T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

İç Anadolu Bölgesinde Damla Sulama Sistemi İle Sulanan Çerezlik Kabakta Farklı Sulama Seviyelerinin Bitkisel Gelişim, Tohum Verimi ve Kalitesi İle Vejetasyon İndekslerinin Sulama Yönetiminde Kullanımı

Proje No: FDA-2015-5776

Proje Türü: Kurum Dışı Destekli Araştırmalar İçin İhtiyaç Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Prof. Dr. Halil KIRNAK
Seyrani Ziraat Fakültesi / Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Araştırmacılar:
Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA, Seyrani Ziraat Fakültesi / Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Doç. Dr. Eyüp Selim KÖKSAL, OMÜ Ziraat Fakültesi / Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
Yrd. Doç. Dr. Abdullah ULAŞ, Seyrani Ziraat Fakültesi / Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
Yrd. Doç. Dr. Oya SİPAHİOĞLU, Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği Bölümü
Arş. Gör. Hasan Ali İRİK, Seyrani Ziraat Fakültesi / Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Aralık 2017
KAYSERİ

Bu çalışma, FDA-2015-5776 nolu kurum dışı destekli araştırmalar için ihtiyaç projesi kapsamında ERÜ BAP birimi tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	4
ABSTRACT	5
1. GİRİŞ	6
2.GEREÇ ve YÖNTEM	8
2.1. Deneme yerinin iklim özellikleri	8
2.2. Deneme alanının toprak ve sulama suyu özellikleri	10
2.3. Denemede kullanılan bitki materyali ve kültürel işlemler	12
2.4. Toprak nem ölçümü ve cihazların kalibrasyonu	12
2.5. İnfrared termometre	15
2.6. Bitki boyu ve gövde çapı	15
2.7. Generatif gelişime ilişkin özellikler	16
2.8.Yöntem	17
2.8.1. Sulama sistemi ve programı	18
2.8.2. Bitki su stresi indeksinin (CWSI) saptanması	20
2.9. Analiz ve değerlendirme	21
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	22
3.1. Sulama suyu, bitki su tüketimi, tohum verimi, WUE ve IWUE	22
3.2. Farklı sulama suyu seviyelerinin verim unsurlarına etkisi	30
3.3. Bitki örtü sıcaklığı ve CWSI	42
3.4. CWSI ile sulama suyu miktarı ve ET arasındaki ilişki	46
3.5. CWSI ile verim ve verim unsurları arasındaki ilişki	47
4.SONUÇ	50
5. TEŞEKKÜR	52
6.KAYNAKLAR	52

ÖZET

Bu araştırma, çerezlik kabağın su stresine karşı tepkisini belirlemek amacıyla iki yıl süreyle 2015-2016 yetiştirme sezonunda tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak Kayseri Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi (ERÜTAM) araştırma alanında yürütülmüştür. Bitki su stres indeksi (CWSI), verim, bitki su tüketimi ve su kullanım etkinliği incelenmiştir. Ayrıca su stresinin bitkide; vejetatif (kuru madde miktarı, yaprak alan indeksi, hasad indeksi, bitki boyu ve gövde çapı), generatif (100 dane ağırlığı, meyvedeki tohum sayısı, tohum ağırlığı, boş tohum sayısı, tohum verim indeksi) irdelenmiştir. Denemede sulama konuları, gelişme mevsimi boyunca bitki kök bölgesinde eksilen nemin 6 farklı oranda (I_{100}, I_{80}, I_{60}, I_{40}, I_{20}, I_0) damla sulama ile yeniden verilmesiyle oluşturulmuştur. Verilen sulama suyu miktarı 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla 24-258.4 mm ve 13-470.2 mm arasında değişim göstermiştir. Buna karşın bitki su tüketim (ET) değerleri aynı yıllar için sırasıyla 256-577 mm ve 227-628 mm arasında değişim göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre tohum verimi 2015 yılında 46.97-141.65 kg/da arasında, 2016 yılında ise 42.7-130.6 kg/da arasında değişim göstermiştir. 2015 yılında su kullanım etkinliğinin (WUE) 0.16-0.30 kg/m^3, sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) ise 0.55-1.96 kg/m^3 aralığında, 2016 yılında ise bu değerlerin sırasıyla 0.19-0.24 kg/m^3 ve 0.28-3.29 kg/m^3 arasında değiştiği bulunmuştur. Ortalama verim tepki faktörü k_y= 0.98 olarak bulunmuştur. Araştırmamızda CWSI değerlerinin 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla 0.24-1.0 ve 0.08-0.93 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. CWSI ile verim arasında istatistiksel olarak önemli ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çerezlik kabak, bitki su stres indeksi, damla sulama

ABSTRACT

This research designed in randomized complete plots in blocks with three replications was carried out two years in 2015 and 2016 growing season to determine pumpkin seed to water stress at the experimental area of Erciyes University Agricultural Research and Training Center (ERÜTAM). Crop water stress index (CWSI), yield, crop water consumption and water use efficiency of pumpkin under water stress conditions were investigated. Furthermore, effect of water stress to vegetative growth (dry weight, leaf area index, plant height and stem diameter) reproductive growth (100-seed weight, seed number and yield per fruit, unmarketable seed ratio and harvest index) were also determined. Irrigation treatments of the study consist of refreshing depleted water from effective root zone at 6 different application ratios (I_{100}, I_{80}, I_{60}, I_{40}, I_{20} and I_0) to pumpkin with drip irrigation system. Irrigation water amounts varied 24-258.4 mm and 13-470.2 mm while plant water consumption varied 256-577 mm and 227-628 mm for 2015 and 2016, respectively. Seed yield were 46.97-141.65 kg/da in 2015 and were 42.7-130.6 kg/da in 2016 according to irrigation treatments. Pumpkin water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) were found as 0.16-0.30 kg/m^3 and 0.55-1.96 kg/m^3 in 2015 and 0.19-0.24 kg/m^3 and 0.28-3.29 kg/m^3 in 2016, respectively. Average yield response factor, k_y was found as 0.98 for whole growing season of pumpkin. CWSI of pumpkin varied 0.24-1.0 and 0.08-0.93 for two consecutive years and the relationship between CWSI and seed yield were found significant.

***Key words*:** Pumpkin seed, crop water stress index, drip irrigation

1.GİRİŞ

Ülkemiz yıllık ortalama 643 mm yağış almakta ve düşen bu yağış miktarı yıldan yıla ve bölgeden bölgeye değişim göstermektedir. İç Anadolu Bölgesi'nde ortalama yıllık yağış miktarı 300 mm dir (Kaygusuz ve Sari, 2003). İç Anadolu Bölgesi'nde yağışların düzensiz oluşu ve genellikle kış aylarında düşmesi bu bölgede yaz aylarında bitkisel üretimde sulamayı vazgeçilmez kılmaktadır.

Artan nüfusun tarıma dayalı ihtiyaçlarının karşılanması, tarımda hem doğal kaynaklar hem de ekonomik bakımdan sürdürülebilirliğin sağlanması için sulama suyu yönetimi büyük öneme sahiptir. Genel bir yaklaşım olarak her bir damla suya karşın birim alandan en yüksek verimi almak gerekmektedir (Ertek vd., 2002). Sulamadan beklenen faydanın elde edilmesi için sulama zamanının, süresinin ve miktarının doğru bir biçimde belirlenmesi gerekmektedir. Yanlış yapılan sulama uygulamaları, verimde azalmanın yanı sıra alkalilik ve tuzluluk problemlerine de yol açabilmektedir (Öneş vd., 1995). Ayrıca, sulamadan beklenilen yararın sağlanması, suyun etkin bir şekilde kullanılması yanında modern sulama yöntemlerinin kullanılmasını da zorunlu kılmaktadır (Kırnak vd., 2003). Dünya'da üçte bir yer kaplayan kurak ve yarı kurak alanlarda tarımsal faaliyetleri kısıtlayan en önemli faktör sulama suyudur. Bu bölgelerde sulamalarda kullanılan suyun yaklaşık %85'i düşük randımanlı yüzey sulama yöntemler kullanılarak yapılmakta ve bu durumda su kaynaklarının yetersizliğini artırmaktadır (Er-Raki vd., 2010).

Sulama programlaması genel olarak ne zaman sulama yapılacağının ve ne kadar su verileceğinin planlamasıdır. Başarılı bir sulama, sulama programlama ilkelerini anlamaya ve onu kullanan bir yönetim planının geliştirilmesine bağlıdır (Erdem vd., 2005). Sulama programlamasında kullanılan yöntemler genel olarak toprak su içeriğinin ölçülmesi, meteorolojik verilerin kullanılması ve bitkilerde meydana gelen fizyolojik değişikliklerin ölçülmesine dayanmaktadır (Köksal ve Yıldırım, 2011).

Teknoloji ve elektronikteki hızlı gelişmeler sulama yönetiminde yeni araçların kullanılmasına ivme kazandırmaktadır. Uzaktan algılama teknolojisi ile su ve toprak kaynakların etkin ve verimli bir şekilde kullanılması son 20 yılda hem dünyada hem de ülkemizde hız kazanmıştır. Uydu teknolojisi ve meteoroloji alanındaki gelişmeler uydu teknolojisinin tarla düzeyindeki

işlevini gerçekleştirebilen yöntemlerin kullanılmasını da kolaylaştırmıştır. Sulama programlamasında toprak neminin izlenmesi kısıtları arasında pahalı, zaman alıcı ve noktasal olması sayılabilir. Meteorolojik verilere dayalı yapılan sulama programlaması ise bitkilerde gerçekleşen koşulları dikkate almamaktadır (Köksal vd., 2011). Sulama programlamasının bitki su durumunun izlenmesine dayalı olarak yapılması daha avantajlıdır. Çünkü bitki hem toprak hem de havanın etkilerini bünyelerinde göstermektedir (Yazar vd., 1999). Bu nedenle, bitki bünyesindeki suyun ve bunun oluşturduğu stresin belirlenmesine yönelik bazı teknikler geliştirilmiştir. Uzaktan algılama teknikleri günümüzde su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasında kullanılan karar destek araçlarından birisidir. Tarla bazında uzaktan algılama tekniklerinden "el radyometreleri" ve "infrared termometreler" ile bitkilerin gelişme durumları izlenebilmektedir (Köksal, 2006).

Infrared termometre ölçümlerine dayanan teknikler kullanılarak sulama programının oluşturulması, atmosferik buhar basıncı açığına karşın, bitki örtü sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki farkın (Tc-Ta), bitki su stresi ile ilişkilendirilmesine dayanmaktadır. Bitki kök bölgesinde yeterli nem bulunması durumunda, bitki potansiyel olarak transpirasyon yapacaktır. Bu durumda terleme, serinletme etkisi yapacak ve böylece yaprak sıcaklığı, çevre havanın sıcaklığından daha düşük bir seviyeye gelecektir. Ancak topraktaki nem belli bir düzeyin altında ise transpirasyon azalacak, bitki suyu bünyesinde tutmaya çalışacak ve sonuç olarak yaprak sıcaklığı artarak hava sıcaklığının üzerine çıkacaktır (Kayam vd., 2000).

Farklı bölgelerde ve farklı bitkiler üzerinde yapılan birçok çalışmada bitki su stres indeksinin (CWSI) sulama programlamasında başarılı bir şekilde kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Bu çalışmalara örnek olarak Nielsen (1990) soya fasulyesi, Wanjura vd., (1992) pamuk, Alderfasi ve Nielsen, (2001) buğday, Gençoğlan ve Yazar, (1999a) mısır, Ödemiş ve Başbuğ, (1996) pamuk, Köksal ve Yıldırm, (2011) şeker pancarı ve Sezen vd., (2014) biber verilebilir.

Cucurbitaceae familyasına ait kabak türlerinin büyük bir kısmı ülkemizde sorunsuz olarak yetiştirilebilmektedir. Yetiştirilen kabak türlerinin bazıları taze olarak tüketilirken, bazı türleri ise çerezlik olarak tüketilmektedir. Fazla bakım istememesi, tohum muhafazasının kolay ve saklama süresinin uzun olması gibi nedenlerden dolayı ülkemizde çerezlik kabak yetiştiriciliği son yıllarda artış göstermektedir (Yanmaz ve Düzeltir, 2003). Ülkemizde çerezlik olarak yetiştirilen kabakların büyük bir kısmı *cucurbita pepo L*. türüne, az bir kısmı ise *cucurbita*

moschata türüne giren kabak türleridir (Yanmaz, 1995). Bu kabak tohumları çiğ ve kavrulmuş olarak dünyanın birçok ülkesinde çerez olarak tüketilmektedir (Murkovic vd., 1996; Ardabili vd., 2011). Çerezlik kabak tohumlarından elde edilen yağ bileşimi incelendiğinde doymamış yağ asitlerinden oleik ve linoleik miktarının yüksek, doymuş yağ asitleri olan palmitik ve sitrik asit miktarının düşük olduğu gözlenmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar kabak çekirdeğinin doymamış yağ asitleri (%35-47), protein (%33-36) ve karbonhidrat (%37) bakımından zengin olduğu kadar mineral maddeler ile E vitamini bakımından da zengin olduğunu ortaya koymuştur (Yanmaz vd., 2010; Ermiş, 2010). Bu özelliklerinden dolayı çerezlik kabak tohumları insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. İnsan sağlığına katkısı; prostatın büyümesini ve gelişmesini engellemesi, eklem kireçlemesini engellemesi, kolestrolü düşürmesi ve tansiyonu düzenlemesi olarak sayılabilir (Stevenson vd., 2007).

Ülkemiz çerezlik kabak ihtiyacının çok büyük bir kısmı İç Anadolu Bölgesi'nden karşılanmaktadır. Türkiye'de 62844 ha alandan toplam 42181 ton çerezlik kabak üretimi gerçekleştirilmektedir. Kayseri ilinde ise 31310 ha alandan 15053 ton üretim elde edilmektedir (TUİK 2016). Buna göre Türkiye'nin çerezlik kabak üretiminin %35'i Kayseri ilinden karşılanmaktadır. Kayseri ilinde sulama suyu yetersizliğinden dolayı üreticiler genelde yağışa dayalı şartlarda çerezlik kabak bitkisini yetiştirmektedir. Çerezlik kabak yetiştiriciliği, tahıllara nazaran karlılığı, depolanma ve pazarlanma kolaylıkları nedeniyle bölgede cazibesini her geçen gün arttırmaktadır. Bu nedenlerle bölgede yaygın olarak yetiştirilen çerezlik kabak bitkisi ile ilgili temel sulama verilerine ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmada; damla sulama sistemi ile farklı sulama suyu düzeylerinde sulanan çerezlik kabakta verim, verim unsurları ve kalite arasındaki ilişki ile çerezlik kabak bitkisinde uzaktan algılama tekniklerinin sulama yönetiminde kullanılabilme olanakları araştırılmıştır.

2.GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Deneme Yerinin İklim Özellikleri

Çalışma, Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma Merkezi' ne (ERÜTAM) bağlı çiftlikte 2015 ve 2016 yıllarında 2 yıl süre ile yürütülmüştür. Deneme alanının deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1084 m olup 350 30' doğu boylamları ve 380 41' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Kayseri ilinde karasal iklim hakim olup, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Uzun yıllar iklim verilerine göre Kayseri ili yıllık ortalama sıcaklığı 10.7 ^{0}C,

en soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı -1.7 ^{0}C ve sıcaklık farkı (Tmak.-Tmin.) 28.9 ^{0}C'dir. En sıcak ay ise 30.6 ^{0}C ortalama ile Temmuz ayı olup bu aya ilişkin sıcaklık farkı 18.7 ^{0}C'dir. İlde Ocak-Mart, Nisan-Ağustos ve Eylül-Aralık dönemlerinde düşen yağış sırasıyla 113.5 mm, 159.7 mm ve 111.7 mm'dir. Toplam yıllık yağış miktarı ise 384.9 mm'dir. 2015 yılının Mayıs ve Haziran aylarında toplam 140.4 mm, 2016 yılında Mayıs ve Haziran aylarında toplam 177.4 mm yağış düşmüştür. Uzun yılar verilerine göre değerlendirildiğinde hem 2015 yılında hem de 2016 yılında uzun yıllar ortalamasından daha fazla yağış düşmüştür. Deneme alanına ait uzun yıllar ortalama, 2015 ve 2016 yılları meteorolojik veriler sırasıyla Tablo 1, 2 ve 3'de verilmiştir.

Tablo 1. Kayseri uzun yıllar ortalama meteorolojik veriler (1950-2016)

Meteorolojik veriler	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
T_{ort} (°C)	-1.7	0.1	4.7	10.6	15.0	19.0	22.2	22.0	17.3	11.8	5.5	0.6
T_{mak} (°C)	4.1	6.1	11.4	17.7	22.5	26.8	30.6	30.7	26.5	20.4	13.0	6.4
T_{min} (°C)	-6.9	-5.2	-1.4	3.1	6.8	9.7	11.9	11.4	7.3	3.5	-0.9	-4.5
U_2 (m.s^{-1})	1.1	1.3	1.6	1.7	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1
Yağış (mm)	35.2	36.5	41.8	52.1	51.8	39.5	10.5	8.8	15.0	28.0	32.4	37.4
RH_{ort} (%)	76.6	74.0	68.3	62.3	61.2	55.8	49.5	49.2	54.1	63.6	71.7	77.1
RH_{mak} (%)	96.4	96.6	96.7	96.3	95.3	93.0	87.0	87.1	94.3	97.0	97.1	97.4
RH_{min} (%)	38.8	34.4	22.5	18.6	19.0	19.4	17.2	16.9	17.4	20.3	28.2	36.8
GS (saat)	3.0	4.0	4.8	6.2	8.3	10.4	11.9	11.4	9.1	6.7	4.8	3.0
GŞ (MJ/m^2.gün)	7.0	9.8	13.1	16.1	19.0	21.8	22.7	20.6	17.0	11.6	8.0	6.1
ET_o(mm/ay)	24	31	62	92	119	137	158	147	107	70	40	26

T: Sıcaklık U_2 : 2 m yük. rüzgar hızı, RH: Bağıl nem, GS: Güneşlenme süresi, GŞ: Güneşlenme şiddeti, ET_o: Referans Evapotranspirasyon

Tablo 2. Deneme alanı meteorolojik veriler (2015)

Meteorolojik veriler	Aylar			
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
T_{ort} (^{0}C)	15.89	18.15	22.15	26.69
T_{max} (^{0}C)	22.55	24.33	30.06	32.67
T_{min} (^{0}C)	9.34	11.98	14.24	20.71
Rüzgar hızı (m/sn)	1.75	1.46	1.69	1.87
Yağış (mm)	25.60	114.80	0.40	1.20
RH_{max} (%)	77.62	85.72	70.56	60.26
RH_{min} (%)	31.79	39.71	23.52	22.82

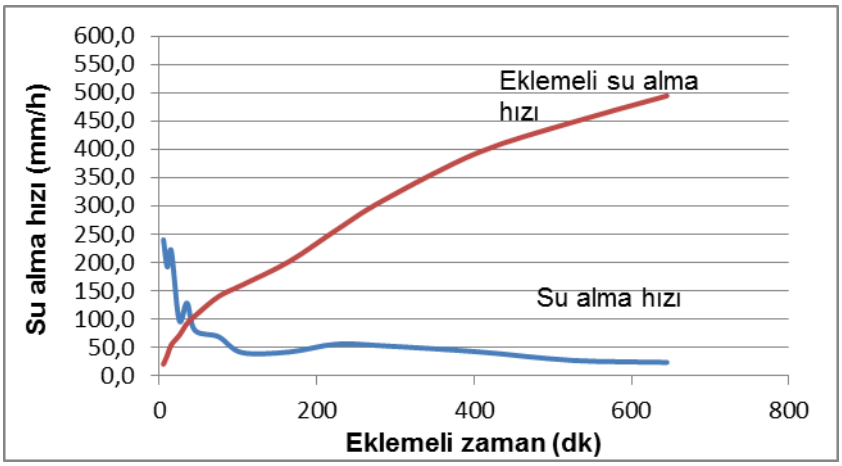
Tablo 3. Deneme alanı meteorolojik veriler (2016)

Meteoroloji verileri	Aylar				
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
T_{ort}(^{o}C)	14.02	14.83	20.41	23.33	25.38
T_{max}(^{o}C)	20.4	26.7	34.6	37	34.8
T_{min}(^{o}C)	4.5	4.4	7.5	10.8	14.5
Rüzgar hızı (m/sn)	1.57	1.88	1.75	1.81	1.81
Yağış (mm)	0	151.8	25.6	2	0
RH_{max}(%)	65.2	80.0	78.2	66.1	62.4
RH_{min}(%)	25.5	34.4	30.8	21.1	19.9

2.2 Deneme Alanının Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri

Deneme alanında tüm alanı temsil edecek şekilde 3 farklı noktadan 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm ve 90-120 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda toprak tekstürü, elektriksel iletkenlik (EC), Tarla kapasitesi (TK), Solma noktası (SN), hacim ağırlığı, organik madde miktarı, kireç, azot, fosfor ve potasyum içerikleri Tüzüner vd. (1990)'a göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir. Deneme alanı toprak tekstürü genel olarak tınlı olup tuzluluk sorunu yoktur. Toprak EC değerleri etkili kök derinliğinde 0.173-0.258 mmhos/cm arasında değişim göstermiştir. pH değerleri ise 8.13-8.17 arasında değişim göstermiştir. Deneme topraklarının çerezlik kabak bitkisinin etkili kök derinliği olan 60 cm' de TK, SN ve elverişli su tutma kapasitesi değerleri sırasıyla 184 mm, 84 mm ve 100 mm olarak bulunmuştur.

Deneme alanında toprak infiltrasyon hızını belirlemek amacıyla çift silindirli infiltrometre ile 3 farklı noktadan infiltrasyon testi yapılmıştır. Test sonucu deneme alanı toprağının infiltrasyonu 23.3 mm/h olarak bulunmuştur. İnfiltrasyon testi sonucu elde edilen grafik Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Deneme alanı toprağının infiltrasyonu

Tablo 4. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	Tekstür	EC (mmhos/cm)	pH	TK(%) Pw	SN(%) Pw	Hacim Ağırlığı (gr/cm^3)	Organik Madde (%)	Kireç (%)	N (kg/da)	P_2O_5 (kg/da)	K_2SO_4 (kg/da)
0-30	Tınlı	0.220	8.13	25.5	10.7	1.27	1.25	2.5	2.15	2.05	27.16
30-60	Tınlı	0.173	8.17	28.0	11.4	1.24	1.05	5.8	1.05	1.15	37.64
60-90	KilliTınlı	0.258	8.14	26.0	9.4	1.22	0.69	3.2	0.4	0.6	31.01
90-120	Tınlı	0.191	8.23	25.0	9.4	1.28	0.73	6.2	0.4	0.2	31.01

Sulama suyu analizinde (elektriksel iletkenlik, anyon, katyon içeriklerinin belirlenmesi gibi) yine Tüzüner vd. (1990) tarafından verilen yöntemler kullanılmıştır. Sulama yapılan kuyudan sulama suyu örneği alınarak analiz edilmiş ve analiz sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. pH ve EC sorunu olmayan sulama suyunun sınıfı C_1S_1 olarak belirlenmiştir.

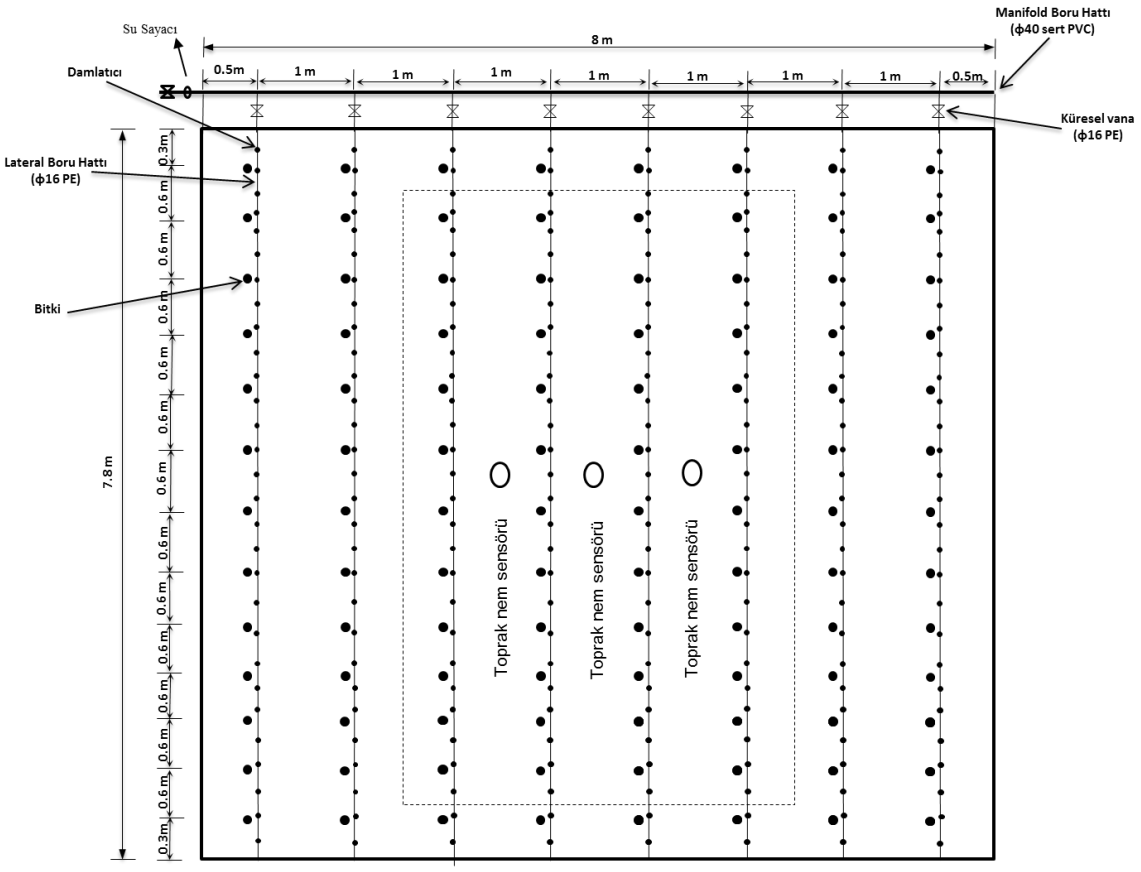
Tablo 5. Deneme alanı sulama suyu analiz sonuçları

pH	EC (µS)	Na^{+} (mg L^{-1})	K^{+} (mg L^{-1})	Ca^{+2} (mg L^{-1})	Mg^{+2} (mg L^{-1})	HCO^{3} (mg L^{-1})	CO^{3} (mg L^{-1})	$CO3^{-2}$ (mg L^{-1})
7.60	242	11.6	4.57	26.4	6.63	12.2	< 1.0	2.86

2.3 Denemede Kullanılan Bitki Materyali ve Kültürel İşlemler

Çerezlik kabak çekirdeğinin tescilli bir çeşidi ülkemizde olmadığı için bölgede yaygın olarak kullanılan ve "çerçeveli" olarak isimlendirilen kabak popülasyonu kullanılmıştır.

Arazinin kışlık derin sürümü 16 Ekim 2014 ve 7 Ekim 2015 tarihlerinde pullukla yapılmıştır. 27 Nisan 2015 ve 25 Nisan 2016 tarihlerinde toprak analiz sonuçlarına göre tüm deneme alanına (1.8 da) 31.1 kg olacak şekilde DAP gübresi elle verilerek diskaro ile karıştırılmıştır. Toprağın mevcut potasyum içeriği yüksek olduğu için ayrıca K gübresi verilmemiştir. 28 Nisan 2015 ve 29 Nisan 2016 tarihlerinde arazi üzerinde parselasyon işlemleri yapılmıştır. Araziye ait bir parsel planı Şekil 2'de gösterilmiştir.

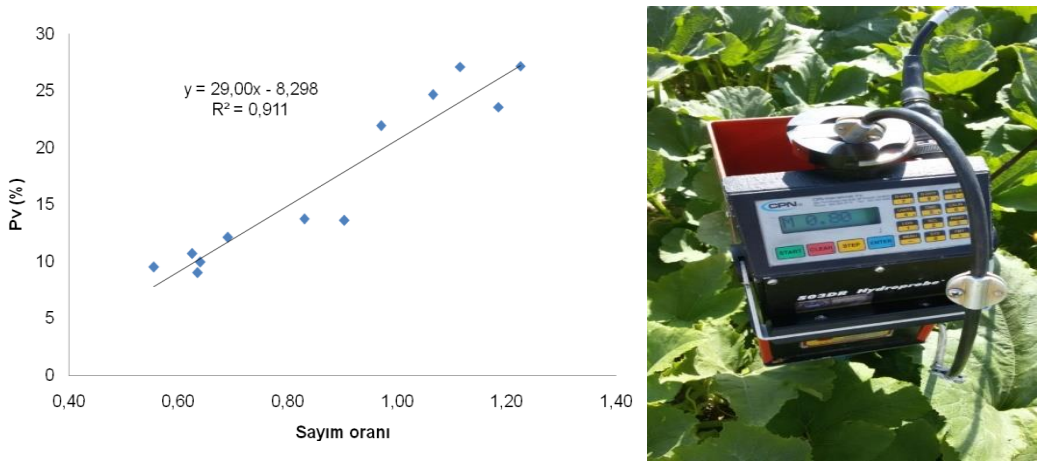


Şekil 2. Bir parseldeki deneme planı

2.4 Toprak Nem Ölçümü ve Cihazlarının Kalibrasyonu

Toprak nemini belirlemek ve takip etmek amacıyla 28 Nisan 2015 tarihinde her parsele 3 adet olacak şekilde 120 cm derinliğe kadar nötronmetre ölçüm (access) tüpleri yerleştirilmiştir Buna ek olarak 25 Mayıs 2016 tarihinde TDR cihazının ölçüm sensörleri toprak altına, 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklere yerleştirilmiştir.

Nötron prob cihazının kalibrasyonu deneme parsellerinde ölçümler başlamadan önce yapılmıştır. Kalibrasyon için deneme alanın içerisinde 1.2x1.2 m ebatlarında 3 adet küçük parsel hazırlanmıştır. Parsellerin bir tanesi tamamen su ile doyurulmuştur. İkinci parsel kısmen sulanarak nem miktarı artırılmış ve son parsele kuru muhafaza edilmiştir. Su uygulanan parsellerin üzeri plastik örtü ile örtülerek suyun buharlaşması engellenmiştir. Serbest drenaj gerçekleştikten sonra kalibrasyon parsellerine yerleştirilen ölçüm tüpleri içerisinde toprak yüzeyinden itibaren 20, 40, 60, 80, 100 cm derinliklerinden ölçümler alınmıştır. Nötron prob ölçümleri ile eş zamanlı olarak toprak profili açılarak her okuma noktasının sağından ve solundan 4' er adet bozulmamış toprak örneği alınmıştır. Bu örneklerden sayım oranına karşılık gelen hacimsel toprak nem içeriği belirlenmiştir. Sonrasında nötron okumaları ile hacimsel toprak nem içeriği değerleri arasında doğrusal regresyon analizi yapılarak kalibrasyon eşitliği elde edilmiştir (Şekil 3).

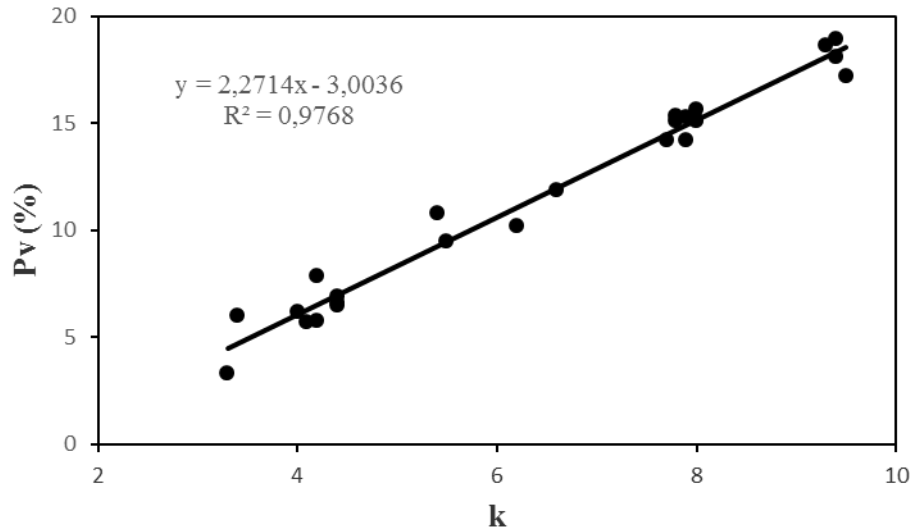


Şekil 3. Nötronmetre ve okumalarına karşılık gelen hacimsel su içeriği

TDR probları 25 Mayıs 2016 tarihinde 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerine yerleştirilmiştir. TDR probları yerleştirildikten sonra okumalar alınmıştır. Alınan okuma derinliklerinden eş zamanlı olarak gravimetrik örneklerde alınarak TDR cihazının kalibrasyonu yapılmış ve kalibrasyon eşitliği Şekil 5'de gösterilmiştir.



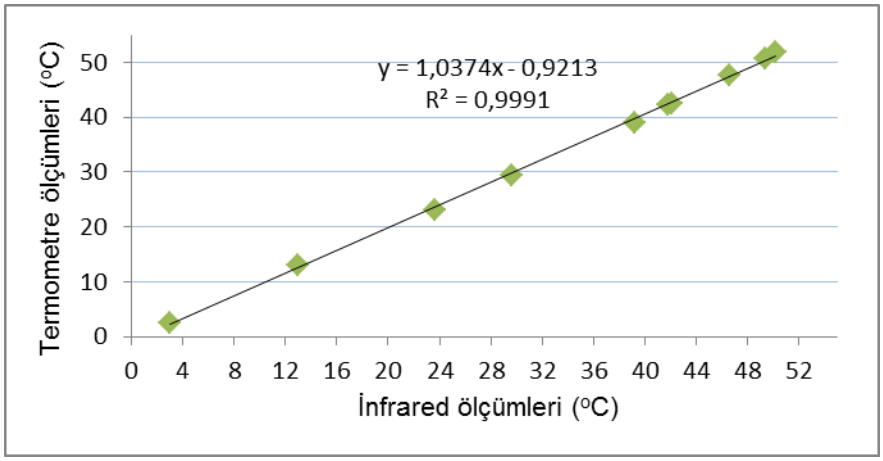
Şekil 4. TDR cihazı görünümü



Şekil 5. TDR cihazından okunan k değerleri ile gravimetrik nem içeriği arasındaki ilişki

2.5. İnfrared Termometre

Araştırmamızda bitki örtüsü sıcaklığını belirlemek için Everest 100L model 8-14 μm spektral bant aralığına ve 4 derece görüş açısına sahip infrared termometre cihazı kullanılmıştır. IRT cihazının kalibrasyonunda yüzey sıcaklığı belirlenebilen siyah renkte cisimler kullanılmıştır (Fucs ve Tanner, 1966).



Şekil 6. İnfrared termometre kalibrasyon grafiği

Cihazın kalibrasyonu bir su ısıtıcısı üzerinde bulunan ve bir karıştırıcı ile termometreden oluşan bir su kabı düzeneği ile yapılmıştır. Bu düzeneğin içerisine bir ucu kapalı bir ucu açık 2 tarafı konik, içerisi ince siyah boya ile boyanmış bakır bir kaptan oluşan bir bakır siyah kap yerleştirilmiş ve infrared termometre ile sıcaklık okumaları bu bakır kaptan suyun sıcaklığı ise su içerisine yerleştirilmiş olan termometre yardımıyla ölçülmüştür ve kalibrasyon grafiği Şekil 6'da verilmiştir.

2.6. Bitki Boyu ve Gövde Çapı

İki haftalık periyotlarla tüm konularda parsellerin orta kısımlarından seçilen ve etiketlenmiş 5 bitki üzerinden ölçümler yapılmıştır. Ana gövde uzunluğu; kotiledon yapraklarının çıktığı boğumdan uç kısma kadar olan uzaklık cm olarak ölçülmüştür. Bitki gövde çapı ise ilk boğum arasında elektronik bir kumpas aleti ile ölçümü alınmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Bitki ölçümleri

2.7. Generatif Gelişime İlişkin Özellikler

2.7.1 Bitki Başına Meyve Sayısı

Her parselden hasat sonunda 3. 4. 5. ve 6. sıra üzerinde kenar tesirleri çıkarılarak bitki sayımı ve bitki başına meyve sayımı belirlenip ortalamaları alınarak bulunmuştur.

2.7.2 Meyve Ağırlığı ve Çapı

Hasat edilen meyvelerin toplam ağırlığı toplam meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı belirlenmiştir. Hasattan hemen önce rastgele seçilen 5 bitkideki tüm meyvelerin çapı ölçülerek ortalama meyve çapı belirlenmiştir.

2.7.3 Meyve Başına Tohum Sayısı, Tohum Ağırlığı ve Boş Tohum Sayısı

Her bir parselden rastgele seçilen 5'er meyvedeki çekirdek sayısı ve bu çekirdeklerin ağırlıkları ile boş tohum sayısı laboratuvar ortamında sayım işlemleri yapılmış seçili 5 meyve içerisinden çıkan çekirdeklerin yaş, kuru ağırlık ve tane sayım işlemleri yapılmıştır (Şekil 8).

2.7.4 Tohum Verimi İndeksi

Tohum verim indeksi her bir parselden rastgele seçilen 5'er meyvede yapılmıştır. Tohum verim indeksi, tohum ağırlığının taze meyve ağırlığına oranı olarak ifade edilmiştir.

2.7.8 100 Tane Ağırlığı

Her bir parselden rastgele seçilen 5'er meyveden alınan tohum örnekleri tartılarak 100 dane ağırlığı hesaplanmıştır.

2.7.9 Hasad İndeksi

Birim alandan elde edilen tohum ağırlığının, toprak üstü toplam kuru maddeye oranı olarak tanımlanan hasat indeksi (HI), 1 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$HI = \frac{Y}{DM} \qquad (1)$$

Bu eşitlikte; HI = hasat indeksi, Y = birim alandan elde edilen tohum verimi (kg), DM = Birim alandan elde edilen toplam toprak üstü kuru madde miktarı (kg).



Şekil 8. Çerezlik kabak hasadı ve tohumlarının çıkarılması

2.8 Yöntem

Araştırma, 2015 ve 2016 yıllarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çerezlik kabak tohumları sıra arası 100 cm, sıra üzeri ise 60 cm olacak şekilde elle her ocağa 3 adet tohum konularak 5 cm toprak derinliğine ekimi yapılmıştır. Ayrıca her parselde 0-120 cm derinliğe kadar başlangıç nemi belirlenmiştir. Denemede yapılan çalışmalar özet olarak Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. 2015 ve 2016 yıllarında yapılan tarımsal işlemler

Tarih	**Tarımsal işlemler**	**Tarih**	**Tarımsal işlemler**
16.10.2014	Kışlık derin sürüm	13.10.2015	Kışlık derin sürüm
9.04.2015	Pulluk ile derin sürüm	13.04.2016	Pulluk ile derin sürüm
27.04.2015	1.8 da alana 31.1 kg DAP gübresinin verilmesi	25.04.2016	1.8 da alana 31.1 kg DAP gübresinin verilmesi
28.04.2015	Parselleme işlemi	27.04.2016	Parselleme ve damla sulama sisteminin kurulması
30.04.2015	Nötron metre için ölçüm borularının yerleştirilmesi	28.04.2016	Damla sulama siteminin tamiri ve kontrolü
05.05.2015	Kabak çekirdeği ekimi	29.04.2016	Kabak çekirdeği ekimi
13.05.2015	İlk çıkışların gözlenmesi	9.05.2016	İlk çıkışların gözlenmesi
18.05.2015	%80-85 çıkışların tamamlanması	19.05.2016	%80-85 çıkışların tamamlanması
20-21.05.2015	Damla sulama sisteminin kurulması	24-30.05.2016	Çıkış olmayan yerlere şaşırtma işleminin yapılması
22-24.05.2015	Çıkış olmayan yerlere şaşırtma işleminin yapılması	25.05.2015	TDR probları ve nötron metre ölçüm borularını yerleştirilmesi
27-28.05.2015	İlk çapa, boğaz doldurma ve tekleme işlemlerinin yapılması	01-04.06.2016	İlk çapa, boğaz doldurma ve tekleme işlemlerinin yapılması
19.06.2015	Programlı sulamaya geçilmesi	13.06.2016	Programlı sulamaya geçilmesi
29-30.06.2015	İkinci çapalamanın yapılması	16-17.06.2016	İkinci çapalamanın yapılması
04.07.2015	728 gr Amonyum sülfat gübresinin ilk dozunun fertigasyon ile verilmesi	24.06.2016	728 gr Amonyum sülfat gübresinin ilk dozunun fertigasyon ile verilmesi
08.07.2015	728 gr Amonyum sülfat gübresinin ikinci dozu fertigasyon ile parsellere verildi	11.07.2016	728 gr Amonyum sülfat gübresinin ikinci dozu fertigasyon ile parsellere verildi
06.08.2015	Son sulamanın yapılması	25.07.2016	Son sulamanın yapılması
21-22.08.2015	Hasadın yapılması	10-11.08.2016	Hasadın yapılması

2.8.1 Sulama Sistemi ve Programı

Çerezlik kabak bitkisinin sulanmasında damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Sulama sistemi ve unsurları Yıldırım (2003)'e göre tertip edilmiştir. Buna göre sistemde damlatıcı aralığı 0.33 m, damlatıcı debisi 4 lt/h, lateral çapı 20 mm, manifold boru çapı 40 mm ve ana boru çapı 63 mm şeklindedir.

Sulama konuları toprak su içeriği ölçümlerine dayandırılmıştır. Tam sulama konusuna etkili kök derinliğindeki (60 cm) toprak su içeriğinin %35-40' ı tüketildiği zaman ve toprak nem açığı kadar sulama suyu uygulanmıştır. I_{80}, I_{60}, I_{40} ve I_{20} konularına I_{100} ile aynı zamanda fakat I_{100}' e uygulanan sulama suyu miktarının farklı oranları uygulanmıştır. I_0 konusuna tohum yatağını ıslatmak ve sağlıklı bir çimlenme temin etmek için can suyu uygulanmış ve sonrasında sulama suyu verilmemiş olup yağışa dayalı üretim yapılmıştır. Konulara uygulanan sulama programlarının detayları Tablo (7)' de verilmiştir. Programlı sulamalara bitkinin etkili kök bölgesindeki kullanılabilir su kapasitesinin % 40'ı (±5) tüketildiği zaman başlanılmıştır.

Tablo 7. Denemene uygulanan sulama konuları

Konular	Sulama suyu miktarları
I_{100}	Tarla kapasitesindeki nemin %35-40 tüketildiğinde sulama yapılarak tekrar tarla kapasitesine çıkarılan sulama konusu
I_{80}	I_{100} konusuna verilen suyun %80' inin uygulaması
I_{60}	I_{100} konusuna verilen suyun %60' inin uygulaması
I_{40}	I_{100} konusuna verilen suyun %40' inin uygulaması
I_{20}	I_{100} konusuna verilen suyun %20' inin uygulaması
I_0	Susuz (can suyu sonrası sulama yapılmayan konu)

Susuz konu, mevcut koşullarda bölge üreticilerinin uygulamalarını temsil etmektedir. Bitki etkili kök derinliği Allen vd. (1998)'e göre 60 cm olarak belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı Eşitlik (2) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$d = \frac{(P_{vtk} - P_{vm})}{10} \times D \times P \qquad (2)$$

Eşitlikte; d: Uygulanacak sulama suyu miktarı, mm; P_{vtk}: Hacim yüzdesi cinsinden tarla kapasitesi,%; P_{vm}: Hacim yüzdesi cinsinden sulamadan önce ölçülen nem miktarı,%; D: Islatılacak toprak derinliği, cm, ve P: Islatılacak alan oranı'dır. Her bir deneme parseli için ayrı olarak belirlenen hacimsel sulama suyu miktarları su sayaçlarından yararlanılarak deneme parsellerine verilmiştir.

Islatma alanı yüzdesi, bir damlatıcı altında, toprağın yaklaşık 20 cm (veya toprakta en fazla ıslanma genişliğinin olduğu derinlik) altındaki ıslatma şeridinin genişliğinin lateral aralığına bölünmesiyle bulunmuştur. Bu oran tahmini en fazla sulama süresi dikkate alınarak, deneme

tarlasında yapılan test sonucuna göre belirlenmiştir. Bu testte, manifoldun ön, orta ve son bölümlerinden olmak üzere rastgele 3 lateral seçilerek ve seçilen bu her bir lateral üzerinde eşit mesafe olmak üzere yine ön, orta ve son bölümlerinden olmak üzere üç nokta belirlenip ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerin ortalaması alınarak ıslatılan alan yüzdesi %66 olarak bulunmuştur (Keller ve Bliesner, 1990).

Deneme konularında bitki su tüketiminin (ET_c) belirlenmesinde James (1993) tarafından verilen su bütçesi denklemi (Eşitlik 3) kullanılmıştır:

$$ET = I + R + Cr - Dp - Rf \pm \Delta s \quad (3)$$

Eşitlikte; ET_c; Bitki su tüketimi (mm), I; Sulama suyu (mm), R; Etkili yağış (mm), Cr; Kapilerik yükseliş (mm), Dp; Derine sızma kayıpları (mm), Rf; Yüzey akış kayıpları(mm), Δs; Toprak profilindeki nem değişimi (mm). Eşitlikte, eksik nemi tarla kapasitesine getirecek kadar su uygulandığından derine sızma kaybı gerçekleşmemiştir. Buna ek olarak, sulama hızı infiltrasyon hızını geçmediği, parseller arasında tampon bölge oluşturulduğu ve damla sulama sistemi kullanıldığı için sulamalarda yüzey akış kaybı gerçekleşmemiştir. Deneme alanında yapılan çalışmalarda 5-6 m derinliği kadar henüz bir taban suyu gözlemlenmediği için herhangi bir kapillar yükselme beklenilmemekte olup dolayısıyla kapilerik yükselişin sıfır olduğu kabul edilmiştir. Her sulama uygulamasından sonra 60-90 cm toprak derinliğinde nem değişimi takip edilerek derine sızma olup olmadığı izlenmiştir. Parseller arası alanlar; hem spektral ölçümlerdeki hassasiyeti artırmak ve hem de ET üzerine olabilecek etkileri azaltmak için boş bırakılmayarak bu alanlara da çerezlik kabak bitkisi ekilmiştir. Hesaplanan değer (mm), sulanacak alan (m^2) ile çarpılarak uygulanacak sulama suyu miktarı litre cinsine çevrilmiştir.

2.8.2 Bitki Su Stresi İndeksinin (CWSI) Saptanması

Taç sıcaklığı ölçümleri havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda saat 13:00-14:00 arasında yapılmıştır. Sezon boyunca en az 3 defa olmak üzere konular bazında farklı VPD koşullarında su stresinin günlük değişimini belirlemek için ise sabah saat 08:00'den akşam saat 20:00'a dek birer saat aralıklarla ölçümler alınmıştır. Taç sıcaklığı ölçümleri sulamadan önce ve sonra olmak üzere yukarıda belirtilen koşulların sağlandığı her gün yapılmıştır. Parsellerin köşegenleri doğrultusunda ve her bir parselde 3 yinelemeli olmak üzere toplam 12 ölçümün ortalaması alınarak bir parsele ait ortalama taç sıcaklığı bulunmuştur. Bitki taç sıcaklıkları portatif infrared termometre (IRT) ile ölçülmüştür

(Şekil 9). Toprak yüzeyini IRT'nin görüş alanı dışında tutmak için IRT yatayla 30-40^{o} lik bir açıyla bitki yüzeyine yöneltilerek taç sıcaklığı belirlenmiştir. Bitki taç sıcaklıkları ölçümü süresince hava sıcaklığı ve nispi nem değerleri de kaydedilmiştir. Bitki su stresi indeksi (CWSI), Idso vd. (1981)'in önerdiği amprik yöntemle belirlenmiştir. Anılan yönteme göre CWSI şu şekilde (Eşitlik 4) tanımlanmıştır:

$$CWSI = \frac{\left[\left(T_c - T_a\right) - LL\right]}{UL - LL} \qquad (4)$$

Eşitlikte: Tc, bitki örtü sıcaklığını; Ta, hava sıcaklığını; LL, bitkide su stresinin olmadığı alt sınır ve UL bitkilerin tamamen stres altında olduğu üst sınırı göstermektedir.



Şekil 9. İnfrared termometre ile bitki örtü sıcaklığının ölçülmesi

2.9 Analiz ve Değerlendirme

Deneme sonucu elde ettiğimiz veriler SAS 8.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Farklı sulama suyu uygulamalarının verim, kalite ve verim unsurları üzerine etkisi Anova ve ortalamalar arasındaki fark Duncan testine tabi tutulmuştur. CWSI ile elde ettiğimiz ortalama veriler ET_c, k_c, verim, kalite ve verim unsurları ile korelasyon yapılarak aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Sulama Suyu, Bitki Su tüketimi, Tohum Verimi, WUE ve IWUE

Parsellerde tohum ekiminin ardından çıkışların sağlıklı olabilmesi için 2015 yılında 21 Mayıs (16 mm) ve 28 Mayıs (8 mm) tarihlerinde toplam 24 mm can suyu verilmiştir. 2015 yılında programlı sulamalara 19 Haziran'da başlanmış ve 6 Ağustos tarihinde son sulama yapılmıştır. 2016 yılında ise 29 Nisan (8 mm) ve 12 Mayıs (5 mm) tarihlerinde olmak üzere toplam 13 mm can suyu uygulanmıştır. Bu yılda konulu sulamalara 13 Haziran'da başlanmış ve son sulama uygulaması 25 Temmuz'da yapılmıştır. Araştırmada 2015 ve 2016 yıllarında konulara göre uygulanan sulama suyu miktarları Tablo 8 ve 9'da verilmiştir.

Tablo 8. 2015 yılında konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Konular		I_0	I_{20}	I_{40}	I_{60}	I_{80}	I_{100}
Çıkış suyu	21.May.2015	16	16	16	16	16	16
	28.May.2015	8	8	8	8	8	8
Programlı sulama	19.Haz.2015	0	3.8	7.7	11.5	15.3	19.2
	04.Tem.2015	0	6.6	13.2	19.8	26.3	32.9
	08.Tem.2015	0	6.2	12.5	18.7	24.9	31.1
	15.Tem.2015	0	7.7	15.3	23	30.7	38.3
	20.Tem.2015	0	3.7	7.5	11.2	14.9	18.7
	22.Tem.2015	0	6.1	12.2	18.2	24.3	30.4
	31.Tem.2015	0	5.5	11.1	16.6	22.2	27.7
	06.Ağu.2015	0	7.2	14.4	21.6	28.8	36.1
Toplam		24	70.80	117.90	164.60	211.40	258.40

Tablo 9. 2016 yılında konulara göre uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Konular		I_0	I_{20}	I_{40}	I_{60}	I_{80}	I_{100}
Çıkış suyu	29.04.2016	8	8	8	8	8	8
	12.05.2016	5	5	5	5	5	5
Programlı sulama	13.06.2016	0	7.7	15.5	23.2	31	38.7
	17.06.2016	0	5.7	11.3	17	22.6	28.3
	28.06.2016	0	7.9	15.8	28	31.7	39.6
	02.07.2016	0	7.9	15.8	23.8	31.7	39.6
	08.07.2016	0	7.7	15.5	23.2	31	38.7
	10.07.2016	0	7.6	15.2	22.8	30.4	38
	13.07.2016	0	7.8	15.6	23.4	31.2	39
	15.07.2016	0	8.4	16.8	25.1	33.5	41.9
	18.07.2016	0	7.8	15.5	23.3	31	38.8
	20.07.2016	0	7.9	15.8	23.6	31.5	39.4
	22.07.2016	0	7.5	15	22.6	30.1	37.6
	25.07.2016	0	7.5	15	22.6	30.1	37.6
Toplam (mm)		13	104.4	195.8	287.3	378.8	470.2

Çalışma kapsamında 2015 yılında toplam 8 sulama yapılmış ve I_0, I_{20}, I_{40}, I_{60}, I_{80} ve I_{100} konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 24 mm, 71 mm, 118 mm, 165 mm, 211 mm ve 258 mm olmuştur. 2016 yılında ise toplam 12 sulama yapılmış ve I_0, I_{20}, I_{40}, I_{60}, I_{80} ve I_{100} konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları sırasıyla 13 mm, 104 mm, 196 mm, 287 mm, 379 mm ve 470 mm olmuştur.

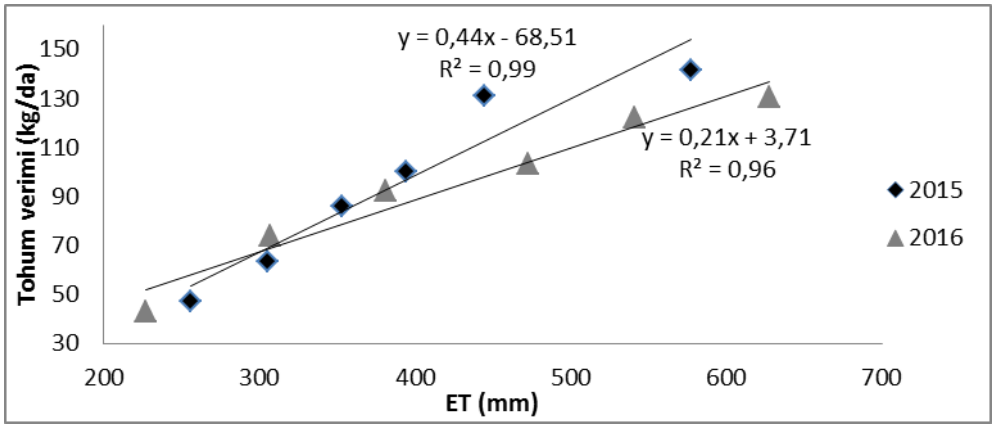
Farklı sulama suyu seviyelerinin ET_c, tohum verimi, WUE ve IWUE üzerine etkisi Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Farklı sulama suyunun ETc, verim, su kullanım etkinliği (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliği üzerine etkisi

Yıl	Konular	Sulama (mm)	ETc (mm)	Tohum Verimi (kg/da)	WUE (kg/m^3)	IWUE (kg/m^3)
2015	I_0	24	256	46.97	0.18	1.96
	I_{20}	70.80	305	63.07	0.21	0.89
	I_{40}	117.90	353	85.74	0.24	0.73
	I_{60}	164.60	394	100.29	0.25	0.61
	I_{80}	211.40	445	130.84	0.29	0.62
	I_{100}	258.40	577	141.65	0.25	0.55
2016	I_0	13	227	42.7	0.19	3.29
	I_{20}	104.4	307	73.8	0.24	0.71
	I_{40}	195.8	381	92.1	0.24	0.47
	I_{60}	287.3	473	103.2	0.22	0.36
	I_{80}	378.8	541	122.1	0.23	0.32
	I_{100}	470.2	628	130.6	0.21	0.28

Araştırmada çerezlik kabak ET_c, su bütçesi yöntemine göre toprak nemi gözlemleri, uygulanan sulama suyu miktarı ve yağıştan yararlanılarak hesaplanmıştır. 2015 yetiştirme sezonunda ET_c değerleri konular bazında (I_0, I_{20}, I_{40}, I_{60}, I_{80} ve I_{100}) sırasıyla 256, 305, 353, 394, 445 ve 577 mm olarak bulunmuştur. 2016 yetiştirme sezonunda ise bitki su tüketim değerleri konular bazında (I_0, I_{20}, I_{40}, I_{60}, I_{80} ve I_{100}) sırasıyla 227, 308, 391, 483, 558 ve 651 mm olarak bulunmuştur.

Uygulanan sulama suyu miktarı artıkça ET değerlerinin de buna paralel olarak artış gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 10). Amer (2011) tarafından Mısır'da çerezlik kabak bitkisinde tam sulama yapılan konuya 312 mm sulama suyu uygulanmış ve ET_c değerini 304 mm olarak bulmuştur. 2013-2014 yılları arasında Konya'da yürütülen çalışmada 3 farklı sulama aralığı ve 5 farklı sulama suyu düzeyi uygulanmış, deneme sonucunda 2013 yılında çerezlik kabak bitkisine 33-555 mm arasında sulama suyu uygulanmış ve ET_c değerleri 194.2-660.2 mm arasında değişmiştir. 2014 yılında ise 42-506 mm sulama suyu uygulanmış ve ET_c değerleri ise 208.6-629.6 mm arasında belirlenmiştir (Yavuz vd., 2015b).



Şekil 7. ETc ile tohum verimi arasındaki ilişki

2015 - 2016 yetiştirme sezonunda çerezlik kabak bitkisinde farklı sulama seviyeleri tohum verimi üzerine etkisi $P<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 11). En yüksek çerezlik kabak tohum verimi tam sulama (I_{100}) konusundan 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla 141.7 kg/da ve 130.6 kg/da olarak elde edilirken, en düşük tohum verimi ise susuz (I_0) konusundan 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla 47 kg/da ve 42.8 kg/da olarak elde edilmiştir. Tam sulama konusuna göre 2015 yılında I_0, I_{20}, I_{40}, I_{60} ve I_{80} konularında sırasıyla %66.84, %49.04, %39.47, %29.19, ve %7.63 oranında verim düşüşü meydana gelmiştir. 2016 yılında ise I_0, I_{20}, I_{40}, I_{60} ve I_{80} konularında sırasıyla %67.33, %45.53, %29.53, %21.04 ve %6.58 oranında verim düşüşü olmuştur. Su kısıntısı çerezlik kabakta verimini önemli düzeyde azaltmıştır. Her iki yılda da istatistiksel olarak 4 grup oluşmuş I_{100} ve I_{80} ile I_{60} ve I_{40} konuları aynı grupta yer almıştır (Tablo 12). 2015 ve 2016 yılları tohum verimi açısından değerlendirildiğinde istatistiksel olarak yıl bakımından önemli bir fark bulunamamıştır. Bu nedenle tohum verimi değerlendirmesi ve analizi 2 yıllık veriler birleştirilerek yapılmıştır. İki yıllık değerlendirmede de istatistiksel olarak 4 farklı grup oluşmuştur. 2015 ve 2016 yılları incelendiğinde sulama suyu miktarı arttıkça tohum verimi de buna paralel olarak artış göstermiştir.

Tablo 11. Çerezlik kabak tohum verimi varyans analizi tablosu

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	814.741	407.371	1.73 öd
	Sulama Sev.	5	20704.750	4140.950	17.62 **
	Hata	10	2349.526	234.953	
	Genel	17	23869.016		
2016	Blok	2	435.108	217.554	4.89*
	Sulama Sev.	5	15743.583	3148.717	70.78**
	Hata	10	444.846	44.484	
	Genel	17	16623.536		
Birleştirilmiş	Yıl	1	3.738	3.737	0.03 öd
	Yıl*Sulama	5	35875.743	114.518	0.82 öd
	Hata	20	40496.290	139.719	
	Genel	35	40496.290		

öd: Önemsiz, *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 12. Konulara göre tohum verimi ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Tohum verimi (kg/da)
2015	I_0	47.0 d
	I_{20}	63.1c d
	I_{40}	85.7b c
	I_{60}	100.3 b
	I_{80}	130.9 a
	I_{100}	141.7 a
2016	I_0	42.8 d
	I_{20}	73.9 c
	I_{40}	92.1 b
	I_{60}	103.3 b
	I_{80}	122.1 a
	I_{100}	130.6 a
Birleştirilmiş	I_0	44.9 d
	I_{20}	68.5 c
	I_{40}	88.9 b
	I_{60}	101.8 b
	I_{80}	126.5 a
	I_{100}	136.2 a

2016 yılındaki tohum verimi 2015 yılına göre daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni 2016 yılının Temmuz ve Ağustos aylarının bir önceki döneme göre daha yüksek sıcaklıklara sahip olması olabilir. 2015 ile 2016 yılları incelendiğinde Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındaki sıcaklık farkı sırasıyla 10.3, 6.94 ve 2.13 ^{o}C olarak bulunmuştur. En yüksek tohum verimi I_{100} konusundan ortalama 136.2 kg/da olarak alınmıştır. Çerezlik kabak sulamasında yapılacak %20 kısıntı ile verimde %7.1 kayıp oluşmaktadır. Ancak bu kayıp istatistiksel olarak önemli

çıkmamıştır. %40 su kısıtı uygulanan I_{60} konusunda ise %25.3 verim kaybı meydana gelmiştir. I_{40}, I_{20} ve I_0 konularında I_{100} konusuna göre oluşan verim kayıpları sırasıyla %34.7, %49.7 ve %67 olarak bulunmuştur. Bu çalışma sonucunda elde edilen verim değeri genel olarak Yavuz vd., (2015a) Konya'da ve yine Amer (2011) tarafından Mısır'da yapılan çalışmalara göre daha yüksektir. Bunun nedeni kullanılan sulama yöntemi ve programı olabilir. Bölgede çerezlik kabak yetiştiriciliğinin kuru koşullarda yapıldığı dikkate alınırsa sulama ile verimin kuru koşullara göre en az 3 kat arttığı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle sulama imkanının bulunması durumunda üreticilerin I_{80} seviyesinde Haziran ayı için 1-3 kez (ortalama 2 kez), Temmuz ayı için ise 6-9 kez (ortalama 7 kez) sulama yapmasının önemli olduğu ortaya konulmuştur.

IWUE değerleri 2015 yılında 0.55 – 1.96 kg/m^3 arasında değişim gösterirken 2016 yılında 0.28-3.29 kg/m^3 arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da en düşük IWUE değerleri I_{100} konusundan sırasıyla 0.55 ve 0.28 kg/m^3 olarak elde edilirken en yüksek IWUE değerleri I_0 konusundan sırasıyla 1.96 ve 3.29 kg/m^3 olarak elde edilmiştir. Sulama seviyeleri 2015 yılında WUE üzerine $P<0.05$ önem düzeyinde farklılıklar oluştururken 2016 yılında istatistiksel olarak bir fark oluşturmamıştır (Tablo 13). 2015 yılında WUE en yüksek I_{80} konusundan 0.29 kg/m^3 olarak elde edilirken en düşük I_0 konusundan 0.18 kg/m^3 olarak elde edilmiştir. 2015 yılında 3 farklı grup oluşmuş olup I_{100}, I_{60} ve I_{40} konuları aynı grupta yer almıştır (Tablo 14).

Tablo 13. Çerezlik kabak WUE varyans analizi tablosu

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	0.0002	0.0001	0.37 öd
	Sulama Sev.	5	0.0311	0.0062	23.02 **
	Hata	10	0.0027	0.0003	
	Genel	17	0.0341		
2016	Blok	2	0.0011	0.0005	1.14 öd
	Sulama Sev.	5	0.0065	0.0013	2.84 öd
	Hata	10	0.046	0.000459	
	Genel	17	0.0122		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	0.005	0.005	16.10*
	Yıl*Sulama	5	0.017	0.004	11.61*
	Hata	20	0.007	0.0004	
	Genel	35	0.052		

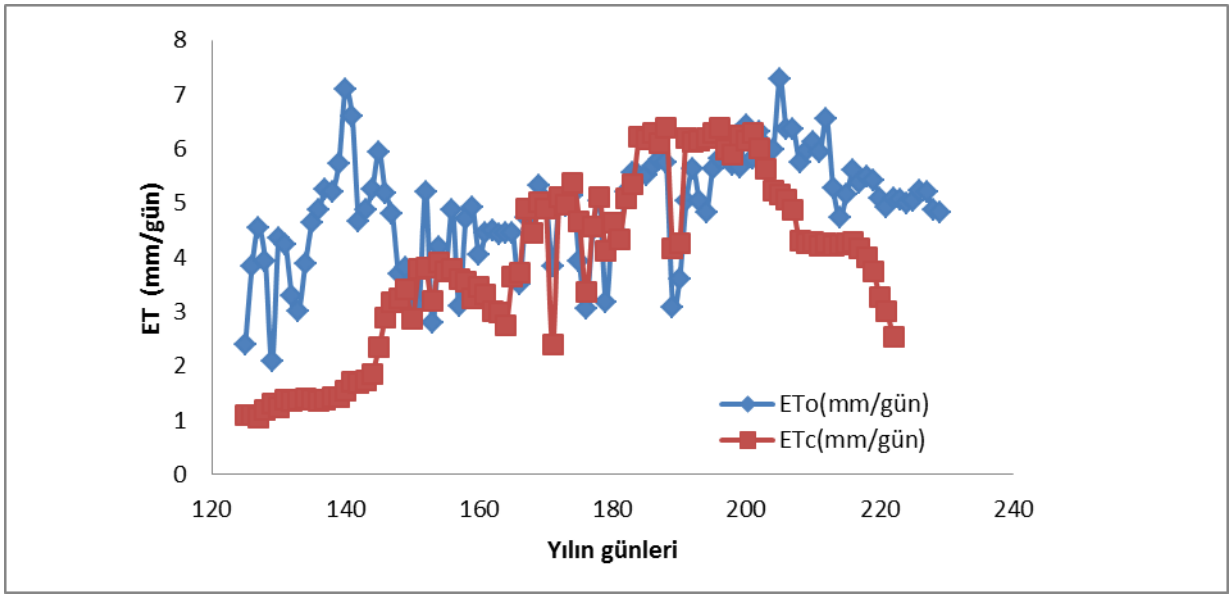
öd: Önemsiz, *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

2016 yılında ise en yüksek I_{20} ve I_{40} konularından 0.24 kg/m^3 olarak elde edilirken, en düşük 0.19 kg/m^3 olarak I_0 konusundan elde edilmiştir. Yavuz vd. (2015a) yürüttükleri çalışmada çerezlik kabak WUE değerlerini 0.17-0.20 kg/m^3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

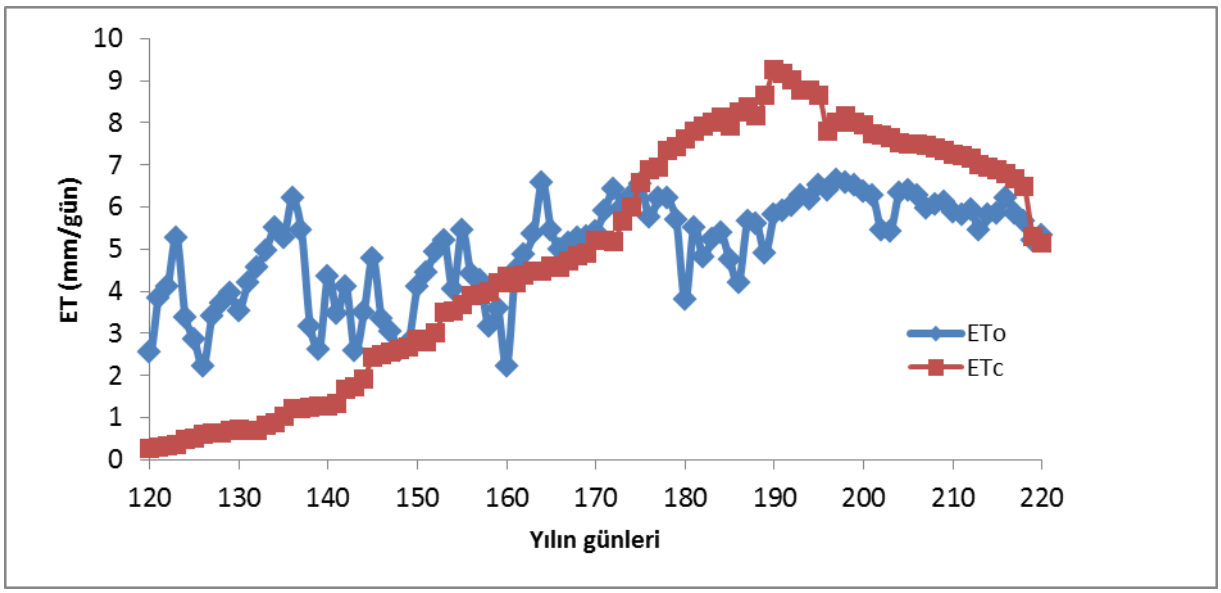
Tablo 14. Konulara göre tohum verimi ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	WUE (kg/m^3)
2015	I_0	0.18 c
	I_{20}	0.21 c
	I_{40}	0.24 b
	I_{60}	0.25 b
	I_{80}	0.29 a
	I_{100}	0.25 b
2016	I_0	0.19 b
	I_{20}	0.24 a
	I_{40}	0.24 a
	I_{60}	0.22 ab
	I_{80}	0.23 ab
	I_{100}	0.21ab

Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri ilk yıl 0.55-1.96 kg/m^3 arasında değişim gösterirken ikinci yıl 0.28-3.29 arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da en düşük değerler I_{100} konusundan sırasıyla 0.55 kg/m^3 ve 0.28 kg/m^3 olarak elde edilmiştir. En yüksek IWUE değerleri iki her iki yılda da I_0 konusundan elde edilmiştir. Tam sulanan I_{100} konusu için 2015 ve 2016 yetiştirme dönemi için ET_c ve ET_0 değerlerinin değişimi Şekil 11 ve 12'de gösterilmiştir.



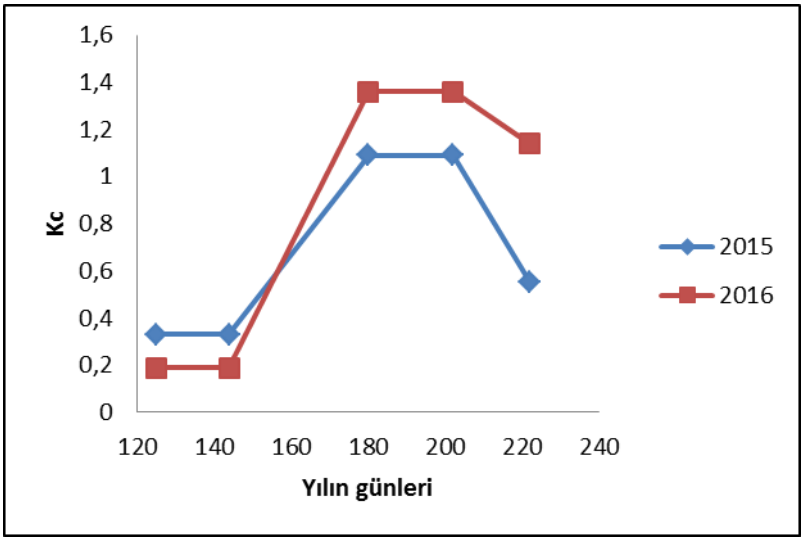
Şekil 11. Çerezlik kabak ETc ve yetişme dönemi boyunca ET_0 değişimi (2015)



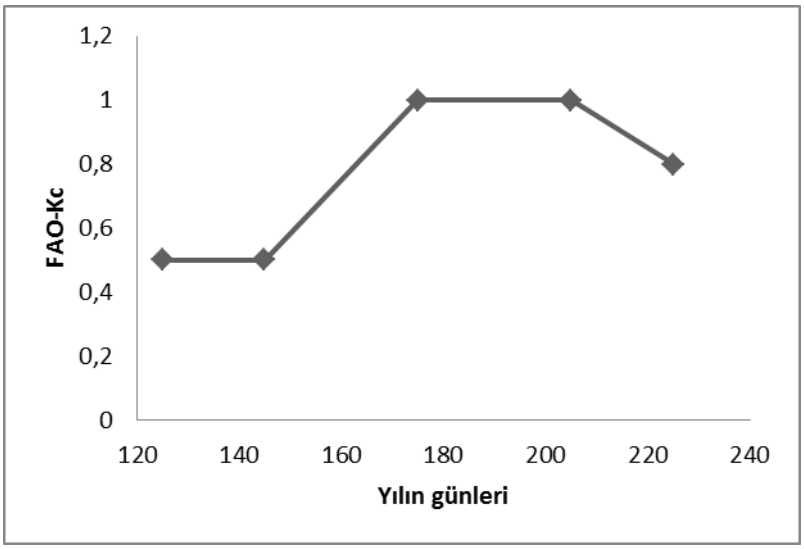
Şekil 12. Çerezlik kabak ETc ve yetişme dönemi boyunca ET_0 değişimi (2016)

Şekil 11'den de görülebileceği gibi ET_c değeri başlangıçta ET_0'ın oldukça altında seyretmektedir. 125-144 günleri arasında ortalama ET_c 1.38 mm iken ET_0 4.45 mm, 144-164 günleri arasında ortalama ET_c 3.25 mm iken, ET_0 4.31 mm, 164-184 günleri arasında ortalama ET_c 4.42 mm iken ET_0 4.52 mm, 184-204 günleri arasında ortalama ET_c 5.96 mm iken, ET_0 5.44 mm ve 204-222 günleri arasında ortalama ET_c 4.18 mm iken ET_0 5.71 mm düzeylerindedir. Şekil 13 incelendiği zaman ET_c değeri yine başlangıçta ET_0'ın altında seyretmiştir. 119-141 günleri arasında ortalama ET_0 değeri 4.04 mm iken ET_c değeri 0.76 mm olmuştur. 142-173 günleri arasında ise ET_0 ortalama 4.50 mm iken ET_c değeri 3.76 mm olmuştur. 174-196 günlerinde ET_0 değeri 5.64 mm olduğunda ET_c değeri 7.98 mm olmuştur. 197-222 günlerinde ise ET_0 5.93 mm iken ET_c değeri 7.00 mm olarak tespit edilmiştir. 2016 yılında bir önceki yıla göre Haziran ve Temmuz aylarındaki sıcaklık farkları sırasıyla 10 ve 7 ^{0}C olarak gözlenmiştir. Bu nedenle 2016 yılında bitki su tüketimi bir önceki yıla göre daha yüksek olmuştur.

Elde edilen verilere göre hesaplanan çerezlik kabak bitki katsayısı (k_c) Şekil 14'de, FAO 56'ya göre çerezlik kabak bitkisi için önerilen k_c ise Şekil 15'de gösterilmiştir.



Şekil 14. 2015 ve 2016 yılına ait kc grafiği



Şekil 15. FAO 56'ya göre çerezlik kabak bitkisi kc grafiği

Allen vd. (1998) FAO 56'ya göre önerilen gelişme dönemleri uzunluğu başlangıç 20 gün, gelişme 30 gün, orta dönem 30 gün ve son dönem 20 gün olmak üzere toplam 100 günlük yetişme periyodu verilmiştir. FAO 56'ya göre çerezlik kabak bitkisi için önerilen k_c katsayıları ise başlangıç 0.5, orta 1 ve son 0.80 olarak verilmiştir (Şekil 15). İç Anadolu bölgesi koşullarında yetiştirilen çerezlik kabağın toplam yetişme süresi 2015 yılı başlangıç için 19 gün (ekimden %100 çıkışın olduğu dönem), gelişme dönemi için 35 gün (tam çıkıştan çiçeklenme başlangıcına kadar olan süre), orta dönem için 22 gün (çiçeklenmeden meyve tutum dönemi sonuna kadar olan süre) ve son dönem için ise 20 (yapraklarda sararma ve çekirdek tam olum dönemi) gün olarak belirlenmiş ve bu dönemlere ait k_c değerleri başlangıç 0.33, orta 1.09 ve son 0.55 olarak bulunmuştur (Şekil 31). Toplam gelişme dönemi 96 gün olarak tespit edilmiş

ve FAO 56'ya göre bu değer 100 gün olarak verilmiştir. 2015 yılında başlangıç ve son dönemler için FAO 56'ya göre verilen k_c değerlerinin, deneme sonucu bulunan k_c değerlerinden yaklaşık olarak %30 oranında az olduğu gözlemlenmiştir. Orta dönemde ise FAO 56'da verilen k_c değeri ile denemeden elde edilen k_c değerinin birbirine çok yakın olduğu belirlenmiştir. 2016 yılı için k_c, başlangıç dönemi için 23 gün, gelişme dönemi için 32 gün, orta dönem için 25 gün ve son dönem için ise 30 gün olarak belirlenmiş ve bu dönemlere ait k_c değerleri başlangıç 0.19, orta 1.36 ve son 1.14 olarak bulunmuştur (Şekil 31). FAO 56'ya göre verilen başlangıç k_c değeri deneme sonucu bulunan k_c değerinden %30 daha az, orta ve son dönem için ise deneme kc değerinin FAO 56'ya göre sırasıyla %36 ve %42 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yavuz vd. (2015a) yürüttükleri çalışmada çerezlik kabak k_c katsayını başlangıç, orta ve son dönemler için sırasıyla 0.56, 0.95 ve 0.65 olarak bulmuşlardır.

3.2. Farklı Sulama Suyu Seviyelerinin Verim Unsurlarına Etkisi

Farklı sulama suyu seviyelerinin çerezlik kabakta verim unsurları (bitki başına meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, boş tohum sayısı, meyve başına yaş tohum ağırlığı, meyve başına kuru tohum ağırlığı, 100 tane ağırlığı, 100 tane iç ağırlığı, tohum verim indeksi, hasat indeksi) üzerine etkisi Tablo 15-16'da gösterilmiştir. Farklı sulama suyu düzeyleri çerezlik kabakta bitki başına meyve sayısı üzerinde 2015 ve 2016 yetiştirme sezonunda $P<0.01$ önem düzeyinde farklılıklar meydana getirmiştir (Tablo 17).

Artan sulama suyu düzeyleri bitki başına meyve sayısını artırmıştır. En yüksek meyve sayısı hem 2015 hem de 2016 yılında su stresinin olmadığı I_{100} konusundan elde edilmiş en az meyve sayısı ise tam stresin yaşatıldığı I_0 konusundan elde edilmiştir. Susuz konuya göre tam sulanan konuda bitki başına meyve sayısında 2015 yılında %17.83 ve 2016 yılında %16.67 artış sağlanmıştır.

Tablo 15. Farklı sulama suyu uygulamalarının bitki başına meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, boş tohum sayısı üzerine etkisi

	Konular	Bitki başına meyve sayısı	Meyve ağırlığı (kg)	Meyve Çapı (cm)	Meyve Boyu (cm)	Boş Tohum Sayısı
2015	I_0	1.01	1.86	15.23	16.57	16
	I_{20}	1.02	2.28	17.30	17.25	16
	I_{40}	1.02	3.1	18.17	19.19	10
	I_{60}	1.03	3.56	19.80	19.33	12
	I_{80}	1.14	4.96	22.03	22.33	6
	I_{100}	1.19	5.97	24.67	22.47	7
2016	I_0	1.02	1.75	15.71	17.30	20
	I_{20}	1.04	2.11	16.53	17.83	21
	I_{40}	1.10	2.83	19.40	18.70	14
	I_{60}	1.10	2.81	19.44	18.70	8
	I_{80}	1.17	4.19	21.00	22.70	7
	I_{100}	1.19	5.34	23.09	24.40	6

Tablo 16. Meyve başına yaş tohum ağırlığı, meyve başına kuru tohum ağırlığı, 100 tane ağırlığı, 100 tane iç ağırlığı, tohum verim indeksi, hasat indeksi

YIL	Konular	Meyve başına yaş tohum ağırlığı (gr)	Meyve başına kuru tohum ağırlığı(gr)	100 tane ağırlığı(gr)	100 tane iç ağırlığı (kabuksuz)(gr)	Tohum verim indeksi (gr)	Hasat indeksi
2015	I_0	79.68	45.47	18.07	15.0	0.025	0.331
	I_{20}	92.84	55.3	20.07	16.3	0.024	0.339
	I_{40}	129.62	75.97	22	17.6	0.025	0.343
	I_{60}	137.48	84.05	21.87	17.73	0.024	0.360
	I_{80}	171.85	102.65	23.03	18.57	0.021	0.351
	I_{100}	189.03	116.27	24.17	19.53	0.020	0.339
2016	I_0	70.53	39.97	17.90	14.87	0.023	0.257
	I_{20}	105.44	64.67	22.93	18.63	0.031	0.301
	I_{40}	124.32	73.92	23.30	18.63	0.027	0.303
	I_{60}	135.04	78.27	24.20	18.97	0.028	0.320
	I_{80}	170.46	97.26	24.03	19.03	0.023	0.348
	I_{100}	187.21	110.54	25.23	20.40	0.021	0.348

Tablo 17. Farklı sulama suyu düzeylerinin bitki başına meyve sayısı üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	0.006	0.003	1.65 öd
	Sulama Sev.	5	0.081	0.016	9.38 **
	Hata	10	0.017	0.002	
	Genel	17	0.104		
2016	Blok	2	0.009	0.004	1.67 öd
	Sulama Sev.	5	0.066	0.013	5.15**
	Hata	10	0.026	4.756	
	Genel	17	0.100		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	0.011	0.011	5.30*
	Yıl*Sulama	5	0.007	0.001	0.65 öd
	Hata	20	0.043	0.002	
	Genel	35	0.216		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Her iki yılda da 2 farklı grup oluşmuş olup 2015 yılında I_{100} ve I_{80} aynı grupta yer alırken 2016 yılında I_{100}, I_{80}, I_{60} ve I_{40} aynı grupta yer almıştır (Tablo 18). Yavuz vd. (2015b) yürüttükleri çalışmada çerezlik kabak bitkisine uygulanan sulama suyu düzeyleri arttıkça bitki başına meyve sayısını 2013 yılında % 27.10 ve 2014 yılında %54.53 oranında artırdığını bulmuşlardır. Artan sulama suyu düzeyinin bitki başına meyve sayısını artırdığı birçok araştırıcı tarafından tespit edilmiştir (Fabeiro vd., 2002; Ertek vd., 2004; Kırnak ve Doğan 2009; Mirabad vd., 2014).

Tablo 18. Konulara göre Bitki başına meyve sayısı ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Bitki Başına Meyve Sayısı
2015	I_0	1.01 b
	I_{20}	1.02 b
	I_{40}	1.02 b
	I_{60}	1.03 b
	I_{80}	1.14 a
	I_{100}	1.19 a
2016	I_0	1.02 b
	I_{20}	1.04 b
	I_{40}	1.10 ab
	I_{60}	1.10 ab
	I_{80}	1.17 a
	I_{100}	1.19 a

En yüksek meyve ağırlığı 2015 ve 2016 yıllarında I_{100} konularında sırasıyla 5.97 kg ve 5.34 kg olarak elde edilmiştir. En düşük meyve ağırlığı ise her iki yetiştirme sezonunda I_0 konusundan sırasıyla 1.86 kg ve 1.75 kg olarak elde edilmiştir. Her iki yılda da istatistiksel olarak 4 farklı grup oluşmuştur (Tablo 20). Artan sulama suyu düzeyi çerezlik kabakta meyve ağırlığını artırmıştır. Susuz konuya göre tam sulanan konudaki meyve verim artışı 2015 yılında %221, 2016 yılında %205 olarak bulunmuştur. Amer (2011) ve Yavuz vd., (2015b) yaptıkları

çalışmalarda artan sulama suyu düzeyi ile çerezlik kabakta meyve ağırlığının arttığını tespit etmişlerdir. Artan sulama suyu düzeyi ile meyve ağırlığının arttığı birçok araştırıcı tarafından farklı bitkiler üzerinde yürütülen çalışmalarda tespit edilmiştir (Cemek vd., 2005; Kırnak ve Doğan, 2009; Abdel-Rezzak vd., 2016).

Tablo 19. Farklı sulama suyu düzeylerinin meyve ağırlığı üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	0.970	0.485	4.14 öd
	Sulama Sev.	5	37.47	7.493	63.98 **
	Hata	10	1.17	0.117	
	Genel	17	39.61		
2016	Blok	2	0.043	0.021	0.17 öd
	Sulama Sev.	5	27.491	5.498	44.45**
	Hata	10	1.237	0.124	
	Genel	17	28.770		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	1.803	1.803	14.98*
	Yıl*Sulama	5	0.670	0.134	1.11*
	Hata	20	2.408	0.120	
	Genel	35	70.181		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 20. Konulara göre meyve ağırlığı ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Meyve Ağırlığı (kg)
2015	I_0	1.86 d
	I_{20}	2.28 d
	I_{40}	3.07 c
	I_{60}	3.56 c
	I_{80}	4.96 b
	I_{100}	5.97 a
2016	I_0	1.75 d
	I_{20}	2.11 d
	I_{40}	2.83 c
	I_{60}	2.81 c
	I_{80}	4.19 b
	I_{100}	5.34 a

Farklı sulama suyu düzeyleri çerezlik kabak bitkisinde meyve çapı üzerinde hem 2015 hem de 2016 yetiştirme sezonunda $P<0.01$ önem düzeyinde farklılıklar oluşturmuştur (Tablo 21). Sulama suyu düzeyi arttıkça meyve çapı da paralel olarak artmıştır. 2015 yılında 5 farklı grup oluşurken 2016 yılında 4 farklı grup oluşmuştur. En düşük meyve çapı 2015 ve 2016 yılında I_0 konusundan sırasıyla 15.23 cm ve 15.71 cm olarak elde edilirken en yüksek meyve çapı I_{100} konusundan sırasıyla 24.67 cm ve 23.09 cm olarak elde edilmiştir (Tablo 22). Tam sulanan konuya göre hiç sulanmayan konudaki meyve çapı azalması 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla %38.24 ve %31.97 olarak bulunmuştur. Birçok araştırıcı tarafından su kısıtı arttıkça meyve

çapının azaldığı farklı bitkiler üzerinde tespit edilmiştir (El-Mageed ve Semida, 2015; Çolak vd., 2015).

Tablo 21. Farklı Sulama suyu düzeylerinin meyve çapı (cm) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	4.638	2.319	2.16 öd
	Sulama Sev.	5	173.953	34.791	32.48 **
	Hata	10	10.711	1.071	
	Genel	17	189.302		
2016	Blok	2	1.043	0.521	0.75 öd
	Sulama Sev.	5	113.219	22.644	32.72**
	Hata	10	6.921	0.692	
	Genel	17	121.183		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	1.034	1.034	1.17*
	Yıl*Sulama	5	7.878	1.576	1.79*
	Hata	20	17.618	0.881	
	Genel	35	311.568		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 22. Konulara göre meyve çapı ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Meyve Çapı (cm)
2015	I_0	15.23 e
	I_{20}	17.30 d
	I_{40}	18.17 cd
	I_{60}	19.80 c
	I_{80}	22.03 b
	I_{100}	24.67 a
2016	I_0	15.707 d
	I_{20}	16.533 d
	I_{40}	19.400 c
	I_{60}	19.438 c
	I_{80}	21.000 b
	I_{100}	23.087 a

Farklı sulama suyu düzeyleri çerezlik kabak bitkisinde meyve boyu üzerinde 2015 yılında $P<0.05$ önem düzeyinde farklılık oluştururken 2016 yılında $P<0.01$ önem düzeyinde farklılık oluşturmuştur (Tablo 23). Her iki yetiştirme sezonunda da en düşük meyve boyu tam stresin yaşatıldığı I_0 konusundan sırasıyla 16.57 cm ve 15.30 cm olarak elde edilmiştir. En yüksek meyve boyu ise tam sulanan konu olan I_{100} konusundan sırasıyla 20.32 cm ve 24.40 cm olarak elde edilmiştir. Amer 2011 tarafından çerezlik kabak üzerinde yapılan çalışmada sulama suyu düzeyi arttıkça meyve boyu da artış göstermiştir. 2015 yılında 4 farklı grup oluşurken 2016 yılında 2 farklı grup oluşmuş olup her iki yılda da I_{100} ve I_{80} konuları aynı grupta yer almıştır (Tablo 24). Yıllar arası fark istatistik olarak önemli olmadığı için veriler birleştirilmiştir.

Tablo 23. Farklı sulama suyu düzeylerinin meyve boyu (cm) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	8.364	4.182	2.10 öd
	Sulama Sev.	5	65.422	13.084	6.58 *
	Hata	10	19.880	1.988	
	Genel	17	93.666		
2016	Blok	2	2.654	1.327	0.68 öd
	Sulama Sev.	5	125.976	25.195	12.99**
	Hata	10	19.392	1.939	
	Genel	17	148.023		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	1.979	1.979	1.39 öd
	Yıl*Sulama	5	6.864	1.373	0.96 öd
	Hata	20	28.534	1.427	
	Genel	35	256.249		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çerezlik kabak bitkisine uygulanan farklı sulama suyu uygulamaları boş tohum sayısı üzerine istatistiki olarak önemli farklılıklar oluşturmuştur (Tablo 25). Hem 2015 yılı hem de 2016 yıllında en yüksek boş tohum sayısı I_{20} konusundan sırasıyla 16.3 ve 21 adet olarak elde edilirken, en düşük boş tohum sayısı I_{100} konusundan sırasıyla 7.3 ve 6.3 adet olarak elde edilmiştir. Her iki yılda da istatistiki olarak 2 grup oluşmuş olup her iki yılda da I_{100}, I_{80} ve I_{60} aynı grupta yer almıştır (Tablo 26). Uygulanan sulama suyu arttıkça boş tohum sayısı azalmıştır. Tam sulamaya göre hiç sulanmayan konudaki boş tohum sayısı miktarındaki 2015 ve 2016 yılları için sırasıyla %53.21 ve %68.5 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 24. Konulara göre meyve boyu ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Meyve boyu (cm)
2015	I_0	16.57 c
	I_{20}	17.25 c
	I_{40}	19.19 bc
	I_{60}	19.33 bc
	I_{80}	20.32 ab
	I_{100}	22.33 a
2016	I_0	17.96 b
	I_{20}	17.83 b
	I_{40}	18.70 b
	I_{60}	18.70 b
	I_{80}	22.70 a
	I_{100}	24.40 a
Birleştirilmiş	I_0	16.93 c
	I_{20}	17.36 c
	I_{40}	18.95 b
	I_{60}	19.13 b
	I_{80}	22.51 a
	I_{100}	23.43 a

El Naim ve Ahmed (2010) yürüttükleri çalışmada ayçiçeğine uygulanan su kısıntısının boş tohum sayısını artırdığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Taheri vd., (2012) yaptıkları çalışmada uygulanan su stresinin soya fasulyesine boş tohum sayısını artırdığını tespit etmişlerdir.

Tablo 25. Farklı sulama suyu düzeylerinin boş tohum sayısı üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	90.778	45.389	3.59 öd
	Sulama Sev.	5	259.778	51.956	4.11 *
	Hata	10	126.556	12.656	
	Genel	17	477.111		
2016	Blok	2	2.778	1.389	0.08 öd
	Sulama Sev.	5	656.944	131.389	7.83**
	Hata	10	167.889	16.789	
	Genel	17	827.611		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	20.250	20.250	1.60*
	Yıl*Sulama	5	829.805	17.385	1.18*
	Hata	20	294.444	14.722	
	Genel	35	1324.972		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 26. Konulara göre boş tohum sayısı ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Boş Tohum Sayısı
2015	I_0	15.6 a
	I_{20}	16.3 a
	I_{40}	10.0 ab
	I_{60}	11.7 ab
	I_{80}	6.3 b
	I_{100}	7.3 b
2016	I_0	20.0 a
	I_{20}	21.0 a
	I_{40}	14.0 ab
	I_{60}	8.0 b
	I_{80}	7.0 b
	I_{100}	6.3 b

Farklı sulama suyu düzeyleri çerezlik kabak bitkisinde meyve başına yaş tohum ağırlığı üzerinde 2015 ve 2016 yetiştirme sezonlarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşturmuştur (Tablo 27). Uygulanan sulama suyu kısıtı arttıkça yaş tohum ağırlığı önemli miktarda düşmüştür. En yüksek yaş tohum ağırlığı 2015 ve 2016 yılları için I_{100} konusundan sırasıyla 189.03 gr ve 187.21 gr olarak elde edilirken en düşük yaş tohum ağırlığı 2015 ve 2016 yılları için sırasıyla 79.68 gr ve 70.53 gr olarak elde edilmiştir. Yapılan istatistik sonuçlarına göre yıllar arası fark önemli olmadığı için iki yıllık veriler birleştirilebilir. İki yıllık veriler değerlendirildiğinde 4 farklı grup oluşmuş olup I_{100} ve I_{80} aynı grupta yer

almıştır. Ayrıca tam sulama konusuna göre hiç sulanmayan konudaki yaş tohum ağırlığı azalması %60.1 olarak bulunmuştur (Tablo 28).

Tablo 27. Farklı sulama suyu düzeylerinin meyve başına yaş tohum ağırlığı (gr) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	582.039	291.019	1.99 öd
	Sulama Sev.	5	27403.421	5480.684	37.55 **
	Hata	10	1459.751	145.975	
	Genel	17	29445.211		
2016	Blok	2	706.751	353.376	1.17*
	Sulama Sev.	5	27238.235	5447.647	18.11**
	Hata	10	3007.534	300.754	
	Genel	17	30952.520		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	14.314	14.314	0.06 öd
	Yıl*Sulama	5	410.135	82.027	0.37 öd
	Hata	20	4464.438	223.222	
	Genel	35	60437.148		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 28. Konulara göre meyve başına yaş tohum ağırlığı (gr) ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Meyve Başına Yaş Tohum Ağırlığı (gr)
2015	I_0	79.68 c
	I_{20}	92.84 c
	I_{40}	129.62 b
	I_{60}	137.48 b
	I_{80}	171.85 a
	I_{100}	189.03 a
2016	I_0	70.53 c
	I_{20}	105.44 b
	I_{40}	124.32 b
	I_{60}	135.04 b
	I_{80}	170.46 a
	I_{100}	187.21 a
2015 ve 2016 yılı birlikte	I_0	75.1 d
	I_{20}	99.1 c
	I_{40}	127.0 b
	I_{60}	136.3 b
	I_{80}	171.2 a
	I_{100}	188.1 a

2015 ve 2016 yıllarında uygulanan farklı sulama suyu düzeyleri meyve başına kuru tohum ağırlığı üzerine $P<0.01$ önem düzeyinde farklılıklar oluşturmuştur (Tablo 29). Her iki yetiştirme sezonunda da en yüksek kuru tohum ağırlığı I_{100} konusundan sırasıyla 116.27 gr ve 110.54 gr olarak elde edilmiştir. En düşük kuru tohum ağırlığı ise I_0 konusundan yıllara göre

sırasıyla 45.47 gr ve 39.97 gr olarak elde edilmiştir. 2015 yılında istatistiki olarak 4, 2016 yılın da ise 5 farklı grup oluşmuştur. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça elde edilen kuru tohum ağırlığı da artmıştır. I_0 konusuna göre I_{100} konusunda 2015 yılında kuru tohum ağırlığında %155.7 artış olurken 2016 yılında %176.6 olarak bulunmuştur (Tablo 30).

Tablo 29. Farklı sulama suyu düzeylerinin meyve başına kuru tohum ağırlığı (gr) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	6.618	3.309	0.07 öd
	Sulama Sev.	5	10986.842	2197.369	46.01 **
	Hata	10	477.594	47.759	
	Genel	17	11471.053		
2016	Blok	2	17.013	8.507	0.17 öd
	Sulama Sev.	5	9205.276	1841.055	37.22**
	Hata	10	494.587	49.459	
	Genel	17	9716.876		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	56.550	56.550	1.16*
	Yıl*Sulama	5	269.896	53.979	1.11*
	Hata	20	972.180	48.609	
	Genel	35	21244.480		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 30. Konulara göre meyve başına kuru tohum ağırlığı (gr) ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Meyve Başına Kuru Tohum Ağırlığı (gr)
2015	I_0	45.47 d
	I_{20}	55.30 d
	I_{40}	75.97 c
	I_{60}	84.05 c
	I_{80}	102.62 b
	I_{100}	116.27 a
2016	I_0	39.97 e
	I_{20}	64.69 d
	I_{40}	73.92 cd
	I_{60}	78.27 c
	I_{80}	97.26 b
	I_{100}	110.54 a

Sulama suyu düzeyleri çerezlik kabak bitkisinde yüz tane ağırlığında 2015 ve 2016 yıllarında $P<0.01$ önem düzeyinde istatistiki olarak fark oluşturmuştur (Tablo 31). Uygulanan su miktarındaki azalmaya paralel olarak 100 tane ağırlıkları da önemli bir oranda azalma göstermiştir. Tam sulanan konuya göre susuz konuda %25.24 oranında bir azalma meydana gelmiştir. En yüksek 100 tane ağırlığı 2015 ve 2016 yıllarında I_{100} konusundan sırasıyla 24.17 gr ve 25.23 gr ile alınırken, en düşük I_0 konusundan sırasıyla 18.07 gr ve 17.90 gr ile

alınmıştır (Tablo 32). 2015 yılında istatistiksel olarak 4 farklı grup oluşmuş olup I_{100} ve I_{80} konuları aynı grupta yer almıştır. 2016 yılında ise 3 farklı grup oluşmuş olup I_{100}, I_{80}, I_{60} ve I_{40} aynı grupta yer almıştır. Amer (2011) ve Yavuz vd., (2015b) tarafından çerezlik kabakta yapılan çalışmalarda su kısıntısının 100 tane ağırlığını azalttığını belirlemişlerdir. Kınacı vd., (2008)'de fasulyede, Bashir ve Mohamed (2014)'te ayçiçeğinde, Taheri vd., (2012)'de soyada, Doğan vd., 2013'te nohutta yapılan çalışmalarda su kısıntısı uygulanan farklı bitkilerde tane veriminde düşüş olduğunu belirlemişlerdir.

Tablo 31. Farklı sulama suyu düzeylerinin yüz dane ağırlığı (gr) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	1.773	0.886	1.35 öd
	Sulama Sev.	5	71.047	14.209	21.66 **
	Hata	10	6.560	0.65	
	Genel	17	79.380		
2016	Blok	2	1.963	0.982	0.93 öd
	Sulama Sev.	5	100.720	20.144	19.15**
	Hata	10	10.517	1.052	
	Genel	17	113.200		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	17.640	17.640	20.66*
	Yıl*Sulama	5	6.637	1.727	2.02 öd
	Hata	20	17.077	0.854	
	Genel	35	210.220		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 32. Konulara göre yüz dane ağırlığı (gr) ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Meyve Başına Kuru Tohum Ağırlığı (gr)
2015	I_0	18.07 d
	I_{20}	20.07 c
	I_{40}	22.00 b
	I_{60}	21.87 b
	I_{80}	23.03 ab
	I_{100}	24.17 a
2016	I_0	17.90 c
	I_{20}	22.93 b
	I_{40}	23.30 ab
	I_{60}	24.20 ab
	I_{80}	24.03 ab
	I_{100}	25.23 a

Sulama suyu düzeyleri çerezlik kabak bitkisinde yüz tane iç ağırlığında $P<0.05$ önem düzeyinde istatistiki olarak fark oluşturmuştur (Tablo 33). Uygulanan su miktarındaki azalmaya paralel olarak 100 tane iç ağırlıkları da önemli bir oranda azalmıştır. Tam sulanan konuya göre susuz konuda 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla %23.20 ve %27.11 oranında bir

azalma meydana gelmiştir. En yüksek 100 tane iç ağırlığı I_{100} konusundan sırasıyla 19.53 gr ve 20.40 gr ile alınırken, en düşük I_0 konusundan sırasıyla 18.07 gr ve 14.87 gr ile alınmıştır (Tablo 34).

Tablo 33. Farklı sulama suyu düzeylerinin yüz dane iç ağırlığı (gr) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	2.008	1.00.	1.84 öd
	Sulama Sev.	5	39.044	7.809	14.32 *
	Hata	10	5.452	0.545	
	Genel	17	46.504		
2016	Blok	2	4.068	2.039	2.00 öd
	Sulama Sev.	5	51.938	10.388	10.24*
	Hata	10	10.146	1.015	
	Genel	17	66.151		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	9.507	9.507	13.20*
	Yıl*Sulama	5	5.105	1.021	1.42 öd
	Hata	20	14.404	0.720	
	Genel	35	116.128		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 34. Konulara göre yüz dane iç ağırlığı (gr) ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Meyve Başına Kuru Tohum Ağırlığı (gr)
2015	I_0	18.07 d
	I_{20}	20.07 c
	I_{40}	22.00 b
	I_{60}	21.87 b
	I_{80}	23.03 ab
	I_{100}	24.17 a
2016	I_0	14.87 b
	I_{20}	18.63 a
	I_{40}	18.63 ab
	I_{60}	18.97 ab
	I_{80}	19.03 ab
	I_{100}	20.40 a

Damla sulama ile uygulanan farklı sulama suyu düzeylerinin tohum verim indeksine istatistiksel olarak $P<0.05$ önem düzeyinde farklılıklar oluşturmuştur (Tablo 35). En yüksek tohum verimi indeksi 2015 yılında I_{40} konusundan alınırken, en düşük I_{100} konusundan elde edilmiştir. 2016 yılında ise en düşük I_{100} konusundan en yüksek ise I_{20} konusundan elde edilmiştir. İstatistiksel olarak 2 grup oluşmuş ve I_0, I_{60}, I_{80} ve I_{100} aynı grup içerisinde yer almıştır (Tablo 36).

Tablo 35. Farklı sulama suyu düzeylerinin tohum verim indeksi üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	0.000032	0.000016	7.86 öd
	Sulama Sev.	5	0.000075	0.000015	7.48*
	Hata	10	0.000020	0.000002	
	Genel	17	0.000127		
2016	Blok	2	0.00002	0.00001	1.13 öd
	Sulama Sev.	5	0.00021	0.00004	4.34*
	Hata	10	0.00098	0.000009	
	Genel	17	0.00033		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	0.000051	0.000051	8.64*
	Yıl*Sulama	5	0.000058	0.000012	1.97*
	Hata	20	0.000118	0.000006	
	Genel	35	0.000510		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 36. Konulara göre tohum verim indeksi ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Tohum Verim İndeksi
2015	I_0	0.025 a
	I_{20}	0.024 a
	I_{40}	0.025 a
	I_{60}	0.024 a
	I_{80}	0.021 b
	I_{100}	0.020 b
2016	I_0	0.023 bc
	I_{20}	0.031 a
	I_{40}	0.027 abc
	I_{60}	0.028 ab
	I_{80}	0.023 bc
	I_{100}	0.021 c

Uygulanan sulama suyu miktarları arttıkça çerezlik kabak hasat indeksi değerlerini de paralel olarak artırmıştır (Tablo 37). 2015 yılında hasat indeksi değeri 0.33-0.36 arasında değişim gösterirken, istatiksel olarak önemsiz 2016 yılında 0.26-0.35 arasında değişim göstermiş ve %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Her iki yılda da en düşük hasat indeksi susuz konu olan I_0'dan sırasıyla 0.28 ve 0.26 olarak bulunmuştur. En yüksek hasat indeksi değeri ise I_{100} sırasıyla 0.40 ve 0.35 olarak bulunmuştur. 2015 yılında konular arasındaki fark önemsiz iken, 2016 yılında ise istatistiksel olarak 3 farklı grup oluşmuştur (Tablo 38). Amer (2011) ve El-Mageed ve Semida (2015) çerezlik kabak bitkisinde yürüttükleri çalışmada uygulanan sulama suyu miktarı artıkça hasat indeksinin arttığını belirlemişleridir. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz sonuçlar Amer (2011) ve El-Mageed ve Semida (2015) ile paralellik göstermektedir. Toğay vd., (2005)'te nohutta yaptıkları çalışmada, Karam vd., (2007)'de ayçiçeğinde, Gençoğlan ve Yazar (1999b)'da mısırda yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Tablo 37. Farklı sulama suyu düzeylerinin hasat indeksi üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	0.0104	0.0052	1.47 öd
	Sulama Sev.	5	0.0040	0.0008	0.23 öd
	Hata	10	0.0332	0.0035	
	Genel	17	0.0498		
2016	Blok	2	0.004	0.002	6.65*
	Sulama Sev.	5	0.0176	0.004	12.07*
	Hata	10	0.003	0.0003	
	Genel	17	0.024		
2015 ve 2016 yılları birlikte	Yıl	1	0.00002	0.00002	0.13*
	Yıl*Sulama	5	0.00564	0.00108	7.75*
	Hata	20	0.00291	0.00015	
	Genel	35	0.05607		

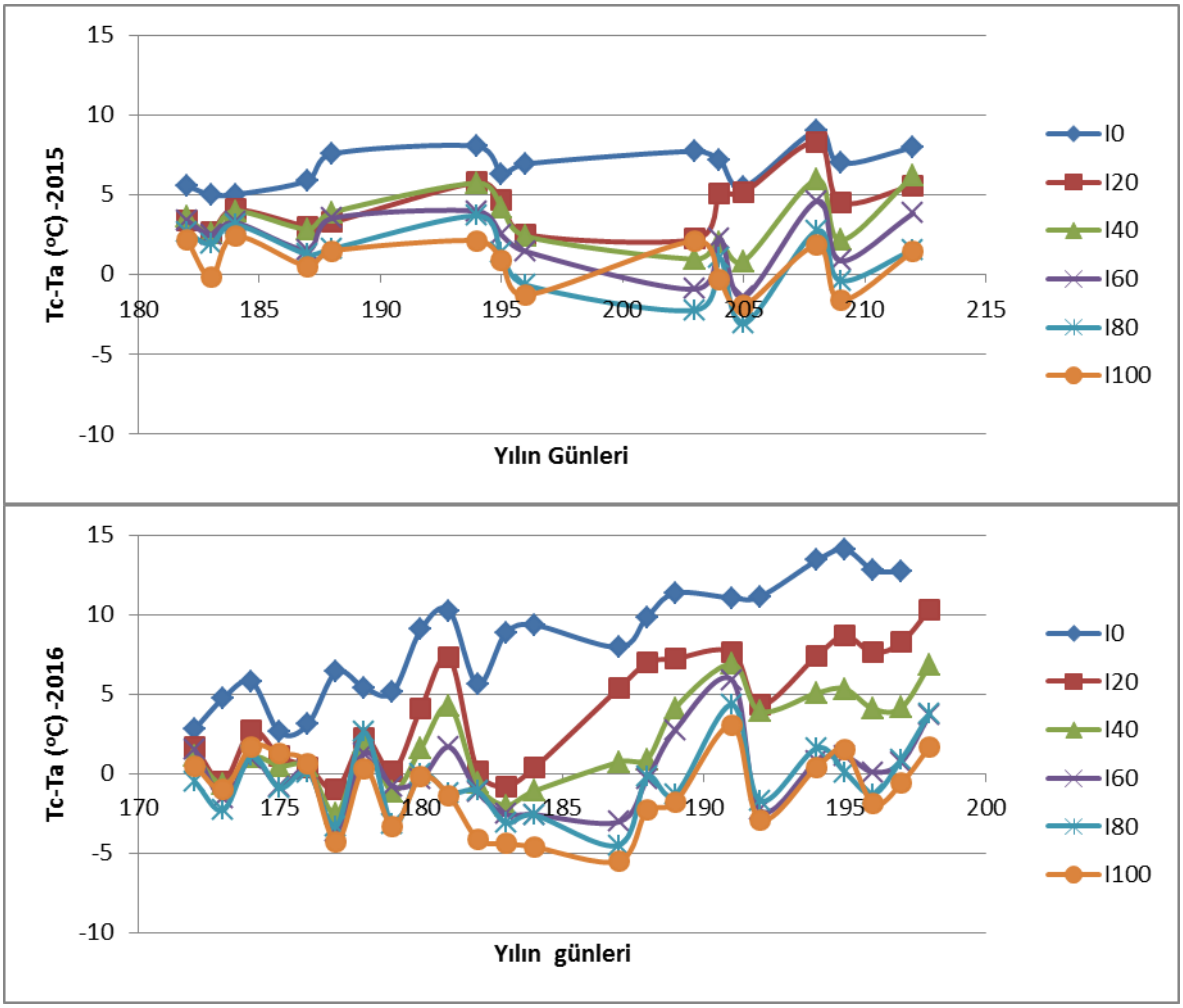
öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 38. Konulara göre hasat indeksi ve Duncan grupları

Yıllar	Konular	Hasat İndeksi
2015	I_0	0.331 a
	I_{20}	0.339 a
	I_{40}	0.343 a
	I_{60}	0.360 a
	I_{80}	0.351 a
	I_{100}	0.339 a
2016	I_0	0.257 c
	I_{20}	0.301 b
	I_{40}	0.303 b
	I_{60}	0.320 ab
	I_{80}	0.348 a
	I_{100}	0.348 a

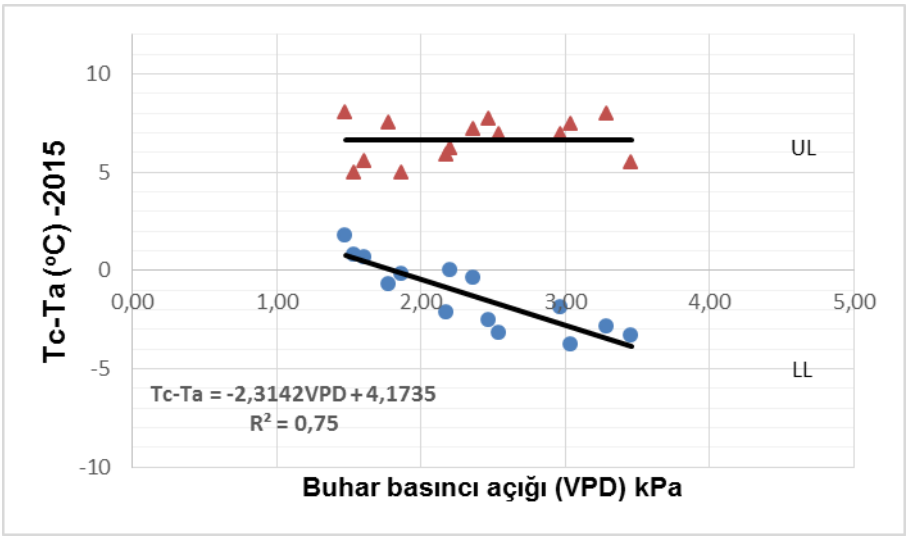
3.3. Bitki Örtü Sıcaklığı ve CWSI

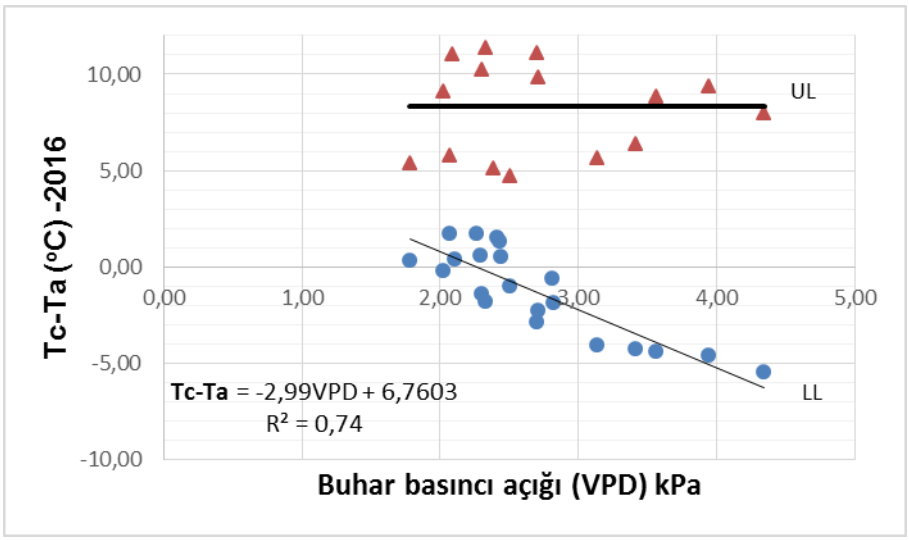
Bitki taç sıcaklıkları ölçümlerine 2015 yılında 1 Temmuz tarihinde başlanıp 31 Temmuz tarihinde son verilmiştir. 2016 yılında ise 27 Haziran tarihinde başlanıp 29 Temmuz tarihinde son verilmiştir. Yıllar bazında oluşan T_c-T_a değişimi Şekil 39'da verilmiştir.



Şekil 39. 2015 ve 2016 yılında gerçekleşen Tc-Ta değişimi

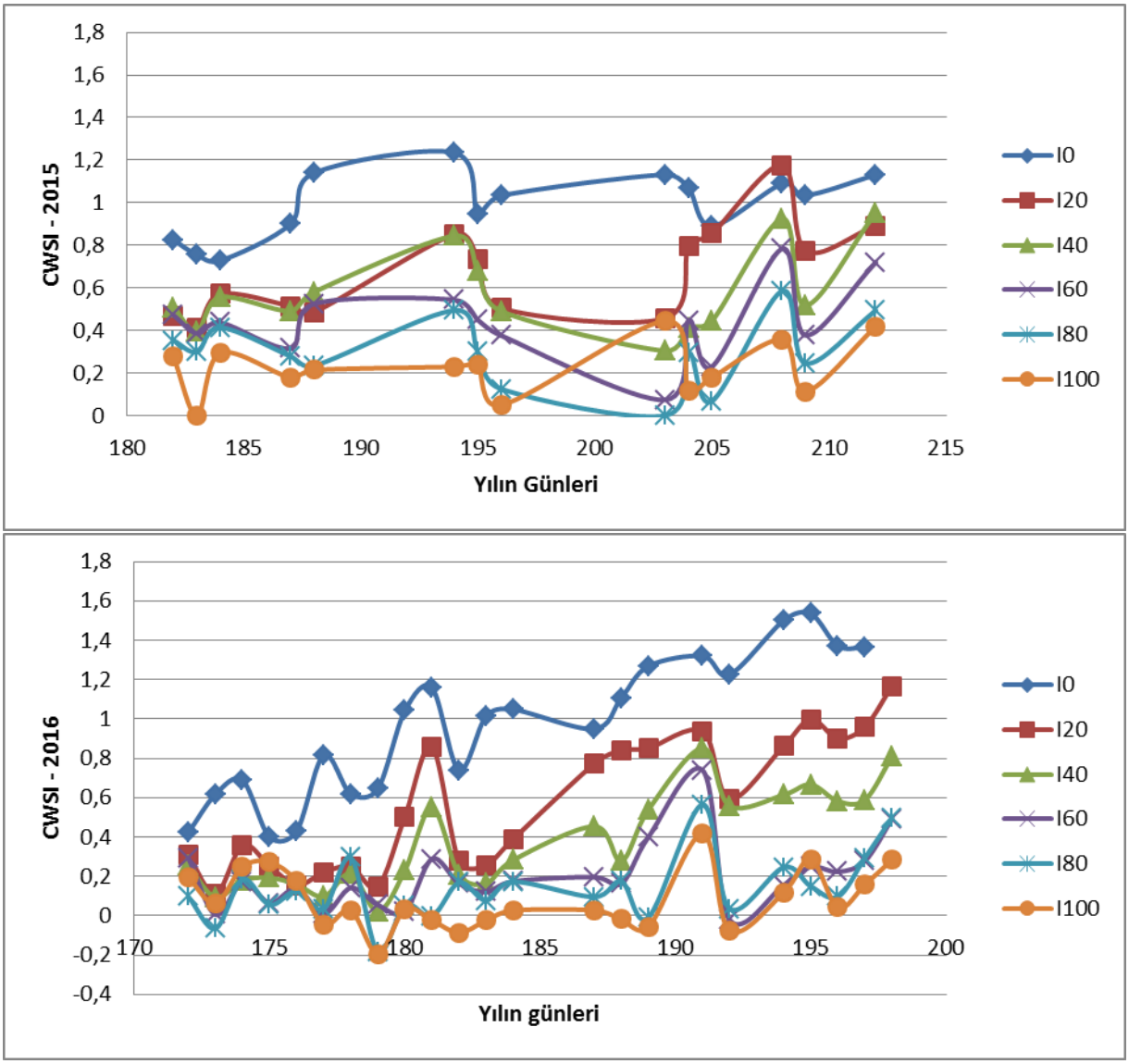
Şekil 39 incelendiğinde T_c-T_a farkının sulama uygulamalarından etkilendiği görülmektedir. Her iki yetişme sezonunda en yüksek T_c-T_a değeri hiç sulanmayan konu olan I_0 konusundan, en düşük T_c-T_a değeri ise tam sulanan konu olan I_{100} konusundan elde edilmiştir. T_c-T_a değerleri 2015 yılında -3.1 ^{0}C ile 8.9 ^{0}C arasında değişirken, 2016 yılında -5.5 ^{0}C ile 14.1 ^{0}C arasında değişim göstermiştir. Sulama suyu düzeyi arttıkça T_c-T_a değeri azalırken sulama suyu düzeyi azaldıkça T_c-T_a değeri artmıştır. Eğer bitki yeterli düzeyde transpirasyon yaparsa terleme sonucu bitki yaprakları serinleyerek T_c-T_a değeri negatif olmaktadır. Bitki transpirasyonu yeterli olmadığı durumlarda T_c-T_a değeri yükselerek su stresine göre pozitif değerlere ulaşabilmektedir. Tc-Ta ve buhar basıncı farkı (VPD) değerleri kullanılarak Idso vd., (1981)'de belirtilen amprik eşitlik yardımıyla CWSI hesaplanmasında kullanılacak temel grafik elde edilmiştir (Şekil 40).





Şekil 40. CWSI hesaplamasında kullanılan temel grafik

Alt baz (LL) hiç sulanmayan konu olan I_0 konusundan elde edilirken, üst baz (UL) ise su stresinin hiç yaşatılmadığı potansiyel olarak tam transpirasyon yapan I_{100} konusundan elde edilmiştir. Idso vd., (1981)'de gösterilen amprik eşitlik vasıtasıyla hesaplanan CWSI değeri konular bazındaki değişimi Şekil 38'de gösterilmiştir. 2015 yılında LL eşitliği (R^2=0.75) Tc-Ta=-2.3142×VPD+4.1735 olarak bulunmuştur. 2016 yılında ise LL eşitliği (R^2=0.74) ve Tc-Ta=-2.99×VPD+6.7603 olarak bulunmuştur.

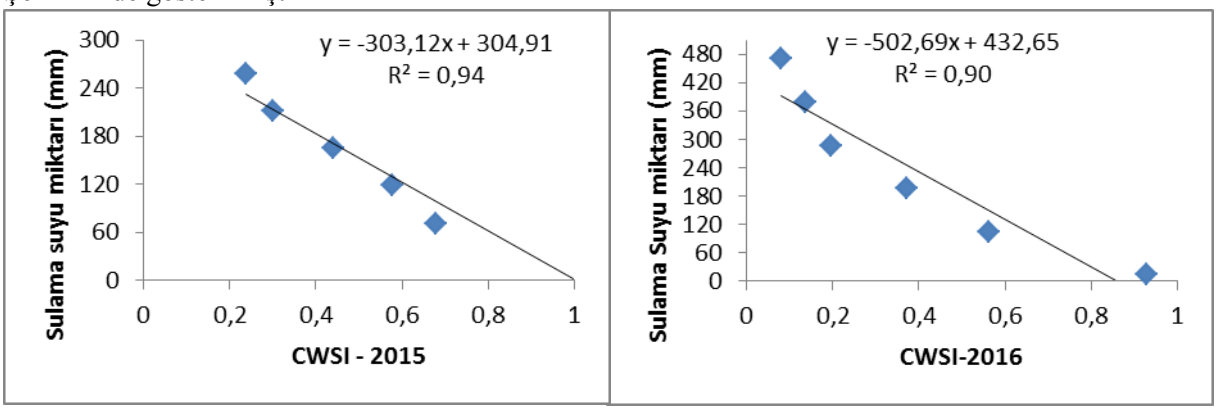


Şekil 41. Konular bazında CWSI değişimi

Şekil 41 incelendiğinde CWSI değerinin farklı sulama suyu uygulamalarından etkilendiği görülmektedir. Su stresinin yaşatıldığı konularda transpirasyonun az olduğu konularda T_c-T_a değeri pozitif olmakta ve CWSI değeri 1'in üzerine kadar çıkmıştır. Su stresinin yaşatılmadığı durumda bitki yeterli transpirasyon yaparak T_c-T_a negatif değerlere düşmekte ve CWSI değeri küçük çıkmaktadır. 2015 yılında konular bazında CWSI değişimi incelendiğinde I_{100} konusunda -0.05 ile 0.51 arasında, I_{80} konusunda -0.02 ile 0.53 arasında, I_{60} konusunda 0.07 ile 0.73 arasında, I_{40} konusunda 0.31 ile 0.95 arasında, I_{20} konusunda 0.41 ile 1.17 arasında ve I_0 konusunda 0.66 ile 1.25 arasında değiştiği bulunmuştur. 2016 yılında ise I_{100} konusunda -0.06 ile 0.42 arasında, I_{80} konusunda -0.06 ile 0.56 arasında, I_{60} konusunda 0.05 ile 0.73 arasında, I_{40} konusunda 0.10 ile 0.85 arasında, I_{20} konusunda 0.11 ile 0.94 arasında ve I_0 konusunda 0.42 ile 1.54 arasında değiştiği bulunmuştur.

3.4. CWSI ile Sulama Suyu Miktarı ve ET Arasındaki İlişki

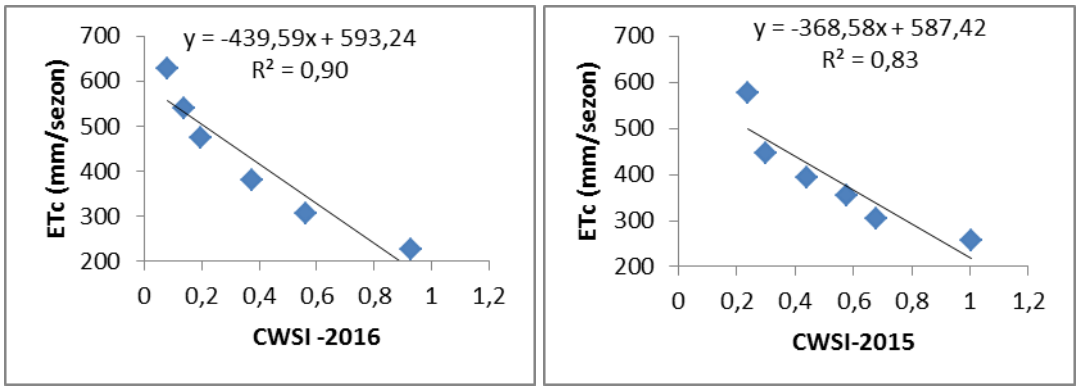
Çerezlik kabak bitkisine uygulanan sulama suyu miktarı ile yıllık ortalama CWSI arasındaki ilişki Şekil 42'de gösterilmiştir.



Şekil 42. Uygulanan sulama suyu miktarı ile CWSI arasındaki ilişki

Şekil 42 incelendiğinde azalan sulama suyu miktarı ile CWSI değeri artış göstermiştir. Azalan sulama suyu ile birlikte azalan transpirasyon bitki yaprak sıcaklığını artırmaktadır. Yaprak taç sıcaklığı hava sıcaklığından daha sıcak hale gelmektedir. Bunun neticesinde CWSI değeri yükselmektedir.

2015 yılında sulama suyu miktarı ile CWSI arasında I= -303.12×CWSI+304.91 eşitliği oluşurken 2016 yılında ise I=-502.69×CWSI+432.65 eşitliği bulunmuştur. Farklı sulama suyu uygulamaları sonucu oluşan bitki su tüketimi (ET_c) arasındaki ilişki Şekil 43'de verilmiştir



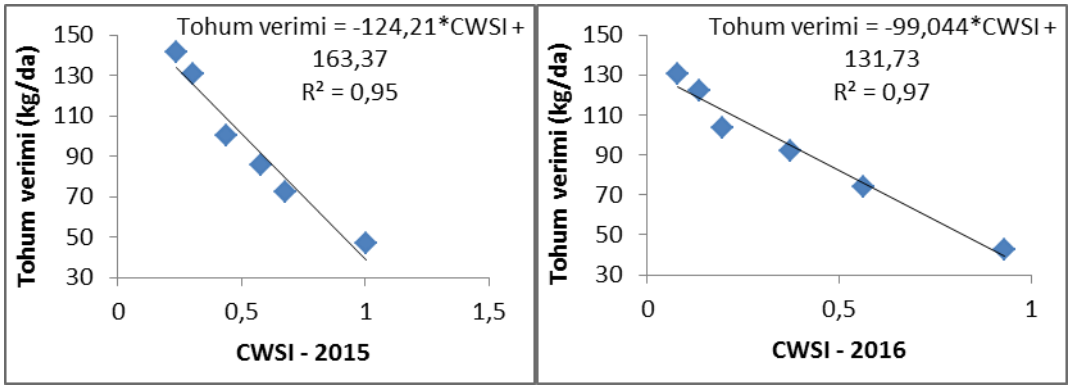
Şekil 83. Çerezlik kabakta ETc ile CWSI arasındaki ilişki

Şekil 43 incelendiğinde potansiyel olarak transpirasyon yapan bitkilerde ET_c artmakta ve CWSI değeri azalmaktadır. Elde ettiğimiz bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile uyum göstermektedir (Köksal, 2006; Gençel, 2009). 2015 yılında bitki su tüketimi ile CWSI

arasında ET_c=-368.58×CWSI+587.42 eşitliği oluşurken, 2016 yılında ise ET_c=-439.59×CWSI+593.24 eşitliği bulunmuştur.

3.5. CWSI ile Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişki

Farklı sulama suyu uygulamaları sonucu CWSI ile tohum verimi arasındaki ilişki Şekil 44'da gösterilmiştir.

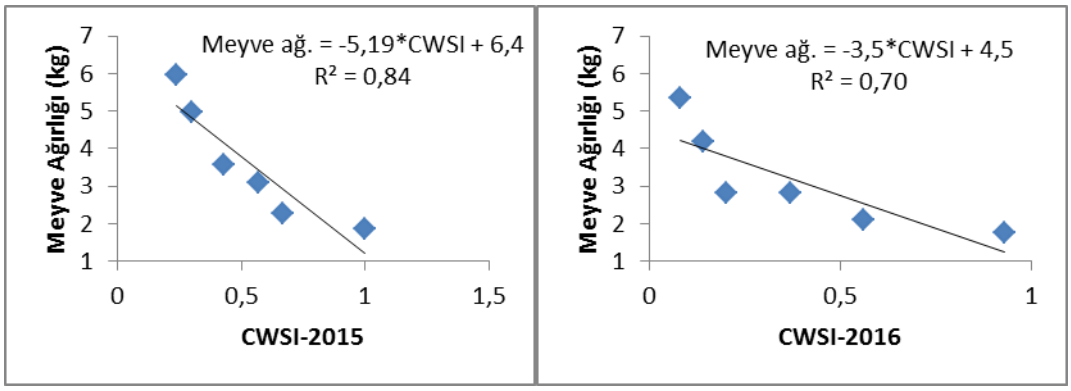


Şekil 9. Tohum verimi ile CWSI arasındaki ilişki

Şekil 44'den de görüleceği üzere azalan ET_c ile CWSI değeri yükselmekte buda tohum verimini azaltmaktadır. CWSI değeri arttıkça tohum verimi azalmakta, CWSI değeri azaldıkça tohum verimi artmaktadır. Her iki yetiştirme sezonunda da CWSI ile tohum verimi arasında R^2=0.95 ve R^2=0.97 gibi önemli istatistiki ilişkiler olduğu belirlenmiştir. 2015 yılında Tohum verimi = -124.21×CWSI + 163.37 ve 2016 yılında Tohum verimi = -99.044×CWSI + 131.73 eşitlikleri elde edilmiştir. Özer (2012) Tekirdağ'da 5 farklı sulama suyu düzeyi ile sulanan yemeklik kabakta CWSI ile verim arasında 2010 yılı için R^2=0.90, 2011 yılı için ise R^2=0.87 gibi istatistiksel açıdan önemli bir korelasyon olduğunu bildirmiştir. Erdem vd., (2010) brokolide yürüttükleri çalışmada CWSI ile verim arasında R^2=0.99 gibi önemli bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir. Mersin'de patlıcan üzerinde yürütülen bir çalışmada damla sulama ile sulanan patlıcanda CWSI ile verim arasında önemli korelasyonun olduğu bildirilmiştir (R^2=0.82). Sezen vd., (2014) kırmızı biber bitkisinde yaptıkları çalışma sonucunda verim ile CWSI arasında R^2=0.90 gibi önemli bir korelasyon olduğunu bulmuşlardır. Bu bilgiler ışığında çerezlik kabak tohum verim tahmininde CWSI değerinin kullanılabileceği söylenebilir.

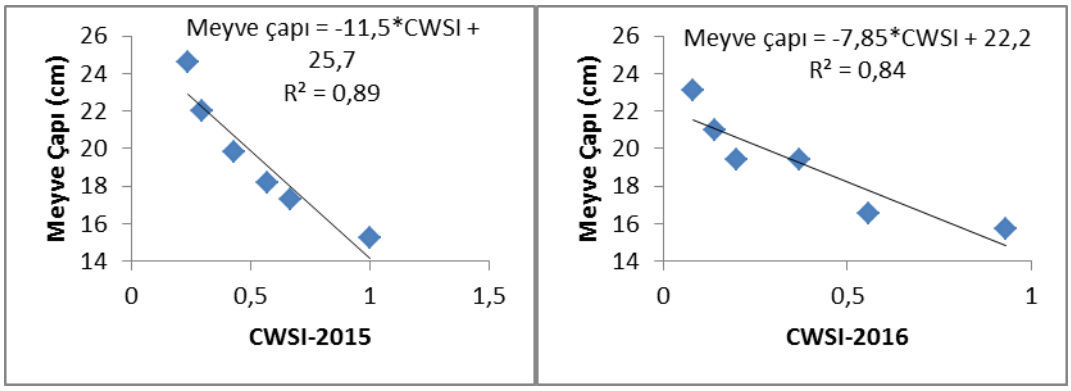
Farklı sulama suyu düzeyleri ile sulanan çerezlik kabakta meyve ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 45'de gösterilmiştir. Hem 2015 yılı yetiştirme sezonunda hem de 2016 yetiştirme sezonunda CWSI ile meyve ağırlığı arasında R^2=0.84 ve R^2=0.70 gibi önemli istatistiksel

ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. 2015 yılında Meyve ağ. = -5.19×CWSI + 6.4 eşitliği bulunurken, 2016 yılında Meyve ağ. = -3.5×CWSI + 4.5 eşitliği bulunmuştur. Her iki yetiştirme sezonunda da artan CWSI değeri ile meyve ağırlığı azalma göstermiştir. Bunun nedeni çerezlik kabağa uygulanan su stresi sonucu transpirasyon azalarak bitki su stresine girmektedir. Bu stres neticesinde yaprak sıcaklığı hava sıcaklığını aşarak CWSI değerini yükseltmekte ve verimde kayıplara neden olmaktadır.



Şekil 45. Meyve ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki

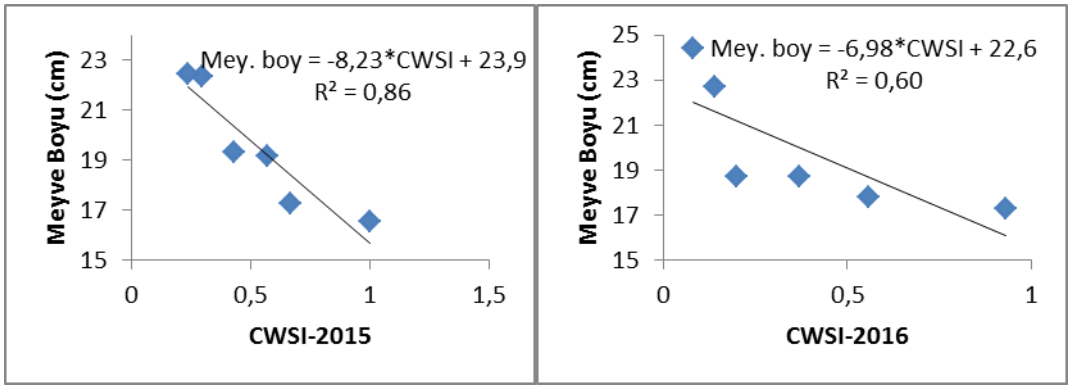
Çerezlik kabak bitkisinde meyve çapı ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 46'de gösterilmiştir. CWSI ile meyve çapı arasında 2015 yılında Meyve çapı = -11.5×CWSI + 25.7 ve R^2=0.89, 2016 yılında ise Meyve çapı = -7.85×CWSI + 22.2 ve R^2=0.84 gibi önemli istatistiksel ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Çerezlik kabak bitkisinde su stresi arttıkça meyve çapının doğru oranda azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 46. Meyve çapı ile CWSI arasındaki ilişki

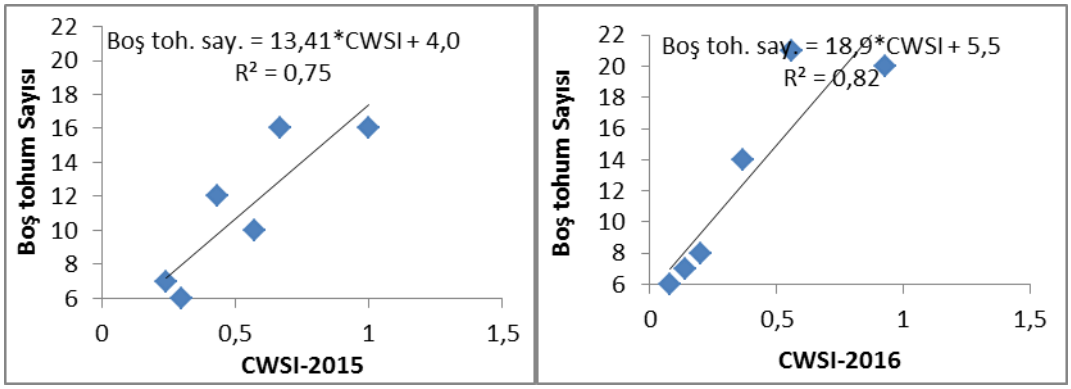
Farklı sulama suyu düzeyi ile sulanan çerezlik kabak bitkisinde meyve boyu ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 47'de verilmiştir. CWSI ile meyve boyu arasında hem 2015 yılında hem de 2016 yılında sırasıyla R^2=0.86 ve R^2=0.60 gibi önemli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 2015 yılında Meyve boyu = -8.23×CWSI + 23.9 eşitliği varken, 2016 yılında Meyve

boyu = -6.98×CWSI + 22.6 eşitliği bulunmuştur. Her iki yetiştirme sezonunda da bitkide su stres indeksi arttıkça buna paralel olarak meyve boyu da azalmıştır.



Şekil 47. Meyve boyu ile CWSI arasındaki ilişki

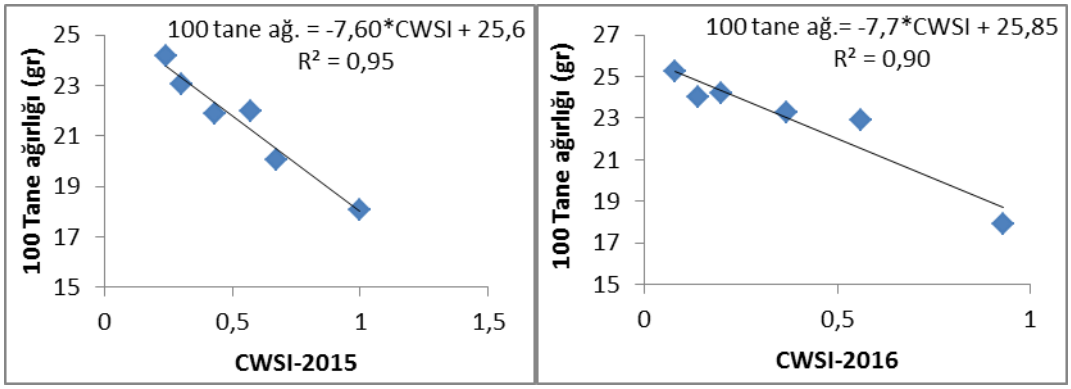
Değişik düzeylerde uygulanan sulama suyu uygulamaları sonucu elde edilen boş tohum sayısı ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 48'de gösterilmiştir. Şekil 48'den de görüleceği üzere çerezlik kabak bitkisinde su stresi arttıkça CWSI değeri artmış ve bunun sonucu olarak boş tohum sayısı yükselmiştir. 2015 yılında CWSI ile boş tohum sayısı arasında Boş tohum sayısı = 13.41×CWSI + 4.0 ve R^2=0.75 iken 2016 yılında Boş tohum sayısı = 18.9×CWSI + 5.5 ve R^2=0.82 olarak bulunmuştur. Her iki yılda da CWSI ile boş tohum arasında önemli negatif ilişkinin olduğu bulunmuştur.



Şekil 48. Boş tohum ile CWSI arasındaki ilişki

Farklı sulama suyu düzeyleri sonucu oluşan 100 tane ağırlıkları ile CWSI arasındaki ilişki Şekil 49'de gösterilmiştir. Hem 2015 yılında hem de 2016 yılında 100 tane ağırlığı ile CWSI arasında çok önemli istatistiksel ilişkilerin olduğu belirlenmiştir (R^2=0.95 ve R^2=0.90). Her iki yetiştirme sezonunda da bitkide yeterli transpirasyon olmadığında CWSI değeri artmış bunun sonucu olarak 100 tane ağırlıkları azalmıştır. 2015 yılında CWSI ile 100 tane ağırlığı

arasında 100 tane ağ. = -7.60×CWSI + 25.6 eşitliği varken, 2016 yılında 100 tane ağ.= -7.7×CWSI + 25.85 eşitliği bulunmuştur.



Şekil 49. 100 tane ağırlığı ile CWSI arasındaki ilişki

4. SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre 2015 yılında çerezlik kabak bitkisine uygulanan sulama suyu miktarları 24-258.40 mm arasında değişirken, 2016 yılında 13-470.20 mm arasında değişim göstermiştir. Bu veriler ışığı altında çerezlik kabak bitki su tüketim değerleri 2015 yılında 256-577 mm arasında değişirken, 2016 yılında 227-628 mm arasında değişim göstermiştir. Deneme sonucunda ortalama kc değerleri başlangıç, orta ve son dönem için sırasıyla 0.26, 1.22 ve 0.84 olarak bulunmuştur. Bu değerlerin FAO'ya göre verilen kc değerlerinden başlangıç dönemi için %46 daha az, orta ve son dönem için ise sırasıyla %22 ve %5 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verim değerleri istatistik analizleri sonucunda uygulanan sulama suyu düzeylerinden %1 seviyesinde etkilendiği görülmüştür. Analiz sonucunda 2015 ve 2016 yetiştirme sezonlarında istatistiksel olarak 4 farklı grup oluşmuştur. Ancak tam sulanan konu ile %20 su kısıntısı uygulanan konu arasında verim açısından istatistiksel olarak önemli farklılık oluşmamıştır.

Çerezlik kabak bitkisi genel olarak kurak şartlarda yetiştirilen ve kuraga dayanıklı bir bitki olarak bilinmektedir. Deneme sonucu çerezlik kabak bitkisi için k_y değeri 2015 yılı için 1.03, 2016 yılı için 0.93 ve ortalama olarak 0.98 olarak bulunmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlar çerezlik kabak bitkisinin su stresine karşı dayanıklı olduğunu ancak sulama imkânı olan yerlerde sulama ile verim artışlarının olacağı söylenebilir.

Araştırmamızda CWSI hesaplaması için gerekli olan alt baz denklemi 2015 yılında Tc-Ta=-2.3142*VPD+4.1735 olarak hesaplanırken 2016 yılında ise Tc-Ta=-2.99*VPD+6.7603 olarak hesaplanmıştır. 2015 yılında CWSI değerleri 0.24-1 arasında değişirken, 2016 yılında 0.08-0.93 arasında değişim göstermiştir. CWSI ile verim arasında istatistiksel olarak önemli ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. 2015 yılında verim ile CWSI arasında, Tohum verimi=-124.21*CWSI+163.37 gibi bir ilişki varken 2016 yılında, Tohum verimi=-99.044*CWSI+131.73 ilişkisi bulunmuştur. Bu bulgular neticesinde CWSI'nin sulama zamanı planlanmasında ve tohum verim tahmininde başarılı bir şekilde kullanılabileceği söylenebilir. Çerezlik kabak bitkisi için CWSI değeri 0.16-0.22 arasında olduğunda sulama yapılması önerilmektedir.

Tam sulama konusunda ortalama bitki başına meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, boş tohum sayısı, meyve başına yaş tohum ağırlığı, meyve başına kuru tohum ağırlığı, 100 tane ağırlığı, 100 tane iç ağırlığı (kabuksuz), tohum verim indeksi ve hasat indeksi sırasıyla 1.19 adet, 5.65 kg, 23.88 cm, 23.43 cm, 6.5 adet, 188.12 gr, 113.40 gr, 24.70 gr, 19.96 gr, 0.021 gr ve 0.34 olarak belirlenmiştir.

Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde sulama imkanı olan alanlarda çerezlik kabak bitkisinin su ihtiyacının tam olarak karşılanması verim ve kalite açısından önem arz etmektedir. Su kaynağı yetersiz ise yapılacak %20 su kısıntısı verimdeki düşüşün istatistiksel olarak önemli bir kayba sebebiyet vermediği için önerilebilir. Çıkış döneminde bitkinin en az iki kere sulanması sağlıklı çimlenme için önem arz etmektedir. Haziran ayında yağmur durumuna göre 1-3 kez, Temmuz ayında ise 6-9 kez sulanması önerilmektedir.

Uzaktan algılama teknikleri ile belirlenen CWSI bitki gelişimi, verim tahmini gibi parametrelerin izlenmesine olanak vermektedir. İnfrared termometre çerezlik kabak bitkisinin sulama yönetiminde başarılı bir şekilde kullanılabileceği söylenebilir. Bu çalışmada, proje öneri aşamasında ortaya koyulan tüm hedeflere ulaşılmıştır.

5. TEŞEKKÜR

Bu proje Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FDA-2015-5776 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. TOVAG 114O225 nolu proje kapsamında bazı toprak nem sensörleri satın alınmış ancak sayı bakımından yetersiz kalmıştır. ERÜ BAP birimi tarafından desteklenen bu proje sayesinde eksik kalan toprak nem sensörleri satın alınmış ve böylece toprak nem takibinin sorunsuz bir şekilde yapılması gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı üniversitemiz BAP birimine teşekkürlerimizi sunarız.

6. KAYNAKLAR

Abdel-Rezzak, H., Wahb-Allah M, Ibrahim A., Alenazi M., Alsadon A. 2016. "Response of Cherry Tomato To Irrigation Levels and Fruit Pruning Under Greenhouse Conditions", Journal of Agricultural Science Technology, 18:1091-1103.

Alderfasi, A.A., Nielsen D. 2001. "Use of Water Stress Index for Monitoring Water Status and Scheduling Irrigation in Wheat", Agricultural Water Management, 47:69-75.

Allen, R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. 1998. "Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements", Irrigation and Drain, Paper No.56.FAO, Rome, Italy, p.300.

Amer, K.H. 2011."Effect of Irrigation Method and Quantity on Squash Yield and Quality", Agricultural Water Management, 98(2011) 1197-1206.

Ardabili A.G., Farhoosh R., Haddad Khodaparast M.H. 2011. "Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (Cucurbita pepo Subsp. pepo Var. Styriaka) Grown in Iran", Journal of Agricultural Science Technology,13:1053-1063.

Bashir, M.A., Mohamed Y.M. 2014. "Evaluation of Full and Deficit Irrigation On Two Sunflower Hybrids Under Semi-Arid Environment of Gezira, Sudan", Journal of Agri-Food and Applied Science, 2(3):53-59.

Cemek B, M Apan, Y Demir, T Kara. 2005. "Sera Koşullarında Farklı Sulama Suyu Mıktarlarının Hıyar Bitkisinin Büyüme, Gelişme Ve Verim Üzerine Etkisi", OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20-3, 27- 34.

Çolak, Y.B., Yazar A., Çolak İ., Akça H., Duraktekin G. 2015. "Evaluation of Crop Water Stress Index (CWSI) for Eggplant under Varying Irrigation Regimes Using Surface and Subsurface Drip Systems", Agriculture and Agricultural Science Procedia, 4:372-382.

Doğan, E., Kahraman A., Bucak B., Kırnak H., Güldür M. E. 2013. "Varying Irrigation Rates Effect On Yield and Yield Components of Chickpea", Irrigation Science, 31:903-909.

El Naim, A. M., Ahmed M.F. 2010. "Effect of Irrigation Intervals and Inter-Row Spacing On Yield, Yields Components and Water Use Efficiency of Sunflower (Helianthus annuus L)", Journal of Applied Science Research, 6(9):1446-1451.

El-Mageed, T.A.A., Semida W.M. 2015. "Effect of Deficit Irrigation and Growing Seasons on Plant Water Status, Fruit Yield and Water Use Efficiency of Squash Under Saline Soil", Scientia Horticulturae, 186, 89-100.

Erdem, Y., Arin L., Erdem T., Polat S., Deveci M., Okursoy H., Gültas H. 2010. "Crop Water Stress Index For Assessing Irrigation Scheduling of Drip Irrigated Broccoli (Brassica oleracea L. var. italica)", Agricultural Water Management, 98(1):148–156.

Erdem, Y., Erdem T., Orta A.H., Okursoy H. 2006. "Irrigation Scheduling for Watermelon With Crop Water Stress Index (CWSI)", Journal of Central European Agriculture, 6(4):449-460.

Ermiş S. 2010. Ekolojinin Kabuklu ve Kabuksuz Çekirdek Kabak (Cucurbita pepo L.) Hatlarında Tohum Verimi ve Çerezlik Kalitesine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara, 153 s. (Doktora Tezi).

Er-Raki, S., Chehbouni A., Boulet G., Williams D.G. 2010. "Using the Dual Approach of FAO-56 for Partitioning ET into Soil and Plant Components for Olive Orchards in a Semi-Arid Regin", Agricultural Water Managment, 97:1769-1778.

Ertek, A., Şensoy S., Yıldız, M., Kabay T. 2002. "Estimation of The Most Suitable Irrigation Frequencies and Quantities in Eggplant Grown in Greenhouse Condition by Using Free Pan Evaporation Coefficient", K.S. University Life Science Engineering Journal 5(2):57-67.

Ertek, A., Şensoy, S., Küçükyumu, C., Gedik, İ. 2004. "Irrigation Frequency and Amount Affect Yield Components of Summer Squash (Cucurbita pepo L.)", Agricultural Water Management, 67:63-76.

Fabeiro, C., Olalla F. M., Juan J.A. 2002. "Production of Muskmelon (Cucumis melo L.) Under Controlled Deficit Irrigation In a Semi-Arid Climate", Agricultural Water Management, 54:93-105.

Fucs, M., Tanner, C.B. 1966. "Infrared Thermometry of Vegetation", Agronomy Journal 58:597-601.

Gençel, B. 2009. İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Bitki Su Stres İndeksini (CWSI) Kullanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Kestirimi, Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı Doktora Lisans Tezi.

Gençoğlan, C., Yazar A. 1999b. "Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri", Turkish Journal of Agriculture and Foresty, 23:233-241.

Türkiye İstatistik Kurumu. https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul, son erişim tarihi:15 Eylül 2017

Idso, S.B., Jackson R.D., Pinter R.D., Reginato R.J., Hatfield J.L. 1981."Normalizing The Stres-Degree-Day Parameter for Environmental Variability", Agricultural Meteorology, 24:45-55.

Idso, S.B., Pinter Jr., P.J., Reginato R.J. 1990. "Non-water Stressed Baselines: The İmportance of Site Selection for Air Temperature and Air Vapour Pressure Deficit Measurements", Agricultural and Forest Meteorology, 53:73-80.

Jackson, R.D., Idso S.B., Reginato R.J. 1977. ''Remote Sensing of Crop Canopy Temperatures for Scheduling İrrigations and Estimating Yields'', Proc.symp. on remote sensing of natural resources, Utah State University, Logan, UT, USA.

James, LG. 1993. Principles of Farm Irrigation System design. Florida: Krieger publishing company.

Karam, F., Lahoud R., Masaad R., Kabalan R., Breidi J., Chalita C., Rouphael Y. 2007. "Evapotranspiration, Seed Yield and Water Use Efficiency of Drip Irrigated Sunflower Under Full and Deficit Irrigation Conditions", Agricultural Water Management, 90:213-223.

Kayam, Y., Beyazgül M., Yazar A. 2000. "Infrared Termometre Tekniğinin Pamuk Sulamasında Kullanılma Olanakları", Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, 312-326.

Kaygusuz, K., Sari A. 2003. "Renewable Energy Potential and Utilization in Turkey", Energy Convers Man., 44:459-478.

Keller, J., Bliesner R.D. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. Chapman and Hall, 115 Fifth Avenue, NY.

Kınacı, G., Akın R., Kınacı E. 2008. "Farklı Sulama Rejimlerinin Kuru Fasulyenin (Phaseolus vulgaris L.) Fiziksel Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri", C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 4.2: 179-186.

Kırnak H., Gençoğlan C., Değirmenci V. 2003. "Harran Ovası Koşullarında Kısıntılı Sulamanın II. Ürün Mısır Verimine ve Bitki Gelişimine Etkisi", Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 34(2), 117-123.

Köksal, E. S. 2006. Sulama Suyu Düzeylerinin Şeker Pancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin, İnfrared Termometre ve Spektroradyometre ile Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.

Köksal, E.S., Yıldırım Y.E. 2011. "Şeker pancarı sulama zamanı belirlenmesinde bitki su stres indeksinin kullanılma olanakları", Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 26:57-62.

Mirabad, A. A., Lotfi M., Roozban M. R. 2014. "Growth, yield, yield components and water-use efficiency in irrigated cantaloupes under full and deficit irrigation", Electronic Journal of Biology, 10(3):79-84.

Moran, M.S., Clarke T.R., Inoue Y., Vidal A. 1994. "Estimating crop water deficit using the relation between surface – air temperature and spectral vegetation index", Remote Sensing Environmental, 49:246-263.

Murkovic, M., Hillebrand A., Winkler J., Leitner E., Pfannhauser W. 1996. “Variability of fatty acid content in pumpkin seeds (Cucurbita pepo L.)”, Z Lebensm Unters Forsch, 203:216-219.

Nielsen, D.C. 1990. “Scheduling irrigation for soybeans with the crop water stress index (CWSI)”, Field Crops Research, 23:103-116.

Ödemiş, B., Baştuğ R. 1999. “İnfrared Termometre Tekniği Kullanarak Pamukta Bitki Su Stresinin Değerlendirilmesi ve Sulamaların Programlanması”, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, TÜBİTAK, 23 (31-37).

Öneş, A., Demir K., Çakmak B., Kendirli B. 1995. “Drip Irrigation Scheduling in Head Lettuce Grown in Greenhouse Condition”. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kemer-Antalya, p.208.

Sezen, S. M., Yazar A., Daşgan Y., Yucel S., Akyıldız A., Tekin S., Akhoundnejad Y. 2014. “Evaluation of crop water stress index (CWSI) for red pepper with drip and furrow irrigation under varying irrigation regimes”, Agricultural Water Management, 143:59-70.

Stevenson, D.G., Eller F.J., Wang L., Jane J.L., Wang T. 2007. “Oil and Tocopherol Content and Composition of Pumpkin Seed Oil in 12 Cultivars”, Journal of Agricultural Food Chemistry, 55, 4005-4013.

Taheri, N., Zarghami R., Oveysi M., Tarighaleslami M. 2012. “The effect of source limitations on yield and yield componenets of soybean (Glycine max L.) under drought stress”, World Applied Science Journal 18(6): 788-795.

Toğay, N., Toğay Y., Erman M., Doğan Y., Çığ F. 2005. “Kuru ve sulu koşullarda farklı bitki sıklıklarının bazı nohut (Cicer arietinum L.) çeşitlerinde verim ve verim ögelerine etkileri”, Tarım Bilimleri Dergisi, 11(4): 417-421.

Tüzüner, A., Kuruncu N., Gedikoğlu İ., Eyüpoğlu F., Börekçi M., Sönmez B., Ağar A. 1990. Toprak ve Su Analiz Lab. El Kitabı, Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Gen. Müd. Yay. Ankara, 375s.

Wanjura, D.F., Upchurch D.R., Mahan J.R. 1992. “Automated Irrigation Based on Threshold Canopy Tempearture”, ASAE, 35:145-152.

Yanmaz, R. 1995. Çekirdek Kabağı Yetiştiriciliği, Ziraat Mühendisleri Eğitim Seminer Notu. Ankara.

Yanmaz, R., Düzeltir B. 2003. Çekirdek Kabağı Yetiştiriciliği, Türk-Koop Ekin, Tarım Kredi Kooperatifleri Merkez Birliği Yayın Organı:26, ISSN-1301515X.

Yanmaz, R., Ermiş S., Aras V. 2010. "Çekirdek Kabaklarında Kalite Özellikleri", Tarım Türk, 24(5):62-64.

Yavuz, D., Seymen M., Yavuz N., Türkmen Ö. 2015b. "Effects of ırrigation ınterval and quantity on the yield and quality of confectionary pumpkin grown under field conditions", Agricultural Water Management, 159:290-298.

Yavuz, D., Yavuz N, Seymen M, Türkmen Ö. 2015a. "Evapotranspiration, crop coefficient and seed yield of drip ırrigated pumpkin under semi-arid conditions", Scientia Horticulturae, 197: 33-40.

Yıldırım, O. 2003. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. A.Ü. Ziraat Fak. No:1536, Ders Kitabı 489, Ankara.