



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**FARKLI NİTELİKTEKİ SULAMA SULARININ PATATES (*Solanum tuberosum* L.)
BİTKİSİNDE STOMA İLETKENLİĞİ, KLOROFİL DEĞERİ VE VERİM
ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Esengül DEMİREL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY
Eylül-2012



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

FARKLI NİTELİKTEKİ SULAMA SULARININ PATATES (*Solanum tuberosum* L.)
BİTKİSİNDE STOMA İLETKENLİĞİ, KLOROFİL DEĞERİ VE VERİM
ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Esengül DEMİREL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY
Eylül-2012

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

FARKLI NİTELİKTEKİ SULAMA SULARININ PATATES (*Solanum tuberosum* L.)
BİTKİSİNDE STOMA İLETKENLİĞİ, KLOROFİL DEĞERİ VE VERİM
ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Esengül DEMİREL
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Doç.Dr. Berkant ÖDEMİŞ danışmanlığında hazırlanan bu tez 17.09.2012 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Berkant ÖDEMİŞ	Prof. Dr. Necat AĞCA	Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN
Başkan	Üye.....	Üye

Bu tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma M.K.Ü Bilimsel Araştırma Projeleri Komiyonunca Desteklenmiştir.

Proje No: 1103Y0105

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	I
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Tuzlu Suların Kökeni	4
2.2. Tuzlu Suların Tarımda Kullanım Potansiyeli	4
2.3. Tuzlu Suların Toprak Özelliklerine Etkisi	6
2.4. Tuzluluğun Bitki Fizyolojisine Etkileri	7
2.5. Tuzlu Suların Bitkisel Üretimde Kullanımı	9
2.6. Patates Bitkisi ve Tuzluluk İlişkisi	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. Araştırma Alanı	15
3.1.2. Araştırma Toprağının Özellikleri	15
3.1.3. İklim Özellikleri	16
3.1.4. Bitki Materyali	16
3.1.5. Sulama Suyu Kompozisyonunun Oluşturulması	18
3.1.6. Denemede Kullanılan Araçlar ve Özellikleri	19
3.2. Yöntem	21

3.2.1. Deneme Konuları	21
3.2.2. Deneme Planı	21
3.2.3. Toprak Nemi ve Tuzluluğuna İlişkin Kalibrasyon Eğrileri	22
3.2.4. Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi	22
3.2.5. Deneme Süresince Bitki Bakım İşlemleri	23
3.2.6. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi	23
3.2.7. Drenaj Kayıplarının Belirlenmesi	23
3.2.8. Porometre ve Klorofil Ölçümleri	24
3.2.9. Toprak Tuzluluğu ve Toprak Nemi Ölçümleri	24
3.2.10. Verim Değerlerine İlişkin Ölçümler	25
3.2.11. Bitki Boyu Ölçümleri	26
3.2.12. Yaprak Alanının Ölçülmesi	26
3.2.13. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi	26
4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR	27
4.1. Sulama Sonuçları	27
4.2. Bitki Su Tüketimi (Evapotranspirasyon) Sonuçları	29
4.3. Verim, Yumru Niteliği ve Vejetatif Özelliklere ilişkin Sonuçlar	31
4.4. Su-Verim İlişkileri	31
4.4.1. Sulama Suyu Miktarı ile İncelenen Özellikler Arasındaki İlişki	31
4.4.2. Bitki Su Tüketimi ile İncelenen Özellikler Arasındaki İlişki	36
4.5. Tuzluluğun Yumru Verimi ve Yumru Niteliğine Etkisi	38
4.6. Tuzluluğun Vejetatif Özellikler Üzerine Etkisi	43

4.7. Tuzluluğun Bitki Fizyolojisine Etkisinin Sonuçları	45
4.7.1. Tuzluluğun Stoma İletkenliğine Etkisi	45
4.7.2. Tuzluluğun Klorofil İçeriğine Etkisi	47
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	55
TEŞEKKÜR	62
ÖZGEÇMİŞ	63

ÖZET**FARKLI NİTELİKTEKİ SULAMA SULARININ PATATES (*Solanum tuberosum* L.) BİTKİSİNDE STOMA İLETKENLİĞİ, KLOROFİL DEĞERİ VE VERİM ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Araştırma, Hatay Bölgesinde, sera koşullarında, tuzluluğa orta derecede tolerant, Slaney çeşidi patates bitkisinde stoma iletkenliği, klorofil değeri, yumru verimi ve diğer verim parametrelerinin tuzlu su uygulamalarına tepkisini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Dikimlerde 26 cm çapında ve 42 cm yüksekliğinde plastik saksılar kullanılmıştır.

Denemede, patates bitkisine 5 farklı tuzlu sulama suyu (0.3 dS/m , 3 dS/m, 6 dS/m 9 dS/m ve 12 dS/m) uygulanmıştır. EC'nin değişik düzeylerinin oluşturulmasında NaCl ve CaSO₄ tuzu kullanılmıştır. EC₀ tanık konusu dışındaki konulara her sulamada % 20 oranında yıkama suyu uygulanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, T₀, T₃, T₆, T₉ ve T₁₂ uygulamalarında yumru verimi değerleri sırasıyla 201.26, 188.54, 169.96, 152.46, 116.30 gr olarak belirlenmiştir. Araştırma süresince T₀ 14, diğer konular 9 kez sulanmıştır. Deneme süresince T₀, T₃, T₆, T₉, T₁₂ konularında sırasıyla 162, 113, 165, 209 230.5 ml düzeyinde drenaj suyu ölçülmüştür. Aynı sırayla EC_d değerleri 4.9, 10.8, 13.1, 16.3, 18.3 dS/m olarak belirlenmiştir. En fazla su tüketimi T₀ konusunda (26.60 lt) en düşük su tüketimi ise T₁₂ konusunda (10.50 lt) hesaplanmıştır. T₃, T₆, T₉ konularında su tüketimleri sırasıyla 16.85, 15.79, 14.77 lt olarak belirlenmiştir.

2012, 52sayfa

Anahtar kelimeler: Su Kalitesi, Patates, Stoma iletkenliği, Klorofil içeriği Yumru verimi

ABSTRACT**THE EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION WATER QUALITIES TO DETERMINE ABOVE STOMATAL CONDUCTANCE, CHOLORPHYLL VALUES AND YIELD PARAMETER.IN POTATO (*Solanum tuberosum* L.) PLANT**

This research was carried out to evaluate the stomatal conductance, chlorophyll values, tuber yield, together with other yield parameters as response to saline water application in potatoes plant (Slaney variety) which is moderate tolerant to salinity in Hatay region. For plantation, plastic pots with 26 cm diameter and 42 cm height were used

In the experiment, potato plants were treated with five different saline irrigation water (EC_w), 0.3 dS/m , 3 dS/m, 6 dS/m 9 dS/m and 12 dS/m). NaCl and $CaSO_4$ were used to prepare saline water. Except for the control treatment, other treatments were given about 20% of leaching water.

According to the results, Tuber yield values were found 201.26, 188.54, 169.96, 152.46, 116.30 gr in T_0 , T_3 , T_6 , T_9 , T_{12} , respectively. T_0 14 other treatment were irrigated 9 times. During the experiment T_0 , T_3 , T_6 , T_9 , and T_{12} treatment were measured drainage water 162, 113, 165, 209, 230.5 ml, respectively. In the same order, EC_d values were measured 4.9, 10.8, 13.1, 16.3, 18.3 dS/m. The highest and lowest evapotranspiration values were T_0 (26.60 lt) and T_{12} (10.50 lt), respectively. Evapotranspiration were measured 16.85, 15.79, 14.77 lt in T_3 , T_6 , T_9 treatments.

2012, 52pages

Key Words::Water Quality, Potatoes, Stomatal Conductance, Chlorophyll values, Tuber yield

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Serinyol uzun yıllık ortalama iklim verileri	17
Çizelge 3.2. Araştırma süresince deneme alanına ilişkin iklim verileri	17
Çizelge 4.1. İncelenen özelliklere ilişkin istatistiksel varyans analiz tablosu	32
Çizelge 4.2. Verim ve verim parametrelerine ilişkin elde edilen sonuçların ortalama değerleri	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Deneme toprağının oluşturulması	15
Şekil 3.2. Slaney patates çeşidine ait bir görünüm	16
Şekil 3.3. Sulamada kullanılan su tanklarının görünümü	19
Şekil 3.4. Denemede kullanılan ölçüm aletleri	20
Şekil 3.5. Deneme desenine ilişkin bir görünüm	21
Şekil 3.6. Wet probe okumaları ile saturasyon ekstratının elektriksel iletkenliği arasındaki ilişki (Kalibrasyon eğrisi)	22
Şekil 3.7. Denemede klorofil ölçümünden bir görünüm	24
Şekil 3.8. Saturasyon çamurunun oluşturulmasından bir görünüm	25
Şekil 4.1. Toprak tuzluluğunun zamansal değişimi	28
Şekil 4.2. Bitki su tüketiminin zamansal değişimi	30
Şekil 4.3. Yığışımli bitki su tüketimi değerlerinin değişimi	30
Şekil 4.4. Sulama suyu ile ortalama yumru ağırlığı ve yumru sayısı arasındaki ilişki	34
Şekil 4.5. Sulama suyu ile yumru kuru madde yüzdesi ve yumru sertliği arasındaki ilişki	35
Şekil 4.6. Sulama suyu ile yaprak alanı ve bitki boyu arasındaki ilişki	35
Şekil 4.7. Bitki su tüketimi ile yumru ağırlığı ve yumru sayısı arasındaki ilişki	36
Şekil 4.8. Bitki su tüketimi ile yumru kuru madde yüzdesi arasındaki ilişki	37
Şekil 4.9. Bitki su tüketimi ile yaprak alanı ve bitki boyu arasındaki ilişki	37
Şekil 4.10. Sulama suyu EC si ile yumru kuru madde ve yumru sertliği arasındaki ilişki	39

Şekil 4.11. Sulama suyu EC si ile yumru ağırlığı ve yumru sayısı arasındaki ilişki	39
Şekil 4.12 EC _e ile oransal verim arasındaki ilişki	41
Şekil 4.13. EC _e ile yumru ağırlığı ve yumru sayısı arasındaki ilişki	41
Şekil 4.14. EC _e ile yumru kuru madde ve yumru sertliği arasındaki ilişki	42
Şekil 4.15. Konulara ilişkin bitki boylarının zamansal değişimi	43
Şekil 4.16. Sulama suyu EC ile yaprak alanı ve bitki boyu arasındaki ilişki	44
Şekil 4.17. EC _e ile yaprak alanı ve bitki boyu arasındaki ilişki	44
Şekil 4.18. Sulama suyu EC değeri ile stoma iletkenliği arasındaki ilişki	46
Şekil 4.19 Toprak tuzluluğu ile stoma iletkenliği arasındaki ilişki	47
Şekil 4.20. Tuzluluk konularında stoma iletkenliğinin zamansal değişimi	48
Şekil 4.21. Sulama suyu EC değeri ile klorofil içeriği arasındaki ilişki	49
Şekil 4.22. Toprak tuzluluğu ile klorofil içeriği arasındaki ilişki	49
Şekil 4.23. Tüm konularda klorofil değerlerinin zamana bağlı değişimi	50

1. GİRİŞ

Su kaynakları nitelik ve nicelik yönünden bir geçiş noktasındadır. Dünya nüfusunun hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, ayrıca çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi veya yaygınlaşmaması gibi nedenler dünyada içilebilir su miktarının giderek azalmasına sebep olmaktadır. Bunların yanısıra, içilebilir su kaynaklarının kirlenmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (Haviland, 2002).

Tarım küresel ölçekte suyun en büyük kullanıcısıdır. Özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda sulama, tarımsal üretimin sürdürülebilmesinde en önemli ögedir. Küresel ölçekte artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için sulanan alanların artırılması gelecek için zorunludur. Ancak, son çeyrek asırdır etkisini artıran küresel iklim değişikliği sonucu oluşan kuraklık nedeniyle, istenilen miktarda alanın sulanması önemli bir sorundur. Bu nedenle mevcut su kaynaklarının etkin kullanımını önem kazanmaktadır.

Son 40-50 yıllık süreçte mevcut su kaynaklarının daha etkin kullanılabilmesi amacıyla geleneksel su kaynakları (nehir, dere ve depolama alanlarındaki sular) yanında geleneksel olmayan (evsel ve endüstriyel atık suları ile tarımsal drenaj suları) su kaynaklarının kullanımı yaygınlaşmaktadır. Özellikle 1950'den itibaren tuzlu-atık suların tarımda kullanımı yaygınlaşmıştır. Mısır, yaklaşık 5 milyon m³ drenaj suyunu normal kalitedeki sulama suları ile karıştırarak Nil deltasının sulanmasında kullanmaktadır. Ayrıca ülke genelinde yapılan gözlemlerde sulama sonrası oluşan yaklaşık 2.8 milyon m³ suyunda sulamada kullanıldığı belirtilmektedir (APP, 2002). Hindistan' da yaklaşık 32 milyon m³ tuzlu ve sodyumlu yeraltı suyu sulama amacı ile kullanılmaktadır. Bugün özellikle Bangladeş, Çin, Mısır, Hindistan, İran, Pakistan, Suriye ve ABD' de tuzlu ve sodyumlu sulama suları tarımsal üretimde kullanılmaktadır. Mısır 2000'li yılların başında % 10 seviyesinde olan tuzlu suların sulama amaçlı kullanımını 2017' de % 17'ye çıkarmayı resmi olarak ele almıştır (Egypt MWRI, 2004). Tunus atık suların % 43'ü değerlendirmektedir. Hindistan geleceğe yönelik hedeflerinde ülkede kullanılan temiz su kaynaklarının kullanım oranının % 85'den 2025 yılında % 77'ye düşürmeyi planlamaktadır (India CWC, 2002).

Birçok ülkede tuzlu suların kullanımı bir zorunluluk olmakla birlikte gerekli mühendislik önlemleri alınmadığı sürece toprakların tuzlanması kaçınılmaz bir sonuç haline gelmektedir. Sulanan alan miktarının küresel ölçekte 1960'da 140 milyon ha'dan 270 milyon ha'a yükselmesi, söz konusu alanların yaklaşık % 20' sinin tuzlanmasına neden olmuştur. Tuzlu suların kullanımı, bir zorunluluk olmakla birlikte toprak kaynaklarının korunması açısından son derece dikkatli olunması gereken bir durumdur. Tuzlanmaya bağlı olarak meydana gelen yıllık toprak kaybı 1.6 milyon ha olurken, dünyada sulanan yaklaşık 230 milyon ha'lık alanın 45.4 milyon ha'ı tuzdan etkilenmiş durumdadır (Martinez ve Manzur, 2005). Son 45 yılda drenaj sorunu nedeniyle kullanılmayan arazi miktarı 10.5 milyon ha, tuzlanma nedeniyle elden çıkan arazi miktarı 76.6 milyon ha dolaylarındadır. Aynı dönemde tatlı su kaynaklarının % 25'inin kullanılmayacak ölçüde kirleneceği öngörülmektedir (Abu Zeid ve Biswas, 1990).

Temiz su kaynaklarının büyük bölümünü tarımsal ürünlerin sulanmasında kullanan ülkelerde, toplam su varlığının etkin kullanımını sağlamak için tuzlu suların da tarımda kullanılması, gelecek için çok önemli bir konudur. Bu nedenle tuzlu su kullanımının zorunlu olduğu alanlarda yetiştirilecek kültür bitkilerinin su-verim ve tuzluluk-verim fonksiyonlarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Araştırılacak kültür bitkilerinin seçiminde gıda gereksiniminin karşılanmasında önemli rol oynayan patates gibi bitkilerin öncelikle ele alınması, su-bitki-toprak öğelerinin efektif kullanımı açısından çok önemlidir.

Patates küresel anlamda gıda gereksiniminin karşılanmasında en önemli 4. bitkidir (CIP, 2007). Karbonhidrat kaynaklı gıda maddeleri arasında ilk sıralarda yer alan ve yumrularından yararlanılan bir kültür bitkisi olan patates, birinci derecede nişasta kaynağı olmasına rağmen besleme değeri itibariyle yumurtadan sonra en kaliteli kullanılabilir proteine sahiptir. Patates yumrusunun kimyasal bileşiminde % 70-80 su, % 11-20 nişasta, % 1-2.5 protein bulunmaktadır (Er ve Uranbey, 1998). Üretimi yapılan patatesin % 54'ü doğrudan insan gıdası, % 19'u hayvan yemi % 12'si tohumluk, % 8'i sanayi hammaddesi, % 8'i ise diğer şekillerde kullanılmaktadır (Anonim 2012b).

Dünyada 2010 yılında patates dikim alanı 18.6 milyon ha, yumru üretimi 324.4 milyon ton ve yumru verimi 1.73 ton/da'dır. Ülkemizde 2010 yılındaki patates dikim alanı 140665 ha, yumru üretimi 4548090 ton ve yumru verimi 3.23 ton/da'dır (FAO, 2010).

Patates yetiştiriciliğinde toprak nem eksikliği ve sulama suyu niteliği verimi sınırlandıran en önemli etmenler olarak değerlendirilmektedir. Yetiştirme sezonu yaklaşık 120-150 gün arasında değişen bir patates bitkisinin su gereksinimi iklimsel koşullara bağlı olarak 500 ile 700 mm arasında değişmektedir. Uygun sıcaklık ve sulama koşullarında verim değerleri subtropik iklim kuşağında 25-35 ton/ha, tropik iklim kuşağında ise 15-25 ton/ha arasında değişmektedir. Yumrudaki nem miktarı % 70-75 düzeyinde olduğu koşulda yapılan hasatta su kullanım oranı 4 ile 7 kg/m³ arasındadır. Sulama suyu niteliği ve toprak tuzluluğu patates üretimini sınırlandıran en önemli etmenlerdir. Yapılan araştırmalar, 1.7 dS/m'ye kadar toprak tuzluluklarında yumru veriminde herhangi bir azalma olmadan üretim yapılacağını göstermektedir. Toprak tuzluğu 2.5 dS/m'de % 10, 3.8 dS/m'de % 25, 5.9 dS/m'de % 50 oranında verim kayıplarının olacağı, toprak tuzluluğunun 10 dS/m olduğunda ise herhangi bir verim alınamayacağı bildirilmektedir (FAO, 2002). Su kaynaklarının nitelikleri konusunda endişelerin had safhaya ulaştığı son 20-30 yıllık süreçte, tuzluluğa bağlı üretim fonksiyonlarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, farklı nitelikteki sulama sularının patates bitkisinin verim, kalite, vejetatif ve fizyolojik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bitkinin fizyolojik özelliklerinin ortaya konulmasında stoma iletkenliği ve klorofil değerleri, vejetatif özelliklerde bitki boyu ve yaprak alanı, verim parametreleri olarak bitki başına yumru verimi, bitki başına yumru sayısı ve tek yumru ağırlığı, yumru kalitesinin belirlenmesinde ise yumru sertliği ve yumru kuru madde oranı değerlerindeki değişimlerin etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMAŞLAR

2.1. Tuzlu Suların Kökeni

Tuzluluk, tarımsal üretimi (Munns, 2002) ve tarımsal sürdürülebilirliği (Waisel, 2001) kısıtlayan en önemli faktörlerden biridir. Tuz birikimi birçok şekilde meydana gelebilir. Doğal koşullar altında, deniz suyunun ve tatlı suyun birbirine karışması yada gel gitler, denize kıyısı bulunan alanlarda ve deltalarda yüksek tuz konsantrasyonlarına neden olurlar. Deniz kıyısından uzak daha iç bölgelerde ise jeolojik deniz birikimlerinden çıkan doğal tuz sızıntıları çevreye yayılarak o alanları tarım için uygunsuz hale getirebilir. Ancak, tarım alanlarının tuzlanması sulama suyundaki tuzların toprakta birikimi daha yaygın bir sorundur (Taiz ve Zeiger, 2012).

Kurak ve yarı kurak alanlarda yeterli miktarda ve kalitede sulama suyunun sağlanması genellikle önemli bir sorundur. Suyun sağlandığı nehir ve dere yataklarının evsel, endüstriyel ve drenaj sularının yanı sıra insan kaynaklı (antropojenik) yollardan kirlenerek farklı nitelikteki iyonların konsantrasyonlarının artması aşağı havzadaki sulanan alanlarda tuzluluk sorunu oluşturmaktadır. Kirletici kaynakların (evsel endüstriyel) sulama sularına ulaşması engellense dahi suyun geçtiği alanlardaki jeolojik yapı suyun tuzluluğunun artmasında önemli bir etkidir. Artan tuzluluk kimi bölgelerdeki su kaynaklarının tuzluluk seviyesini bitki dayanım sınırına kadar yükseltebilmektedir. A.B.D’de Kolorado Nehri’nin doğduğu kısımlarda tuz miktarı 50 mg/L iken, nehrin yaklaşık 200 km aşağısında, tuz miktarı 900 mg/L’ye ulaşmaktadır. Bu değer, mısır gibi tuza duyarlı bazı kültür bitkilerinin büyümesini engellemektedir (Taiz ve Zeiger, 2012).

2.2. Tuzlu Suların Tarımda Kullanım Potansiyeli

Tuzlu yada drenaj sularının sulamada kullanımı hem suyun korunmasına yardım eden hem de sulamanın çevre ve ekoloji üzerindeki zararlı etkisini en aza indiren bir uygulamadır. Bitkisel üretimde kullanılan yöntemler, bitki ıslahı, toprak-bitki-su yönetimi, sulama ve drenaj teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, tuzlu suların en az zararla bitkisel üretimde kullanılabileceğini göstermektedir (Shalhevet, 1994). Bugün başta Orta Doğu olmak üzere Avustralya, Mısır, Hindistan, İsrail, Pakistan, ABD gibi ülkelerde tuzlu (drenaj) sular yaygın şekilde kullanılmaktadır. Mısır’ da her yıl 14.350 milyon m³ drenaj suyunun oluştuğu bunun 3.533 milyon m³ünün tuzluluk düzeyinin 4.0 dS/m’den fazla olduğu, 1988 yılında 2.370 milyon m³, 1992’de 4.450 milyon m³ tuzlu- drenaj suyunun sulamada kullanıldığı bildirilmektedir (Rhoades ve ark. 1992). İsrail’de tuzluluğu 3.0 dS/m olan yeraltı suları, yağmurlama ve damla sulama yöntemleri ile verilmektedir. Sulamalarda yıkama gereksinimi olarak % 25-30 oranında fazla su uygulanmaktadır. Orta ve hafif bünyeli topraklarda tuza dayanıklı bitkiler seçilerek tuzlu su ile sulama yapılırken; ağır bünyeli topraklarda tuzluluğu 3.5-5 dS/m olan sulara jips karıştırılarak uygulanması önerilmektedir (Keren ve Shainberg, 1978). A.B.D’nin Pecos vadisinde ortalama tuzluluğu

2500 mg/lit olan suların 30 yıl boyunca 81000 ha'lık tarım arazisinde başarılı bir şekilde kullanıldığı belirtilmiştir (Miyamoto ve ark. 1984). Anılan bölgede yonca ve diğer yem bitkileri en az verim kaybı ile iletkenliği 3-5 dS/m olan sulama suları kullanılarak yetiştirilmişlerdir. Arizona'nın kuru ve sıcak bölgelerinde tuzlu yeraltı suları uzun süreden beri sulamada başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Dutt ve ark. 1984). Teksas'da sulama için kullanılan bazı kuyu suları 2000 ile 3000 mg/L tuz içermektedir. Bu tür kuyulardan alınan yıllık toplam 1000 mm sulama suyu, hektar başına toprağa 20 ile 30 ton (dönüm başına 8-12 ton) tuz eklenmesine neden olmaktadır. Bu tuz seviyeleri en dayanıklı kültür bitkileri dahil, tüm bitkiler için zararlıdır

Güney Kıbrıs'da 2002 yılından beri hizmet veren kentsel atık su arıtımı yapan tesis günde 12000 m³'su çıkartılmakta ve arıtılmış sular ile çoğunluğu patates ekili alanlar ile otellerin park ve bahçelerinin sulanmasında kullanılmaktadır. Bu şekilde yaklaşık 100 ha alan düzenli olarak sulanmaktadır. İsrail, Negev bölgesinde 1994 yılından beri hizmet veren yaklaşık 120 milyon m³/yıl kapasiteli atık su arıtma tesisi bölgede yetiştiriciliği yapılan tarla bitkileri (pamuk, tahıl vs.), meyve bahçeleri, sebze ve ihrac amaçlı kesme çiçekçilik üretimi yapılan 16000 ha alanın sulanmasında kullanılmaktadır. İspanya'da 1997 yılından beri faaliyet gösteren kentsel atık su arıtımı yapan tesiste günlük 32000 m³'lük su arıtımı yapılmaktadır. Arıtılmış atık su ile 3000 ha alanda meyve ve sebze üretimi gerçekleştirilmektedir. Ürdün'de biri 1000 m³/gün diğeri 600 m³/gün kapasiteli iki tesiste arıtılan sular 9500 ha alanda meyve bahçeleri ve yem bitkilerinin sulanmasında kullanılmaktadır (Yurtseven ve ark. 2010).

2.3. Tuzlu Suların Toprak Özelliklerine Etkisi

Tarımsal üretim yapılan alanlarda doğal ve insan kaynaklı (antropogenic) yollarla dakikada yaklaşık 3 hektarlık alanda (FAO, 2006) meydana gelen tuzlanma endişe verici boyutlara ulaşmıştır (Parida ve Das, 2005). Günümüzde dünya üzerinde 230 milyon ha sulanan tarım arazinin 45 milyon ha'lık kısmı tuzlanmadan etkilenmesi (Martinez ve Manzur, 2005), tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından riskli bir durumdur. Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa, Asya ve Avustralya'da toprak tuzlanması riskli bir noktaya ulaşmış durumdadır (Schoups ve ark. 2005; Chavez ve ark. 2006; Rengasamy, 2006). Bugün Dünya'da işlenen arazilerin en az % 25'i tuzdan etkilenmiş durumdadır. Örneğin Kuzey Amerika'nın Great Plains alanlarında toprak tuzluluğu tarım alanlarını (Mckee ve ark. 2004) ve tarımsal sürdürülebilirliği (Waisel, 2001) tehdit etmektedir. Benzer şekilde Kanada'nın kırsal alanları yüksek oranda MgSO₄, Na₂SO₄ ve CaSO₄ içermektedir. Bu tuzlar yaklaşık 1.6 milyon hektar işlenen araziye olumsuz şekilde etkilemektedir (Crosson, 1976). Söz konusu alanlarda toprak yapısı hızla bozulmakta ve verimlilik düşmektedir.

Tuzluluk sorunlarının görüldüğü özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda tuzlanmanın temel sorunu sulama suyu kalitesidir. Tuzlu ve sodyumlu suların bitkisel üretimde kullanılmasında bitkinin, tuzun ve toprakların tepkisi önemlidir. Tuzluluk- verim ilişkileri konusunda sınırlı bilgiler bulunmasına karşın tuzlu-sodyumlu suların toprakların fiziksel ve kimyasal yapılarına etkileri konusunda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların çoğu toprakların hidrolik özellikleri ile ilgilidir (Rhoades ve Carwin, 1990).

Tuzlu sular toprağın yapısal özelliklerine, infiltrasyon hızına ve su kullanım etkinliği üzerine önemli ölçüde etki eder. Killi tınlı bünyeye sahip bir toprağa SAR (sodyum adsorpsiyon oranı) değerleri farklı (0.9, 10 ve 30) sulama suyunun uygulandığı araştırmada toprak agregat stabilitesinin azaldığı, hacim ağırlığının arttığı infiltre olan su derinliğinin ve infiltrasyon hızının azaldığı saptanmıştır (Emdad ve ark. 2004).

Yurtseven ve ark. (2001), dört farklı tuzluluk (kontrol-1.3, 3.0, 4.5 ve 6.0 dS/m) ve iki farklı Ca/Mg oranına (3:1 ve 1:3) sahip sulama sularını kullandıkları çalışmada toprak tuzluluğunun sulama suyu EC değerlerine bağlı olarak arttığı, tuzluluğun 0-40 cm derinlikte daha yüksek 60-90 cm derinliğinde ise daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Puntamkar ve ark. (1988) yaptıkları bir çalışmada, tuzlu suyun kullanılmasının toprak özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini belirlemişlerdir. Bu etkinin derecesi, toprak bünyesi ve geçirgenliği ile sulama suyunun tuz içeriğine bağlı olarak değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en fazla, toprağın üst katmanlarının etkilendiği, buna karşı pH'ın önemli derecede değişmediği ve geçirgenlikte önemli düzeyde azalma olduğu anlaşılmıştır.

Pupisky ve Shainberg (1979), 0.01 N üzerindeki tuz konsantrasyonlarında ve yüksek ESP düzeylerinde killerin şiştiğini ve bu durum nedeniyle hidrolik iletkenliğin azaldığını belirtmişlerdir. Düşük ESP (değişebilir sodyum yüzdesi) ve düşük konsantrasyonlu toprak çözeltilerinde dispersiyon ve kil taşınımı toprak porlarının tıkanmasında ana sorumludur. Araştırmacılar aynı zamanda kil dispersiyonunun kumlu toprakların düşük konsantrasyonlu su ile yıkandığında hidrolik iletkenliğin artmasına yol açabileceğini belirtmişlerdir.

2.4. Tuzluluğun Bitki Fizyolojisine Etkileri

Toprak çözeltilisinin tuzluluğu, bitki gelişimi üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Bu etkiler; toprak suyu ozmotik potansiyelinin azalması sonucu bitkiye yarıyışlı suyun azalması ve toksik etki yada bitki besin metabolizmasında dengesizliğe sebep olan belirli iyonların konsantrasyonlarının artması şeklinde gruplandırılabilir (Munsuz ve ark. 2001).

Tuzluluğun normal düzeylerine uyum sağlayabilme yeteneğine sahip bitkiler tuzluluk düzeylerindeki artışa karşı tolerans düzeylerini artırabilir (Amzallag ve Larner, 1990). Uyum yeteneği bitki türleri arasında (Baker ve ark. 1986) ve aynı türlerin farklı genotipleri arasında önemli ölçüde farklılık gösterir (Azevedo Neto ve ark. 2004). Temelde bitkinin tuzlu ortamlarda gelişmesi ve verimi, ortama uyum yeteneklerine bağlıdır. Bilindiği gibi, tuz toleransı, yüksek düzeyde çözünebilir tuz konsantrasyonuna sahip katmanlarda bitkilerin yaşam süreçlerini devam ettirme ve büyüme yetenekleridir. Bu tanımlama esas alındığında, bitki türleri Halofit ve Glofit bitkiler olarak iki farklı gruba ayrılmaktadır.

Halofit bitkiler, tuzlu ortamda yaşam döngülerini tam olarak sağlayabildikleri ve gelişebildikleri bir kök ortamında canlı kalabilen bitkilerdir. Glofit bitkiler ise tuzlu koşullar altında verim veya kuru madde üretiminde kayıpların olduğu yaşam döngüsünü tamamlayamayan ve iyi gelişemeyen

bitkileridir. Çoğu bitki grubu Glofit özellikleri taşır ve bu bitkiler tuz stresine maruz kaldıklarında tohum oluşturamaz ve genellikle yaşamlarını sürdürmezler (Borsani ve ark. 2003).

Tuzluluk stresi genellikle osmotik stresin artmasına ve iyon dengesizliğine neden olur (Zhu, 2002; Rodriguez ve ark. 2005). Neto ve ark. (2008) tuz etkisini, osmotik ve iyonik tuz geriliminin temel bileşenleri olarak tanımlanmıştır. Osmotik ve iyonik gerilim de bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilemektedir (Ashraf ve Foolad, 2007).

Osmotik gerilim, bitkilerde kökün çevresindeki tuz geriliminin artmasından sonra oluşmaktadır. Bu artış eşik düzeyine geldiğinde gövde büyümesinde belirgin bir azalma görülmektedir. Tuzluluk etkisi ile karşı karşıya kaldıktan dakikalar sonra büyümedeki azalmanın ilk evresi gerçekleşmektedir. Bu tepki, hücre-su ilişkilerinde (osmotik etki) değişikliklere yol açan kökün çevresinde osmotik değişimlere neden olmaktadır. Bitkinin suyu soğurma yeteneği ortamda aşırı miktarlarda bulunan Na ve Cl iyonlarının neden olduğu toksik etkiden dolayı giderek azalmaktadır. Böylece yaprak alanı küçülmekte, yeni yaprakların gelişme hızı düşmekte ve yanal tomurcuklar daha yavaş gelişmektedir. Ayrıca köklerde, tomurcuklarda, yaprak kenarlarında ve sürgün uçlarında nekrozlar oluşmakta, yapraklar sararmakta ve sürgünlerin tüm kısımlarında kurumalar meydana gelmektedir (Kanber ve ark. 1992).

Bitkiler tarafından alınan aşırı miktardaki tuz, hücre fonksiyonlarını bozar, hücre ve organel zarlarında meydana gelen tahribatlar nedeniyle fotosentez, solunum vb. işlevlerin sekteye uğramasına neden olur (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Bitkilerde hormonal denge, tuzluluk tarafından etkilenen önemli bir etmendir. Sitokininin düşük düzeyleri, absisik asit ve etilenin artan miktarları, olgunlaşmanın erken başlamasında etkili olmaktadır. Tuz gerilimi, bitkilerde bitkinin dayanıklılığına göre büyüme engellemenekte, yaprak yanıklığı gibi nekrozlara, klorozlara, dölllenme bozukluklarına, meyvelerin küçük kalmasına, niteliğin düşmesine ve ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Özcan ve ark. 2001).

Bitki gelişmesinin çözünebilir tuzlardan etkilenmesi tuzların iyonik bileşimi kadar, bitki türüne, toprak yapısına ve su tutma kapasitesine bağlıdır. Toprakta çözünebilir tuz düzeyinin esas etkisi, çamur süzüğünün osmotik potansiyelini arttırması sebebiyle, bitkilerin su ve besin elementleri alımını azaltmasıdır. Değinilen konularda çok sayıda ve farklı bitkileri kapsayan araştırmalar yapılmıştır (Shainberg, 1975).

Sulama sularındaki özel iyonlar ve farklı toprak tipleri arasındaki etkileşimleri önceden kestirmek ve aynı zamanda farklı bitki türleri üzerine olan etkisini belirlemek için sistemli bir biçimde planlanmış yeni araştırmalara gereksinim bulunmaktadır (Bollard ve Butlar, 1966).

2.5. Tuzlu Suların Bitkisel Üretimde Kullanımı

Tuzlu su kullanımı öncelikle kök bölgesindeki ortamın fiziksel ve kimyasal olarak bozulmasına neden olur. Kök bölgesinde tuz derişiminin artması, sulama uygulamaları sonucu suyun ilerleme hızının azalmasına ve bitkinin gereksinim duyduğu suyun alınmamasına neden olur. Bu durum öncelikle bitkide strese yol açar. Strese maruz kalan bitkide transpirasyon hızı azalır ve bitki turgorunu düzenleme

eğilimine girer. Bununla birlikte, stomaların kapanması fotosentez ve gelişiminin yavaşlamasına neden olur (Gale ve Zeroni, 1992).

Abaza ve Ghoneim (1974), deniz suyunun sulama suyu olarak kullanılabilme olanaklarını belirlemek amacıyla; buğday, arpa, şekerpancarı, keten, kenevir ve aspir bitkilerinde % 0-90 oranlarında seyreltilmiş deniz suyu kullanmışlardır. Sonuçta, buğday ve şekerpancarı için % 30, arpa için % 50, aspir ve keten için % 10 deniz suyu kullanılabilceğini; % 10 deniz suyu ile sulanan şekerpancarının kök veriminin tatlı su ile sulananlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Güngör ve ark. (1993), sulama suyu tuzluluğunun soya bitkisinin kimyasal bileşimi üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, 4 farklı nitelikte sulama suyu (0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dS/m) ve 3 farklı yıkama oranı (% 0, % 25 ve % 50) kullanmışlardır. Sulama suyu tuzluluğunun, soya verimini önemli ölçüde etkilediğini saptamışlardır. Tuzluluğun artması dane verimini azaltmıştır. Yıkama oranlarının verim üzerine etkisi, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Katerji ve ark. (1994), ayçiçeği ve darı bitkilerinde erken fide gelişimi ve verimi üzerine su ve tuz stresinin etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, tuzluluğun bitki gelişmesini olumsuz etkilediği tuz artışı ile yaprak büyüklüğü ve kuru madde üretiminin azaldığı, yaprak, gövde ve kökte, tuzluluk artışı ile birlikte büyüme gerilikleri belirlenmiştir. Fide gelişimini, tuzluluk ve toprak bünyesi birlikte etkilemişlerdir. Bu süreçte, yaprak-su potansiyelinde, stomatal iletkenlikte ve bitki su tüketiminde, su stresi belirtileri görülmüştür.

Reina ve Sanchez (2005), farklı nitelikteki tuzlu sularla sulanan domates bitkisinin su kullanım randımanı ve su alımı ile ilgili çalışmalarında, tuz düzeyi arttıkça domates çeşitlerinin tümünde verimde azalmalar saptamışlardır. Tuzlu koşullar altında su tüketimi, kontrol konusuna göre % 40 daha az gerçekleşmiştir. Bitkinin su alımında, birim tuzluluk artışıyla birlikte % 3.5-5.0 arasında azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Sepaskhah ve ark. (2006), su ve tuz gerilimi altında şekerpancarı, darı ve buğday için değerlendirme ve gelişme modeli oluşturmaya çalıştıkları araştırmalarında, farklı nitelikteki sulama suları, yıkama oranı ve uygulama miktarının verim üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Farklı nitelikteki suları (kışlık buğday ve şekerpancarı için 0.25, 0.65 ve 1.15 dS/m, darı için 0.15 ve 1.11 dS/m) kullanılmasıyla yıkama gereksiniminin ve uygulama miktarının artışı ile birlikte hasat sonrası toprak tuzluluk değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda verim azalışlarında su geriliminin, tuz geriliminden, istatistiksel olarak, daha önemli olduğu saptanmıştır.

Datta ve ark. (1998), iyi nitelikli sulama suyunun bulunmadığı, buğday-nadas sisteminin uygulandığı Hindistan'da bulunan bir alanda, tuzluluğun verime etkisini araştırmışlardır. Denemede 6 farklı (0.5, 6, 9, 12, 18, 27 dS/m) tuz derişimi ve iki farklı miktarda (5, 7 cm) kanal suyu kullanmışlardır. Sulama suyu niteliğinin verimi, % 90-95 oranında etkilediğini saptamışlardır.

Ashraf ve ark. (2004), Pakistan'da 2001-2002 yetiştirme sezonunda, 25 buğday genotopinin iki tuz düzeyine (0, 150 mol/m³) karşı tepkilerini araştırmışlardır. Tuz derişiminin kontrole göre, sap ağırlığını % 25-% 69.4, kuru sap ağırlığını % 26.4-% 69.6, bitki yaprak alanını % 22.6-% 62.8, yaş kök ağırlığını % 21.1-% 87.1, kuru kök ağırlığını % 31.4-% 96.8, bitki boyu % 13-% 36.5, bitki başına başak sayısını % 8 - % 58, bitki başına ürün verimini % 50 - % 92, bin dane ağırlığını % 12 - % 83 oranında azalttığını

bildirmişlerdir. Kullandıkları genotiplerden *Na (20) TPP, Penjamo 62* ve *Inia 66*'dan en yüksek verimi almışlardır.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000), biberde yapmış oldukları bir çalışmada, tohumları, petri kaplarında, farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM NaCl) çimlendirmişler, çimlenen bitkileri torf ortamına alarak 17 gün normal çeşme suyuyla sulayarak büyütmüşler, daha sonra bu bitkileri 1:3 oranında kum ve perlit karışımı ortamına aktararak bitki gelişimini incelemişlerdir. Deneme sonunda, 50 mM tuz uygulamasının çimlenmeyi geciktirdiği fakat çimlenme yüzdesine bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bunun yanısıra 100 ve 150 mM tuz uygulamalarının hem çimlenmeyi hem de fide gelişimini olumsuz etkilediği ve 150 mM NaCl konsantrasyonundaki bitkilerde meyve sayısı ve ağırlığında belirgin azalmalar olduğunu bildirmişlerdir.

2.6. Patates Bitkisi ve Tuzluluk İlişkisi

Patates çeşitleri tuza karşı nispeten duyarlıdır (Maas ve Hoffman, 1977). Özellikle erken gelişime dönemi bitkinin tuzluluktan en fazla etkilendiği dönemdir (Nadler ve Heuer, 1995). Elektriksel iletkenliği 2.3 dS/m tuzluluk düzeylerinde hem gelişme hemde yumru veriminin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Katerji ve ark. 2003). Genel olarak, yüzey sulama yönteminin uygulandığı durumlardaki sulama suyu tuzluluk değerinin 1-2 dS/m olması ile (Van Hoorn ve ark. 1993) damla sulama uygulamasındaki sulama suyu tuzluluğunun 3-4 dS/m olması (Levy, 1992) patatesteki tuzluluk arttıkça verimde azalma olduğunu belirtmektedir. Ancak, sulama suyunun tuzluluk düzeyi etkisi çeşide bağlıdır (Zhang ve ark. 1993).

Yapılan araştırmalar 1.7 dS/m'ye kadar toprak tuzluluklarında yumru veriminde herhangi bir azalma olmadan üretim yapılacağını göstermektedir. Ancak toprak tuzluğu 2.5 dS/m'de % 10, 3.8 dS/m'de % 25, 5.9 dS/m'de % 50 oranında verim kayıplarının olacağı, toprak tuzluluğunun 10 dS/m olduğunda ise herhangi bir verim alınamayacağı belirtilmiştir (FAO, 2002).

Tuza duyarlı olduğu açık olmasına karşın patatesin tuzluluk mekanizması konusunda çok az çalışma vardır. Patates maksimum verime ulaşmak için yüksek düzeyde gübreye ihtiyaç duyar ancak aşırı miktarda gübreleme toprak tuzluluğunu artırmaktadır. Yapraklarının tuzlu suya hassas olması yağmurlama sulama yöntemi ile tuzlu su uygulamasının bitkiye önemli ölçüde zarar vermesine neden olur (Maas 1985; Meiri ve Plaut, 1985). Tuzlu suların bileşiminde yoğun biçimde bulunan klor ve sodyum iyonlarının yapraktan alımı toksisiteye yol açabilmekte ve yaprağın kenarları boyunca yanmasına neden olabilmektedir (Bruns ve Hecht, 1990).

Fidalgo ve ark. (2004), Desiree çeşidinde yapılan çalışmada tuzlu suyun yaprak stoma iletkenliğine ve yapraktaki terlemeye negatif etki yaptığını bildirmişlerdir. Kloroplast yapısındaki değişikliğin muhtemelen fotosenteze, yapraklarda artan nişastaya, nitrat redüktaz aktivitesinin baskılanmasına, büyümenin engellenmesine, yumrulara kuru madde üretimine etkisi vardır.

Büyük yaprakların sararması, yaprak dokularını yaprak uçlarından başlayarak kurutma, damar aralarının klorozu patatesteki tuzluluk simptonlarıdır (Ayers ve Westcot, 1985).

Van Hoorn ve ark. (1993), patates için toprak tuzluluğunu 0.8 (kontrol) ile 5.9 dS/m toprak tuzluluğuna maruz bıraktıkları araştırmada % 37 oranında verim kaybının gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Katerji ve ark. (1998), verim ve bitki su tüketimi üzerine tuzluluk ve kuraklığın etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada mısır, ayçiçeği ve patates bitkileri, farklı niteliklerdeki sularla sulanmışlardır. Büyüme periyodu boyunca toprak tuzlulukları patates bitkisi için 0.8-6.0 dS/m, mısır ve ayçiçeği bitkileri için 0.8-4.0 dS/m, soya fasulyesi için ise 0.8-7.0 dS/m arasında artış göstermiştir. Mısır ve ayçiçeği için tuzluluk arttıkça azalan verim, kestirilen sınırlar arasındayken, patates için daha az verim elde edileceği saptanmıştır.

Elkhatib ve ark. (2004), dört farklı patates çeşidinin (Spunta, Alpha, Cara ve King Edward) tuz dayanımını araştırmışlardır. Sulama suyunu kontrol ile birlikte 4 farklı miktarda NaCl ekleyerek hazırlamışlardır. Çalışma sonunda patates yumrularında tuzluluk artışı ile birlikte önemli ölçüde küçülme gözlenmiştir. Tuza dayanıklılık bakımından, patates çeşitleri farklılık göstermiştir. Cara, en dayanıklı çeşit olarak belirlenmiştir. Araştırmada patates bitkisi üzerine tuzluluğun olumsuz etkileri; yapraklarda ve yumruda büyümenin azalması, yaprakların ucunun ve bütünüünün yanıklığı, köklerin sınırlı su alımı, gelişmiş bitkilerin yaşlanması, yumru veriminde azalma, yumru yüzeyinde çatlaklar ve yumruda esmerleşme şeklinde belirtilmiştir.

Patel ve ark (2001), lizimetre koşullarında 3 farklı patates çeşidinde (Kennebec, Norland ve Russet Burbank) başlangıç toprak tuzluluğunun ve tuzlu suyun kullanıldığı (0.2 dS/m tanık, uygulamalar 1 ve 9 dS/m) toprak altı sulamanın yumru verimi ve boyutlarına etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada hem toprak tuzluluğunun hem de sulama suyu tuzluluğunun çeşitler arasında herhangi bir farklılık oluşturmadığı saptanmıştır. Ancak 1. sınıf patates yumrularının ağırlığı tuzlu toprağa göre tuzsuz toprakta % 20 daha yüksek bulunmuştur. Kök kuru madde ağırlığının tuzlu toprakta daha düşük elde edilmesi verim sonuçlarının güvenilirliğini artırmıştır. Kennebec ve Russet Burbank çeşitlerinin 1. sınıf yumruları arasında başlangıç toprak tuzluluğunun etkisi görülmemiştir. Buna karşın 1. sınıf yumru ağırlığında ve toplam yumru ağırlığı Norland çeşidinde başlangıç toprak tuzluluğundan önemli düzeyde etkilenmiştir. Çalışmada sulama suyu tuzluluğundaki farklılık yumru veriminde herhangi bir farka neden olmamıştır. Elde edilen bu sonuç toprak altı sulamada 9 dS/m' nin üzerindeki tuzlulukların kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak daha önce benzer tuzluluk düzeylerinde yüzey ve yağmurlama sulama yöntemleri kullanılarak yapılan araştırmalarda sulama suyu tuzluluğunun verim üzerine olumsuz etkisi olduğunu gösteren araştırmalarda bulunmaktadır (Levy, 1992; Van Hoorn ve ark. 1993).

Paliwal ve Yadav (1980), tarla koşullarında yüzey sulama yöntemini kullanarak yürüttükleri çalışmalarında sulama suyu tuzluluğu 2 dS/m olduğunda normal kanal suyuna göre patates veriminin % 24 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Bustan ve ark. (2004), 1992-1997 yılları arasında patates bitkisinde yürüttükleri çalışmada İsrail'in Negev çölünün yüksek bölgelerinde derin kumlu topraklarında EC değeri 6.2 dS/m olan sulama sularını damla sulama yöntemi ile uygulamışlardır. Denemede 1992 ve 1996 yıllarında verim m² ye 6-7 kg olmuş ve verim değerleri tuzluluktan etkilenmemiştir. Ancak 1993-1994 yıllarında artan tuzluluk ile verimde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Hem sıcaklık hem de tuzluluktan kaynaklanan stres, büyüyen genç

yapraklarda tuz stresinden kaçınmak için bitki mekanizmasının çöküşüne yol açmış sonuçta yaprak alan indeksi ve kanopi (taç örtüsü) işleyişinde azalmalara neden olmuştur.

Yaz mevsiminin en sıcak zamalarında toprak altı tuzlu su uygulanması ile patates veriminin 3.5–7.6 dS/m gibi yüksek toprak tuzluluklarından etkilenmediği belirtilmiştir (Patel ve ark. 2001).

İsrail'in Güney Arava vadisinde kışlık patates üretiminde elektriksel iletkenliği 3.5 dS/m olan sulama suyu rutin olarak kullanılmakta ve önemli düzeyde verim elde edildiği bildirilmektedir. Çöl ikliminin değişik koşulları tarafından hafifletildiği için tuzlu su kullanılarak patates üretilebilebilmesi umutvari bir durum olarak değerlendirilmiştir. Normal sulama suyu ile kıyaslandığında tuzlu suyun patates bitkisinin yaprak renginde koyuluk, kanopi yapısında sıklık, yaprak alan indeksinde daha düşük değerler ortaya çıkmıştır. Tam olarak gelişmiş genç yapraklarda kaydedilen karbon değişim oranı (CER) normal ve tuzlu su ile sulanan bitkiler arasında önemli bir farklılık oluşturmamakla birlikte (18.5 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ karşı 9.2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), yaşlı yapraklarınkinden iki kat daha fazla bulunmuştur. Özellikle durağan metabolik fonksiyonların, bitkinin sürekliliği ve yeniden üremesi için (genç yapraklarda ve meyvelerde olduğu gibi) gerekli olduğu yerlerde aşırı iyon birikiminden kaçınmaktadır. Ancak patates bitkisinde farklı organlarında farklı iyonların dağılması mekanizması, sıcaklık artışından birkaç gün sonra genç yapraklarda ölçülen sodyum konsantrasyonunun ciddi artışı ile (özellikle sıcak hava dalgası süresince) bozulmaktadır. Genç yapraklara göre yaşlı yapraklardaki sodyum konsantrasyonu genellikle daha yüksek ve bu iyon birikimi tuzlu su ile sulamada daha hızlı ilerlediği belirlenmiştir. Klorür konsantrasyonu Na konsantrasyonunun iki katı olmasına rağmen, benzer bir dağılım klorürde de gözlenmiştir. Araştırmada tuzlu su ile sulamadan 60 gün sonra dahi sodyum konsantrasyonu çok düşük düzeyde kaldığı için patates bitkisinin yeni gelişen genç yapraklarının tuz birikimine karşı özel bir koruma sisteminden faydalandığı ortaya çıkmıştır (Buston ve ark. 2004).

Doku ve organlarda bulunan iyonların farklılık göstermesi bitkilerdeki iyon homeostasisinin sürekliliğinin sağlanmasında en temel mekanizma olarak belirtilmiştir (Apse ve Blumwald, 2002).

Elkhatib ve ark. (2004), farklı patates çeşitlerinde tuzluluğa tolerans hakkında bilginin az olduğunu, çeşitli kültürel koşullarda yeni ve denenmemiş patates çeşitlerinin değerlendirilmesi için testlerin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanı

Deneme Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Sökmen Yerleşkesinde Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait alanda yürütülmüştür. Araştırma alanının bulunduğu bölge denizden 141 m yükseklikte; 36° 32' 45" kuzey ve 36° 19' 47" doğu enlem ve boylamlarındadır.

3.1.2. Araştırma Toprağının Özellikleri

Denemede, bitki yetiştirme ortamı olarak Amik Ovası'ndan getirilen ağır bünyeli toprak kullanılmıştır. Sera alanına getirilen toprak, önce strüktürün saksı içinde homojen dağılması için kaba elekten geçirilmiş ve ardından dere yatağından getirilmiş kum ile karıştırılmıştır (Şekil 3.1). Karışımda kum/toprak oranı 1/2 olarak belirlenmiştir. Böylece deneme toprağı hafif bünyeli toprak sınıfına getirilmiştir. Her saksı elektronik terazide tartılarak 22 şer kg olacak şekilde toprak-kum karışımı doldurulmuştur.



Şekil 3.1 Deneme toprağının oluşturulması

3.1.3. İklim Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü bölge Akdeniz iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Akdeniz ikliminde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Bölgenin uzun yıllık iklim verileri Serinyol ilçesi iklim gözlem istasyonundan (Çizelge 3.1), araştırma dönemine ilişkin veriler ise (Çizelge 3.2.) deneme

alanı yakınındaki iklim istasyonundan alınmıştır. Çizelgeden de görüleceği gibi, denemenin yürütüldüğü dönemde ortalama sıcaklık 21.68 °C civarındadır.

3.1.4. Bitki Materyali

Denemede, daha önce yapılan çalışmalarda tuzluluğa orta derecede tolerant olarak belirlenen (Khrais, 1998) ve Türkiye’ de yaygın olarak yetiştirilen Slaney çeşidi patates kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan bitki materyali, 1996 yılında İrlanda’da tescil edilmiş olup, Maris Page ve Cara ebeveynlerinin melezidir. Bu bitki materyaline ait çeşit özelliklerinin yanı sıra morfolojik ve ticari özellikleri de mevcuttur. Bitki boyu uzun, ana sap sayısı 3-6 arasında, çiçek rengi beyaz, yetiştirme süresi çok geç, yumru ağırlığı 108-180 gr, pazarlanabilir verimi % 81, ortalama verim 3766 kg/da mevcut özelliklerinden bazılarıdır (Anonim, 2012a).



Şekil 3.2. Slaney patates çeşidine ait bir görünüm

Çizelge 3.1. Serinyol uzun yıllık ortalama iklim verileri

Meteorolojik öğeler	Rasat Süresi(yıl)	Aylar												Ort.
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Sıcaklık (°C)	10	11.6	13.4	17.4	23.6	28.3	32.3	34.7	35.3	33	28.2	18.7	12.7	24.1
Oransal Nem (%)	10	76	74	70	60	55	48	45	43	48	58	69	76	60
Rüzgâr hızı (bofor)	10	2.1	2.2	2.3	2.2	2.1	2.1	2.3	2.2	1.9	1.8	1.9	2.1	2.1
Yağış (mm)	9	128.7	139.2	112	34.3	41.4	7.9	0.5	0.7	3.3	39	120	134	661.1

Çizelge 3.2. Araştırma süresince deneme alanına ilişkin iklim verileri

Meteorolojik öğeler	Aylar			
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Sıcaklık (°C)	28.51	26.82	19.94	11.05
Oransal Nem(%)	68.69	64.58	60.09	69.49
Rüzgar hızı(bofor)	3.69	3.04	1.55	0.97

Patates üretim koşulları açısından geniş bir adaptasyon özelliğine sahip, serin ve ılımlı iklimlerden hoşlanan ancak kısmen soğuk iklimlerde de yetiştirilebilen bir bitkidir. Optimal yetişme sıcaklığı 18-25 °C arasındadır. Söz konusu sıcaklıklarda patateslerin erken yumru yaptıkları ancak sıcaklığın birden artması durumunda yumru oluşumunun geciktiği görülmüştür. Sürekli devam eden veya hasattan 25-30 gün önce meydana gelen yüksek sıcaklıklar yumrunun erken uyanmasını ve filizlenmesini çabuklaştırır. Sıcaklığın 10 °C'nin üstüne çıkması uyanmayı (sürmeyi) çabuklaştırırken, sıcaklığın 5 °C'nin altında bulunması uyanma süresini uzatır (Yıldırım, 1979). Çeşitlere göre değişmekle beraber bir vejetasyon süresinde sıcaklık toplamı 1500-3500 °C dir. (ortalama 2400 °C). Erken çeşitlerde toplam sıcaklık derecesi azalırken, geç çeşitlerde yükselir. Patateslerin büyümesinde ve yeterli derecede ürün vermesinde ışığın rolü büyüktür. Kısa gün koşullarında erken olum meydana geldiği için patates yumrularında uyku devresi kısalmıştır. Sıcaklık ve gün uzunluğu artması, müşterek etki meydana getirir. Fazla kurak yerlerde, düşük hava neminde patatesler istenen düzeyde gelişemez. Fazla nem bitkilerde mantari ve bakteriyel hastalıkları artırır. Bu bakımdan nemin % 65-75 arasında olması istenir.

3.1.5. Sulama Suyu Kompozisyonunun Oluşturulması

Çalışmada tuz kaynağı olarak aynı kaynaktan alınmış NaCl tuzu ve saf CaSO₄ tuzları kullanılmıştır. Kullanılan tuzların oranlarının belirlenmesinde Grattan ve Grive (1999) tarafından verilen araştırma sonuçlarından yararlanılmıştır. Buna göre tuzluluğu düşük ve orta seviyede olan sularda Na/(Na+Ca) oranının 0.1 ile 0.7 arasında değiştiğini belirtmiştir. Yürütülen bu çalışmada da Na ve Ca değerlerinin belirtilen oranlar arasında kalmasına özen gösterilmiştir. Sulama suyu kompozisyonunun oluşturulmasında, yerden yaklaşık 1 m yükseklikte konumlandırılan, 1'er tonluk su tanklarından faydalanılmıştır. Tank içerisinde elektriksel iletkenliği 0.355 dS/m olan suya eklenen NaCl ve CaSO₄ tuzlarının maksimum erirliğe ulaşması için, yaklaşık 1 saat önce bir su motoru yardımıyla sürekli bir su döngüsü oluşturulmuş böylece tuzun tank içerisinde erimesi sağlanmıştır. Tank içerisindeki tuzlu çözelti, sulama süresince belirli aralıklarla portatif EC metre ile denetim yapılmıştır.

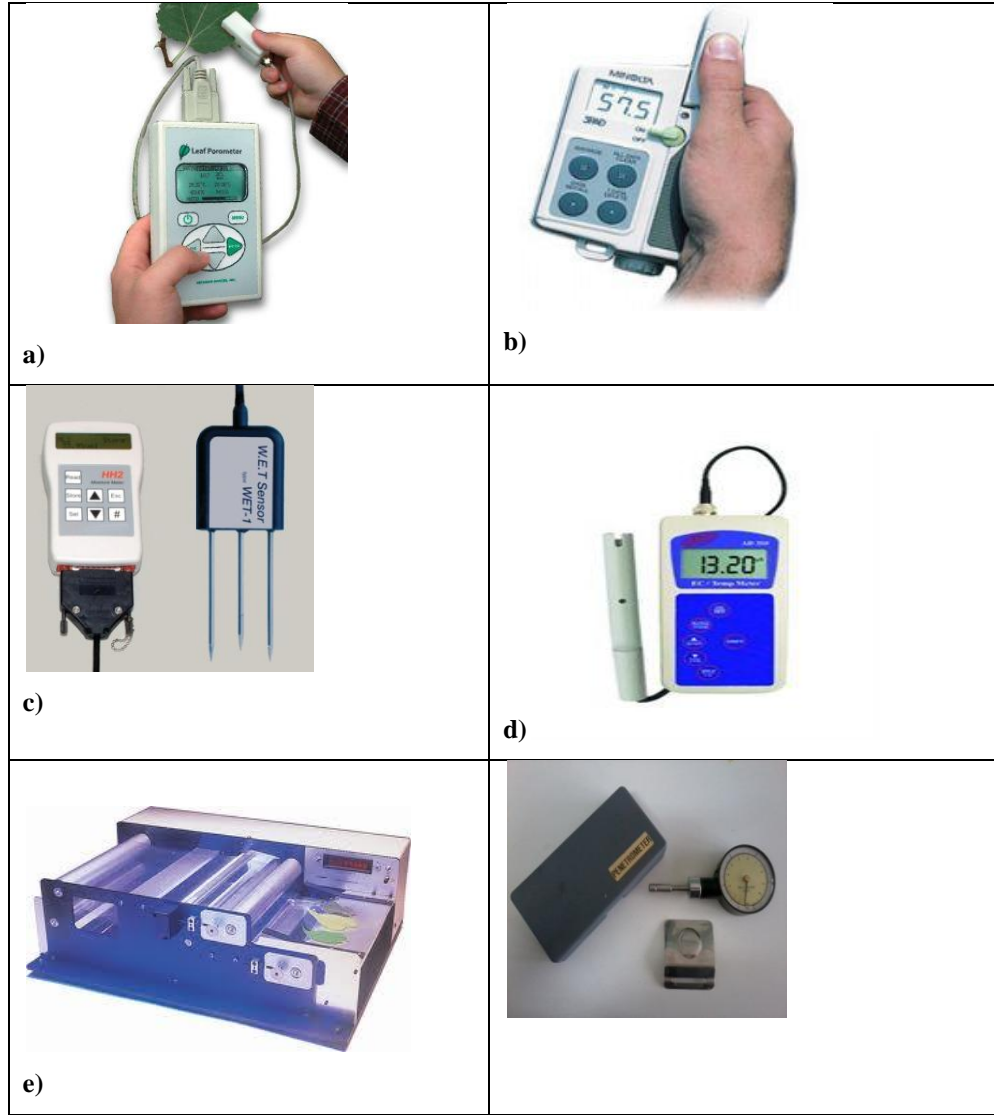


Şekil 3.3. Sulamada kullanılan su tanklarının görünümü

3.1.6. Denemede Kullanılan Araçlar ve Özellikleri

Denemede *yaprak stoma iletkenliği* Model SC-1 (LPS0881) yaprak porometresi ile ($\text{mmol m}^2/\text{sn}$), *yaprak klorofil içeriği* Minolta SPAD 502 portatif klorofilmetre yardımıyla ($\mu\text{mol/m}^2$) *patates sertliği*, patatesin iki ucundan çok ince kabuk katmanının kaldırılarak ve 7-8 mm'lik uçların kullanıldığı el penetrometresi ile (kg/cm^2), toplam yaprak alanları *yaprak alanı ölçer* (LICOR 3100C) ile (cm^2), sulama suyu tuzluluğunun oluşturulmasında ve drenaj sularının elektriksel iletkenliğinin ölçülmesinde Orion 3 Star portatif EC metre, *Toprak nem içeriği* (cm^3/cm^3), *toprak tuzluluğu ve sıcaklığı* ($^{\circ}\text{C}$) ΔT marka HH-2 moisture meter (WET sensor, Water, Electrical Conductivity, Temperature) aleti kullanılmıştır.

Denemede 26 cm çapında ve 40 cm yüksekliğinde plastik saksılar kullanılmıştır. Sulama dönemi süresince her konuda yıkama sonucu oluşacak drenaj kayıpları, saksı altında açılan ortalama olarak 7 – 8 adet delik sayesinde, saksı altına yerleştirilen kaplarda biriktirilmiştir.



Şekil 3.4. Denemede kullanılan ölçüm aletleri a) Porometre b) Klorofilmetre c) Wet Probe d) EC metre e) Yaprak Alan Ölçer f) Penetrometre

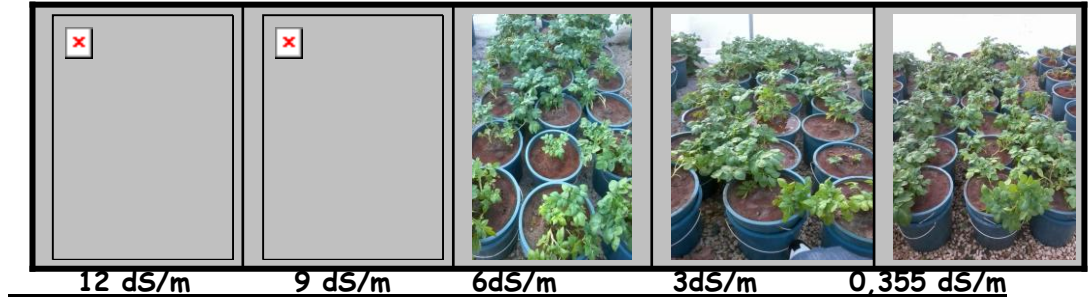
3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Konuları

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 konuda, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 7 saksı olacak şekilde, her konuda 21, toplamda ise 105 saksıda yürütülmüştür. Farklı tuz düzeylerinin oluşturulmasında, EC değeri 0.355 dS/m olan musluk suyuna (T_0 , tanık konusu), farklı miktarlarda NaCl+CaSO₄ tuzu eklenerek, konsantrasyonları farklı sulama suları elde edilmiştir. Oluşturulan konuların sulama suyu EC (EC_w) değerleri $T_3=3$ dS/m, $T_6=6$ dS/m, $T_9=9$ dS/m, $T_{12}=12$ dS/m olarak belirlenmiştir.

3.2.2. Deneme Planı

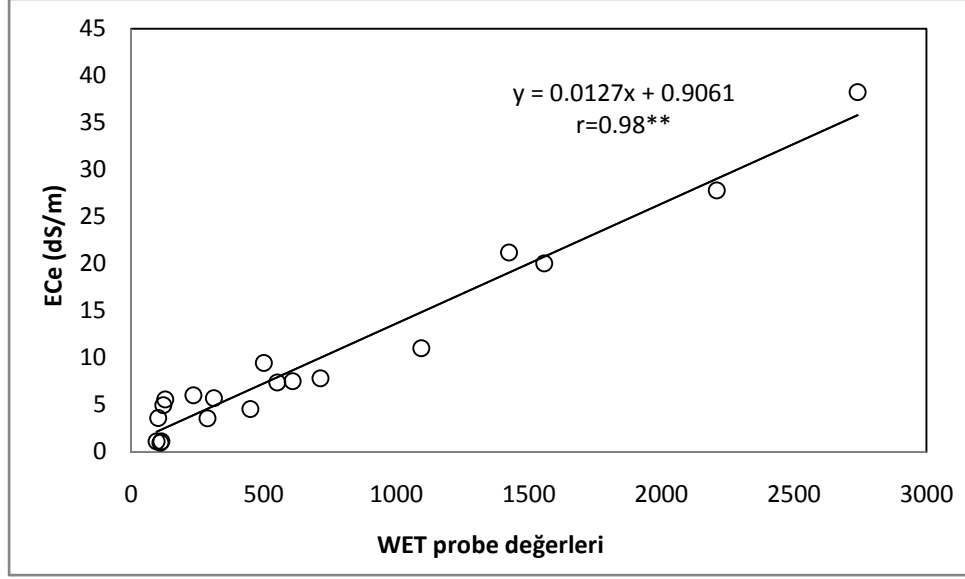
Deneme başlangıcından önce 7 hafta süreyle (büyüme dönemleri boyunca) patateslerin sulama, gübreleme, çapalama metodu ile toprağının havalandırılması, boğaz doldurma gibi günlük ve haftalık standart bakımları yapılmıştır. Tuzlu su ile sulama öncesi kovaların drenaj koşulları denetlenmiştir. Ekilen yumrular belli bir vejetatif aksam boyuna gelene kadar normal çeşme suyu ile sulanmıştır. Denemenin 7. haftasının sonunda vejetatif aksam gelişimleri göz önünde bulundurularak vejetatif gelişimi aynı düzeyde olan bitkiler deneme desenine göre gruplandırılmıştır.



Şekil 3.5. Deneme desenine ilişkin bir görünüm

3.2.3. Toprak Nemi ve Tuzluluğuna İlişkin Kalibrasyon Eğrileri

Deneme saksılarda yürütüldüğünden mevcut nem değerleri toprak nem ölçer (wet probe) aleti ile belirlenmiştir. Bu amaçla deneme öncesi farklı nem ve tuzluluk düzeylerinde wet probun gösterdiği nem değerleri ile ölçülen değerler kıyaslanarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Wet probe okumaları ile saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliği arasındaki ilişki (Kalibrasyon eğrisi)

3.2.4. Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi

Denemede konulara uygulanacak sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde her sulama öncesinde eksilen nemin tarla kapasitesine getirilmesi esas alınmıştır. Bu amaçla her sulama öncesinde konulardaki gözlem saksılarından biri tarla kapasitesine getirilinceye değin ihtiyaç duyduğu sulama suyu miktarı litre olarak belirlenmiş ve anılan konudaki diğer saksılara aynı miktarda sulama suyu uygulanmıştır. Tanık konusu dışındaki konulara her sulamada, sulama suyunun % 20'si oranında ek yıkama suyu uygulanmış ve saksı topraklarında olası tuz birikimi önlenmeye çalışılmıştır. Deneme süresince yıkama sularının deneme sonrasında ise toprak tuzluluk düzeylerinin belirlenmesi için elektriksel iletkenlik, anyon katyon analizleri ile pH ölçümleri (USSL, 1954) tarafından belirlenen esaslara göre yapılmıştır.

3.2.5. Deneme Süresince Bitki Bakım İşlemleri

Dikimde tek sürgün içerecek şekilde yumru parçaları alınarak dikim yapılmıştır. Bitkilerin çıkışından başlayarak belirli aralıklarla her saksıya NPK (10 gr) gübresi verilmiştir (Schittenhelm ve ark. 2004). Bitkilerde büyüme dönemleri boyunca sulama, gübreleme, boğaz doldurma, yabancı ot mücadelesi, toprak havalandırma gibi standart bakım işlemleri yapılmıştır.

3.2.6. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi

Bitki su tüketimi (Evapotranspirasyon, Et) değerleri her sulama öncesi gözlem saksılarının tartılması yoluyla belirlenmiştir. Deneme başlangıcında her saksıya eşit miktarda konulan toprak

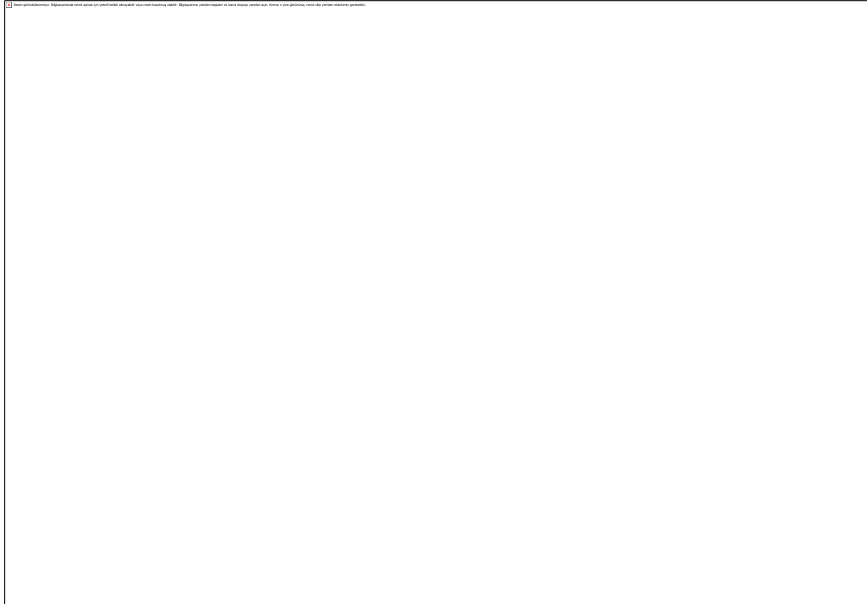
kütlesine belirli ağırlıkta sulama suyu eklenmiş elde edilen toplam ağırlıktan bir sonraki sulama öncesi saksı ağırlığı çıkarılarak iki sulama arasında tüketilen su miktarı belirlenmiştir.

3.2.7. Drenaj Kayıplarının Belirlenmesi

Her konuda sulama suyu gereksinimine ek olarak uygulanan yıkama sularının (drenaj kayıpları) saksı altına yerleştirilen kaplarda birikmesi sağlanmış ve sulamalardan bir gün sonra hacimleri ölçülmüştür. Sulamalarda gereksinim duyulan su miktarının saksı yüzeyine eşdeğer dağılması için saksı ağız genişliğinde hacmi belli bir sulama kovası tasarlanmış ve her sulamada anılan kova kullanılmıştır.

3.2.8. Porometre ve Klorofil Ölçümleri

Denemede sulama suyu kalitesinin bitki fizyolojisine etkilerini belirlemek amacıyla eş zamanlı olarak stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^2/\text{sn}$) ve klorofil değeri ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler havanın açık ve güneşli olduğu günlerde saat 11:00 ile 14:00 saatleri arasında yapılmıştır. Klorofil ölçümleri haftada bir porometre okumaları ile aynı günde ve yaklaşık aynı saatlerde yapılmıştır. Porometre ölçümleri iki güne bir yapılmakla birlikte özellikle sulama uygulamalarından önce ve ertesi gün ölçüm yapılmasına özellikle önem verilmiştir. Bazı dönemlerde iki sulama arasında stoma iletkenliğindeki değişimi görmek amacıyla günlük ve saatlik ölçümler yapılmıştır.



Şekil 3.7 Denemede klorofil ölçümünden bir görünüm

3.2.9. Toprak Tuzluluğu ve Toprak Nemi Ölçümleri

Sulama suyu miktarı ve tuzluluğuna bağlı olarak topraktaki nem ve tuzluluk seviyelerindeki değişimleri belirlemek amacıyla wet probe aleti ile hergün ölçüm yapılmıştır. Elde edilen verilerden nem ve tuzluluk değerlerinin zamansal değerimleri ile her konuda elde edilen ortalama tuzluluk ve nem değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Tuzluluk değerleri aletsel okumanın dışında hasat sırasında hem 0-20 hem de 20-40 cm derinliklerinden alınan toprak örneklerinin ekstraksiyonundan elde edilen süzük sularının EC değerlerinin belirlenmesi yoluyla ölçülmüştür.



şekil 3.8. Saturasyon çamurunun oluşturulmasından bir görünüm

3.2.10. Verim Değerlerine İlişkin Ölçümler

Bitkilerin hasat olgunluğuna ulaşmalarından sonra, her konudaki 3 tekerrürdeki bitkiler yaprak, sap ve yumrularına ayrılmıştır. Her parseldeki yumrular sayılarak ve yumru yaş ağırlıkları tartılarak bitki başına yumru sayısı (yumru/bitki), bitki başına yumru verimi (g/bitki) ve ortalama yumru ağırlığı (g/yumru) değerleri belirlenmiştir

3.2.11. Bitki Boyu Ölçümleri

Bitki çıkışından hasada kadar yaklaşık bir hafta aralıklarla her konudaki 3 saksıdan cetvel yardımıyla bitki boy ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilerden farklı tuzluluk stresine maruz bırakılmış bitkilerin vegetatif gelişimlerdeki değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

3.2.12. Yaprak Alanının Ölçülmesi

Deneme süresince uygulamaların vegetatif gelişim üzerine etkisini görmek amacıyla bitki boyu ölçümlerine ek olarak sadece hasat döneminde tüm konulardan yaprak örnekleri alınmış ve yaprak alan ölçer aletinde (LICOR 3100C) yaprak alanları ölçülmüştür.

3.2.13. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi

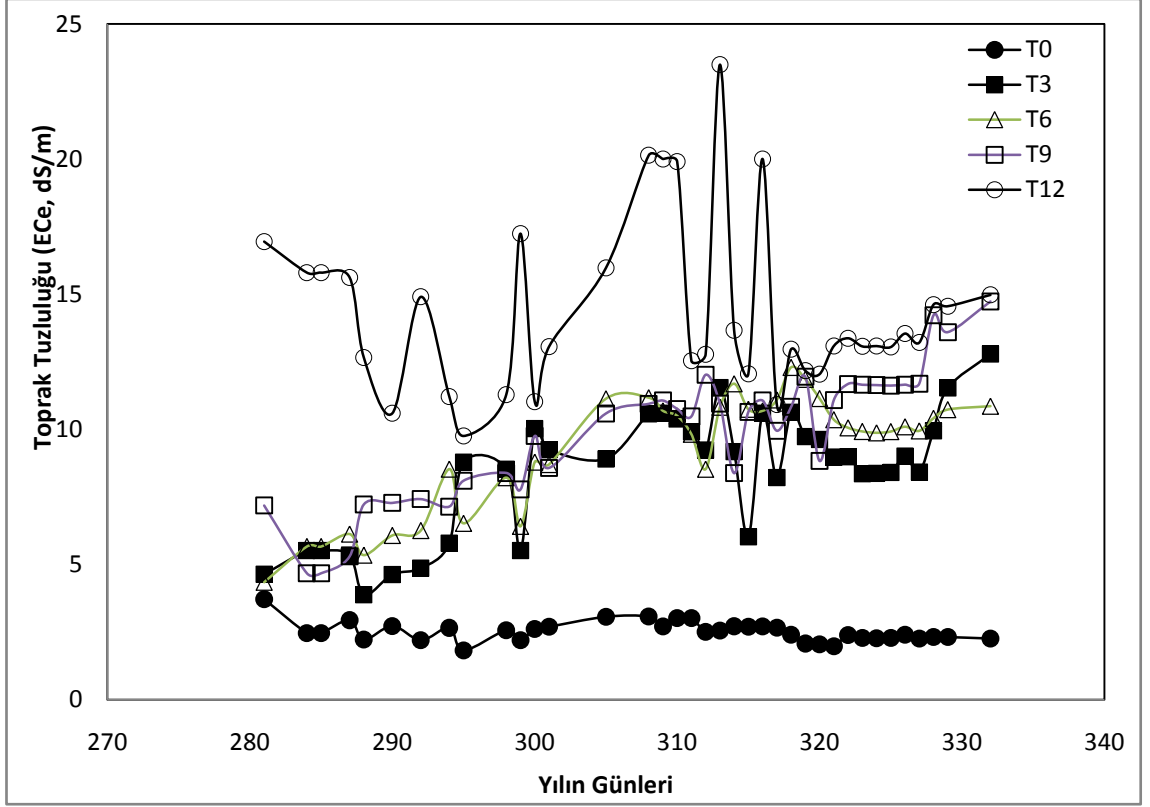
Denemeden elde edilen veriler SPSS 18.0 istatistik paket bilgisayar program kullanılarak varyans analizine tabii tutulmuş ve ortalamalar Tukey Testi ile % 5 önem düzeyinde karşılaştırılmıştır (Yurtsever, 1984). Tuzluluk uygulamalarına bağlı olarak değişen vegetatif aksam ve verim değerlerinden regresyon analizleri yapılarak tuzluluk eşik değerleri belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Sulama Sonuçları

Denemede sulama suyu miktarları ve son sulama tarihleri konulara göre değişiklik göstermiştir. İlk sulama, tüm konularda 7 Ekim 2011 tarihinde başlamış T_0 konusunda 28 Kasım tarihinde diğer konularda ise 23 Kasım tarihinde sona ermiştir. Araştırma süresince T_0 14, diğer konular 9 kez sulanmıştır. Tuzlu suyun uygulandığı konularda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarının hasada yaklaştıkça azaldığı gözlenmiştir. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları 0.5 ile 3 lt arasında değişmiştir. Deneme başlangıcında tüm konulardaki saksı + toprak ağırlığı 22 kg olacak şekilde düzenlenmiştir. Bu nedenle araştırmada su stresinden kaynaklanabilecek etkileri önlemek amacıyla saksı toprağının elverişli kapasitesinin % 60'ı tüketildiğinde sulamaya başlanmıştır. Sulama suyu gereksinimleri, her konudaki referans saksının tarla kapasitesine ulaşana değin uygulanan su ihtiyacı olarak belirlenmiştir. Konular arasında en fazla sulama suyu T_0 konusuna (22 lt) uygulanırken, T_3 , T_6 , T_9 ve T_{12} konularına sırasıyla 13, 13.5, 12.4, 10.7 lt sulama suyu uygulanmıştır. Sulama uygulamaları sırasında saksı ağırlıklarının 22.10 (T_0) ile 24.43 (T_{12}) arasında değiştiği gözlenmiştir. Sulama suyu elektriksel iletkenliği (EC_w) arttıkça toprak tuzluluğu (EC_e) artmıştır. Konular arasında farklı düzeylerde biriken tuzun toprak neminde ve dolayısıyla uygulanan sulama suyu miktarlarında farklılığa neden olduğu; T_{12} konusunun T_0 konusundan yaklaşık % 50 düzeyinde daha az su aldığı belirlenmiştir. Toprak partikülleri etrafında tutulan tuz iyonlarının güçlü higroskopik (nem tutma) özellikleri, artan tuzlulukta, toprak nem düzeyinin artmasına ve uygulanan sulama suyu miktarlarının azalmasına neden olmuştur. Yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Frenkel ve ark. (1978), toprak suyundaki Na ve Ca elementlerinin kil yüzeylerinde tutulan su miktarlarını etkilediklerini toprak suyunda yüksek düzeyde bulunan sodyumun kil parçacıklarını % 20 oranında genişlettiğini belirtmişlerdir.

Denemede farklı elektriksel iletkenliklere sahip sulama suları toprak tuzluluklarının farklı olmasına neden olmuştur. T_0 konusu dışındaki konulara her sulamada tarla kapasitesinin % 20'si oranında yıkama suyu uygulanmasına rağmen toprak tuzluluklarının arttığı görülmüştür (Şekil 4.1). T_3 , T_6 ve T_9 konularında artış eğilimi T_{12} konusuna göre daha belirgin gerçekleşmiştir. Yapılan ölçümlerde toprak tuzluluklarının T_0 konusunda 1.83-3.72 dS/m, T_3 konusunda 3.89-12.80 dS/m, T_6 konusunda 4.34-12.29 dS/m, T_9 konusunda 4.68-14.74 dS/m, T_{12} konusunda 9.76-23.50 dS/m aralığında gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Toprak tuzluluğunun zamansal değişimi

Topraklarda tuz birikimini önlemek amacıyla sulama suyuna ek olarak uygulanan yıkama sularının hem hacimleri hem de drenaj suyu elektriksel iletkenliği (EC_d) değerleri ölçülmüştür. Deneme süresince T_0 , T_3 , T_6 , T_9 , T_{12} konularında ortalama olarak sırasıyla 54, 50, 55, 52, 46 ml düzeyinde drenaj suyu ölçülmüştür. Aynı sırayla EC_d değerleri 4.9, 10.8, 13.1, 16.3, 18.3 dS/m olarak belirlenmiştir. EC_d değerleri ile uygulanan sulama suyu tuzluluğu (EC_w) arasında $EC_d=1034.5 EC_w+5694.8$ biçiminde regresyon katsayısı önemli ($p<0.05$) ilişki saptanmıştır ($r=0.98^*$). Benzer bir ilişki toprak tuzluluğu (EC_e) ile EC_d arasında da görülmüştür. ($EC_d=1194.5 EC_e+2099.4$ ($r=0.96^*$)). Genel olarak EC_d değerleri EC_w değerlerinin 2 katı, EC_e değerlerinin ise 1.5 katı daha yüksek bulunmuştur. Yıkama oranlarının her sulamada sabit bir değerde olması toprak tuzluluklarının sulama suyu tuzluluklarındaki artışa bağlı olarak artmasına neden olmuştur. Toprak tuzluluklarındaki artış, tuzun higroskopik özelliği nedeniyle toprak neminin eksilmesini engellemiş ve artan tuzluluklarda daha fazla drenaj suyu hacmi ortaya çıkmıştır.

4.2. Bitki Su Tüketimi (Evapotranspirasyon) Sonuçları

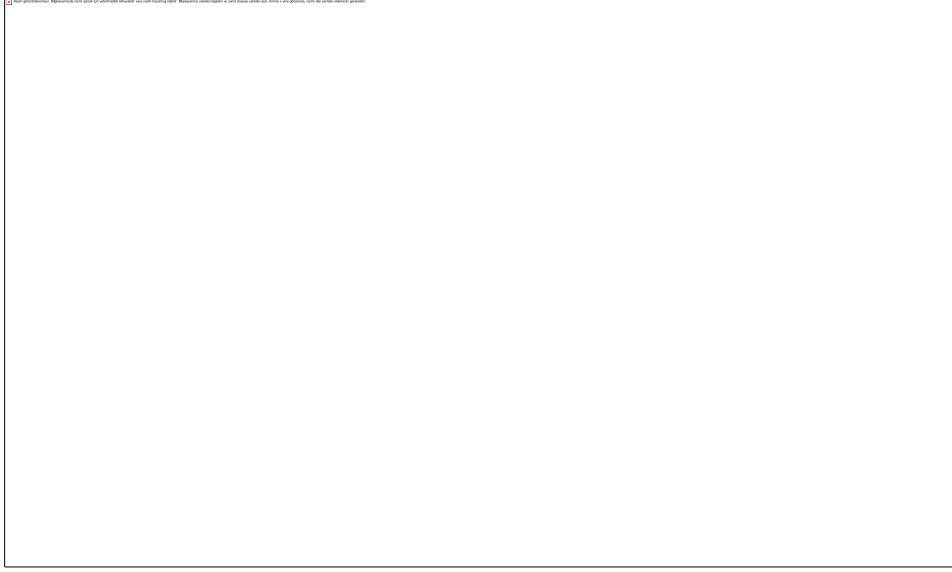
Bitki su tüketimi (E_t) ölçümleri yaklaşık 4-7 gün aralığında her sulama öncesi saksıların tartılması yoluyla belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, bitki su tüketimi değerlerinin uygulanan sulama suyu tuzluluklarındaki artışlara bağlı olarak azaldığını göstermiştir. En fazla su tüketimi T_0 konusunda (26.60 lt) en düşük su tüketimi ise T_{12} konusunda (10.50 lt) hesaplanmıştır. T_3 , T_6 , T_9 konularında su tüketimleri

sırasıyla 16.85, 15.79, 14.77 lt olarak belirlenmiştir. T_0 konusu ile kıyaslandığında su tüketimi T_{12} konusunda % 60, T_9 konusunda % 45, T_6 konusunda % 41, T_3 konusunda % 37 oranında azalmıştır. Tüm konular birlikte değerlendirildiğinde, tuzlu suyun uygulandığı konulardaki Et değerleri büyüme dönemi içerisinde sürekli bir azalma gösterirken, T_0 konusunda önce bir artma, daha sonra azalma görülmüştür (Şekil 4.2). Prathapar ve Qureshi (1999), sulanan alanlarda toprakta biriken tuz miktarının, bitki gelişiminin sınırlandırılmasında en önemli faktör olduğunu ve tuzluluğun artması ile evapotranspirasyonun azaldığını ve bitki gelişiminin gerilediğini saptamışlardır. Smets ve ark. (1977), sulama suyu niteliğinin bitkideki oransal terlemeyi etkilediğini, sulama suyu elektriksel iletkenliğinin 1 dS/m' den 4 dS/m' ye çıkarılması durumunda bitkideki terlemenin % 8 düzeyinde azaldığını, bu durumun kimi sulama yöntemlerinde % 38'e kadar yükseldiğini belirtmişlerdir. Meiri ve Plaut (1985), bitki kök bölgesinde tuz konsantrasyonunun artmasıyla osmotik basıncın yükseldiğini ve mutlak su içeriğinde bir azalma olmamasına karşın bitkiye yararlı suyun azaldığı ve bitkinin mevcut suyu alamadığını belirtmişlerdir. Su tüketiminin T_0 konusuna göre diğer konulardan daha düşük çıkmasının nedeni, uygulanan sulama suyu tuzluluğu sonucu kök bölgesinde gerçekleşen yüksek tuz konsantrasyonu olduğu söylenebilir.



Şekil 4.2. Bitki su tüketimi değerlerinin zamansal değişimi

Bitki su tüketiminin hasat dönemine kadar gerçekleşen kümülatif değerleri incelendiğinde, T_0 konusunun hasat dönemine kadar sürekli bir artış gösterdiği T_{12} konusundaki artışın çok düşük düzeyde kaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.3). Ortalama bitki su tüketimi T_0 konusunda 2.98, T_3 konusunda 1.88, T_6 konusunda 1.77, T_9 konusunda 1.66 ve T_{12} konusunda 1.19 lt olarak ölçülmüştür. Günlük maksimum su tüketimi T_0 konusunda 4.41 lt olarak patatesin yetiştirme döneminin başlarında elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Yığışımlı bitki su tüketimi değerlerinin değişimi

Günlük minimum su tüketimi ise hasat dönemine yakın tarihlerde T_{12} konusunda 0.08 lt ile T_{12} konusunda ölçülmüştür. T_0 konusunda su tüketimi, deneme başlangıcından yaklaşık 38. güne kadar önce artmış, daha sonra azalma eğilimi göstermiştir. Su tüketimlerinin zamana bağlı azalma hızları en fazla T_9 (0.07, $r=0.90^*$) en az T_0 (0.03, $r=0.41$) konusunda gerçekleşmiştir. T_3 , T_6 ve T_{12} konularında eğim değerleri 0.05 ($r=0.85^*$), 0.065 ($r=0.81^*$), 0.049 ($r=0.66$) olarak belirlenmiştir. T_{12} konusunda aşırı tuzluluk yaprakların ölmesine neden olmuş ve su tüketiminin diğer uygulamalarla karşılaştırma olanağını azaltmıştır. Bu nedenle, deneme konuları içinde T_{12} ' den sonra en yüksek tuzlu su uygulanan T_9 konusunda tuz stresi arttıkça bitki su tüketiminin zamana bağlı azalma eğimi diğer konulardan daha fazla olmuştur.

4.3. Verim, Yumru Niteliği ve Vejetatif Özelliklere İlişkin Sonuçlar

Araştırmada verim, yumru kalitesi ve vejetatif özelliklere ilişkin elde edilen sonuçların ortalama değerleri Çizelge 4.1'de, istatistiksel sonuçlar ise varyans analiz tablosu olarak Çizelge 4.2'de verilmiştir. Denemede incelenen özellikler uygulamalara bağlı olarak farklılık göstermiştir. Denemede incelenen yumru ağırlığı, yumru sayısı, toplam yumru verimi, sertlik, kuru madde oranı, yaprak alanı ve bitki boyu özelliklerinin tamamı uygulanan sulama suyu tuzluluklarından $p<0.001$ düzeyinde etkilenmişlerdir. İncelenen özellikler tuzluluk düzeyine bağlı olarak yumru ağırlığı ve yumru sayısı 4, toplam yumru verimi, sertlik, kuru madde miktarı ve bitki boyu 3, yaprak alanı 2 farklı grup oluşturmuştur (Çizelge 4.1). T_0 ve T_{12} konuları tüm özelliklerde farklı gruplarda yer almışlardır.

4.4. Su-Verim İlişkileri

4.4.1. Sulama Suyu Miktarı ile İncelenen Özellikler Arasındaki İlişkileri

Sulama suyu miktarları ile verim, kalite ve vegetatif özellikler arasında istatistiksel olarak önemli ikinci dereceden kuvvetli ilişkiler saptanmıştır (Şekil 4.4-4.6). Yapılan regresyon analizleri sonucunda yumru ağırlığı, yumru sayısı, yumru sertliği, yumru kuru madde yüzdesi ve bitki boyunun uygulanan sulama suyu miktarlarından $p < 0.01$ düzeyinde etkilendikleri saptanmıştır. Elde edilen ikinci dereceden denklemlerin matematiksel çözümlenmesinden, verimi maksimize eden sulama suyu miktarları, yumru ağırlığı için 19.32 lt, yumru sayısı için 18.75 lt olarak hesaplanmıştır. Benzer biçimde yumru niteliğinin belirlenmesinde kullanılan yumru sertliği ve yumru kuru madde yüzdesi sırasıyla 25.36 lt ve 17.86 lt'lik sulama suyu miktarlarında maksimum düzeye ulaşacağı daha sonra ise azalan değerler alacağı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1. İncelenen özelliklere ilişkin istatistiksel varyans analiz tablosu

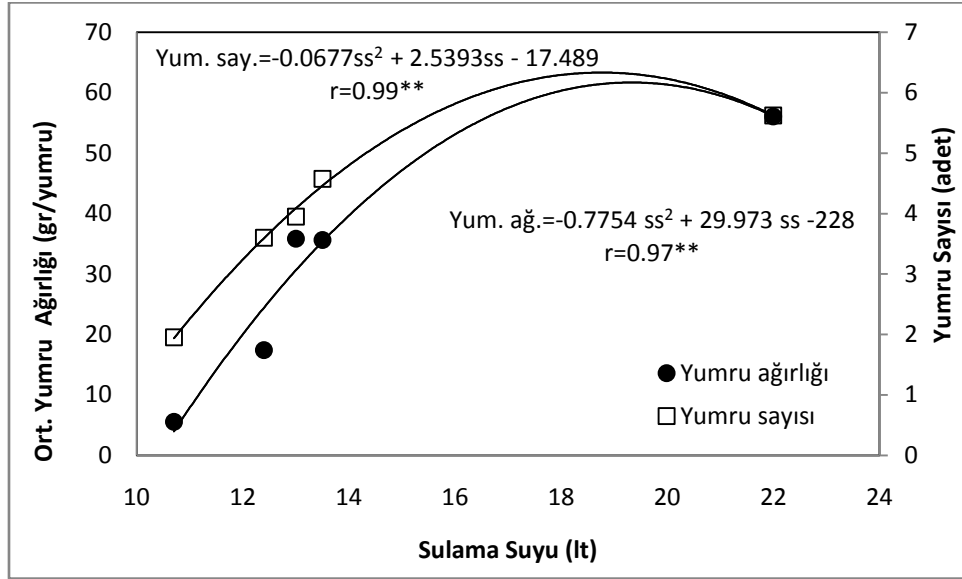
Verim Ögeleri	Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler ortalaması	F
Tek yumru ağırlığı (gr)	Tuzluluk konuları	4	4355.303	1088.826	51.064***
	Hata	10	213.227	21.323	
	Genel	14	4568.530		
Yumru sayısı (adet/bitki)	Tuzluluk konuları	4	17.173	4.293	7.123**
	Hata	10	6.027	0.603	
	Genel	14	23.200		
Yumru toplam verimi (g/bitki)	Tuzluluk konuları	4	129578.23	32394.557	52.188***
	Hata	10	6207.248	620.725	
	Genel	14	135785.48		
Sertlik (kg/cm ²)	Tuzluluk konuları	4	14.127	3.532	14.848***
	Hata	10	2.379	0.238	
	Genel	14	16.506		
Kuru madde (%)	Tuzluluk konuları	4	91.068	22.767	10.795***
	Hata	10	21.091	2.109	
	Genel	14	112.159		
Bitki boyu (cm)	Tuzluluk konuları	4	736.790	184.198	12.719***
	Hata	10	144.823	14.482	
	Genel	14	881.614		
Yaprak alanı (cm ² /bitki)	Tuzluluk konuları	3	28965480.250	9655160.083	36.431***
	Hata	8	2120226.667	265028.333	
	Genel	11	31085706.917		

Çizelge 4.2. Verim ve verim parametrelerine ilişkin elde edilen sonuçların ortalama değerleri

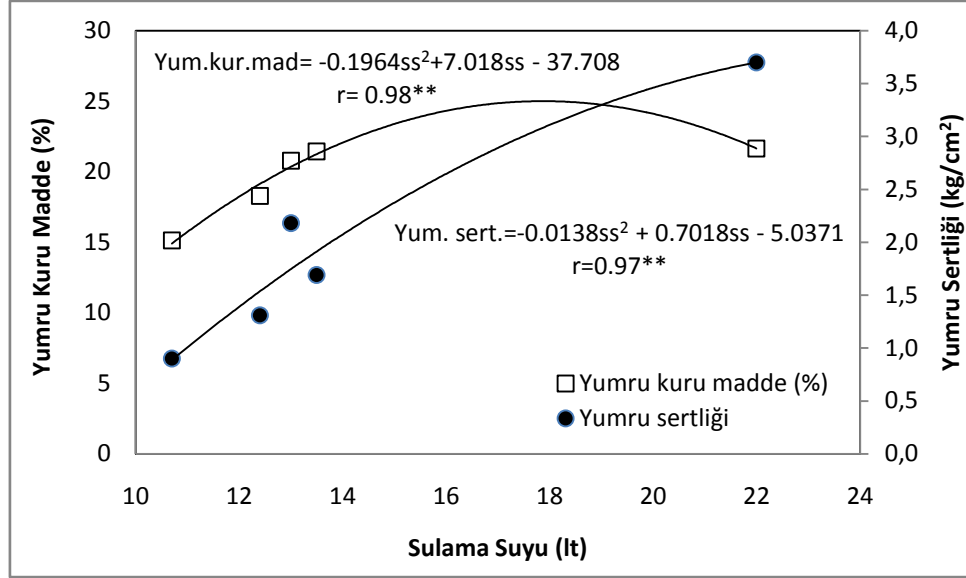
Verim Ögeleri	Konular	Ortalama	Min.-Max.
Tek yumru ağırlığı (g)	T ₀	56.0500d	51.04-59.83
	T ₃	41.0833	36.32-47.43
	T ₆	35.6033c	28.69-41.70
	T ₉	19.0467b	15.72-22.16
	T ₁₂	7.2967a	6.79-7.67
	Ortalama	31.8160	6.79-59.83
Yumru sayısı (adet/bitki)	T ₀	5.6200c	4.43-7.00
	T ₃	4.4300bc	3.86-4.83
	T ₆	4.5733bc	4.00-5.29
	T ₉	3.7067ab	3.29-4.50
	T ₁₂	2.3867a	2.00-2.83
	Ortalama	4.1433	2.00-7.00
Yumru toplam verimi (g/bitki)	T ₀	285.3033c	256.77-319.73
	T ₃	160.8500b	126.16-197.45
	T ₆	145.4300b	123.87-174.91
	T ₉	59.0300a	51.75-71.27
	T ₁₂	16.4000a	15.15-17.32
	Ortalama	133.4027	15.15-319.73
Sertlik (kg/cm ²)	T ₀	3.7033	3.17-4.39
	T ₃	2.1800b	2.02-2.34
	T ₆	1.6933ab	1.12-2.48
	T ₉	1.3067ab	1.08-1.59
	T ₁₂	0.9000a	0.50-1.40
	Ortalama	1.9567	0.50-4.39
Yumru Kuru Madde oranı (%)	T ₀	21.63a	76.93-79.50
	T ₃	20.77a	78.55-79.89
	T ₆	21.43a	77.60-79.32
	T ₉	18.29ab	79.92-83.94
	T ₁₂	15.12b	83.20-86.85
	Ortalama	19.44	76.93-86.85
Bitki boyu (cm)	T ₀	36.00 a	35.00-37.20
	T ₃	30.43 b	16.25-32.25
	T ₆	28.61 bc	27.60-29.90
	T ₉	23.15 ab	22.36-24.01
	T ₁₂	14.54 d	13.62-15.50
	Ortalama	25.54	13.62-37.20
Yaprak alanı (cm ² /bitki)	T ₀	3928.00 a	3227-4557
	T ₃	3688.00 b	3208-4480
	T ₆	1111.33 a	731-1415
	T ₉	385.00 a	243-457
	T ₁₂	--	--
	Ortalama	2278.08	243-4557

Uygulanan sulama suyu miktarları ile yaprak alanı arasında ilişki istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Ancak bitki boyu sulama suyu ile önemli regresyon ilişkisi oluşturmuş ve 18.67 lt'lik sulama suyu uygulandığında bitki boyunun maksimum değere ulaşacağı hesaplanmıştır. T₀ konusuna uygulanan sulama suyu miktarı T₃ konusunun yaklaşık 2 katı olmasına karşın yaprak alanı değerleri yaklaşık aynı düzeyde ölçülmüştür. Benzer durum T₃ ve T₆ konuları için de gözlenmiştir. Her iki konuya yaklaşık aynı miktarda sulama suyu uygulandığı halde T₃ konusundaki yaprak alanı T₆ konusunun yaklaşık 3 katı düzeyinde ölçülmüştür. Bu durumun sulama suyu miktarından çok sulama suyu kalitesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

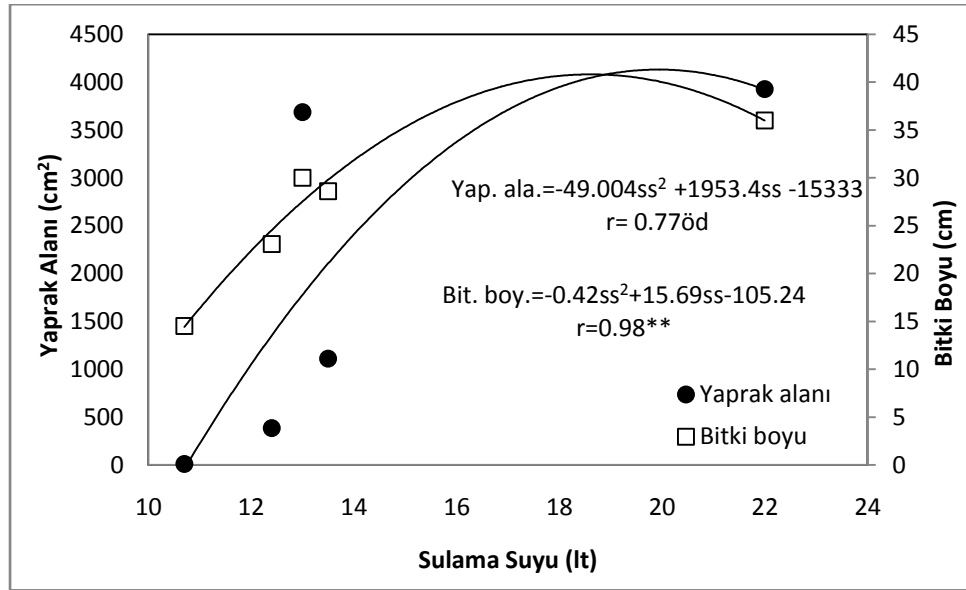
Patates bitkisinin sulama suyu gereksinimine yönelik olarak ülkemizde yürütülen çalışmalarda sulama suyu ihtiyacının iklimsel koşulların yanısıra sulama yöntemlerine bağlı olarak da farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Normal kalitedeki sulama suyu koşullarında yürütülen araştırmalarda, Ünlü ve ark. (2006), yağmurlama sulamadan, damla sulama yöntemine göre % 7 dolaylarında daha yüksek ürün alındığını belirtmişlerdir. Farklı bölgelerde verimi en yüksek kılan sulama suyu gereksinimi Tokat-Kazova ovasında 412 mm (Günbatılı, 1986), Erzurum-Pasinler' de 553 mm (Sevim, 1986), Hatay Amik Ovasında 245-302 mm (Önder ve ark, 2005), Niğde' de 780-830 mm (Ünlü ve ark, 2006) ve 600-1200 mm (Halitligil ve ark, 2001), Tekirdağ' da 349-576 mm (Erdem ve ark, 2006) olarak bildirilmiştir.



Şekil 4.4. Sulama suyu ile ortalama yumru ağırlığı ve yumru sayısı arasındaki ilişki (ss: sulama suyu)



Şekil 4.5. Sulama suyu ile yumru kuru madde yüzdesi ve yumru sertliği arasındaki ilişki



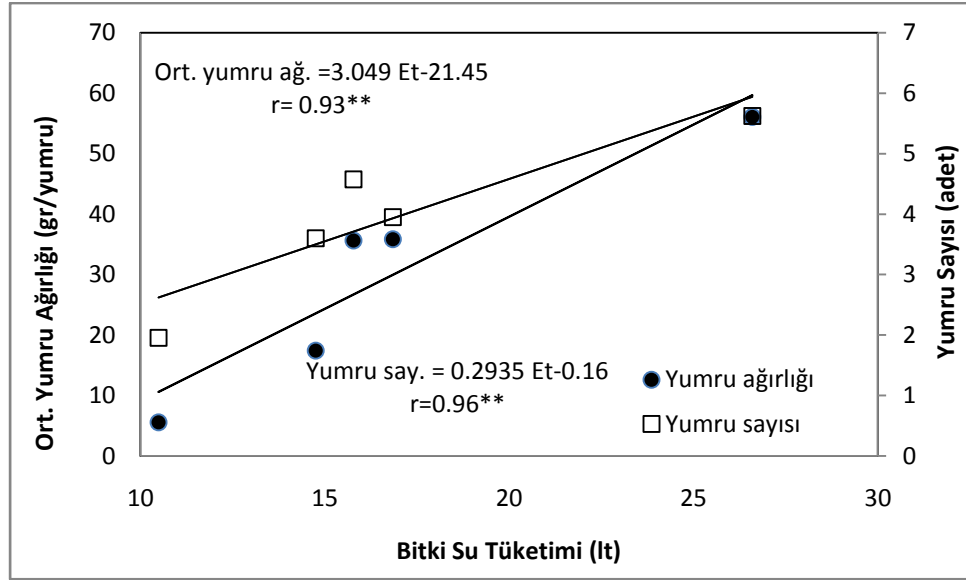
Şekil 4.6. Sulama suyu ile yaprak alanı ve bitki boyu arasındaki ilişki

4.4.2. Bitki Su Tüketimi ile İncelenen Özellikler Arasındaki İlişkiler

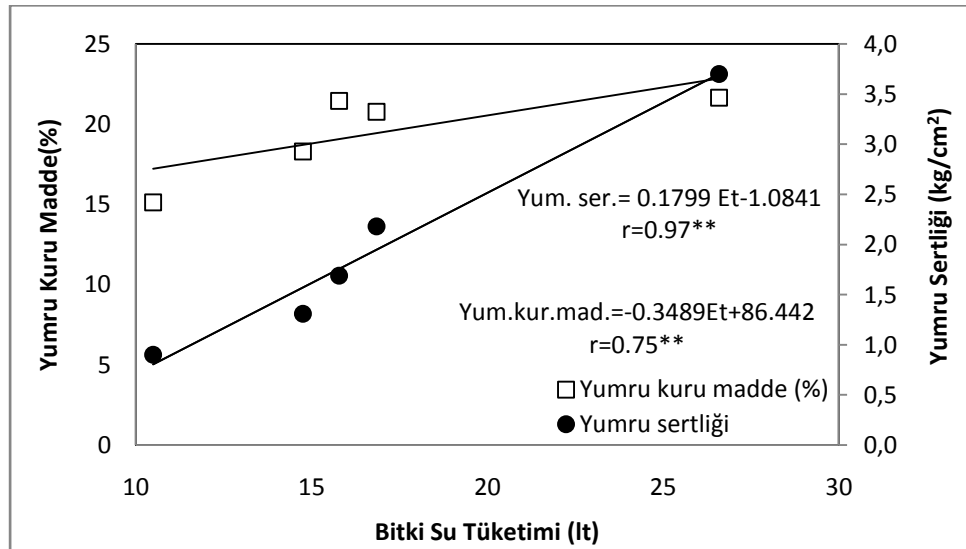
Denemede yumru ağırlığı, yumru sayısı, yumru sertliği, yumru özgül ağırlığı ve bitki boyu ile bitki su tüketimi arasında % 99 güvenle önemli doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Bitki su tüketimi ve yaprak alanı arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Regrasyon analizleri bitki su tüketimindeki 1 birimlik artışın yumru ağırlığında 3.049 gr, yumru sayısında 0.29 adet, yumru kuru

madde yüzdesinde 0.349 birim, yumru sertliğinde 0.180 kg/cm², bitki boyunda 1.23 cm, yaprak alanında 254 cm² lik artışa neden olmuştur (Şekil 4.7-4.9).

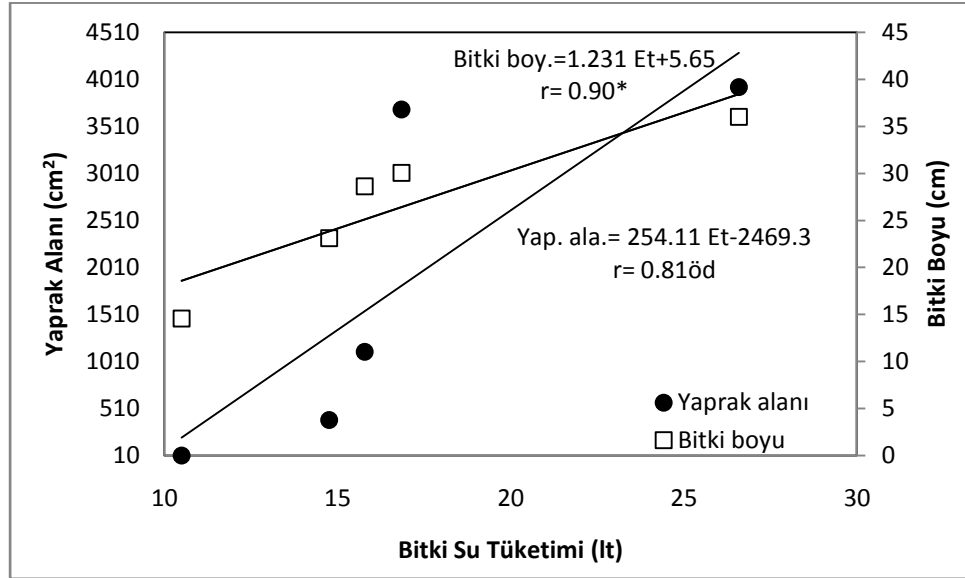
Girgin ve ark. (1990), patates bitkisinde yapılacak olan sulamalarda, özellikle yumru oluşum başlangıcından, yumruların büyük bir kısmının normal büyüklüğe erişinceye kadar geçen dönemde, toprakta bitki tarafından alınabilecek miktarda sürekli olarak su bulundurulması gerektiğini bildirmektedirler. Ancak sulama suyunun yüksek tuz konsantrasyonu ozmotik basıncı artırarak bitki köklerinin su alımını önlemektedir. Fizyolojik kuraklık olarak bilinen bu durum karşısında toprakta su bulunmasına karşın bitkiler bu sudan yararlanamadığı gibi bitkinin su tüketiminde azalma gözlenmektedir.



Şekil 4.7. Bitki su tüketimi ile yumru ağırlığı ve yumru sayısı arasındaki ilişki



Şekil 4.8. Bitki su tüketimi ve yumru kuru madde yüzdesi ve yumru sertliği arasındaki ilişki



Şekil 4.9. Bitki su tüketimi ile yaprak alanı ve bitki boyu arasındaki ilişki

Steward ve ark. (1975), California'da killi-tınlı toprakta mısırın vejetatif, tozlanma ve dane dolun dönemlerinde su kısıntısı uygulayarak yürüttükleri çalışmada; evapotranspirasyon (Et) azaldıkça verimin de azaldığını gözlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, mevsimlik bitki su tüketiminde meydana gelecek azalmanın verim üzerine etkisini, verim azalım oranıyla tanımlamışlar ve anılan orana, bitki gelişim aşamalarında su tüketimindeki azalmanın önemli derecede etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Güngör ve Yurtsever (1991), değişik tuzluluk (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2) düzeylerindeki sulama sularının soya fasulyesinin verimine etkisini araştırdıkları iki yıllık tarla denemelerinde bitkileri EC'si 0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dS/m olan sulama suları ile sulamışlar ve sonuçta 5.0 dS/m tuzluluk düzeyinde dane veriminin 1.yıl % 79.8 , 2.yıl % 62.3 oranında düştüğünü ve yine aynı tuzluluk düzeyinde bitki su tüketiminin % 5-10 kadar azaldığını, sulama suyunun EC'sinin 1.5 ve 2.5 dS/m olduğunda verimin en yüksek olduğunu, daha yüksek veya daha düşük tuzluluk düzeylerinde ise verimin olumsuz olarak etkilendiğini saptamışlardır.

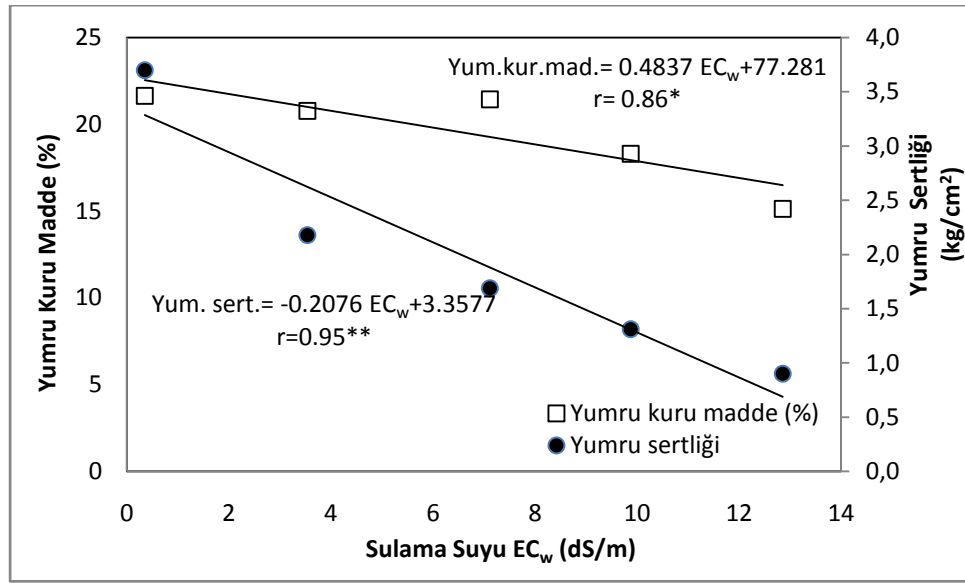
4.5. Tuzluluğun Yumru Verimi ve Yumru Niteliğine Etkisi

Tuzlu suyun uygulanması sonucu toprakta oluşan tuz düzeyleri her sulama öncesinde belirlenmiştir. Tuzluluk ölçümlerinin deneme sonunda ortalama değerleri hesaplanmış ve T_0 , T_3 , T_6 , T_9 ve T_{12} konularında ortalama EC_e değerleri sırasıyla 2.53, 8.45, 9.17, 9.86 ve 14.28 dS/m olarak belirlenmiştir. Deneme sonunda değerlendirilen verim, fizyolojik ve vejetatif ögelerin tamamı hem sulama suyu hem de toprak tuzluluğu değerleri ile ilişkilendirilmiştir. İncelenen özelliklerin sulama suyu

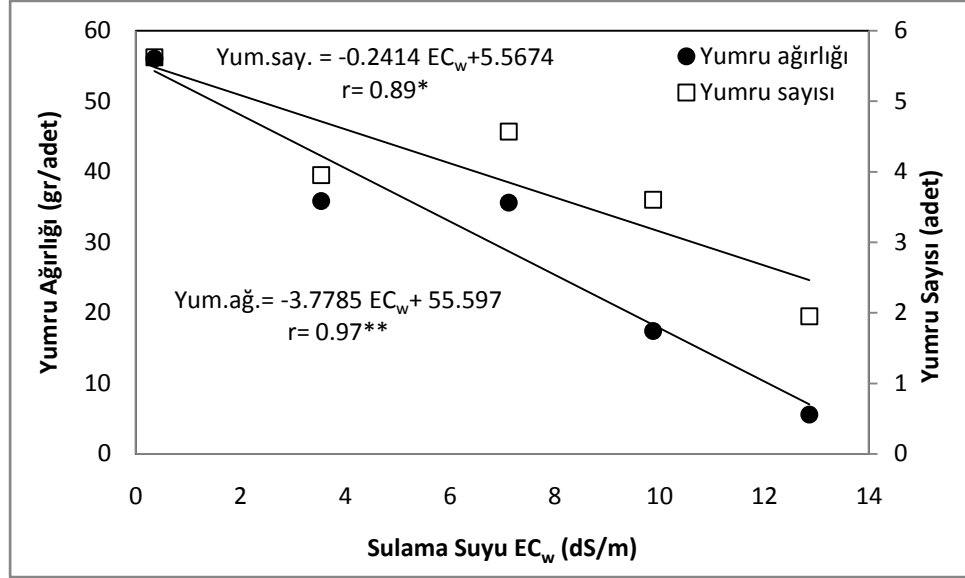
EC ve toprak tuzluluğundan hangi düzeyde etkilendiklerine ilişkin regrasyon analiz sonuçları Şekil 4.10-4.11’de ve Şekil 4.12-4.14’de verilmiştir.

Deneme süresince konulara uygulanan sulama suyu elektriksel iletkenlik değerleri her sulamada portatif EC metre ile ölçülmüş ve elde edilen ölçüm sonuçlarına göre T₀, T₃, T₆, T₉ ve T₁₂ konularına sırasıyla 0.355, 3.54, 7.12, 9.88 ve 12.86 dS/m düzeyinde tuzlu su uygulanmıştır. Sulama suyu tuzluluğu en fazla yumru ağırlığı ve bitki boyunun azalmasına neden olmuştur.

Yapılan araştırmalar, tuz stresine maruz kalan bitkilerde meyve ağırlığı ve dolayısıyla verimin azaldığını ortaya koymaktadır (Shannon ve Grieve, 1999). Elde edilen araştırma sonuçları yürütülen bu araştırma ile uyum içerisindedir. Kirk ve ark (2006), patatesten farklı tuz (0, 2.1, 4.25, 6.38 ve 8.5 g NaCl) konsantrasyonlarındaki sularda yaptıkları araştırmada tuz konsantrasyonu arttıkça ortalama yumru ağırlığının ve veriminin azaldığını, yumru sayısının ise arttığını belirlemişlerdir. Hem yüzey sulama (EC_w=1-2 dS/m) (Van Hoorn ve Van Alpen, 1994), hem de damla sulama (EC_w=3-4 dS/m) yöntemlerinde, artan sulama suyu tuzluluklarında patates veriminin önemli ölçüde azaldığı bildirilmektedir. Ancak sulama suyu tuzluluğunun etkisi çeşitlere bağlı olarak değişmektedir (Singh ve ark. 1978).



Şekil 4.10. Sulama suyu EC'si ile yumru kuru madde ve yumru sertliği arasındaki ilişki

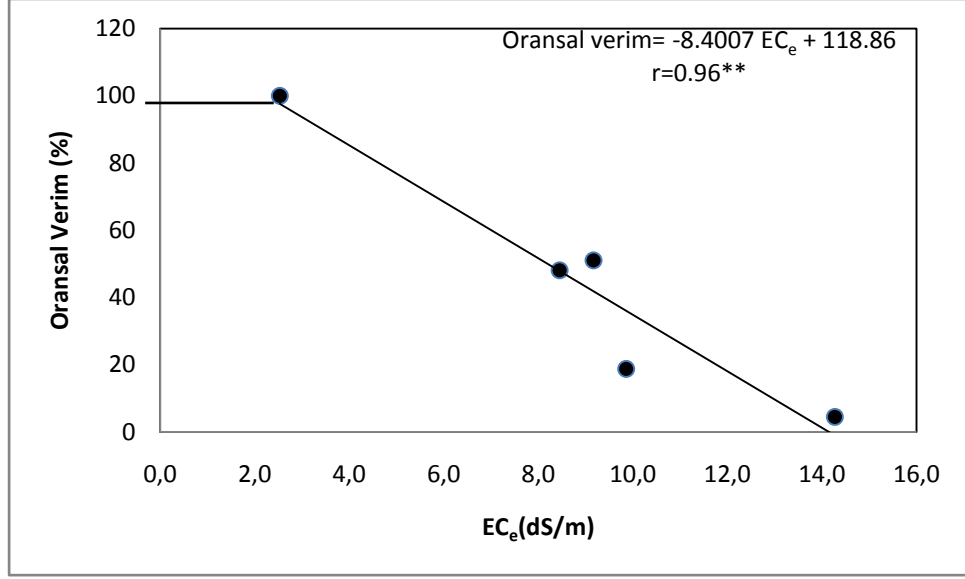


Şekil 4.11. Sulama suyu EC'si ile yumru ağırlığı ve yumru sayısı arasındaki ilişki

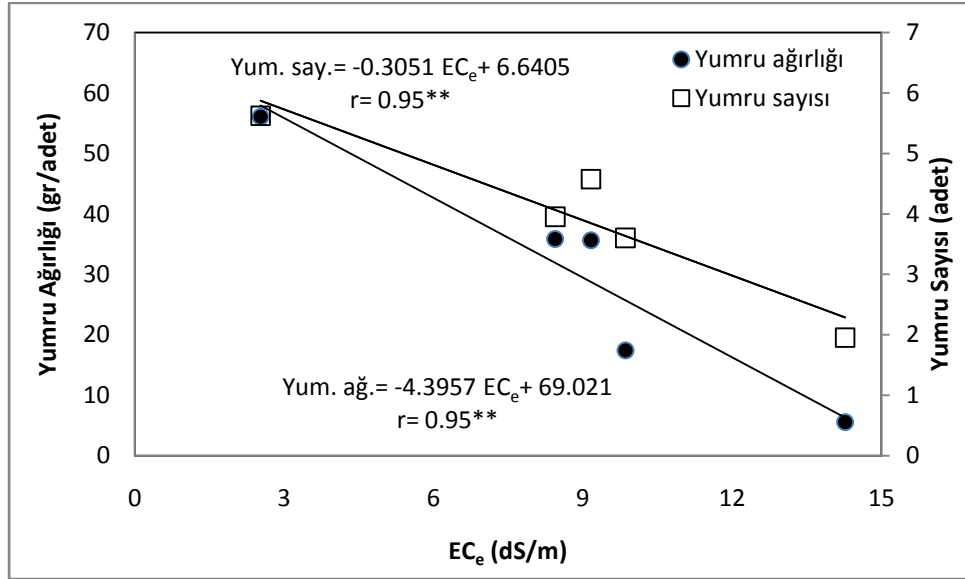
Toprak tuzluluğundaki artış, incelenen özelliklerin tümünde azalmaya neden olmuştur. Regrasyon analizleri, artan tuzluluk düzeylerinin toplam yumru verimi ve yumru sertliğinin azalmasında % 96, yumru sayısının, yumru ağırlığının, bitki boyunun azalmasında % 95, yaprak alanının azalmasında % 81, yumru kuru madde miktarının azalmasında % 82 düzeyinde etkili olmuştur. Bitki kök bölgesindeki 1 dS/m'lik artış toplam yumru veriminde % 8.4, yumru sayısında 0.3 adet, yumru ağırlığında 4.4 gr, yumru sertliğinde 0.25 kg/cm², bitki boyunda 1.83 cm, yaprak alanında yaklaşık 362 cm², yumru kuru madde miktarında % 0.5 oranında azalmaya neden olmuştur (Şekil 4.16). Herhangi bir bitkinin tuzluluğa karşı gösterdiği dayanım en iyi şekilde oransal verimle toprak tuzluluğunun karşılıklı işaretlenmesi yoluyla tanımlanabilir. Birçok bitki için bu ilişkiden elde edilen grafik sigmoidal yapıdadır (Tanji, 1990). Maas (1986), tuzluluk artmaya başladıktan sonra verimin azalmaya başladığı noktada bitkinin tolere edebildiği maksimum toprak elektriksel iletkenliğinin 'bitki tuz eşiği' olarak tanımlanabileceğini belirtmiştir. Maas ve Hoffman (1977), değinilen eğrinin iki parçalı doğrusal hatlardan oluştuğunu belirterek, modelin matematiksel yapısını ortaya koymuşlardır. Eğimin sıfır olduğu birinci doğrusal çizgi, bitkinin tuzluluğa daha dayanımlı olduğu bölgeyi, ikinci çizginin eğimi, artan birim toprak tuzluluk değerine karşılık verimdeki düşüş miktarını göstermektedir. İki doğru parçası, 'Tuzluluk Eşik Değeri' ile birbirlerini keserler. Tuzluluk Eşik Değeri, tuzsuz koşula göre, verimin düşmeye başladığı en yüksek toprak tuzluluk değeri olarak tanımlanabilir. Araştırmada, deneme koşulları içerisinde patates bitkisine ilişkin oransal verim-tuzluluk ilişkisi denklemi $Y = -8.4 EC_e + 118.86$ olarak hesaplanmıştır. Söz konusu denklemin matematiksel çözümlenmesi sonucu tuzluluk eşik değeri (verimin azalmaya başladığı noktadaki EC_e değeri) 2.25 dS/m olarak belirlenmiştir. Buna göre söz konusu araştırmaya ilişkin genel tuz-verim ilişkisi denklemi Y_r (oransal verim) = $100 - 8.4(EC_e - 2.25)$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen denklemin çözümlenmesi sonucu EC_e değeri 14.4 dS/m olduğunda hiç verim alınamayacağı saptanmıştır (Şekil 4.14).

Tarla koşullarında yürütülen araştırmalarda 1.7 dS/m'ye kadar toprak tuzluluklarında yumru veriminde herhangi bir azalma olmadan üretim yapılacağını göstermektedir. Toprak tuzluğu 2.5 dS/m'de

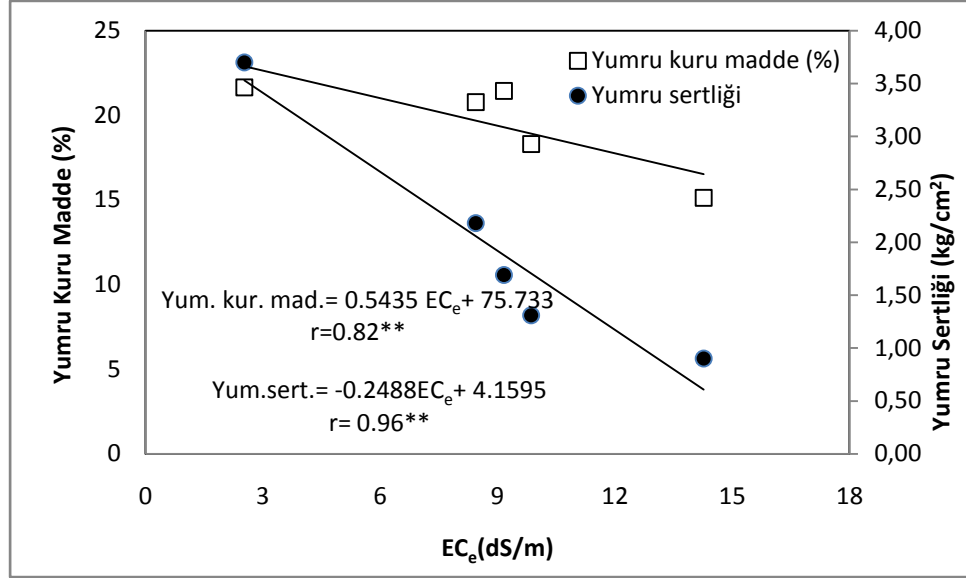
% 10, 3.8 dS/m'de % 25, 5.9 dS/m'de % 50 oranında verim kayıplarının olacağı, toprak tuzluluğunun 10 dS/m olduğunda ise herhangi bir verim alınmayacağı bildirilmektedir (FAO, 2002).



Şekil 4.12. EC_e ile oransal verim arasındaki ilişki



Şekil 4.13. EC_e ile yumru ağırlığı ve yumru sayısı arasındaki ilişki



Şekil 4.14. EC_e ile yumru kuru madde ve yumru sertliği arasındaki ilişki

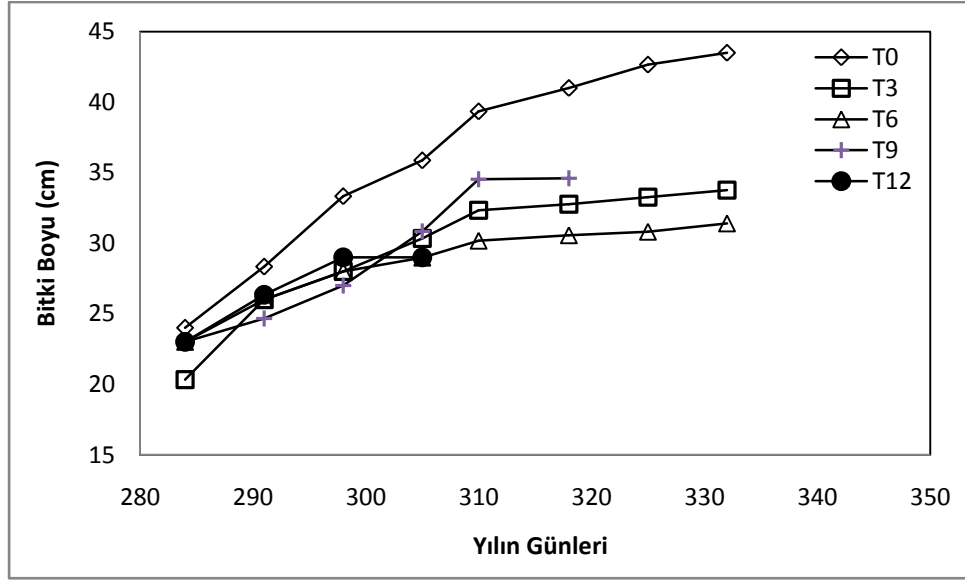
Maas ve Hoffman (1977), patates bitkisinin tuzluluğa nispeten duyarlı Levy (1992) ve Nadler ve Heuer (1995) ise özellikle ilk gelişme döneminin tuzluluğa çok hassas olduğunu belirtmişlerdir. Sulama suyu tuzluluğu 2 ve 4 dS/m olması durumunda yüzey sulama koşullarında patates veriminin % 74'e kadar azalabileceği belirlenmiştir (Paliwal ve Yadav, 1980). Ghosh ve ark. (2001), iki farklı patates çeşidinde (May Queen ve Dejima) farklı tuz (0, 10, 20 ve 30 g) konsantrasyonlarının karbonhidrat ve mineral içeriği gelişimi ve verimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, tuzluluğun yumrulara çıkışı, kuru madde birikimini ve gelişimini geciktirdiğini bildirmişlerdir. Tuz stresinin bitkideki yumru sayısını, ortalama yumru ağırlığını ve verimini azalttığını, tuzluluğun artması ile birlikte yapraklardaki Na içeriğinin arttığını potasyum ve kalsiyum içeriklerinin ise azaldığını saptamışlardır.

Zhang ve Donnelly (1997), patates bitkisinin tuzluluğa orta düzeyde hassas olarak bilindiğini ve 2 ile 3 dS/m'lik elektriksel iletkenlik değerlerinde verimin azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar *in vitro* koşullarında yaptıkları çalışmada 0, 40, 80 ve 120 mM NaCl seviyelerinde tuz uyguladıkları araştırmalarında çeşitler arasında tuz toleransının önemli ölçüde farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

4.6. Tuzluluğun Vejetatif Özellikler Üzerine Etkisi

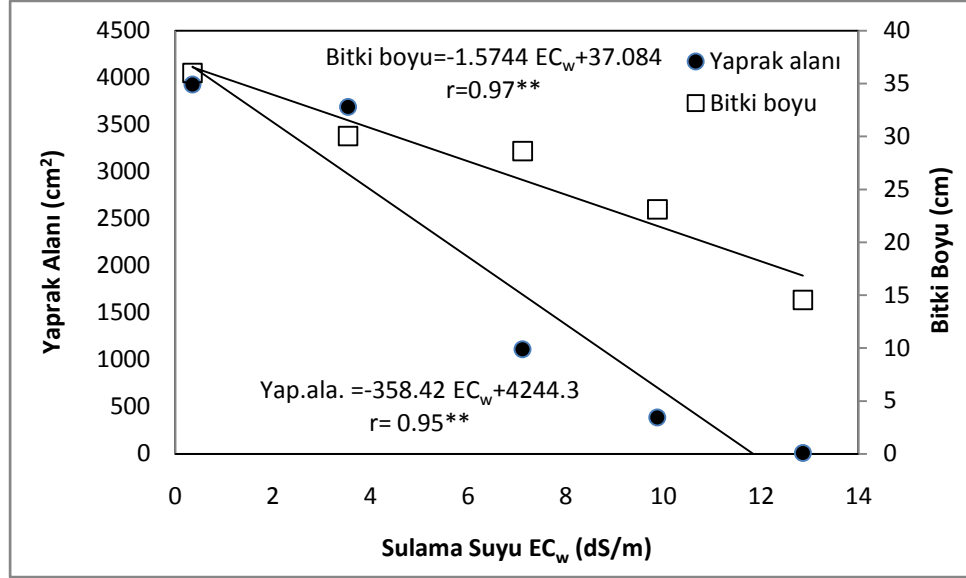
Denemede bitki boyu 3 tekerrürlü olarak her bir farklı tuz konsantrasyonuna sahip konular için ayrı ayrı olacak şekilde toplam 15 adet patates bitkisinde ölçülmüştür. Ölçüm 11 Ekimde başlayıp haftada bir sulama öncesi olmak üzere 1 Aralık hasat tarihine kadar sürdürülmüştür. Uygulanan tuzlu suyun konsantrasyonuna bağlı olarak bitki boyları her konuda farklı düzeyde gerçekleşmiştir. T₁₂ konusunda uygulanan sulama suyu tuz konsantrasyonu yüksek olduğu için T₉ ve T₁₂ konularında denemenin

ortalarında tüm vegetatif aksam fizyolojik olarak olumsuz etkilenmiş ve ölçülebilecek sağlıklı bitki kalmadığı için bitki boyu ölçülememiştir (Şekil 4.15). Şekil 4.15’den de görüldüğü gibi, en yüksek bitki boyu tanık konusunda gerçekleşmiştir. Her konudaki bitkilerin boyları başlangıçta hızlı daha sonra azalan bir artış göstermiştir. Yapılan hesaplamalarda tanık (T_0) konusuna göre T_3 , T_6 , T_9 , T_{12} konularında bitki boylarının sırasıyla % 16.58, % 20.52, % 35.66 ve % 59.61 azalma gözlenmiştir. Robinson ve ark. (1983), toprak tuzluluğunun, bitkinin transpirasyonu ve solunumu yanında, su alımını, kök gelişimini azalttığını, hormonal dengede yıkım meydana getirdiğini, fotosentezi azalttığını ve bitki boyunda önemli ölçüde kısalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

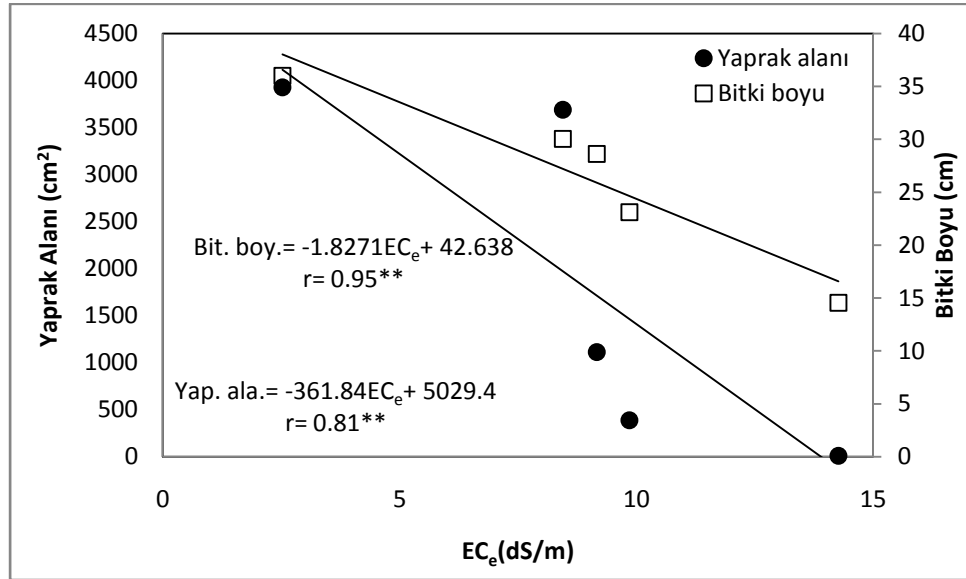


Şekil 4.15. Konulara ilişkin bitki boylarının zamansal değişimi

Sulama suyu tuzluluğundaki 1 dS/m’lik artış bitki boyunda 1.57 cm, yaprak alanında ise 358 cm², lik azalmaya neden olmuştur (Şekil 4. 16). Bitki kök bölgesindeki 1 dS/m’lik artış bitki boyunda 1.83 cm, yaprak alanında yaklaşık 362 cm² azalmaya neden olmuştur (Şekil 4.17).



Şekil 4.16. Sulama suyu EC ile yaprak alanı ve bitki boyu arasındaki ilişki



Şekil 4.17. EC_e ile yaprak alanı ve bitki boyu arasındaki ilişki

Yaprak alanı değerleri tanık konusu ile karşılaştırıldığında T₃ konusunda % 29, T₆ konusunda % 70, T₉ konusunda % 90 azalma hesaplanmıştır. T₁₂ konusunda deneme sonunda ölçüme alınabilecek yaprak aksamı kalmadığından değerlendirmeye alınmamıştır.

Araştırmalar tuz toleransının ortaya konulmasında en önemli tarımsal seleksiyon parametrelerinin verim, canlılık, bitki boyu (Noble, 1992), yaprak alanı (Franco, 1993), yaprak hasarı (Munns, 1993) ve büyümenin azalması (He ve Cramer, 1993) olduğu belirtilmiştir. Munns ve Termaat (1986), tuzluluk koşullarında en fazla etkilenen organların yapraklar olduğunu bildirmiştir. Mer ve ark. (2000), tuzun toksik etkisinin ilk önce yaşlı yapraklarda görülmeye başladığını, bu yaprakların uçlarından başlayıp

yaprak ayasına ve sapına doğru ilerleyen kloroz şeklinde kendini gösterdiğini, daha sonra bu kısımların nekroze olduğunu belirtmektedir.

Tuz stresine karşı gösterilen ilk tepki, yaprak yüzey genişlemesi oranındaki azalma ve büyümenin durmasıdır. Tuzluluk zararı bitkilerin Na^+ iyonunu almalarıyla birlikte ortaya çıkmaya başlamakta ve bu etkiler bitki tür ve çeşitlerine göre farklılık göstermektedir. Örneğin, kavun genotipinde ortamın tuz konsantrasyonunun artması ile fide döneminde yaprak alanındaki azalma arasında yakın bir ilişki olduğu ve bunun da fide döneminde kavunda tuza tolerans için hızlı bir tarama parametresi olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Jose ve ark. 1997). Munns ve Termaat (1986) ve Neumann ve ark. (1988), tuzun etkisini, bitki büyümesinin azalması, zararlanan ya da ölen yaprak oranının yeni gelişen yapraklardan fazla olması nedeniyle bitkide azalan fotosentez alanından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

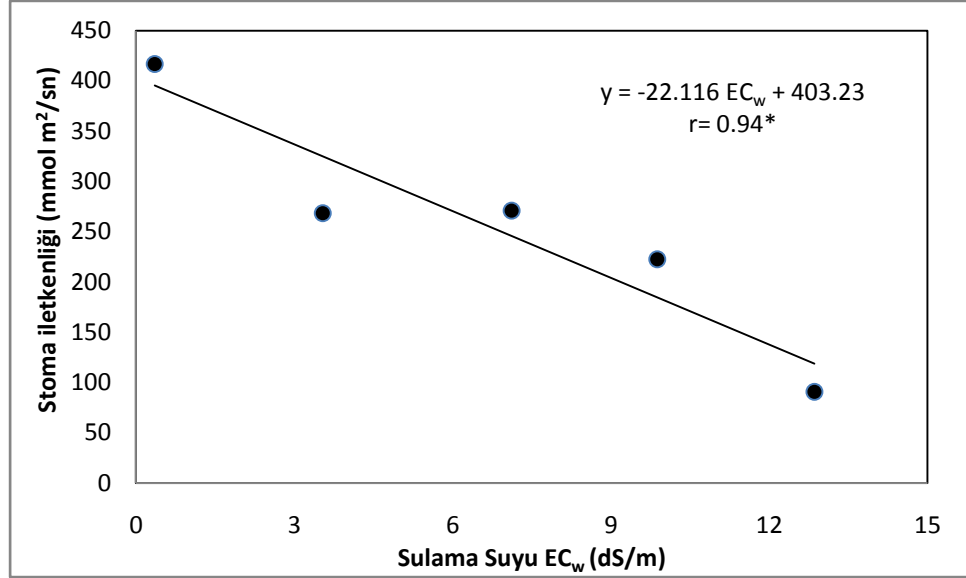
4.7. Tuzluluğun Bitki Fizyolojisine Etkisinin Sonuçları

4.7.1. Tuzluluğun Stoma İletkenliğine Etkisi

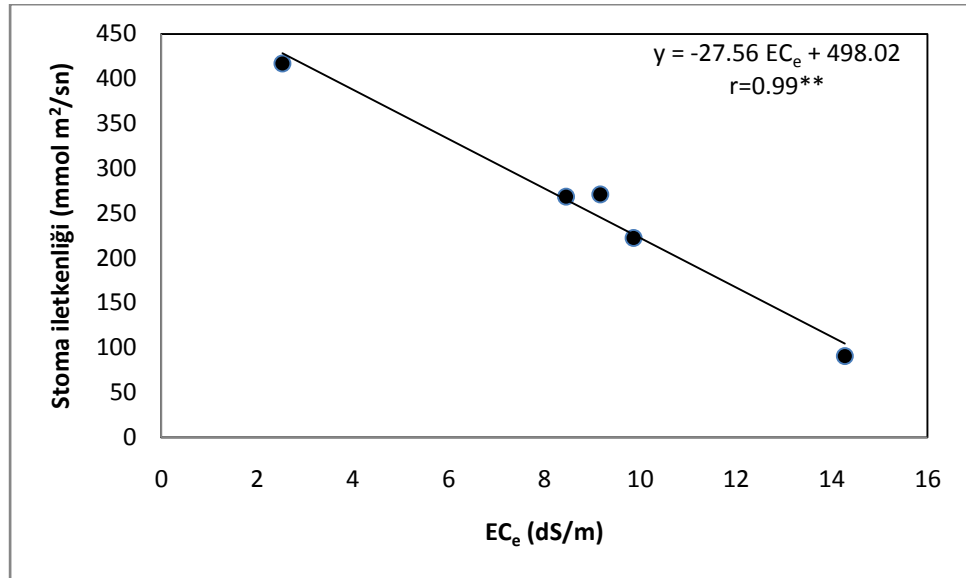
Araştırmada uygulanan tuzlu suyun patates bitkisinin stoma iletkenliği üzerine etkisini belirlemek amacıyla 8 Ekim tarihinden 1 Aralık hasat tarihine kadar sulama öncesi ve sulama sonrası tüm konularda ölçümler yapılmıştır.

Denemede sulama suyu ve toprak tuzluluklarındaki artışlar stoma iletkenliğinde azalmaya neden olmuştur (Şekil 4.18-4.19). Sulama suyu ve toprak tuzluluğundaki 1 dS/m'lik artış stoma iletkenliğini 22.116 mmol m^2/sn ve 27.56 mmol m^2/sn düzeyinde azaltmıştır. Zamana bağlı regrasyon analizlerinde tuzluluk artışının stoma iletkenliğinin önemli ölçüde azalmasına neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.20). Ölçüm dönemi boyunca stoma iletkenliği değerleri ortalama olarak T_0 konusunda 416.90 mmol m^2/sn , T_3 konusunda 268.45 mmol m^2/sn , T_6 konusunda 270.94 mmol m^2/sn , T_9 konusunda 222.58 mmol m^2/sn , T_{12} konusunda 90.74 mmol m^2/sn olarak belirlenmiştir. Stoma iletkenliği T_0 , T_3 , T_6 , T_9 ve T_{12} konularında sırasıyla 130.80-741.67, 91.25-404.78, 105.67-534.12, 81.07-432.79, 15.72-259.77 mmol m^2/sn aralığında gerçekleşmiştir. Tuzluluk değerlerinin artması ile regrasyon katsayılarının arttığı gözlenmiştir. T_9 ve özellikle T_{12} konuları elektriksel iletkenliği yüksek sulama suları ile sulandığından hasat dönemine doğru bitkilerdeki yaprak sayıları önemli ölçüde azalmış bu nedenle diğer konulara göre daha az sayıda ölçüm yapılmıştır.

Rosenthal ve ark. (1987), yaprak gelişimi ve transpirasyon miktarındaki azalmanın toprak suyu eksikliği ile çok yakın ilişki içerisinde olduğunu su eksikliği ile yaprak gelişmesi ve transpirasyon hızının azaldığını ve yaprak yaşlanmasının hızla arttığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.18. Sulama suyu EC değeri ile stoma İletkenliği arasındaki ilişki



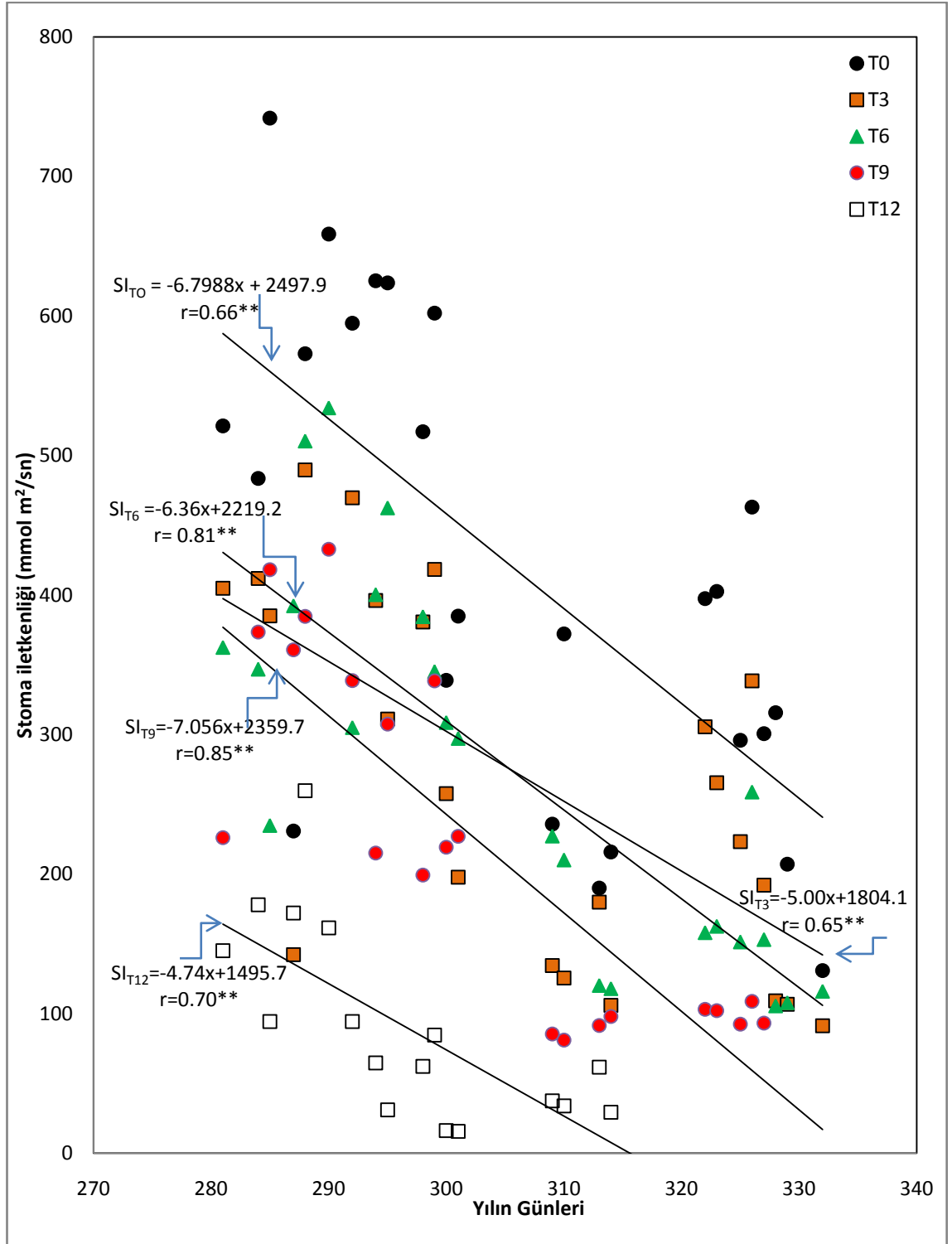
Şekil 4.19. Toprak tuzluluğu ile stoma İletkenliği arasındaki ilişki

4.7.2. Tuzluluğun Klorofil İçeriğine Etkisi

Denemede artan tuz konsantrasyonlarının patates bitkilerinin yapraklarındaki klorofil içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla patates bileşik yaprağının uç yaprakçığı altındaki 2. veya 3. yaprakçıklardan SPAD 502 aleti ile renk ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler 8 Ekim 2011 tarihinde başlayıp

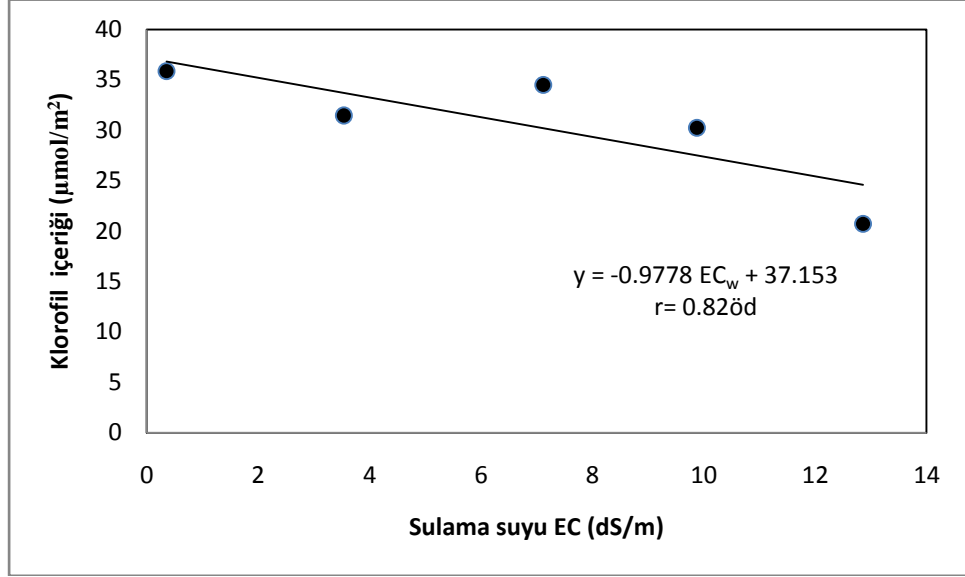
1 Aralık 2011 hasat tarihine kadar sulama öncesi ve sulama sonrası olarak yapılmış ve elde edilen sonuçlar (Şekil 4.21-4.23) de gösterilmiştir.

Klorofil, fotosentez için gerekli bir pigment olup abiyotik stres koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Yürütülen araştırmada farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının yapraklardaki klorofil miktarı üzerine önemli etkileri saptanmıştır. Sulama suyu EC ve toprak tuzluluğundaki 1 dS/m'lik artışlar klorofil içeriğinde $0.977 \mu\text{mol}/\text{sn}^2$ ve $1.219 \mu\text{mol}/\text{sn}^2$ azalmasına neden olmuştur (Şekil 4.21-4.22). Bitkilerin yapraklarındaki klorofil pigment miktarı her konuda farklı bir pik noktaya kadar artmış daha sonra azalmıştır.

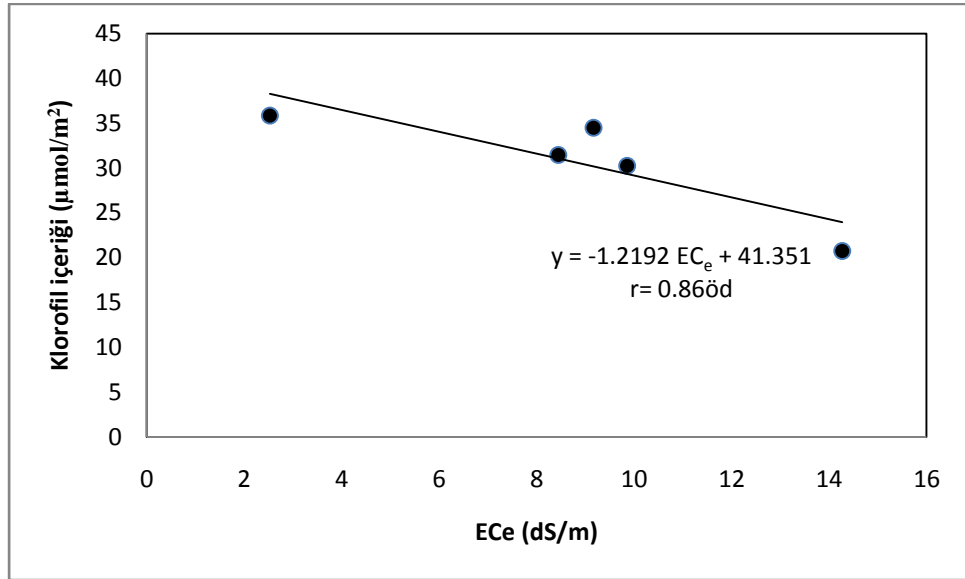


Şekil 4.20 Tuzluluk konularında stoma iletkenliğinin zamansal değişimi (SI: stoma iletkenliği)

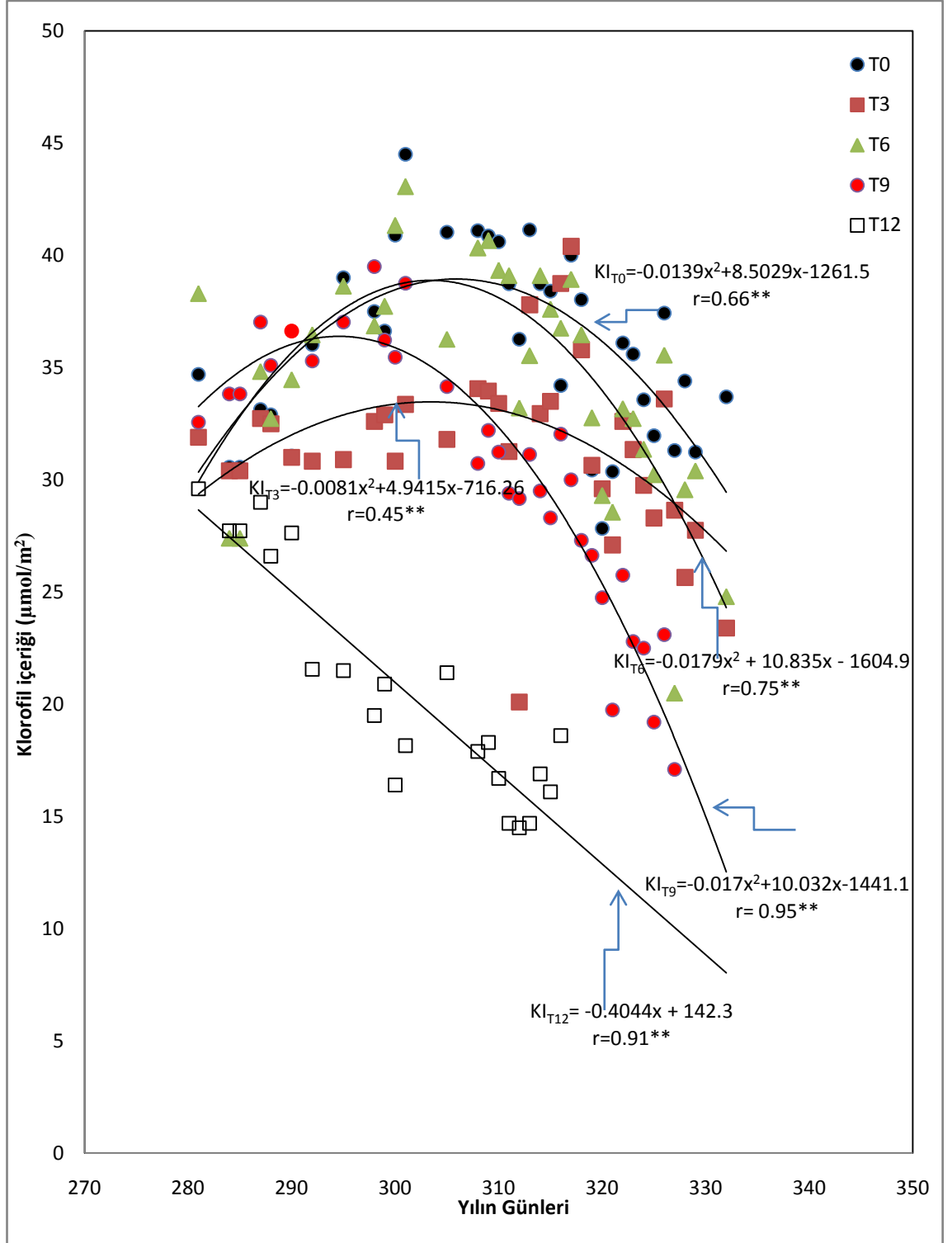
Zamana bağılı regresyon analizlerinde istatistiksel anlamda önemli ikinci dereceden ilişkiler saptanmıştır. Belirlenen ilişkilerin matematiksel çözümlenmesinden T_0 ve T_3 konusunda 305. günde (3 Kasım 2011) T_6 konusunda 306 günde (4 Kasım 2011), T_9 konusunda 295. günde (22 Ekim 2011), T_{12} konusunda ise klorofil değerleri ölçümlerinin başladığı ilk günden (8 Ekim 2011) itibaren düşmeye başlamıştır.



Şekil 4.21. Sulama suyu EC değeri ile klorofil içeriği arasındaki ilişki (öd: önemli değil).



Şekil 4.22. Toprak tuzluluğu ile klorofil içeriği arasındaki ilişki (öd: önemli değil).



Şekil 4.23 Tüm konularda klorofil değerlerinin zamana bağlı değişimi KI: klorofil içeriği

Konular arasında tuz konsantrasyonundaki artışlar klorofil değerlerinde azalmanın başlangıcının daha erken tarihte gerçekleşmesine neden olmuştur. Ancak T₉ ve T₁₂ konularında bu durum daha belirgin olmuştur. Her iki konuda da klorofil değerleri denemenin başlangıcından itibaren azalmaya başlamıştır. Özellikle T₁₂ konusundaki azalma birinci dereceden denklemlerle ifade edilebilecek düzeyde hızlı olmuştur. Tuz stresinin klorofil değerleri üzerine etkisini araştıran çoğu çalışmadan elde edilen bulgular yürütülen bu araştırma sonuçları ile uyum içerisindedir. Stres çeşitleri arasında en önemlilerinden olan tuz stresi, klorofil konsantrasyonunda azalmaya (Chen ve Kao, 1991), çoğunlukla yapraklarda erken yaşlanmaya (Yeo ve ark. 1991) neden olmaktadır. Bruns ve Hecht–Buchholz (1990), tuz stresine maruz kalan patates yapraklarında hücrelerin yuvarlaklaştığını, hücre boşluklarının azaldığını ve kloroplast sayısının önemli ölçüde azaldığını belirtmiştir. Mitsuya ve ark. (2000), tatlı patatesin mesofil hücrelerinde klorofilin tykloid membranlarının şiştiklerini ve çoğunun şiddetli tuz stresi altında kaybolduğunu belirtmişlerdir. Yaprak su miktarındaki azalmanın (düşük yaprak su potansiyeli) klorofil sentez hızını yavaşlattığı gibi klorofil parçalanmasını hızlandırmaktadır (Kırnak ve Demirtaş, 2002). Ayrıca, klorofil kaybı bitkiye verilen su miktarı yanında uygulanan stres süresine de bağlıdır.

Keleş ve Öncel (2002), tuz stresi altında yetiştirilen buğday genotiplerinde toplam klorofil içeriğinin önemli ölçüde azaldığını klorofil miktarındaki azalmanın hem klorofil-a'da hem de klorofil-b' de gözlemlendiğini belirtmişlerdir. NaCl konsantrasyonu 50-70 mM düzeyindeki ortamda yetişen bezelye bitkisinin yapraklarındaki klorofil konsantrasyonunda, yaş ve kuru ağırlıklarda önemli düşüşler belirlenmiş, daha alt seviyedeki tuz konsantrasyonlarındaki düşüşlerin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Najafi ve ark. 2007).

Bitkilerde sodyumun yapraklarda birikerek klorofil moleküllerindeki magnezyum ile yer değiştirmesini ve klorofillerin yapısını bozarak klorozise neden olup, bir stres proteini olan prolinin hücrelerde üretimi ve birikimi arttığı belirtilmektedir (Avcıoğlu ve ark. 2003).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Patates dünyada ve ülkemizde üretim potansiyeli yüksek bir bitkidir. Önemli miktarda sulama suyuna ve bitki besin elementine ihtiyaç duyması, yetiştirildiği alanlarda toprak tuzlanmasına neden olmaktadır. Tuzluluğa orta düzeyde dayanıklı olması yetiştiriciliğinde tuzlu suların kullanımına olanak sağlamaktadır. Ancak herhangi bir mühendislik önlemi alınmadan (drenajı, yıkama gereksinimi v.b.) yapılan sulama uygulamaları bitki gelişimi ve verimine önemli ölçüde zarar vermektedir. Patates yetiştiriciliğinde tuzlu sulama sularının kullanılabilirliğinin araştırıldığı bu çalışmada, stoma iletkenliği, klorofil değeri ve verim parametrelerinin farklı nitelikteki sulama sularına verdikleri tepkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Yürütülen bu çalışmada, tanık konusu dışında 4 farklı düzeyde tuzlu suyun ($EC=3$ dS/m, 6 dS/m, 9 dS/m, 12 dS/m) belirtilen fizyolojik verim unsurlarına etkileri araştırılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Araştırma süresince sulama suyu ihtiyacı farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Yetiştirme dönemi boyunca T_0 konusu 14 kez sulanırken, tuzlu suyu uygulandığı T_3 , T_6 , T_9 ve T_{12} konuları 9 kez sulanmıştır. T_0 konusu en fazla (22 lt) sulama suyunun uygulandığı konu olurken, T_3 , T_6 , T_9 ve T_{12} konularına sırasıyla 13, 13.5, 12.4, 10.7 lt sulama suyu uygulanmıştır. En yüksek EC değerine sahip T_{12} konusu tanık konusuna göre yaklaşık % 50 düzeyinde daha az su almıştır. Yapılan ölçümlerde toprak tuzlulukları T_0 konusunda 1.83-3.72, T_3 konusunda 3.89-12.80, T_6 konusunda 4.34-12.29, T_9 konusunda 4.68-14.74, T_{12} konusunda 9.76-23.50 dS/m aralığında değişmiştir.

Denemede konulara uygulanan sulama suyuna ek olarak tuz birikiminin önlenmesi amacıyla tanık konusu dışındaki konulara % 20 oranında yıkama suyu uygulanmış ve sulama sonrası saksı altlarında biriken drenaj suyu elektriksel iletkenlik (EC_d) değerleri ölçülmüştür. Araştırma süresince T_0 , T_3 , T_6 , T_9 , T_{12} konularında ortalama olarak sırasıyla 54, 50, 55, 52, 46 ml düzeyinde drenaj suyu ölçülmüştür. Belirtilen konuların EC_d değerleri 4.9 (T_0), 10.8 (T_3), 13.1 (T_6), 16.3 (T_9), 18.3 (T_{12}) dS/m olarak belirlenmiştir. EC_d değerleri ile EC_w arasında $EC_d=1034.5 EC_w+5694.8$ biçiminde regresyon katsayısı önemli ($p<0.05$) ilişki saptanmıştır, ($r=0.98^*$). Benzer bir ilişki toprak tuzluluğu (EC_e) ile (EC_d) arasında da belirlenmiştir. $EC_d=1194.5EC_e+2099.4$ ($r=0.96$). Genel olarak EC_d değerleri EC_w değerlerinin 2 katı, EC_e değerlerinin ise 1.5 katı daha yüksek bulunmuştur.

En fazla su tüketimi (E_t) T_0 konusunda (26.60 lt) en düşük su tüketimi ise T_{12} konusunda (10.50 lt) hesaplanmıştır. Bitkiler vejetatif aksamın belli bir seviyesine ulaşana kadar çeşme suyu ile sulanmıştır. Bitki su tüketimi ölçümlerinin başladığı tarihte bitki topraktaki mevcut suyu kullandığından su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyu değerlerinden daha fazla çıkmıştır. T_3 , T_6 , T_9 konularında su tüketimleri sırasıyla 16.85, 15.79, 14.77 lt olarak belirlenmiştir. T_0 konusu ile kıyaslandığında T_{12} konusunda % 60, T_9 konusunda % 45, T_6 konusunda % 41, T_3 konusunda % 37 oranında daha az su tüketimi saptanmıştır.

Verim, nitelik ve bitki vejetatif özelliklerine ilişkin yumru ağırlığı, yumru sayısı, toplam yumru verimi, sertlik, kuru madde, yaprak alanı ve bitki boyu özelliklerinin tamamı uygulanan sulama suyu tuzluluklarından $p<0.001$ düzeyinde etkilenmişlerdir. Sulama suyu-verim öğeleri arasındaki ilişkilerde verimi maksimize eden en yüksek sulama suyu miktarı yumru ağırlığı ve yumru sayısı için sırasıyla 19.32 lt ve 18.75 lt olarak hesaplanmıştır. Bitki su tüketimi ve yaprak alanı arasındaki ilişki istatistiksel olarak

önemli bulunmamasına karşın yumru ağırlığı, yumru sayısı, yumru sertliği, yumru kuru madde miktarı ve bitki boyu ile bitki su tüketimi arasında % 99 güvenle önemli doğrusal ilişkiler elde edilmiştir.

Uygulanan sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak deneme sonunda ortalama EC_e değeri T_0 , T_3 , T_6 , T_9 ve T_{12} konularında sırasıyla 2.53, 8.45, 9.17, 9.86 ve 14.28 dS/m olarak belirlenmiştir. Yapılan regresyon analizleri sonucu sulama suyu ve toprak tuzluluğu ile verim arasında kuvvetli ilişkiler belirlenmiştir. Araştırmada tuz-verim ilişkisi denklemi Y_r (oransal verim)= $100-8.4 (EC_e-2.25)$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen denklemin çözümlenmesi sonucu EC_e değeri 14.4 dS/m olduğunda hiç verim alınmayacağı saptanmıştır.

Denemede en yüksek bitki boyu tanık konusunda gerçekleşmiştir. Yapılan hesaplamalarda tanık (T_0) konusuna göre T_3 , T_6 , T_9 , T_{12} konularında bitki boylarının sırasıyla % 16.58, % 20.52, % 35.66 ve % 59.61 azalma gözlenmiştir.

Stoma iletkenliği değerleri ortalama olarak T_0 konusunda 416.90 $mmol m^2/sn$, T_3 konusunda 268.45 $mmol m^2/sn$, T_6 konusunda 270.94 $mmol m^2/sn$, T_9 konusunda 222.58 $mmol m^2/sn$, T_{12} konusunda 90.74 $mmol m^2/sn$ olarak ölçülmüştür. Stoma iletkenliği T_0 , T_3 , T_6 , T_9 ve T_{12} konularında sırasıyla 130.80-741.67, 91.25-404.78, 105.67-534.12, 81.07-432.79, 15.72-259.77 $mmol m^2/sn$ aralığında gerçekleşmiştir. Tuzluluk değerlerinin artması ile regresyon katsayılarının arttığı gözlenmiştir.

Tuz konsantrasyonundaki artışlar klorofil değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Zamansal olarak T_{12} konusu dışındaki konularda klorofil değerleri önce artan daha sonra azalan ilişki göstermiştir.

Elde edilen sonuçlar patates bitkisinin tuza duyarlı bir bitki olduğunu göstermektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde su kaynaklarının yetersiz veya sulama ağının yeterince yaygın olmadığı alanlarda orta düzeyde tuzlu sular patates bitkisinin sulanmasında kullanılabilir. Bitki gelişme dönemleri içerisinde başlangıç sulamalarının daha kaliteli su ile yapılması yumru sayısı ve yumru büyüklüğünü artırmada önemli bir etkidir. Yumru büyüklüğü belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra yapılacak tuzlu su uygulamalarının verimde önemli ölçüde kayba neden olmayacağı düşünülmektedir. Elde edilen sonuçların daha güvenilir olabilmesi için bu konudaki araştırmaların arazi koşullarında da yapılması son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- Abaza, M., Ghoneim, M.F., Zwaik, A., 1974. Use of sea-water dilutions for irrigation in sand dunes in the northern coasts in Libya. **Libyan Journal of Agriculture** 3, 7-18.
- Abu-Zeid, M. and Biswas, A.K., 1990. Impacts of agriculture on water quality. **Water Int.** 15,3.160-167.
- Amzallag G.N., Lener H.R., Poljakoff-Mayber A., 1990. Exogenous ABA as a modulator of the response of modulator of sorghum to high salinity. **J. Exp. Bot.** 541:1529-1534.
- Anonim, 2012a Patates bitkisinin taksonomisi. http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2009/bradley_adam/Classification.htm.
- Anonim, 2012b. Patatesin kullanım alanları. http://www.tarimziraat.com/yetistiricilik/sebze_yetistiriciligi/patates_yetistiriciligi
- APP (Advisory Panel Project on Water Management). 2002. "Egyptian-dutch advisory panel project: revision of the reuse mixing policy." **Consultancy Report Submitted to the 36th Panel Meeting.** Kaliubia, Egypt.
- Apse, M.P., Blumwald, E., 2002. Engineering salt tolerance in plants *Curr. Opin. Biotechnol.*, 13 pp. 146–150.
- Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S., Rha, E.S. 2004. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential plant bishop's weed (*Ammolei majus* L.). **Photosynthetica**, 42: 543-50.
- Ashraf, M. ve Foolad, M. R., 2007. Improving plant abiotic-stress resistance by exogenous application of osmoprotectants glycine betaine and proline. **Environ. Exp. Bot.** 59: 206–216.
- Avcioglu, R., Demiroglu, G., Khalvati, M.A., ve Geren, H., 2003. Ozmotik basıncın bazı kültür bitkilerinin erken gelişme dönemindeki etkileri II. Prolin klorofil birikimi ve zar dayanıklılığı. **Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi**, 40(2): 9-16.
- Ayers, R.S. and Westcott, D.W., 1985. Water quality for agriculture. **FAO Irrig. and Drain.** Paper 29, Rev.1.
- Azevedo Neto, A.D., Prisco, J.T., Eneas-Filho, J., Lacerda, C.F., Silva, J.V., Costa, P.H.A., Gomes-Filho, E. 2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Braz. J. Plant Physiol.** 16, 31-34.
- Baker, P. S., A.S.T. Chan, M.A. Jimeno-Zavala. 1986. Dispersal and orientation of sterile ceratitis capitata and anastrepha ludens (Tephritidae) in Chiapas, Mexico. **J. APPL. Ecol.** 23:27-38.
- Bollard, E.G., ve Butler, G.W., 1966. Mineral nutrition of plants. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, 17, 77-112.
- Borsani, O., Valpuesta, V. & Botella, M. A. 2003. Developing salt tolerant plants in a new century: a molecular biology approach. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, 73, 101–115.
- Bruns, S., Hecht-Buchholz, C., 1990. Light and electron-microscope studies on the leaves of several potato cultivars after application of salt at various development stages. **Potato Res.** 33, 33–41.
- Buston, A., Sagi, M., Malach, Y.D., Pasternak, D. 2004. Effects of saline irrigation water and heat waves on potato production in an arid environment. **Field Crops Research** Volume 90, Issues 2–3, 8 December. Pages 275–285
- Chartzoulakis, K., and Klapaki, G., 2000. Response of greenhouse pepper hybrid to NaCl salinity during different growth stages. **Scientia Horticulture**, 86: 247-260.
- Chavez, R., Cole, T.W., Dunn, J., Foulonneau, M., Habing, T.G., Parod, W. and Staples, T., 2006. 'DFL-Aquifer Asset Actions Experiment: Demonstrating value of actionable URLs.' D-Lib Magazine, Vol.12, No.10, <http://www.dlib.org/dlib/october06/cole/10cole.html>
- Chen, C.T. and Kao, C.H., 1991. Senescence of rice leaves XXIX. ethylene production, polyamine level and polyamine biosynthetic enzyme activity during senescence. **Plant Sci.**, 78: 193-198.
- CIP. (International Potato Center). 2007. Root and Tubers: The overlooked opportunity, Annual Report. CIP, Lima, Peru.
- Crosson, L. S. 1976. Soil salinity map of Saskatchewan. Colourmap with legend. University of Saskatchewan Press, Saskatoon, SK.

- Datta, K.K., Sharma, V.P., Sharma, D.P., 1998. Estimation of a production function for wheat under saline conditions. **Agricultural Water Management**, 36:85-94.
- Dutt, G. R., Pennington, D.A. and Turner, F. Jr., 1984. Irrigation as solution to salinity problems of river basin. Ed: French, F.R. Salinity in water course and reservoirs, pp. 465-472. **Ann. Arbor Science**, Michigan.
- Egypt, MWRI (Ministry of Water Resources and Irrigation). 2004. The National Water Resources Plan. Cairo.
- El-Khatib, R., Hamerlynck, E.P., Gallardo, F., Kirby, E.G., 2004. Transgenic poplar characterized by ectopic expression of a pine cytosolic glutamine synthetase gene exhibits enhanced tolerance to water stress. **Tree Physiology**, 24:729-736.
- Emdad, M.R., R.S. Rain, R.J. Smith, H. Fardad, 2004. Effect of water quality on soil structure and infiltration under furrow irrigation. **Irrigation Science**, 23: 55-60.
- Erdem, T., Erdem, Y., Orta, H., Okursoy, H., 2006. Water yield relationships of potato in different irrigation methods and regimens. **Sci. Agric (Pracicaba Brazil)** 63(3):226-231.
- Er, C., Uranbey, S. 1998. **Nışasta ve Şeker Bitkileri**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 1504. Ders Kitabı: 458. Ankara.
- FAO, 2002. Potato. **FAO No: 21**. 40 pp.
- FAO, 2006. Extent and causes of salt-affected soils in participating countries. Available in: <http://www.fao.org>.
- FAO, 2010. Dünyada ve türkiyede patates üretim miktarları. <http://www.fao.com>
- Fidalgo, R., Times, V.C., Silva, J. 2004. Providing multidimensional and geographical integration based on gdw and metamodels. In proceedings of the Brazilian Symposium on Databases. Brasilia, Brazil, pp. 148-162.
- Franco, J.A., Esteban, C. ve Rodriguez, C., 1993. Effect of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Revigal. **J.Hort.,Sci.** 68: 899-904.
- Frenkel, H., Goertzen, J.O., Rhoades, J.D., 1978. Effect of clay type and content, exchangeable sodium percentage, and electrolyte concentration on clay dispersion and soil hydraulic conductivity. **Soil Science Society of America Journal**. 141:32-39.
- Gale, J. ve Zeroni, M., 1992. Cultivation of plants in brackish water in controlled Environment Agriculture.
- Ghosh, C.S., Asanuma, K., Kusutani, A., and Toyota, M., 2001. Effect of salt stress on some chemical components and yield potato. **Soil Sci. Plant Nutr.**, 47(3): 467-475.
- Girgin, I., C. Er., T. Aküzüm., N. Arslan., S. Kodal. 1990. Ankara ekolojisinde sulamanın patates verimine etkisi. **Doğa Türk Tarım ve Orman. Der.** 14, 2, 98-106,
- Günbatılı, F., 1986. Tokat-Kazova ve Niksar ovalarında erkenci patatesin su tüketimi, **Köy Hizmetleri Tokat Aras. Enst. Yayınları**, Genel No. 78, Rapor No.48, Tokat, 52s.
- Güngör, Y., Yurtsever, E., 1991. Değişik tuzluluk düzeylerinde sulama sularının soya fasulyesi verimine etkisi. **Doğa. Tr.J. of Agriculture and Forestry**. 15: 80-88.
- Güngör, Y., Yurtsever, E. ve Artık, N., 1993. Sulama suyu tuzluluğunun soya kimyasal bileşimi üzerine etkisi. **TÜBİTAK, Doğa Tr. J. Of Agricultural and Forestry**, 17, 443-449.
- Grattan S.R., Grieve, C.M. 1999. Salinity mineral nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae** 78:127-157
- Halitligil, M.B., Onaran, H., Munsuz, N., 2001. Patates yetiştiriciliğinde damla sulama ve 15N tekniklerinin kullanıldığı fertisasyon araştırmaları. **TOGTAG-1692 Nolu Araştırma Projesi Sonuç Raporu**. Ankara, 26s (Basılmamış)
- Haviland, W.A. 2002. **Kültürel Antropoloji** (Çev: Hüsamettin İnaç, Seda Çiftçi). No: 143. Sosyoloji Serisi: 3. İstanbul: Kaktüs Yayınları.
- He, T., Cramer, G.R. 1993. Growth and ion accumulation of two rapid-cycling Brassica species differing in salt tolerance. **Plant and Soil**. 153, 19-31.
- India CWC (Central Water Commission). 2002. **Water and Related Statistics**. New delhi: ministry of water resources, central water commission, water planning and projects wing. 275s.
- Jose, A.F., Fernandez, A., Banon, S., 1997. Relationship between the effects of salinity on seedling leaf area and fruit yield of six muskmelon cultivars. **Hort Science**, 32(4): 642-644.
- Kalefetoğlu, T. ve Ekmekçi, Y., 2005. The effect of drought on plant and tolerance mechanisms, **G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi**, Ankara, 18(4), 723-740.
- Kanber, R., Kırdı, C, Tekinel, O., 1992. **Sulama Suyu niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları**. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yay. No. 21, Ders kitapları Yay. No. 6, Adana, 341 s.

- Katerji, N., Van Hoorn, J.V., Hamdy, A., Karam, F. and Mastrorilli, M., 1994. Effect of salinity on emergence and on water stress and early seedling growth of sunflower and maize. **Agricultural Water Management**, 26(1994) 81-91.
- Katerji, N., J.W. Van Hoorn, A. Hamdy and M. Mastrorilli, 1998. Response of tomatoes, a crop of indeterminate growth, to soil salinity. **Agric. Water Manage.**, 38: 59-68.
- Katerji, N., Van Hoorn, J.M., Hamdy, A., Mastrorilli, M., 2003. Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. **Adric. Water Manage**, 62. 37-66.
- Keleş, Y., Öncel, I., 2002. Response of antioksidative defence system to temperature and water stress combinations in wheat seedling. **Plant Science**, 163/ 4, 783-790.
- Keren R. and Shainberg, I. 1978. Irrigation with sodic and brackish water and its effect on the soil and on cottonfields. **Hassade** 58: 963-976.
- Khras, T., Leclerc, Y. and Donnelly, D.J. 1998. Relative salinity tolerance of potato cultivars assessed by in vitro screening. **Amr. J. Potato Res.** 75:207-210.
- Kirk, W.W., Rocha, A.B., Hollosy, S.I., Hammerschmidt, R. And Wharton, P.S. 2006. Effect of soil salinity on internal browning of potato tubercules in two soil types. **Am. J. of potato Res.** 83:223-232.
- Kırnak, H. ve M. N. Demirtaş, 2002. Su stresi altındaki kiraz fidanlarında fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**. 33(3): 265-270.
- Levy, D., 1992. The response of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to salinity: plant growth and tuber yields in the arid desert of Israel. **Ann. Appl.Biol.** 120 (3), 547-555.
- Maas, E.V. ve G.J. Hoffman, 1977. Crop salt tolerance –current assessment J. **Irrigation and Drainage Division, ASCE**, 103:115-134.
- Maas, E.W., 1985. Crop tolerance to saline sprinkling water. **Plant and Soil**, 89: 273-284.
- Maas, E.V., 1986: Salt tolerance of plants. **Applied Agricultural Research** 1:12-26.
- Martinez-Beltran, J., Manzur C.L. 2005. Overview of salinity problems in the world and FAO strategies to address the problem. **Proceedings of the international salinity forum, Riverside, California**, April 2005, 311–313.
- Mckee, A.S., F. Dzierszinski, M. Boes, D.S. Roosand E.J. Pearce, 2004. Functional inactivation of immature dendritic cells by the intracellular parasite *Toxoplasma gondii*. **J. Immunol.**, 173: 2632-2640.
- Meiri, A. ve Plaut, Z., 1985. Crop production and management under saline conditions, plant and soil 89:253-271.
- Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya, D.H. and Pandey, A.N., 2000. Effect of salt on germination of seed and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. **Crop.Sci.**, 185:209-217.
- Mitsuya, S., Takeoka, Y., Miyake, H., 2000. Effects of sodium chloride on foliar ultra structure of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) plantlets grown under light and dark conditions in vitro. **J. Plant Physiol.** 157, 661–667.
- Miyamoto, S., Moore, J. and Stichler, C. 1984. Overview of saline water irrigation in far west Texas in: water today and tomorrow.
- Munns, R., Termaat, A., 1986. Whole-plant responses to salinity, Aust. **J. Plant Physiol**, 13: 143-160.82.
- Munns, R., 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. **Plant Cell and Environment** 16, 15-24.
- Munns, R., 2002. “Comparative physiology of salt and water stress”, **Plant, Cell and Environment**, 25: 239-250.
- Munsuz, N., Gökhan, Ç., Sonay, S. 2001. **Toprak ıslahı ve düzenleyiciler**. Ankara Üniv. Zir. fak. Toprak bölümü. Ankara. 335 sayfa
- Nadler, A., Heuer, B., 1995. Effect of saline irrigation and water deficit on tuber quality. **Potato Res.** 38, 119-123.
- Najafi, F., Khavari-Nejad, R.A., Rastgar-jazii, F., Sticklen, M., 2007. Growth and some physiological attributes of pea (*Pisium sativum* L.) as affected by salinity. **Pac. J. Biol. Sci.** 10:2752-2755.
- Neto, B., Kroeze, C., Hordijk, L. and Costa, C., 2008. Aluminium pressure die casting plant and options for control, **Environmental Modelling and Software** 23(2) 147-168.
- Neumann, P.M. Volkenburgh, E.V., Cleland, R.E., 1988. Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. **Plant Physiol**, 88(1): 233-237.

- Noble, C.L., and Rogers, M.L., 1992. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. **Plant and Soil**. 146(1-2): 99-107.
- Önder, S., Çalışkan, M.E., Önder, D., Çalışkan, S., 2005. Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. **Agricultural Water Management**. 73(2005):73-86.
- Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M., 2001. **Bitki Biyoteknolojisi** (Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları) S.Ü. Vakfı Yayınları, 456s.
- Paliwal, K.V., Yadav, B.R., 1980. Effect of saline irrigation water on the yield of potato.
- Parida, A. K. and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicol. Environ. Safety** 60:324-349.
- Patel, R.M., Prasher, S.O., Donnelly, D., Bonnell, R.B. 2001. Effect of initial soil salinity and subirrigation water salinity on potato tuber yield and size. **Agricultural Water Management** 46 231-239.
- Pupisky, H. and Shainberg, I. 1979. Salt effects on the hydraulic conductivity of a sandy soil. **Soil Science Society of America Journal** Vol. 43 No. 3, p. 429-433
- Prathapar, S.A. ve Qureshi, A.S. 1999. Modelling the effects of deficit irrigation on soil salinity, depth to water table and transpiration in semiarid zones with monsoonal rains. *International Journal of Water Resources Development*. Vol. 15, no. ½, 141-159.
- Puntamkar S.S., Kant, K., Mathur, S.K., 1988. Effect of saline soil water irrigation on soil properties. *transaction of indian society of desert technology*, No:2, 69-72. India and the future. **Encyclopedia Britannica Chicago. Mapping Soil Salinity. Adv. Agron.** 49:201-251.
- Reina-Sanchez, A., Romero-Aranda, R., ve Cuartero, J., 2005. Plant water uptake and water use efficiency of greenhouse tomato cultivars irrigated with saline water. **Agricultural Water Management** 78 54-66.
- Rengasamy, P. 2006. World salinization with emphasis on Australia. **J. exp. Bot.**, 57(5): 1017-1023.
- Rhoades, J.D. and D.L. Corwin. 1990. Soil electrical conductivity: effects of soil properties and Application to soil salinity appraisal. **Commun. in Soil Sci. Plant Anal.**, 21: 836-860.
- Rhoades, J.D., Kandiah, A. and Mashali, A. M., 1992. The Use of Saline Waters for Crop Production. **FAO Irrigation and Drain. Paper** No:48, p.1-133, Rome.
- Robinson, P.T., Melson, W.G., O'Hearn, T., and Schmincke, H.-U., 1983, Volcanic glass compositions of the Troodosophiolite, **Cyprus: Geology**, v. 11, p. 400-404.
- Rodriguez E.M, Svensson J.T, Malatrasi M, Choi D.W, Close T.J. 2005. Barley Dhn13 encodes a KS-type dehydrin with constitutive and stress responsive expression. **Theor. Appl. Genet.** 110(5): 852-858.
- Rosenthal, W.D., G.F. Arkin, P.J. Shouse and W.R. Jordan, 1987. Water deficit effects on transpiration and leaf growth. *Agron. J.*, 79: 1019-1026.
- Schittenhelm, S., Hartmann, M.U., Oldenburg, E., 2004. Photosynthesis, carbohydrate metabolism and yield of phytochrome-B- overexpressing potatoes under different light regimes. **Crop Sci.** 44(1):131-143.
- Schoups, G., Hopmans, J.W., Young, C.A., Vrugt, J.A., Wallender, W.W., Tanji, K.K., and Panday, S. 2005. Sustainability of irrigated agriculture in the San Joaquin Valley, California. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** 102:15352-15356.
- Sepaskhah, A.R., Bazrafshan-Jahromi, A.R. ve Shirmohammadiakbarkhani, Z., 2006. Development and evaluation of a model for yield production of wheat, maize and sugar beet under water and salt stresses. **Biosystems Engineering** 93 (2), 139-152.
- Sevim, Z., 1986. Erzurum koşullarında patatesin su tüketimi. köy hizmetleri genel müdürlüğü, **Erzurum Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü** Yay., Genel No. 11, Rapor No. 8, Erzurum, 50s.
- Shainberg, G.L., 1975. Salinity of Soils Effect of Salinity on the Physical and Chemistry of Soils. In: Poljakoff-Mayber, A. and Gale, J. (Eds). *plants in saline environments*. pp. 39-55. **Spriger-Verlag**, Berlin.
- Shannon, M.C., Grieve, C.M., 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Scientia Horticulturae**, 78: 5-38.
- Shalhevet, J., 1994. Using Water of Marginal Quality for Crop Production: Major Issues. *Agric. Water Manag.* 25:233-269.
- Singh, S.D., Gupta, J.P., Singh, P., 1978. Water economy and saline water use by drip irrigation. **Agron. J.** 70 (6), 948-951.
- Smets, S.M.P., Kuper, M., Van Dam, J.C., Feddes, R.A. 1997. Salinization and crop transpiration of irrigated fields in Pakistan's Punjab. **Agric. Water Manag.** 35:43-60.

- Steward, J.I. and Hagan, R.M., 1975. Function to predict effects of cropwater deficits. **J. of the Irrigation and Drainage Div., ASCE** 99(IR4):421-439.
- Taiz, L.J., Zeiger, E. 2012. Bitki fizyolojisi. (Çev: İsmail Türkan) Palme Yayını 591-592s, Ankara.
- Tanji, K.K., 1990. Agricultural salinity assessment and management. published by american society of civil engineers, 619 pp, New York.
- USSL., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils **Agr. Handbook, USA**, 60:160s.
- Ünlü, M., Kanber, R., Senyigit, U., Onaran, H., Diker, K., 2006. Trickle and sprinkler irrigation of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Anatolian **Region in Turkey. Agricultural Water Management.** 79(1):43-71.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metodları. **Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.** Gen. Yay. No: 121, Teknik Yay. No:56. 623 sayfa.
- Waisel, Y. 2001. Salinity: A major enemy of sustainable agriculture. p. 166-173. In Breckle, S.W., Maik, V., and Walter, W. (ed.) Sustainable Land Use in Deserts. **Springer-Verlag**
- Van Hoorn, J.W., Katerji, N., Hamdy, A., Mastroilli, M., 1993. Effect of saline water on soil salinity and on water, stress, growth and yield of wheat and potatoes. **Agric. Water Manage.** 23 (3), 247-265.
- Van Hoorn, J. ve J.G. Van Alpen, 1994. Salinity Control. (Ed: Pitzema. H.P). Drainage Principles and Application. 2 nd ed. ILRI Publication 16 Wageningen, The Netherlands, 533-600 p.
- Yeo, A.R., Lee, K.S., Izard, P., Boursier, P.J. ve Flowers, T.J., 1991. Short and long term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.). **J.Exp.Bot.** 42: 881-889.86
- Yıldırım, M.B., 1979. **Patates yetiştirilmesi.** Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 395, s:1-52, İzmir.
- Yurtseven, E., Ünlükara, A., Top, A., Tek, A., 2001. **Tuzluluğun ve sulama aralığının kolza (Brassica Napus Oleifera) verime ve gelişmeye etkisi.** I. Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri Kitabı, 8-11 Kasım 2001, Antalya /Belek, 215-219.
- Yurtseven, E., Çakamak, B., Kesmez, D., Polat, E., 2010. Tarımsal atık suların sulamada yeniden kullanılması. **Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi.** 135-154.
- Zhang, W., Zheng, R., Zhang, B., Yu, W., Shen, X. 1993. An observation on flash evoked cortical potential and Qi Gong meditation. **American Journal of Chinese Medicine**, 21, 243-249.
- Zhang, Y. and Donnelly, D.J., 1997. In vitro ranking for salinity tolerance of potato cultivars. **Potato Res.** 40:285-295.
- Zhu J.K. 2002 Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol.** 53:247-273.

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans tez konumun belirlenmesi, yürütölmesi ve yazım aşamasında yönlendirici katkılarıyla desteğini bulduğum Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Berkant ÖDEMIŐ' e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin bu şekilde derlenip biçimlenmesinde ön bilgi destekleriyle yardımcı olan, ders aşamamda yararlı ve yön verici bilgilerini esirgemeyen Sayın Prf.Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN', tezimin her aşamasında benden desteğini esirgemeyen, maneviyata verdiği değerle yanımda bulunan, beni akademik hayata bağlanma sebebim olan geleceğin Ziraat Yüksek Mühendisi sevgili Deniz CAN' a ve sevgili arkadaşım Hasan HÜSEYİNOğLU' na teşekkürler.

Gerek maddi gerek manevi desteklerini her zaman esirgemeyen, psikolojik olarak her daim yanımda olan canım aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

ÖZGEÇMİŞ

Kars ili Sarıkamış ilçesinde 1987 yılında doğdum. İlköğretim ve lise eğitimimi İskenderun' da tamamladım. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği programına 2005 yılında yerleştim ve 2009 yılında Tarımsal Yapılar ve Sulama Alt Programından mezun oldum. Şubat 2010' da Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde yüksek lisansa başladım.