ulaşır. Yetiştirme sezonu içinde toprakta oluşacak nem açığı, suyun bitkiler tarafından kullanılmasına etki eder. Bu verimin ve gerçek evapotranspirasyonun düşmesine sebep olur. (Moutonnet, 2000)

Abayomi ve Wright (2002), şeker pancarı yaprak gelişiminin toprak nem açığına karşı çok yüksek derecede hassas olduğunu, erken yetişme dönemlerindeki toprak nem açığının yaprak gelişimi, bireysel yaprak alanı ve yaprak alan indeksi

üzerine daha fazla etkisinin olduğunu, orta veya geç dönemdeki toprak nem açığının yaprak gelişimi üzerine daha az etkili olduğunu, hem erken hem de geç dönemdeki toprak nem açığının şeker verimini ve şeker oranını düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Kırda (2002), Kısıntılı sulama uygulamasının tam sulama uygulamasına göre farklı olduğunu, kısıntılı sulamanın ana amacının, verim üzerinde en az etkiye sahip sulamanın yapılmayarak su kullanım randımanını yükseltmek olduğunu, kısıntılı sulama ile oluşan verim kaybının, hastalık ve zararlılardan kaynaklaklan ve hasat sırasında oluşan kayıplardan daha az olduğunu ve düzgün bir şekilde uygulanan kısıntılı sulamanın ürün kalitesini (şeker pancarında şeker oranı, pamukta lif uzunluğu ve dayanıklılığı vb.) arttırabileceğini bildirmiştir.

Sakelariou-Makrantonaki ve ark. (2002), yüzey (YDS) ve yüzeyaltı damla sulama (YADS) sistemleri ile sulamanın şeker pancarının verimi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışma yürütmüşlerdir. Denemede YDS ve YADS sisteminde iki farklı su seviyesi kullanmışlardır. Her sulamada kullanılacak su miktarını A sınıfı Buharlaşma kabı kullanarak tespit etmişler ve tam sulama uygulamasında (%100), sulamadan önceki günlerde olan toplam buharlaşma miktarı kadar net sulama suyunu kullanmışlar, diğer uygulamada ise miktarın %80'ini almışlardır. Toprak nem içeriği ölçümlerini, sulamadan önce ve sulamadan bir gün sonra TDR cihazı ile yapmışlardır. Nem ölçümlerinde 80 cm'lik toprak derinliği dikkate almışlardır. Şeker pancarı kök veriminin YADS sistemi ile sulanan parsellerde daha fazla olduğunu, YADS sisteminde %80 su uygulanan konuda %16.6 daha az su kullanılmasına rağmen, %100 su uygulanan konu ile aynı kök verimini elde ettiklerini ve YADS sistemi uygulanan parsellerden YDS sistemi uygulanan parsellere göre daha fazla verim aldıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca YADS sulama sistemi ile sulanan parsellerde %100 su uygulaması ile %80 su uygulaması arasında şeker içeriklikleri açısından bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Camposea ve Rubino (2003), farklı sulama aralığı uygulamasında kök bölgesinin farklı derinliklerinden, kökler aracılığı ile tüketilen suyun belirlenmesi amacı ile şeker pancarında bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada üç sulama aralığı karşılaştırmışlar ve bitki köklerinin kapladığı toprak profilindeki faydalı su kapasitesinin %30 (S_1), %50 (S_2) ve %70 (S_3)'i tüketildiğinde sulama yapmışlardır. Sulama sezonu boyunca bitki kökleri tarafından toprak profilinden alınan suyu TDR

yöntemi ile belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre S_3 konusunda su tüketiminin %60'ının 0.6-1.0 m derinlikten karşılandığını, S_1 konusunda su tüketiminin %92.0'sinin ilk 60 cm'lik derinlikten karşılandığını, S_2 konusunda ise toprak profilinde daha yeknesak bir kullanımın olduğunu ve yaklaşık olarak 0 – 0.6 m ile 0.6 – 1.0 m derinlikten kullanılan suyun eşit olduğunu bildirmişlerdir.

Faberio ve ark. (2003), İtalya'da şeker pancarında farklı gelişme dönemlerini (vejetatif gelişme, kök şişirme ve olgunlaşma) dikkate alarak birden fazla dönemde kısıntılı sulama programlarına dayalı bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada su tüketimi Penman-Monteith yöntemi ile günlük olarak hesaplamışlar ve su tüketiminin belirli oranlarını denemede kullanmışlardır. Faydalı su kapasitesinin %55'i tüketildiğinde sulamaları yinelemişlerdir. Pancarın çimlenme ve çıkış döneminde tüm konular tam sulamışlardır. Şeker pancarının vejetatif gelişme döneminde %30 kısıntı, kök şişirme döneminde %15 kısıntı, olgunlaşma döneminde ise %45 kısıntı uygulaması yapmışlardır. Araştırmada deneme konularına 6898 m^3/ha ile 8925 m^3/ha arasında değişen sulama suyu miktarları uygulamışlar ve deneme sonucunda, standart %16 şeker oranına göre en yüksek verimi 121.33 t/ha ile en çok sulama suyu uygulanan ve vejetatif gelişme ile kök şişirme dönemlerinde tam sulanan ve olgunlaşma döneminde %15 su kısıntısı uygulanan konudan, en düşük standart şeker verimini ise 112.95 t/ha ile 8504 m^3/ha su uygulanan ve vejetatif gelişme ile kök şişirme dönemlerinde tam sulanan ve olgunlaşma dönemlerinde %45 su kısıntısı uygulanan konudan elde etmişlerdir. Su kullanım randımanları ise130 – 170 kg ha^{-1} mm^{-1} arasında bulmuşlardır.

Tognetti ve ark. (2003), sulamanın şeker pancarının kök verimine, şeker içeriğine ve fiziksel özelliklerine etkilerini araştırmak ve damla ile düşük basınçlı (yüksek randımanlı) yağmurla sulama sistemlerini şeker pancarı üretimi yönünden karşılaştırmak için İtalya'da bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmalarında sulanmayan parseli kontrol parseli alarak, su uygulama konularını tahmin edilen evapotranspirasyonun (ET) nin %100, %75 ve %50 si şeklinde oluşturmuşlardır. ET'yi tahmin etmek için Penman-Monteith eşitliğinden yararlanmışlardır. Toprağın hacimsel su içeriğini her sulamadan önce ölçmek için time domain reflektometri (TDR) cihazını kullanmışlardır. Denemede sulama suyunun artan miktarlarının şeker pancarının bitki performansı üzerine olumlu etkilerinin olduğu, ve tahmin edilen

ET'nin %75'i oranında damla sulama ile sulanan şeker pancarının verim ve fiziksel özelliklerinin, tahmin edilen ET'nin %100 oranında düşük basınçlı yağmurlama sulama ile sulanan şeker pancarı ile yaklaşık aynı olduğunu bulmuşlardır. Buradan damla sulama ile bitki performansında bir değişiklik olmadan suyun %25'inin tasarruf edilebileceğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda, yüksek sulama uygulamaların verim üzerine yararlı etkisinin olduğunu, damla sulama kullanılarak tahmin edilen ET'nin %75 ile sulanan parsellerin daha fazla suyla sulanan parseller arasında fark olmadığını, hasattan önce sulama aralığının arttırılmasının şeker ve kök verimi üzerine etkisinin olmadığını, damla sulamanın düşük basınçlı sulamaya göre kuraklık stresini sınırlamada daha etkili olduğunu, tahmin edilen buharlaşmanın %75'i su uygulanan damla sulama sisteminin şeker pancarı verimliliği için daha uygun sistem olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Rinaldi ve ark. (2004), şeker pancarında su kullanım randımanın bazı araştırmacılar tarafından (Brown ve ark., 1987; Dunham, 1993) 4,6 ve 5,6 g/kg olarak bulunduğunu, su kullanım randımanı değerlerinin farklı iklim koşullarında 2,1 ile 10,0 g/kg arasında, Güney İtalya benzeri bölgelerde (mevsimlik su ihtiyacı: 600 – 900mm), bu değerlerin 2,3 ile 5,8 g/kg arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Mısır bitkisiyle karşılaştırıldığında şeker pancarının suyu daha randımanlı kullandığını, şeker verimi açısından su kullanım randımanı değerlerinin 0,7 ile 1,6 g/kg arasında değiştiğini (Cassel ve Bauer, 1976) bildirmişlerdir.

Uçan ve Gençoğlan (2004), Kahramanmaraş koşullarında kısıntılı sulamanın şeker pancarının kök ve şeker verimine etkilerini araştırmak için 1999-2000 yıllarında bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada tekil lateral yağmurlama sisteminin özelliklerinden yararlanarak 6 farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Sulama aralığının 7 gün olarak uygulandığı bu çalışmanın sulama uygulamalarında, laterale en yakın parselin sulama öncesi mevcut nemi gravimetrik yöntemle belirlenmiş, bu parselin mevcut nemini tarla kapasitesine çıkaracak kadar su verilmiştir. Denemede farklı su uygulamalarının şeker pancarı kök verimi, şeker verimi, şeker oranı, yaprak alan indeksi, su kullanım randımanı, sulama suyu kullanım randımanı ve verim tepki etmeni (ky) üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Denemede 1999 yılında konulara sırasıyla 1232, 1023, 881, 674, 493, 298 mm, 2000 yılında 1331, 1241,1108, 892, 688, 429 mm toplam sulama suyu

uygulamışlardır. Denemede en yüksek şeker pancarı kök verimini 1999 yılında 57360 kg/ha, 2000 yılında 62350 kg/ha ile en yüksek su uygulanan konudan, en düşük şeker pancarı kök verimini ise 1999 yılında 9630 kg/ha, 2000 yılında ise 11201 kg/ha ile en az su uygulanan konudan elde etmişlerdir. Şeker pancarı veriminin tersine, şeker oranının artan su miktarları ile azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca mevsimlik ky faktörünü yıllar itibari ile sırasıyla 0,73 ve 1,32 olarak bulmuşlardır.

Dokuz şeker pancarı çeşidinde erken sezondaki kuraklık stresinin etkilerinin araştırılması için Mohammadian ve ark. (2005) İran'da bir araştırma yürütmüşlerdir. İki sulama rejimini (stressiz ve su stresli) 9 (dokuz) pancar çeşidine 1998 ve 1999 yılları arasında uygulamışlardır. Stresli koşullarda, suyu pancarın 8 - 10 yapraklı döneme erişinceye kadar kısıtlamışlardır. Toprak nemini ise time domain reklektometri (TDR) cihazıyla 20'şer cm arayla üç farklı toprak derinliğinde takip etmişlerdir. Denemenin sonucunda, stresli koşullarda yaprak alan indeksinin, yaprak kuru ağırlığının, kök kuru madde ağırlığının stressiz koşullarla kıyaslandığında azaldığını, yaprak alan indeksinin stresli koşullar altında yaprak kuru ağırlığı ile kıyaslandığında daha fazla etkilendiğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca, erken gelişme dönemindeki su stresinin toplam kuru madde ağırlığında 1998 ve 1999 yılında sırasıyla %12.2 ve %54.6 azalmaya neden olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kızıloğu ve ark. (2006), yarı kurak ve serin iklim koşulları altında şeker pancarının su kullanım randımanı, şeker, kök ve yaprak verimi üzerine kısıntılı sulamanın etkilerini araştırmak için Erzurum'da bir araştırma yürütmüşlerdir. Kısıntılı sulamanın, tam sulama ile karşılaştırıldığında kök, yaprak ve şeker verimini önemli derecede düşürdüğünü, evapotranspirasyon ile kök verimi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu, şeker oranının %18.70 ile %19.30 arasında değiştiğini, en yüksek su kullanım randımanı değerinin sulanmayan konudan elde edildiğini ve kök verimi için verim tepki etmeni (ky) nin 0.95 olduğunu bildirmişlerdir.

Zupanc ve ark.'a (2005) göre, sulama uygulamalarında toprak neminin izlenmesinde kullanılan güvenilir toprak nem ölçme sensörleri önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bunlardan TDR yöntemi, toprak yapısını bozmayan ve devamlı olarak toprak neminin ölçümünü sağlayan yararlı bir yöntemdir. Aynı araştırıcılar aynı toprak katmanındaki nemi hem TDR yöntemi hem de gravimetrik yöntemle

ölçmüşler ve elde edilen nem değerleri arasında önemli bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir.

Camposea ve Rubino (2003), TDR (Time Domain Reflectometry) tekniğinin bitki su kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda geleneksel gravimetrik ve tansiyometre yöntemlere göre birçok avantaj sağladığını, farklı toprak tiplerinde nem profili ve nem hareketinin belirlenmesinde TDR kullanımının birçok araştırıcı tarafından onaylandığını, bir çok araştırıcının tarla bitkilerinin sulama programlarında TDR kullanılmasının yararlı olacağını belirttiğini bildirmiştir.

Toprak su içeriğinin ve elektriksel iletkenliğinin ölçülmesinde TDR tekniği uygulamaları son yirmi yıldır gelişme göstermiştir. TDR tekniğine dayalı bir çok alet: TRASE Systems (Soilmoisture Equipment Corp.), TRIME (IMKO GmBH), Moisture Point (ESI Environmental SensorsInc.), Theta Probe (Delta-T Devices Ltd. çeşitli firmalarca geliştirilmiştir (Noborio, 2001)

3. MATERYAL VE METOD

Bu bölümde araştırma alanı ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve kullanılan metodlar açıklanmıştır.

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma alanının yeri

Araştırma, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde yürütülmüştür. Deneme arazisi üzerinde 100 × 120 m boyutundaki 12 dekarlık bir alan kafes tel ile çevrilmiş ve deneme bu koruma altına alınan parsel üzerinde yürütülmüştür (Şekil 3.1). Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Konya İl sınırları içerisinde olup Konya – Karaman yolu üzerinde, il merkezine 8 km mesafede bulunmaktadır. İç Anadolu Bölgesinde yer alan Konya ili 36° 42′ ve 39° 16′ kuzey enlemleri ve 31° 14′ ve 34° 26′ doğu boylamları arasında yer almakta olup ortalama yükselti 1020 m'dir (Anonymous, 2007c).



Şekil 3.1. Deneme alanından bir görünüş

3.1.2 İklim özellikleri

Araştırma alanının bulunduğu Konya Ovası'nda kurak iklim koşulları hüküm sürmektedir. Konya Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan uzun yıllık (1975-2006) ortalamalara göre; yıllık ortalama sıcaklık 11.4 °C'dir. Aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay -0.3°C ile Ocak ayı, en sıcak ay ise 23.5 °C ile Temmuz ayıdır. Yıllık ortalama toplam buharlaşma 1324 mm, ortalama toplam yağış miktarı ise 323.6 mm olup yağışların büyük bir kısmı Mayıs ve Aralık aylarında düşmektedir. Yağışların %24.3'ü sonbahar, %31.0'ı kış, %33.8'i ilkbahar ve %10.9'u yaz mevsiminde düşmektedir. Ortalama bağıl nem %58 olup, bağıl nem miktarları %42 ile %77 arasında değişmektedir. En düşük bağıl nem Temmuz ayında, en yüksek bağıl nem ise Aralık ayında gerçekleşmektedir. Araştırma alanına ait bazı iklim elemanlarının çok yıllık ortalama değerleri ile araştırmanın yürütüldüğü 2005 ve 2006 yıllarına ait değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

3.1.3 Araştırma alanının tarımsal yapısı

Araştırma alanını içine alan Konya ili 4.169.400 hektar yüzölçümü ile ülkemizin en geniş arazi varlığına sahip ilidir. Bu arazinin 2.659.890 hektarında tarım yapılmakta olup, bu alan Türkiye'nin tarım yapılabilir arazi varlığının %10'unu oluşturmaktadır.

Deniz seviyesinden yüksekliği, yerleşim birimlerinin konumlarına göre 570 ile 1700 m arasında değişmektedir. Alansal genişlik ve deniz seviyesinden yükseklikteki farklılıklar, ilin ekolojik yapısında farklı özelliklerin oluşumuna sebep olmuştur. Yıllık yağış miktarı yöreden yöreye 300-760 mm arasında değişmektedir. Topoğrafik açıdan; doğu-kuzey ve batı bölgelerinde oldukça düz ve büyük ovalar yer alırken güney bölgesinde oldukça engebeli araziler bulunmaktadır. Konya Ovasında yağışın 400 mm'nin altında, hatta bazı lokal bölgelerde 300 mm'nin altında seyretmesi ovada sulamayı zorunlu kılmaktadır (Anonymous, 2007c).

Çizelge 3.1. Konya Meteoroloji İstasyonuna ilişkin bazı iklim elemanları

Yıllar	İklim Elemanları	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
(1975–2006)	Ortalama Sıcaklık (°C)	-0.3	1.0	5.4	10.9	15.6	20.1	23.5	22.9	18.6	12.4	5.7	1.4
	Ort. bağıl nem (%)	76	70	62	58	55	47	42	43	46	59	70	77
	Toplam yağış (mm)	34.8	24.1	26.5	39.5	43.5	21.9	7.9	5.5	10	32.4	36.1	41.4
	Ort. rüzgar hızı (m/sn)	2.0	2.5	2.7	2.7	2.2	2.3	2.6	2.3	1.8	1.7	2.0	2.1
	Toplam buharlaşma (mm)	-	-	-	94.9	161.5	216.5	277	255.7	183.9	107.2	24.4	3.1
2005	Ortalama Sıcaklık (°C)	2.5	1.8	6.8	10.8	16.0	20.2	25.3	24.7	17.8	10.6	4.9	1.5
	Ort. bağıl nem (%)	74.1	69.2	61.3	59.6	51.9	48.6	49.1	47.9	60.6	71.5	76.4	76.6
	Toplam yağış (mm)	29.5	12.9	13.8	31.8	12.5	3.5	12.2	0.1	20.9	34.7	68.8	9.8
	Ort. rüzgar hızı (m/sn)	2.1	2.8	3.0	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	1.9	1.6	2.1	1.4
	Toplam buharlaşma (mm)	-	-	-	110.9	178.8	210.7	296.2	272.1	157.9	91.4	-	-
2006	Ortalama Sıcaklık (°C)	-2.9	1.2	7.1	12.2	16.2	22.0	23.2	26.8	18.2	13.4	4.7	-0.2
	Ort. bağıl nem (%)	80.2	77.2	70.2	61.6	59.2	43.4	45.1	39.9	55.0	68.8	74.8	71.8
	Toplam yağış (mm)	21.2	23.8	18.4	53.4	17.9	9.9	0.3	0.0	20.0	66.1	51.9	0.1
	Ort. rüzgar hızı (m/sn)	1.8	1.8	2.1	1.7	1.5	2.1	2.2	1.9	1.9	1.4	1.2	1.3
	Toplam buharlaşma (mm)	-	-	-	117.8	168.6	244.7	270.2	300.9	168.0	93.8	6.4	-

Halen 377.426 hektar arazi sulanmakta olup, bu alan toplam kültür arazisinin yaklaşık % 14'ünü oluşturmaktadır. Sulanan arazinin 177.950 hektarı devlet sulaması, 199.476 hektarı halk sulaması şeklindedir (Anonymous, 2007c). Konya İli'ndeki arazilerin mevcut kullanım durumuna göre dağılımı Çizelge 3.2'de, 2006 yılında ekimi yapılan önemli tarla ürünlerinin ekiliş oranları ve ürün miktarları Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Konya İli'nde arazilerin kullanım durumu (Anonymous, 2007c)

Kullanım şekli	Alan (ha)	%	%
1- İşlenen arazi			
- Tarla arazisi	1402892	52.7	
- Nadas	1194358	44.9	
- Sebze	22378	0.8	
- Meyve	25358	1.0	
- Bağ	14904	0.6	
Toplam	2659890	100.0	63.7
2- Çayır Mer'a	709894		17.0
3- Orman	506426		12.2
4- Ürün getirmeyen alan	293190		7.1
Genel Toplam	4169400		100.0

Çizelge 3.3. Konya İlinde 2006 yılında tarımı yapılan önemli tarla ürünlerinin ekiliş alanları ile üretim değerleri (Anonymous, 2007c)

Ürün Adı	Ekilen Alan (Ha)	Kaldırılan Ürün Miktarı (Ton)
Buğday	742.139	2.361.127
Arpa	402.708	1.209.027
Şeker Pancarı	71.641	3.755.793
Nohut	47.688	52.641
Yulaf	24.376	31.384
Çavdar	21.229	36.395
Yonca (Y.Ot)	16.365	423.502
Fasülye (Kuru)	14.869	27.818
Mısır (Slaj)	9.870	401.126
Mısır (Dane)	9.792	72.375
Ayçiçeği	9.021	19.522
Patates	6.020	151.243
Fiğ (Y.Ot)	5.976	52.110

Çizelge 3.2'den görüleceği gibi işlenen arazi 2.659.890 ha olup, toplam arazinin %64'ünü oluşturmaktadır. İşlenen arazi içinde ise en büyük payı 1.402.892

ha ve %52.7 oranı ile tarla arazisi almakta olup bunu 1.194.358 ha ve %44.9 oranı ile nadas alanları izlemektedir.

Çizelge 3.3'te görüldüğü gibi, bölgede bitkisel üretimde en önemli tarla bitkileri buğday, arpa ve şeker pancarıdır.

3.1.4 Su kaynakları potansiyeli

Konya Ovasının kullanılabilir su potansiyeli 1150 milyar m^3/yıl'ı yer altı ve 2939 milyar m^3/yıl'i yerüstü olmak üzere toplam 4089 milyar m^3/yıl dır (Anonymous, 2007d). Sulanabilir arazi varlığı 1.9 milyon hektar olmasına karşılık sulamaya açılmış arazi varlığı 374.260 hektardır. Sulanan arazinin 176.950 hektarı devlet sulaması, 197.310 hektarı halk sulaması şeklindedir (Anonymous, 1998).

Konya Ovası devlet sulamalarının ilk yapıldığı bölgelerdendir. Konya Ovasında sulanabilir olduğu halde su potansiyeli yetersizliğinden dolayı sulanmayan arazi varlığı 1.35 milyon hektardır ve bunun için gerekli olan su açığı yaklaşık 8.20 milyar m^3/yıl dır (Kara ve ark., 1992).

Konya Ovasında su kaynakları sınırlı, buna karşılık toprak kaynakları oldukça geniştir. Bu geniş tarım arazilerinin sulanabilmesi amacıyla DSİ tarafından kısa adı KOP olan Konya Ovaları Sulama Projeleri yürütülmektedir. KOP'un toplam su potansiyeli 6.02 milyar m^3/yıl olup bunun ekonomik olarak kullanılabilir miktarı 3.820 milyar m^3/yıl dır. KOP, dokuz adeti büyük su projesi, bir adeti içme suyu projesi, bir adeti Göksu Havzası enerji projeleri ve diğerleri de çok sayıda müstakil küçük yerüstü ve yer altı suyu sulamaları olmak üzere on iki adet projeden oluşan bir projeler demetidir. Bu projelerin tamamının hayata geçirilmesi ile 569.204 hektar alanın sulanması gerçekleşecektir (Anonymous, 2001).

3.1.5 Toprak özellikleri

Ova, jeolojik devirlere ait formasyonların ayrışmasıyla teşekkül etmiş bir birikme alanıdır. Bu birikme alanındaki allüviyal materyalin büyük bir kısmı 4. zamana aittir. Genç bir yapıya sahip olan allüviyal toprakların horizonları yoktur ve derin topraklardır. Ova toprakları genellikle ağır bünyeli olup, orta ve hafif bünyeye sahip topraklar da mevcuttur (Ertaş, 1979). Ova toprakları genellikle orta ve yüksek infiltrasyon hızına sahiptir (Ertaş, 1979; Kara ve ark., 1990; Topak, 1996)

Araştırmanın yürütüldüğü, Konya'ya 8 km uzaklıktaki Karaaslan mevkiinde bulunan Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü arazisinin toprakları allüviyal büyük toprak grubundadır. Derin toprak sınıfında olup; PH 7.7 - 7.8 arasında, kireç oranı yüksek, organik maddece fakirdir. İkinci sınıf tarım arazisi sınıfında, eğim % 0-1 arasındadır (Ertaş, 1984).

3.1.6 Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü alanların sulanmasında 3 adet derin kuyu kullanılmaktadır. Kuyulardan su dalgıç pompa ile alınmakta, beton kaplamalı kanallar yardımı ile parsel başlarına ulaştırılmaktadır. Araştırma parsellerine sulama suyu 2 numaralı kuyudan sağlanmıştır. Beton kaplamalı kanallarla parsel başına getirilen su, benzinli motopomp yardımı ile sulama sistemine verilmiştir.

3.1.7 Sulama sistemi

Denemede damla sulama sistemi kullanılmıştır. Damla sulama sistemi elek-filtre takımı, basınç ölçer, ana boru hattı, su sayacı, vanalar, yan boru, lateral hat ve mini vanalardan oluşturulmuştur. Kullanılan ana boru çapı 50mm, yan boru çapı 32 mm olarak planlanmıştır. Sistemde çapı 16 mm, damlatıcı aralığı 25 cm, ve 1 atm

işletme basıncındaki damlatıcı debisi 2 lt/saat olan lateral borular kullanılmıştır. Her bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde sistem kurulmuş, bu lateraller bir yan boruya bağlanmıştır. Her bloğa bir yan ana boru planlanmış, bu yan ana borular bir ana boruya bağlanmıştır. Yan ana boruların ana borudan ayrıldığı yerlere su sayacı bağlanmış, parsellere verilen su bu su sayaçlarından ölçülmüştür.

3.1.8 Pancar çeşidinin özellikleri

Denemede Verity pancar çeşidi kullanılmıştır. Verity 1999 tarihinde Türkiye'de üretim izni almış bir çeşit olup, OECD listesinde yer almaktadır. Kendileme ve familya seçiminden melezleme ıslahı yöntemi ile elde edilmiş hibrit monogerm bir çeşit olup, yumru şekli koniktir.

3.2 Metod

3.2.1 Toprak örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri

Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için, denemeye başlanmadan önce 2 farklı yerde 90 cm derinliğinde toprak profilleri açılmıştır. Açılan bu profillerde 0-30, 30-60, 60-90 cm'lik toprak derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinde hacim ağırlığı, bozulmuş toprak örneklerinde tarla kapasitesi, solma noktası ve bünye sınıfı belirlenmiştir. Ayrıca profillerde 0-30 cm toprak derinliğinden alınan toprak örneklerinde verimlilik analizleri yapılmıştır.

Deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır.

a) Toprak bünyesi : Hidrometre yöntemi ile toprağın bünyesini oluşturan kum, mil ve kil fraksiyonlarının yüzde oranları belirlenmiş, bu fraksiyonların yüzdelerine göre toprak örneklerinin sınıflandırılmasında bünye üçgeninden yararlanılmıştır (Bouyoucos, 1951; Millar ve ark., 1966).
b) Hacim ağırlığı : 100 cm^3 hacime sahip silindirlerle alınan bozulmamış toprak örneği, ağırlığı sabitleşinceye kadar 105°C'de kurutulduktan sonra soğutulup tartılmış, dara dikkate alınarak toprak ağırlığı silindirin iç hacmine bölünerek hesaplanmıştır (Kara, 2005).
c) Tarla kapasitesi : Poroz levhalı basınç aleti kullanılarak 1/3 atmosferlik basınç altında, toprak örneğinde tutulan su miktarı olarak bozulmuş toprak örneklerinde tayin edilmiştir (U.S. salinity La. Staff. 1954).
d) Devamlı solma noktası : Membranlı basınç aleti kullanılarak 15 atmosferlik basınç altında, toprakta tutulan su miktarı olarak bozulmuş toprak örneklerinde saptanmıştır (U.S. salinity La. Staff. 1954).
e) Kullanılabilir su kapasitesi : Tarla kapasitesinde tutulan su ile solma noktasında tutulan su miktarlarının farkının hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Kara, 2005).
f) Organik madde : Jackson (1962) tarafından belirtildiği şekilde Valkey – Black yöntemine göre toprak kromik ve sülfirik asit ile işleme tabi tutulmak suretiyle kapsadığı organik karbonun kromat ile oksitlenmesini sağlayarak ve bu oksidasyon için kullanılan miktardan arta kalan kromat standart demir sülfat ile titre edilerek toprakta bulunan karbon saptanmış, buradan organik madde miktarı hesaplanmıştır.
g) pH : Toprak örneklerinde hazırlanan saturasyon çamurunda cam elekrotlu pH metre ile ölçülmüştür (U.S. salinity La. Staff. 1954).
h) Yararlı fosfor (P_2O_5) : Olsen ve ark. (1954) tarafından geliştirilen yönteme göre eksrakt çözeltisi olarak 0.5 M sodyum bikarbonat (pH:8.5) kullanılmış ve karışım 30 dakika çalkalanmıştır. Süzükteki fosfor miktarı, amonyum molibdat ve kalay klorür katılmasıyla oluşan mavi rengin intesitesinin spektrofotometrede ölçülmesiyle belirlenmiştir.

i) Yararlı potasyum (K_2O) : Alınan toprak örneklerinde Amonyum Asetat (pH=7) ile ekstrakte edilebilir potasyumun flamefotometrede okunmasi ile belirlenmiştir (U.S. salinity La. Staff. 1954).
j) Kalsiyum ($CaCO_3$) : Alınan toprak örneklerinde Hızalan ve Ünal (1966) tarafından tanımlanan şekilde, Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir.
k) Tuz (µs/cm) : Alınan toprak örneklerinden hazırlanan saturasyon çamurunda kondaktivimetre aletinde belirlenmiştir (U.S. salinity La. Staff. 1954).

3.2.2 Sulama suyunun analiz yöntemleri

a) pH : Sulama suyu örneklerinin pH değeri cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür.
b) EC (ds/cm) : Alınan sulama suyu örneklerinin elektriksel iletkenlikleri EC metre ile ölçülmüştür.
c) İyonlar (me/l) : Na^+ ve K^+ alev fotometresinde Ca^{+2} ve Mg^{+2} versenat yöntemi ile titrasyonla, CO_3^{-2} ve HCO_3^- sülfürük asit ile titrimetrik, Cl^- arjantinometrik olarak Richards (1954) de belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

3.2.3 Deneme deseni ve araştırma konuları

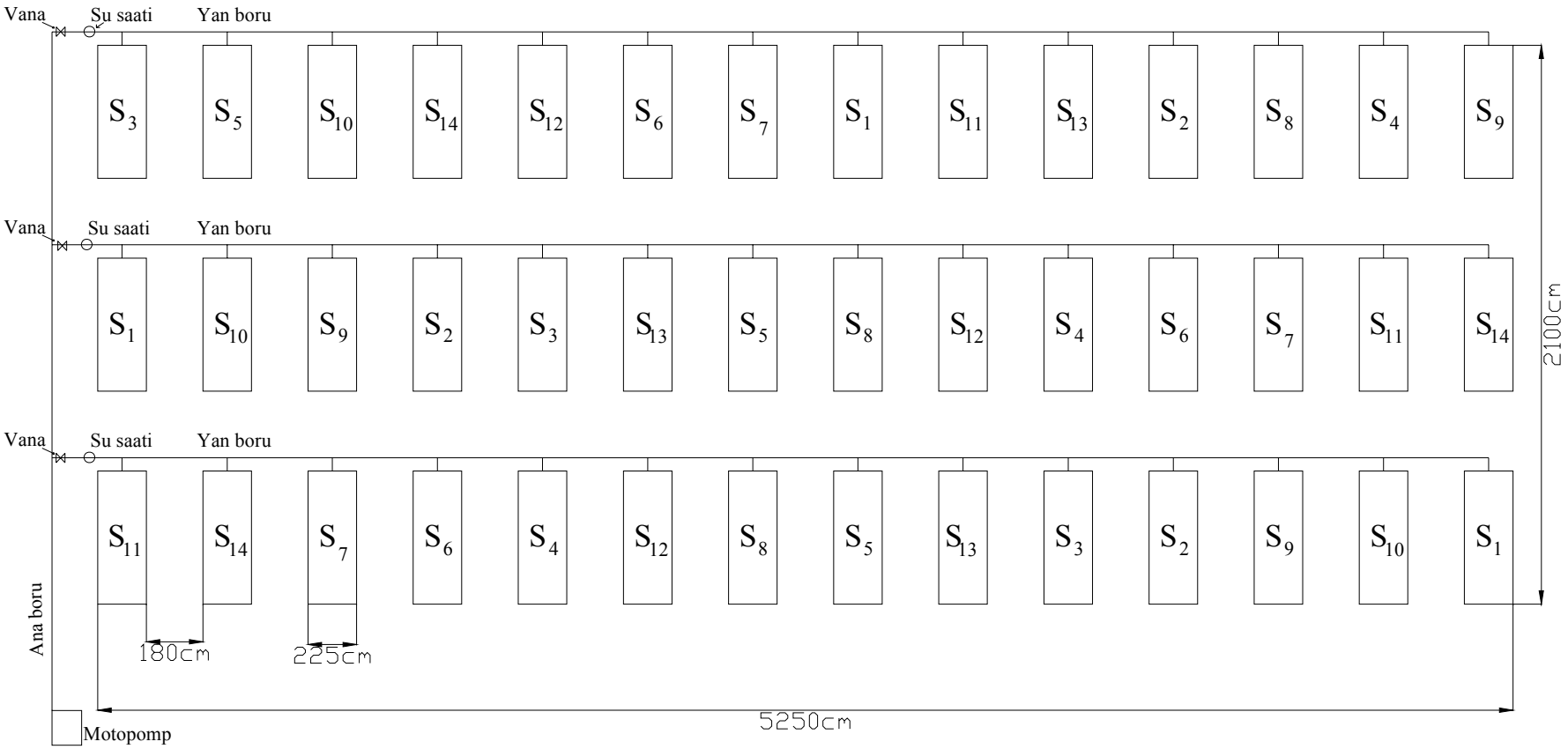
Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede, şeker pancarının vejetatif gelişme, kök şişirme ve olgunlaşma dönemlerinden oluşan 3 farklı gelişme dönemi (Doorenbos ve Kassam, 1979; Faberio ve ark., 2003) dikkate alınmış ve bu dönemler esas alınarak, dönem atlamalı sulama programları ve dönem içi kısıntı içeren sulama programlarından oluşan toplam 14 adet sulama konusu planlanmıştır. Oluşturulan sulama konuları

Çizelge 3.4.'de verilmiştir. Çizelge 3.4.'de; V harfi vejetatif gelişme, M harfi kök şişirme ve R harfi olgunlaşma dönemlerini, X sembolü tam sulama uygulamasını, X_{25} sembolü sulama yapıldığını ancak sulama suyundan %25 kısıntı yapıldığını, X_{50} sembolü sulama yapıldığını ancak sulama suyundan %50 kısıntı yapıldığını ve "—" sembolü ise o dönemde sulama yapılmadığını ifade etmektedir. Her üç gelişme döneminde tam sulanan konu tanık olarak alınmıştır. Deneme deseni Şekil 3.3'de, bir parselin ayrıntısı ise Şekil 3.4'de verilmiştir.

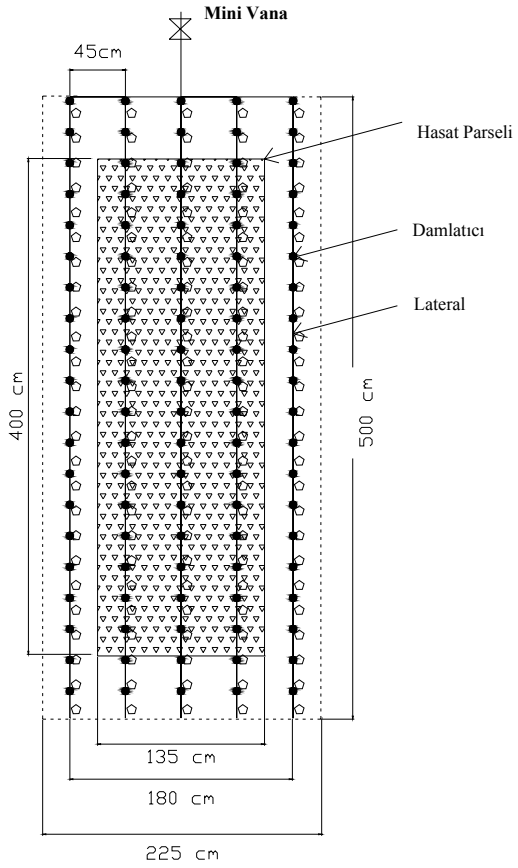
Çizelge 3.4. Deneme konuları

Konu	Vejetatif gelişme (V)	Kök şişirme (M)	Olgunlaşma (R)	Açıklama	
S_1	X	—	—	V	Vejetatif gelişme döneminde tam sulama diğer dönemlerde sulama yok
S_2	—	X	—	M	Kök şişirme döneminde tam sulama, diğer dönemlerde sulama yok
S_3	—	—	X	R	Olgunlaşma döneminde tam sulama, diğer dönemlerde sulama yok
S_4	X	X	—	VM	Vejetatif gelişme ve kök şişirme döneminde tam sulama, olgunlaşma döneminde sulama yok
S_5	X	—	X	VR	Vefatatif gelişme ve olgunlaşma döneminde tam sulama, kök şişirme döneminde sulama yok
S_6	—	X	X	MR	Kök şişirme ve olgunlaşma döneminde tam sulama, vejetatif gelişme döneminde sulama yok
S_7	X	X	X	VMR(Tanık)	Bütün dönemlerde tam sulama, su stresi yok
S_8	X_{50}	X	X	$V_{50}MR$	Vejetatif gelişme dönemde %50 kısıntılı sulama, kök şişirme ve olgunlaşma döneminde tam sulama
S_9	X	X_{50}	X	$VM_{50}R$	Kök şişirme döneminde %50 kısıntılı sulama, vejetatif gelişme ve olgunlaşma döneminde tam sulama
S_{10}	X	X	X_{50}	VMR_{50}	Olgunlaşma döneminde %50 kısıntılı sulama, vejetatif gelişme ve kök şişirme döneminde tam sulama
S_{11}	X_{25}	X	X	$V_{25}MR$	Vejetatif gelişme dönemde %25 kısıntılı sulama, kök şişirme ve olgunlaşma döneminde tam sulama
S_{12}	X	X_{25}	X	$VM_{25}R$	Kök şişirme döneminde %25 kısıntılı sulama, vejetatif gelişme ve olgunlaşma döneminde tam sulama
S_{13}	X	X	X_{25}	VMR_{25}	Olgunlaşma döneminde %25 kısıntılı sulama, vejetatif gelişme ve kök şişirme döneminde tam sulama
S_{14}				Sulamasız	Hiçbir dönemde sulama yok

V: Vejetatif gelişme dönemi
M: Kök şişirme dönemi
R : Olgunlaşma dönemi



Şekil 3.3. Deneme deseni ve damla sulama sisteminin şematik planı



Şekil 3.4. Bir deneme parselinin ayrıntısı ve ölçüleri

3.2.4 Parsellerin oluşturulması ve parsel boyutları

Deneme parselleri, tarla denemeleri için uygun boyutlarda hazırlanmıştır. Deneme alanının 3 dekarlık bölümünün tamamına 45 cm sıra aralığı, 5 cm sıra üzeri olacak şekilde şeker pancarı tohumları mekanik mibzer ile ekilmiştir. Homojen çıkıştan sonra deneme parselleri oluşturulmuştur. Parsel aralarında 1.80 m, blok aralarında 3 m olacak şekilde, 2.25 × 5.00 m boyutlarında toplam alanı 11.25 m^2'den oluşan parseller, parsel kazıkları çakılarak işaretlenmiştir. Bitki dört yaprak aşamasına geldiğinde parsel içindeki bitkiler sıra üzeri 20 cm olacak şekilde el çapası ile seyreltilmiş, parsel ve blok aralarında kalan bitkiler el ile sökülmüştür. Hasat zamanı her bir parselin iki tarafından birer sıra ile her sıranın baştan ve sondan 0.4 m'lik kısmı değerlendirme dışı bırakılmıştır. Böylece kenar etkileri çıkarıldıktan

sonra geriye kalan 1.35 × 4.20 m boyutlarındaki 5.67 m^2'lik bir alan hasat edilerek değerlendirmeye alınmıştır.

3.2.5 Şeker pancarının gelişme dönemlerinin belirlenmesi

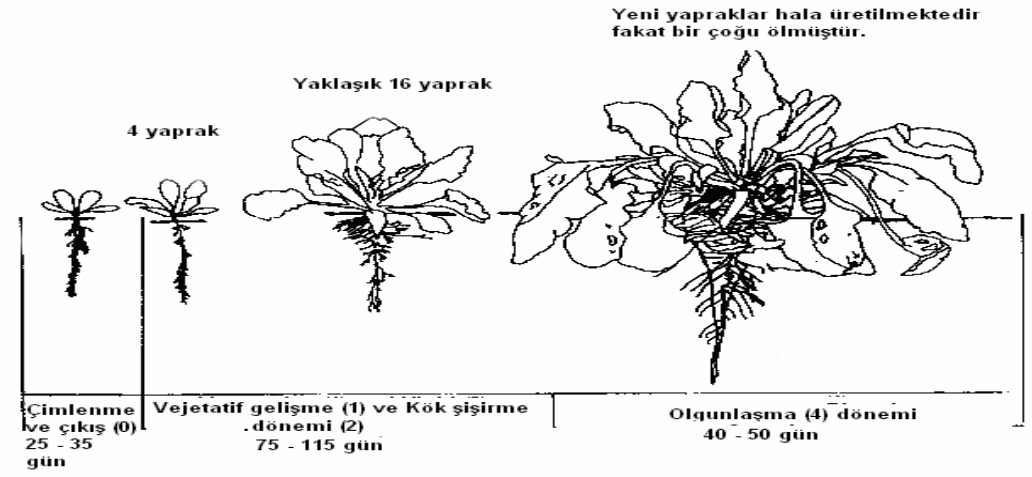
Araştırmada şeker pancarının farklı gelişme dönemlerinin belirlenmesinde Doorenbos ve Kassam (1979) ile Faberio ve ark. (2003) tarafından verilen esaslardan yararlanılmıştır (Şekil 3.5).

Bu araştırıcılara göre; birinci dönem çimlenme ve çıkış dönemidir. Bu dönem en kısa süren dönem olup yaklaşık 20-35 gün kadar sürmektedir. Bu dönemin sonunda bitki 4 yapraklı olmaktadır.

İkinci dönem ise vejetatif gelişme dönemidir. 35-60 gün süren bu dönemin isminin vejetatif gelişme olmasının sebebi, bu dönemde bitki, yaprak ve kök gibi dış vejetatif sistemlerini geliştirmesidir. Bu dönem sonunda bitki 16 yapraklıdır.

Üçüncü dönem olan kök şişirme dönemi şüphesiz verim üzerine en etkili dönemdir Bu dönemde yaklaşık 50-70 gün sürmekte olup bütün yetişme dönemleri içinde en fazla suyun tüketildiği dönem budur.

Dördüncü ve son dönem ise olgunlaşma dönemidir. Bu dönemde kök şişirme tamamlanmış, yeni yaprakların oluşması devam ettiği halde yaprakların bir çoğu ölmüştür. Bu dönem yaklaşık 30-60 gün kadar sürmektedir.



Şekil 3.5. Şeker pancarının farklı gelişme dönemleri (Doorenbos ve Kassam, 1979)

3.2.6 Tarımsal uygulamalar

Deneme alanı her iki yılda da sonbaharda pullukla sürülmüş ve kışı bu şekilde geçirmiştir. İlkbaharda ekimden önce ikileme yapılmış ve taban gübresi olarak dekara 50 kg pankobirlikten sağlanan (10N 25P 10K+1S+1Zn) kompoze pancar gübresi serpme makinesiyle atılmıştır. Daha sonra rotatiller çekilerek toprak ekime hazır hale getirilmiştir.

Konya Şeker A.Ş'in ekim programı göz önüne alınarak, pancar tohumları 2005 yılında 13 Nisan'da, 2006 yılında ise 12 Nisan'da ekilmiş, ancak ikinci yıl don zararından dolayı yeterli bitki çıkışı sağlanamamıştır. 2006 yılında 2 Mayıs tarihinde yeniden ekim yapılmıştır. Tohumlar 5 sıralı mekanik pancar mibzeri ile 1.5 – 2.0 cm derinliğe, dekara 400 gram olacak şekilde ekilmiştir.

Bitki 3-4 yapraklı olduktan sonra sıra üzerinde 20 cm'de bir bitki olacak şekilde seyreltme ve çapa işlemi yapılmıştır. Üst gübresi olarak Amonyum Nitrat (%46N) 20 kg/da dozunda birinci yıl 11 Haziran, ikinci yıl 21 Haziran'da pancar 10-12 yapraklı dönemde iken el ile verilmiştir.

2005 yılında görülen afit zararlısına karşı 20 Haziran tarihinde Dichlorvas etkili maddeli Didifos 55 EC ilacı dekara 200ml dozunda kullanılmıştır.

Hasat, birinci yıl 8 Ekim'de, ikinci yıl 18 Ekim tarihinde yapılmıştır. Her iki yılda da hasat başlamadan önce her parselde hasat parseli dışında kalan pancarlar el ile sökülerek deneme alanı dışına çıkarılmıştır.

Hasat işlemi traktör arkasına bağlı pancar sökme çatalı ile gerçekleştirilmiştir. Sökülen pancarların yaprakları ve boyun kısmı pancar bıçakları ile kesilerek temizlenmiştir. Daha sonra her parselden elde edilen pancar kökleri ayrı ayrı sayılarak çuvallanmış ve her çuvala, ait olduğu parsel numarası yazılarak tartılmış ve kamyona yüklenerek gerekli kalite analizlerinin yapılması için Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi Ankara Şeker Enstitüsüne gönderilmek üzere Ilgın şeker fabrikasına teslim edilmiştir.

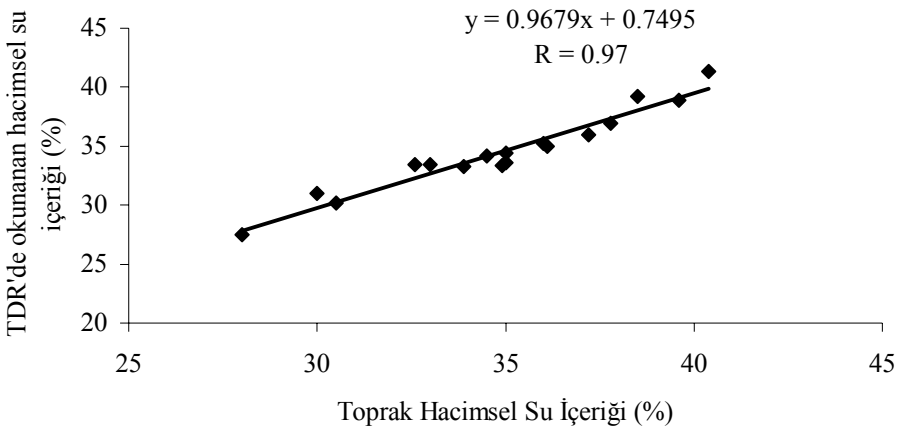
3.2.7 Toprak nem içeriğinin ölçülmesi

Denemede toprak nem içeriğinin belirlenmesinde Time Domain Reflectometri TDR (Imko, TrimeFM3) aleti kullanılmıştır.

TDR yöntemi, toprak nem içeriğini belirlemek için son 20 yıldır kullanılan bir yöntemdir. TDR; herhangi bir materyalin içine yerleştirilen uçları kullanarak, materyalin dielektrik sabitesini belirlemektedir. Hoekstra ve Delaney (1974) e Topp ile ark. (1980) dielektrik sabitesi ile materyalin su içeriği arasında önemli bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir. TDR; kablo kontrol cihazının darbe jenaratöründen gönderilen elektromanyetik dalgaların yayılma zamanını ölçelerek dielektrik sabiteyi belirler. Elektromanyetik dalgalar çoğu zaman paslanmaz çelik veya prinçten yapılmış TDR ucuna doğru koaksiyel kablo boyunca yayılırlar. Elektromanyetik dalgaların bir kısmı kablo ile uç arasındaki direnç farkından dolayı ucun başlangıç kısmında yansımaya başlarlar. Dalgaların kalan kısmı, dalgaların yansıdığı ucun sonuna ulaşıncaya kadar, uç boyunca yayılırlar. Ucun başlangıcından sonuna dalgaların gidiş zamanı ölçülmekte ve dolayısı ile materyalin dielektrik sabitesi belirlenebilmektedir (Fellner-Feldegg, H., 1969). Hoekstra ve Delaney (1974), suyun dielektrik sabitesinin toprak bileşiklerinden oldukça yüksek olduğundan topraktaki dielektrik sabitenin ölçülmesi su içeriğinin ölçülmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Denemenin birinci yılında topraktaki mevcut nem miktarı 0 – 90 cm derinlikte her 15 cm toprak katmanı için TDR (Imko, Trime FM3) aleti ile 3 kollu P3 ve P3Z uçları kullanılarak belirlenmiştir. İkinci yıl ise toprak nemi aynı derinlik ve katmanlarda yine TDR aleti kullanılarak access tüpler ve access probe kullanılarak belirlenmiştir. Nem ölçümleri için parsellere iç çapı 42mm, uzunluğu 1.5m olan özel malzemeden yapılmış tüpler parsellere 1.2m derinliğe yerleştirilmiş ve sezon sonuna kadar yerinde sabit kalmıştır. Bu tüplerden faydalanılarak Access probe ile nem ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca her iki yılda da bazı ölçmeler gravimetrik yöntem ile kontrol edilmiştir. Ayrıca her iki deneme yılında da ölçmeler bazen gravimetrik yöntemle yapılmıştır.

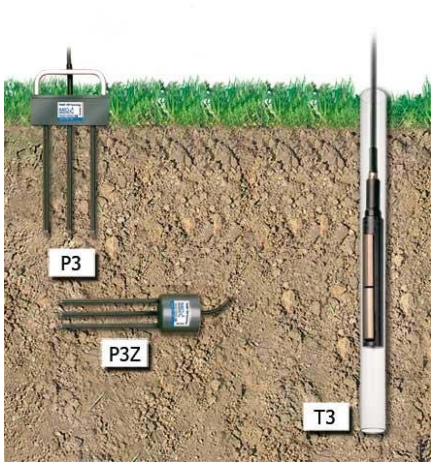
Çalışmaya başlamadan önce deneme alanı toprakları için TDR'nin kalibrasyonu yapılmış ve kalibrasyon denklemi elde edilmiştir. Elde edilen ilişki Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. TDR cihazının kalibrasyon eğrisi ve eşitliği

Toprak nem içeriğinin ölçülmesinde Trime FM3 (IMKO GmBH) kullanılmıştır 2005 yılında 0 – 90 cm derinlikte her 15 cm toprak katmanı için 3 kollu P3 ve P3Z uçları kullanılmış, 2006 yıllında ise yine aynı derinlik ve katmalarda T3 Access ucu kullanılmıştır. Şekil 3.6'da Trime FM3 ve kullanılan uçlar gösterilmiştir. 2006 yılında Access ucun kullanıbilmesi için pancar sıraları arasına Access tüpler yerleştirilmiştir. Bir parsele yerleştirilmiş Access tüp Şekil 3.7' de verilmiştir.





Şekil 3.6. Trime FM3 ile P3, P3Z ve T3(Access Probe) uçları



Şekil 3.7. Bir parsele yerleştirilmiş Access tüp

3.2.8 Sulama suyunun hesaplanması ve sulama

Sulama zamanı, tanık konudaki (S_7=VMR) kök bölgesi faydalı su kapasitesinin %50-55'inin tüketilmesine göre planlanmıştır. Tam sulama uygulamalarında konulara mevcut nemi tarla kapasitesine ulaştıracak şekilde su verilmiştir. Kısıntı öngörülen konularda ise tanık konuya verilen su miktarının %0'ı (dönem atlama), %50 ve %75'i (dönem içi kısıntı) kadar su verilmiştir. Sulama suyu miktarı tanık konu parselinde faydalı su kapasitesinin tüketilmesine izin verilen %50 – 55 oranı dikkate alınarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Kara, 2005).

$$dn = \frac{(TK - MN)}{100} \cdot D$$

Eşitlikte

dn = Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm),

TK = Tarla kapasitesi (hacim %'si olarak),

MN = Faydalı su kapasitesinin %50 - 55'i tüketildiğinde şeker pancarı etkili kök derinliğindeki mevcut nem (Hacim %'si olarak),

D = Şeker pancarı etkili kök derinliği (mm)

Her parsele hacimsel olarak uygulanacak sulama suyu miktarı ise aşağıda verilen eşitlik yardımı ile hesaplanmış ve parsellere sulama suyu su sayacından geçirilerek verilmiştir.

$$I = d_n \times A$$

Eşitlikte

I = Sulama suyu miktarı (lt)

d_n = Sulama suyu miktarı (mm),

A = Parsel alanı (m^2)

Deneme parsellerine su, damla sulama sistemi ile verilmiştir. Sulamaya bitkinin vejetatif gelişme dönemine girmesiyle birlikte başlanmış ve ilk sulamada tüm parsellere mevcut nemi tarla kapasitesine ulaştıracak şekilde su verilmiştir. Daha sonra konulu sulama uygulamalarına geçilmiştir.

Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi için tüm büyüme mevsimi boyunca bitki su ihtiyacının tam karşılandığı S_7 (tanık) konusundaki nem sürekli olarak izlenmiştir. Sulamaya bu parseldeki pancar etkili kök derinliği olan 75 cm (Korukçu ve Yıldırım, 1981; Doorenbos ve Pruit, 1977) de kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50-55'i tüketildiğinde başlanmış ve her sulamada bu parsele 75 cm toprak derinliğindeki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanmıştır. Dönem atlamalı konularda (S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6) kısıntı içeren dönemde sulama suyu uygulanmamış, dönem içi kısıntı içeren konularda (S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}, S_{13}) ise tanık konuya verilen sulama suyunun %50'si ve %75'i verilmiştir.

Dönem değişikliklerinde, kök bölgesi derinliğindeki nem kontrol edilerek kısıntıdan çıkarılan konulara, mevcut nemi tarla kapasitesine ulaştıracak kadar sulama suyu uygulanmıştır. Bu konuların ardıl sulamaları, bir sonraki dönem başlangıcına veya sezon sonuna kadar tanık konuya verilen sulama suyuna eşit olacak şekilde uygulanmıştır.

Kısıntılı ve tam sulama konuları aynı gün sulanmıştır.

3.2.9 Bitki su tüketiminin hesaplanması

Deneme konuları için bitki su tüketimi, her sulama öncesi ve hasat öncesi 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75 ve 75-90 cm toprak derinliklerinde TDR tekniği yardımıyla ölçülen toprak nemi değerleri göz önüne alınarak su bütçesi esasına göre (James, 1988) aşağıdaki eşitlik kullanılarak her bitki gelişme dönemi ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$ET = I + R - D_P + C_P - R_f \pm \Delta S$$

Eşitlikte;

ET = Bitki su tüketimi, (mm)
I = Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)
R = Etkili yağış (mm)
Dp = Kök bölgesi altına derine sızma kayıpları (mm)
Cp = Kök bölgesi altından kapilar yükselme (mm)
Rf = Yüzey akış kayıpları (mm)
ΔS = Toprak profilindeki su içeriği değişimi (mm) dir.

Eşitlikteki I değeri, uygulanan sulama suyu ölçümlerinden; R değeri, enstitü arazisindeki rasat parkındaki yağış ölçerden; ΔS, toprak nem ölçümlerinden elde edilmiştir. Deneme alanının yer aldığı enstitü arazilerinin toprakları alluviyal olup, derin, drenaj ve tuzluluk bakımından sorunsuz ve taban suyu sorunu bulunmamaktadır. Dolayısı ile kök bölgesine taban suyundan kaynaklanan bir kapillar su girişi ve damla sulama yöntemi ile sulama yapıldığından yüzey akışı söz konusu olmamıştır. Bu nedenle, su tüketimi hesaplamalarında Cp ve Rf değerleri dikkate alınmamıştır. Etkili kök bölgesine en fazla tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu verildiğinden ve deneme süresince önemli bir yağış görülmediğinden derine sızma kayıpları (Dp) da dikkate alınmamıştır. Bu durumda su tüketimi ET= I + R ± ΔS şeklinde sadeleştirilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.10 Verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi

3.2.10.1. Kök verimi

Hasat edilen pancarların başları kesilerek yapraklarından temizlenmiş ve tartılmıştır. Daha sonra çuvallanarak Türk Şeker Anonim Şirketinin Ilgın şeker fabrikasına gönderilmiş, fabrika laboratuarında fireleri temizlenerek yeniden tartılmıştır. Kök verimi olarak zikredilen değerler firesiz ağırlıklardır.

3.2.10.2. Kalite özellikleri

Ilgın şeker fabrikasına gönderilen şeker pancarları, gerekli işlemler yapıldıktan sonra Ankara Şeker Enstitüsü laboratuarlarına gönderilmiş, enstitü laboratuvarında soğuk digestion metoduna göre şeker oranı, refraktometre ile kuru madde (ICUMSA,1958), Na ve K (Kubadinov, 1972) ve α-amino azotu (Kubadinov ve Weieninger ,1972) tayinleri yapılmıştır.

3.2.10.3. Şeker verimi

Deneme konularından elde edilen şeker verimleri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$ŞV = (ŞO/100) \times Kök\ verimi\ (kg/ha)$$

Eşitlikte;

ŞV = Şeker verimi (kg/ha)

ŞO = Şeker oranı (%)

3.2.10.4. Arıtılmış şeker oranı ve arıtılmış şeker verimi

İklim ve toprak şartlarına bağlı olarak pancar kökünde %15-20 oranında şeker vardır. Buna şeker varlığı, digestion veya polar şeker denir. Bu polar şeker varlığının bazı faktörlere bağlı olarak (yaralanma, kırılma, baş büyüklüğü, Amino azot ve kül varlığı gibi) ancak %80-85'i fabrikada çuvala giren beyaz şeker olarak elde edilir. Buna randıman, safiyet ya da arıtılmış şeker varlığı denir. Alınamayan şekeri, özellikle azotlu gübrelemenin fazla olmasından dolayı pancarda yükselen Amino-azot varlığı etkiler (Harvey and Dutton, 1993).

Deneme konularında, arıtılılmış şeker oranı (AŞO) ve arıtılmış şeker verimi (AŞV) Reinefeld ve ark, (1974) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır.

$$AŞO = P - \left[0.343(Na + K) + 0.094 \times AA + 0.29\right]$$

$$ASV = (BSO / 100) \times Kök\ verimi\ (kg / ha)$$

eşitliklerde;

P = Polar (%)

K = Potasyum (mmol/100g kök)

Na = Sodyum (mmol/100g kök)

AA= Amino Azot (mmol/100g kök)

3.2.11 Su - verim ilişkileri

Araştırmada farklı bitki su tüketimi miktarları ile verim arasındaki ilişkiler Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından geliştirilen ve Stewart eşitliği olarak adlandırılan aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$\left[1-\frac{Ya}{Ym}\right]=ky\cdot\left[1-\frac{ETa}{ETm}\right]$$

Eşitlikte;

Ya = Gerçek verim (kg/ha)

Ym = Maksimum verim (kg/ha)

Ky = Verim tepki etmeni

ETa = Gerçek evapotranspirasyon (mm)

ETm = Maksimum evapotranspirasyon (mm)

Maksimum su tüketimi ile maksimum verim değeri su kısıntısı öngörülmeyen tanık konudan elde edilen değerler olarak dikkate alınmıştır. Gerçek evapotranspirasyon değeri ile gerçek verim değeri ise tanık konu dışında kalan konulardan gerçekleşen su tüketimi ve buna karşılık elde edilen verim değerleri olarak dikkate alınmıştır.

Verim tepki etmeni (ky), oransal su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. ky değeri 1'den küçük olan bitkiler, ky değeri 1'den büyük olan bitkilere göre su açığına daha az hassastırlar. Verim tepki etmeninin hesaplanmasında kök ve şeker verimi ayrı ayrı değerlendirilmiş, her bir deneme konusuna ait mevsimlik ET ile bu değerler arasındaki ilişkiler ayrı ayrı incelenmiştir.

3.2.12 Su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanının belirlenmesi

Sudan yararlanma oranı olarak da ifade edilen ve sulama yöntemlerinin karşılaştırılması veya sulama programlarının değerlendirilebilmesi için kullanılan su kullanım randımanı Tanner ve Sinclair (1983) tarafından verilen aşağıdaki eşitlik yardımı ile belirlenmiştir.

$$WUE = \frac{E_y}{ET}$$

Eşitlikte;

WUE = Su kullanma randımanı (Kg/ha/mm)

Ey = Ekonomik verim (Kg/ha)

ET = Sezonluk bitki su tüketimi (mm)

Ayrıca sulama suyu kullanım randımanının belirlenmesinde de aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$IWUE = \frac{E_y}{I}$$

Eşitlikte;

IWUE = Sulama suyu kullanma randımanı (Kg/ha/mm)

I = Sulama suyu miktarı (mm)

Hesaplamalarda ekonomik verim yerine, doğrudan birim alandan (ha) elde edilen kök verim değeri kullanılmıştır.

3.2.13 İstatistiksel analizler

Sulama konularından elde edilen kök verimi, şeker oranı, şeker verimi, arıtılmış şeker oranı, arıtılmış şeker verimi ve kuru madde değerleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, sonuçlar %1 veya %5 önem düzeyine göre Duncan testi esas alınarak gruplandırılmışlardır (Yurtsever, 1984; Düzgüneş ve ark., 1987). Varyans analizi ve Duncan testleri SPSS 10.0 bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1 Toprak ve Su Örneklerinin Analizlerine İlişkin Sonuçlar

Deneme planının yerleştirileceği arazide açılan profillerden alınan toprak örneklerine ilişkin fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Yıl	Derinlik (cm)	Kil (%)	Kum (%)	Mil (%)	Bünye	Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	FSK (m/75cm)
2005	0-30	45.2	26.8	28.0	Killi	1.37	30.29	18.55	120
	30-60	47.0	27.0	26.0	Killi	1.32	31.33	19.41	
	60-90	43.2	22.8	34.0	Killi	1.30	32.69	19.93	
2006	0-30	53.0	23.0	24.0	Killi	1.38	30.75	19.57	115
	30-60	38.4	32.8	28.8	Killi tın	1.33	30.82	19.45	
	60-90	48.4	22.8	28.8	Killi	1.31	32.82	20.80	

Çizelge 4.1 incelendiğinde, 2005 yılında araştırma yapılan alanda 0–30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerde toprak katmanlarının killi bünyeye sahip olduğu, hacim ağırlığı değerlerinin ise 1.30 – 1.37 g/cm^3 arasında değiştiği görülmektedir.

2006 yılında araştırma yapılan alanda 0–30 cm ve 60 – 90 cm derinliklerde toprak katmanlarının killi bünyeye, 30 - 60 cm derinliklerde toprak katmanının ise killi tın bünyeye sahip olduğu, hacim ağırlığı değerlerinin ise 1.31 – 1.38 g/cm^3 arasında değiştiği görülmektedir.

Araştırma alanı topraklarının farklı derinliklerinden alınan toprak örneklerinde pH, EC, organik madde, kullanılabilir fosfor ve potasyum, kireç ve tuz analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal ve verimlilik özellikleri

Yıl	Derinlik (cm)	pH	EC (µs/cm)	Organik Madde (%)	Kullanılabilir (mg/kg)		Kireç (%) $CaCO_3$
					P_2O_5	K_2O	
2005	0-30	7.58	170	0.84	12.76	402.6	16.5
	30 – 60	7.55	170	0.41	4.5	249.2	16.8
	60 - 90	7.32	166	0.35	5.13	228.2	17.1
2006	0-30	7.64	143	0.99	10.86	417.2	16.6
	30 – 60	7.57	146	0.20	4.5	281.8	17.2
	60 - 90	7.54	139	0.27	3.44	249.0	17.6

Çizelge 4.2'den görüleceği gibi 2005 yılında deneme alanı toprak profilinden alınan toprakların pH değerleri 7.32 – 7.58, EC değerleri 166 – 170 µs/cm arasında değişmiştir. Kullanılabilir fosfor 4.5 – 12.76 mg/kg, potasyum ise 228.2 – 402.6 mg/kg değerleri arasında bulunmuştur. Organik madde içeriği ise %0.35 – %0.84 değerleri arasında değişmiştir. 2006 yılında ise pH değerleri 7.54 – 7.64, EC değerleri 139 – 146 µs/cm arasında değişmiştir. Kullanılabilir fosfor 4.5 – 10.86 mg/kg, potasyum ise 249.0 – 417.2 mg/kg değerleri arasında bulunmuştur. Organik madde içeriği ise %0.20 – %0.99 değerleri arasında değişmiştir. Bu değerler, araştırma alanı topraklarının organik madde yönünden fakir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3'te deneme alanının sulanması için kullanılan derin kuyu suyunun analiz sonuçları verilmiştir. Çizelge'den de görüleceği gibi denemede kullanılan sulama suyu T_2A_1 sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.3. Sulama suyunun analiz sonuçları

pH	EC (ds/m)	Katyonlar (me/L)				Anyonlar (me/L)				SAR	Sınıf
		Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	$CO_3^=$	HCO_3^-	Cl^-	$SO_4^=$		
7.9	0.566	0.22	0.01	1.81	3.54	0.0	4.32	0.03	1.23	0.14	T_2A_1

4.2 Fenolojik Gözlem Sonuçları

Denemenin yürütüldüğü yıllarda Konya ekolojik koşullarında şeker pancarının ekim, hasat ve bazı fenolojik gözlem tarihleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Denemeye ilişkin bazı bitki gözlem verileri

Gözlemler	2005 yılı tarihleri	2006 yılı tarihleri
Ekim	13 Nisan	2 Mayıs
Çıkış	24 Nisan	10 Mayıs
Vejetatif gelişme	20 Mayıs	27 Mayıs
Kök Şişirme	25 Haziran	4 Temmuz
Olgunlaşma	24 Ağustos	29 Ağustos
Hasat	8 Ekim	18 Ekim

Çizelge 4.4'te görüleceği gibi 2005 yılında pancar tohumları 13 Nisan tarihinde ekilmiştir. Ekim kuruya yapılmış ve daha sonra sulama yapılmıştır. Dolayısı ile çimlenme ve çıkış dönemi 37 gün gibi uzun sürerek vejetatif gelişme döneminin başlangıcı olan 20 Mayıs tarihinde son bulmuştur. Böylece vejetatif gelişme dönemi 36 gün sürmüştür. 25 Haziran tarihinde başlayan kök şişirme dönemi ise 68 gün sürerek 24 Ağustos tarihinde son bulmuştur. 24 Ağustos tarihinde başlayan olgunlaşma dönemi 8 Ekim tarihinde hasatla birlikte son bulmuş ve 45 gün sürmüştür.

2006 yılında pancar tohumları 12 Nisan tarihinde ekilmiş, takip edilen günlerde çıkışlar gözlenmiştir. Ancak bu tarihinde ekilen pancar tohumlarının bir kısmı erken ilkbahar donlarından zarar görmüş, bir kısmı da şiddetli yağışlardan dolayı parsellerde oluşan kaymak tabakasından dolayı çıkış yapamamıştır. Bu nedenlerden dolayı parsellerde yeterli bitki sıklığı sağlanamamış, ekilen parseller rotatiller ile bozularak 2 Mayıs tarihinde yeniden ekilmiştir.

2006 yılında 27 Mayıs tarihinde başlayan vejetatif gelişme dönemi 4 Temmuz tarihinde son bularak 38 gün sürmüştür. 4 Temmuz tarihinde başlayan kök şişirme dönemi ise 56 gün sürerek 29 Ağustos tarihinde son bulmuştur. 29 Ağustos tarihinde

başlayan olgunlaşma dönemi ise şeker pancarının 18 Ekim tarihindeki hasadı ile son bulmuş ve 50 gün sürmüştür.

Yine Çizelge 4.4'ün incelenmesinden görüleceği gibi şeker pancarı yetişme dönemi süresi 2005 yılında 178 gün, 2006 yılında ise 169 gün olmuştur. Her iki yıl yetişme dönemi süreleri arasındaki farklılık, 2006 yılında iklim etkisinden dolayı pancar tohumlarının yeniden ekilmesi zorunluluğundan kaynaklanmıştır. Doorenboss ve Pruitt (1977), şeker pancarı yetişme dönemini 140 – 200 gün olarak belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışmanın her iki yılında da, şeker pancarı yetişme dönemi süresi bu değerler arasında bulunmuştur.

4.3 Sulama Suyu Miktarları ve Su Tüketimi

Deneme konularına 2005 ve 2006 yıllarında uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama tarihleri Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.5'den görüleceği gibi pancar tohumlarının homojen bir çimlenme ve çıkış yapması için ekimden sonra 2005 yılında 45 mm çıkış suyu verilmiş, bunun arkasından bütün konulara 20 Mayıs tarihinde etkili kök derinliğindeki (75cm) nem seviyesini tarla kapasitesine çıkarmak için 58 mm sulama suyu uygulanmıştır. 2005 yılında 17 kez sulama yapılmış olup, konu gereği en fazla sulama suyu 1123 mm ile S_7 parseline, en az sulama suyu ise 103 mm ile S_{14} konusuna uygulanmıştır. 2005 deneme yılı boyunca 28 Mayıs'ta 15 mm, 24 Eylül'de 25 mm olmak üzere toplam 40 mm yağış düşmüştür.

Çizelge 4.7 incelendiğinde, 2006 yılında homojen bir çimlenme ve çıkış sağlamak için ekimden sonra 15 mm çıkış suyu verildiği, 27 Mayıs tarihinde ise bitki kök bölgesi derinliğindeki mevcut nem seviyesini tarla kapasitesine çıkarmak için (55 mm) sulama suyu uygulandığı görülmektedir. 2006 yılında toplam 15 kez sulama yapılmış olup, konu gereği en fazla sulama suyu 912 mm ile S_7 konusuna, en az sulama suyu ise 70 mm ile S_{14} konusuna uygulanmıştır. . 2006 deneme yılında 28 Eylül'de 20 mm yağış düşmüştür.

Deneme yılları arasında sulama suyu uygulamaları açısından farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durumun iki yıl arasındaki iklim farklılıklarından ve vejetasyon

süresindeki farktan olduğu düşünülmektedir. Farklı yıllarda uygulanan sulama suyu miktarlaında oluşan farklılıklar konusunda Doorenbos ve Kassam (1979), Kanber ve ark, (1990), Yılmaz (1999) benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

En fazla su uygulanan konu, 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 1123 mm ve 912 mm ile tüm gelişme dönemlerinde tam sulanan S_7 konusu olmuştur. Bu değerler Ertaş (1984)'ın değerleri ile de benzerlik göstermektedir.

Araştırma konularındaki su tüketimlerine ilişkin değerler Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelgelerden de görüleceği gibi her iki yılda da bitki su tüketim değerleri konulara verilen sulama suyunun artan miktarıyla artış göstermiştir. 2005 yılında toplam su tüketimi 203 mm ile 1177 mm değerleri arasında değişmiştir. En yüksek su tüketiminin gerçekleştiği S_7 konusunda dönemlere göre en yüksek su tüketimi 635 mm ile kök şişirme döneminde gerçekleşmiş, bu dönemi 293mm, 142mm ve 58 mm ile sırasıyla olgunlaşma, vejetatif gelişme ve çimlenme – çıkış dönemleri takip etmiştir. Yine aynı yıl vejetatif gelişme döneminde en düşük ve en yüksek su tüketim değerleri 85 ve 191 mm olarak gerçekleşmiştir. Kök şişirme döneminde en yüksek su tüketimi 635 mm olurken, en az su tüketimi ise sadece olgunlaşma döneminde sulanan S_3 konusunda 15 mm olmuştur. Olgunlaşma döneminde ise en az su tüketimi 25 mm ile susuz S_{14} konusunda gerçekleşirken, en yüksek su tüketimi değeri 293 mm olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.8'den de görüleceği gibi konular arasında toplam su tüketim değerleri 200 mm ile 1002 mm arasında değişmiştir. En yüksek su tüketimi uygulama gereği S_7 konusunda, en düşük su tüketimi ise S_{14} konusunda gerçekleşmiştir. Vejetatif gelişme döneminde su tüketimleri 90 mm ile 240 mm arasında değişmiştir. Kök şişirme döneminde en az su tüketimi 35 mm ile S_{14} konusundan gerçekleşirken, en yüksek su tüketimi ise 487 mm olarak gerçekleşmiştir. Olgunlaşma döneminde en az su tüketimi 20 mm ile S_{14} konusunda gerçekleşirken, en yüksek su tüketimi ise 220 mm olarak gerçekleşmiştir.

Araştırma sonucu elde edilen bitki su tüketim değerleri, denemenin yürütüldüğü araştırma istasyonunda daha önce Ertaş (1976, 1980, 1984) tarafından yapılan araştırma sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.5. 2005 yılı sulama tarihleri ve konulara göre verilen su miktarları (mm)

Konu	Vejetatif Gelişme Dönemi			Kök Şişirme Dönemi									Olgulaşma Dönemi				Toplam
	20 May	07 Haz	17 Haz	25 Haz	02 Tem	08 Tem	13 Tem	20 Tem	26 Tem	02 Ağu	08 Ağu	13 Ağu	18 Ağu	24 Ağu	31 Ağu	08 Eyl	17 Eyl	
S_1	58	63	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232
S_2	58	0	0	85	66	65	60	67	60	65	62	66	64	0	0	0	0	763
S_3	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	65	65	64	419
S_4	58	63	66	62	66	65	60	67	60	65	62	66	64	0	0	0	0	869
S_5	58	63	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	65	65	64	548
S_6	58	0	0	85	66	65	60	67	60	65	62	66	64	60	65	65	64	1017
S_7	58	63	66	62	66	65	60	67	60	65	62	66	64	60	65	65	64	1123
S_8	58	32	33	73	66	65	60	67	60	65	62	66	64	60	65	65	64	1070
S_9	58	63	66	31	33	33	30	34	30	33	31	33	32	80	65	65	64	825
S_{10}	58	63	66	62	66	65	60	67	60	65	62	66	64	30	33	33	32	996
S_{11}	58	47	50	70	66	65	60	67	60	65	62	66	64	60	65	65	64	1099
S_{12}	58	63	66	47	50	49	45	50	45	49	47	50	48	70	65	65	64	974
S_{13}	58	63	66	62	66	65	60	67	60	65	62	66	64	45	49	49	48	1059
S_{14}	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103

Çizelge 4.6. 2005 yılı şeker pancarı bitkisi gelişme dönemlerine göre konuların bitki su tüketimleri (mm)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}
Çimlenme ve Çıkış	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Vejetatif gelişme	191	85	85	191	191	85	191	142	191	191	159	191	191	85
Kök şişirme	57	635	35	635	122	635	635	635	333	635	635	485	635	35
Olgunlaşma	25	85	293	110	293	293	293	293	293	205	293	293	215	25
Toplam	331	863	471	994	664	1071	1177	1128	875	1089	1145	1027	1099	203

Çizelge 4.7. 2006 yılı sulama tarihleri ve konulara göre verilen su miktarları (mm)

Konu	Vejetatif Gelişme Dönemi				Kök Şişirme Dönemi								Olgunlaşma Dönemi			Toplam
	27 May	10 Haz	20 Haz	27 Haz	04 Tem	11 Tem	18 Tem	25 Tem	01 Ağu	07 Ağu	15 Ağu	22 Ağu	29 Ağu	07 Eyl	18 Eyl	
S_1	55	62	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	252
S_2	55	0	0	0	90	61	63	57	61	63	64	60	0	0	0	589
S_3	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	55	60	310
S_4	55	62	60	60	58	61	63	57	61	63	64	60	0	0	0	739
S_5	55	62	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	125	55	60	492
S_6	55	0	0	0	90	61	63	57	61	63	64	60	58	55	60	762
S_7	55	62	60	60	58	61	63	57	61	63	64	60	58	55	60	912
S_8	55	31	30	30	75	61	63	57	61	63	64	60	58	55	60	838
S_9	55	62	60	60	29	31	32	29	31	32	32	30	75	55	60	688
S_{10}	55	62	60	60	58	61	63	57	61	63	64	60	29	28	30	826
S_{11}	55	47	45	45	70	61	63	57	61	63	64	60	58	55	60	879
S_{12}	55	62	60	60	44	46	48	43	46	48	48	45	65	55	60	799
S_{13}	55	62	60	60	58	61	63	57	61	63	64	60	44	42	45	870
S_{14}	55															70

Çizelge 4.8. 2006 Yılı şeker pancarı bitkisi gelişme dönemlerine göre konuların bitki su tüketimleri (mm)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}
Çimlenme ve Çıkış	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Vejetatif gelişme	240	90	90	240	240	90	240	196	240	240	222	240	240	90
Kök şişirme	62	487	35	487	72	487	487	487	275	487	487	373	487	35
Olgunlaşma	20	82	220	82	220	220	220	220	220	145	220	220	185	20
Toplam	377	714	400	864	587	852	1002	958	790	927	984	888	967	200

4.4 Verim ile İlgili Bulgular

4.4.1 Kök verimi

Araştırma konularından elde edilen kök verimlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Araştırma konularına ilişkin kök verimleri (kg/ha)

Konular	2005				2006			
	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama
S_1	28333.3	36666.7	34259.3	33086.4	15000.0	19629.6	21851.9	18827.2
S_2	56296.3	61666.7	63333.3	60432.1	40925.9	45000.0	44259.3	43395.1
S_3	30555.6	34629.6	35740.7	33642.0	25000.0	24833.3	26296.3	25376.5
S_4	75740.7	78518.5	70555.6	74938.3	53518.5	50740.7	63888.9	56049.4
S_5	48148.1	60370.4	55740.7	54753.1	37592.6	37777.8	37963.0	37777.8
S_6	75185.2	80185.2	75370.4	76913.6	59814.8	52777.8	54444.4	55679.0
S_7	86851.9	95000.0	92963.0	91604.9	68888.9	69259.3	65740.7	67963.0
S_8	77592.6	83888.9	87037.0	82839.5	65740.7	67592.6	61666.7	65000.0
S_9	75925.9	84814.8	78888.9	79876.5	52592.6	60000.0	59259.3	57284.0
S_{10}	89444.4	84444.4	79259.3	84382.7	65370.4	65185.2	66481.5	65679.0
S_{11}	93148.1	92592.6	81481.5	89074.1	63888.9	59814.8	63888.9	62530.9
S_{12}	86111.1	82222.2	73888.9	80740.7	62963.0	64259.3	66111.1	64444.4
S_{13}	79074.1	89629.6	75925.9	81543.2	62592.6	65185.2	70555.6	66111.1
S_{14}	6296.3	5555.6	6481.5	6111.1	7592.6	7777.8	8518.5	7963.0

Çizelge 4.9'dan görüleceği gibi 2005 yılında en yüksek ortalama kök verimi, şeker pancarının hiçbir gelişme döneminde kısıntı uygulanmayan tanık konuda (S_7), 91604,9 kg/ha olarak gerçekleşmiştir. S_7 konusundan sonraki en yüksek ortalama kök verimi ise vejetatif gelişme döneminde % 25 kısıntı uygulanıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} konusundan 89074,1 kg/ha ile elde edilmiştir. Şeker pancarı yetişme dönemlerinin yalnız birinde su kısıntısı uygulanan konuların ortalama kök verimleri

dikkate alındığında kök şişirme döneminde kısıntı uygulanmayan (S_{11}, S_{10}, S_8, S_{13}) konuların verim sıralamalarında herhangi bir dönemde kısıntı uygulanmayan (S_7) konu ile birlikte ilk beş sırayı paylaştıkları görülmektedir. Bunları sırasıyla kök şişirme döneminde %25 ve %50 kısıntı uygulanıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{12} ile S_9 konusu takip etmektedir. Dönem atlamalı konular (S_6, S_4, S_2, S_5, S_3, S_1) kendi aralarında değerlendirildiğinde ortalama kök verimi sıralamasına göre ilk üç sırayı sırasıyla vejetatif gelişme döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_6, olgunlaşma döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_4 ve kök şişirme döneminde tam sulanıp diğer dönemler sulanmayan S_2 konuların aldıkları gözlenmektedir. 2005 yılında en düşük verim ise 6111.1 kg/ha ile susuz konudan elde edilmiştir.

Denemenin ikinci yılı olan 2006 yılında ise, en yüksek ortalama kök verimi, 67963.0 kg/ha ile yine şeker pancarının hiçbir gelişme döneminde kısıntı uygulanmayan S_7 konusundan elde edilmiştir. S_7 konusunu olgunlaşma döneminde %25 kısıntı uygulanıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} konusu takip etmiştir. Yine aynı yıl en yüksek verimler karşılaştırıldığında ilk dört sırayı sırasıyla kök şişirme döneminde su kısıntısı uygulanmayan S_7, S_{13}, S_{10}, S_8 konularının paylaştıkları görülmektedir. Dönem atlamalı konular (S_6, S_4, S_2, S_5, S_3, S_1) kendi aralarında değerlendirildiğinde ortalama kök verimi sıralamasına göre yine ilk üç sırayı sırasıyla kök şişirme döneminde kısıntı uygulanmayan S_4, S_6 ve S_2 konuları almıştır. Bu konuların ortalama kök verimleri sırasıyla 56049.4, 55679.0 ve 43395.1 kg/ha olmuştur. 2006 yılında en düşük verim ise 7963.0 kg/ha ile susuz konudan elde edilmiştir.

Deneme yılları birbirleri ile karşılaştırıldığında 2006 yılı ortalama kök verimlerinin 2005 yılı ortalama kök verimlerinden daha düşük gerçekleştiği gözlenmektedir. Bunun sebebinin 2006 yılında ekim sonrasında pancar bitkisinin ilkbahar erken donlarından zarar görmesi sonucu mükerrer ekimin yapılması olarak düşünülebilir. Zira, ilk yıl 13 Nisan'da, ikinci yılın mükerrer ekimi 2 Mayıs'ta yapıldığı için, 2006 yılında ekim, 2005 yılına göre 19 gün gecikmiştir. Buradan, Konya ekolojik koşullarında Mayıs ayında ekim yapılmasının verimi düşürdüğü ortaya çıkmaktadır.

Araştırma konularından elde edilen ortalama kök verimleri arasındaki farkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Sonuçlar her iki deneme yılı için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizlerinin sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Araştırma konularından elde edilen kök verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
2005	Bloklar	2	173728071.07	185311109959.50	4.774*	0.017
	Konular	13	25595864414.08	86864035.54	108.207**	0.000
	Hata	26	473091452.51	1968912647.24		
	Genel	42	211553793897.16			
2006	Bloklar	2	32895828.59	16447914.29	1.819	0.182
	Konular	13	15228936663.01	1171456666.39	129.566**	0.000
	Hata	26	235076339.73	9041397.68		
	Genel	42	118728494058.77			

*:P<%5 **P<%1

Varyans analiz sonuçlarına göre 2005 yılında bloklar arasındaki fark %5 seviyesinde, konular arasındaki fark ise %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tekerrürler arasındaki farkların tesadüften ileri geldiği, konular arasındaki farkların ise sulama düzeyleri arasındaki farklılıktan ileri geldiği belirlenmiştir.

2006 yılında ise bloklar arasında herhangi bir fark bulunmazken, konular arasındaki fark %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Farklı sulama uygulamalarının deneme yıllarında kök verimi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla Duncan Testi uygulanmıştır. Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelgeden de görüleceği gibi 2005 yılında konular 0.01 önem düzeyinde 8 verim grubu oluşturmuşlardır. En fazla su uygulanan konu (S_7) birinci grupta, vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı uygulanıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} ikinci grupta, olgunlaşma döneminde %50 kısıntı uygulanıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{10}, vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı uygulanıp diğer dönemlerde tam sulanan S_8 ve olgunlaşma döneminde %25 kısıntı uygulanıp diğer dönemlerde tam sulanan konu (S_{13}) üçüncü grupta, olgunlaşma döneminde %25 ve kök şişirme

döneminde %50 kısıntı uygulanıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{12} ve S_9 konusu dördüncü grupta, vejetatif gelişme ile kök şişirme dönemlerinde tam sulanan ve olgunlaşma döneminde sulanmayan konu (S_4), kök şişirme ile olgunlaşma döneminde tam sulanan konu (S_6) beşinci grupta, dönem atlamalı konulardan kök şişirme döneminde ve olgunlaşma döneminde tam su verilip vejetatif gelişme döneminde sulanmayan S_6 konusu ve vejetatif gelişme döneminde ve kök şişirme döneminde tam sulanıp olgunlaşma döneminde sulanmayan S_4 konusu beşinci grupta, yalnıza kök şişirme döneminde tam sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan konu (S_2) ve yalnızca kök şişirme döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan konu (S_5) altınca grupta, yalnızca vejetatif dönemde tam sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_1 konusu ile yalnızca olgunlaşma döneminde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_3 konusu yedinci grupta, susuz konu S_{14} ise sekizinci grupta yer almıştır.

Çizelge 4.11. Araştırma konularının ortalama kök verimlerine ilişkin Duncan Testi sonuçları

2005				2006			
Konular	Ortalama kök verimi (kg/ha)	Gruplar		Konular	Ortalama kök verimi (kg/ha)	Gruplar	
S_7	91604.9	A	I	S_7	67963.0	A	I
S_{11}	89074.1	AB	II	S_{13}	66111.1	A	
S_{10}	84382.7	ABC	III	S_{10}	65679.0	A	
S_8	82839.5	ABC		S_8	65000.0	A	
S_{13}	81543.2	ABC		S_{12}	64444.4	A	
S_{12}	80740.7	BC	IV	S_{11}	62530.9	AB	II
S_9	79876.5	BC		S_9	57284.0	B	III
S_6	76913.6	C	V	S_4	56049.4	B	
S_4	74938.3	C		S_6	55679.0	B	
S_2	60432.1	D	VI	S_2	43395.1	C	IV
S_5	54753.1	D		S_5	37777.8	C	
S_3	33642	E	VII	S_3	25376.5	D	V
S_1	33086.4	E		S_1	18827.2	D	
S_{14}	6111.11	F	VIII	S_{14}	7963.0	E	VI

Çizelge 4.11'de verilen sonuçlara göre 2005 yılında I., II. ve III. grupta yer alan araştırma konularının (S_7, S_8, S_{10}, S_{11} ve S_{13}) verim farklılığının istatistiki

bakımdan önemsiz olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge 4.7'ye göre bu konulara verilen sulama suyu miktarları sırasıyla 1123, 1070, 996, 1099 ve 1059 mm'dir. Bu sonuçlara göre sulama suyu kısıtı bakımından en uygun sulama konusu 996 mm ile vejetatif gelişme ve kök şişirme döneminde tam, olgunlaşma döneminde %50 su kısıntısı uygulanan konu (S10) olduğu anlaşılmaktadır. Bu konunun tanık konuya göre (S7) su kısıtı %11.3 (1123-996/1123)'tür.

Çizelge 4.11'den de görüleceği gibi 2006 yılında Duncan Testine göre %1 önem seviyesinde konular 7 grup oluşturmuşlardır. Hiçbir dönemde su kısıntısı yapılmayan S_7 konusu, olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} konusu, olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılıp döğer dönemlerde tam sulanan S_{10} konusu, vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_8 konusu, kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{12} konusu birinci grubu, vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} konusu ikinci grubu, kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemler tam sulanan S_9 konusu, dönem atlamalı konulardan olgunlaşma döneminde sulanmayıp diğer dönemler tam sulanan S_4 konusu ile vejetatif gelişme döneminde sulanmayıp diğer dönemler tam sulanan S_6 konusu üçüncü grubu, dönem atlamalı konulardan kök şişirme döneminde tam sulanıp diğer diğer dönemlerde sulanmayan S_2 konusu ve kök şişirme döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_5 konusu dördüncü grubu, yalnızca olgunlaşma döneminde tam sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_3 ve yalnızca vejetatif gelişme döneminde tam sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_1 konusu beşinci grubu oluşturmuşlardır. Susuz konu (S_{14}) ise altıncı grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.11 incelendiğinde 2006 yılında birinci ve ikinci gruplar içinde yer alan konular (S_7, S_{13}, S_{10}, S_8, S_{12}, S_{11}) arasındaki farkın istatistiki bakımdan önemsiz olduğu görülmektedir. Bu yüzden bu konular arasında en az su uygulanan konu, verimde istatistiki anlamda bir azalmaya neden olmadan en fazla su kısıtı sağlayacaktır. Çizelge 4.7 incelendiğinde S_7, S_{13}, S_{10}, S_8, S_{12} ve S_{11} konularına uygulanan su miktarlarının sırasıyla, 912, 870, 826, 838, 799 ve 879 mm olduğu görülmektedir. Bu duruma göre en az sulama suyu uygulanan konu 799 mm ile S_{12} konusu olup, bu konuya kök şişirme döneminde %25 kısıntılı sulama, diğer

dönemlerde tam sulama uygulanmıştır. Bu konudan tanık konuya göre %12.4 (912-799/912) oranında su kısıtı sağlanmıştır.

4.4.2 Şeker oranı

Denemenin yürütüldüğü her iki yılda ölçülen şeker oranlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.12'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi 2005 yılında en yüksek şeker oranı %20.4 ile vejetatif dönemde ve olgunlaşma döneminde hiç su uygulanmayan S_2 konusundan, 2006 yılında ise %22.3 ile hiç su uygulanmayan S_{14} konusundan elde edilmiştir. En az şeker oranı ise 2005 yılında sadece olgunlaşma döneminde sulanan S_3 konusundan, 2006 yılında ise yalnızca vejetatif dönemde ve olgunlaşma döneminde sulanan S_5 konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.12.Araştırma konularına ilişkin şeker oranları (%)

Konular	2005				2006			
	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama
S_1	20.60	19.65	20.40	20.22	20.85	21.75	19.05	20.55
S_2	20.85	19.70	20.65	20.40	14.85	21.55	20.75	19.05
S_3	16.45	16.45	17.65	16.85	15.35	18.10	18.70	17.38
S_4	19.15	19.95	20.70	19.93	21.00	21.35	21.15	21.17
S_5	17.20	16.55	17.10	16.95	15.6	16.20	17.55	16.88
S_6	19.30	17.40	19.40	18.70	17.85	18.85	20.35	19.02
S_7	19.20	19.00	19.55	19.25	17.70	17.85	19.55	18.37
S_8	19.40	19.15	19.40	19.32	18.45	19.10	19.55	19.03
S_9	19.30	19.25	19.45	19.33	18.65	19.35	19.40	19.13
S_{10}	20.10	19.70	17.95	19.25	19.50	20.05	20.60	20.05
S_{11}	19.20	18.60	18.80	18.87	19.10	20.00	19.85	19.65
S_{12}	17.45	18.70	19.05	18.40	18.95	20.10	19.45	19.50
S_{13}	17.05	19.45	18.70	18.40	19.20	21.75	19.55	20.17
S_{14}	20.60	19.65	20.40	20.22	21.85	22.3	22.75	22.30

Çizelge 4.12'ye göre denemenin her iki yılı göz önüne alındığında tüm deneme konularının şeker oranı, standart %16 değerinin üzerinde bulunmuştur. En düşük şeker oranı yalnızca olgunlaşma döneminde sulanan konu (S_3) ve vejetatif gelişme ile olgunlaşma döneminde tam sulanan (S_5) konularından elde edilmiştir. Genellikle olgunlaşma döneminde tam sulanan konuların şeker oranlarının düşük olduğu görülmektedir. Brown ve ark. (1987) şeker pancarının geç dönemlerinde oluşan su stresinin şeker oranında artışa ve erken su stresinin de düşük şeker oranına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Draycott ve Messem (1978), sonbahar yağışlarının kısıntı uygulanan şeker pancarında şeker oranını düşürdüğünü ileri sürmüştür. Uçan ve Gençoğlan (2003), şeker pancarında kısıntılı suluma üzerine yaptıkları çalışmada şeker oranını %15.1 - %18.9 arasında bulmuşlar ve şeker oranının stresli koşullarda stressiz koşulara göre %5 daha fazla olduğunu ileri sürmüşlerdir. Denemeden alınan sonuçlar bu araştırıcıların sonuçlarını desteklemektedir.

Araştırma konularından elde edilen şeker oranları arasındaki farkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış analiz sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13'de görüleceği gibi 2005 yılında bloklar arasında herhangi bir fark bulunmazken konular arasında %1 önem seviyesinde, 2006 yılında ise hem bloklar arasında hemde konular arasında %1 önem seviyesinde farklılıklar bulunmuştur. Bloklar arasındaki farkın tesadüften ileri geldiği, konular arasındaki farkın ise sulama uygulamaları arasındaki farktan ileri geldiği düşünülebilir.

Çizelge 4.13. Araştırma konularının şeker oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
2005	Bloklar	2	0.996	0.498	1.022	0.374
	Konular	13	44.156	3.397	6.971**	0.000
	Hata	26	12.669	0.487		
	Genel	42	14996.450			
2006	Bloklar	2	17.876	8.938	6.973**	0.004
	Konular	13	84.736	6.518	5.085**	0.000
	Hata	26	33.326	1.282		
	Genel	42	15968.288			

**P<%1

Deneme konuları arasındaki bu farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi 2005 yılında deneme konuları arasında altı farklı grup oluşmuştur. Şeker oranının en yüksek olduğu yalnız kök şişirme döneminde tam sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_2 konusu birinci grupta, yalnız vejetatif gelişme döneminde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_1 konusu ikinci grupta, olgunlaşma döneminde su verilmeyip diğer dönemlerde tam sulanan konu (S_4), vejetatif dönemde su verilmeyip diğer dönemlerde tam sulanan konu (S_6), vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_8 konusu, kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_9 ve olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{10} konusu, vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} konusu ve tanık konu (S_7) üçüncü grupta yer almıştır. Kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{12} ve olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} dördüncü grubu, susuz S_{14} konusu beşinci grubu, kök şişirme döneminde hiç sulanmayıp vejetatif gelişme ve olgunlaşma döneminde tam sulanan S_5 konusu ile yalnızca olgulaşma döneminde sulanan S_3 konusu altıncı grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.14'e göre, 2006 yılı Duncan Testi sonucunda deneme konularının beş farklı grup oluşturduğu anlaşılmaktadır. Çizelgeden de görüleceği gibi susuz konu olan S_{14} konusu birinci grubu, dönem atlamalı konulardan olgunlaşma döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_4 konusu ile vejetatif dönemde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_1 konusu ikinci grubu, sırasıyla yalnızca vejetatif dönemde, kök şişirme döneminde ve olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11}, S_{12}, S_{13} konuları ve olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{10} konusu üçüncü grubu oluşturmuştur. Dönem atlamalı konulardan vejetatif gelişme döneminde hiç sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_6 konusu, kök şişirme döneminde tam sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_2 konusu, vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_8 ve kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_9 konuları ile tam sulanan S_7 konusu dördüncü grubu, kök şişirme döneminde hiç sulanmayıp vejetatif gelişme ve olgunlaşma döneminde tam

sulanan S_5 konusu ile olgulaşma döneminde tam sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_3 konusu ise beşinci grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.14. Araştırma konularının şeker oranlarına ilişkin Duncan Testi sonuçları

2005				2006			
Konular	Ortalama Şeker Oranları (%)	Gruplar		Konular	Ortalama Şeker oranları (%)	Gruplar	
S_2	20.40	A	I	S_{14}	22.30	A	I
S_1	20.22	AB	II	S_4	21.17	AB	II
S_4	19.93	ABC	III	S_1	20.55	AB	
S_9	19.33	ABC		S_{13}	20.17	ABC	III
S_8	19.32	ABC		S_{10}	20.05	ABC	
S_7	19.25	ABC		S_{11}	19.65	ABC	
S_{10}	19.25	ABC		S_{12}	19.50	ABC	
S_{11}	18.87	ABC		S_9	19.13	BCD	IV
S_6	18.70	ABC		S_2	19.05	BCD	
S_{12}	18.40	BCD	IV	S_8	19.03	BCD	
S_{13}	18.40	BCD		S_6	19.02	BCD	
S_{14}	18.17	CD	V	S_7	18.37	BCD	
S_5	16.95	D	VI	S_3	17.38	CD	V
S_3	16.85	D		S_5	16.88	D	

4.4.3 Şeker verimi

Araştırma yıllarına ait deneme konularından elde edilen şeker verimleri Çizelge 4.15.'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği üzere 2005 yılında en yüksek ortalama şeker verimi 17633.3 kg/ha ile tüm yetişme dönemleri boyunca hiç su kısıntısı yapılmayan S_7 konusundan, en düşük şeker verimi ise 1110.2 kg/ha ile susuz S_{14} konusundan elde edilmiştir. 2006 yılında ise en yüksek verim 13329.7 kg/ha ile olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} konusundan, en düşük şeker verimi ise 1777.1 kg/ha ile susuz S_{14} konusundan elde edilmiştir. 2005 yılında elde edilen verim değerleri, 2006 yılına göre yüksektir. Bunun nedeni, daha öncede açıklandığı gibi 2006 yılında pancar tohumlarının 2005 yılına göre 1 ay sonra ekilmesi olarak gösterilebilir.

Yine aynı Çizelge incelendiğinde, 2005 ve 2006 yılında en düşük ortalama şeker veriminin sırasyıla 1110.2 kg/ha ve 1777.1 kg/ha ile susuz S_{14} konusundan elde edildiği görülmektedir. Diğer taraftan 2005 ve 2006 yıllarında ortalama şeker verimi yönünden, şeker pancarı yetişme dönemlerinden kök şişirme döneminde kısıntı uygulanmayan parsellerin daha yüksek ortalama şeker verimine sahip olduğu görülmektedir. Buradan şeker pancarının şeker verimi açısından kök şişirme döneminde su kısıntısına duyarlı olduğu kanısına varılabilir. Doorenbos ve Kassam (1979), şeker pancarının yetişme dönemlerinin ortalarına gelen dönemlerde (kök şişirme) yapılan kısıntının son dönemlerde yapılan kısıntıya göre daha duyarlı olduğunu bildirmiştir. Denemenin her iki yılında da kök şişirme döneminde kısıntı yapılmayan parsellerden alınan şeker veriminin yüksek olması buna bağlanabilir.

Çizelge 4.15. Araştırma konularına ilişkin şeker verimleri (kg/ha)

Konular	2005				2006			
	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama
S_1	5836.7	7205.0	6988.9	6676.9	3127.5	4269.4	4162.8	3853.2
S_2	11737.8	12148.3	13078.3	12321.5	6077.5	9697.5	9183.8	8319.6
S_3	5026.4	5696.6	6308.2	5677.1	3837.5	4494.8	4917.4	4416.6
S_4	14504.4	15664.4	14605.0	14924.6	11238.9	10833.1	13512.5	11861.5
S_5	8281.5	9991.3	9531.7	9268.1	5864.4	6120.0	6662.5	6215.6
S_6	14510.7	13952.2	14621.9	14361.6	10676.9	9948.6	11079.4	10568.3
S_7	16675.6	18050.0	18174.3	17633.3	12193.3	12362.8	12852.3	12469.5
S_8	15053.0	16064.7	16885.2	16001.0	12129.2	12910.2	12055.8	12365.1
S_9	14653.7	16326.9	15343.9	15441.5	9808.5	11610.0	11496.3	10971.6
S_{10}	17978.3	16635.6	14227.0	16280.3	12747.2	13069.6	13695.2	13170.7
S_{11}	17884.4	17222.2	15318.5	16808.4	12202.8	11963.0	12681.9	12282.6
S_{12}	15026.4	15375.6	14075.8	14825.9	11931.5	12916.1	12858.6	12568.7
S_{13}	13482.1	17433.0	14198.1	15037.7	12017.8	14177.8	13793.6	13329.7
S_{14}	1149.1	1008.3	1173.1	1110.2	1659.0	1734.4	1938.0	1777.1

Şeker verimi, birim alandan alınan kök veriminin şeker oranı ile çarpılmasından hesaplanmaktadır. Dolayısıyla kök verimindeki ve şeker oranındaki farklılıklar doğrudan şeker verimine de yansımaktadır. Bazı durumlarda şeker oranındaki artışlar, kök verimine bağlı olarak şeker veriminde artışa neden olmayabilmektedir. Bu durum denemenin her iki yılında da bazı konularda

gözlenmiştir. Örneğin 2005 yılında en yüksek ortalama şeker oranı %20.40 ile S_2 konusundan elde edilirken, en yüksek şeker verimi şeker oranı %19.25 olan S_7 konusundan 17633.3 kg/ha ile elde edilmiştir. 2006 yılında ise en yüksek ortalama şeker oranı %22.3 ile S_{14} konusundan elde edilirken, kök veriminin düşük olmasından dolayı en düşük şeker verimi de yine aynı konudan elde edilmiştir. Nitekim Abayomi ve Wright (2002) şeker verimindeki düşüşün ana sebebinin şeker konsantrasyonundaki azalışın değil, kök verimindeki azalışın olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırma konularından elde edilen şeker verim değerleri arasındaki farkları belirlemek amacıyla her iki yılı için ayrı ayrı varyans analizi yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Araştırma konularından elde edilen şeker verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
2005	Bloklar	2	4663070.38	2331535.19	2.343	0.116
	Konular	13	965518444.32	74270649.56	74.633**	0.000
	Hata	26	25873833.88	995147.46		
	Genel	42	7661558887.45			
2006	Bloklar	2	8848166.23	4424083.11	9.482**	0.001
	Konular	13	601987236.09	46306710.47	99.245**	0.000
	Hata	26	12131389.78	466591.92		
	Genel	42	4480441041.29			

Çizelge 4.16'dan görüleceği gibi 2005 yılında şeker verimi açısından bloklar arasındaki farklıklar önemli olmamış, konular arasındaki farklılık ise %1 seviyesinde önemli olmuştur. 2006 yılında ise bloklar ve konular arasında %1 önem seviyesinde farklılıklar bulunmuştur. Bunun sonucunda konular arasındaki farklılıklara Duncan Testi uygulanmış, Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelgeden de görüleceği gibi 2005 yılında %1 önem düzeyinde sekiz grup oluşmuştur. Birinci grubu S_7 konusu oluşturmuş, ikinci grubu kök şişirme döneminde kısıntı uygulanmayan S_8, S_{10}, S_{11}, ve yalnız kök şişirme döneminde %50 kısıntı

uygulanıp diğer dönemlerde tam sulanan S_9 oluşturmuştur. Diğer konulardan S_{13}, S_4, S_{12}, konuları üçüncü grubu, S_6 dördüncü grubu, S_2 beşinci grubu, S_5 altıncı grubu, S_1 ve S_3 yedinci grubu, S_{14} sekizinci grubu oluşturmuştur.

Çizelgeden de anlaşılacağı gibi 2005 yılında ilk iki gruba dahil olan S_7, S_{11}, S_{10} ve S_9 konuları arasındaki fark istatistiki yönden önemsizdir. Bu durumda bu dört konudan en az su uygulanan konu en fazla su tasarrufu sağlayacaktır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları sırasıyla, 1123, 1099, 996 ve 825 mm dir. Buna göre en az sulama suyu uygulanan konu S_9 konusu olup, bu konudan şeker veriminde istatistiki bir fark olmaksızın sulama suyundan %26.5 su tasarruf sağlanabilmektedir.

Çizelge 4.17. Araştırma konularından elde edilen şeker verimlerine ilişkin Duncan Testi sonuçları.

2005				2006			
Konular	Ortalama Şeker Verimi (kg/ha)	Gruplar		Konular	Ortalama Şeker verimi (kg/ha)	Gruplar	
S_7	17633.3	A	I	S_{13}	13329.7	A	I
S_{11}	16808.4	AB	II	S_{10}	13170.7	A	
S_{10}	16280.3	AB		S_{12}	12568.7	AB	II
S_8	16001.0	AB		S_7	12469.5	AB	
S_9	15441.5	AB		S_8	12365.1	AB	
S_{13}	15037.7	B	III	S_{11}	12282.6	AB	
S_4	14924.6	B		S_4	11861.5	ABC	III
S_{12}	14825.9	B		S_9	10971.6	BC	IV
S_6	14361.6	BC	IV	S_6	10568.3	C	V
S_2	12321.5	C	V	S_2	8319.6	D	VI
S_5	9268.1	D	VI	S_5	6215.6	E	VII
S_1	6676.9	E	VII	S_3	4416.6	F	VIII
S_3	5677.1	E		S_1	3853.2	F	
S_{14}	1110.2	F	VIII	S_{14}	1777.1	G	IX

Çizelge 4.17 incelendiğinde 2006 yılında şeker verimi bakımından sulama konularının Duncan Testine göre dokuz grup oluşturdukları görülmektedir. Olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{10} konusu ile olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} konusu birinci grubu, kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemler

tam sulanan S_{12} konusu, tanık konu (S_7), vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemler tam sulanan S_8 konusu ile vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemler tam sulanan S_{11} konusu ikinci grubu, olgunlaşma döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_4 konusu üçüncü grubu, kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_9 konusu dördüncü grubu, vejetatif gelişme döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_6 konusu beşinci grubu, sadece kök şişirme döneminde sulanan S_2 konusu altıncı grubu, kök şişirme döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_5 konusu yedinci grubu, yalnızca vejetatif gelişme döneminde sulanan S_1 konusu ile yalnızca olgunlaşma döneminde sulanan S_3 konusu sekizinci grubu, susuz S_{14} konusu ise dokuzuncu grubu oluşturmuştur.

Yine aynı Çizelge'den, 2006 yılında ilk üç gruba dahil olan S_{13}, S_{10}, S_{12}, S_7, S_8 ve S_{11} konuları arasındaki farkın istatistiki yönden önemsiz olduğu görülmektedir. Bu durumda bu dört konudan en az su uygulanan konu en fazla su kısıtı sağlayacaktır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları sırasıyla, 870, 826, 799, 912, 838 ve 879 mm dir (Çizelge 4.7). Buna göre en az sulama suyu uygulanan konu S_{12} konusu olup, bu konudan şeker veriminde istatistiki bir fark olmaksızın sulama suyundan %12.4 su tasarruf sağlanabilmektedir.

4.4.4 Arıtılmış şeker oranı

Denemenin yürütüldüğü her iki yılda ölçülen arıtılmış şeker oranlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.18'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi 2005 yılında en yüksek ortalama arıtılmış şeker oranı %18.14 ile vejetatif dönemde ve olgunlaşma döneminde hiç su uygulanmayan S_2 konusundan, 2006 yılında ise %18.80 ile hiç su uygulanmayan S_{14} konusundan elde edilmiştir. En az şeker oranı ise 2005 yılında sadece olgunlaşma döneminde sulanan S_3 konusunda, 2006 yılında ise yalnızca vejetatif dönemde ve olgunlaşma döneminde sulanan S_5 konusundan elde edilmiştir. Şeker oranı ile arıtılmış şeker oranı karşılaştırıldığında her iki yılda da benzer sonuçların alındığı görülmektedir.

Araştırma konularından elde edilen arıtılmış şeker oranları arasındaki farkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Araştırma konularına ilişkin arıtılmış şeker oranları (%)

Konular	2005				2006			
	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama
S_1	18.70	17.29	18.41	18.13	18.06	18.66	15.85	17.52
S_2	18.85	17.05	18.51	18.14	11.87	19.03	18.53	16.48
S_3	13.66	13.71	15.31	14.23	12.35	15.37	15.98	14.57
S_4	16.54	17.58	18.84	17.65	17.65	18.71	18.09	18.15
S_5	14.80	14.18	14.95	14.64	12.63	13.51	15.10	13.75
S_6	17.15	14.90	17.43	16.49	15.25	16.54	18.33	16.70
S_7	17.26	16.93	17.46	17.21	15.11	15.19	17.31	15.87
S_8	17.57	17.05	17.36	17.33	16.02	16.83	17.15	16.67
S_9	17.29	17.15	17.39	17.28	16.32	16.78	17.02	16.71
S_{10}	18.17	17.50	15.72	17.13	16.80	17.70	18.21	17.57
S_{11}	17.09	16.23	16.76	16.69	16.74	17.81	17.51	17.35
S_{12}	14.89	16.35	17.09	16.11	16.48	17.83	17.08	17.13
S_{13}	14.44	17.41	16.57	16.14	16.71	19.37	17.01	17.70
S_{14}	16.42	16.30	16.28	16.33	17.93	19.08	19.40	18.80

Çizelge 4.19'da görüleceği gibi 2005 yılında bloklar arasında herhangi bir fark bulunmazken konular arasında %1 önem seviyesinde, 2006 yılında ise bloklar arasında ve konular arasında %1 önem seviyesinde farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Araştırma konularının arıtılmış şeker oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
2005	Bloklar	2	2.600	1.300	1.687	0.205
	Konular	13	52.154	4.012	5.207**	0.000
	Hata	26	20.031	0.770		
	Genel	42	11759.459			
2006	Bloklar	2	24.258	12.129	7.854**	0.002
	Konular	13	70.447	5.419	3.509**	0.003
	Hata	26	40.151	1.544		
	Genel	42	11965.428			

**P<%1

Deneme konuları arasındaki bu farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi 2005 yılında deneme konuları arasında beş farklı grup oluşmuştur. Dönem atlamalı konulardan

kök şişirme döneminde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_2 konusu ile vejetatif gelişme döneminde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_1 konusu, sadece olgunlaşma döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde sulanan S_4 konusu, sırasıyla vejetatif dönemde, kök şişirme döneminde ve olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılan S_8, S_9 ve S_{10} konuları ve tam sulanan S_7 konusu birinci grupta, vejetatif dönemde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} ve vejetatif dönemde hiç sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_6 konusu ikinci grupta, susuz konu S_{14} ile sırasıyla kök şişirme döneminde ve olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılan S_{12} ve S_{13} konuları üçüncü grupta yer almıştır. Kök şişirme döneminde hiç sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_5 konusu dördüncü, yalnızca olgunlaşma döneminde sulanan S_3 konusu da beşinci grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.20. Araştırma konularının arıtılmış şeker oranlarına ilişkin Duncan Testi sonuçları

2005				2006			
Konular	Ortalama Arıtılmış Şeker Oranı (%)	Gruplar		Konular	Ortalama Arıtılmış Şeker Oranı (%)	Gruplar	
S_2	18.14	A	I	S_{14}	18.80	A	I
S_1	18.13	A		S_4	18.15	AB	II
S_4	17.65	A		S_{13}	17.70	AB	
S_8	17.33	A		S_{10}	17.57	AB	
S_9	17.28	A		S_1	17.52	AB	
S_7	17.21	A		S_{11}	17.35	AB	
S_{10}	17.13	A		S_{12}	17.13	AB	
S_{11}	16.69	AB	II	S_9	16.71	ABC	III
S_6	16.49	AB		S_6	16.70	ABC	
S_{14}	16.33	ABC	III	S_8	16.67	ABC	
S_{13}	16.14	ABC		S_2	16.48	ABC	
S_{12}	16.11	ABC		S_7	15.87	BCD	IV
S_5	14.64	BC	IV	S_3	14.57	CD	V
S_3	14.23	C	V	S_5	13.75	D	VI

Çizelgede görüldüğü gibi 2006 yılında deneme konuları arasında altı farklı grup oluşmuştur. Susuz konu S_{14} konusu birinci grubu oluştururken, sırasıyla sadece vejetatif gelişme, kök şişirme ve olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılan S_{11}, S_{12} ve S_{13} konuları ile olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılan S_{10} konusu, yalnızca

vejetatif gelişme döneminde sulanan S_1 konusu ile yalnızca olgunlaşma döneminde sulanmayan S_4 konusu ikinci grubu oluşturmuştur. Üçüncü grup ise sırasıyla sadece vejetatif gelişme döneminde ve kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılan S_8 ve S_9 konuları ile dönem atlamalı konulardan vejetatif gelişme döneminde hiç sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_6 konusundan oluşmuştur. Tanık konu S_7 dördüncü, dönem atlamalı konulardan yalnızca olgunlaşma döneminde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_3 beşinci, kök şişirme döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_5 altıncı grubu oluşturmuştur.

4.4.5 Arıtılmış şeker verimi

Deneme konularından elde edilen arıtılmış şeker verimleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği üzere, 2005 yılında en yüksek ortalama arıtılmış şeker verimi 15765.4 kg/ha ile tüm yetişme dönemleri boyunca hiç su kısıntısı yapılmayan tanık konudan (S_7) elde edilmiştir. 2006 yılında ise en yüksek verim 11965.2 kg/ha ile vejetatif gelişme ile kök şişirme döneminde tam sulanan ve olgunlaşma döneminde ise %25 su kısıntısı yapılan S_{13} konusundan elde edilmiştir.

Araştırma konularından elde edilen arıtılmış şeker verimleri arasındaki farkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22'de görüleceği gibi 2005 yılında bloklar arasında herhangi bir fark bulunmazken konular arasında %1 önem seviyesinde farklılıklar bulunmuştur. 2006 yılında ise bloklar arasında ve konular arasında farklılıklar %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Araştırma konularına ilişkin arıtılmış şeker verimleri (kg/ha)

Konular	2005				2006			
	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama
S_1	5298.8	6338.0	6307.3	5981.4	2709.3	3662.6	3463.4	3278.4
S_2	10614.2	10513.2	11721.0	10949.5	4858.8	8561.5	8200.5	7206.9
S_3	4173.0	4746.6	5473.2	4797.6	3088.5	3816.8	4201.2	3702.2
S_4	12530.4	13805.2	13289.2	13208.3	9448.3	9491.5	11555.7	10165.2
S_5	7126.1	8560.9	8330.6	8005.8	4746.3	5104.9	5731.0	5194.1
S_6	12897.9	11948.8	13134.3	12660.3	9118.9	8727.2	9977.6	9274.6
S_7	14986.5	16080.8	16228.8	15765.4	10407.0	10518.1	11380.4	10768.5
S_8	13631.8	14306.0	15106.8	14348.2	10534.3	11374.1	10572.9	10827.1
S_9	13129.7	14547.8	13719.5	13799.0	8582.1	10070.4	10088.6	9580.4
S_{10}	16250.3	14773.6	12456.6	14493.5	10984.5	11537.3	12105.0	11542.3
S_{11}	15916.0	15026.1	13653.7	14865.3	10696.2	10655.2	11184.5	10845.3
S_{12}	12823.9	13444.9	12631.0	12966.6	10375.1	11455.4	11289.1	11039.9
S_{13}	11420.6	15603.1	12584.3	13202.7	10458.1	12625.6	12001.9	11695.2
S_{14}	1033.9	905.6	1055.2	998.2	1361.1	1483.9	1652.4	1499.1

Çizelge 4.22. Araştırma konularının arıtılmış şeker verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
2005	Bloklar	2	2758408.950	1379204.475	1.428	0.258
	Konular	13	772838198.583	59449092.199	61.537**	0.000
	Hata	26	25118002.116	966077.004		
	Genel	42	6018360609.818			
2006	Bloklar	2	9835031.794	4917515.897	12.312**	0.000
	Konular	13	474030470.720	36463882.363	91.296**	0.000
	Hata	26	10384523.111	399404.735		
	Genel	42	3408534741.191			

**P<%1

Deneme konuları arasındaki bu farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi 2005 yılında deneme konuları arasında sekiz farklı grup oluşmuştur. Tam sulanan S_7 konusu birinci grubu oluştururken, sırasıyla yalnızca vejetatif gelişme döneminde, kök

şişirme döneminde ve olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılan S_8, S_9 ve S_{10} konuları ve vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} konusu ikinci grubu, dönem atlamalı konulardan olgunlaşma döneminde sulama yapılmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_4 konusu ve vejetatif dönemde sulama yapılmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_6 konusu ile sırasıyla kök şişirme ve olgunlaşma döneminde %25 su kısıntısı yapılan S_{12} ve S_{13} konuları üçüncü grubu oluşturmuşlardır. Dördüncü, beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci grubu ise sırasıyla, yalnızca kök şişirme dönemi sulama yapılıp diğer dönemlerde sulama yapılmayan S_2 konusu, yalnızca kök şişirme döneminde sulama yapılmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_5 konusu, yalnızca vejetatif gelişme döneminde sulanaıp diğer dönemlerde sulanmayan S_1 konusu, yalnızca olgunlaşma döneminde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_3 konusu ve susuz S_{14} konusu oluşturmuştur.

Çizelge 4.23. Araştırma konularının arıtılmış şeker verimlerine ilişkin Duncan Testi sonuçları

2005				2006			
Konular	Ortalama Arıtılmış Şeker Verimi (kg/ha)	Gruplar		Konular	Ortalama Arıtılmış Şeker Verimi (kg/ha)	Gruplar	
S_7	15765.4	A	I	S_{13}	11695.2	A	I
S_{11}	14865.3	AB	II	S_{10}	11542.3	A	
S_{10}	14493.5	AB		S_{12}	11039.9	AB	II
S_8	14348.2	AB		S_{11}	10845.3	AB	
S_9	13799.0	AB		S_8	10827.1	AB	
S_4	13208.3	BC	III	S_7	10768.5	AB	
S_{13}	13202.7	BC		S_4	10165.2	BC	III
S_{12}	12966.6	BC		S_9	9580.4	C	IV
S_6	12660.3	BC		S_6	9274.6	C	
S_2	10949.5	C	IV	S_2	7206.9	D	V
S_5	8005.8	D	V	S_5	5194.1	E	VI
S_1	5981.4	DC	VI	S_3	3702.2	F	VII
S_3	4797.6	D	VII	S_1	3278.4	F	
S_{14}	998.2	E	VIII	S_{14}	1499.1	G	VIII

Yine Çizelge 4.23'den görüleceği gibi Duncan Testi sonucuna göre 2006 yılında arıtılmış şeker verimlerine göre konular sekiz farklı grup oluşturmuşlardır.

Duncan Testi sonucuna göre; olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} konusu ile olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{10} konusu birinci grubu, kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{12} konusu, vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} konusu, vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_8 konusu ile tanık konu S_7 ikinci grubu, olgunlaşma döneminde hiç su uygulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_4 konusu üçüncü grubu, kök şişirme döneminde %50 kısıntı uygulanıp diğer dönemler tam sulanan S_9 konusu ile vejetatif dönemde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_6 konusu dördüncü grubu, yalnızca kök şişirme döneminde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_2 konusu beşinci grubu, yalnızca kök şişirme döneminde sulanmayıp diğer dönemlerde tam sulanan S_5 konusu altıncı grubu, kök şişirme döneminde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_3 konusu ile vejetatif gelişme döneminde sulanıp diğer dönemlerde sulanmayan S_1 konusu yedinci grubu, susuz S_{14} konusu ise sekizinci grubu oluşturmuştur.

4.4.6 Kök kuru madde oranı

Şeker pancarı kökünün %75'i su, %25'i ise kuru maddeden oluşmaktadır. Kuru maddenin %5 kadarı suda erimeyen, yaklaşık %20'si ise suda eriyebilen katı maddelerden oluşmaktadır. Suda eriyebilen katı madde toplamının %16-18'i şekerdir. Dolayısıyla şeker pancarı kökünde kuru madde miktarının kalite ve şeker miktarı ile doğrudan ilgisi vardır.

Denemenin yürütüldüğü her iki yılda ölçülen kuru madde oranlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.24'te verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi 2005 yılında en yüksek ortalama kuru madde oranı %24.27 yalnız vejetatif gelişme döneminde su uygulanan S_1 konusundan, 2006 yılında ise %26.60 ile hiç su uygulanmayan S_{14} konusundan elde edilmiştir. En az kuru madde oranı ise 2005 yılında sadece olgunlaşma döneminde sulanan S_3 konusundan, 2006 yılında ise yalnızca vejetatif dönemde ve olgunlaşma döneminde sulanan S_5 konusundan elde edilmiştir. Bu oranlar şeker oranları ile karşılaştırıldığında bezerlikler gösterdiği anlaşılmaktadır.

Deneme konuları arasında oluşan farklılığı belirleyebilmek amacıyla varyans analizi ve Duncan Testi yapılmış, sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.26'da verilmiştir. Çizelge 4.25'de görüleceği gibi 2005 yılında bloklar arasındaki fark önemsiz çıkarken, konular arasında farklar %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. 2006 yılında ise bloklar arasındaki fark %5 seviyesinde, konular arasındaki farklar ise %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Araştırma konularına ilişkin kuru madde oranları (%)

Konular	2005				2006			
	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama	I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama
S_1	24.78	23.63	24.39	24.27	25.65	26.71	23.59	25.32
S_2	24.09	23.25	23.92	23.75	18.53	24.44	23.69	22.22
S_3	19.55	20.41	21.07	20.34	18.75	20.66	21.13	20.18
S_4	22.67	23.05	23.98	23.23	24.23	24.61	24.29	24.38
S_5	20.04	20.15	22.94	21.04	18.95	19.29	20.03	19.42
S_6	21.91	20.47	20.30	20.89	20.51	21.21	22.58	21.43
S_7	21.91	21.90	22.35	22.05	20.20	20.45	22.12	20.92
S_8	22.31	22.20	22.15	22.22	20.80	21.67	22.25	21.57
S_9	22.67	22.27	22.44	22.46	21.66	21.97	22.39	22.01
S_{10}	23.16	23.04	20.11	22.10	22.29	22.47	22.95	22.57
S_{11}	22.17	21.76	21.18	21.70	21.74	22.31	22.47	22.17
S_{12}	20.55	21.53	21.69	21.26	21.64	22.77	21.84	22.08
S_{13}	20.37	23.20	21.15	21.57	22.58	24.72	21.67	22.99
S_{14}	22.28	22.35	22.4	22.34	26.10	27.02	26.67	26.60

Çizelge 4.25. Araştırma konularının kuru madde oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Yıl	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
2005	Bloklar	2	0.093	0.046	0.055	0.946
	Konular	13	47.162	3.628	4.336**	0.001
	Hata	26	21.754	0.837		
	Genel	42	20561.901			
2006	Bloklar	2	11.474	5.737	4.898*	0.016
	Konular	13	144.972	11.152	9.520**	0.000
	Hata	26	30.455	1.171		
	Genel	42	21296.678			

*:P<%5 **P<%1

Deneme konuları arasında farkları belirleyebilmek için yapılan Duncan Testine göre Çizelge 4.26'dan görüleceği gibi 2005 yılında kuru madde oranlarına göre konular yedi farklı grup oluşturmuşlardır. Birinci, ikinci ve üçüncü grubu sırasıyla yalnız vejetatif gelişme döneminde sulanan S_1 konusu, yalnız kök şişirme döneminde sulanan S_2 konusu ve yalnız olgunlaşma döneminde sulanmayan S_4 konusu oluşturmuştur. Sırasıyla sadece vejetatif gelişme döneminde, kök şişirme döneminde ve olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılan S_8, S_9 ve S_{10} konuları ile tam sulanan S_7 konusu ve sulanmayan S_{14} konusu dördüncü gruba dahil olmuş, sırasıyla vejetatif gelişme döneminde ve olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılan S_{11} ve S_{13} konuları beşinci grubu oluşturmuştur. Altıncı grubu ise dönem atlamalı konulardan kök şişirme döneminde sulanmayan S_5, vejetatif gelişme döneminde sulanmayan S_6 ve kök şişirme döneminde %25 kısıntı uygulanan S_{12} konusu oluşturmuştur. Yalnız olgunlaşma döneminde sulanan S_3 konusu ise yedinci grubu oluşturmuştur.

Çizelge 4.26. Araştırma konularının kuru madde oranlarına ilişkin Duncan Testi sonuçları

2005				2006			
Konular	Ortalama Kuru Madde Oranı (%)	Gruplar		Konular	Ortalama Kuru Madde Oranı (%)	Gruplar	
S_1	24.27	A	I	S_{14}	26.60	A	I
S_2	23.75	AB	II	S_1	25.32	AB	II
S_4	23.23	ABC	III	S_4	24.38	ABC	III
S_9	22.46	ABCD	IV	S_{13}	22.99	BCD	IV
S_{14}	22.34	ABCD		S_{10}	22.57	CD	V
S_8	22.22	ABCD		S_2	22.22	CDE	VI
S_{10}	22.10	ABCD		S_{11}	22.17	CDE	
S_7	22.05	ABCD		S_{12}	22.08	CDE	
S_{11}	21.70	BCD	V	S_9	22.01	CDE	
S_{13}	21.57	BCD		S_8	21.57	CD	VII
S_{12}	21.26	CD	VI	S_6	21.43	CD	
S_5	21.04	CD		S_7	20.92	CD	
S_6	20.89	CD		S_3	20.18	CD	
S_3	20.34	D	VII	S_5	19.42	D	VII

Yine aynı çizelgeden görüleceği üzere 2006 yılında sekiz grup oluşmuştur. Birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci grubu sırasıyla susuz S_{14} konusu, sadece vejetatif dönemde sulanan S_1 konusu, olgunlaşma döneminde sulanmayan S_4 konusu, yalnızca olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılan S_{13} konusu ve olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılan S_{10} konusu oluştururken, sadece kök şişirme döneminde sulanan S_2 konusu, sırasıyla vejetatif gelişme döneminde ve kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılan S_{11} ve S_{10} konuları ile kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılan S_9 konusu altıncı grubu oluşturmuştur. Yedinci gruba ise vejetatif gelişme döneminde sulanmayan S_6, tam sulanan S_7 ve vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı uygulanan S_8 ile yalnızca kök şişirme döneminde sulanan S_3 konusu dahil olmuştur. Yalnızca kök şişirme döneminde sulanmayan S_5 konusu ise sekizinci grubu oluşturmuştur.

4.5 Sulama Suyu Miktarı – Verim İlişkileri

4.5.1 Sulama suyu miktarı - kök verimi ilişkileri

Araştırma konularına 2005 ve 2006 yıllarında uygulanan sulama suyu miktarları ve konulardan elde edilen ortalama kök verimleri Çizelge 4.27'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi 2005 ve 2006 yılarında en fazla sulanan konu tam sulanan S_7 konusu olmuş ve bu konuya yıllara göre sırasıyla 1123 mm ile 912 mm su verilmiştir. Ortalama kök verimlerine baktığımızda 2005 ve 2006 yıllarında en yüksek verimin tam sulanan S_7 konusunda sırasıyla 91604.9 kg/ha ile 67963.0 kg/ha olduğu görülmektedir. En az sulama suyu ve en az kök verimi ise 2005 ve 2006 yılında susuz S_{14} konusundan sırasıyla 103 mm, 6111.1 kg/ha ve 70.0 mm, 7963.0 kg/ha olmuştur.

Bu çalışmada, uygulanan sulama suyu miktarları ve elde edilen verimler bölgede daha önce yapılmış çalışmalarla da benzerlik göstermektedir. Nitekim Ertaş

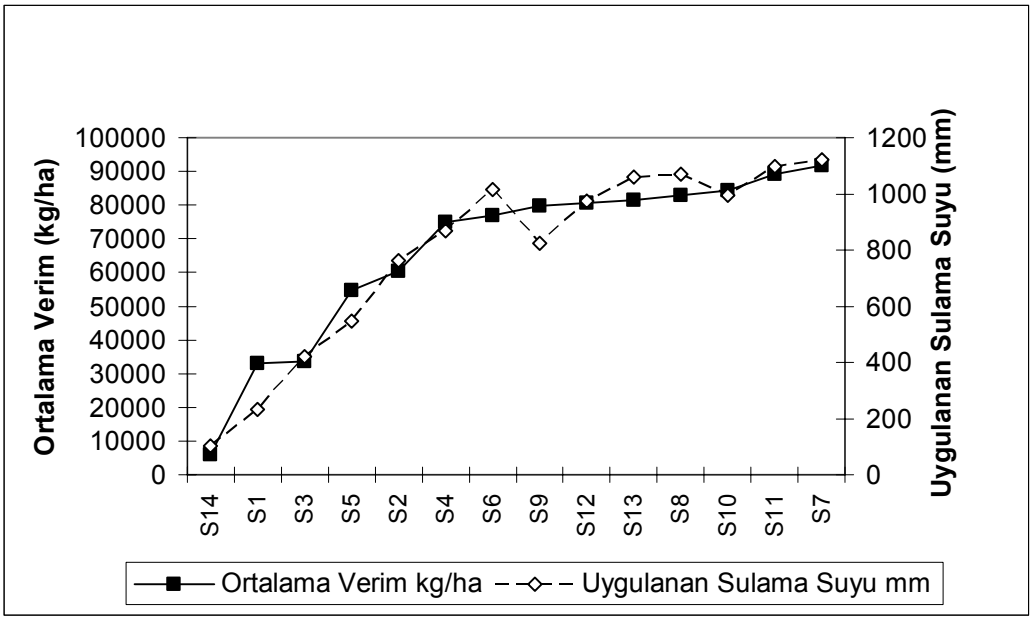
(1984)'ın yaptığı denemelerde 650 mm – 1300 mm arasında sulama suyu uygulanmış ve 1108 – 7440 kg/da arasında verimler elde edilmiştir.

Ülkemizde yapılan çeşitli çalışmalarda da benzer kök verimleri alınmıştır. (Madanoğlu, 1977; Günbatılı, 1978; Güngör ve Öğretir, 1980, Okman, 1981; Kodal, 1994, Uçan ve Gençoğlan, 2003)

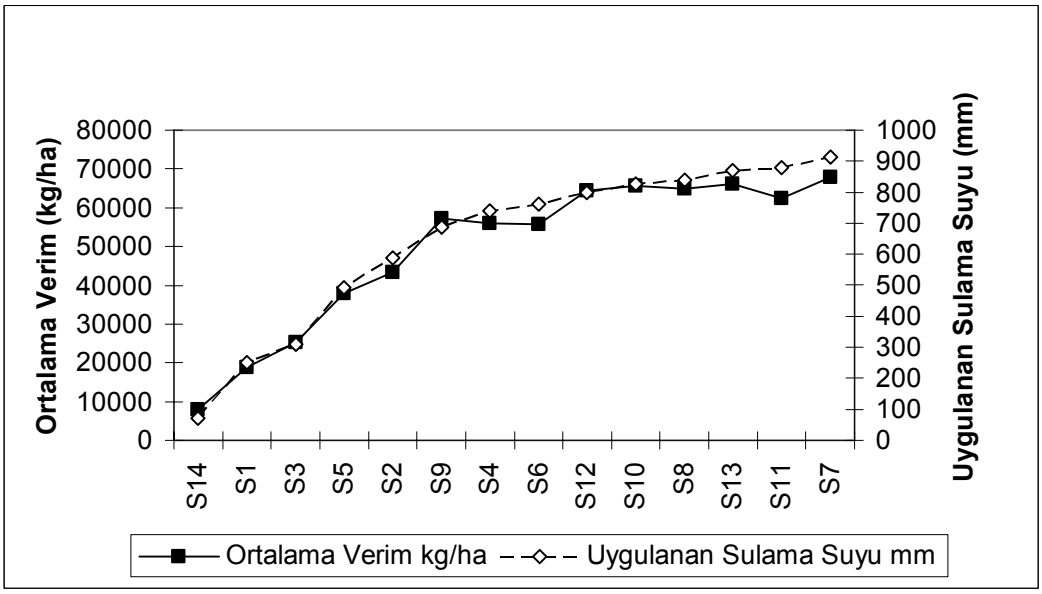
Çizelge 4.27. Araştırma yıllarına ait uygulanan sulama suyu ve ortalama kök verimi miktarları

Konular	2005		2006	
	Uygulanan Sulama Suyu (mm)	Ortalama Kök Verimi (kg/ha)	Uygulanan Sulama Suyu (mm)	Ortalama Kök Verimi (kg/ha)
S_1	232	33086.4	267	18827.2
S_2	763	60432.1	604	43395.1
S_3	419	33642.0	325	25376.5
S_4	869	74938.3	754	56049.4
S_5	548	54753.1	507	37777.8
S_6	1017	76913.6	777	55679.0
S_7(Tanık)	1123	91604.9	927	67963.0
S_8	1070	82839.5	853	65000.0
S_9	825	79876.5	703	57284.0
S_{10}	996	84382.7	841	65679.0
S_{11}	1099	89074.1	894	62530.9
S_{12}	974	80740.7	814	64444.4
S_{13}	1059	81543.2	885	66111.1
S_{14}	104	6111.1	80	7963.0

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de sırasıyla 2005 ve 2006 yıllarında uygulanan sulama suyu miktarları ile ortalama verim arasındaki ilişkiler grafik şeklinde gösterilmiştir. Her iki şekilden de görüleceği gibi, konulara uygulanan sulama suyu miktarları arttıkça belirli bir noktaya kadar verim de artmış, ancak belirli bir noktadan sonra sulama suyundaki artışa oranla verimdeki artış genellikle aynı seviyelerde yatay bir seyir izlemiştir.



Şekil 4.1. 2005 yılında uygulanan sulama suyu ve ortalama kök verim miktarları arasındaki ilişki



Şekil 4.2. 2006 yılında uygulanan sulama suyu ve ortalama kök verim miktarları arasındaki ilişki

Uygulanan sulama suyu miktarındaki azalışa karşılık ortalama kök verimindeki azalış arasındaki ilişki 2005 yılı için Çizelge 4.28'de verilmiştir. Çizelge

incelendiğinde ortalama kök veriminin %100 olduğu tanık konuya (S_7) uygulanan sulama suyunun %97.8'inin uygulandığı S_{11} konusunda %2.8 ile en düşük ortalama kök verim azalışının olduğu, yine S_7 konusuna uygulanan suyun %9.3'ünün uygulandığı S_{14} konusunda %93.3 ile en yüksek ortalama kök verim azalışının olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.28. 2005 yılında uygulanan sulama suyu miktarı ile ortalama kök verimi arasındaki ilişkiler

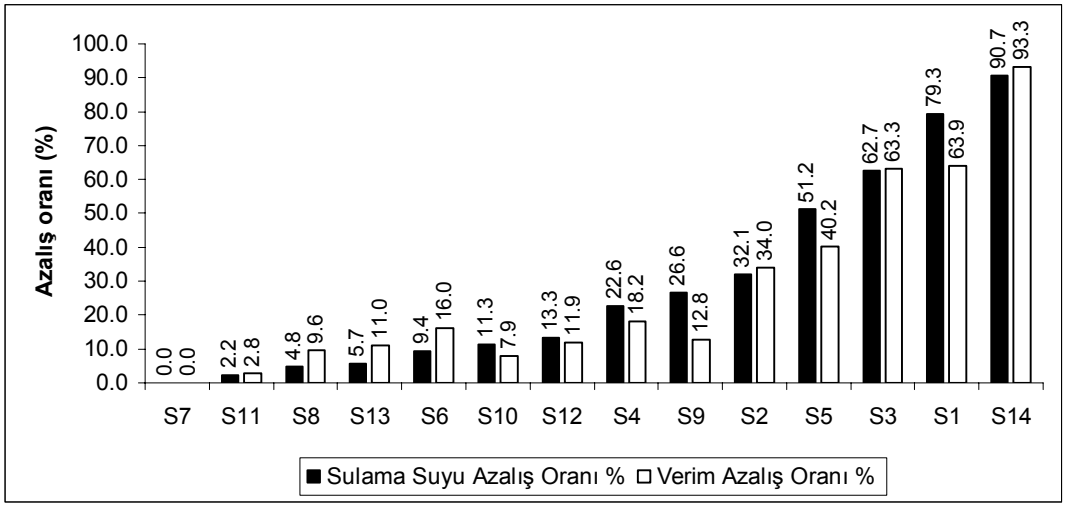
Konular	Sulama Suyu (mm)	Sulama Suyu Oranı (%)	Sulama Suyu Azalışı (%)	Kök Verimi (kg/ha)	Kök Verimi Oranı (%)	Kök Verimi Azalışı (%)
S_1	232	20.7	79.3	33086	36.1	63.9
S_2	763	67.9	32.1	60432	66.0	34.0
S_3	419	37.3	62.7	33642	36.7	63.3
S_4	869	77.4	22.6	74938	81.8	18.2
S_5	548	48.8	51.2	54753	59.8	40.2
S_6	1017	90.6	9.4	76914	84.0	16.0
S_7(Tanık)	1123	100.0	0.0	91605	100.0	0.0
S_8	1070	95.2	4.8	82840	90.4	9.6
S_9	825	73.4	26.6	79877	87.2	12.8
S_{10}	996	88.7	11.3	84383	92.1	7.9
S_{11}	1099	97.8	2.2	89074	97.2	2.8
S_{12}	974	86.7	13.3	80741	88.1	11.9
S_{13}	1059	94.3	5.7	81543	89.0	11.0
S_{14}	104	9.3	90.7	6111	6.7	93.3

Şekil 4.3'te 2005 yılında sulama suyu azalış oranlarına karşılık, ortalama kök verimindeki azalış oranları grafik şeklinde gösterilmiştir. Grafikten de görüleceği gibi sulama suyu azalış oranı arttıkça, verim azalış oranı da artmıştır.

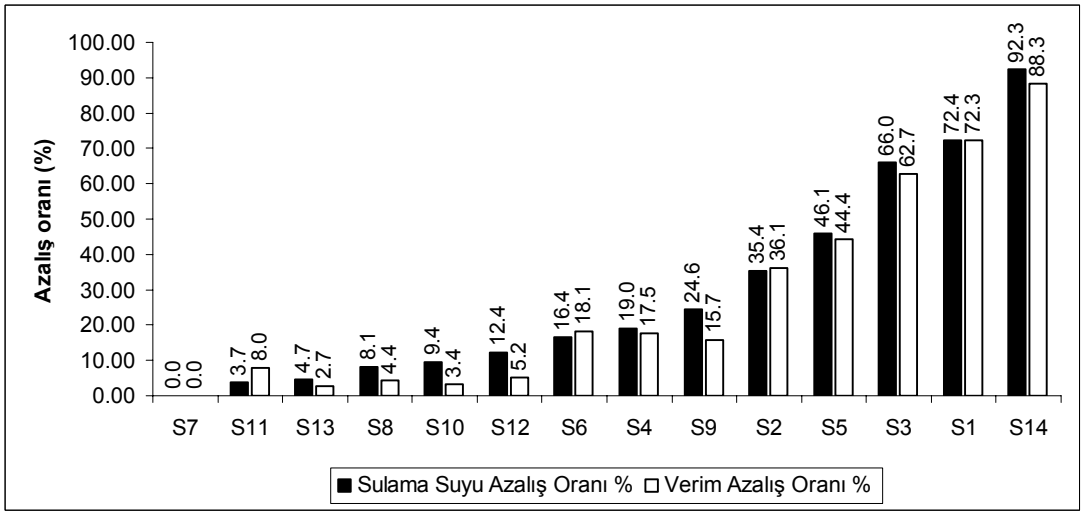
Çizelge 4.29'da 2006 yılında uygulanan sulama suyu miktarındaki azalışa karşılık ortalama kök verimindeki azalış arasındaki ilişkiler verilmiştir. Çizelge incelendiğinde ortalama kök veriminin %100 olduğu S_7 konusuna uygulanan suyun %95.3'ünün uygulandığı S_{13} konusunda %2.7 ile en düşük ortalama kök verim

azalışının olduğu, yine S_7 konusuna uygulanan suyun %7.7'sinin uygulandığı S_{14} konusunda %88.3 ile en yüksek ortalama kök verim azalışının olduğu görülmektedir.

Şekil 4.4'de 2006 yılında sulama suyu azalış oranlarına karşılık, ortalama verimdeki azalış oranları grafik şeklinde gösterilmiştir. Grafikten de görüleceği gibi sulama suyu azalış oranı arttıkça, verim azalış oranı da artmıştır.



Şekil 4.3. 2005 yılı sulama suyu azalış oranının kök verimi azalış oranına etkisi



Şekil 4.4. 2006 yılı sulama suyu azalış oranının kök verimi azalış oranına etkisi

Çizelge 4.29. 2006 yılı uygulanan sulama suyu ve ortalama kök verimi arasındaki ilişkiler

Konular	Sulama Suyu (mm)	Sulama Suyu Oranı (%)	Sulama Suyu Azalışı (%)	Kök Verimi (kg/ha)	Kök Verimi Oranı (%)	Kök Verimi Azalışı (%)
S_1	252	27.6	72.4	18827	27.7	72.3
S_2	589	64.6	35.4	43395	63.9	36.1
S_3	310	34.0	66.0	25377	37.3	62.7
S_4	739	81.0	19.0	56049	82.5	17.5
S_5	492	53.9	46.1	37778	55.6	44.4
S_6	762	83.6	16.4	55679	81.9	18.1
S_7 (Tanık)	912	100.0	0.0	67963	100.0	0.0
S_8	838	91.9	8.1	65000	95.6	4.4
S_9	688	75.4	24.6	57284	84.3	15.7
S_{10}	826	90.6	9.4	65679	96.6	3.4
S_{11}	879	96.3	3.7	62531	92.0	8.0
S_{12}	799	87.6	12.4	64444	94.8	5.2
S_{13}	870	95.3	4.7	66111	97.3	2.7
S_{14}	70	7.7	92.3	7963	11.7	88.3

Sulama suyu azalış oranları ve kök verimi azalış oranları konulara göre değerlendirildiğinde, dönem atlamalı konulardan yalnız vejetatif gelişme döneminde (S_1), yalnız kök şişirme döneminde (S_2) ve yalnız olgunlaşma döneminde (S_3) sulanan konular tanık konu (S_7) ile karşılaştırıldığında, S_1 konusunda 2005 yılında %79.3 su kısıtına karşılık verimde %63.9 azalma olduğu 2006 yılında ise %72.4 su kısıtı sağlanmasına karşın verimde %72.3 azalma olduğu görülmektedir. S_2 konusunda 2005 yılında %31.1 su kısıtı sağlanmasına karşın verimde %34.0 azalma olduğu, 2006 yılında ise %35.4 su kısıtı sağlanmasına karşın %36.1 verim azalması olduğu bulunmuştur. S_3 konusunda ise 2005 yılında %62.7 oranında su kısıtı sağlanırken verim %63.3 oranında düşmüş, 2006 yılında %66.0 oranında su kısıtı sağlanırken verim %62.7 oranında düşmüştür. Bu üç konu kendi aralarında değerlendirildiğinde kök şişirme döneminde sulanan S_2 konusunda tam sulanan S_7 konusuna göre 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla %34.0 ve %42.5 ile en az verim azalışının olduğu, buna karşılık bu konuda S_7 konusuna göre sırasıyla %32.1 ve %34.8 su kısıtı sağlandığı, yalnızca vejetatif gelişme döneminde sulanan S_1 konusu

ile yalnızca olgunlaşma döneminde sulanan S_3 konusu karşılıştırıldığında S_1 konusunda daha fazla su kısıtı sağlandığı ancak buna karşılık ortalama kök verimindeki azalmanın S_1 konusunda daha fazla olduğu bulunmuştur. Buna göre; kısıtlı su varlığı koşullarında yalnızca kök şişirme döneminde yapılan sulamanın en az ortalama kök verimi kaybına sebep olacağı ancak bu dönemde yapılacak kısıntı ile yalnızca vejetatif dönemde veya olgunlaşma döneminde yapılacak su kısıntısına göre daha az su tasarruf edileceği, daha fazla su tasarrufu gerekiyorsa şeker pancarının olgunlaşma döneminde veya vejetatif gelişme döneminde sulama yapılmasının gerektiği ve yalnız olgunlaşma döneminde sulanmasının yalnız vejetatif döneminde sulanmasıyla karşılaştırıldığında daha az verim düşüşüne sebep olduğu söylenebilir.

Yine dönem atlamalı konulardan, olgunlaşma döneminde sulanmayan (S_4), kök şişirme döneminde sulanmayan (S_5) ve vejetatif gelişme döneminde sulanmayan (S_6) konular değerlendirildiğinde, tanık konuya göre S_4 konusunda 2005 yılında %22.6 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %18.2 oranında azalış, 2006 yılında ise %19.0 oranında bir su kısıtı sağlanırken %17.5 oranında verim azalışı olmuştur. S_5 konusunda 2005 yılında %51.2 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %40.2 oranında azalış, 2006 yılında ise %46.1 oranında su kısıtı sağlanırken %44.4 oranında verim azalışı olmuştur. S_6 konusunda ise 2005 yılında %9.4 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %16.0 oranında azalış, 2006 yılında ise %16.4 oranında bir su kısıtı sağlanırken %18.1 oranında verim azalışı olmuştur. S_7 konusuna göre en yüksek ortalama kök verimi kaybının 2005 ve 2006 yıllarında kök şişirme döneminde sulanmayan S_5 konusunda sırasıyla %40.2 ve %44.4 ile oluştuğu, buna karşılık bu konuda S_7 konusuna göre sulama suyundan sırasıyla %51.2 ile %46.1 tasarruf edildiği, S_7 konusuna göre en az verim kaybının 2005 yılında %16.0 ile vejetatif gelişme döneminde sulanmayan S_6 konusundan, 2006 yılında ise %17.5 ile olgunlaşma döneminde sulanmayan S_4 konusundan elde edildiği bulunmuştur.

Yalnızca bir dönemde %50 kısıntı yapılan konulardan vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_8 konusu, kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_9 konusu, olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{10} konusu dikkate alındığında, tanık konuya göre S_8 konusunda 2005 yılında %4.8 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %9.6 oranında azalış olduğu, 2006 yılında %8.1'lik bir su kısıtı

sağlanırken verimde %4.4 oranında bir azalış olduğu, S_9 konusunda ise 2005 yılında %26.6'lık bir su kısıtı sağlanırken verimde %12.8 oranında azalış olduğu 2006 yılında ise %24.6 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %15.7 oranında azalış olduğu, S_{10} konusunda ies 2005 yılında %11.3 oranında su kısıtı sağlanırken %7.9 oranında verim azalışı olduğu, 2006 yılında ise %9.4 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %3.4 oranında bir azalış olduğu bulunmuştur. 2005 ve 2006 yılları birlikte değerlendirildiğinde S_7 konusuna göre en yüksek ortalama kök verimi azalışının kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılan S_9 konusunda sırasıyla %12.8 ve %15.7 oranında olduğu, buna karşılık bu konuda sırasıyla %26.6 ve %24.2 ile S_7 konusuna göre en fazla su kısıtının sağlandığı, vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılan S_8 konusu, olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılan S_{10} konusu ile karşılaştırıldığında, S_8 konusunda yapılan kısıtın ortalama kök verimini daha fazla düşürdüğü buna karşılık S_{10} konusunda yapılan kısıntının daha fazla su kısıtı sağladığı bulunmuştur.

Yalnızca bir dönemde %25 kısıntı yapılan konulardan; vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} konusu, kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{12} konusu, olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} konusu dikkate alındığında, tanık konuya göre S_{11} konusunda 2005 yılında %2.2 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %2.8 oranında azalış olduğu, 2006 yılında %3.7'lik bir su kısıtı sağlanırken verimde %8.0 oranında bir azalış olduğu, S_{12} konusunda ise 2005 yılında %13.3'lük bir su kısıtı sağlanırken verimde %11.9 oranında azalış olduğu 2006 yılında ise %12.4 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %5.2 oranında azalış olduğu, S_{13} konusunda ise 2005 yılında %5.7 oranında su kısıtı sağlanırken %11.0 oranında verim azalışı olduğu, 2006 yılında ise %4.7 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %2.7 oranında bir azalış olduğu bulunmuştur.

Bütün konular birlikte değerlendirildiğinde genel olarak kök şişirme döneminde yapılan kısıntının daha fazla su kısıtı sağladığı, buna karşılık ortalama kök veriminde daha fazla bir düşüşe sebep olduğu söylenebilir.

4.5.2 Sulama suyu miktarı – şeker verimi ilişkileri

Araştırma konularına 2005 ve 2006 yıllarında uygulanan sulama suyu miktarları ve konulardan elde edilen ortalama şeker verimleri Çizelge 4.30'da verilmiştir.

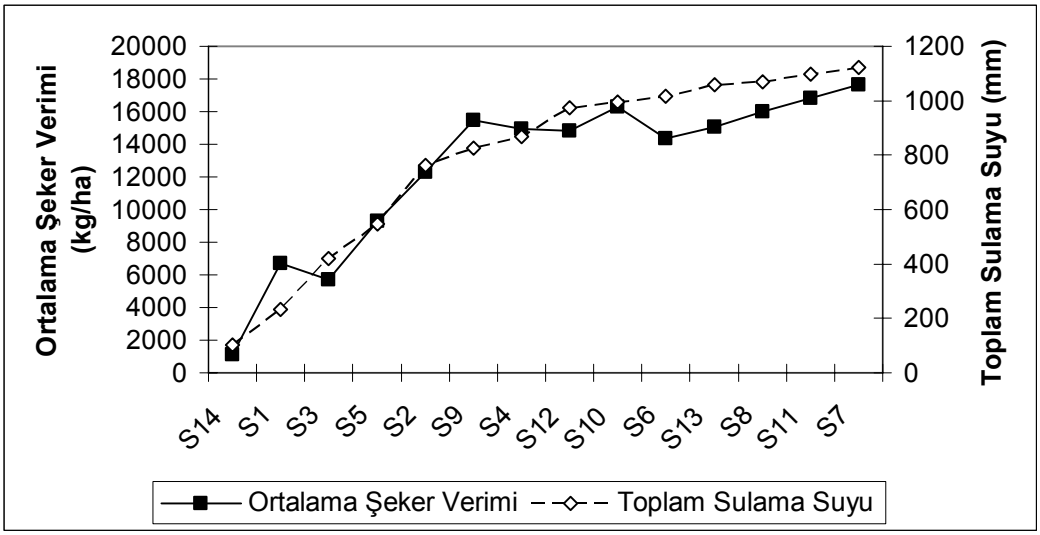
Çizelge 4.30'a göre 2005 yılında en yüksek ortalama şeker verimi en fazla sulama suyunun uygulandığı S_7 konusundan 17633.3 kg/ha ile elde edilmiştir. 2006 yılında ise en yüksek ortalama şeker verimi 13329.7 kg/ha ile yalnızca olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılan S_{13} konusundan elde edilmiştir. Ortalama kök verimleri dikkate alındığında her iki yılda da en yüksek verimin S_7 konusundan elde edildiği görülmektedir. Dolayısı ile 2006 yılında ortalama şeker veriminin S_{13} konusundan fazla alınmasının sebebi bu konuda şeker oranın yüksek olmasıdır.

2005 ve 2006 yılında en düşük ortalama şeker verimi ise susuz konudan (S_{14}), sırasıyla 1110.2 ve 1777.1 kg/ha olarak elde edilmiştir.

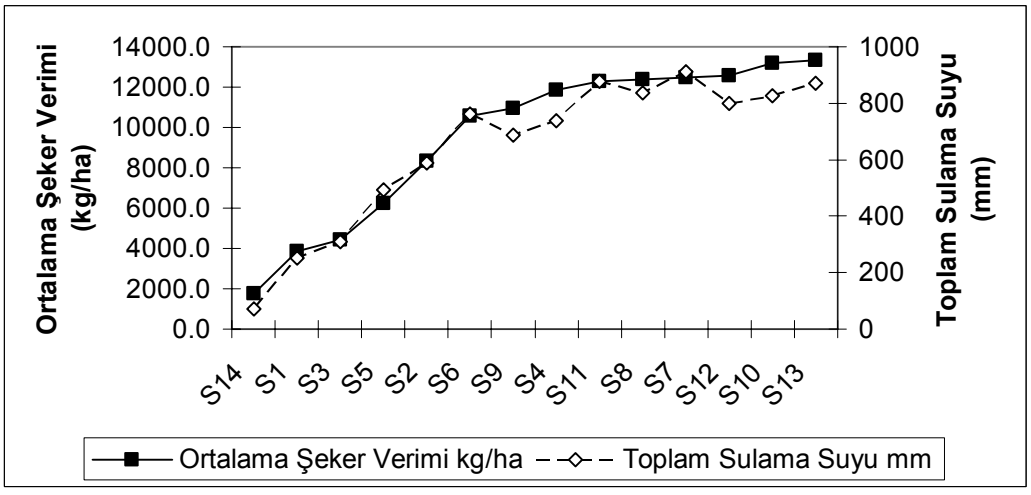
Çizelge 4.30. Araştırma yıllarına ait uygulanan sulama suyu miktarı ve ortalama şeker verimi miktarları

Konular	2005		2006	
	Uygulanan Sulama Suyu (mm)	Ortalama Şeker Verimi (kg/ha)	Uygulanan Sulama Suyu (mm)	Ortalama Şeker Verimi (kg/ha)
S_1	232	6676.9	252	3853.2
S_2	763	12321.5	589	8319.6
S_3	419	5677.1	310	4416.6
S_4	869	14924.6	739	11861.5
S_5	548	9268.1	492	6215.6
S_6	1017	14361.6	762	10568.3
S_7(Tanık)	1123	17633.3	912	12469.5
S_8	1070	16001.0	838	12365.1
S_9	825	15441.5	688	10971.6
S_{10}	996	16280.3	826	13170.7
S_{11}	1099	16808.4	879	12282.6
S_{12}	974	14825.9	799	12568.7
S_{13}	1059	15037.7	870	13329.7
S_{14}	104	1110.2	70	1777.1

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da toplam sulama suyu ile ortalama şeker verimi arasındaki ilişkiler verilmiştir. Her iki şekildende görüleceği gibi sulama suyu miktarı arttıkça kök verimine bağlı olarak şeker veriminde de bir artış gözlenmiştir.



Şekil 4.5. 2005 yılı uygulanan sulama suyu miktarı ve ortalama şeker verimi arasındaki ilişki



Şekil 4.6. 2006 yılı uygulanan sulama suyu miktarı ve ortalama şeker verimi arasındaki ilişki

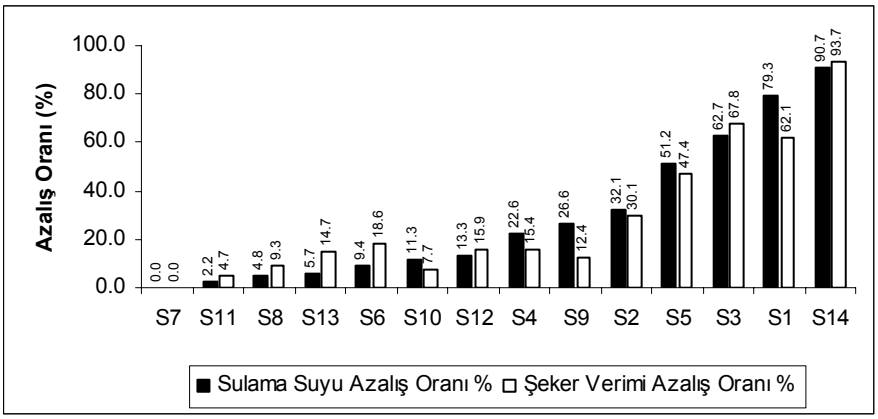
Çizelge 4.31'de 2005 yılında uygulanan sulama suyu miktarındaki azalışa karşılık ortalama şeker verimindeki azalış arasındaki ilişkiler verilmiştir. Çizelge incelendiğinde şeker veriminin %100 olduğu S_7 konusuna uygulanan sulama

suyunun %97.8 inin uygulandığı S_{11} konusunda %4.7 ile en düşük şeker verim azalış oranını olduğu, yine S_7 konusuna uygulanan suyun %9.3'ünün uygulandığı S_{14} konusunda %93.7 ile en yüksek şeker verimi azalış oranının olduğu görülmektedir.

Şekil 4.7'de sulama suyu azalış oranlarına karşılık, ortalama şeker verimindeki azalış oranları grafik şeklinde gösterilmiştir. Grafikten de görüleceği gibi sulama suyu azalış oranı arttıkça, verim azalış oranı da artmıştır.

Çizelge 4.31. 2005 yılında uygulanan sulama suyu miktarı ve ortalama şeker verimi arasındaki ilişkiler

Konular	Sulama Suyu (mm)	Sulama Suyu Oranı (%)	Sulama Suyu Azalışı (%)	Şeker Verimi (kg/ha)	Şeker Verim Oranı (%)	Şeker Verimi Azalışı (%)
S_1	232	20.7	79.3	6676.9	37.9	62.1
S_2	763	67.9	32.1	12321.5	69.9	30.1
S_3	419	37.3	62.7	5677.1	32.2	67.8
S_4	869	77.4	22.6	14924.6	84.6	15.4
S_5	548	48.8	51.2	9268.1	52.6	47.4
S_6	1017	90.6	9.4	14361.6	81.4	18.6
S_7(Tanık)	1123	100.0	0.0	17633.3	100.0	0.0
S_8	1070	95.2	4.8	16001.0	90.7	9.3
S_9	825	73.4	26.6	15441.5	87.6	12.4
S_{10}	996	88.7	11.3	16280.3	92.3	7.7
S_{11}	1099	97.8	2.2	16808.4	95.3	4.7
S_{12}	974	86.7	13.3	14825.9	84.1	15.9
S_{13}	1059	94.3	5.7	15037.7	85.3	14.7
S_{14}	104	9.3	90.7	1110.2	6.3	93.7

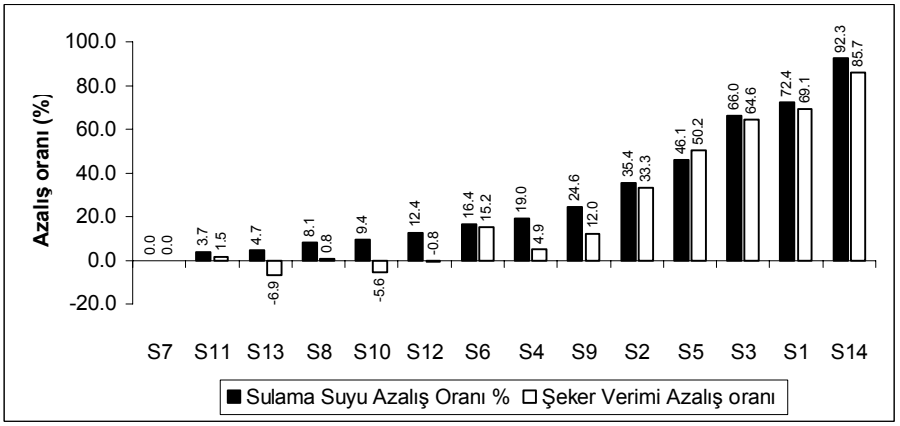


Şekil 4.7. 2005 yılında sulama suyu azalış oranının şeker verimi azalış oranına etkisi

Çizelge 4.32'de 2006 yılında uygulanan sulama suyu miktarındaki azalışa karşılık ortalama şeker verimindeki azalış arasındaki ilişkiler verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tam sulanan S_7 konusuna göre uygulanan suyun %95.3'ünün uygulandığı S_{13} konusundan S_7 konusuna göre %6.9, %90.6'sının uygulandığı S_{10} konusunda %5.6 ve %87.6'sının uygulandığı S_{12} konusunda %0.8 daha fazla verim alınmıştır.

En yüksek ortalama şeker verimi azalış oranı ise %85.7 ile S_7 konusuna uygulanan suyun %7.7'sinin uygulandığı susuz S_{14} konusunda gerçekleşmiştir.

Şekil 4.8'de sulama suyu azalış oranlarına karşılık, ortalama şeker verimindeki azalış oranları grafik şeklinde gösterilmiştir. Grafikten de görüleceği gibi sulama suyu azalış oranı arttıkça, ortalama şeker verimi azalış oranı da artmıştır



Şekil 4.8. 2006 yılında sulama suyu azalış oranının şeker verimi azalış oranına etkisi

Çizelge 4.32. 2006 yılı uygulanan sulama suyu ve ortalama şeker verimi arasındaki ilişkiler

Konular	Sulama Suyu (mm)	Sulama Suyu (%)	Sulama Suyu Azalışı (%)	Şeker Verimi (kg/ha)	Şeker Verim Oranı (%)	Şeker Verimi Azalışı (%)
S_1	252	27.6	72.4	3853.2	30.9	69.1
S_2	589	64.6	35.4	8319.6	66.7	33.3
S_3	310	34.0	66.0	4416.6	35.4	64.6
S_4	739	81.0	19.0	11861.5	95.1	4.9
S_5	492	53.9	46.1	6215.6	49.8	50.2
S_6	762	83.6	16.4	10568.3	84.8	15.2
S_7(Tanık)	912	100.0	0.0	12469.5	100.0	0.0
S_8	838	91.9	8.1	12365.1	99.2	0.8
S_9	688	75.4	24.6	10971.6	88.0	12.0
S_{10}	826	90.6	9.4	13170.7	105.6	-5.6
S_{11}	879	96.3	3.7	12282.6	98.5	1.5
S_{12}	799	87.6	12.4	12568.7	100.8	-0.8
S_{13}	870	95.3	4.7	13329.7	106.9	-6.9
S_{14}	70	7.7	92.3	1777.1	14.3	85.7

Sulama suyu azalış oranları ve şeker verim azalış oranları konulara göre değerlendirildiğinde, dönem atlamalı konulardan yalnız vejetatif gelişme döneminde(S_1), yalnız kök şişirme döneminde (S_2) ve yalnız olgunlaşma döneminde (S_3) sulanan konular tanık konu (S_7) ile karşılaştırıldığında, S_1 konusunda 2005 yılında %79.3 su kısıtı sağlanmasına karşın şeker veriminde %62.1 oranında azalma olduğu 2006 yılında ise %72.4 su kısıtı sağlanmasına karşın şeker veriminde %69.1 oranında azalma olduğu görülmektedir. S_2 konusunda 2005 yılında %32.1 su kısıtı sağlanmasına karşın şeker veriminde %30.1 azalma olduğu, 2006 yılında ise %35.4 su kısıtı sağlanmasına karşın %33.3 oranında şeker verimi azalması olduğu bulunmuştur. S_3 konusunda ise 2005 yılında %62.7 oranında su kısıtı sağlanırken verim %67.8 oranında düşmüş, 2006 yılında %66.0 oranında su kısıtı sağlanırken şeker verimi %64.6 oranında düşmüştür. Yalnızca bir dönemde sulanan dönem atlamalı konular birlikte değerlendirildiğinde yalnızca kök şişirme döneminde sulanan S_2 konusunda S_7 konusuna göre 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla %30.1 ve %33.3 ile en az şeker verimi azalışının olduğu, buna karşılık bu konuda sırasıyla S_7

konusuna göre %32.1 ve %35.4 su kısıtı sağlandığı bulunmuştur. 2005 ve 2006 yılında bu konularda en fazla su kısıtı her iki yılda da sırasıyla S_7 konusuna göre %79.3 ve %72.4 ile yalnızca vejetatif dönemde sulanan S_1 konusundan elde edilmiştir. S_7 konusuna göre en az şeker verimi azalışı ise 2005 yılında %62.1 ile S_1 konusundan 2006 yılında ise %64.6 ile S_3 konusunda olmuştur.

Dönem atlamalı konulardan olgunlaşma döneminde sulanmayan (S_4), kök şişirme döneminde sulanmayan (S_5) ve vejetatif gelişme döneminde sulanmayan (S_6) konular değerlendirildiğinde, tanık konuya göre S_4 konusunda 2005 yılında %22.6 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %15.4 oranında azalış, 2006 yılında ise %19.0 oranında bir su kısıtı sağlanırken %9.4 oranında şeker verimi azalışı olmuştur. S_5 konusunda 2005 yılında %51.2 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %47.4 oranında azalış, 2006 yılında ise %46.1 oranında su kısıtı sağlanırken %50.2 oranında şeker verimi azalışı olmuştur. S_6 konusunda ise 2005 yılında %9.4 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %18.6 oranında azalış, 2006 yılında ise %16.4 oranında bir su kısıtı sağlanırken %15.2 oranında verim azalışı olmuştur. Yalnızca bir dönemde sulanmayan konular birlikte değerlendirildiğinde S_7 tanık konusuna göre en yüksek şeker verim kaybının 2005 ve 2006 yıllarında kök şişirme döneminde sulanmayan S_5 konusunda sırasıyla %47.4 ve %50.2 ile oluştuğu, buna karşılık bu dönemde sulama yapılmamasının 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla S_7 konusuna göre %51.2 ve %46.1 oranında en yüksek su kısıtı sağladığı bulunmuştur. S_7 konusuna göre en az şeker verimi kaybı ise her iki sene için olgunlaşma döneminde sulanmayan S_4 konusundan sırasıyla %15.4 ve %4.9 ile elde edildiği, S_4 konusu yalnız vejetatif gelişme döneminde sulanmayan S_6 konusu ile karşılaştırıldığında S_4 konusunda daha fazla sulama suyu kısıtı sağlandığı buna karşılık daha az şeker verimi azalması olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kısıtlı su koşulları altında yalnızca bir dönemde sulama yapılmaması istendiğinde, olgunlaşma döneminde yapılmayacak sulamanın daha fazla su kısıtı sağlamasına karşılık şeker veriminde daha az bir düşüş sağlayacağından olgunlaşma döneminde sulama yapılmamasının tercih edilmesi gerektiği söylenebilir.

Yalnızca bir dönemde %50 kısıntı yapılan konulardan vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_8 konusu, kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_9 konusu, olgunlaşma

döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{10} konusu dikkate alındığında, tanık konuya göre S_8 konusunda 2005 yılında %4.8 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %9.3 oranında azalış olduğu, 2006 yılında %8.1'lik bir su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %12.0 oranında bir azalış olduğu, S_9 konusunda ise 2005 yılında %26.6'lık bir su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %12.4 oranında azalış olduğu 2006 yılında ise %24.6 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %5.6 oranında artış olduğu, S_{10} konusunda ise 2005 yılında %11.3 oranında su kısıtı sağlanırken %7.7 oranında şeker verim azalışı olduğu, 2006 yılında ise %9.4 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %1.5 oranında bir azalış olduğu bulunmuştur. Yalnızca bir dönemde %50 kısıntı yapılan konular birlikte değerlendirildiğinde, S_7 konusuna göre en yüksek verim azalışının 2005 yılında %12.4 ile S_9 konusunda, 2006 yılında ise %12.0 ile S_8 konusundan elde edildiği, buna karşılık S_7 konusuna göre en yüksek su kısıtının sırasıyla %26.6 ve %24.6 ile S_9 konusundan sağlandığı bulunmuştur. Yalnız vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılan S_8 konusu ile yalnız olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılan S_{10} konusu karşılaştırıldığında 2005 ve 2006 yıllarında S_7 konusuna göre en fazla su kısıtının sırasıyla %11.3 ve %9.4 ile S_{10} konusundan elde edildiği buna karşılık her iki yılda da S_{10} konusunda S_8 konusuna göre daha az şeker verimi azalışı olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre olgunlaşma döneminde yapılacak olan %50 kısıntının şeker verimi üzerinde olumlu bir etkisinin olacağı söylenebilir. Nitekim Doorenbos ve Kassam, (1979) olgunlaşma döneminde bol sulamanın şeker verimi üzerine ters etki yaptığını bildirmiştir.

Yalnızca bir dönemde %25 kısıntı yapılan konulardan vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} konusu, kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{12} konusu, olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} konusu dikkate alındığında, tanık konuya göre S_{11} konusunda 2005 yılında %2.2 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %4.7 oranında azalış olduğu, 2006 yılında %3.7'lik bir su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %1.5 oranında bir azalış olduğu, S_{12} konusunda ise 2005 yılında %13.3'lük bir su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %15.9 oranında azalış olduğu 2006 yılında ise %12.4 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %0.8 oranında artış olduğu, S_{13} konusunda ise 2005

yılında %5.7 oranında su kısıtı sağlanırken %14.7 oranında şeker verimi azalışı olduğu, 2006 yılında ise %4.7 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %6.9 oranında artış olduğu bulunmuştur.

Yalnızca bir dönemde %25 kısıntı yapılan konular birlikte değerlendirildiğinde en yüksek su kısıtının kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılan S_{12} konusundan 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla %13.3 ve %12.4 ile sağlandığı bulunmuştur.

4.5.3 Sulama suyu miktarı – arıtılmış şeker verimi ilişkisi

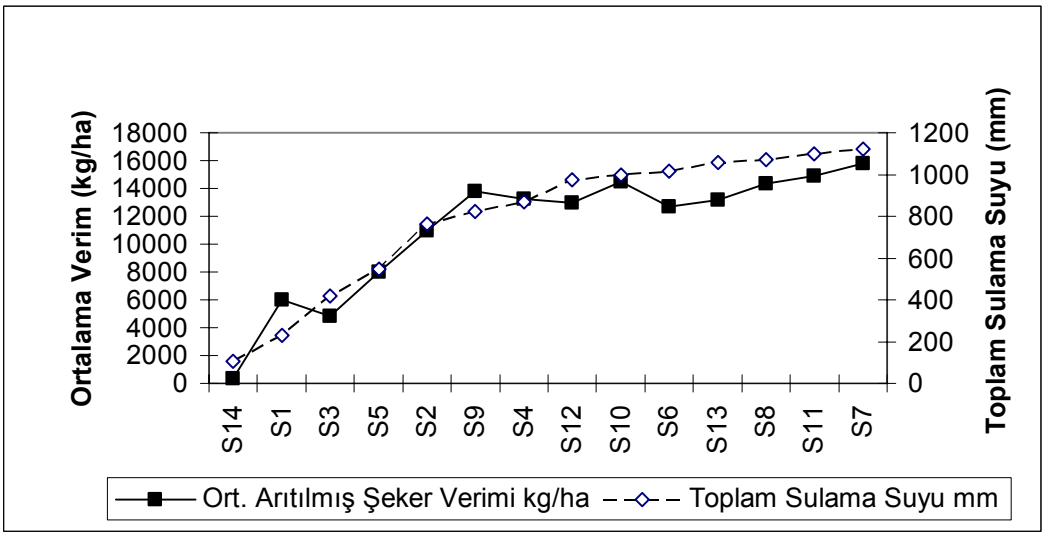
Araştırma konularına 2005 ve 2006 yıllarında uygulanan sulama suyu miktarları ve konulardan elde edilen arıtılmış şeker verimleri Çizelge 4.33'te verilmiştir. Çizelgede de görüleceği gibi 2005 yılında en yüksek arıtılmış şeker verimi hiçbir dönemde su kısıtı yapılmayan S_7 konusundan 15765.4 kg/ha ile, 2006 yılında ise 11695.2 kg/ha ile yalnızca olgunlaşma döneminde %25 su kısıntısı yapılan S_{13} konusundan elde edilmiştir. En az arıtılmış şeker verimi ise 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 343.1 kg/ha ve 1499.1 kg/ha ile susuz S_{14} konusundan elde edilmiştir.

Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da sırasıyla 2005 ve 2006 yıllarında ugulanan sulama suyu miktarları ile ortalama şeker verimi arasındaki ilişkiler grafik şeklinde gösterilmiştir.

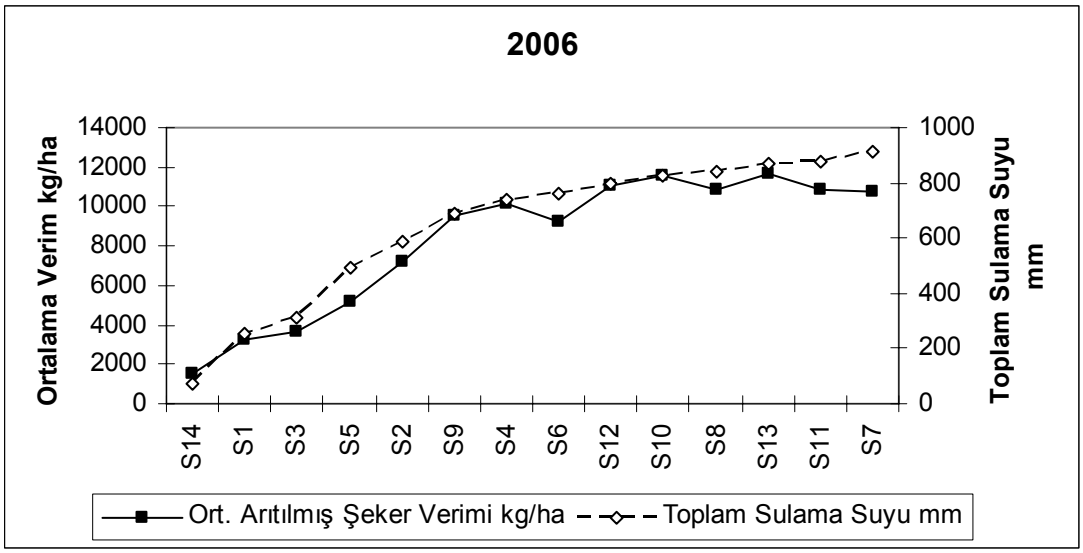
Aynı şekillerden de görüleceği gibi her iki yılda da sulama suyu miktarı arttıkça arıtılmış şeker verimi de genel de artmaktadır. Özellikle uygulanan sulama suyu 800 mm'ye ulaşıncaya kadar, sulama suyu artışına paralel olarak arıtılmış şeker verimi de aynı oranlarda artmaktadır. 800 mm'den sonraki sulama uygulamalarında arıtılmış şeker verimindeki artış seyri daha düşüktür.

Çizelge 4.33. Araştırma yıllarına ait uygulanan sulama suyu miktarı ve arıtılmış şeker verimleri

Konular	2005		2006	
	Uygulanan Sulama Suyu (mm)	Ortalama Arıtılmış Şeker Verimi (kg/ha)	Uygulanan Sulama Suyu (mm)	Ortalama Arıtılmış Şeker Verimi (kg/ha)
S_1	232	5981.4	252	3278.4
S_2	763	10949.5	589	7206.9
S_3	419	4797.6	310	3702.2
S_4	869	13208.3	739	10165.2
S_5	548	8005.8	492	5194.1
S_6	1017	12660.3	762	9274.6
S_7(Tanık)	1123	15765.4	912	10768.5
S_8	1070	14348.2	838	10827.1
S_9	825	13799.0	688	9580.4
S_{10}	996	14493.5	826	11542.3
S_{11}	1099	14865.3	879	10845.3
S_{12}	974	12966.6	799	11039.9
S_{13}	1059	13202.7	870	11695.2
S_{14}	104	343.1	70	1499.1



Şekil 4.9. 2005 yılı uygulanan sulama suyu miktarı ve arıtılmış şeker verimi arasındaki ilişki



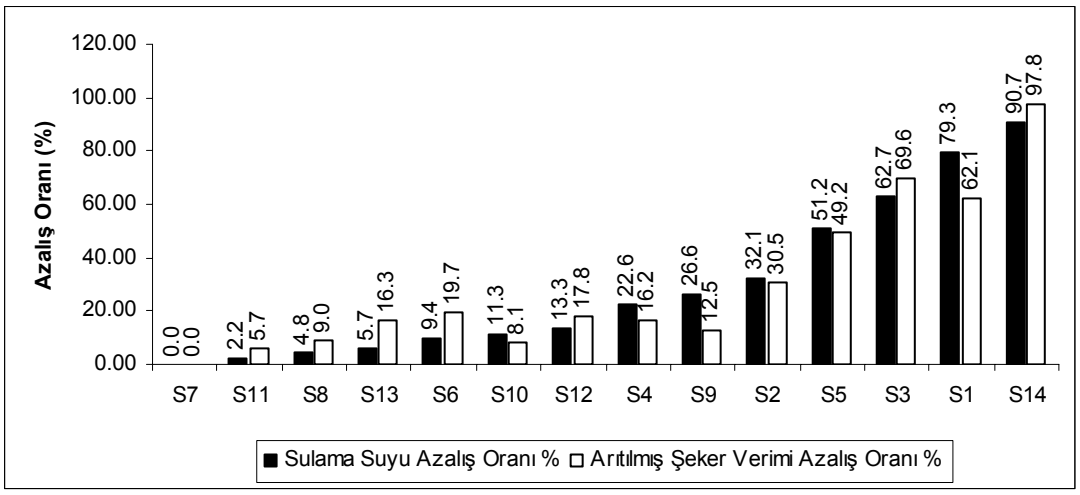
Şekil 4.10. 2006 yılı uygulanan sulama suyu miktarı ve arıtılmış şeker verimi arasındaki ilişki

Çizelge 4.34'de 2005 yılında uygulanan sulama suyu miktarındaki azalışa karşılık ortalama arıtılmış şeker verimi arasındaki ilişkiler verilmiştir. Çizelge incelendiğinde S_7 konusuna göre en az ortalama şeker verimi azalış oranı S_7 konusuna uygulanan suyun %97.8'inin uygulandığı yalnızca vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı yapılan S_{11} konusundan %5.7 ile elde edildiği görülmektedir. S_7 konusuna göre en fazla verim azalışı ise %97.8 ile susuz S_{14} konusunda gerçekleşmiştir.

Şekil 4.11'de 2005 yılında sulama suyu azalış oranlarına karşılık, ortalama arıtılmış şeker verimindeki azalış oranları grafik şeklinde gösterilmiştir. Grafiktende görüleceği gibi sulama suyundaki azalış oranları artıkça, ortalama arıtılmış şeker verimi azalış oranlarıda artış eğilimi göstermiştir.

Çizelge 4.34. 2005 yılı uygulanan sulama suyu ve ortalama arıtılmış şeker verimi arasındaki ilişkiler

Konular	Sulama Suyu (mm)	Sulama Suyu (%)	Sulama Suyu Azalışı (%)	Arıtılmış Şeker Verimi (kg/ha)	Arıtılmış Şeker Verim Oranı (%)	Arıtılmış Şeker Verim Azalışı (%)
S_1	232	20.7	79.3	5981.4	37.9	62.1
S_2	763	67.9	32.1	10949.5	69.5	30.5
S_3	419	37.3	62.7	4797.6	30.4	69.6
S_4	869	77.4	22.6	13208.3	83.8	16.2
S_5	548	48.8	51.2	8005.8	50.8	49.2
S_6	1017	90.6	9.4	12660.3	80.3	19.7
S_7(Tanık)	1123	100.0	0.0	15765.4	100.0	0.0
S_8	1070	95.2	4.8	14348.2	91.0	9.0
S_9	825	73.4	26.6	13799.0	87.5	12.5
S_{10}	996	88.7	11.3	14493.5	91.9	8.1
S_{11}	1099	97.8	2.2	14865.3	94.3	5.7
S_{12}	974	86.7	13.3	12966.6	82.2	17.8
S_{13}	1059	94.3	5.7	13202.7	83.7	16.3
S_{14}	104	9.3	90.7	343.1	2.2	97.8



Şekil 4.11. 2005 yılı sulama suyu azalış oranının arıtılmış şeker verimi azalış oranına etkisi

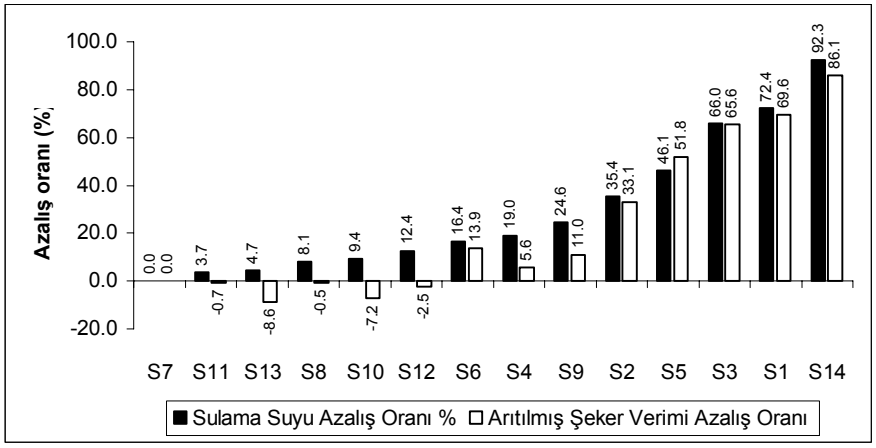
Çizelge 4.35'de 2006 yılında uygulanan sulama suyu miktarındaki azalışa karşılık ortalama arıtılmış şeker verimindeki azalış arasındaki ilişkiler verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde yalnız olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılan S_{13} konusunda tam sulanan S_7 konusuna göre %8.6 daha fazla ortalama arıtılmış şeker verimi alındığı görülmektedir. S_7 konusuna göre en fazla ortalama arıtılımış şeker verimindeki azalış oranı ise %86.1 ile S_{14} konusunda gerçekleşmiştir. Ortalama arıtılımış şeker verimi yalnızca bir dönemde %25 su kısıntısı yapılan S_{11}, S_{12} ve S_{13} konularıyla, yalnızca kök şişirme döneminde ve olgunlaşmada döneminde %50 kısıntı yapılan S_8 ve S_{10} konusunda S_7 konusundan daha fazla olmuştur.

Çizelge 4.35. 2006 yılı uygulanan sulama suyu ve ortalama arıtılmış şeker verimi arasındaki ilişkiler

Konular	Sulama Suyu (mm)	Sulama Suyu (%)	Sulama Suyu Azalışı (%)	Arıtılmış Şeker Verimi (kg/ha)	Arıtılmış Şeker Verim Oranı (%)	Arıtılmış Şeker Verim Azalışı (%)
S_1	252	27.6	72.4	3278.4	30.4	69.6
S_2	589	64.6	35.4	7206.9	66.9	33.1
S_3	310	34.0	66.0	3702.2	34.4	65.6
S_4	739	81.0	19.0	10165.2	94.4	5.6
S_5	492	53.9	46.1	5194.1	48.2	51.8
S_6	762	83.6	16.4	9274.6	86.1	13.9
S_7(Tanık)	912	100.0	0.0	10768.5	100.0	0.0
S_8	838	91.9	8.1	10827.1	100.5	-0.5
S_9	688	75.4	24.6	9580.4	89.0	11.0
S_{10}	826	90.6	9.4	11542.3	107.2	-7.2
S_{11}	879	96.3	3.7	10845.3	100.7	-0.7
S_{12}	799	87.6	12.4	11039.9	102.5	-2.5
S_{13}	870	95.3	4.7	11695.2	108.6	-8.6
S_{14}	70	7.7	92.3	1499.1	13.9	86.1

Şekil 4.12'de 2006 yılında sulama suyu azalış oranlarına karşılık ortalama arıtılmış şeker verimindeki azalış oranları grafik şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 4.12. 2006 yılı sulama suyu azalış oranının arıtılmış şeker verimi azalış oranına etkisi

Sulama suyu azalış oranları ve arıtılmış şeker verimi azalış oranları konulara göre değerlendirilidiğinde, dönem atlamalı konulardan yalnız vejetatif gelişme döneminde (S_1), yalnız kök şişirme döneminde (S_2) ve yalnız olgunlaşma döneminde (S_3) sulanan konular tanık konu (S_7) ile karşılaştırıldığında, S_1 konusunda 2005 yılında %79.3 su kısıtı sağlanmasına karşın arıtılmış şeker veriminde %62.1 oranında azalma olduğu 2006 yılında ise %72.4 su kısıtı sağlanmasına karşın arıtılmış şeker veriminde %69.6 oranında azalma olduğu görülmektedir. S_2 konusunda 2005 yılında %32.1 su kısıtı sağlanmasına karşın arıtılmış şeker veriminde %30.5 azalma olduğu, 2006 yılında ise %35.4 su kısıtı sağlanmasına karşın %33.1 oranında arıtılmış şeker verimi azalması olduğu bulunmuştur. S_3 konusunda ise 2005 yılında %62.7 oranında su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker verimi %69.6 oranında düşmüş, 2006 yılında %66.0 oranında su kısıtı sağlanırken şeker verimi %65.6 oranında düşmüştür. Dönem atlamalı konulardan yalnızca bir dönemde sulanan konular kendi aralarında değerlendirildiğinde S_2 konusunda tam sulanan S_7 konusuyla karşılaştırıldığında 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla %30.5 ve %33.1 ile en az şeker verimi azalışının olduğu, buna karşılık bu konuda S_7 konusuna göre %32.1 ile %35.4 oranında su kısıtı sağlandığı bulunmuştur. Yalnızca bir dönemde sulanan konularda S_7 konusuna göre en fazla su kısıtı 2005 ve 2006 yıllarında yalnızca vejetatif gelişme döneminde sulama yapılan S_1 konusunda sırasıyla %79.3 ve %72.4 ile elde edilmiştir. Bu konular kendi aralarında karşılaştırıldığında 2005 yılında S_1 konusundan S_3 konusuna

göre daha fazla arıtılmış şeker verimi elde edildiği, 2006 yılında ise S_3 konusundan S_1 konusuna göre daha fazla arıtılmış şeker verimi elde edildiği görülmektedir.

Dönem atlamalı konulardan olgunlaşma döneminde sulanmayan (S_4), kök şişirme döneminde sulanmayan (S_5) ve vejetatif gelişme döneminde sulanmayan (S_6) konular değerlendirildiğinde, tanık konuya göre S_4 konusunda 2005 yılında %22.6 oranında su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker veriminde %16.2 oranında azalış, 2006 yılında ise %19.0 oranında bir su kısıtı sağlanırken %5.6 oranında arıtılmış şeker verimi azalışı olmuştur. S_5 konusunda 2005 yılında %51.2 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %49.2 oranında azalış, 2006 yılında ise %46.1 oranında su kısıtı sağlanırken %51.8 oranında arıtılmış şeker verimi azalışı olmuştur. S_6 konusunda ise 2005 yılında %9.4 oranında su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker veriminde %19.7 oranında azalış, 2006 yılında ise %16.4 oranında bir su kısıtı sağlanırken %13.9 oranında arıtılmış şeker verimi azalışı olmuştur. Bu konular kendi aralarında değerlendirildiğinde, S_7 konusuna göre en yüksek ortalama arıtılmış şeker kaybının 2005 ve 2006 yıllarında kök şişirme döneminde sulama yapılmayan S_5 konusunda sırasıyla %49.2 ve %51.8 ile gerçekleştiği buna karşılık bu dönemde sulama yapılmaması ile sulama suyundan 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla %51.2 ve %46.1 en yüksek su kısıtının yapıldığı görülmektedir. Ayrıca yalnızca olgunlaşma döneminde sulanmayan S_4 konusu yalnızca vejetatif gelişme döneminde sulanmayan S_6 konusu ile karşılaştırıldığında, tam sulanan S_7 konusuna göre 2005 ve 2006 yıllarında S_4 konusunda S_6 konusuna göre daha fazla su kısıtı sağlanırken daha fazla ortalama arıtılmış şeker verimi elde edildiği görülmüştür. Buna göre yalnızca bir dönemde sulama yapılmaması düşünülüyorsa bu dönemin hem su kısıtı hemde arıtılılmış şeker verimi açısından olgunlaşma dönemi olması gerektiği söylenebilir.

Yalnızca bir dönemde %50 kısıntı yapılan konulardan vejetatif gelişme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_8 konusu, kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_9 konusu, olgunlaşma döneminde %50 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{10} konusu dikkate alındığında, tanık konuya göre S_8 konusunda 2005 yılında %4.8 oranında su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker veriminde %9.0 oranında azalış olduğu, 2006 yılında %8.1'lik bir su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker veriminde %0.5 oranında bir artış olduğu, S_9 konusunda ise 2005 yılında %26.6'lık bir su kısıtı sağlanırken arıtılmış

şeker veriminde %12.5 oranında azalış olduğu 2006 yılında ise %24.6 oranında su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker veriminde %11.0 oranında artış olduğu, S_{10} konusunda ise 2005 yılında %11.3 oranında su kısıtı sağlanırken %8.1 oranında arıtılmış şeker verim azalışı olduğu, 2006 yılında ise %9.4 oranında su kısıtı sağlanırken şeker veriminde %7.2 oranında bir artış olduğu bulunmuştur. Konular kendi arasında değerlendirildiğinde S_7 konusuna göre 2005 ve 2006 yıllarında en yüksek ortalama arıtılmış şeker verim azalışının sırasıyla %12.5 ve %11.0 ile yalnız kök şişirme döneminde %50 kısıntı yapılan S_9 konusundan elde edildiği, buna karşılık S_7 konusuna göre en yüksek su kısıtının yine bu konudan sağlandığı görülmektedir. Yalnızca vejetatif gelişme döneminde %50 kısıt yapılan S_8 konusu ile yalnızca olgunlaşma döneminde döneminde %50 kısıt yapılan S_{10} konusu karşılaştırıldığında her iki yılda da S_{10} konusundan daha fazla ortalama arıtılımış şeker verimi alındığı ve yine aynı konuda daha fazla su kısıtı sağlandığı görülmektedir. Bu durumda arıtılmış şeker verimi yönünden yalnız bir dönemde %50 kısıntı yapılacaksa bu dönemin olgunlaşma dönemi olması gerektiği söylenebilir.

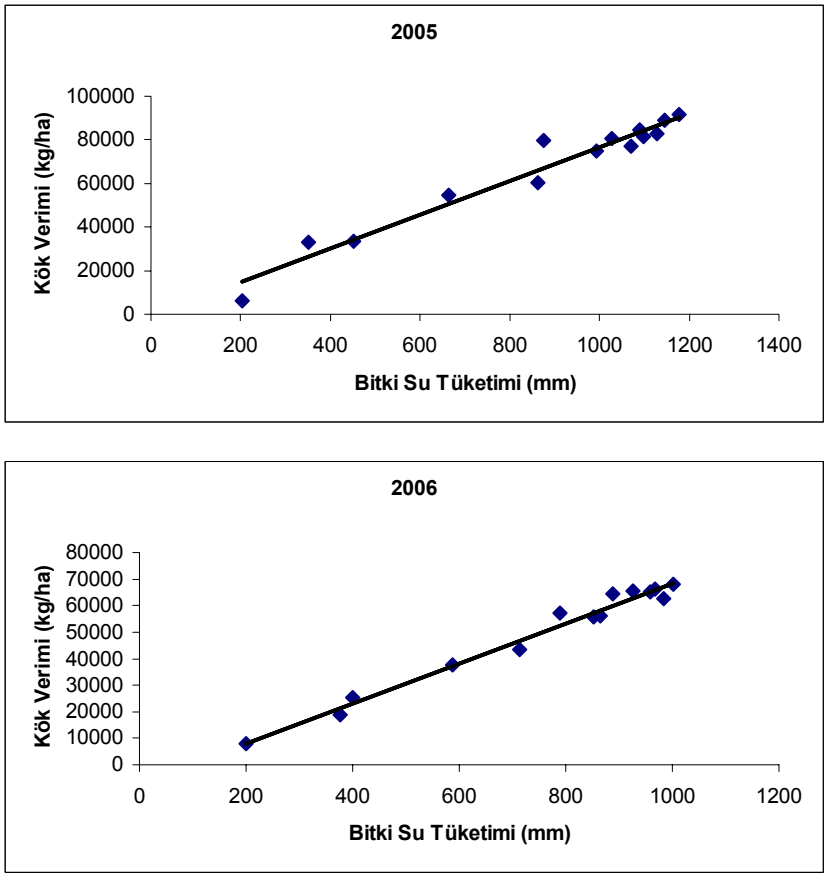
Yalnızca bir dönemde %25 kısıntı yapılan konulardan vejetatif gelişme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{11} konusu, kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{12} konusu, olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} konusu dikkate alındığında, tanık konuya göre S_{11} konusunda 2005 yılında %2.2 oranında su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker veriminde %5.7 oranında azalış olduğu, 2006 yılında %3.7'lik bir su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker veriminde %0.7 oranında bir artış olduğu, S_{12} konusunda ise 2005 yılında %13.3'lük bir su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker veriminde %17.8 oranında azalış olduğu 2006 yılında ise %12.4 oranında su kısıtı sağlanırken arıtılmış şeker veriminde %2.5 oranında artış olduğu, S_{13} konusunda ise 2005 yılında %5.7 oranında su kısıtı sağlanırken %16.3 oranında şeker verimi azalışı olduğu, 2006 yılında ise %4.7 oranında su kısıtı sağlanırken verimde %8.6 oranında artış olduğu bulunmuştur. Bu konular kendi arasında değerlendirildiğinde, 2005 yılında ortalama arıtılmış şeker verimi bakımından S_7 konusuna göre en fazla verim düşüşü %17.8 ile S_{12} konusunda olmuştur. Buna karşılık yine aynı yıl en yüksek su kısıtı bu konuda gerçekleşmiştir.

2006 yılında ise yalnız bir dönemde %25 kısıntı yapılan S_{11}, S_{12} ve S_{13} konularının verimleri S_7 konusuna göre daha fazla olmuştur.

4.6 Su – Üretim Fonksiyonları

4.6.1 Su tüketimi - kök verim ilişkisi

Araştırma konularının su tüketimleri ile kök verimleri karşılıklı değerlendirilerek mevsimlik su üretim fonksiyonları elde edilmiş ve Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Bitki su tüketimi ile kök verimi arasındaki ilişkileri tanımlayan regresyon eşitlikleri şekilden de görüleceği gibi denemenin yürütüldüğü her iki yılda da istatistiki açıdan %99 güvenle doğrusal bir ilişki göstermiştir.



Şekil 4.13 Yıllara göre bitki su tüketimi ile kök verimi arasındaki ilişkiler

Çizelge 4.36'da denemenin yürütüldüğü yıllarda bitki su tüketimi ile kök verimi arasındaki regresyon denklemleri gösterilmiştir. Uygulamada su - üretim fonksiyonları kullanılarak belirli bir su tüketimine karşılık elde edilebilecek verim kestirilebilmektedir.

Çizelge 4. 36. Mevsimlik su tüketimi ile kök verimi arasındaki ilişkileri tanımlayan verim eşitlikleri

Yıllar	Eşitlikler	Korelasyon Katsayısı
2005	Y= 77.380 ET – 659.11	0.97**
2006	Y= 75.349 ET – 6988.7	0.99**

**:P<%1

Bitki verim tepki etmeninin (ky) belirlenebilmesi için oransal su tüketimleri eksilişleri ile oransal verim azalışları arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Sulama programlanması açısından önemli olan bitki verim tepki etmeni değeri mevsimlik yada bitkinin herhangi bir gelişme döneminde oluşan su eksikliğinin bitki verimine etki derecesinin bir ölçüsüdür. ky değeri 1'den küçük olan bitkiler ky değeri 1'den büyük olan bitkilere göre su açığına daha az hassastırlar. Şeker pancarında mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal kök verim azalması değerleri Çizelge 4.37 ve 4.38'de, bu değerlerin kullanılmasıyla elde edilen ky grafik gösterimleri Şekil 4.14'de ve grafiklere ait regresyon denklemleri Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.37. Araştırma konularına ait 2005 yılı oransal su tüketimi açığına karşılık oransal kök verimi azalması değerleri.

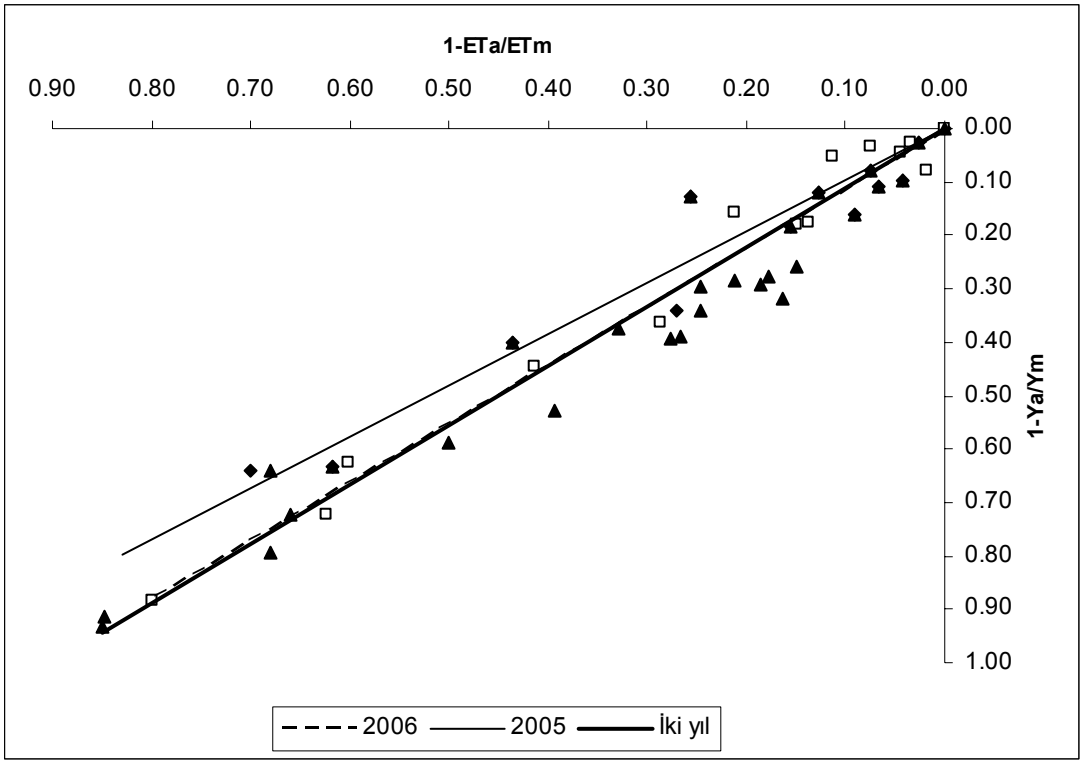
Konular	ETm (mm)	Eta (mm)	1-ETa/ETm	Ym (kg/ha)	Ya (kg/ha)	1-Ya/Ym	Ky
S_7	1177			91605			
S_1		331	0.72		33086	0.64	0.89
S_2		863	0.27		60432	0.34	1.28
S_3		471	0.60		33642	0.63	1.05
S_4		994	0.16		74938	0.18	1.17
S_5		664	0.44		54753	0.40	0.92
S_6		1071	0.09		76914	0.16	1.78
S_8		1128	0.04		82840	0.10	2.30
S_9		875	0.26		79877	0.13	0.50
S_{10}		1089	0.07		84383	0.08	1.05
S_{11}		1145	0.03		89074	0.03	1.02
S_{12}		1027	0.13		80741	0.12	0.93
S_{13}		1099	0.07		81543	0.11	1.66
S_{14}		203	0.83		6111	0.93	1.13

Çizelge 4.38. Araştırma konularına ait 2006 yılı oransal su tüketimi açığına karşılık oransal kök verimi azalması değerleri.

Konular	ETm (mm)	Eta (mm)	1-ETa/ETm	Ym (kg/ha)	Ya (kg/ha)	1-Ya/Ym	Ky
S_7	1002			67963			
S_1		377	0.62		18827	0.72	1.16
S_2		714	0.29		43395	0.36	1.26
S_3		400	0.60		25377	0.63	1.04
S_4		864	0.14		56049	0.18	1.27
S_5		587	0.41		37778	0.44	1.07
S_6		852	0.15		55679	0.18	1.21
S_8		958	0.04		65000	0.04	0.99
S_9		790	0.21		57284	0.16	0.74
S_{10}		927	0.07		65679	0.03	0.45
S_{11}		984	0.02		62531	0.08	4.45
S_{12}		888	0.11		64444	0.05	0.46
S_{13}		967	0.03		66111	0.03	0.78
S_{14}		200	0.80		7963	0.88	1.10

Çizelge 4.39. Mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal kök verim eksilişini tanımlayan regresyon eşitlikleri

Yıl	Eşitlikler	Korelasyon Katsayısı
2005	(1-Ya/Ym)=0.96×(1-Eta/ETm)	0.97**
2006	(1-Ya/Ym)=1.09×(1-Eta/ETm)	0.99**
İki Yıllık	(1-Ya/Ym)=1.11×(1-Eta/Etm)	0.96**



Şekil 4.14 Mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal kök verim eksilişi

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, mevsimlik kök verim faktörü denemenin ilk yılında 0.96, ikinci yılında 1.09 ve iki yıllık değeri ise 1.11 olarak elde edilmiştir. Mevsimlik ky değerini Doorenbos ve Kassam (1979), 1.0, Kodal (1994) 0.7 – 1.1 olarak vermektedirler. Araştırmadan elde edilen değerler bu literatür değerlerine benzerlik göstermektedir.

Mevsimlik kök verim tepki etmeni değerleri yıllara göre değerlendirildiğinde, aralarında küçükde olsa farklılık görülmektedir. İklim koşullarının farklı olması,

toprak koşulları, uygulanan sulama suyu miktarı ve elde edilen verimlerin farklı olması ky değerlerinin de farklı olmasına neden olabilmektedir.

Araştırmadan elde edilen mevsimlik ky değerleri değerlendirildiğinde, Konya Ovası koşullarında şeker pancarında sulama suyunda %10 kısıntı yapılması halinde kök veriminde de yaklaşık %10'luk bir kök verimi azalması olabileceği düşünülmelidir.

Genel olarak tüm yetişme dönemi ky değeri 1'den küçük olan bitkiler ky değeri 1'den büyük olan bitkilere göre su açığına daha az hassastırlar (Doorenbos ve Kassam, 1979). Dolayısı ile kısıntılı sulama koşullarında daha az verim düşüklüğüne uğrarlar. Bir bitkinin hangi gelişme döneminde su kısıntısına hassas olduğunun belirlenebilmesi için dönemsel verim tepki etmenlerinin belirlenmesi gerekir. Bu nedenle araştırmada sadece şeker pancarının mevsimlik değil, gelişme dönemleri için de kök verimi için su üretim fonksiyonları elde edilmiştir. Dönemsel kök verim tepki etmeni değerlerinin belirlenmesinde de mevsimlik ky hesaplamalarında izlenen yol izlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler kullanılarak şeker pancarının vejetatif gelişme, kök şişirme ve olgunlaşma dönemleri için yıllara göre ayrı ayrı hesaplanan su üretim fonksiyonları çıkarılmıştır. 2005 ve 2006 yılları araştırma konularının dönemlere göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal verim azalması değerleri sırasıyla Çizelge 4.40 ve Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.40. Araştırma konularına ait 2005 yılı dönemlere göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal kök verimi azalması değerleri.

Dönemler	Konular	ETm (mm)	ETa (mm)	1-ETa/ETm	Ym (kg/ha)	Ya (kg/ha)	1-Ya/Ym	Ky
Vejetatif Gelişme	S_7	1177			91604.9			
	S_6		1071	0.090		76913.6	0.160	1.78
	S_8		1128	0.042		82839.5	0.096	2.30
	S_{11}		1145	0.027		89074.1	0.028	1.02
Kök Şişirme	S_7	1177			91604.9			
	S_5		664	0.436		54753.1	0.402	0.92
	S_9		875	0.257		79876.5	0.128	0.50
	S_{12}		1027	0.127		80740.7	0.119	0.93
Olgunlaşma	S_7	1177			91604.9			
	S_4		994	0.155		74938.3	0.182	1.17
	S_{10}		1089	0.075		84382.7	0.079	1.05
	S_{13}		1099	0.066		81543.2	0.110	1.66

Çizelge 4.41. Araştırma konularına ait 2006 yılı dönemlere göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal kök verimi azalması değerleri.

Dönemler	Konular	ETm (mm)	Eta (mm)	1-ETa/Etm	Ym (kg/ha)	Ya (kg/ha)	1-Ya/Ym (kg/ha)	Ky
Vejetatif Gelişme	S_7	1002			67963.0			
	S_6		852	0.150		55769.0	0.181	1.21
	S_8		958	0.044		65000.0	0.044	0.99
	S_{11}		984	0.018		62530.9	0.080	4.45
Kök Şişirme	S_7	1002			67963.0			
	S_5		587	0.414		37777.8	0.444	1.07
	S_9		790	0.212		57284.0	0.157	0.74
	S_{12}		888	0.114		64444.4	0.052	0.46
Olgunlaşma	S_7	1002			67963.0			
	S_4		864	0.138		56049.4	0.175	1.27
	S_{10}		927	0.075		65679.0	0.034	0.45
	S_{13}		967	0.035		66111.1	0.027	0.78

Şeker pancarında her iki yıl için ayrı ayrı olmak üzere bireysel büyüme devreleri için su verim – ilişkileri araştırılmış, elde edilen dönemsel ky'lerin grafik

gösterimleri Şekil 4.15'de grafiklere ilişkin denklemler ise Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Araştırma yıllarına göre yetişme dönemlerine ilişkin oransal su tüketimi eksilişi ile oransal kök verimi eksilişini tanımlayan eşitlikler

Yıllar	Gelişme Dönemi	Su-Verim Fonksiyonu	Korelasyon Katsayısı
2005	Vejetatif gelişme dönemi	(1-Ya/Ym)= 1.81 (1-Eta/ETm)	0.97
	Kök şişirme dönemi	(1-Ya/Ym)= 0.82 (1-Eta/ETm)	0.95
	Olgunlaşma dönemi	(1-Ya/Ym)= 1.21 (1-Eta/ETm)	0.97
2006	Vejetatif gelişme dönemi	(1-Ya/Ym)= 1.23 (1-Eta/ETm)	0.90
	Kök şişirme dönemi	(1-Ya/Ym)= 0.97 (1-Eta/ETm)	0.97
	Olgunlaşma dönemi	(1-Ya/Ym)= 1.07 (1-Eta/ETm)	0.91

Şeker pancarının üç gelişme dönemi için hesaplanan ky değerleri şu şekilde özetlenebilir.

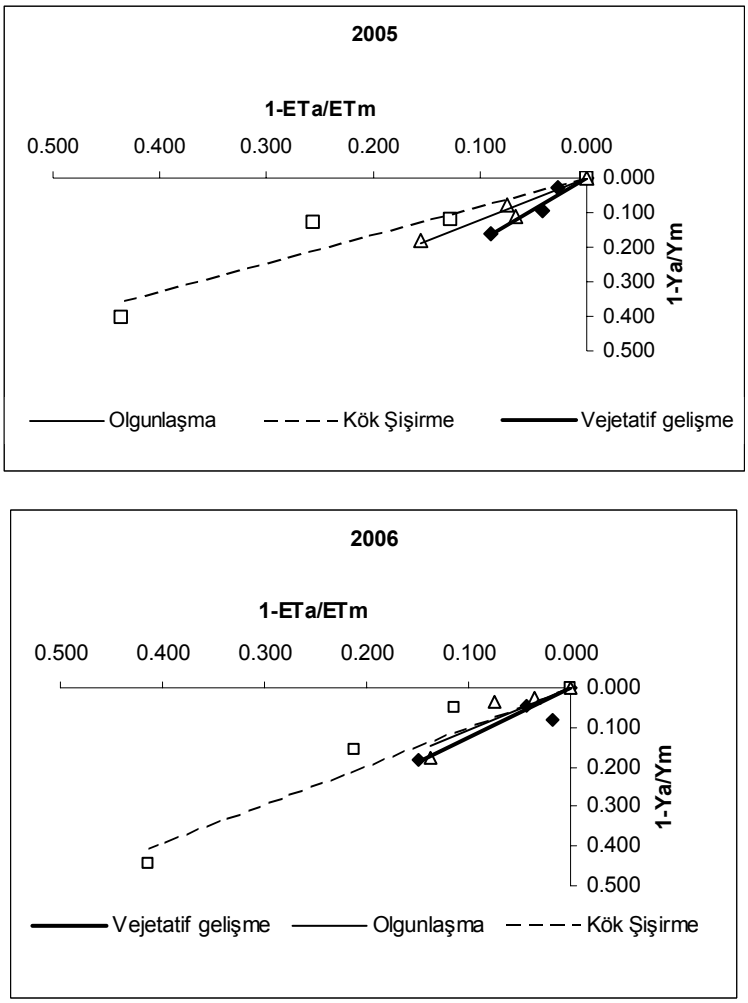
Vejetatif gelişme dönemi için ky = 1.81 (2005 yılı); 1.23 (2006yılı)

Kök şişirme dönemi için ky = 0.82 (2005 yılı); 0.97 (2006 yılı)

Olgunlaşma dönemi için ky = 1.21 (2005 yılı); 1.07 (2006 yılı)

İklim koşullarının farklı olması, yetişme dönemlerinin farklı oluşu, toprak koşulları, çeşit farklılığı, uygulanan sulama suyu miktarı ve elde edilen verimlerin farklı olması elde edilen ky değerlerinin de farklı olmasına neden olabilmektedir.

Verim tepki etmeni değerlerinde yetişme dönemlerine göre farklılık görülmekle birlikte her iki yılda da büyüklük sıralamaları aynı gerçekleşmiştir. Araştırmada en yüksek verim tepki etmeni değerinin vejetatif gelişme dönemine ilişkin olduğu belirlenmiştir.

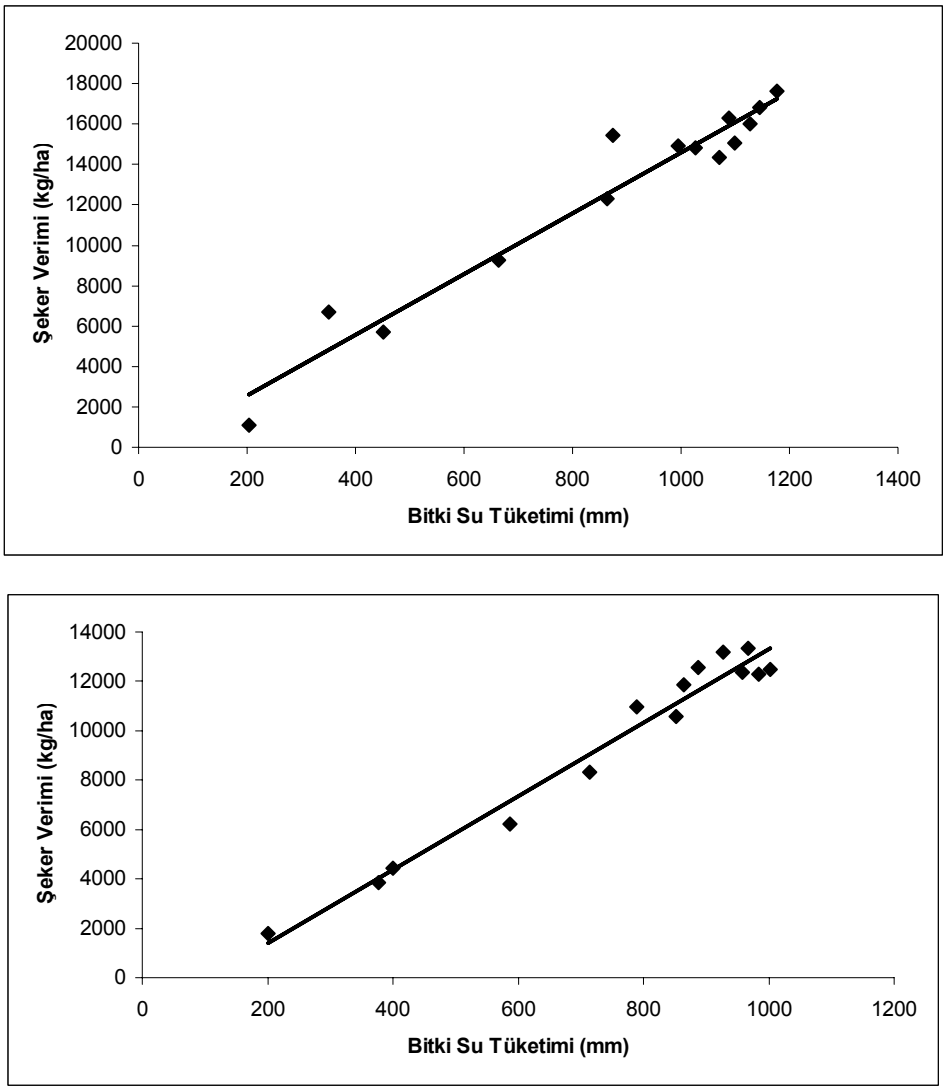


Şekil 4.15. Dönemsel gelişme dönemlerinde oransal su tüketimi eksilişlerine karşılık oransal kök verimi eksilişleri

Vejetatif gelişme döneminde su tüketiminin %10 azaltılması halinde kök veriminde %12 – 18 oranında azalma olabilecektir. Su kısıntısının kök şişirme dönemine kaydırılması durumunda verim üzerindeki olumsuz etkisi vejetatif gelişme dönemindeki kadar yüksek olmayacağı görülmektedir. Yani kök şişirme döneminin Konya şartlarında su stresine daha dayanıklı olduğu söylenebilir. Söz konusu bu dönemde su tüketiminde uygulanacak %10'luk bir kısıntı verimde %8.2 – 9.7 oranında bir azalmaya sebep olabilecektir. Yine araştırmadan elde edilen sonuçlara göre olgunlaşma döneminde su tüketiminde yapılacak %10'luk bir kısıntı kök veriminde %10.7 ile 12.1 arasında kök verimi azalmasına neden olabilecektir.

4.6.2 Su tüketimi - şeker verimi ilişkisi

Deneme konularından 2005 ve 2006 yıllarında elde edilen bitki su tüketimi ve şeker verimleri arasındaki ilişkiler sırasıyla Şekil 4.16'da, denemenin yürütüldüğü yıllarda bitki su tüketimi ile şeker verimi arasındaki regresyon denklemleri ise Çizelge 4.43'te gösterilmiştir. Denemenin yürütüldüğü her iki yılda da bitki su tüketimi ile şeker verimi arasında istatistiki açıdan %1 önem seviyesinde doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.16. Su tüketimi ile şeker verimi arasındaki ilişkiler

Çizelge 4. 43. Mevsimlik su tüketimi ile şeker verimi arasındaki ilişkileri tanımlayan verim eşitlikleri

Yıllar	Eşitlikler	Korelasyon Katsayısı
2005	Y= 14.958 ET – 369.81	0.97**
2006	Y= 14.894 ET – 1597.5	0.98**

Su – şeker verimi ilişkisine ait toplam büyüme mevsimi su – şeker verim ilişkisi faktörü ky'yi belirleyebilmek için gerekli oransal bitki su tüketimi açığı ve oransal şeker verimi azalması değerleri Çizelge 4.44 ve 4.45'te, bu değerlerin kullanılmasıyla elde edilen bağıntılar Şekil 17'de, bağıntıları tanımlayan eşitlikler Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.44. Araştırma konularına ait 2005 yılı oransal su tüketimi açığına karşılık oransal şeker verimi azalması değerleri.

Konular	ETm (mm)	ETa (mm)	1-ETa/Etm	Ym (kg/ha)	Ya (kg/ha)	1-Ya/Ym	ky
S_7	1177			17633			
S_1		331	0.72		6677	0.62	0.86
S_2		863	0.27		12321	0.30	1.13
S_3		471	0.60		5677	0.68	1.13
S_4		994	0.16		14925	0.15	0.99
S_5		664	0.44		9268	0.47	1.09
S_6		1071	0.09		14362	0.19	2.06
S_8		1128	0.04		16001	0.09	2.22
S_9		875	0.26		15441	0.12	0.48
S_{10}		1089	0.07		16280	0.08	1.03
S_{11}		1145	0.03		16808	0.05	1.72
S_{12}		1027	0.13		14826	0.16	1.25
S_{13}		1099	0.07		15038	0.15	2.22
S_{14}		203	0.83		1110	0.94	1.13

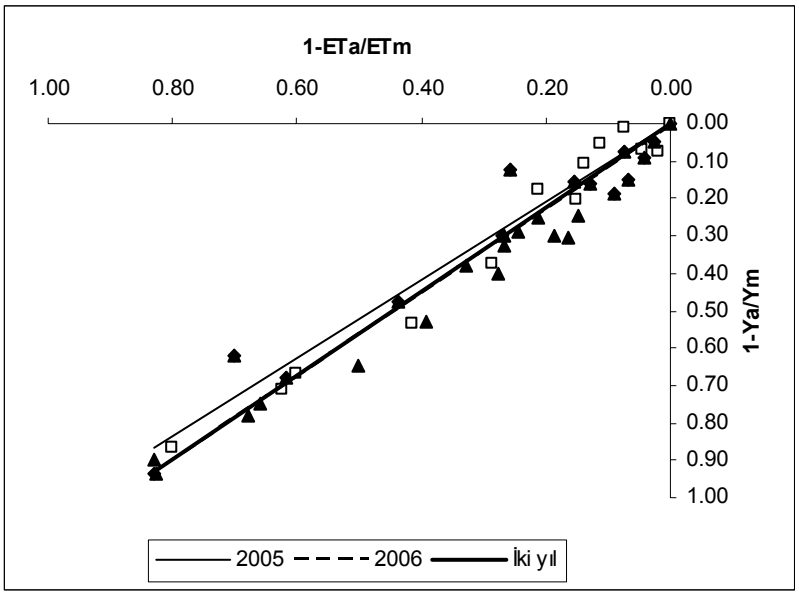
2006 yılında en yüksek şeker verimi tam sulanan S_7 konusundan değil, olgunlaşma döneminde %25 kısıntı yapılıp diğer dönemlerde tam sulanan S_{13} konusundan elde edilmiştir. Bu durumda 2006 yılı için Çizelge 4.43'te verilen Y= 14.894 ET – 1597.5 eşitliği kullanılarak, en yüksek bitki su tüketimin gerçekleştiği

S_7 konusu için düzeltilmiş verim değeri elde edilmiş, bu değerden büyük olan verim değerleri dikkate alınmamıştır. Bu durumda ky analizi için kullanılan değerler Çizelge 4.45'te gösterildiği gibi oluşmuştur.

Çizelge 4.45. Araştırma konularına ait 2006 yılı oransal su tüketimi açığına karşılık oransal şeker verimi azalması değerleri.

Konular	ETm (mm)	ETa (mm)	1-ETa/ETm	Ym (kg/ha)	Ya (kg/ha)	1-Ya/Ym	ky
S_7	1002			13297			
S_1		377	0.62		3853	0.71	1.14
S_2		714	0.29		8320	0.37	1.30
S_3		400	0.60		4417	0.67	1.11
S_4		864	0.14		11862	0.11	0.78
S_5		587	0.41		6216	0.53	1.29
S_6		852	0.15		10568	0.21	1.37
S_8		958	0.04		12365	0.07	1.60
S_9		790	0.21		10972	0.17	0.83
S_{10}		927	0.07		13171	0.01	0.13
S_{11}		984	0.02		12283	0.08	4.25
S_{12}		888	0.11		12569	0.05	0.48
S_{14}		200	0.80		1777	0.87	1.08

Çizelge 4.46 ve Şekil 4.17'de görüleceği gibi şeker pancarının mevsimlik su – şeker verimi ilişkisi faktörü (ky), deneminin ilk yılında 1.04, ikinci yılında 1.12 ve her iki yıllık ortalama değeri ise 1.12 olarak elde edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bu değerler Doorenbos ve Kassam tarafından verilen 0.7 – 1.1 değeri ile uyum göstermektedir. Bu sonuçlara göre büyüme mevsimi boyunca %10'luk oransal bitki su tüketimi açığında yaklaşık %10'luk bir oransal şeker verimi azalması meydana gelebileceği söylenebilir.



Şekil 4.17 Mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal şeker verimi eksilişi

Çizelge 4.46 Mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal şeker verimi eksilişini tanımlayan regresyon eşitlikleri

Yıl	Eşitlikler	Korelasyon Katsayısı
2005	(1-Ya/Ym)=1.04×(1-ETa/Etm)	0.97**
2006	(1-Ya/Ym)=1.11×(1-ETa/Etm)	0.99**
İki Yıllık	(1-Ya/Ym)=1.12×(1-ETa/Etm	0.97**

Araştırmada şeker pancarının gelişme dönemlerine göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal şeker verimi azalması değerlendirilmiş bununla ilgili veriler Çizelge 4.47 ve Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Araştırma konularına ait 2005 yılı dönemlere göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal şeker verimi azalması değerleri.

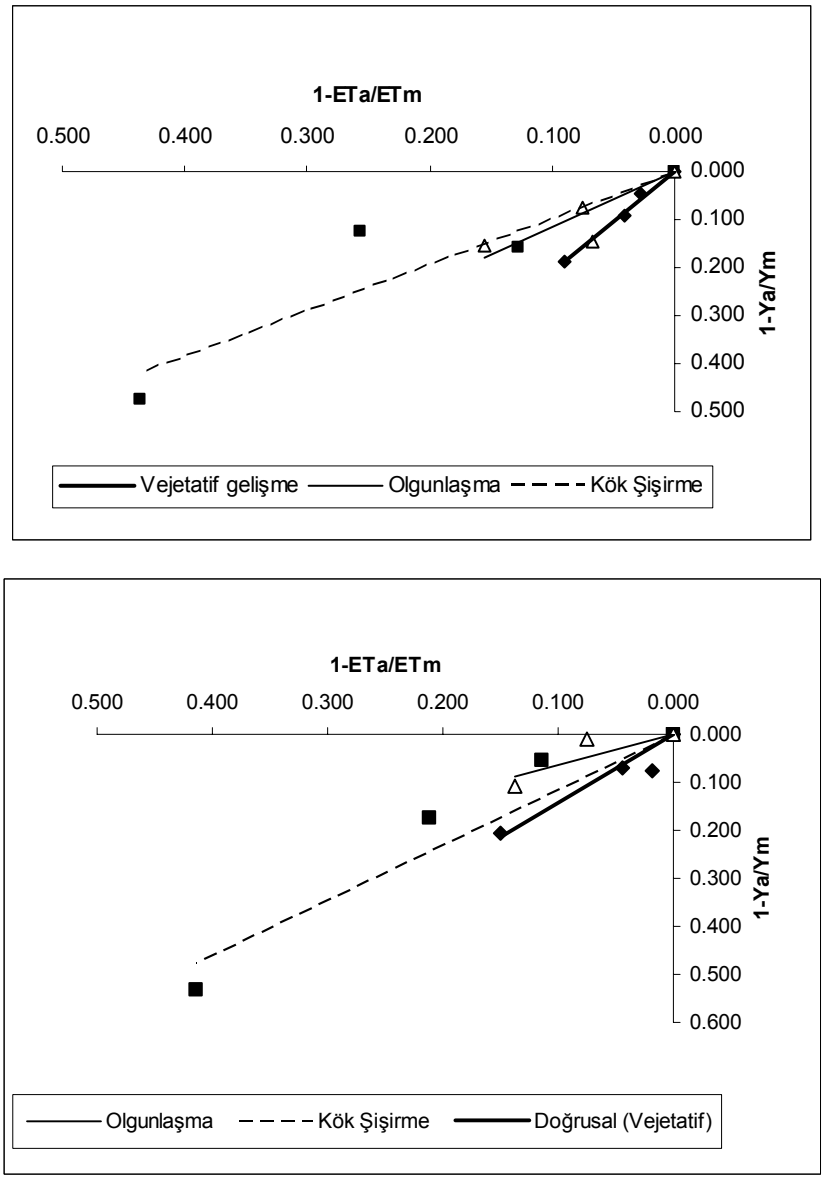
Dönemler	Konular	ETm (mm)	ETa (mm)	1-ETa/Etm	Ym (kg/ha)	Ya (kg/ha)	1-Ya/Ym	ky
Vejetatif Gelişme	S_7	1177			17633.3			
	S_6		1071	0.090		14361.6	0.186	0.49
	S_8		1128	0.042		16001.0	0.093	0.45
	S_{11}		1145	0.027		16808.4	0.047	0.58
Kök Şişirme	S_7	1177			17633.3			
	S_5		664	0.436		9268.1	0.474	0.92
	S_9		875	0.257		15441.5	0.124	2.06
	S_{12}		1027	0.127		14825.9	0.159	0.80
Olgunlaşma	S_7	1177			17633.3			
	S_4		994	0.155		14924.6	0.154	1.01
	S_{10}		1089	0.075		16280.3	0.077	0.97
	S_{13}		1099	0.066		15037.7	0.147	0.45

Çizelge 4.48. Araştırma konularına ait 2006 yılı dönemlere göre oransal su tüketimi açığına karşılık oransal şeker verimi azalması değerleri.

Dönemler	Konular	ETm (mm)	ETa (mm)	1-ETa/Etm	Ym (kg/ha)	Ya (kg/ha)	1-Ya/Ym	ky
Vejetatif Gelişme	S_7	1002			13297.2			
	S_6		852	0.150		10568.3	0.205	1.37
	S_8		958	0.044		12365.1	0.070	1.60
	S_{11}		984	0.018		12282.6	0.076	4.25
Kök Şişirme	S_7	1002			13297.2			
	S_5		587	0.414		6215.6	0.533	1.29
	S_9		790	0.212		10971.6	0.175	0.83
	S_{12}		888	0.114		12568.3	0.055	0.48
Olgunlaşma	S_7	1002			13297.2			
	S_4		864	0.138		11861.5	0.108	0.78
	S_{10}		927	0.075		13170.7	0.010	0.13

Dönemsel ky'lere ilişkin bağıntılar Şekil 4.18'de, bağıntıları tanımlayan eşitlikler Çizelge 4.49'da verilmiştir. Çizelge 4.49'da görüleceği gibi 2005 yılı için

dönemsel ky değerleri vejetatif gelişme dönemi için 2.06, kök şişirme dönemi için 0.95 ve olgunlaşma dönemi için ise 1.15, 2006 yılı için vejetatif gelişme döneminde 1.43, kök şişirme döneminde 1.15, olgunlaşma döneminde 0.63 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.18. Dönemsel gelişme dönemlerinde oransal su tüketimi eksilişlerine karşılık oransal şeker verimi eksilişleri

Çizelge 4.49 Araştırma yıllarına göre yetişme dönemlerine ilişkin oransal su tüketimi eksilişi ile oransal şeker verimi eksilişini tanımlayan eşitlikler

Yıllar	Gelişme Dönemi	Su-Verim Fonksiyonu	Korelasyon Katsayısı
2005	Vejetatif gelişme dönemi	(1-Ya/Ym)= 2.06 (1-Eta/ETm)	0.99
	Kök şişirme dönemi	(1-Ya/Ym)= 0.95 (1-Eta/ETm)	0.92
	Olgunlaşma dönemi	(1-Ya/Ym)= 1.15(1-Eta/ETm)	0.79
2006	Vejetatif gelişme dönemi	(1-Ya/Ym)= 1.43 (1-Eta/ETm)	0.94
	Kök şişirme dönemi	(1-Ya/Ym)= 1.15 (1-Eta/ETm)	0.96
	Olgunlaşma dönemi	(1-Ya/Ym)= 0.63 (1-Eta/ETm)	0.86

Bu sonuçlara göre şeker verimi bakımından su kısıntısına en hassas dönemin vejetatif gelişme dönemi olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle şeker pancarında uygulanacak bir kısıntı programının vejetatif gelişme döneminde uygun olmayacağı söylenebilir.

4.7 Su ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı

Dönem atlama ve dönem içi kısıntı şeklinde su stresi içeren sulama konularının su tüketim randımanları her konu için hesaplanmış ve Çizelge 4.50'de verilmiştir.

Çizelge 4.50 incelendiğinde, su kullanma randımanının deneme yıllarına ve konularına göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Deneme konuları içinde en yüksek su kullanma randımanı, 2005 yılında 99.96 $kgha^{-1}mm^{-1}$ ile yalnızca vejetatif gelişme döneminde sulanan S_1 konusunda, 2006 yılında ise 72.57 $kgha^{-1}mm^{-1}$ ile kök şişirme döneminde %25 kısıntı yapılan S_{12} konusundan elde edilmiştir. Deneme konuları içinde en yüksek sulama suyu kullanım randımanı, 2005 yılında 142.61 $kgha^{-1}mm^{-1}$ ile yalnızca vejetatif gelişme döneminde sulanan S_1 konusunda, 2006 yılında ise 113.76 $kgha^{-1}mm^{-1}$ ile susuz konu S_{14} konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.50'den görüldüğü üzere suyun en randımanlı kullanıldığı konu her iki yılda da S_9 konusu olmuştur. Bu deneme konusunda şeker pancarı vejetatif gelişme ve olgunlaşma döneminde tam, kök şişirme döneminde ise %50 kısıntılı olarak sulanmıştır. Bu durum, uygulanan sulama programında suyun daha etkin kullanıldığını göstermektedir.

Çizelge 4.50. Deneme konularının su kullanma randımanları (kg ha^{-1} mm^{-1})

Konular	Su kullanım randımanı		Sulama suyu kullanım randımanı	
	2005	2006	2005	2006
S_1	99.96	49.94	142.61	74.71
S_2	70.03	60.78	79.20	73.68
S_3	71.43	63.44	80.29	81.86
S_4	75.39	64.87	86.24	75.84
S_5	82.46	64.36	99.91	76.78
S_6	71.81	65.35	75.63	73.07
S_7	77.83	67.83	81.57	74.52
S_8	73.44	67.85	77.46	77.57
S_9	91.29	72.51	96.88	83.26
S_{10}	77.49	70.85	84.72	79.51
S_{11}	77.79	63.55	81.06	71.18
S_{12}	78.62	72.57	82.92	80.63
S_{13}	74.20	68.37	76.97	76.03
S_{14}	30.10	39.81	58.76	113.76

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, şeker pancarında geleneksel sulama yerine, fenolojik gelişme dönemleri dikkate alınarak, dönem atlamalı ve dönem içi kısıntı içeren sulama konuları oluşturarak, şeker pancarının Konya Ovası koşullarında su – verim ilişkilerini belirlemek ve kısıntılı sulama imkanlarını araştırarak, birim sudan daha fazla yararlanmak amacı ile Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü arazisinde 2005 ve 2006 yıllarında yürütülmüştür.

Şeker pancarının üç ayrı gelişme döneminde sulanan ve herhangi bir su kısıntısı yapılmayan tanık (S_7) konuya 2005 yılında toplam 1123mm, 2006 yılında ise 912 mm sulama suyu uygulanmış ve mevsimlik su tüketimi 2005 yılında 1002mm, 2006 yılında 1177 mm olarak belirlenmiştir.

İki yıllık çalışmanın sonuçlarına göre; kök verimi yıllara, sulama programına ve sulama suyu miktarına bağlı olarak değişmiştir. Mevsimlik su tüketimi ile kök ve şeker verimi arasında %1 düzeyinde önemli doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Su tüketimi kök verimi ilişkilerinden yararlanılarak mevsimlik ve döneme bağlı su üretim bağıntıları belirlenmiştir. Mevsimlik ve döneme bağlı oransal su tüketimi eksilişi ile oransal kök verim azalışı arasındaki ilişkilerden yararlanılarak elde edilen mevsimlik ve döneme bağlı bitki verim etmeni değerleri aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

Vejetatif gelişme dönemi için ky	= 1.81 (2005 yılı);	1.23 (2006yılı)
Kök şişirme dönemi için ky	= 0.82 (2005 yılı);	0.97 (2006 yılı)
Olgunlaşma dönemi için ky	= 1.21 (2005 yılı);	1.07 (2006 yılı)
Mevsimlik ky	= 0.96 (2005 yılı);	1.09 (2006 yılı)

Şeker pancarının her gelişme dönemi için hesaplanan ky değerlerinden en küçük olanı kök veriminde en az düşmeye neden olacağı için kısıntılı sulama programlarında tercih edilmelidir. Şeker pancarının her üç gelişme dönemi için ayrı ayrı hesaplanan ky değerlerinden en küçük olanı kök şişirme dönemine ait olanıdır ve ky değerinin en yüksek olduğu dönem ise vejetatif gelişme dönemidir. Bu dönemde yapılmayan sulamalar kök verimde %20 oranında azalışlara neden olabilecektir. Şeker pancarının mevsimlik ky değeri ise 1.00 civarında olup literatür değerleri ile uyum içindedir.

Su ve sulama suyu kullanım randımanı değerleri yıllara ve konulara göre farklılık göstermektedir. Her iki deneme yılında da en yüksek su kullanım randımanları vejetatif dönem başlangıcında yaklaşık 55-60 mm su uygulanıp, vejetatif dönem boyunca tam, kök şişirme döneminde %50 kısıntı uygulanan ve olgunlaşma döneminde ise tam sulanan konudan (S_9) elde edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; sulama suyu ihtiyacı, kök ve şeker verimi ile su kullanma randımanı değerleri dikkate alındığında su kaynaklarının kıt olduğu Konya ovası ve benzer özellik taşıyan alanlar için önerilebilecek kısıntılı sulama programları aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

1. Dönem içi kısıntı uygulanan sulama programları;

   - Kök şişirme döneminde %50 kısıntılı sulama, vejetatif gelişme ve olgunlaşma dönemlerinde ise tam sulama uygulanan sulama programı ($VM_{50}R$) : Sulamalar bir hafta ara ile yapılmalı, ilk sulama Mayıs ayının son haftasında yapılmalı ve 55 – 60 mm sulama suyu verilmelidir. Haziran ayı son haftasına kadar devam eden vejetatif gelişme döneminde ise her sulamada 65 – 70 mm, kök şişirme döneminde ise her sulamada 30 – 35 mm, Ağustosun son haftasında başlayan olgunlaşma döneminde ise her sulamada 65 – 70 mm sulama suyu uygulanmalıdır. Sulamalara Eylül ayının ortalarında son verilmelidir. Bu sulama programının sulama suyu ihtiyacı 700 – 750 mm, su tüketimi ise 800 mm civarındadır. Bu sulama programından 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 79.8 ve 57.2 ton/ha kök verimi, 15.5 ve 11.0 ton/ha şeker verimi elde edilmiştir. Bu konunun tanık konuya göre su kısıtı ortalama bir değer olarak %25 civarındadır. Kök ve şeker verimindeki azalma oranı %13 civarındadır ve bu fark tanık konuya göre istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur.

   - Vejetatif gelişme ve kök şişirme dönemlerinde tam, olgunlaşma döneminde ise %50 kısıntılı sulama uygulanan sulama programı (VMR_{50}) : Sulamalar bir hafta ara ile yapılmalı, ilk sulama Mayıs ayının son haftasında yapılmalı ve 55 – 60 mm sulama suyu verilmelidir. Haziran ayı son haftasına kadar devam eden vejetatif gelişme dönemi ile bu tarihten itibaren Ağustos ayı son haftasına kadar devam eden kök şişirme döneminde her sulamada 65 – 70 mm, olgunlaşma döneminde ise her sulamada 30 – 35 mm, sulama suyu

uygulanmalıdır. Sulamalara Eylül ayının ortalarında son verilmelidir. Bu sulama programının sulama suyu ihtiyacı 850 - 900 mm, su tüketimi ise yaklaşık 1000 mm civarındadır. Bu sulama programından 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 84.4 ve 65.7 ton/ha kök verimi, 16.3 ve 13.2 ton/ha şeker verimi elde edilmiştir. Bu konunun tanık konuya göre su kısıtı ortalama bir değer olarak %12.5 civarındadır. Kök ve şeker verimindeki azalma oranları ise 2005 ve 2006 yıllarında her ikisi %6.0 civarındadır ve bu farklar tanık konuya göre istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur.

Bu iki kısıntılı sulama programı kendi içinde karşılaştırıldığında: birinci programın ikinci programa göre %12.5 oranında daha fazla su kısıtı sağladığı ancak birinci sulama programından ikinciye göre yaklaşık %6 daha az verim elde edildiği görülmektedir. Bu verim azalması istatistiki bakımından önemsiz bulunmuştur. Dolayısı ile birinci programın tercih edilmesi daha uygundur.

2. Dönem atlamalı kısıntılı sulama programı;

Vejetatif gelişme ve kök şişirme dönemlerinde tam sulanan ve olgunlaşma döneminde sulama uygulanmayan sulama programı (VM): Bu programda sulamalar bir hafta ara ile yapılmalı, ilk sulama Mayıs ayının son haftasında yapılmalı ve 55 – 60 mm sulama suyu verilmelidir. Haziran ayı son haftasına kadar devam eden vejetatif gelişme dönemi ile bu tarihten itibaren Ağustos ayı son haftasına kadar devam eden kök şişirme döneminde her sulamada 65 – 70 mm sulama suyu uygulanmalı, olgunlaşma döneminde yani Ağustos ayının son haftasından sonra sulama yapılmamalıdır. Bu sulama programının sulama suyu ihtiyacı yaklaşık 800 mm, su tüketimi ise yaklaşık 930 mm civarındadır. Bu sulama programından 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 74.9 ve 56.0 ton/ha kök verimi, 14.9 ve 11.8 ton/ha şeker verimi elde edilmiştir. Bu konunun tanık konuya göre su kısıtı ortalama bir değer olarak %20 civarındadır. Kök verimindeki azalma ortalama %19 şeker verimindeki azalma ise ortalama %12.9 gerçekleşmiş olup, bu farklar yukarıda tanımlanan dönem içi kısıntı uygulanan sulama programlarına göre istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur.

6. KAYNAKLAR

Abayomi Y.A. ve Wright, D. 2002. Sugarbeet Leaf Growth and Yıeld Response to Soıl Water Deficit. African Crop Science Journal. Vol:10. No:1, s:51-66

Anonymous, 2007a. http://www.fao.org

Anonymous, 2007b. http://www.tuik.gov.tr

Anonymous, 2007c. http://www.konyatarim.gov.tr

Anonymous, 2007d. http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi4/topraksu.htm

Anonymous, 2007e. http://www.pankobirlik.com.tr

Anonymous, 2007f. http://www.turkseker.gov.tr

Anonymous, 2006a. Türkiye ve Konya Kapalı Havzasındaki Su Sorunları ve Çözüm Önerileri. Konya Jeoloji Mühendisleri Odası Raporu, Konya

Anonymous, 2001. Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Yayın No DPT:2555, Ankara.

Anonymous, 1998. Cumhuriyetin 75. Yılında Konya.Konya İl Yıllığı. Konya Valiliği, Konya.

Ayla, Ç. 1986. Ankara Koşullarında Kısıntılı Su Uygulaması İle Şekerpancarının Su Verim İlişkisi. Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara

Baçlın, M. ve Çelik, S. 1994. Tokat-Kazova Koşullarında Kısıntılı Su Uygulamasında Şeker Pancarının Su – Verim İlişkisi. Şeker Pancarı Yetiştirme Tekniği Sempozyumu, II. Gübreleme ve Sulama, 6-7 Mayıs, Konya, s: 92- 103.

Baştuğ, R., 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su – Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerinde Bir Çalışma. Doktora Tezi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Ana Bilim Dalı, Adana,

Beyce, Ö. Madanoğlu, K., Ayla, Ç. 1972. Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Sulanır Mahsullerin Su İstilakleri. Ankara Merkez TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 15, Teknik Yayın No:12, Ankara.

Bouyoucous, G. J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for the Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal, No:43 s:434 – 438.

Brown, K. 1988. Water Use and Fibrous Root Growth in Sugar Beet. Dissertation Abstracts International, Biological Sciences and Engineering, 49:1, 17B.

Brown, K. F., Messem, A. B., Dunham, R. J. ve Biscoe, P.V. 1987. Effect of Drought On Growth and Water Use of Sugar Beet. Journal of Agricultural Sciences (Cambridge), 109 (3):437-444.

Camposeo, S. ve Rubino, P. 2003. Effect of Irrigation Frequency on Root Water Uptake in Sugar Beet. Plant and Soil, 253, 301-309.

Cassel, D. K. ve Bauer, A. 1976. Irrigation Schedules For Sugarbeets on Medium and Coarse Texutured Soils in The Northern Great Plains. Agron. J., 68, 45–48.

Cooke, D. A. ve Scott, R. K. 1993. The Sugar Beet Crop. Chapman and Hall, London, UK.

Doorenbos, J. ve Kassam, A. H. 1979. Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper, No:33, Rome.

Doorenbos, J., ve Pruit., W. O. 1977. Guidelines For Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 24. Food Agric. Org. UN, Rome.

Draycott, A. P. ve Massem. A.B. 1977. Response of Sugarbeet to Irrigation. 1965-1975. Journal of Agricultural Sciences (Cambridge), 89:481-493.

Dunham, R. 1988. Irrigation of Sugarbeet: The Main Effect. British Sugar Beet Review, 56(3): 34 - 37.

Dunham, R.J. 1993. In: Cooke, D.A., Scott, R.K. (Eds.), Water Use and Irrigation. The Sugar Beet Crop: Science into Practice.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No. 1021, s: 214, Ankara.

Ertaş, M. R. 1979. Konya Ovası Sulama Şebekesi Sulama Rehberi. Konya Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, No:60.

Ertaş, M. R. 1980. Buğdayın Ve Şeker Pancarının Lizimetrelerde Saptanan Su Tüketimleri. Konya Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No:43, Seri No:3, Konya.

Ertaş, M. R. 1984. Konya Ovası Koşullarında Sulama Suyu Miktarında Yapılan Kısıntının Şeker Pancarı Verimine Etkileri. Köy Hizmetleri Gn. Md., Konya Bölge TOPRAKSU Araştırma Ens. Md. Yayınları, Genel Yayın No. 100, Rapor Serisi no. 82, Konya.

Ertek, A. ve Kanber, R. 1999. Damla Sisteminde Farklı Sulama Programlarının Pamuk Bitkisinin Değişik Toprak Katmanlarındaki Su Tüketimine Ve Kök Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi. Agri. Foresty, 34, 283-291.

Faberio, C., Martin de Santa Olalla, F., Lopez, R., Dominguez, A. 2003. Production and Quality of the Sugar Beet Cultivated Under Contrelled Deficit Irrigation Conditions in a Semi-Arid Climate. Agric. Water Manage., 62: 215-227.

Fellner-Feldegg, H., 1969. The Measurement of Dielectrics in he Time Domain. J. Phys. Chem., 73, 616–623.

Groves, S. J. ve Bailey, R. J. 1994. Strategies for The Sub-Optimal Irrigation for Sugar Beet. Aspects Appl. Biol., 201–207.

Günbatılı, F. 1978. Tokat'ta Şeker Pancarının Su Tüketimi. Tokat Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No:24, Rapor Yayın No:14, Tokat.

Günbatılı, F. 1989. Tokat Kazova Koşullarında Kısıntılı Su Uygulamasında Şeker Pancarının Su – Verim İlişkisi. Tokat Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No:95, Rapor Serisi No:57, Tokat.

Güngör, H. 1984. Eskişehir Koşullarında Şekerpancarının Kısıntılı Su Varlığında Sulama Zamanı Ve Su Tüketimi. Eskişehir Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No:179, Rapor Yayın No:137, Eskişehir.

Güngör, H. ve Öğretir, K. 1980. Eskişehir Koşullarında Lizimetrede Yetiştirilen Şekerpancarı, Buğday, Mısır Ve Patatesin Su Tüketimleri. Eskişehir Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No: 156, Rapor Yayın No:115, Eskişehir.

Hart, W. E. ve Reynolds, W. N. 1965. Analytical Design of Sprinkler Systems. Transactions of ASAE, 8 :83-89

Harvey, C. W., ve Dutton, J. V. 1993. Root quality and processing. In:D.A. Cooke ve R. K. Scott, eds. The Sugar Beet Crop, p.571-617. Chapman and Hall, London, U.K.

Hızalan, E. ve Ünal. H. 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.

Hoekstra, P. ve Delaney, A. 1974. Dielectric Properties of Soils at UHF and Microwave Frequencies. Journal of Geophysical Research, 79:1699-1708

ICUMSA, 1958. Report of the Proceedings. 12 th. Session, Subj.23, Rec.4:97

İyiol, V., Çöke, K., Seyisoğlu, N. 1962. Eskişehir Bölge Sulu Ziraat Deneme İstasyonunda 1958 – 1961 Yılları Arasında Yapılan Şeker Pancarı Su İhtiyacının Tesbiti Denemesinin Sonuç Raporu. T. C. Tarım Bakanlığı, Eskişehir.

Jakson, M. C. 1962. Soil Chemical Analysis. Prentici Holl. Inc. Englewood Cliffs, N. J. USA

James, L.G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc., New York, 543.

Kanber, R. 1977. Çukurova Koşullarında Bazı Toprak Serilerinin Değişik Kullanılabilir Nem Düzeylerinde Yapılan Sulamaların Pamuğun Verim ve Su Tüketimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Tarsus Bölge Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayınları, Genel Yayın No:85, Rapor Yayın No:35, Tarsus.

Kanber, R., Yazar, A., Eylen, M. 1990. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilen İkinci Ürün Mısırın Su – Verim İlişkisi. Tarsus Bölge Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayınları, Genel Yayın No:173, Rapor Yayın No:108, Tarsus.

Kara, M. , Çitfçi, N. , Şimşek, H. ve Topak, R. , 1992. Konya Ovaları Projesinde (KOP) Su Potansiyeli ve İhtiyacı. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, Erzurum.

Kara, M. 2005. Sulama ve Sulama Tesisleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Konya

Keskin, G. 2003. Şeker ve Tatlandırıcılar. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü. T. E. A. E. Bakış, Sayı : 2.

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.

Kırda, C. ve Kanber, R. 1999. Water, No Longer A Plentiful Resource, Should Be Used Sparingly in Irrigated Agriculture. In: C. Kirda, P. Moutonnet, C. Hera & D.R. Nielsen, eds., Crop yield response to deficit irrigation, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

Kızıloğlu, F. M., Şahin, U., Angın, İ., Anapalı, Ö. 2006. The Effect of Deficit Irrigation on Water – Yield Relationship of Sugar Beet (Beta Vulgaris L.)

Under Cool Season and Semi-Arid Climatic Conditions. Int. Sugar Journal Vol.108, No.1286, s:90-94.

Kodal, S. 1994. Yeterli ve Kısıntılı Su Koşullarında Şeker Pancarı Sulaması. Şeker Pancarı Şetiştirme Tekniği Sempozyumu, II. Gübreleme ve Sulama, Konya,

Korukcu, A. ve Yıldırım, O. 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Gen. Md. Yayınları, Ankara.

Korukçu, A. ve Büyükcangaz, H. 2003. Su ve Sulama Yönetimine Bütünsel Yaklaşım. 2. Ulusal Su Kongresi, 16-19 Ekim, Kuşadası, İzmir, 19-32.

Kubadinow, N., 1972. Jahresbericht Zuckerforschungs Institute Österreich, 8:83-94.

Kubadinow, N., ve Wieninger, L. 1972. Compt. Rent. XIV. Ass. Comm. Int. Tech.Sucr. (CITS) Brüssel, 1971, 539; s.a. Zucker 25 (1972): 43.

Madanoğlu, F. K. 1977. Orta Anadolu Koşullarında Şeker Pancarında Azot – Su İlişkileri ve Su Tüketimi. Merkez TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No: 50, Rapor Yayın No : 17. Ankara.

Millar, C. E., Turk, L. M., Foth, L. D. 1966. Fundemantal of Soil Science Fourt Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.

Mohammadian, R., Moghaddam, M., Rahimian, H., Sadeghian, S. Y. 2005. Effect of Early Sason Drought Stres on Growth Characteristics of Sugar Beet Genotypes. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 29 : 357 - 368.

Moutonnet, P. 2000. Yield Response Factors of Field Crops to Deficit Irrigation. In Deficit Irrigation Practices, Water Reports, No:22, FAO, Rome, 11–15.

Noborio, K. 2001. Measurement of Soil Water Content and Electrical Conductivity by Time Domain Reflectometry: A Review. Computers and Electronics in Agriculture, Vol.31, s:213-237.

Okman, C. 1981. Ankara Şartlarında Şeker Pancarının Su İstihlakinin Tayini Üserinde Bir Araştırma, Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 780, Ankara.

Okman, C. ve Bilgin, Y. 1973. Ankara Şartlarında Şekerpancarının Su Tüketimi Ve Sulanması. Şeker, Yıl : 23, Sayı :87 s:71 – 76.

Olsen, S. R., Cole, C. V., Vatanabe, F. S. ve Dean L. .A. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate. U. S. Dep. of Agr. Cir., Nb. 939, Washington D. C., s:19.

Oylukan, Ş. 1973. Çeşitli Mahsullerin Ekonomik Sulama Sayısının Tespiti Denemesi Sonuç Raporu. Eskişehir Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü. Rapor Seri No. 71. Eskişehir.

Öğretir, K., ve Güngör, H. 1994. Bursa (M. Kemalpaşa) Koşullarında Kısıntılı Su Uygulamasında Şekerpancarının Su – Verim İlişkileri. Şeker Pancarı Yetiştirme Tekniği Sempozyumu, II. Gübreleme ve Sulama, 6-7 Mayıs, Konya, s: 68-86.

Pennman, H. L. 1971. Irrigation at Woburn, part VII. Rothamsted Experimental Station Report for 1970 part 2. pp. 147-170.

Reinefeld, E., Emmerich, A., Baumgarten, G, Winner, C., Beiβ, U. 1974. Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen. Zucker, 27, 2-15.

Richards, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, U. S. Dep. Of Agr., Handbook 60, USA.

Rinaldi, M., Vonella, V, A. 2004. The response of Autumn And Spring Sown Sugar Beet (Beta Vulgaris L.) to Irrigation in Southern Italy: Water and Radiation Use Efficiency . Field Crops Research, 95: 103 – 114

Sakellariou-Makrantonaki, M., Kafountzos, D., Vyrlas, P. 2002. Water Saving and Yield Increase of Sugar Beet with Subsurface Drip Irrigation. Global Nest: The International Journal, 4: 85 – 91.

Salter, P. J. ve Goode, J. E. 1967. Crop responses to Water at Different Stages of Growth. Communication in Agriculture Bur: Furnham Royal.

Sevim, Z., İstanbulluoğlu, A., Evren, S. 1991. Iğdır Ovası Koşullarında Şeker Pancarı Azot Su İlişkileri. Erzurum Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No:34, Rapor Serisi No: 31, Erzurum.

Stewart, J. I., Hagan, H. M., Pruit, W. O., Danielson, H. E., Franklin, W. T., Hanks, H. J., Riley, J. P., Jackson, E. B. 1977. Optimizing Crop Production Through Control of Water and Salinity Levels in the Soil. Utah Water Res. Lab. Publ. No: PRWG 151-1, Utah State Univ., Utah, Logan.

Tanner, C.B., Sinclair, T.R. 1983. Efficient Water Use in Crop Production: Research or re-search? (Eds. H.M. Taylor et al.). Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. Amer. Soc. Apron. Inc. 1-27.

Tekinel, O., Kanber, R., Çetin, M. 2000. Su Kaynaklarının Geliştirme ve Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, Ankara, 231-259.

Tognetti, R., Palladino, M., Minnocci, A., Defline, S., Alvino, A. 2003. The Response of Sugar Beet to Drip and Low – Pressure Sprinkler Irrigation in Souther Italy. Agricultural Water Management., 60 : 135 – 155.

Topak, R. 1996. Konya çumra ovasındaki yağmurlama sulamalarında uygulama sorunları. Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, Konya.

Topp G. C., Davis, J.L., Annan, A.P. 1980. Electromagnetic Determination of Soil Water Content: Measurements in Coaxial Transmission Lines. Water Resources Research, 16:574-582.

Uçan, K. ve Gençoğlan, C. 2004. The effect of Water Deficit on Yield and Yield Companents of Sugar Beet. Turk J. Agric. For., 28:163-172.

ICUMSA. 1958. Report of the Proceedings. 12 th Session, Subj., 23, Rec. 4: 97.

U. S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvomed of Saline and Alkali Soils. U. S. Dept. Of Agr., Handbook v:60, Washington D. C.

Yavuz, D., Topak, R., Süheri, S. 2007. Yüzey su kaynaklarının kullanıldığı yağmurlama sulama sistemlerinde enerji kullanımının belirlenmesi. Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi : 21(41): 2007 51-57.

Yazar, A., Sezen, S. M., Sesveren, S. 2002. LEPA And Trickle Irrigation of Cotton in The Southeast Anatolia Project Area in Turkey. Agriculture Water Management, 54, 189 – 203.

Yıldırım, O. 1990. Sugarbeet Yields Response to Surface Drip and Subsurface Irrigarion Methods. Universty of Ankara, Publications of Faculty of Agriculture: 1174, Scientific Research Reports, 648, s:16.

Yıldırım, O. 1991. Ankara Koşullarında Şekerpancarının Su-Verim İlişkileri ve Su Tüketimi: I. Su-Verim İlişkileri. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yıllığı, 39 (1-2), 101-111.

Yılmaz, E. 1999. Büyük Menderes Ovasında Pamuk Bitkisinde Kısıntılı Sulama Uygulamasının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkilerinin Araştırlması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bornova

Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metodları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, No:1340, s:64. Ankara.

Ziba, A. ve Y. Bilgin 1969. Ankara'da Şeker Pancarının Sulanması ve Bu Şartlar Altında Şeker Pancarının Su İstihlaki. Şeker Dergisi, Sayı:73, Ankara..

Zupanc, V., Adam, G., Pintar, M. 2005. Comparison of Laboratory TDR Soil Water Measurements. Acta Agriculturae Slovenica, 85:2, 359-379.