

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Eser ÇELİKTOPUZ

**FARKLI SULAMA DÜZEYLERİ VE BİYOAKTİVATÖR
UYGULAMASININ İKİ ÇİLEK ÇEŞİDİNDE VERİM VE
MEYVE KALİTESİ İLE BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ADANA-2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**


**FARKLI SULAMA DÜZEYLERİ VE BİYOAKTİVATÖR
UYGULAMASININ İKİ ÇİLEK ÇEŞİDİNDE VERİM VE MEYVE
KALİTESİ İLE BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Eser ÇELİKTOPUZ

DOKTORA TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

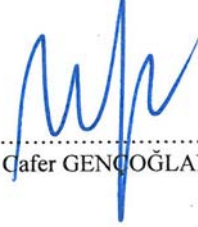
Bu Tez 31/05/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.




Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ
DANIŞMAN



Prof. Dr. Sevgi PAYDAŞ KARGI
ÜYE



Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN
ÜYE



Doç. Dr. Harun KAMAN
ÜYE



Dr. Öğr. Üyesi Burçak KAPUR
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2016-6519**

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

ÖZ

DOKTORA TEZİ

FARKLI SULAMA DÜZEYLERİ VE BİYOAKTİVATÖR UYGULAMASININ İKİ ÇİLEK ÇEŞİDİNDE VERİM VE MEYVE KALİTESİ İLE BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Eser ÇELİKTOPUZ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ
Yıl: 2019, Sayfa: 327
Jüri : Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ
: Prof. Dr. Sevgi PAYDAŞ KARGI
: Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN
: Doç. Dr. Harun KAMAN
: Dr. Öğr. Üyesi Burçak KAPUR

Bu tez çalışması, 4 farklı sulama suyu seviyesi (IR125, IR100, IR75 ve IR50) ile birlikte biyoaktivatör uygulamasının ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinin besin elementi konsantrasyonları, meyve verim, kalite ile morfo-fizyolojik özellikleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla 2015-2016 ve 2016-2017 yetiştiricilik dönemlerinde yürütülmüştür. Çalışma sonucunda; ‘Rubygem’ çeşidinin ‘Kabarla’ya göre, her iki deneme yılında, sulama suyundan daha fazla yararlanmasının yanında daha yüksek pazarlanabilir meyve miktarı, meyve en, boy, ağırlık ve parlaklığına sahip olduğu belirlenmiştir. Ek olarak; ikinci deneme yılında ‘Rubygem’in ‘Kabarlaya’ göre % 38 oranında daha verimli olduğu saptanmıştır. Biyoaktivatör uygulaması her ne kadar meyve kalite parametreleri üzerinde önemli etkiler yapmasa da, meyve verim parametrelerini, makro ve mikro birçok besin elementi konsantrasyonunu ve morfo-fizyolojik özellikleri olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. IR50 uygulamasının SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde) ve Fe konsantrasyonu üzerinde olumlu yönde etkileri belirlenmesine rağmen; stomaların kapanmasına, YSP (Yaprak Su Potansiyeli) değerlerinin düşmesine, köklerden meyvelere kadar taşınan hemen bütün besin elementi konsantrasyonlarının azalmasına, bitki gelişim parametreleri ile birlikte özellikle meyve sayısı ve ağırlığının yanında verimde büyük düşüslere sebep olduğu saptanmıştır. IR125 uygulamasının ise her iki çeşitte de, sanılanın aksine, meyve kalite parametrelerini, yaprak N, P, K, Mn ve Zn konsantrasyonlarını olumsuz yönde etkilemesi dikkat çekmiştir. Ek olarak; IR125 uygulamasının, IR100 ve IR75 uygulamaları ile kıyaslandığında, verim, pazarlanabilir meyve miktarı, meyve eni, boyu, dış rengi, titre edilebilir asit miktarı, pH ile yaprak alanı, gövde çapı, meyve N, P, Ca, Mg, Mn ve Cu konsantrasyonlarında fark yaratmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, YSP, stoma iletkenliği, pomolojik analizler

ABSTRACT

PhD THESIS

THE EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION LEVELS AND BIO-ACTIVATOR APPLICATION ON YIELD, FRUIT QUALITY AND NUTRIENT CONTENTS IN TWO STRAWBERRY VARIETIES

Eser ÇELİKTOPUZ

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
AGRICULTURAL STRUCTURES AND IRRIGATION
SCIENCE DEPARTMENT**

Supervisor : Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ
Year: 2019, Pages: 327
Jury : Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ
: Prof. Dr. Sevgi PAYDAŞ KARGI
: Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN
: Assoc. Prof. Dr. Harun KAMAN
: Asst. Prof. Dr. Burçak KAPUR

In this thesis, 4 different irrigation water levels (IR 125, IR 100, IR 75 and IR 50) together with the application of bio-activator, were carried out in 2015-2016 and 2016-2017 growing periods in order to investigate the effects of nutrient concentration, fruit yield, quality and morpho-physiological characteristics of ‘Rubygem’ and ‘Kabarla’ strawberry varieties. ‘Rubygem’ varieties, in comparison to ‘Kabarla’, in both trial years, in addition to utilization from irrigation water more, had higher percentage of marketable fruit, fruit size, height, weight and brightness. Moreover, in the second trial year, ‘Rubygem’ yielded % 38 more than ‘Kabarla’. Bio-activator application did not have important effects on fruit quality parameters, however it was determined that fruit yield parameters, macro and micro nutrient concentration and morpho-physiological characteristics were affected positively. Even though; the effects of IR50 application had positive effects on TSS (Total Soluble Solid) and Fe concentration; it was found that IR50 application closes stomata, decreases LWP (Leaf Water Potential) values, decreases almost all nutrient concentrations carried from roots to fruits, and decreases in yield, as well as fruit number and weight, along with plant growth parameters. IR125 application in both varieties, contrary to the popular belief, had affected fruit quality parameters, leaf N, P, K, Mn and Zn concentrations negatively. IR125 application, when compared to IR100 and IR75 applications, did not make any difference on yield, percentage of marketable fruit, fruit diameter, length, outer color, titratable acidity, pH, along with leaf area, stem diameter and fruit N, P, Ca, Mg, Mn and Cu concentrations.

Key Words: Drought, LWP, stomatal conductance, pomological analyzes

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

İklim değişikliği nedeniyle dünyanın farklı bölgelerinde, Akdeniz bölgesi dahil, daha sık ve uzun süreli kuraklık olayları beklenmektedir. Bunun sonucunda da, ürün veriminde azalmalar hatta daha şiddetli kuraklık durumlarında ise, çok ciddi gıda kıtlığının ortaya çıkabileceği düşünülmektedir. Su stresinin bitki beslenmesi üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak, su stresinin neden olduğu zararı ve buna bağlı besin eksikliğini en aza indirecek stratejiler geliştirmek tarımın geleceği açısından elzendir. Bu yüzden, biyoaktivatörler gibi sürdürülebilir tarım için her geçen gün daha fazla yaygınlaşan uygulamalar sayesinde çok sayıda morfo-fizyolojik özellikleri olumlu yönde etkileyen, bitki gelişmesini artıran, bitkilerin doğal savunma sistemlerini güçlendiren, daha fazla besin elementi ve su alımını teşvik eden, su stresi gibi abiyotik ve biyotik streslere toleransı arttıran, verimin ve meyve kalitesinin artmasına yardımcı olan doğal ve çevre dostu uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Ülkemiz çilek yetiştiriliği bakımından önemli bir potansiyele sahip olmakla beraber son 19 yıl verileri değerlendirildiğinde, çilek üretimimizin 3.4 kat, üretim alanımızın 1.7 kat arttığı belirlenmiştir. Çilek de dahil olmak üzere birçok ürüne uygulanan gübre miktarlarının azaltılması hem çevreye verdiği zararlardan hem de üreticilerin girdi maliyetlerini azaltma arzusundan dolayı sürdürülebilir tarımın en önemli amaçlarından biridir. Dünya çapında çilek yetiştiriciliğinde farklı sulama seviyelerinin denenmesine karşın, ülkemizde bu tip çalışmalar ne yazık ki yok denecek kadar azdır. Bitkilere uygulanacak sulama suyu miktarının yetiştiricilik yapılan döneme, çeşide, iklim şartlarına, toprak yapısına ve daha birçok faktöre göre değiştii daha önceki çalışmalarda da belirlenmiştir. Bu yüzden, çileğin farklı sulama miktarları ile kalite ve verimdeki değişimlerinin saptanması önem kazanmıştır.

Su stresi toleransı ile ilgili çeşitli bitkiler üzerinde çok sayıda araştırma olmasına rağmen (Bota ve ark, 2001: Herralde ve ark, 2001), farklı çilek

çeşitlerinin toprakta su mevcudiyetinin azaldığı veya arttığı koşullarda morfo-fizyolojik tepkileri ve özellikle meyve besin elementi konsantrasyonlarının değişimi konusunda bilgi eksikliği vardır. Çalışma, aşırı ve yetersiz miktarlarda sulamanın neden olduğu verim kayıplarını ortaya koymasının yanında, su kullanımını en uygun hale getirerek ülkemizin ve dünyanın geleceği için önemli olan su tasarrufuna da katkı sağlayacaktır. Kısaca, bu çalışmada farklı sulama düzeyleri ve biyoaktivatör uygulamasının çilek bitkisinin besin elementi alımları ile meyve verim, kalite ile morfo-fizyolojik özellikleri üzerine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

Bu tez çalışması, 2015-2016 ve 2016-2017 yetiştiricilik dönemlerinde, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait araştırma alanına kurulan yüksek tünellerde yürütülmüştür. Bitki materyali olarak, 'Rubygem' ve 'Kabarla' çeşitlerinin kullanıldığı bu araştırmada, dört farklı sulama suyu seviyesi (IR125, IR100, IR75 ve IR50) ile birlikte biyoaktivatörün etkileri araştırılmıştır.

Çalışmada, bitki başına en yüksek ortalama verim birinci deneme yılında IR75 uygulamalarından elde edilirken, ikinci yıl IR100 uygulamalarından elde edilmiştir. Her iki yıl verileri birlikte değerlendirildiğinde, IR125, IR100 ve IR75 sulama konuları aynı istatistik grubunda yer almışlardır. Biyoaktivatör uygulamasının kontrol koşullarına göre verimi ilk yıl yaklaşık olarak % 10, ikinci yıl yaklaşık % 14 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, özellikle 'Rubygem' çeşidinin 'Kabarla'ya göre her iki deneme yılında, sulama suyundan daha fazla yararlanmasının yanında daha yüksek pazarlanabilir meyve yüzdesi, meyve en, boy, ağırlık ve parlaklığa sahip olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, ikinci deneme yılında 'Rubygem'in 'Kabarlaya' göre % 38 oranında daha verimli olduğu ve tüm bu sonuçlar dikkate alındığında Çukurova koşullarına daha uygun olduğu belirlenmiştir. Biyoaktivatör uygulaması her ne kadar meyve kalite parametreleri üzerinde önemli etkiler yapmasa da, meyve verim parametrelerini, makro ve mikro birçok bitki besin elementinin

alımını ve morfo-fizyolojik özellikleri olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu anlamda, biyoaktivatör uygulamalarının su sıkıntısı olan bölgelerde bitki yetiştiriciliği için önemli bir strateji olabileceği söylenebilir.

Su stresinin en çok uygulandığı IR50 uygulamasının SÇKM, meyve et sertliği ('Kabarla' çeşidi için) ve Fe konsantrasyonu üzerinde olumlu yönde etkileri belirlenmesine rağmen, şiddetli su stresinin özellikle terlemeyi azaltarak stomaların kapanmasına ve YSP değerlerinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir. Ek olarak, aktif su ve besin elementi taşıyıcı mekanizmada bozukluklar oluşması nedeniyle köklerden meyvelere kadar taşınan hemen hemen bütün besin elementi konsantrasyonlarının ve suyun sınırlı kaldığı görülmektedir. Bozulan toprak-bitki-su ilişkileri sebebiyle bitkinin verimini yansıtan bitki gelişim parametreleri ile birlikte özellikle meyve sayısı ve ağırlığı olumsuz yönde etkilenerek verim değerlerinde büyük düşüşler kaydedilmiştir. Ayrıca, bitkiye ihtiyacından daha fazla su uygulamanın (IR125) her iki çeşitte de, sanılanın aksine, meyve kalite parametrelerinde, yaprak N, P, K, Mn ve Zn konsantrasyonlarını olumsuz yönde etkilemesi dikkat çekmiştir. Bunun sebebinin, oksijenden yoksun bırakılan kök sistemlerinin, gerekli su ve besin maddelerinin alınması, tutulması ve iletilmesi işlemlerini gerçekleştiremeyerek bitki bünyesinde bir dizi sorunlara yol açmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ek olarak, IR125 uygulamasının verim, pazarlanabilir meyve yüzdesi, meyve eni, meyve boyu, meyve dış rengi, titre edilebilir asit miktarı, pH, yaprak alanı, gövde çapı ve meyve N, P, Ca, Mg, Mn ve Cu konsantrasyonlarında ise, IR100 ve IR75 uygulamaları ile kıyaslandığında fark yaratamadığı tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında, bitki bünyesinde kalıcı hasarların oluşması: su stresinin seviyesine, toprakta bulunan besin elementi konsantrasyonuna ve bitki çeşidine bağlı olduğu düşünülmektedir. Ve, daha az sulama suyu uygulanan ancak her iki deneme yılında da özellikle verimde istatistiksel olarak en yüksek önem grubunda yer alması ve SÇKM gibi tüketicilerin ürün seçiminde önemli rol oynayan meyve kalite parametreleri üzerindeki olumlu etkileri değerlendirildiğinde, IR75 sulama uygulamasının

gelecekteki çalışmalarda daha fazla kullanılması gerektiği dşnlmektedir. Tüm bu sonuçlar biyoaktivatör uygulamasının en uygun miktarda sulama suyuyla birleştirilmesi gerektiğini ve su stresi ya da çoklu stres koşulları altında biyoaktivatör uygulamalarının bitki adaptasyonlarının geliştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Ek olarak, bu araştırma ülkemiz ilek yetiştiriciliğinde farklı sulama seviyelerinin özellikle meyve besin elementi içeriklerine etkisini araştırması bakımından nc olup, bundan sonraki çalışmalara ışık tutacaktır. Araştırmada elde edilen verilere dayanılarak bundan sonraki çalışmalar için kısıntılı ve aşırı sulama koşulları altında güncel çeşitlerin meyve kalite parametrelerinden şeker, organik asit, aroma ve fenolik bileşikler ile antioksidan kapasitelerinin de araştırılmaları önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın gerçekleştirilmesinde ve eğitim sürem boyunca değerli bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşan, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ'ye, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan ve her zaman desteğini hissettiğim değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Burçak Kapur'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Bu tez çalışmasının uygulandığı çalışma alanını ve pomolojik analizler için laboratuvarlarını benimle paylaşan, tez çalışmamın sağlıklı bir şekilde yürütülmesini için her zaman bilgi, birikim ve tecrübelerine ihtiyaç duyduğum kıymetli hocam Prof. Dr. Sevgi PAYDAŞ KARGI'ya, tez sürem boyunca hem arazideki hem de laboratuvardaki ölçümler ve analizlerde yardımlarını esirgemeyen, her zaman desteğini hissettiğim çalışma arkadaşım Ar. Gör. Dr. Mehmet Ali SARIDAŞ'a, ve katkılarından dolayı bahçe bitkileri arazi personeli ile lisans ve yüksek lisans öğrencilerine teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın planlanmasında ve yürütülmesinde fikirlerini ve tecrübelerini benimle paylaşan ve katkıda bulunan değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN ve Doç. Dr. Harun KAMAN hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmamın kapsamında yer alan bitki besin elementi analizlerinin yapılması için bizlere laboratuvarlarını açan sayın Prof. Dr. M. Bülent TORUN ve başta Oğuzhan AYDIN olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarına da teşekkür ederim. Morfolojik, fizyolojik, pomolojik ve yine besin elementi analizlerimin bir kısmının yapılmasında yardımcı olan başta laboratuvar sorumlumuz A. Mine YILDIZ ve bölümümüz yüksek lisans öğrencilerinden Yeşim ŞAHİNER, Fatma AKSOY ve Abdul Qaiyom SARWARİ'ye teşekkürü bir borç bilirim. Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitim sürem boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümündeki tüm hocalarıma ve personellerine teşekkür ederim. Bu çalışmanın sağlıklı bir şekilde yürütülmesi için maddi destek sağlayan Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimine (FDK-2016-6519) teşekkür ederim. Son olarak ise, çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, sonsuz sabır ve özveri gösteren başta annem Ümit ÇELİKTOPUZ ve eşim Jülide ÇELİKTOPUZ olmak üzere tüm aileme kalpten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VI
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XXII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XXIV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
3. MATERYAL VE METOD	35
3.1. Materyal	35
3.1.1. Deneme yeri.....	35
3.1.2. Toprak özellikleri.....	35
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Bitki Çeşitlerinin Özellikleri	36
3.1.4. Tarımsal İşlemler	37
3.1.5. İklim Durumu.	38
3.2. Metod	41
3.2.1. Araştırma Konuları	41
3.2.2. Sulama Zamanı ve Uygulanacak Su Miktarının Hesaplanması.....	42
3.2.3. Toprak Suyu Gözlemleri.....	44
3.2.4. Sulama Suyu Kullanım Randımanı (SSKR).....	44
3.2.5. Sulama Uygulamalarında Türdeşlik Ölçütleri	45
3.2.5.1. Sulama (Uygulama) Eşdağılım.....	45
3.2.5.2. Dağılım Türdeşliği (DU).	45
3.2.6. Gübreleme	46
3.2.7. Biyoaktivatör Uygulamaları	49

3.2.8. Araştırmada İncelenen Verim Kriterleri	50
3.2.8.1. Bitki başına verim (g/bitki).....	50
3.2.8.2. Ortalama Meyve Sayısı (adet/bitki).....	50
3.2.8.3. Ortalama Meyve Ağırlığı (g/adet)	50
3.2.8.4 Meyve Kalite Parametreleri.....	51
3.2.8.4.1. Meyve Kalite Sınıflaması	51
3.2.8.4.2. Meyve Eni (mm).	51
3.2.8.4.3. Meyve Boyu (mm)	51
3.2.8.4.4. Meyve Dış Rengi (L*).....	52
3.2.8.4.5. Meyve Et Sertliği (Newton).	52
3.2.8.4.6. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%).....	52
3.2.8.4.7. Titre Edilebilir Asit İçeriği.	53
3.2.8.4.8. pH İçeriği.....	53
3.2.9 Bitki Besin Elementi Analizleri.....	53
3.2.9.1. Meyvede Bitki Besin Elementi Analizleri	53
3.2.9.2. Yaprakta Bitki Besin Elementi Analizleri.	54
3.2.10. Eko-Fizyolojik Ölçümler	54
3.2.10.1. Stoma İletkenliği.....	54
3.2.10.2. Yaprak Su Potansiyeli	55
3.2.11. Bitki Büyümesine Bağlı Bazı Ölçümler.	56
3.2.11.1. Yaprak Alanı	56
3.2.11.2. Gövde Çapı.....	56
3.2.11.3. Bitki Eni.....	56
3.2.11.4. Gövde Sayısı.....	57
3.2.11.5. Yaprak Sayısı.....	57
3.2.12. İstatistiksel Analizler.	57
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	59
4.1. Sulama ve Toprak Su İçeriği Değişimi.....	59
4.1.1. Sulama Durumu	60

4.1.2. Kök Bölgesi Toprak Su İçeriği Değişimi	64
4.1.3. Sulama Uygulamalarında Türdeşlik Ölçütleri.....	68
4.1.3.1. Sulama (Uygulama) Eş dağılımı.....	69
4.1.3.2. Dağılım Türdeşliği (DU)	69
4.1.4. Sulama Suyu Kullanım Randımanı (SSKR).....	69
4.2. Verim Değerleri	71
4.2.1. Bitki Başına Verim (g/bitki).....	72
4.2.2. Bitki Başına Ortalama Meyve Sayısı (adet/bitki)	76
4.2.3. Ortalama Meyve Ağırlığı (g/adet).....	79
4.3. Meyve Kalite Parametreleri	82
4.3.1. Pazarlanabilir Meyve Miktarının Toplam Verimdeki Payı (%).....	82
4.3.2. Meyve Eni (mm).....	89
4.3.3. Meyve Boyu (mm).....	94
4.3.4. Meyve Dış Rengi (L*)	100
4.3.5. Meyve Et Sertliği (Newton).....	106
4.3.6. Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%).....	112
4.3.7. Titre Edilebilir Asit İçeriği (%).....	119
4.3.8. pH İçeriği.....	125
4.4. Bitki Besin Elementi Analizleri.....	130
4.4.1. Yaprakta Bitki Besin Elementleri Konsantrasyonları.....	131
4.4.1.1. Yaprakta Makro Besin Elementleri Konsantrasyonları (%).....	131
4.4.1.2. Yaprakta Mikro Besin Elementi Konsantrasyonları (ppm).....	159
4.4.2. Meyvede Bitki Besin Elementi Konsantrasyonları.....	179
4.4.2.1. Makro Besin Elementi Konsantrasyonları (%).....	179
4.4.2.2. Mikro Besin Elementi Konsantrasyonları (ppm).....	205
4.5. Eko-Fizyolojik Ölçümler	226
4.5.1. Yaprak Su Potansiyeli (YSP) (bar).....	226
4.5.2. Stoma İletkenliği ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).....	234
4.6. Bitki Gelişimine Bağlı Ölçümler	242

4.6.1. Yaprak Alanı (cm ² /bitki)	242
4.6.2. Gövde Çapı (mm)	249
4.6.3. Bitki Eni (cm)	255
4.6.4. Gövde Sayısı (adet).....	261
4.6.5. Yaprak Sayısı (adet)	267
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	275
KAYNAKLAR	291
ÖZGEÇMİŞ	327

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1.	Yıllara Göre Ülkemizin Çilek Üretim Miktarları.....	2
Çizelge 3.1.	Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisi Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri	35
Çizelge 3.2.	Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisi Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri.....	36
Çizelge 3.3.	Çalışma alanına ait 2015-2016 deneme dönemini kapsayan aylık ortalama iklim verileri (Sarıçam, Adana).....	39
Çizelge 3.4.	Çalışma alanına ait 2016-2017 deneme dönemini kapsayan aylık ortalama iklim verileri (Sarıçam, Adana).....	39
Çizelge 3.5.	2015-2016 yetiştirme sezonunda uygulanan gübre miktarları, çeşitleri ve tarihleri	46
Çizelge 3.6.	2016-2017 yetiştirme sezonunda uygulanan gübre miktarları, çeşitleri ve tarihleri	48
Çizelge 3.7.	Biyoaktivatör uygulama zamanları ve miktarları.....	50
Çizelge 4.1.	2015-2016 yetiştirme döneminde farklı sulama seviyelerine uygulanan su miktarları (mm)	60
Çizelge 4.2.	2016-2017 yetiştirme döneminde farklı sulama seviyelerine uygulanan su miktarları (mm).....	63
Çizelge 4.3.	Sistem içerisinde rastgele seçilen damlatıcılara ait debiler	68
Çizelge 4.4.	Deneme Yıllarında Sulama Suyu Kullanım Randımanları (kg/da mm ⁻¹).....	70
Çizelge 4.5.	2015-2016 yetiştirme döneminde farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde bitki başına ortalama verim değerleri üzerine etkileri (g/bitki)	72

Çizelge 4.6. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde bitki başına ortalama verim değerleri üzerine etkileri (g/bitki)	74
Çizelge 4.7. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde bitki başına ortalama meyve sayısı üzerine etkileri (adet)	77
Çizelge 4.8. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde bitki başına ortalama meyve sayısı üzerine etkileri (adet)	78
Çizelge 4.9. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri (g/adet).....	80
Çizelge 4.10. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri (g/adet).....	81
Çizelge 4.11. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine etkileri (%).....	83
Çizelge 4.12. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine etkileri (%).....	85

Çizelge 4.13. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleriyle biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine etkileri (%).....	86
Çizelge 4.14. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine etkileri (%).....	88
Çizelge 4.15. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve eni üzerine etkileri (mm)	90
Çizelge 4.16. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve eni üzerine etkileri (mm)	91
Çizelge 4.17. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve eni üzerine etkileri (mm)	92
Çizelge 4.18. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve eni üzerine etkileri (mm)	94
Çizelge 4.19. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve boyu üzerine etkileri (mm)	95
Çizelge 4.20. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve boyu üzerine etkileri (mm)	97
Çizelge 4.21. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve boyu üzerine etkileri (mm)	98

Çizelge 4.22. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve boyu üzerine etkileri (mm)	99
Çizelge 4.23. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve dış rengi üzerine etkileri (L*)	101
Çizelge 4.24. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve dış rengi üzerine etkileri (L*)	102
Çizelge 4.25. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve dış rengi üzerine etkileri (L*)	104
Çizelge 4.26. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve dış rengi üzerine etkileri (L*)	105
Çizelge 4.27. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve et sertliği üzerine etkileri (Newton).....	106
Çizelge 4.28. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve et sertliği üzerine etkileri (Newton).....	107
Çizelge 4.29. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve et sertliği üzerine etkileri (Newton).....	109
Çizelge 4.30. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve et sertliği üzerine etkileri (Newton).....	111

Çizelge 4.31. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde Suda Çözünebilir kuru madde miktarları üzerine etkileri (%).	113
Çizelge 4.32. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde Suda Çözünebilir kuru madde miktarları üzerine etkileri (%).	115
Çizelge 4.33. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde Suda Çözünebilir kuru madde miktarları üzerine etkileri (%).	116
Çizelge 4.34. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde Suda Çözünebilir kuru madde miktarları üzerine etkileri (%)	118
Çizelge 4.35. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde asit miktarları üzerine etkileri (%).....	120
Çizelge 4.36. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde asit miktarları üzerine etkileri (%).....	121
Çizelge 4.37. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde asit miktarları üzerine etkileri (%).....	123
Çizelge 4.38. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde asit miktarları üzerine etkileri (%).....	124
Çizelge 4.39. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde pH üzerine etkileri.....	126

Çizelge 4.40. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde pH üzerine etkileri.....	127
Çizelge 4.41. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde pH üzerine etkileri.....	128
Çizelge 4.42. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde pH üzerine etkileri.....	129
Çizelge 4.43. Çilek yaprakları için belirlenen yeterlilik sınır değerleri (Mills ve Jones, 1996; Seferoğlu ve Kaptan, 2010).....	131
Çizelge 4.44. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)..	132
Çizelge 4.45. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)..	135
Çizelge 4.46. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)..	145
Çizelge 4.47. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)..	149

Çizelge 4.48. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm).....	160
Çizelge 4.49. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm).....	163
Çizelge 4.50. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm).....	169
Çizelge 4.51. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm).....	172
Çizelge 4.52. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%).....	180
Çizelge 4.53. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%).....	183
Çizelge 4.54. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%).....	191

Çizelge 4.55. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%).....	195
Çizelge 4.56. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm).....	206
Çizelge 4.57. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm).....	209
Çizelge 4.58. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm).....	215
Çizelge 4.59. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm).....	218
Çizelge 4.60. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (bar).....	227
Çizelge 4.61. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (bar).....	228
Çizelge 4.62. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (bar).....	230

Çizelge 4.63. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (bar).....	231
Çizelge 4.64. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde stoma iletkenlik üzerine etkileri ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).....	235
Çizelge 4.65. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde stoma iletkenlik üzerine etkileri ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).....	236
Çizelge 4.66. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinin stoma iletkenlik değerleri üzerine etkileri ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).....	238
Çizelge 4.67. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinin stoma iletkenlik değerleri üzerine etkileri ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).....	239
Çizelge 4.68. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak alanı üzerine etkileri (cm^2).....	243
Çizelge 4.69. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak alanı üzerine etkileri (cm^2).....	245
Çizelge 4.70. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak alanı üzerine etkileri (cm^2).....	246
Çizelge 4.71. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak alanı üzerine etkileri (cm^2).....	247

Çizelge 4.72. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde gövde çapı üzerine etkileri (cm).....	250
Çizelge 4.73. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde gövde çapı üzerine etkileri (cm).....	252
Çizelge 4.74. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde gövde çapı üzerine etkileri (cm)	253
Çizelge 4.75. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde gövde çapı üzerine etkileri (cm)	255
Çizelge 4.76. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde bitki eni üzerine etkileri (cm).....	256
Çizelge 4.77. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde bitki eni üzerine etkileri (cm).....	258
Çizelge 4.78. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde bitki eni üzerine etkileri (cm).	259
Çizelge 4.79. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde bitki eni üzerine etkileri (cm).	260
Çizelge 4.80. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde gövde sayısı üzerine etkileri (adet).....	262

Çizelge 4.81. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde gövde sayısı üzerine etkileri (adet).....	264
Çizelge 4.82. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde gövde sayısı üzerine etkileri (adet)	265
Çizelge 4.83. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde gövde sayısı üzerine etkileri (adet)	266
Çizelge 4.84. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak sayısı üzerine etkileri (adet)	268
Çizelge 4.85. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak sayısı üzerine etkileri (adet)	270
Çizelge 4.86. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak sayısı üzerine etkileri (adet).	271
Çizelge 4.87. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak sayısı üzerine etkileri (adet)	273

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1.	Plastik örtü uygulandıktan sonra dikilmiş çilek fideleri.....	37
Şekil 3.2.	Denemede kullanılan İspanyol Tipi Yüksel Tüneller.....	37
Şekil 3.3.	Fidelerin dikiminden bir görünüm.....	38
Şekil 3.4.	2015-2016 yetiştirme döneminde meyve tutumu boyunca çalışma alanına ait günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C).	40
Şekil 3.5.	2016-2017 yetiştirme döneminde meyve tutumu boyunca çalışma alanına ait günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C)	40
Şekil 3.6.	Sulama miktarının hesaplanmasında kullanılan A-Sınıfı buharlaşma kabı.....	41
Şekil 3.7.	Deneme alanında bir bloğun ve içerisinde yer alan sulama sistemi ve öğelerinin şematik görünümü	43
Şekil 3.8.	Denemede kullanılan Decagon 10HS toprak nemölçer (a) ve sensörü (b).....	44
Şekil 3.9.	Biyoaktivatör uygulamasından bir görüntü	49
Şekil 3.10.	Meyvelerde en ve boy ölçümlerinde kullanılan kumpas aleti.	52
Şekil 3.11.	Stoma iletkenliği ölçüm cihazı (porometre)	55
Şekil 3.12.	Yaprak su potansiyeli ölçüm cihazı (PMS Instrument Company Model 615)	55
Şekil 3.13.	Yaprak Alan (LAI) ölçümünde kullanılan LICOR LAI-3100 cihazı.	56
Şekil 4.1.	10 HS toprak nem ölçer kalibrasyon eğrisi.	60
Şekil 4.2.	2015-2016 yetiştirme sezonunda biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin toprak nem içeri değişimleri.	66
Şekil 4.3.	2015-2016 yetiştirme sezonunda biyoaktivatör uygulanmayan bitkilerin toprak nem içeri değişimleri	67
Şekil 4.4.	2016-2017 yetiştirme sezonunda biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin toprak nem içeri değişimleri.	67

Şekil 4.5.	2016-2017 yetiştirme sezonunda biyoaktivatör uygulanmayan bitkilerin toprak nem içeri değişimleri	68
Şekil 5.1.	Denemede araştırılan konuların yıllara göre verim dağılım grafiği	276

SİMGELER VE KISALTMALAR

atm	: Atmosfer
B	: Bor elementi
Ca	: Kalsiyum elementi
cm	: Santimetre
Cu	: Bakır elementi
da	: Dekar
dk	: Dakika
DU	: Dağılım Türdeşliği
Fe	: Demir elementi
g	: Gram
ha	: Hektar
IR	: Irrigation
K	: Potasyum elementi
K125	: ‘Kabarla’ çeşidi, % 125 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
K100	: ‘Kabarla çeşidi’, % 100 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
K75	: ‘Kabarla’ çeşidi, % 75 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
K50	: ‘Kabarla’ çeşidi, % 50 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
KC125	: ‘Kabarla’ çeşidi, % 125 sulama suyu, biyoaktivatörlü
KC100	: ‘Kabarla çeşidi’, % 100 sulama suyu, biyoaktivatörlü
KC75	: ‘Kabarla’ çeşidi, % 75 sulama suyu, biyoaktivatörlü
KC50	: ‘Kabarla’ çeşidi, % 50 sulama suyu, biyoaktivatörlü
K_{cp}	: Bitki-Pan Katsayısı
kg	: Kilogram
kPa	: Kilopascal
L	: Litre
LWP	: Leaf Water Potential
m	: Metre

mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum elementi
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: Mikromolar
Mn	: Mangan elementi
m ²	: metre kare
N	: Azot elementi
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NH ₄ ⁺	: Amonyum
NO ₃ ⁻	: Nitrat
Ort	: Ortalama
P	: Fosfor Elementi
pH	: Hidrojen İyonlarının (-) Logaritması
PRD	: Kısmi kök kuruluğu
R125	: 'Rubygem' çeşidi, % 125 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
R100	: 'Rubygem' çeşidi, % 100 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
R75	: 'Rubygem' çeşidi, % 75 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
R50	: 'Rubygem' çeşidi, % 50 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
RC125	: 'Rubygem' çeşidi, % 125 sulama suyu, biyoaktivatörlü
RC100	: 'Rubygem' çeşidi, % 100 sulama suyu, biyoaktivatörlü
RC75	: 'Rubygem' çeşidi, % 75 sulama suyu, biyoaktivatörlü
RC50	: 'Rubygem' çeşidi, % 50 sulama suyu, biyoaktivatörlü
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde
SKR	: Su Kullanım Randımanı
S.N	: Solma Noktası
T.K	: Tarla Kapasitesi
TSS	: Total Soluble Solid
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

YSP	: Yaprak Su Potansiyeli
Zn	: Çinko elementi
%	: Yüzde
°C	: Santigart derece

1. GİRİŞ

Çilek, botanik olarak sınıflandırmada *Rosales* takımı, *Rosaceae* (Gülgiller) familyasından, *Fragaria* cinsi içinde yer almaktadır (Hancock ve Luby, 1993). Günümüzde yetiştiriciliği yapılan kültür çeşitleri *Fragaria X ananassa* türlerine girmektedir (Martıneli, 1992). Kültür çileği 18. yüzyılın ortalarında *F. chiloensis* L. ve *F. virginiana* Duch. türlerinin doğal melezlenmeleri sonucu oluşmuştur (Staudt, 1989). Çilek dünyada üzümü meyveler üretimi içerisinde en önemli yeri tutmaktadır. Hem sanayiye elverişli hem de taze olarak tüketilebilen çilek, çok lezzetli, hoş kokulu tanınmış bir meyve türü olması nedeniyle tüketici tarafından bol miktarda tüketilmektedir. Taze olarak sofrada yararlanılmasının yanında çileğin pastası, reçeli, marmelatı, kompostosu, dondurması, şırası, şarabı, şampanyası ve likörü de yapılmaktadır. Ayrıca, en fazla C olmak üzere A ve B vitaminleri ile kalsiyum, demir ve fosfor gibi mineral maddeleri de içerir. Ayrıca sınırlı yetiştiricilik olanaklarına sahip yamaçlarda ve dağlarda da yetiştirilebilmesi, çileği diğer bitkilere kıyasla daha önemli kılmaktadır.

Günümüzde çilek yetiştiriciliğine ilgi giderek artmaktadır. Bunun nedenlerinden birisi de karlı bir yatırım kolu olmasının yanı sıra insan sağlığı ve beslenmesi açısından çok yararlı olmasıdır. Yapılan araştırmalarda 100 g çilek meyvesinde 92 g su, 0.6 g protein, 0.4 g yağ, 7.0 g karbonhidrat, 0.5 g lif, 166 g K ile az miktarda P, Ca, Mg, Fe, Na, Mn ve Cu olduğunu; ayrıca 57 mg C vitamini ile 522 mg aminoasit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Maas ve ark, 1996). Ek olarak, C vitamini, E vitamini gibi oksijen toksisitesinin azalmasında ve mide kanserini önlemede, nitrit tutulmasında önemli rol oynamaktadır. Çilek tüketimi kalp hastalıkları ve kanser riskini azaltmakla birlikte obezite ile mücadelede de yardımcı bir meyvedir.

Çilek yetiştiriciliğinde bölgeye en uygun erkenci ve verimli çeşitlerin tercih edilmesiyle birlikte birim alandan alınan verim artmaktadır. Çilekler fotoperiyodizm etkisiyle fizyolojik değişimlere gün uzunluğuna bağlı olarak

verdiği tepkilere göre kısa gün, uzun gün ve nötr gün çilekleri olarak sınıflandırılırlar. Son yıllarda tercih edilen çilek çeşitlerinin çoğu kısa gün çeşitleri olmakla birlikte, hasat süresinin daha uzun olması nedeniyle nötr gün çeşitlerinin de ticari yetiştiricilikte kullanımı artmaya başlamıştır (Demirsoy ve ark, 2012).

Ülkemizde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2016 yılında 15 431 hektar alanda 415 150 ton, 2017 yılında 15 392 hektar alanda 400 167 ton, 2018 yılında ise, 16 102 hektar alanda 440 968 ton çilek üretilmektedir (TÜİK, 2019). Çizelge 1'den de izlenebileceği gibi son 19 yılda çilek üretimimiz 3.4 kat artarken, üretim alanımız 1.7 katlık bir artış göstermiştir. Ülkemiz çilek yetiştiriliği bakımından önemli bir potansiyele sahip olmakla beraber açıkta doğal koşullarda bile sekiz ay yetiştiriciliği yapılırken, malç kullanımı ile birlikte yüksek veya alçak tüneller altında bu süre uzatılabilmektedir (Erenoğlu, 2003).

Çizelge 1.1. Yıllara Göre Ülkemizin Çilek Üretim Miktarları

Yıllar	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
2000	94 650	130 000
2001	97 000	117 000
2002	100 000	145 000
2003	104 000	150 000
2004	97 500	155 000
2005	100 000	200 000
2006	99 851	211 127
2007	109 545	250 916
2008	112 785	261 078
2009	121 500	291 996
2010	116 792	299 940
2011	119 670	302 416
2012	127 928	351 834
2013	135 494	372 498
2014	134 234	376 070
2015	141 893	375 800
2016	154 310	415 150
2017	153 920	400 167
2018	161 021	440 968

Tarımsal uygulamalar günümüzde organik, sürdürülebilir ve çevre dostu sistemlere evrilmektedir (Bulgari ve ark, 2015). Modern tarımın amacı; verimi ve ürün kalitesini düşürmeden girdilerin azaltılmasıdır. Günümüzde sürdürülebilir tarımsal uygulamalar gıda güvenliği açısından artan nüfusun beslenmesinde daha da önem kazanmıştır. Bu bağlamda, tarımsal üretimin artırılması için kullanılan sistemlerin daha etkin olarak uygulanması zorunlu hale gelmektedir.

Kuraklık; bitki gelişmesini, ekonomik geliri ve sürdürülebilir çevresel üretimi etkileyen en önemli çevresel streslerden biridir (Ghaderi ve ark, 2015). Küresel ısınmayla birlikte, ortalama sıcaklığın önümüzdeki on yıllarda daha da artması (Houghton ve ark, 2001: Avrupa Çevre Ajansı, 2004: Grant ve ark, 2012) ile birlikte bitkilerin su ihtiyacının da bu doğrultuda daha çok artacağı beklenmektedir (Feng ve Fu, 2013: Klamkowski ve ve ark, 2015). Ek olarak, iklim değişikliği nedeniyle dünyanın farklı bölgelerinde, Akdeniz bölgesi dahil, daha sık ve uzun süreli kuraklık olayları beklenmektedir, bunun sonucunda da ürün veriminde azalmalar, hatta daha şiddetli kuraklık durumlarında ise, çok ciddi gıda kıtlığı ortaya çıkabilir. Bitkinin gelişimi ve üretimine ciddi kısıtlamalar getiren su eksikliğinin yanı sıra, mineral beslemeyle ilgili sorunlar ikincil bir etki olarak ortaya çıkabilmektedir (Silva ve ark, 2011). Türkiye kişi başına 1519 m³ yıllık kullanılabilir su miktarı ile su azlığı yaşayan ülkeler konumundadır ve TÜİK verilerine göre 2030 yılında mevcut su kaynaklarının tahrip edilmediği ve küresel ısınmanın şiddetinin daha da artmadığı koşullarda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1120 m³/yıl civarına düşmesi beklenmektedir (Anonim, 2015). Küresel ısınmaya ve akılcı olmayan yöntemlerle aşırı sulama kullanımına önlem alınmadığı takdirde, Türkiye'nin de su yoksunu ülkeler sınıfına girmesi kaçınılmazdır. Son yıllarda küresel ısınmanın etkilerinin de daha fazla hissedilmeye başlamasıyla sulama çalışmaları önem kazanmış olup, zaman içerisinde daha da önem kazanacaktır. Bunun nedenleri; küresel ısınmanın yanısıra su kaynaklarının giderek azalması, üretim giderlerinin artması, ürün fiyatlarının düşmesi, çevre etkilerinin minimize edilmesi ve bitkiler için uygun olmayan

sulama programlarının yapılmasıdır. Söz konusu bu koşullar üreticileri, kaynakları üretim süreçlerinde çok iyi koruyup, akılcı yöntemlerle daha verimli kullanabilecek yeni uygulamalar bulmaya zorlamaktadır. Bütün bu faktörler birlikte değerlendirilmediği durumlarda ise, farklı fizyolojik süreçleri etkileyen bitki gelişiminde bir dizi sorunlara yol açacağı düşünülmektedir.

Yüksek su içeriği; toprakta bitki kök bölgesinin su ile doyması ve toprakta bulunan gözeneklerin normalde hava ile dolması gerekirken su ile dolması anlamına gelir. Yetiştirilen ürünlerin geçici ya da sürekli olarak sular altında kalması çok yaygın görülmektedir. Yüksek toprak suyu içeren koşullara adapte olamayan tarımsal ürünlerde sürgün ve kök gelişimi, kuru madde birikimi ve ürün veriminin azaldığı bilinen bir gerçektir (Zaman ve ark, 1995; Boukar ve ark, 1996). Ek olarak, bitki gelişimi ciddi şekilde etkilenebilir, çünkü oksijenden yoksun bırakılan kök sistemleri, gerekli besin maddelerinin aktif alınması ve tutulması gibi enerji gerektiren işlemleri gerçekleştiremez, sonrasında kök geçirgenliğinin azalması (Kramer ve Jackson, 1954), azalan veya artan mineral alımı (Alam ve ark, 1987; Flessa ve Beese, 1995), yaprak aşınması, kloroz ve yaprak ile meyve dökümü görülebilir (Chapin ve ark, 1988). Bu sebeple bitkilerde besin alımını etkileyen tüm faktörlerin bilinmesi ve birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Türkiye, ulusal beslenmesini sürdürülebilir bir şekilde güvence altına alabilmek için yoğun tarım yapılan koşullar altında tarımda verim ve kalite artışının sağlanmasının en önemli yöntemi olan etkin sulu tarım uygulamalarını yaygınlaştırmak zorundadır. Aşırı ve yetersiz sulamalar verimde azalmalara ve meyve kalitesinde düşüslere neden olurken damla sulama sistemleri gibi yöntemlerin randımanlı şekilde kullanılması ise, uygun bir sulama programı yapılmasıyla etkinleşir. Ülkemizdeki üretim miktarı ile dünyada beşinci sırada yer alan, gerek insan sağlığı açısından, gerek yatırımların çok kısa sürede geriye dönmesi gibi ekonomik nedenlerle büyük önem kazanan çileğin farklı sulama miktarları ile kalite ve verimdeki değişimlerinin saptanması önem kazanmıştır. Buna karşın ülkemizde, çileklerde etkin sulama programlarının verim ve kalite

ilişkisinin değerlendirilmesi ile bitki besin elementi alımları üzerine sulamanın etkileri konusundaki çalışmalar yeterli düzeyde değildir.

Bitki besin elementleri, bitki bünyesinde bulunma miktarlarına göre makro ve mikro diye iyi gruba ayrılmışlardır. Azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) makro besin element grubuna girerken, bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) ise, mikro besin elementi grubuna girmektedirler. Bilinçsizce az ya da aşırı uygulanan bitki besin elementi programları sonucunda bitkide, toprakta ve yeraltı sularında geri dönüşü olmayan zararlar oluşmakla birlikte, diğer besin elementlerinin topraktan alımını da zorlaştıran antagonist ilişkiler yaratılmaktadır (İnal ve ark, 1999). Çok sayıda temel bitki besin elementi stres koşulları altında bile enzimleri aktive ederek bitki metabolizmasını düzenlediği bilinmektedir. Bunun yanısıra, bilinçli bir gübreleme programı ile bitki dokularında meydana gelen besin elementi konsantrasyonlarındaki artışların morfolojik gelişim ve verim üzerinde önemli artışlara neden olduğu bilinmektedir (Ağaoğlu, 1986; Türkoğlu, 2005). Çileklerin besin maddesi içeriğini; bakım koşullarının yanında çeşitler, uygulanan gübreleme programları, iklim şartları, meyve olgunluk durumu (Sarıdaş, 2013), toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı ile sulama düzeyleri önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bitkiler ihtiyaç duydukları besin elementlerinin tamamına yakını kök sistemleri aracılığı ile bünyelerine almaktadırlar. Bu nedenle yapıcı iyi saçak kök oluşturabilen bitkilerin besin elementi alımları daha etkili olmaktadır. Ayrıca, toprak bünyesi ve ortamdaki su miktarı ile birlikte elementlerin elverişli formda olması besin elementi alımında önemli rol oynamaktadır. Su ve bitki besin elementi taşınım sistemindeki herhangi bir bozulma, gübreleme yapılmaya devam edilse bile, bitkiler için besin sağlanmasını ciddi şekilde etkileyebilir. Bitki besin elementleri ve toprakta bulunan mevcut su, bağımsız süreçlerle bitki kökleri tarafından emilir, ancak birbirleriyle yakından ilişkilidir. Toprak ve su ilişkileri besin elementinin çözünürlüğü veya bulunabilirliği ile yakından ilişkili olan tüm fizyolojik süreçleri etkiler. Bu süreçler, toprak çözeltilerindeki bitki besin

elementlerinin kökler tarafından difüzyonla alınması, köklerden meyvelere hareket etmesi ve diğer bitki kısımları tarafından minerallerin kullanılması olarak açıklanabilir (Pessarakli, 1999). Su stresinin bitki beslenmesi üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak, su stresinin neden olduğu zararı ve buna bağlı besin eksikliğini en aza indirecek stratejiler geliştirmek tarımın geleceği açısından elzemdir.

Çilek de dahil olmak üzere bir çok ürüne uygulanan gübre miktarlarının azaltılması hem çevreye verdiği zararlardan hem de üreticilerin girdi maliyetlerini azaltma arzusundan dolayı sürdürülebilir tarımın en önemli amaçlarından biridir (Tagliavini ve ark, 2005). Özellikle, toprak yönetimi, sulama ve gübrelemeler karlı çilek üretimi elde etmek için oldukça önemlidir. Ancak, drenaj alanına taşınan aşırı miktarlarda besin elementleri nehirlerde, göllerde ve denizlerde ötrofikasyon gibi çevresel sorunlara neden olmaktadır (Neeteson ve Carton, 2001; Spinelli ve ark, 2010). Ayrıca, tarımsal mücadelede kullanılan en yaygın yöntem pestisitlerin kullanıldığı kimyasal mücadeledir. Fakat, günümüzde üreticiler, bitkileri hala ihtiyacından çok daha yüksek miktarda besin elementine ve pestisite maruz bırakmaktadırlar. Kimyasal mücadele yöntemleri bilinçli ve kontrollü kullanıldığında diğer yöntemlere kıyasla daha hızlı sonuç vererek bitkileri hastalıklardan korur ve gelişimlerini düzgün biçimde tamamlamasına yardımcı olmaktadır. Ancak, bilinçsiz ve kontrolsüz kullanıldığında zararlı organizmaların kullanılan pestisitlere karşı bağıışıklıklarının artmasına, tarım ürünü ihracatının olumsuz etkilenmesine, çevre ve insan sağlığına olası kötü etkilerinin artmasına yol açmaktadır. Bitkilerde bakteri, fungus ve virüslerin neden olduğu hastalıklarla mücadelede doğal bir savunma sistemi mevcuttur. Bu sistemin dayanıklılığının artırılması bitki koruma yöntemleri içerisinde günden güne popülaritesi artan meydan okumaya dönüşmüştür. Biyoaktivatörler, sürdürülebilir tarım için her geçen gün daha fazla yaygınlaşan uygulamalardan biridir. Ayrıca, çok sayıda morfolojik ve fizyolojik özellikleri olumlu yönde etkileyerek (Kunichi ve ark, 2010; Bulgari ve ark, 2015) bu sistemin dayanıklılığının artırılmasını, hastalıklara karşı daha uzun süre mücadele etme yetisini kazandırmaktadır.

Biyoaktivatörler, bilimsel komiteler tarafından tarımsal üretim materyali olarak hızla kabul görmektedirler (Bulgari ve ark, 2015). Bu materyaller; bitki gelişmesini artıran, bitkilerin doğal savunma sistemlerini güçlendiren, daha fazla besin elementi ve su alımını teşvik eden, su stresi gibi abiyotik ve biyotik streslere toleransı arttıran, verimin ve meyve kalitesinin artmasına yardımcı olan doğal, çevre dostu, toksik olmayan, yabancı bitkilerden üretilen yeni nesil bitki özleridir (Vernieri ve ark, 2006: Spinelli ve ark, 2010: Bulgari ve ark, 2015). Ayrıca, biyoaktivatörler, yosunlar, bitki büyüme düzenleyicileri (Jameson, 1993), organik osmolitler, amino asitler, makro ve mikro besin elementleri (Khan ve ark, 2009: Sharma ve ark, 2014), ve vitaminler için bilinen kaynaklardandır (Berlyn ve Russo, 1990: Blunden ve ark, 1996: Spinelli ve ark, 2010).

Çilek yetiştiriciliğinde başarı sağlamanın en önemli yolu uygun iklim ve toprak şartlarının sağlanmasına bağlıdır (Albregts ve Howard, 1986: Almaliotis ve ark, 2002: Seferoğlu ve Kaptan, 2010). Ayrıca, çilek meyve oluşumundan olgunlaşmaya kadar geçen dönemde suya karşı hassastır. Dengeli bir sulama yapılma gerekliliğinden dolayı sulama; meyve iriliği ve niteliği, besin elementi alımı ile o yılki ürün ortalamasına etki etmesi bakımından çok önemlidir. Çilek tarımında en uygun sulama miktarının belirlenmesiyle, su kaynaklarımızın daha etkin değerlendirilmesine hizmet edilmiş olunacaktır. Çilek üretiminin yoğun olarak yapıldığı Akdeniz koşullarında pek çok yetiştirici sulama suyu miktarını belirlerken tecrübelerine ve hava ile bitki durumlarına bakarak karar vermektedir. Bu koşullarda çoğunlukla yüksek miktarda sulama yapılmakta ve bunun sonucunda, özellikle killi ve siltli toprak yapısına sahip yerlerde mantari hastalıklar ile toprakta demirin alınmaz forma geçmesi nedeniyle verimi önemli düzeyde etkileyen kloroz (sarılık) görülmektedir. Kumlu topraklarda ise, Ca, Mg ve P gibi katyonların aşırı sulamalar ile yıkanmasıyla, üründe önemli miktarda azalmalar meydana gelmektedir. Ayrıca, su stresi toleransı ilgili çeşitli bitkiler üzerinde çok sayıda araştırma olmasına rağmen (Bota ve ark, 2001: Herralde ve ark, 2001), farklı çilek çeşitlerinin toprakta su mevcudiyetinin azaldığı veya arttığı koşullarda

morfo-fizyolojik tepkileri (Klamkowski ve Treder, 2006) ve özellikle meyve besin elementi konsantrasyonlarının değişimi konusunda bilgi eksikliği vardır. Çalışma, aşırı ve yetersiz miktarlarda sulamanın neden olduğu verim kayıplarını ortaya koymasının yanında, su kullanımını en uygun hale getirerek ülkemizin ve dünyanın geleceği için önemli olan su tasarrufuna da katkı sağlayacaktır. Kısaca, bu çalışmada farklı sulama düzeyleri ve biyoaktivatör uygulamasının iki farklı çilek çeşidinde besin elementi içerikleri ile meyve verim, kalite ile morfo-fizyolojik özellikleri üzerine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tarımsal üretimde yer alan çilek, dünyanın en değerli meyvelerinden birisidir. Avrupa market ve gıda sektöründe önemli düzeyde talep edilen suya duyarlı çilek meyvesi vitamin ve mineral madde açısından zengin bir kaynak olması ile birlikte hoş bir aromaya ve lezzete sahiptir (Kumar ve Dey, 2011: Morillo ve ark, 2014). Bu bağlamda, ülkemizde yüksek üretim potansiyeline sahip Çukurova bölgesinde çilek meyvesi, çok fazla meyve çeşidinin olmadığı dönemde piyasaya sunulması ve gelir artışı sağlaması nedeniyle önemli bir yer tutmaktadır. Üreticiye yüksek bir gelir sağlamasına karşın, çileğin başta sulama ve su tüketimi olmak üzere birçok sorunları da bulunmaktadır. Bu bağlamda, önceki çalışmalar, çilekte su-verim ve meyve kalite, morfo-fizyolojik çalışmalar ile bitki besin elementi ve biyoaktivatör uygulamaları gibi konuları kapsayan alt başlıklar halinde sunulmuştur.

2.1. Çilekte Su – Verim ve Meyve Kalite İlişkileri Konusunda Yapılan Çalışmalar

Çilek üretiminde sulama, genel olarak kabul edilebilir verim ve meyve kalitesini elde etmek için gereklidir. Çileğin yüzeysel kök sistemi, yüksek yaprak alanı ve meyvesinin yüksek miktarda su içeriği nedeniyle uygun bir sulama programına ihtiyacı vardır (Kruger ve ark, 1999: Klamkowski ve Treder, 2006: Grant ve ark, 2010).

Birim alandan elde edilen net geliri arttırmak için sulama ekonomisi önemli bir öge olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalarda sulama suyu gereksinimi ve su tüketiminin yanı sıra sulama yöntemleri de ele alınmıştır. Voth ve ark (1973), en az su gereksiniminin damla sulama ile olduğunu saptamışlardır.

Myers ve Locassio (1973), çileklerde farklı sulama sistemlerini uygulayarak yaptıkları çalışmada yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemlerini

denemişlerdir. Sulama yöntemlerinin bitki gelişimi, meyve büyüklüğü ve verim üzerine önemli bir etki yapmadığını saptamışlardır. Buna karşın, damla sulama yönteminin kullandığı su miktarının diğer yöntemlere göre % 50 oranında daha az olduğunu belirlemişlerdir. Bu açıdan bakıldığında damla sulamanın avantajı gözardı edilmemelidir.

Lemaitre (1976), Temmuz-Eylül arası dönemdeki çilek sulamasının verim üzerindeki etkisinin daha fazla olduğunu, Mart-Kasım ayları arasında ince hafif bünyeli topraklar için ortalama sulama suyu gereksiniminin 415 mm ve aynı zamanda en uygun sulama yönteminin de yağmurlama olabileceğini belirtmiştir. Ancak, dokuz yıllık araştırmaya göre yıllık ve aylık sulama suyu gereksiniminde önemli değişiklikler olduğu saptanmıştır.

Çilekte sulama aralığı, sulama zamanı ve sulama sayısı da oldukça önemlidir. Blasse (1977), 'Senga Sengana' çeşidiyle yaptığı çalışmada yağmurlama sistemi ile dikimden önce 25-35 mm, dikimden sonra 10-15 mm su uygulayarak sulanmayan parsellere göre daha iyi sonuç almıştır. Son hasattan 10 gün önce çiçeklenme sırasında verilen 100-120 mm su daha fazla ürün alınmasını sağlamıştır. Buna karşın, yağmurlama sulama Botrytis hastalığına olan duyarlılığı arttırmıştır. Botrytis hastalığı açısından damla sulama kullanımının daha iyi sonuçlar verebileceği düşünülmektedir.

Madanoğlu (1983), 'Pocahontas' çilek çeşidiyle Ankara koşullarında yapmış olduğu çalışmada beş sulama konusu, üç damlatıcı ve iki farklı bitki dikim aralığı bileşimlerini ele almıştır. İki yıl süren araştırmada, çileğe damla sulama yöntemiyle verilmesi gereken sulama suyu miktarı birinci yıl 480 mm, ikinci yıl 543.7 mm, en uygun ET/Eo oranı ise 0.8, lateraller arası 1 m, örtü yüzdesi 0.75, sulama aralığı ise 2 gün olarak saptanmıştır.

Birçok çalışma, sulamanın çileklerde bitki gelişmesi ve meyve verimi üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Serrano ve ark, 1992: Kruger ve ark, 1999: Yuan ve ark, 2004). Genellikle, meyve ağırlığı ve boyutunun sulama suyu miktarı ile pozitif korelasyona sahip olduğu gözlenmiştir. Bu doğrultuda,

araştırmaların büyük bölümü, sulama yöntemi ve sulama suyunun çilek verimine önemli derecede etki ettiğini ortaya koymaktadır. Bitkinin gelişme dönemleri sulama zamanlarının ve sulama aralıklarının saptanmasında oldukça kolaylık sağlamaktadır. Ancak, konunun duyarlı davranılması gereken yanı, bu dönemlerde ne kadar ve nasıl su verileceğini saptamak ve sulamanın meyve verim ve kalitesi ile ilişkisini belirlemektir. Böylece su tüketiminin yanı sıra uygun bir sulama yöntemi ile birlikte en uygun sulama programı belirlenmeye olanak sağlanmış olacaktır (Kanber ve ark, 1986).

Kanber ve ark (1986), Çukurova koşullarında ‘Pocahontas’ çilek çeşidinde damla ve karık sulama yöntemlerinin meyve verim ve kalitesi üzerine 3 yıl boyunca yapılan araştırma sonucunda, sulama suyu ve su tüketim miktarlarının yıllara göre değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Sulama yöntemlerinin meyve kalitesi üzerinde önemli farklar yaratmadığı, fakat, damla sulama yönteminin, birinci kalite meyve verimini istatistiksel olarak iki farklı yılda önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır.

Yuan ve ark (2004), çileklerde Class A pan buharlaşma kabı kullanarak 3 farklı sulama uygulaması yapmışlardır (Ep 0.75, Ep 1.0 , Ep 1.25). Bitki sulama suyu miktarı arttıkça, çiçek ve meyve sayısı, yerüstü biyokütle, toplam meyve verimi, pazarlanabilir meyve miktarı, meyve boyutlarının arttığı saptanmıştır. Buna karşın, sulama suyu miktarı azaldıkça sulama randımanı artmıştır. Deneme sonucunda, plastik seralarda çilek yetiştiriciliğinde en uygun verimin; dönemsel su tüketimi 380 mm, class A pan katsayısı 1.1 ve su kullanım randımanı 1.63 g/mm olduğu koşullarda elde edildiği ortaya konmuştur.

Terry ve ark (2007), kısıntılı sulama ile Botrytis bulaşıklığının çilekte kalite parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, kısıntılı sulamanın özellikle meyve fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır. Kısıntılı sulamaya maruz kalan meyvelerin daha yüksek absisik asit (ABA), şeker/asit oranı, antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik bileşiklere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Botrytis bulaştırılan meyveler ile

kontrol meyveleri arasındaki kalite değişimleri de incelenmiştir. Botrytisli meyvelerin gri hastalık semptomları sergilediğini ve özellikle ABA konsantrasyonunun iki katına çıktığı belirlenmiştir.

Hoppula ve Salo (2007), çok yıllık çilek yetiştiriciliğinde tansiyometre kullanılarak sulama programlamasını araştırdıkları çalışmalarında, yüksek toprak su içeriğinin verimi arttırdığını, ancak meyve sertliğini azalttığını bulmuşlardır. Toprak nem içeriğinin bitki büyümesini önemli ölçüde değiştirmediğini belirtmişlerdir.

Pires ve ark (2007), seralarda farklı su seviyelerinin ve toprak malçlarının çilek bitki sağlığı ve verimi üzerine etkisini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, iki farklı malç (şeffaf ve siyah) tipi ve 3 farklı sulama seviyesi (toprak su potansiyeli -10, -35 ve -70 kPa ulaştıkça sulama yapılmıştır) denenmiştir. En iyi verim şeffaf malçta -10 ve -35 kPa toprak su potansiyeline ulaşıldığında sulanan konulardan elde edilmiştir. Ek olarak, -70 kPa sulama seviyesi ve siyah plastik kullanımı, hasat mevsiminin geç dönemlerinde toprak kaynaklı hastalıkların görülme sıklığını arttırdığı tespit edilmiştir.

Giné Bordonaba ve Terry (2010), yaptıkları çalışmada, çilekte kısıntılı sulamanın genellikle meyve verimi ve boyutundaki azalmalara neden olmasına karşın, tat içeriği ve meyvedeki insan sağlığı ile ilişkili olan bileşikleri olumlu düzeyde etkilediğini vurgulamışlardır. Yaptıkları çalışmada, çeşitlerin su stresine tepkilerinin farklı olmasının yanında, meyve kuru madde içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Kuru madde içeriğindeki artışın, şeker ve bazı asit içeriklerini de olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Giné Bordonaba ve Terry (2016), kısıntılı sulamaya maruz kalan çileklerden elde edilen meyvelerin boyutunda önemli ölçüde azalmanın olduğunu kaydetmişlerdir.

Lozano ve ark (2016), çileklerin su tüketimi ve sulama performansları adlı çalışmalarında, çileğin su ihtiyacını belirlemek için iki farklı çeşitte ('Sabrina' ve 'Antilla') 3 farklı sulama seviyesi denemişler ve bitki su tüketimini hesaplamak

için, lizimetre kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, Sabrina çeşidinde yıllık bitki su tüketimi 430-453 mm arasında değişirken, Antilla çeşidinde ise 352 mm olmuştur. Sabrinada su kullanım randımanı % 81, Antillada ise % 58 bulunmuştur.

Weber ve ark (2017), kısıntılı sulama koşullarında, iki farklı çilek çeşidinde de meyvelerin şeker ve organik asit içeriklerinin önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir.

Sarıdaş ve ark (2017), farklı sulama seviyeleri ve biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde meyve kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, biyoaktivatör uygulamalarının incelenen parametreler üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama düzeylerinde meydana gelen azalmayla, meyvelerde özellikle tadı etkileyen SÇKM ve şeker/asit oranının önemli düzeyde arttığı görülmüştür. En yüksek SÇKM ve şeker/asit oranı % 9.42 ve 21.7 değerleri ile IR50 konusundan elde edilmiştir. Buna karşın, IR100 konusu dışındaki bütün uygulamalarda meyve ağırlığında önemli düzeyde azalmalar belirlenmiştir. Kısıntılı sulama meyve ağırlığında azalmaya neden olmasına rağmen, meyvelerde artan şeker içeriği ile çilek yetiştiricileri için önemli bir strateji olabileceği saptanmıştır.

Adak ve ark (2018), kısıntılı sulama altında farklı çilek çeşitlerinin kontrol bitkilerine göre meyve ağırlığında % 59.72, toplam verimde % 63.62 oranında azalma olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, su stresine çeşitlerin farklı tepkiler verdiği ve 'Albion' ile 'Rubygem' çeşitlerinin, 'Amiga' çeşidine göre daha dayanıklı olduklarını saptamışlardır.

Kapur ve Şahiner (2019), 'Fortuna' çilek çeşidinde iki farklı sulama suyu (IR100 ve IR50) ve üç farklı renkte malç uygulamalarının (siyah, gri ve şeffaf) meyve kalite özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. En yüksek toprak nem içeriğinin ve meyve boyutlarının gri malçtan (% 26.3) elde edildiğini bulmuşlardır. Su stresi koşullarında meyve ağırlığı ve boyunun önemli miktarlarda azaldığı,

SÇKM oranının ise, arttığı belirtilmiştir. Ek olarak, Meyve et sertliğinin sulama seviyesinden etkilenmediği belirlenmiştir.

2.2. Çileklerde Su ve Morfo-Fizyolojik İlişkiler İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Liu ve ark (2007), yaptıkları çalışmada, kısmi kök kuruluğu (PRD) etkisinin, kısıntılı sulama ve tam sulama ile kıyaslamak amacıyla, çilek meyve verimi, ürün içeriği ve su kullanım randımanını incelemişlerdir. Sulama uygulamaları çiçeklenme başlangıcından meyvenin son olgunlaşma dönemine kadar yapılmıştır. Tam sulama uygulaması ile kıyaslandığında, yaprak su potansiyeli kısıntılı sulama ve PRD uygulamalarında önemli ölçüde düşüş gösterirken, stoma iletkenliklerinin üç uygulamada da benzer olduğu görülmüştür. Yaprak alanı, verim, meyve ağırlığı, meyve su içeriği ve meyve kuru ağırlığı değerleri kısıntılı sulama ve PRD’de tam sulama uygulamalarına göre önemli ölçüde daha düşük olurken, bitki başına düşen toplam meyve sayısı uygulamalar arasında benzer bulunmuştur. Tam sulama ile kıyaslandığında, kısıntılı sulama ve PRD uygulamaları % 40 su tasarrufu sağlamışlardır. Sonuç olarak, bu çalışma koşulları altında PRD’ nin kısıntılı sulama ve tam sulama uygulamalarında meyve verimi ve sulama suyu kullanım randımanı bakımından avantajının olmadığı ve kısıntılı sulama ile PRD uygulamalarının benzer şekilde meyve verimi ve meyve kalitesinde düşüslere neden olduğu belirlenmiştir.

Klamkowski ve Treder (2008), yaptıkları çalışmada, üç çilek çeşidinin (‘Elsanta’, ‘Elkat’ ve ‘Salut’) su stresine tepkilerini morfolojik (yaprak alanı, kök gelişmesi) ve fizyolojik (yaprak su potansiyeli) parametreleri inceleyerek değerlendirmişlerdir. Bitkiler iki farklı su rejimine, optimum sulama (kontrol) ve azaltılmış sulamaya tabi tutulmuştur. Çeşitlerin su eksikliğine karşı farklı tepkiler gösterdiği saptanmıştır. ‘Elsanta’ çeşidi, su eksikliği koşullarında yüksek su randımanı ile birlikte daha yüksek oranda net fotosentez değerlerine sahip olmuştur. Su stresi bütün genotiplerde yaprak alanını düşürmüştür. Ayrıca, ‘Elkat’ çeşidinde kök gelişmesi daha zayıf kalmıştır. Kısıntılı sulama koşullarından en çok

‘Elkat’ çeşidi olumsuz şekilde etkilenirken, en yüksek verim değeri ‘Elsanta’ çeşidinden elde edilmiştir. İncelenen çeşitler arasında ‘Elsanta’, hem büyüme hem de verim parametreleri açısından, su stresine karşı dayanıklılığı en iyi çeşit olarak belirlenmiştir.

Razavi ve ark (2008), çileklerde su eksikliğinin yaprak klorofil ve şeker içeriği ile bitki büyüme parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Su stresinin, yaprak su potansiyeli, taze ve kuru ağırlık, yaprak alanı ve sayısında önemli düşümlere neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Grant ve ark (2010), yaptıkları çalışmada, on farklı çilek genotipini, bir sulamada verilmesi gereken su miktarının % 100 (kontrol)’ünü ve % 70’ini uygulayarak kıyaslamışlardır. Transpirasyon oranı, yaprak alanı ve sayısı, yaprak ve kök kuru ağırlığı ve yaprak su potansiyelinin kısıntılı sulama uygulamalarında önemli oranda düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Su kullanım randımanı, su eksikliği koşulları altında artış göstermiştir. Bütün değişkenler için, genotipler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Transpirasyon oranları açısından oldukça farklı olan iki genotip, sulama uygulaması olmaksızın (sadece yağmur suyu) geliştiği gözlenmiştir. Transpirasyon oranı, kuraklığa duyarlı olduğu düşünülen ‘Elvira’ çeşidi için düşük olmasına karşın, su stresine dayanıklı olduğu düşünülen ‘Idea’ çeşidinde de düşük bulunmuştur. Toplam transpirasyonun, toplam biyokütle ve yaprak alanı ile önemli düzeyde ilişkili olduğu belirlenmiştir. ‘Elvira’ genotipinin su kullanım randımanının yüksek olmasına karşın, transpirasyon randımanının düşük olduğu saptanmıştır. Su stresine dayanıklılığı tespit edilen ‘Hapil’ ve ‘Totem’ çeşitlerinin su kullanım randımanlarının düşük, transpirasyon randımanlarının ise, yüksek olduğu gözlenmiştir. Öte yandan, çeşit x sulama düzeyi arasındaki etkileşim; stoma iletkenliği, ozmotik potansiyel, pazarlanabilir ürün ve meyve hacmi parametreleri bakımından önemli bulunmuştur. Çeşitler üzerinde su stresinin tepki mekanizmasının eşit olmadığı öne sürülmüştür.

Ghaderi ve Siosemardeh (2011), farklı su stresi seviyelerinin (Tarla kapasitesinin 0.75, 0.50 ve 0.25 katı) 2 farklı çilek çeşidinin fizyolojisi üzerine

etkilerini inceledikleri çalışmalarında; su stresi şiddetinin arttıkça yaprak su içeriği ve stoma iletkenliğinin azaldığını ve çeşitlerin verdiği tepkilerin farklılık gösterdiğini bulmuşlardır.

Grant ve ark (2012), yaptıkları çalışmada; *F. x ananassa* 'nın dört çeşidi ile *F. chiloensis*'e ait olan dört genotipte, tam ve kısıntılı sulamanın (ET'nin % 65'i) yaprak sayısı, stoma iletkenliği, fotosentetik oran üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, kısıntılı sulamanın incelenen parametrelerde, genotiplere göre değişmekle birlikte önemli ölçüde düşüslere neden olduğu belirlenmiştir. Tam sulanan *F. chiloensis* bitkileri kısıntılı sulamaya maruz kalan 'Florence' çeşidinden (*F. x ananassa*) çok daha az su kullanmışlardır. *F. chiloensis* türüne ait olan 'BSP14' genotipinin transpirasyon randımanı kısıntılı sulamadan dolayı artmıştır. Ayrıca, söz konusu genotip kısıntılı sulama koşullarında, yaprak alanında ve kuru ağırlık değerinde azalma göstermeyen tek genotip olmuştur.

Klamkowski ve ark (2015), sera koşullarında yetiştirilen üç çilek çeşidinin ('Elsanta', 'Honeoye', 'Grandarosa') kısıntılı su koşullarında verimlerini, morfolojik (yaprak ve kök gelişimi) ve fizyolojik (stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli) özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda; genotiplerin kısıntılı sulama koşullarına farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir. Su eksikliği koşullarında 'Elsanta' en yüksek verimi, 'Honeoye' ise, en düşük verimi verdikleri saptanmıştır. İncelenen çeşitler arasında 'Elsanta', hem büyüme hem de verim parametreleri göz önüne alındığında, kuraklığa en dayanıklı çeşit olarak belirlenmiştir.

Ferri ve ark (2016), Huelva'da yaptıkları çalışmada; yedi farklı genotipin kısıntılı sulama koşulları altında (% 70 Etc) iki farklı deneme deseni kullanarak bitkilerin kısıntılı sulamaya karşı fizyolojik ve gelişim tepkilerinin yanında, sulama suyu ihtiyaçlarını belirlemiştir. Sonuç olarak, su tüketiminin genotipler arasında önemli derecede farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Ghaderi ve ark (2015), su stresi altında iki çilek çeşidi üzerinde salisilik asit uygulamasının morfo-fizyolojik özelliklere etkisini çalışmışlardır. Bu

çalışmanın sonucunda, su stresinin yaprak alanını, yaprak kuru maddesini, toplam kuru maddeyi, nispi su içeriğini, stoma iletkenliğini, verimi ve meyve ağırlığını düşürdüğünü bulmuşlardır.

Çeliktöpuz ve ark (2018), farklı sulama seviyeleri ile biyoaktivatör uygulamasının 'Fortuna' çilek çeşidinin morfo-fizyolojik tepkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, su stresi altında biyoaktivatör uygulamalarının kontroller ile kıyaslandığında gövde sayısını (% 25), verimi (% 13), meyve ağırlığını (% 11), yaprak alanını (% 9), stoma iletkenliğini (% 8), yaprak su potansiyelini (% 6), tüm gövde çapını (% 5) ve meyve sayısını (% 3) arttırdığı saptanmıştır.

2.3. Çilek Bitkisinde Bitki Besin Elementi Alımı İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Çilekler, hafif bünyeli, kumlu-tınlı ve 6.5-7.0 pH'ya sahip topraklarda en iyi gelişimi göstermektedir (Anonim, 2005: Seferoğlu ve Kaptan, 2010). Çilekte meyve kalitesini ve verimi arttırabilmek en uygun zamanda ve miktarda bitkinin ihtiyacı kadar gübreleme (Kaşka ve ark, 1988) ve sulama yapılmasına bağlıdır. Bunun yanında, besin elementlerinin alınabilirliği: toprağın ve elementlerin kimyasal ve fiziksel durumu, sulama ve bitkilerin kök yapısı ile doğrudan ilgilidir (Brohi ve ark, 1994: Türkoğlu, 2005).

Besin elementlerinin bitki bünyesinde hareketlilikleri birbirinden farklıdır. Azot, potasyum, fosfor, magnezyum gibi elementlerin hareketlilikleri, kalsiyum ve mangan gibi elementlere göre oldukça yüksektir (Karaman, 2012: Sarıdaş, 2013). Bitki büyümesine katkıda bulunan çeşitli fizyolojik faktörler arasında, besin elementinin mevcudiyeti hayati bir rol oynar. Bununla birlikte, bu faktörler aynı anda, antagonistik veya sinerjistik olarak, besin çözeltisinde, toprakta, bitkide ve/veya bitki köklerinin iyonları aldığı bölgelerde etkileşime girebilirler (Alam, 1996: Sadiq ve ark, 1997).

Albregts ve Howard (1986), yayla kültüründe yetişen çilek meyvelerinde besin elementi birimini araştırdıkları çalışmalarında, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn

ve B birikimini, 3 farklı çilek çeşidinde ilk çiçeklenme, ilk hasat, hasat mevsiminin ortası ve sonundaki dönemlerde incelenmiştir. Her bir elementin hasat zamanındaki konsantrasyonları daha önceki dönemdekilerden yüksek bulunmuştur. Yapraklarda en fazla N, P, K ve Mg, köklerde ve gövdede Fe ve Zn bulunurken, hasat edilen meyvelerde ise, en fazla N, P, K ve B bulunmuştur.

Alam ve ark (1987), alkali toprakta mevcut Fe konsantrasyonunda ciddi artış tespit etmişlerdir. Aşırı Fe ayrıca diğer besinlerin alımını da engelleyebilir. Pessarakli (1999), yüksek konsantrasyonlarda Fe varlığı, aşırı su stresinde bitkilerde P alımını zorlaştırdığını bildirmiştir.

Human ve Kotze (1990), 'Selecta' çilek çeşidinde yaptıkları çalışmada sonbahar ve kış aylarında besin maddesi alımının azaldığını bildirmişlerdir

Lieten ve Misotten (1993), 'Elsanta' çilek çeşidinde yaptıkları çalışmada, plastik tünel içerisinde bitki besin elementi alımını incelemişlerdir. Makro ve mikro elementlerin birikimi vejetatif, çiçeklenme, meyve olgunlaşma dönemi ile hasat başında ve sonunda incelenmiştir. Sonuç olarak, besin elementi alım oranının, farklı fizyolojik aşamalar sırasında değişkenlik gösterdiğini saptamışlardır.

Hakala ve ark (2003), farklı yetiştirme koşullarının çilekte besin bileşiklerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında çileklerin çok iyi bir potasyum (% 1.55–2.53), magnezyum (% 0.11–0.23) ve kalsiyum (% 0.16-0.29) kaynağı olduklarını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, genotiplerin ölçülen parametreler üzerinde yetiştirme koşullarına göre daha büyük bir etkisi olduğunu bulmuşlardır.

Pılanalı ve Kaplan (2003), farklı formlarda hümik asit uygulamalarının çilek bitkisinde besin alımı üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, denemeyi, tesadüf parselleri deneme desenine göre dört yinelemeli olarak iki yıl için tasarlamışlardır. % 85 hümik asit içeren katı hümik asit formunu, dikimden önce 0, 100, 200, 300 ve 400 kg/ha miktarlarında uygularken, % 15 hümik asit içeren sıvı formu damla sulama sistemi ile ayda 0, 2500, 5000, 7500 ve 10.000 mL /ha konsantrasyonlarında uygulamışlardır. Hümik asit ile birlikte dikimden sonra

damla sulama sistemi ile 200 kg/ha azot (N), 100 kg/ha fosfor (P_2O_5) ve 400 kg/ha potasyum (K_2O) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yaprakların N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn ve Cu içerikleri katı ve sıvı hümik asit uygulamalarından önemli derecede etkilenmemiştir. Uygulanan sıvı hümik asit, yaprakların Zn içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olarak azalmasına neden olmuştur. Deney alanı aşırı kireçli toprağa sahip olduğu için, çilek bitkilerinde besin alımının önemli ölçüde etkilenmediği belirlenmiştir. Ayrıca, hümik asidin yüksek konsantrasyonlarda uygulanması bazı besin maddeleri üzerinde kısıtlayıcı bir etkiye neden olduğu tespit edilmiştir.

Erdal ve ark (2004), üç farklı dönemde iki farklı demir dozu uygulamasının çilek bitkisinde besin elementi konsantrasyonları üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, demir uygulamaları ile yaprak Fe ve Zn konsantrasyonlarının arttığı, P, Mg ve K konsantrasyonlarının değişmediği, ancak Ca ve Mn konsantrasyonlarının ise, azaldığı bildirilmiştir.

Toktam ve ark (2004), 'Selva' çilek çeşidine ait bitkileri 7 mM/L azot konsantrasyonunda ve pH 5.8 'da dört farklı $NO_3^-:NH_4^+$ oranında (7: 0, 6.5: 0.5, 6:1, 5.5: 1.5 mM) yetiştirmişlerdir. Bitki besleme programına uygun olarak diğer bitki besin elementlerinin de bitkilere verildiği çalışmada, farklı $NO_3^-:NH_4^+$ oranlarının verim, meyve sayısı ile bitkilerin farklı kısımlarındaki toplam azot ve nitrat içerikleri incelenmiştir. Çilek bitkileri amonyumsuz uygulama ile karşılaştırıldığında yüksek azot konsantrasyonunu 6:1 mM'da göstermiştir. Verim ve meyve sayısı hem nitrat hem de amonyum içeren besin çözeltilerinde en yüksek değere ulaşmıştır. Çilek bitkilerinin vejetatif safhada nitrattan daha fazla amonyuma ihtiyaç duyduğunu, ancak amonyumun besin çözeltisi içerisinde toplam azotun % 50'sinden fazlası olmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Amonyumun, verimi ve çilek dokularında azot içeriğini arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca, çalışmada en iyi amonyum nitrat oranını, bitki gelişim safhaları ve çevresel koşulların belirleyebileceği bildirilmiştir. Ayrıca, Haifa (2014), çilek yapraklarında N

konsantrasyonu % 1.80'in altına düştüğünde çileklerde meyve kalitesinde düşümlere neden olduğunu saptamıştır.

Akbulut ve ark (2006), farklı çilek çeşitlerinin ('Yalova-15', 'Osmanlı', 'F. Artı', 'F.vesca', 'Maraline') besin elementi konsantrasyonlarını inceledikleri çalışmalarının sonucunda, tüm çeşitlerin özellikle K, P, Ca, Mg, Na ve Fe konsantrasyonları bakımından zengin olduklarını bildirmişlerdir. Bir başka çilek bitkisine ait çalışmada ise, açık arazi ve topraksız kültürde sezon boyunca besin elementi alımının dinamikleri ve onları etkileyen faktörler araştırılmıştır. Özellikle fenolojik aşamalara vurgu yapılan çalışmada, kış aylarındaki N depolaması ile baharda yeniden hareketlenmesi tartışılmış ve bitki organları arasındaki besin paylaşımı da incelenmiştir (Tagliavini ve ark, 2004).

Hargreaves ve ark (2008), kentsel atıklar ile hayvan gübelerini karıştırıp, kompost gübre oluşturdukları çalışmalarında, çilek yetiştiriciliğinde toprağın yapısını iyileştirmek için kullanılan kentsel atıkları, hayvan gübelerini ve suni gübeleri, kompost gübreler ile karşılaştırmışlardır. İki yıllık çalışma sonucunda, havalandırılmamış kompost gübelerin diğer uygulamalara göre çilekler için etkili besin kaynağı olduğu bildirilmiştir.

Sharma ve Singh (2008), lipoksijenaz enzimi ve bitki besin elementleri içeriklerinin çilek bitkisinde birbirleri ile ve şekli bozulmuş meyvelerle olan ilişkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, uygulamaların P ve Mg konsantrasyonlarını önemli ölçüde değiştirmedğini, ancak N ve K konsantrasyonlarının belirgin bir şekilde arttığı ve şekli bozulan meyvelerde Ca ve B konsantrasyonlarının düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Şekli bozuk meyvelerle N ve K elementleri arasında korelasyon pozitif, Ca ve B elementleri arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlar, N ve K fazlalığı ile Ca ve B eksikliğinin bozulmuş meyveler üretiminde önemli bir ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Lısjak ve ark (2008), çalışmalarında potasyumlu gübelerin, plastik sera içerisinde topraksız kültürde yetiştirilen 'Elsanta' çilek çeşidinde potasyum,

kalsiyum ve magnezyum alımı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çileklerin meyve verme dönemlerinde damla sulama yöntemiyle dört farklı türde (farklı türde anyonlarla birlikte) potasyum gübrelemesi yapılmıştır. Sonuç olarak, en yüksek verim en düşük dozu (nitratlı) olan kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Uygulanan K konsantrasyonları arttıkça, yaprak K konsantrasyonları da artmış ve farklı anyon kombinasyonları arasında önemli farklar oluşturmuştur. Ayrıca, K ile Mg arasında antagonist ilişki olduğu bulunmuştur.

Bitkilerin besin elementi alabilme yetenekleri genetiksel olarak kontrol edilmekte ve bitkiler aynı ortamlarda yetiştirilmesine rağmen, besin elementlerine tepkileri farklı olabilmektedir. Bir çeşit, olumsuz ortam koşullarına rağmen, herhangi bir besin elementinden kolaylıkla yararlanabilirken, bir başka çeşidin yararlanamadığı görülebilmektedir (Clark ve Gross, 1986; Bergmann, 1992; Wrona, 2006). Bu bağlamda, Uzunoğlu Bulduk (2008), tarafından farklı çilek çeşitlerinin besin elementi içeriklerinin değişimini incelemek için yapılan çalışmada aynı koşullarda yetiştirilen ‘Selva’, ‘Osmanlı’, ‘Yalova-15’, ‘Cavandish’, ‘Camarosa’, ‘Arnavutköy’, çeşitleriyle bunların iki farklı melezlerinden alınan yaprak ve meyve örneklerinden N, P, K, Ca, Mg, , Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, besin element konsantrasyonlarının, her bir çilek çeşidinde farklılık gösterdiği ve bunun sonucunda da çeşit özelliklerine göre beslenme programının hazırlanması gerektiğini bildirmiştir.

Dominguez ve ark (2009), çilek yapraklarında besin elementi konsantrasyonlarının mevsimsel değişimlerinin araştırıldıkları çalışmalarında, tüm makro ve birçok mikro besin elementlerinin mevsimlerden önemli oranda etkilendiğini, sadece Mn ve Cu'nun aynı seviyelerde kalma eğilimi gösterdiğini saptamışlardır.

Seferoğlu ve Kaplan (2010), Aydın ilinde yürüttükleri çalışmada yetiştirme sezonu boyunca belirli aralıklarla alınan yaprak örneklerinde, en uygun yaprak örneği alma zamanı ile yaprakların besin element konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, yaprakların N, P, K konsantrasyonları ile Ca ve Mg

konsantrasyonlarının meyve tutum döneminde (Mart ve Haziran-Temmuz) önemli oranda değiştirmediklerini saptamışlardır. Yapraklardaki mikro elementler ise, sürekli artış gösterirken demir konsantrasyonu, Ağustos ayına kadar azalmış, daha sonra artmıştır. Sonuç olarak, en uygun yaprak örneği alma zamanının, Nisan ayından Haziran ayı sonuna kadar olan dönemde olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Başka bir çalışma, farklı aydınlanma koşullarının 'Sweet Charlie' çilek çeşidinde yaprak, gövde ve köklerin N, P, K ve Ca içeriklerinin mevsimsel değişkenliklerini belirlemek için tasarlanmıştır. Çalışmada kontrollü sera, sürekli gölgelendirme ve açık alanda olmak üzere 3 farklı uygulama seçilmiştir. Farklı büyüme dönemlerinde bitkilerin yaprak, gövde ve kök örnekleri alınarak kuru yakma yöntemiyle mineral içerikleri belirlenmiştir. Tüm uygulamalardaki besin element konsantrasyonları çiçeklenme ve hasat dönemlerinde meyveler için kullanıldığından azalmıştır. Kalsiyum alımı sıcaklıkların artması ile birlikte çiçeklenme ve meyve olgunlaşma dönemlerinde en üst seviyeye ulaşmıştır. Açık alanda yetiştirilen bitkilerin tüm kısımlarındaki besin içerikleri, sürekli gölgelendirilen ve serada yetiştirilenlere göre daha düşük bulunmuştur (Demirsoy ve ark, 2010).

Singh ve ark (2010), bitki besin elementi bakımından zengin ve üretken genotipleri tanımlamak ve uygun ıslah programlarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, genotip etkilerinin çevre etkilerine kıyasla bitki besin elementi konsantrasyonları üzerinde etkisinin daha güçlü olduğunu belirlemişlerdir. Yüksek besin elementi konsantrasyonuna sahip 'Sweet Charlie', 'Elista', 'Festival', 'Camarosa' ve 'Douglas' çeşitlerinin aynı zamanda yüksek verimli bulunmasından dolayı daha sonraki çalışmalarda yer alacak olan ıslah programlarında meyve verimi ile birlikte genotiplerin N, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin de dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, Mg ve N konsantrasyonlarının en verimli ve mineral yönünden en zengin genotipleri belirlemede güvenilir bir araç olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Geçer ve Yılmaz (2012), farklı çilek çeşitlerinin ('Aromas', 'Camarosa', 'Sweet Charlie' ve 'Selva') besin elementi içeriklerinin belirlenmesi amacıyla bitkileri açık arazi, alçak ve yüksek tünel koşullarında denemeye almışlardır. Çalışmada, açık arazide yetiştirilen bitkilerde azot (% 0.59), kalsiyum (% 0.76), magnezyum (% 0.71), sodyum (% 3.15) ve demir (% 0.24) konsantrasyonları diğer yetiştirme yerlerine kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yüksek tünel şartlarında yetiştirilen bitkilerde en yüksek fosfor (% 0.36) ve çinko (28.38 ppm) konsantrasyonları elde edilmiştir. Besin elementi konsantrasyonları çeşitlere göre farklılık göstermiştir. 'Camarosa' çeşidinde demir (% 0.18) konsantrasyonu diğer çeşitlere göre daha yüksek olurken; 'Selva' çeşidinde, fosfor (% 0.36), mangan (233.49 ppm) ve çinko (30.13 ppm) konsantrasyonları daha yüksek bulunmuştur. 'Sweet Charlie' çeşidinde besin elementi konsantrasyonlarında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Araştırma sonucunda, bitkilerin besin elementi konsantrasyonlarının örtü altı uygulamalarla kısmen daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Ayrıca, çilek çeşitlerinin meyve P, K, Ca ve Mg içeriklerinin de belirlendiği başka bir araştırmada, bu besin elementlerinin meyvedeki miktarlarının çeşitlere bağlı olarak değiştiği görülmüş ve elde edilen ortalama besin elementi değerlerinin P, K, Ca ve Mg için sırasıyla taze örnekte % 0.165, % 1.57, % 0.131, % 0.142 olarak belirlenmiştir (Sharma ve ark, 2006). Yapılan bir diğer çalışmada, 7 farklı çilek çeşidinin besin elementi içeriklerinin çeşitlere göre değişim gösterdiğini ve çeşitlerin ortalama N, P, K, Mg ve Ca içeriklerinin sırasıyla % 2.26, % 0.19, % 1.55, % 0.21 ve % 1.79 olduğunu bulmuşlardır (Daugaard, 2001).

Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), bazı çilek çeşitlerinin besin elementi içeriklerini yaprak ve meyve analizleriyle incelemeyi hedeflemişlerdir. Bu amaçla, 'Selva', 'Osmanlı', 'Yalova-15', 'Cavendish', 'Camarosa' ve 'Arnavutköy', 'Rapella', 'Seascape' çeşitleriyle, bunların melezlerinden örnekler alınmıştır. Elde edilen sonuçlar, çilek bitkisinin yaprak ve meyve besin elementi içeriklerinin çeşitlere bağlı olarak önemli düzeyde değiştiğini ortaya koymuştur.

Sarıdaş (2013), beş farklı çilek ('Sevgi', 'Ebru', 'Kaşka', 'Osmanlı', 'Camaosa') çeşidinde verim, meyve kalitesi ile yapraklardaki makro ve mikro besin element içeriklerini belirlemek amacıyla farklı dozlarda kalsiyum uygulamaları yapmıştır. Çalışma sonucunda, farklı dozlarda kalsiyum uygulamalarının bitki başına verim, pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı ve yapraklardaki bakır konsantrasyonları üzerinde bir etkisi olmadığını, ancak besin elementi konsantrasyonları üzerinde farklı etkiler yaptığını belirlemiştir.

Akçay (2014), farklı azot dozlarının 'Rubygem' ve 'Fortuna' çilek çeşitlerinde verim ve meyve kalite kriterlerine etkisini araştırdığı çalışmasında, 'Fortuna' ve 'Rubygem' çilek çeşitlerinin yaprak N, P, K değerlerinin tüm uygulamalarda yeterli düzeylerde bulunduğunu bildirmiştir. Farklı azot dozlarının 'Fortuna' ve 'Rubygem' çeşitlerinde ilk çiçeklenme tarihi, tomurcuk sayısı, açan çiçek sayısı, kol sayısı ve verim üzerine etkili olduğunu belirlemiştir. Meyve boyutlarının hasat zamanına paralel olarak azalma gösterdiği, ancak azot uygulamalarının boyut üzerine etkili olmadığı saptanmıştır.

Cao ve ark (2015), meyvedeki fosfor içeriği ile SÇKM arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirdikleri çalışmalarında, fosfor dağılımının homojen olmadığı durumlarda meyvenin farklı kısımlarında tat farklılıkları oluştuğunu bildirmişlerdir. Ek olarak, yapılan birçok çalışmada, çilek meyvesinin potasyum uygulamasıyla birlikte SÇKM miktarında önemli ölçüde artış olduğu bildirilmiştir (Ahmad ve ark, 2014; Hammad ve ark, 2014).

Noğay (2017), 'Rubygem', 'Kabarla', 'Sweet Ann', 'Osmanlı' ve 'Sevgi' çilek çeşitlerine farklı kombinasyonlarda kalsiyum ve bor uygulayarak meyve kalite ve verim üzerine etkisini araştırmıştır. Deneme sonucunda, yaprak N, Ca, Zn, Cu, B konsantrasyonları uygulamalardan olumlu yönde etkilenirken, P, K, Mg, Fe ve Mn konsantrasyonlarının etkilenmediği belirlenmiştir.

Perin ve ark (2019), su stresinin çilek meyvesindeki mineral içerik ve antioksidan bileşikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, üç farklı

sulama seviyesi (1.0 ETc, 0.7 ETc, 0.5 ETc) seçilmiştir. % 50 düzeyinde su stresine maruz kalan meyvelerde sakkaroz, indirgenmiş şeker, fenolik bileşikler ve toplam antioksidan aktivitesinin arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, su stresinin meyvede Ca, Cu ve B, yaprakta ise, Cu birikimini azalttığını bulmuşlardır. Ayrıca, su stresinin antioksidan bileşiklerin ve şekerlerin içeriğini geliştirmek için umut verici bir strateji olduğunu bildirmişlerdir.

Çilek bitkisinin su-besin elementi alım mekanizması ile ilgili yeterli sayıda kaynak bulunmamaktadır. Claassen ve ark (1986), toprak su içeriğinin K'un topraktan kök yüzeyine doğru taşınmasına etki ederek K alım oranını değiştirdiğini bildirilmişlerdir. Khan ve Soltanpur (1978), toprakta yüksek nem seviyelerinin, bitkide P kullanılabilirliğini arttırabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, bu artan P mevcudiyetinin, fasulye bitkisinde Zn konsantrasyonunda düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir. Bitkilerin büyüme ortamında su stresinin varlığı fosforun alımı ve konsantrasyonu üzerinde geniş kapsamlı etkiler yaratmaktadır. Su stresinin P alımı üzerindeki etkileri, su stresi büyüklüğüne, yoğunluğuna ve P iyonunun büyüme ortamındaki konsantrasyonuna bağlıdır (Rasnic, 1970). Mouatt ve Nes (1986), yeterli bir fosfat kaynağından ancak yetiştirme ortamında yüksek seviyede kullanılabilir su bulunduğu yararlanılabileceğini bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise, sadece şiddetli su stresinin bitki fosfor emilimini azalttığı bildirilmiştir (Fawcett ve Quirk, 1962).

Aşırı su stresinin, bitki kök hacmini azaltarak doğrudan su ve iyon alımını ciddi şekilde azalttığı Chapin (1991), tarafından bildirilmiştir. Ek olarak aşırı su varlığı, toprak çözeltilisinden denitrifikasyon ve derine sızma yolu ile büyük miktarda nitrat kaybına yol açabilmektedir (Ladha ve ark, 1996; Rao, 1996). Brown ve ark (1960), toprak nem içeriğindeki artışların soya fasulyesi N alımında önemli düşüşlere neden olduğunu bildirmiştir. Hodgson (1982)'a göre pamuk bitkisi, aşırı suya karşı hassas olduğundan ya da belki de toprakta oksijen oranının düşmesinden dolayı N alımında zorlanmıştır. Aşırı suya maruz kalan buğday bitkilerinde azot konsantrasyonlarında azalma, kloroz ve yaprak yaşlanmasının

hızlanması gibi örneklere rastlanıldığı bildirilmiştir (Trought ve Drew, 1980). Ayrıca, aşırı su stresi altında N konsantrasyonunun buğdayda (Labanauskas ve ark, 1975), arpada (Drew ve Sisworo, 1977), mısırdada (Singh ve Ghildyal, 1980), nohutta (Jackson, 1979), pamukta ve ay çiçeğinde (Lety ve ark, 1961), soya fasulyesinde (Sallam ve Scott, 1987), yoncada (Devitt ve Francis, 1972), avokadoda (Slowik ve ark, 1979) ve portakalda (Labanauskas ve ark, 1972) önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir.

Tanaka ve ark (1969), uzun süreli aşırı su stresine maruz kalan bitkilerin genellikle Cu konsantrasyonunda artma, Zn konsantrasyonunda azalma eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir.

Kirnak ve ark (2001), su stresi altında yetişen çileğin fizyolojisi ve makro beslenmesinde malçların rolünü inceleyen uzun süreli bir deney gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada konular 1: su stresi, 2: kontrol, 3: siyah malç + su stresi, 4: buğday saman malçı + su stresi, 5: buğday saman malçı + siyah malç + su stresi olarak seçilmiştir. Çalışma sonucunda, su stresinin çilek yapraklarındaki besin elementi konsantrasyonlarının hepsinde (N, P, K, Ca ve Mg) önemli düşümlere neden olduğu saptanırken, malç uygulamalarının ise bu elementlerinin konsantrasyonlarını arttırdığı belirlenmiştir.

Kumar ve Dey (2011), yaptıkları çalışmada; farklı malç çeşitleri ve sulama yöntemlerinin çilekte kök gelişimi, besin elementi alımı, su kullanım randımanı ile verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kontrol olarak malçlanmamış ve yağmur suyu ile beslenen uygulamalar seçilmiştir. Tüm büyüme süresi boyunca her iki malç çeşidinin de daha yüksek toprak nemine sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, siyah polietilen malçın diğer malça kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Örneğin, siyah polietilen malç, diğerine kıyasla % 2.80 - % 12.80 daha fazla toprak nemi sağladığı belirlenmiştir. Her iki malç çeşidinin de, kök gelişimini, besin elementi alımını, su kullanım randımanını ve verimi arttırmada etkili olduğu belirlenmiştir. Damla sulama uygulaması ile kök gelişimi % 63, besin elementi alımı % 179, su kullanım randımanı % 84 ve verim % 343 artarken, yüzey sulama

yöntemi ile sırasıyla % 23, 84, 109 ve 219 oranında arttığı belirlenmiştir. Yüzeysel sulama ile kıyaslandığında damla sulama sistemi ile sulanan bitkilerin % 51 oranında daha fazla su tasarrufu sağladığı ve % 19 daha fazla ürün verdiği saptanmıştır. Ayrıca, çilekte besin elementi alımını tahmin etmek için kök yoğunluğunun daha iyi bir gösterge olduğu belirtilmiştir.

2.4. Biyoaktivatör Uygulamalar İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Farklı renklerde çok sayıda deniz yosunu ekstratları biyoaktivatör olarak kullanılmaktadır. Bahçe bitkilerinde kahverengi daha çok tercih edilmektedir. Bunun en önemli nedenlerinin başında bitki büyümesini teşvik edici etkileri ve bitkilerin tuzluluk, aşırı sıcaklıklar, besin elementi eksikliği ve kuraklık gibi abiyotik streslere toleransı üzerindeki iyileştirici etkileri gelmektedir. Biyoaktivatörler; kompleks polisakkarit, yağ asitleri, vitaminler, fitohormonlar ve mineral besinleri içerirler. Son araştırmalar, deniz yosunu özleri ile aktive edilen olası moleküler mekanizmaya ışık tutmuştur (Battacharyya ve ark, 2015). Ayrıca, Biyoaktivatörlerin toprak koşullarını iyileştirerek veya doğrudan bitki fizyolojisi ve metabolizmasına etki ederek katkı sağlayabileceği vurgulanmıştır (Nardi ve ark, 2009).

Biyoaktivatörler içeriğinde makro ve mikro besin elementleri, amino asitler, vitaminler ve bitki büyümesini teşvik eden maddeler barındırırlar (Khan ve ark, 2009; Sharma ve ark, 2014). Birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda biyoaktivatörlerin bitki gelişimini, verimini ve kalitesini arttırdığını tespit etmişlerdir. Örneğin, fasulyede (Beckett ve ark, 1994), turunçgillerde (Koo ve Mayo, 1994; Fornes ve ark, 2002), üzümde (Norrie ve ark, 2001), zeytinde (Chouliaras ve ark, 2009), hıyarda (Sarhan ve ark, 2011), domateste (Kumari ve ark, 2011; Hernandez-Herrera ve ark, 2014), brokolide (Mattner ve ark, 2013), ıspanakta (Fan ve ark, 2013; Xu ve Leskovar, 2015) ve çilekte (Alam ve ark, 2013) biyoaktivatörlerin bahsedilen etkilerine rastlanmıştır.

Biyoaktivatörler çözülebilir ya da sıvı formda oldukça yaygın olarak bahçe bitkilerinde kullanılmaktadır. Sıvı formlar sulama suyu ile karıştırılıp bitki köklerine yakın uygulanmaktadır. Ayrıca, biyoaktivatörler yapraklara püskürtülerek de birçok bitkide (patates, domates, mango, kiraz) kullanılmıştır (Rao, 1991: Fornes ve ark, 2002: Selvaraj ve ark, 2004: Haider ve ark, 2012). Yapraktan uygulanan biyoaktivatörlerin özellikle sabah erken saatlerde stomalar açıkken uygulanması durumunda en etkili yöntem olduğu düşünülmektedir (Dwelle ve Hurley, 1984: Battacharyya ve ark, 2015).

Tarımsal yetiştirme uygulamaları organik, sürdürülebilir veya çevre dostu sistemlere doğru evrilmektedir. Modern tarımın amacı, verimi ve kaliteyi düşürmeden girdileri azaltmaktır. Bu hedeflere ıslah programları ile ulaşılabileceği, ancak bu programların özel ve zaman alıcı oldukları vurgulanmıştır. Bitki metabolizmasını aktive edebilen organik moleküllerin tanımlanması, kısa sürede ve daha ucuz bir şekilde bitki performansında bir iyileşme sağlayabilir. Biyoaktivatörler, bitki özleri ve çoğunlukla bilinmeyen çok çeşitli biyolojik aktif bileşiklerdir. Bu ürünler genellikle bitkinin besin kullanım etkinliği ile biyotik ve abiyotik streslere toleransı arttırabilmektedir.

Chouliaras ve ark (2009), zeytinde yaptıkları çalışmada, biyoaktivatör uygulamalarının meyve verimini, kalitesini ve besin elementi içeriklerini (K, Fe ve Cu) arttırdığını saptamışlardır.

Rathore ve ark (2009), farklı konsantrasyonlarda biyoaktivatörün soya fasulyesi üzerinde etkilerini incelemişlerdir. Biyoaktivatör uygulamaları soya fasülyesinde verim parametrelerini önemli ölçüde arttırmıştır. Ayrıca, N, P ve K alımını da önemli ölçüde teşvik ettiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, yapraktan uygulanan biyoaktivatörlerin soya fasülyesi üretimi için verim artışı açısından ümit verici bir seçenek olabileceği saptanmıştır.

Soğanda ve patatesten biyoaktivatör uygulamalarının verimi etkilemediği ancak bazı kalite parametrelerini etkilediği tespit edilirken (Lola-Luz ve ark, 2014);

ıspanakta ise, kalite ve yaprak besin elementi içerikleri arttırdığı belirlenmiştir (Fan ve ark, 2013).

Yapılan bir araştırmada, 'Selva' ve 'Camarosa' çilek bitkilerine uygulanan iki farklı biyoaktivatör ve bunların karışımlarının bitki başına verim üzerine iki deneme yılında da belirgin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Rosen ve ark, 1988).

Son derece etkili bir biyoaktivatör olan ComCat ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamasına rağmen, 2000 yılında Almeria'da yapılan bir çalışmada, 9000 metrekairelik bir alanda 'Brilliante' domates çeşidine üç haftada bir olmak üzere toplam dört uygulama yapılmıştır. Çalışma, 50 g/da dozu ile başlatılmış ve daha sonra 20 g/da dozları ile devam ettirilmiştir. Anılan çalışma sonuçlarına göre, biyoaktivatör uygulaması yapılan bitkilerde hem meyve sayısında hem de toplam hasat edilen miktarda (83811 kg) artış olduğu bildirilmiştir. Biyoaktivatör uygulaması yapılmayan kontrol bitkilerinde ise, 70452 kg elde edilerek 13359 kg daha az verim elde edildiği saptanmıştır. Yine domates üzerinde 2004-2005 yıllarında Çin' in Shanghai bölgesinde yapılan başka bir çalışmada, bitkiler 16 kasımda dikilmiş olup, ilk uygulama 13 Aralık, ikinci uygulama 3 Ocakta yapılmıştır. İlk araştırmanın sonuçlarına göre, uygulamalar kontroller ile karşılaştırıldıklarında bitki yüksekliklerinin % 27.5, yaprak sayısının % 36.8, taze ağırlıkların % 140 oranında arttığı saptanmıştır. İkinci deneme sonuçlarına göre, yine uygulamalar kontroller ile karşılaştırıldığında, bitki yüksekliklerinin % 37.8, yaprak sayılarının % 18.5, taze ağırlıkların % 140 oranında artış olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2016). 2002 yılında Çin' de yapılan bir hıyar denemesinde ilk biyoaktivatör uygulaması bitkiler 3-4 yapraklı olunca başlatılmış olup, ikinci uygulama bu tarihten 15 gün sonra yapılmıştır. Deneme sonunda, bitkilerin daha güçlü gözüktüğü, böcek ve hastalık zararının kontrol uygulamalarına göre daha az olduğu ve iyi bir stres direnci sağladıkları bildirilmiştir. Ayrıca, meyvelerin daha uzun, meyve etinin parlak, tatlarının daha güzel, ticari değeri daha yüksek, yaprak renklerinin daha koyu yeşil, ürün veriminin % 16.2-18.0 oranında arttığı

saptanmıştır. Ayrıca, 2001 yılında aynı biyoaktivatör çeşidi ile yapılan başka çalışmalarda, biyoaktivatör uygulamasının kavunda % 19.9, karpuzda % 9.2 ürün artışına neden olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2016).

Bir biyoaktivatörün etkisinin türden türe ve hatta çeşitten çeşite farklı olabileceği, çevresel faktörler ile uygulama dozuna ve süresine bağlı olarak sonuçların değişkenlik gösterebileceği savunulmuştur (Kunicki ve ark, 2010). Bu bağlamda, Türkoğlu (2005), farklı çeşit biyoaktivatör uygulamalarının ‘Selva’ ve ‘Camarosa’ çilek çeşitlerinde erkencilik, verim, meyve kalitesi ile yapraklardaki makro ve mikro besin element miktarları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmasında “Crop-Set” ve “Isr-2000” bitki aktivatörleri, bunların karışımı ve kontrol olmak üzere 4 farklı uygulama yapılmıştır. Denemenin her iki yılında da biyoaktivatör uygulamalarının bitki başına verim, ortalama meyve ağırlığı, ortalama gövde sayısı, suda çözünebilir kuru madde miktarı ve titre edilebilir asit içeriği üzerine olumlu bir etkisinin olmadığı, ancak bu parametreler bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunduğu saptanmıştır. Her iki çeşidin de erkencilik olarak birbirine üstünlük sağlamadığı, ancak yapraklardaki Ca, Fe ve Cu içerikleri bakımından çeşitler arasında farklılık bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca, N ve Cu konsantrasyonlarının biyoaktivatör uygulamaları ile arttığı tespit edilirken, diğer makro ve mikro besin elementlerinin istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilenmedikleri belirlenmiştir.

Aslantaş ve ark (2007), ‘Fern’ çilek çeşidini kullandıkları çalışmalarında, ‘Gold Marine’, ‘Maxi Crop’ ve ‘Proton’ ticari ismi ile bilinen biyoaktivatörlerin verim, kalite ve bitki besin element içeriği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bitki başına en düşük verim değerleri kontrol meyvelerinden birinci deneme yılında 121.4 g ve ikinci deneme yılında 503.5 g olarak elde edilmiştir. ‘Maxi Crop’ uygulaması verimi birinci deneme yılında % 46, ikinci yılında % 15 oranında arttırarak en az katkı veren uygulama olarak belirlenirken, ‘Proton’ uygulaması ise, birinci deneme yılında % 95, ikinci deneme yılında % 40 oranında verim artışı sağlayarak en çok katkı sağlayan uygulama olmuştur. Genel olarak, biyoaktivatör

uygulamalarının meyve ağırlığı ve sertliğini arttırdığı, pazarlanamaz meyve oranını azalttığı belirlenmiştir. Bu uygulamaların, SÇKM, toplam ve indirgenmiş şeker içeriği ile asitlik üzerine etkilerinin önemsiz olduğu, pH'yı ise, önemli düzeyde artırdığı saptanmıştır. C vitamini içeriğinin 'Gold Marine' uygulaması ile azaldığı, 'Maxi Crop' ve 'Proton' uygulaması ile arttığı tespit edilmiştir. Ek olarak, biyoaktivatör uygulamaları K içeriğini kontrole göre önemli oranda azaltırken, Zn ve Fe içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

Khan ve ark (2009), yaptıkları çalışmada, deniz yosunu ve türevlerinin biyoaktivatör olarak kullanılmasının bitki gelişimine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, bu ürünlerin uzun zamandır kullanıldığını ve bir dizi bitki büyümesini teşvik edici bileşikler içerdiğini belirtmişlerdir. Ancak, bitki büyümesine nasıl katkıda buldukları konusunda hala yeterli bilgi bulunmadığını ve yaptıkları çalışma ile çeşitli etkilerin kapsamlı bir incelemesini sunduklarını bildirmişlerdir.

Spinelli ve ark (2010), çilek üretiminde demir şelat kullanımına alternatif olarak yeni nesil yosun özü adlı çalışmalarında 'Actiwave' isimli biyoaktivatörü kullanmışlardır. 'Actiwave'in besin elementi alımını ve abiyotik strese karşı toleransı arttırdığını öne sürdükleri çalışmada, biyoaktivatörün bitkilerin vejetatif ve üretim performansları üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, bu biyoaktivatörün bitki gelişimini (% 10), yaprak klorofil içeriğini (% 11), stoma yoğunluğunu (% 6.5), fotosentetik oranını ve meyve üretimini (% 27) arttırdığı belirlenmiştir. Çalışmada biyoaktivatör uygulamalarının yaratmış olduğu en önemli farkın biyokütlenin artması olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda, gövde kuru maddesi % 27 oranında artarken, kök kuru maddesinin % 76 oranında arttığı belirlenmiştir. Kullanılan biyoaktivatörün ayrıca kökle ilişkili mikrobiyal biyosinoz enzimini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Sonuç olarak, bu biyoaktivatörün demir şelat yerine çevre dostu bir alternatif olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Xu ve ark (2015), çalışmalarında biyoaktivatör uygulamalarının su stresi altında ıspanağın bitki gelişimi, fizyolojisi ve besin değerlerini araştırmışlardır.

Araştırmacılar su stresi altında, yaprak alanı, yaş ve kuru ağırlık değerlerinde sırasıyla % 42, % 42 ve % 60 düşüş olduğunu belirlemişlerdir. Su stresi, klorofil içeriğini değiştirmese de gaz değişimini kısıtladığı belirlenmiştir. Ek olarak, sustresinin demir iyonları hariç diğer yaprak besin içerikleri üzerinde önemli bir etkisine rastlanmamıştır. Tam sulama koşulları altında biyoaktivatör uygulamasının bitki gelişimini, fizyolojisini ve besin içeriğini değiştirmediği, ancak su stresi altında bitki gelişimini arttırdığı belirlenmiştir. Su stresi altında biyoaktivatör uygulamaları kontrollere göre yaprak su içeriğini % 6, yaprak alanını % 5 arttırdığı belirlenmiştir. Su stresinin etkisiyle gaz değişiminin engellenmesi ve stoma iletkenliğinin sınırlandırılması biyoaktivatör uygulaması sayesinde azaltılmıştır. Sonuç olarak, kısmi su stresi altında biyoaktivatör uygulaması ıspanak bitkisinde yaprak-su ilişkisini kuvvetlendirerek ve stoma iletkenliğini artırarak bitki gelişimine katkıda bulunduğu ve özellikle yaprak alanını arttırdığı tespit edilmiştir.

Sharma ve ark (2014), abiyotik ve biyotik stresleri azaltmak için ürün yönetimi için biyoaktivatörlerin kullanımı üzerine bir inceleme adlı derlemelerinde biyoaktivatörlerin, küçük miktarlarda uygulandığında bile, bitkinin gelişmesini artıran, ve geleneksel bitki besinleri ile kıyaslanmaması gereken organik bir malzeme olduğunu belirtmişlerdir. Biyoaktivatörlerin ürün yetiştirilmesinde kullanılması, köklenmede, verimde, don, kuraklık ve tuza dayanımda, fotosentetik aktivitede, mantar, bakteri ve virüse karşı dirençte fayda sağlayabilmektedir. Ancak, başka bir çalışmada, biyoaktivatörlerin su stresine maruz kalan mısır ve soya fasülyesi bitkilerinde dayanımı arttıramadığı sonucuna varılmıştır (Vasconcelos ve ark, 2009).

Bulgari ve ark (2015), teknolojinin durumu ve gelecekteki biyoaktivatörler için beklentileri tartışmışlardır. Ayrıca, bahçe bitkileri gibi yoğun tarım yapılan alanlara özel ilgi gösterilmiştir. Sebzelerde, biyoaktivatör uygulanmasının, verim ve kaliteyi etkilemeden gübre kullanımını azalttığı saptanmıştır. Ek olarak, yapraklı sebzelerde, biyoaktivatörlerin, kök büyümesini teşvik ederek ve bitkilerin

antioksidan potansiyelini artırarak, yaprak pigmentlerini (klorofil ve karotenoidler) ve bitki büyümesini arttırdıkları bildirilmiştir.

Biyoaktivatörler sebzeler içerisinde fasulyede çimlendirmeyi (Carvalho ve ark, 2013), brokolide antioksidan aktivitesi ve fenolik içerikler ile birlikte gövde çapını, yaprak alanını, biyoması, erkenci büyümeyi (Mattner ve ark, 2013: Lola-Luz ve ark, 2014), karnıbaharda (Abetz ve Young, 1983), soğanda (Dogra ve Mandradia, 2014), karpuzda verimi (Abdel-Mawgoud ve ark, 2010), hıyarda verim ile birlikte Fe, Zn ve Mn içeriğini (Ahmed ve Shalaby, 2012), bitki başına meyve sayısını ve meyve ağırlığı (Nelson ve Van Staden, 1984: Sarhan, 2014), patlıcanda vejetatif gelişmeyi ve verimi (Abd El-Gawad ve Osman, 2014: Rao ve Chatterjee, 2014), marulda verim ile birlikte K, Mg ve Ca alımını (Crouch ve ark, 1990), biberde verimi, meyve çapını, boyunu ve klorofil içeriğini (Eris ve ark, 1995: Arthur ve ark, 2003: Manna ve ark, 2012), domateste Mn alımını (Crouch ve Van Staden, 1992), Zn, Fe ve klorofil içeriklerini (Eyras ve ark, 2008), çimlenmeyi, meyve ağırlığını ve boyunu (Dobromilska ve ark, 2008) ve verimi (Crouch ve Van Staden, 1992: Khan ve ark, 2009: Hernandez-Herrera ve ark, 2014: Battacharyya ve ark, 2015) arttırmıştır.

Biyoaktivatörler meyveler içerisinde mandarinde verimi (Norrie ve ark, 2001: Fornes ve ark, 2002), üzümde Cu, K ve Ca alımını (Turan ve Köse, 2004), meyve büyüklüğünü, ağırlığını ve sertliğini (Mancuso ve ark, 2006), zeytinde verimi, kalite parametrelerini, olgunlaşmayı (Chouliaras ve ark, 2009), portakalda meyve ağırlığını, kalite özelliklerini (Kamel, 2014), su stresi koşullarında vejetatif gelişmeyi (Spann ve Little, 2011), armutta verimi, meyve çapını, ağırlığını (Colavita ve ark, 2010), çilekte ise, meyve verimi ile birlikte meyve büyüklüğünü ve toplam antosiyonin miktarını (Roussos ve ark, 2009: Spinelli ve ark, 2010: Alam ve ark, 2013: Battacharyya ve ark, 2015) arttırmıştır.

Yarı kurak bölgelerde veya düşük su tutma kapasitesine sahip topraklarda polietilen plastik tüneller altında çilek üretiminde, tüm üretim döngüsünün başarılı olabilmesi için suyun uygulama miktarı ve sıklığının uygun olması gerekmektedir

(Ariza ve ark, 2012). Bu sistemlerde, su yönetimi kolay olmayıp yetiştiriciler aşırı veya yetersiz su kullanma eğilimindedirler. Bu durum hem doğal çevre hem de çilek üretiminde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Morillo ve ark, 2014). Bu bağlamda sürdürülebilir tarım uygulamalarını sağlamak, ürün verim ve kalitesi üzerine su stresinin herhangi bir olumsuz etkisini en aza indirmek için doğru sulama yönetiminin seçimi gereklidir. Buna ek olarak, sulama suyu kullanım etkinliğini belirlemek için fizyolojik ve tarımsal düzeyde çilek çeşitlerinin en uygun sulama suyu miktar ve sıklığının belirlenmesi ile sulama suyu kullanım etkinliğinin artırılması için biyoaktivatör gibi modern uygulamaların kullanılması gerekmektedir. Bu yaklaşım doğrultusunda Türkiye’de Çukurova bölgesinde önemli düzeyde üretimi yapılan ve ekonomik açıdan gelir getiren çilek üretiminde, çilek-sulama ilişkilerinin yeterli düzeyde incelenmediği ve bu konuda etkin bir uygulama anlayışına sahip olunmadığı görülmüştür.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri

Araştırma, 2015-2016 ve 2016-2017 yılları arasında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama alanında yer alan 3 adet yüksek tünelde yürütülmüştür. Deneme alanı denizden 40 m yükseklikte, 36°59' Kuzey enlemi ve 35°18' Doğu boylamında yer almaktadır.

3.1.2. Toprak özellikleri

Deneme alanının farklı noktalarından alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin analizi sonucunda toprağın bazı fiziksel (bünye, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası) ve kimyasal özellikleri (tuzluluk, pH, organik madde, kullanılabilir P₂O₅ ve K₂O) belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisi Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri

Derinlik (cm)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye	Tarla Kapasitesi (g/g)	Solma Noktası (g/g)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)
0-20	47.45	22.15	30.40	Tın	26.3	15.7	1.41
20-40	45.34	20.12	35.54	Tın	25.2	13.1	1.36
40-60	39.05	20.16	40.79	Tın	24.9	13.4	1.33
60-80	38.93	22.27	38.80	Tın	25.1	13.7	1.34

Deneme alanına ait farklı katmanlardan alınan topraklarda yapılan analizler sonucunda, toprağın pH'sı 7.91, hacim ağırlığı (As) 1.33-1.41 g/cm³, tarla kapasitesi 24.9-26.3 g/g, solma noktası 13.1-15.7 g/g aralığında olduğu

belirlenmiştir. Deneme alanı topraklarının tınlı olduğu ve tuzluluk yönünden herhangi bir sorunu olmadığı bulunmuştur.

Çizelge 3.2. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisi Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri

Yapılan Analizler	Sınır Değerleri	Analiz Sonuçları 0-30 cm	Değerlendirme
Toplam Kireç (CaCO ₃) (%)	5 - 15	18.10	Kireçli
Tuzluluk (ECe) (dsm ⁻¹)	0 – 0.8	0.40	Normal
Organik Madde, (%)	3 – 4	3.01	Yeterli
pH	6.0-7.0	7.91	Hafif Alkali
Alınabilir Potasyum, (mgkg ⁻¹)	244-300	406	Yüksek
Alınabilir Fosfor , (mgkg ⁻¹)	20 - 40	28.10	Yeterli
Kalsiyum (mgkg ⁻¹)	1151-3500	6971	Yüksek
Alınabilir Magnezyum (mgkg ⁻¹)	161-480	390	Yeterli
Demir (Fe) (mgkg ⁻¹)	>4,5	4.07	Noksan
Çinko (Zn) (mgkg ⁻¹)	0.8-2.4	0.47	Noksan
Mangan (Mn) (mgkg ⁻¹)	>2	2.09	Yeterli
Bakır(Cu) (mgkg ⁻¹)	>0.2	0.25	Yeterli

3.1.3. Araştırmada Kullanılan Bitki Çeşitlerinin Özellikleri

Araştırmada ‘Kabarla’ ve ‘Rubygem’ çilek çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ‘Kabarla’, sera ve açıkta yetiştiricilik için uygun özelliklere sahip, yüksek verimli, nötr gün ve erkenci çilek çeşididir. Ayrıca, meyveleri konik şekilli olup, meyve eti orta sertliktedir. Özellikle Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Türemiş ve Ağaoğlu, 2013).

Çalışmada ele alınan ‘Rubygem’ çilek çeşidi kısa gün ve erkenci bir çeşit olup iyi bir tada ve aromaya sahiptir. Meyve özelliği parlak kırmızı renkte, iri meyveli çeşit özelliğine sahiptir. Ayrıca, ‘Rubygem’ çilek çeşidi külleme hastalığına hassas iken, *Fusarium* solgunluğuna dayanıklıdır. Ülkemizde gerek iç piyasa gerekse ihracat için yetiştiriciliği yapılan önemli bir güncel çeşittir.

3.1.4. Tarımsal İşlemler

Dikimlerden önce her iki yılda da toprak hazırlığı yapılmıştır (tesviye, derin sürüm, düzeltme) ve hazırlanan seddeler (65-70 cm en, 35 cm yükseklik, 35-40 cm iki sedde arası mesafe) nemlendirildikten sonra üzerleri altı siyah üstü gri renkli 50 mikron kalınlığında polietilen örtülerle kaplanmıştır. Çiçek çeşitlerine ait bitkiler seddeler üzerine çift sıra olarak 30 cm aralıklarla üçgen şeklinde dikilmişlerdir (Şekil 3.1). Bitkiler, 6.5 m eninde 2.75 m yüksekliğinde, 40 m uzunluğunda üzeri 36 aylık UV, IR, AB, EVA, LD katkılı İspanyol tipi yüksek tüneller altında yetiştirilmişlerdir. Denemede belirtilen boyutlarda toplam üç adet tünel kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Plastik örtü uygulandıktan sonra dikilmiş çiçek fideleri



Şekil 3.2. Denemede kullanılan İspanyol Tipi Yüksel Tüneller

Fideler denemenin ilk yılında 10 Kasım 2015’de, ikinci yılında ise, 20 Eylül 2016 tarihinde dikilmiştir (Şekil 3.3). Bitkilere dikimden itibaren fideler tutuncaya kadar kontrollü olarak su verilmiş ve farklı sulama rejimlerine bitkiler üç yapraklı olduklarında geçilmiştir. Yapılan bütün sulamalar hesaplanarak farklı sulama düzeylerinin etkileri incelenmiştir. Sulamalar ve gübreler damla sulama sistemiyle uygulanmıştır. Dikimden itibaren söz konusu bitkilere gübreleme ve ilaçlama işlemleri eşit, kontrollü, bitki ve toprak istekleri doğrultusunda uygulanarak denemenin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.3. Fidelerin dikiminden bir görünüm

3.1.5. İklim Durumu

Akdeniz iklim kuşağında bulunan Adana ilinde kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Araştırma projesinin yürütüleceği yere ait deneme dönemlerini kapsayan veriler deneme alanında bulunan meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Yörenin ayrıca uzun yıllık yağış ortalaması 654.6 mm olup, yağışların büyük bir bölümü yağmur şeklinde düşmektedir.

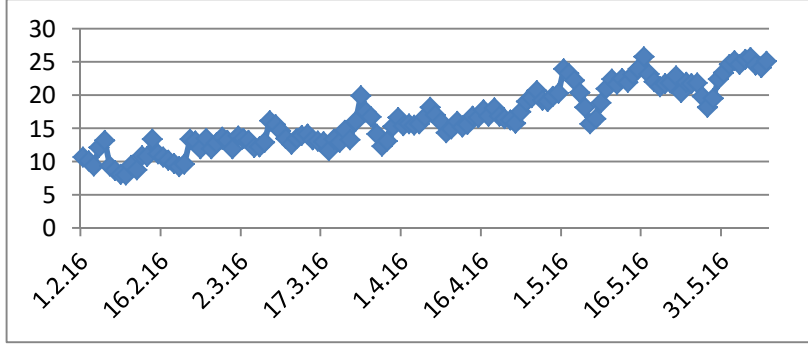
Çizelge 3.3. Çalışma bölgesindeki açık alana ait 2015-2016 deneme dönemini kapsayan aylık ortalama iklim verileri (Sarıçam, Adana)

AYLAR	İKLİM ÖGELERİ				
	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Oransal Nem (%)	Ort. Rüzgar Hızı (m/s)	Ort. Güneşlenme Şid. (MJ/m ²)	Toplam Yağış (mm)
Kasım	14.9	54.1	0.6	11.5	14.2
Aralık	11.0	48.6	2.5	8.1	0.0
Ocak	9.1	70.2	0.7	13.2	148.0
Şubat	11.0	69.2	0.7	11.5	85.6
Mart	14.1	67.1	1.0	16.4	65.8
Nisan	17.1	62.3	0.7	21.9	9.2
Mayıs	21.4	68.5	0.8	21.7	81.0
Haziran	24.9	69.8	0.8	22.6	29.0

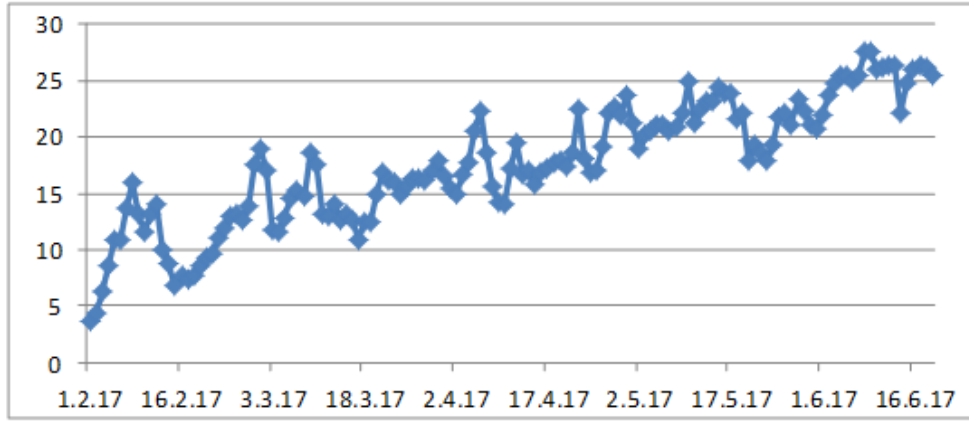
Deneme yılları dikkate alındığında, en yağışlı geçen aylar ilk yıl için Ocak ve Şubat, ikinci deneme yılı için Aralık ve Nisan olurken, en kurak aylar, her iki yıl için de Mayıs ve Haziran ayları olmuştur (Çizelge 3.3, Çizelge 3.4). Ek olarak, Şubat ayından itibaren (meyve tutumu) yetiştirme döneminin sonuna kadar deneme alanındaki açık alana ait günlük ortalama sıcaklık değerleri her iki yıl için de Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’ de sunulmuştur.

Çizelge 3.4. Çalışma bölgesindeki açık alana ait 2016-2017 deneme dönemini kapsayan aylık ortalama iklim verileri (Sarıçam, Adana)

AYLAR	İKLİM ÖGELERİ				
	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Oransal Nem (%)	Ort. Rüzgar Hızı (m/s)	Ort. Güneşlenme Şid. (MJ/m ²)	Toplam Yağış (mm)
Eylül	23.5	53.3	0.9	20.7	13.4
Ekim	22.6	54.7	0.6	16.9	8.2
Kasım	15.2	51.6	0.8	12.9	26.8
Aralık	9.0	62.8	1.1	7.3	207
Ocak	8.4	61.3	0.9	9.6	54.8
Şubat	10.5	50.4	1.0	14.6	0.4
Mart	14.9	63.2	0.8	15.2	75.6
Nisan	18.2	60.0	1.0	21.7	97.2
Mayıs	21.4	66.2	1.0	21.8	41.0
Haziran	24.8	66.3	1.0	25.1	38.0



Şekil 3.4. 2015-2016 yetiştirme döneminde meyve tutumu boyunca çalışma alanındaki açık alana ait günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C)



Şekil 3.5. 2016-2017 yetiştirme döneminde meyve tutumu boyunca çalışma alanındaki açık alana ait günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C)

Denemenin başından sonuna kadar sulama suyu miktarlarının hesaplanması için İspanyol tipi yüksel tüneli temsil edecek şekilde tünelin ortasına yerleştirilen A-Sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Sulama miktarının hesaplanmasında kullanılan A-Sınıfı buharlaşma kabı

3.2. Metod

3.2.1. Araştırma Konuları

Çalışmada dört farklı sulama konusu ele alınmış olup, bunlar: Tam sulama IR100 konusu, IR100'ün yarısının verileceği konu IR50, IR100'ün % 75'inin verileceği konu IR75 ve IR100'ün % 125'inin verileceği konu IR125 (aşırı sulama), olarak adlandırılmıştır. Ayrıca, denemede biyoaktivatör konuları (biyoaktivatörlü ve biyoaktivatörsüz-kontrol) kullanılmıştır.

Denemede ele alınan araştırma konuları aşağıda verilmiştir.

- RC125 : 'Rubygem' çeşidi, % 125 sulama suyu, biyoaktivatörlü
- R125 : 'Rubygem' çeşidi, % 125 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
- KC125 : 'Kabarla' çeşidi, % 125 sulama suyu, biyoaktivatörlü
- K125 : 'Kabarla' çeşidi, % 125 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
- RC100 : 'Rubygem' çeşidi, % 100 sulama suyu, biyoaktivatörlü
- R100 : 'Rubygem' çeşidi, % 100 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
- KC100 : 'Kabarla çeşidi', % 100 sulama suyu, biyoaktivatörlü
- K100 : 'Kabarla çeşidi', % 100 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
- RC75 : 'Rubygem çeşidi', % 75 sulama suyu, biyoaktivatörlü
- R75 : 'Rubygem' çeşidi, % 75 sulama suyu, biyoaktivatörsüz

- KC75 : ‘Kabarla’ çeşidi, % 75 sulama suyu, biyoaktivatörlü
K75 : ‘Kabarla’ çeşidi, % 75 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
RC50 : ‘Rubygem’ çeşidi, % 50 sulama suyu, biyoaktivatörlü
R50 : ‘Rubygem’ çeşidi, % 50 sulama suyu, biyoaktivatörsüz
KC50 : ‘Kabarla’ çeşidi, % 50 sulama suyu, biyoaktivatörlü
K50 : ‘Kabarla’ çeşidi, % 50 sulama suyu, biyoaktivatörsüz

3.2.2. Sulama Zamanı ve Uygulanacak Su Miktarının Hesaplanması

Kullanılan damla sulama sistemi gübre tankı, anaboru, su dağıtım boruları (lateral) ve damlaticılardan oluşmaktadır. Lateraller 16.00 mm çapında polietilenden yapılmış siyah, esnek borulardır. Sulama suyu parselin başına kadar Ø 50’ lik PVC ana boru hattı ile iletilmiştir (Şekil 3.7).

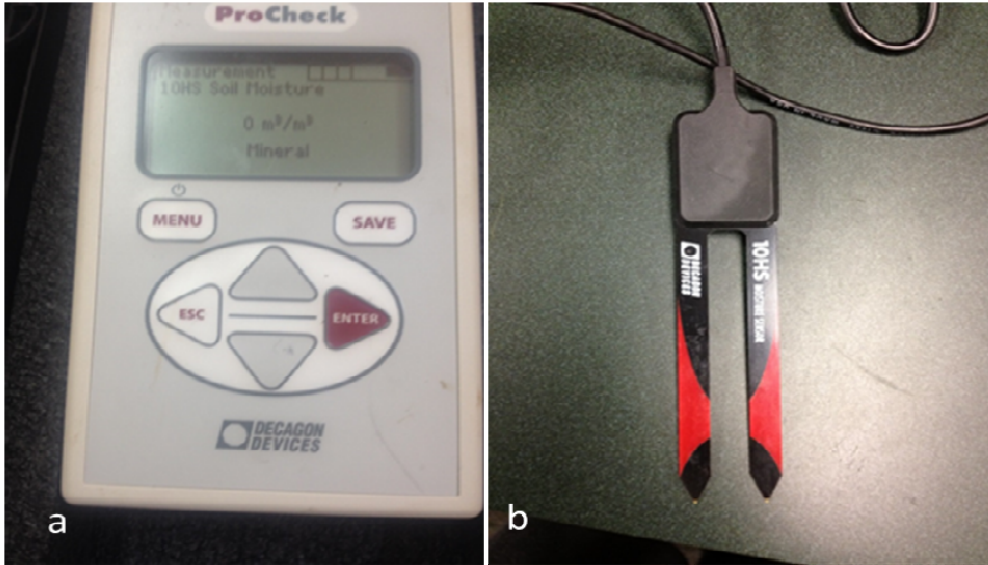
Damla sulamada, sedde üzerindeki iki sıra bitkinin arasına gelecek şekilde döşenen lateral hattına 30 cm aralıklarla 4 lt/sa debili birer adet damlaticı olacak şekilde kullanılmıştır. Sulamalar dönemsel olarak bitkiler üç yapraklı olana kadar haftalık ve geri kalan zamanda ise, 3 günde bir olarak yapılmış ve verilecek olan sulama suyu hesaplanmasında A-Sınıfı buharlaşma kabından elde edilen buharlaşma değerleri esas alınmıştır. Bitki pan katsayısını açıkta çilek yetiştiriciliği için Madanoğlu (1983) ve Kanber ve ark (1986), 0.8 olarak kullanmışlardır. Çalışmamız yüksek tünel altında olduğundan dolayı, K_{cp} 0.7 olarak tüm sulama döneminde sabit olarak kullanılmıştır. Su miktarları, formül 3.1’de verildiği şekilde sulama süresinin 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25 katı olarak hesaplanmıştır.

IR100 hesaplanması;

$$t = (A \times E_o \times P \times K_{cp}) / q \times n \quad (3.1)$$

3.2.3. Toprak Suyu Gözlemleri

Deneme başlangıcında ve sonunda alınan toprak örneklerinde gravimetrik yöntemle toprak su içeriği belirlenmiştir. Farklı sulama düzeyi uygulamalarının başlaması ile birlikte ölçümler periyodik olarak sulamadan önce frekans bazında analiz tekniği ile çalışan Decagon 10HS toprak nem ölçer aleti ile 2015-2016 ve 2016-2017 yetiştirme dönemlerinde izlenmiştir. Frekans bazında analiz tekniği ile ölçüm yapan mobil bir toprak nem aleti olan Decagon 10HS (Şekil 3.8a) toprağa daha önce yerleştirilmiş özel sensörler yardımı (Şekil 3.8b) ile 0-30 cm'den toprak nem ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, aletin kalibrasyonu gravimetrik yöntemle alınan hacimsel su içerikleri ile grafiklenerek kalibrasyon eğrisi ve denklemi oluşturulmuştur.



Şekil 3.8. Denemede kullanılan Decagon 10HS toprak nemölçer (a) ve sensörü (b)

3.2.4. Sulama Suyu Kullanım Randımanı (SSKR)

Sulama suyu kullanım randımanının belirlenmesinde Howell ve ark (1990), tarafından önerilen eşitlik 3.2'den yararlanılmıştır.

$$SSKR = E_y / I \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

SSKR: Sulama suyu Kullanım Etkinliği (g/mm)

E_y : Ekonomik verim (g/bitki)

I : Sulama suyu (mm)

3.2.5. Sulama Uygulamalarında Türdeşlik Ölçütleri

3.2.5.1. Sulama (Uygulama) Eşdağılım

Alt birimler için James (1988) ve Kanber ve ark (1996), tarafından verilen yaklaşım kullanılarak alt birimlerin ve sistemin uygulama eş dağılımı saptanmıştır. Aşağıda verilen Christiansen eşitliği (3.3) kullanılmıştır.

$$CU = 100 \left(1.00 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{q \times n} \right) \quad (3.3)$$

Burada;

n , gözlem sayısı veya değerlendirmede kullanılan damlatıcı sayısı, adet;

q_i damlatıcı debisi, L/h;

—

\bar{q} , ortalama damlatıcı debisi, L/h.

3.2.5.2. Dağılım Türdeşliği (DU)

Uygulama eş dağılımının bir diğer indeksi olarak belirlenmiştir. Değerlendirilen alt birimde dikkate alınan damlatıcı debilerinden en küçük 1/4'ünün ortalama değerinin (Alt çeyrek ortalama debi değeri), alt birime ilişkin ortalama debi değerine oranı (eşitlik 3.4) olarak hesaplanmıştır (James, 1988; Kanber ve ark, 1996).

$$DU = 100 \frac{\bar{q}_{lq}}{q} \quad (3.4)$$

Eşitlikte, \bar{q}_{lq} simgesi alt çeyrek ortalama damlatıcı debisini, L/h, \bar{q} ise ortalama damlatıcı debisini, L/h göstermektedir.

3.2.6. Gübreleme

Bitki besin elementleri fertigasyon ve yapraktan püskürtme yöntemleri ile verilmiştir. Dikimden itibaren bitki ve toprak istekleri doğrultusunda önceki çalışmalar dikkate alınarak, tüm konulara aynı uygulama yapılmış olup temel olarak kompoze gübre (18:18:18 N:P:K ve mikro elementler) uygulamalarının yanında, gerek görüldüğünde eksiklik semptomu görülen besin elementleri yapraktan veya topraktan yapılan uygulamalarla bitkilerin en iyi şekilde gelişmeleri sağlanmıştır. Uygulanan gübreler, miktarları ve tarihleri ile birlikte Çizelge 3.5. ve Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.5. 2015-2016 yetiştirme sezonunda gübrelerin uygulama zamanları, içerikleri ve miktarları

Uygulama zamanı	Gübre içeriği	Miktar
15/12/2015	% 60 Fosfat içeren gübre (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
22/12/2015	% 9 Demir içeren gübre (Yapraktan)	400 ml/ 100 l ⁻¹
01/01/2016	% 12 Organik madde, % 22 humik ve pulvik asit, % 3 Potasyum oksit (Topraktan)	1 l da ⁻¹
10/01/2016	% 9 Demir içeren gübre (Yapraktan)	400 ml/ 100 l ⁻¹
28/01/2016	% 12 Organik madde, % 22 humik ve pulvik asit, % 3 Potasyum oksit (Topraktan)	1 l da ⁻¹
28/01/2016	% 3 Azot, % 30 potasyum (Topraktan)	700 gr da ⁻¹

Çizelge 3.5. devamı

08/02/2016	% 12 Organik madde, % 22 humik ve pulvik asit, % 3 Potasyum oksit (Topraktan)	1 l da ⁻¹
08/02/2016	Kodefol 710 (11-6-44+ME) (Topraktan)	800 gr da ⁻¹
19/02/2016	18+18+18 +(3 MgO) + (8So ₃) + TE (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
23/02/2016	% 3 Azot, % 30 potasyum (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
01/03/2016	Mikro kombine (% 0.4 B, % 1.5 Cu, % 4 Fe, % 3.5 Mn, % 4.0 Zn) (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
11/03/2016	% 51 Fosfor, % 34 potasyum (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
25/03/2016	18+18+18 +(3 MgO) + (8So ₃) + TE (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
25/03/2016	% 12 Organik madde, % 22 humik ve pulvik asit, % 3 Potasyum oksit (Topraktan)	2 l da ⁻¹
04/04/2016	Crop Master (% 5 organik madde, % 0.03 Amino asit, % 0.01 alginik asit, 75 ppm giberallin) (Topraktan)	700 ml da ⁻¹
18/04/2016	% 51 Fosfor, % 34 potasyum (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
27/04/2016	% 21 Bor (Topraktan)	250 g da ⁻¹
27/04/2016	% 9 Demir (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
06/05/2016	Mikro kombine (% 0.4 B, % 1.5 Cu, % 4 Fe, % 3.5 Mn, % 4.0 Zn) (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
06/05/2016	% 60 Fosfat içeren gübre (Topraktan)	350 gr da ⁻¹
13/05/2016	Kalsiyum Nitrat (Topraktan)	1 l da ⁻¹
16/05/2016	% 3 Azot, % 30 potasyum (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
16/05/2016	Mikro kombine (% 2.72 Fe, % 2.72 Mn ve % 2.72 Zn) (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
24/05/2016	% 3 Azot, % 30 potasyum (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
24/05/2016	% 21 Bor (Topraktan)	150 g da ⁻¹

Çizelge 3.6. 2016-2017 yetiştirme sezonunda gübrelerin uygulama zamanları, içerikleri ve miktarları

Uygulama zamanı	Gübre içeriği	Miktar
23/11/2016	% 60 Fosfat içeren gübre (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
29/11/2016	% 9 Demir içeren gübre (Yapraktan)	400 ml/ 100 l ⁻¹
29/11/2016	% 12 Organik madde, % 22 humik ve pulvik asit, % 3 Potasyum oksit (Topraktan)	1 l da ⁻¹
08/12/2016	% 9 Demir içeren gübre (Yapraktan)	400 ml/ 100 l ⁻¹
23/01/2017	% 12 Organik madde, % 22 humik ve pulvik asit, % 3 Potasyum oksit (Topraktan)	1 l da ⁻¹
23/01/2017	% 3 Azot, % 30 potasyum (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
13/02/2017	% 12 Organik madde, % 22 humik ve pulvik asit, % 3 Potasyum oksit (Topraktan)	1 l da ⁻¹
13/02/2017	Kodefol 710 (11-6-44+ME) (Topraktan)	800 gr da ⁻¹
20/02/2017	18+18+18 +(3 MgO) + (8So ₃) + TE (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
15/03/2017	% 3 Azot, % 30 potasyum (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
15/03/2017	Mikro kombine (% 0.4 B, % 1.5 Cu, % 4 Fe, % 3.5 Mn, % 4.0 Zn) (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
25/03/2017	% 51 Fosfor, % 34 potasyum (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
31/03/2017	18+18+18 +(3 MgO) + (8So ₃) + TE (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
31/03/2017	% 12 Organik madde, % 22 humik ve pulvik asit, % 3 Potasyum oksit (Topraktan)	2 l da ⁻¹
07/04/2017	Crop Master (% 5 organik madde, % 0.03 Amino asit, % 0.01 alginik asit, 75 ppm giberallin) (Topraktan)	700 ml da ⁻¹
07/04/2017	% 51 Fosfor, % 34 potasyum (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
20/04/2017	% 21 Bor (Topraktan)	250 g da ⁻¹
20/04/2017	% 9 Demir (Topraktan)	2 kg da ⁻¹
09/05/2017	Mikro kombine (% 0.4 B, % 1.5 Cu, % 4 Fe, % 3.5 Mn, % 4.0 Zn) (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
09/05/2017	% 60 Fosfat içeren gübre (Topraktan)	350 gr da ⁻¹
12/05/2017	Kalsiyum Nitrat (Topraktan)	1 l da ⁻¹
23/05/2017	% 3 Azot, % 30 potasyum (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
23/05/2017	Mikro kombine (% 2.72 Fe, % 2.72 Mn ve % 2.72 Zn) (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
31/05/2017	% 3 Azot, % 30 potasyum (Topraktan)	700 gr da ⁻¹
31/05/2017	% 21 Bor (Topraktan)	150 g da ⁻¹

3.2.7. Biyoaktivatör Uygulamaları

Biyoaktivatör olarak, bitki büyümesini artıran, tamamen doğal, toksik olmayan yabani bitkilerden üretilen organik sertifikalı yeni nesil ticari bir bitki özü kullanılmıştır. Kullanılan biyoaktivatör kesinlikle gübre, pestisid veya genetiği değiştirilmiş bir ürün değildir. Bu bağlamda, 2008 yılında üretilmeye başlanan, 2014 yılında Türkiye tarım piyasasına dahil olan biyoaktivatörün (ComCat) çilek üzerinde göstereceği etkinin belirlenmesi için çilek fidelerinin dikiminden yaklaşık iki ay sonra (ilk çiçeklenme) başlayarak (Şekil 3.9) ortalama üç hafta aralıklarla her yıl gerçekleştirilen dört uygulamanın hangi tarihlerde gerçekleştirildiği ve miktarları Çizelge 3.7’ de verilmiştir.

Uygulama ticari olarak önerildiği gibi 20 g/dekar şeklinde yapılmıştır. Ayrıca, bu ürünün kullanılmadığı parseller kontrol olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.9. Biyoaktivatör uygulamasından bir görüntü

Çizelge 3.7. Biyoaktivatör uygulama zamanları ve miktarları

YIL	UYGULAMA ZAMANI	UYGULANAN MİKTAR
2015-2016	12.01.2016	20 gr/da
	02.02.2016	20 gr/da
	22.02.2016	20 gr/da
	14.03.2016	20 gr/da
2016-2017	12.12.2016	20 gr/da
	06.01.2017	20 gr/da
	28/01/2017	20 gr/da
	25/02/2017	20 gr/da

3.2.8 Araştırmada İncelenen Verim Kriterleri

3.2.8.1. Bitki başına verim (g/bitki)

Yetiştirme sezonu boyunca parselden elde edilen meyvelerin ağırlıkları 0.1 g'a duyarlı terazide tartılmış ve bu değer parseldeki bitki sayısına bölünerek bitki başına verim değeri her bir konu için ayrı ayrı belirlenmiştir.

3.2.8.2. Ortalama Meyve Sayısı (adet/bitki)

Yetiştirme sezonu boyunca elde edilen meyvelerin toplam sayılarının, parseldeki bitki sayısına bölünerek bitki başına ortalama meyve sayısı değerleri her bir konu için ayrı ayrı belirlenmiştir.

3.2.8.3. Ortalama Meyve Ağırlığı (g/adet)

Meyve ağırlığı ise yetiştirme sezonu boyunca elde edilen meyvelerin toplam ağırlıklarının, belirlenen toplam meyve sayısına bölünmesiyle her bir konu için ayrı ayrı belirlenmiştir.

3.2.8.4 Meyve Kalite Parametreleri

3.2.8.4.1. Meyve Kalite Sınıflaması

Aktif hasat döneminde hasat edilen meyveler pazarlanabilir ve pazarlanamaz ürün olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Her yıl için hasat edilen çeşitler içerisinde beş gramın altındaki meyveler ile şekli bozuk meyveler pazarlanamaz ürün olarak kabul edilmiştir. Bu bağlamda, her iki yıl için aylara göre, pazarlanabilir meyvelerin ortalama ağırlıkları (g), pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı (%), pazarlanamaz meyvelerin ortalama ağırlıkları (g) hesaplanmıştır.

3.2.8.4.2. Meyve Eni (mm)

Aktif hasat döneminde tüm konular için ayda bir olmak üzere, hasat edilen meyvelerden her yinelemede 10'ar meyveden üç yinelemeli olarak toplam 30 meyve kullanılmıştır. Hasat edilen meyvelerin kumpas yardımıyla meyve en değerleri belirlenmiştir (Şekil 3.10). Her iki yıl için aylara göre ortalama meyve en değerleri hesaplanmıştır.

3.2.8.4.3. Meyve Boyu (mm)

Aktif hasat döneminde tüm konular için ayda bir olmak üzere, hasat edilen meyvelerden her yinelemede 10'ar meyveden üç yinelemeli olarak toplam 30 meyve kullanılmıştır. Hasat edilen meyvelerin kumpas yardımıyla meyve boy değerleri belirlenmiştir (Şekil 3.10). Her iki yıl için aylara göre ortalama meyve boy değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.10. Meyvelerde en ve boy ölçümlerinde kullanılan kumpas aleti

3.2.8.4.4. Meyve Dış Rengi (L*)

Aktif hasat döneminde tüm konular için ayda bir olmak üzere, hasat edilen meyvelerden her yinelemede 10'ar meyveden üç yinelemeli olarak toplam 30 meyve kullanılmıştır. Meyvelerin iki yanağından, renk ölçer aleti ile parlaklık değerleri (L*) ölçülmüştür. Her iki yıl için aylara göre ortalama meyve dış renk değerleri hesaplanmıştır.

3.2.8.4.5. Meyve Et Sertliği (Newton)

Aktif hasat döneminde tüm konular için ayda bir olmak üzere, hasat edilen meyvelerden her yinelemede 10'ar meyveden üç yinelemeli olarak toplam 30 meyve kullanılmıştır. Ölçümler, meyvelerin iki yanağından, TA X T Plus Texture Analyser tekstür cihazı ile 5 mm'lik bölümüne 2.5 mm s⁻¹ hızıyla hareket eden düz uçlu 2 mm çapındaki prob kullanılarak yapılmıştır. Her iki yıl için de aylara göre ortalama meyve et sertlik değerleri hesaplanmıştır.

3.2.8.4.6. Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%)

Aktif hasat döneminde her uygulama için en az 15 meyveden elde edilen meyve suyunda, suda çözünabilir kuru madde içeriği digital refraktometre ile ayda bir olmak üzere ölçülmüştür. Her iki yıl için aylara göre ortalama suda çözünabilir kuru madde içerikleri hesaplanmıştır.

3.2.8.4.7. Titre Edilebilir Asit İçeriği

Suda çözünebilir kuru madde içeriğini belirlemek için elde edilen meyve suyundan 1 ml alınıp üzerine 49 ml saf su eklenerek meyve suyu rengi gül pembeye dönünceye kadar 0.1 N NaOH ile titre edilerek harcanan sodyum hidroksit miktarı belirlenmiştir. Hesaplamalar sitrik asit cinsinden aşağıdaki formüle göre yapılmıştır. %Asit= Sitrik asit sabiti (0.067) X harcanan NaOH x Normalite x NaOH faktörü x 100)/2 formülü ile hesaplanmıştır. Aktif hasat döneminde ayda bir olmak üzere her iki yıl için de aylara göre ortalama titre edilebilir asit içeriği hesaplanmıştır.

3.2.8.4.8. pH İçeriği

Suda çözünebilir kuru madde içeriğini belirlemek üzere elde edilen meyve suyunda pH metre ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Aktif hasat döneminde ayda bir olmak üzere gerçekleştirilen ölçümler, her iki yıl için de aylara göre ortalama pH içeriği şeklinde verilmiştir.

3.2.9 Bitki Besin Elementi Analizleri**3.2.9.1. Meyvede Bitki Besin Elementi Analizleri**

Aktif hasat döneminde üç hafta ara ile her yıl için üç yinelemeli olarak gerçekleştirilmiştir. Meyve örnekleri 10 bitkiden rastgele seçilmiştir. Laboratuvara getirilen meyve örnekleri seyreltik HCl'li (% 0,1) sudan geçirilip, daha sonra saf su ile iki kere yıkanmıştır. Daha sonra meyveler birkaç parçaya bölünmüştür. Bölünen bu örnekler 70°C etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup, agat değirmeninde öğütülerek analize hazır hale getirilmişlerdir. Hazırlanan örnekler kuru yakma metoduna göre 0.2 g tartılarak porselen krozelerde 550°C' de kül fırınında yakılmış, yanan örneklerin üzerine 2 ml 1/3'lük HCl ve 18 ml saf su eklenerek son hacim 20 ml'ye tamamlanarak mavi bant filtre kağıdından süzdürülmüştür. Daha sonra bu örneklerde atomik absorpsiyon spektrofotometrede potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), bakır (Cu), mangan (Mn), demir

(Fe), çinko (Zn) okumaları yapılmıştır. Fosfor (P) okuması spektrofotometrede yapılırken, azot (N) analizi ise, Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

3.2.9.2. Yaprakta Bitki Besin Elementi Analizleri

Meyve hasadının başlamasıyla birlikte birer ay ara ile üç kez gelişmesini yeni tamamlamış genç yapraklardan 10-15 adet alınarak, 65°C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Elde edilen örneklerde makro ve mikro element analizleri kuru yakma yöntemine göre belirlenmiştir. Yapraklardaki azot Kjeldahl metoduyla, P spektrofotometrede, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları ise, atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Perkin-Elmer) belirlenmiştir (Aoac, 1990).

3.2.10. Eko-Fizyolojik Ölçümler

Bitkilerin eko-fizyolojik özelliklerinin izlenebilmesi için yaprak stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli ölçümleri farklı sulama seviyesi uygulamalarına geçildikten sonra her iki yıl içinde ayda bir olarak yapılmıştır. Sonuçlar, aylara göre ortalama stoma iletkenliği ve ortalama yaprak su potansiyeli olarak belirlenmiştir.

3.2.10.1. Stoma İletkenliği

Stoma iletkenliği (gs) transpirasyon ve fotosentez ile ilişkili olduğundan bitkinin su gereksinimi ve tüketimi diğer bir anlatımla içsel su durumuyla ilgili bilgi veren bir eko-fizyolojik parametredir. Farklı uygulamalar altında bitkilerin içsel su durumlarının izlenmesi amacıyla her parselden en az üç bitkide tamamen güneşe bakan ve gelişimini yeni tamamlamış yapraklarda, öğle saatlerinde stoma iletkenliği ölçümleri yaprak porometresi (Decagon marka) (Şekil 3.11) ile gerçekleştirilmiştir (gs: Stoma iletkenliği, ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)).



Şekil 3.11. Stoma iletkenliği ölçüm cihazı (porometre)

3.2.10.2. Yaprak Su Potansiyeli

Yaprak su potansiyeli portatif basınç odacığı (pressure chamber) aygıtı PMS Instrument Company (Model 615) (Şekil 3.12) ile gün ortasında (12.00-13.30 arasında) on beş günde bir olarak gerçekleştirilmiştir. Her yinelemede tam gelişmiş, güneşe bakan en az üç yaprakta bitkilerin içsel su durumu kestirimlerini yapmak için ölçüm yapılmış ve bunların ortalaması gün ortası yaprak su potansiyeli değeri olarak alınmıştır. Yaprak su potansiyeli ölçümünde yaprak ayası basınç odacığına sap dışarıda kalacak şekilde yerleştirilmiş ve aygıtın basınç kaynağından yaprak ayası üzerine basınç uygulanarak sapın dışarıda kalan ucunda su damlası belirinceye dek basınç artırılarak uygulanmış ve yaprak sapı ucunda su kabarcığı belirdiği andaki değer yaprak su potansiyeli değeri olarak belirlenmiştir.

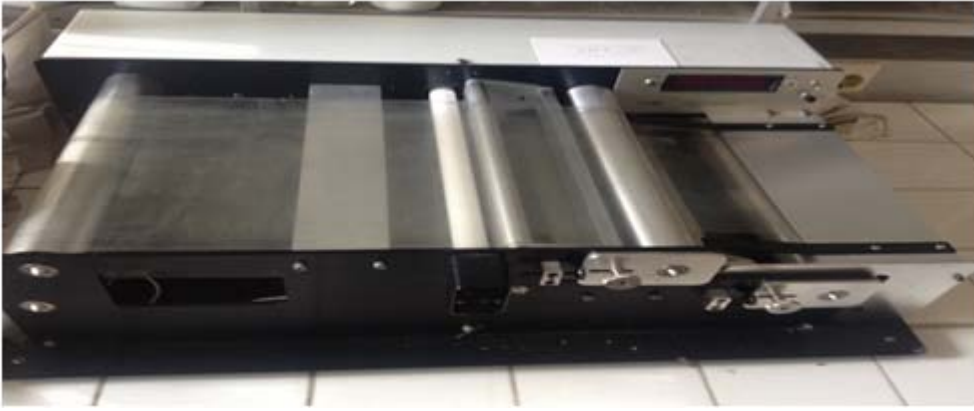


Şekil 3.12. Yaprak su potansiyeli ölçüm cihazı (PMS Instrument Company Model 615)

3.2.11. Bitki Büyümesine Bağlı Bazı Ölçümler

3.2.11.1. Yaprak Alanı:

Bitkiler farklı sulama seviyesi uygulamalarına geçildikten sonra ayda bir rastgele beş bitki sökülüp, yapraklarına ayrıldıktan sonra LICOR LAI-3100 cihazı (Şekil 3.13) kullanılarak yaprak alanı (YA) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, her iki yıl için de aylara göre ortalama yaprak alanı olarak verilmiştir.



Şekil 3.13. Yaprak Alan (LAI) ölçümünde kullanılan LICOR LAI-3100 cihazı

3.2.11.2. Gövde Çapı

Farklı sulama seviyesi uygulamalarına geçtikten sonra ayda bir her parselden en az beş bitkinin gövde çapları ölçülerek, ortalama gövde çapları mm olarak tespit edilmiştir.

3.2.11.3. Bitki Eni

Farklı sulama seviyesi uygulamalarına geçtikten sonra ayda bir her parselden en az beş bitkide vegetatif aksamın en geniş bölgesi ölçülerek, ortalama bitki eni cm olarak belirlenmiştir.

3.2.11.4. Gövde Sayısı

Farklı sulama seviyesi uygulamalarına geçtikten sonra ayda bir her parselden en az beş bitkinin gövde sayıları belirlenerek bitki başına ortalama gövde sayısı adet olarak belirlenmiştir (Kaşka ve ark,1986).

3.2.11.5. Yaprak Sayısı

Farklı sulama seviyesi uygulamalarına geçtikten sonra ayda bir her parselden en az beş bitkinin yaprakları sayılarak bitki başına ortalama yaprak sayısı adet olarak belirlenmiştir.

3.2.12. İstatistiksel Analizler

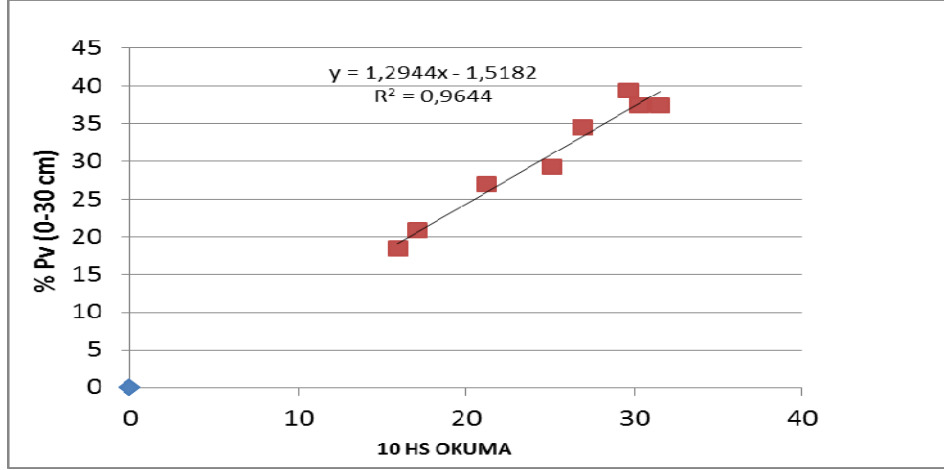
Deneme tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 yinelemeli olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 30 bitki bulunmaktadır. Ana parsellere biyoaktivatör uygulaması, alt parsellere dört farklı sulama rejimi ve alt-alt parsellere ise çeşitler yerleştirilmiştir. Denemeden elde edilen değerlere JMP paket programında varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklar LSD testine göre belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Islah programlarıyla çok hızlı değişen çeşit dinamiği ve buna bağlı olarak sulama ve gübreleme programlarının değiştiği düşünüldüğünde, son yıllarda Akdeniz sahili için yüksek tad ve aromanın yanında verimli olan ‘Rubygem’ çilek çeşidi ile iç bölgelere uygun ‘Kabarla’ çilek çeşidinin kullanılması ile yürütülen çalışmanın ülke geneli hakkında da çok önemli bilgiler verebileceği düşünülmektedir. Dünyada çilek yetiştiriciliğinde, farklı sulama seviyelerinin denenmesine karşın, ülkemizde bu tip çalışmalar ne yazık ki yok denecek kadar azdır. Bitkilere uygulanacak sulama suyu miktarının yetiştiricilik yapılan döneme, çeşide, iklim şartlarına, toprak bünyesine ve daha birçok faktöre göre değiştiği, ayrıca ülkemizde daha önce böyle kapsamlı bir çalışmanın yapılmadığı da göz önüne alındığında, çalışmanın konusunun oldukça özgün olduğu düşünülmektedir. Çalışma, özellikle % 50 düzeyinde kısıntılı (IR50) ve aşırı sulama (IR125) uygulamaları sonucunda bitkilerde ve meyvelerde meydana gelebilecek değişimler ile bu değişimler üzerine ülkemizde daha önce hiç denenmemiş bir biyoaktivitörün etkilerini konu almıştır. Bu bağlamda, araştırmada farklı sulama düzeyleri ve biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitleri üzerine etkileri belirlenerek alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.1. Sulama ve Toprak Su İçeriği Değişimi

Deneme başlangıcında ve sonunda alınan toprak örneklerinde gravimetrik yöntemle toprak su içeriği belirlenmiştir. Ayrıca aletin kalibrasyonu için, denemede 0-30 cm derinliklerinden aynı gün hem gravimetrik olarak toprak örneği alarak hem de eş zamanlı olarak Decagon 10 HS toprak nem ölçer sensörleri ile sekiz farklı noktadan toprak su içeriği değerleri belirlenmiştir. Anılan değerler gravimetrik yöntemle alınan hacimsel su konsantrasyonları ile grafiklenerek kalibrasyon eğrisi ve denklemi oluşturulmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. 10 HS toprak nem ölçer kalibrasyon eğrisi

4.1.1. Sulama Durumu

Bitkilerin su gereksinimleri sadece sulama suyu ile sağlanmış olup, yağış ve yüzey akışı ile gelen su girişi olmamıştır. Deneme süresi boyunca uygulanan sulama suyu miktarları, sayıları ve sulama tarihleri ile birlikte Çizelge 4.1 ve 4.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. 2015-2016 yetiştirme döneminde farklı sulama seviyelerine uygulanan su miktarları (mm)

Sulama Sayısı	Sulama Tarihi	Sulama Suyu (mm)			
		IR125	IR100	IR75	IR50
1	28.01.2016	11.70	9.36	7.02	4.68
2	01.02.2016	5.38	4.30	3.23	2.15
3	04.02.2016	5.18	4.14	3.11	2.07
4	08.02.2016	5.87	4.70	3.52	2.35
5	12.02.2016	4.11	3.29	2.46	1.64
6	16.02.2016	4.80	3.84	2.88	1.92
7	19.02.2016	7.23	5.78	4.34	2.89
8	23.02.2016	8.78	7.02	5.27	3.51
9	26.02.2016	5.32	4.25	3.19	2.13
10	01.03.2016	5.83	4.67	3.50	2.33
11	04.03.2016	6.59	5.27	3.95	2.64
12	08.03.2016	7.91	6.32	4.74	3.16
13	11.03.2016	6.03	4.83	3.62	2.41
14	14.03.2016	5.87	4.70	3.52	2.35

Çizelge 4.1.devamı

15	18.03.2016	7.77	6.22	4.66	3.11
16	21.03.2016	5.42	4.34	3.25	2.17
17	25.03.2016	10.91	8.73	6.54	4.36
18	28.03.2016	6.71	5.37	4.03	2.68
19	01.04.2016	10.01	8.01	6.01	4.00
20	04.04.2016	11.75	9.40	7.05	4.70
21	08.04.2016	13.55	10.84	8.13	5.42
22	11.04.2016	8.13	6.51	4.88	3.25
23	15.04.2016	9.94	7.95	5.96	3.98
24	18.04.2016	6.32	5.06	3.79	2.53
25	23.04.2016	20.57	16.46	12.34	8.23
26	25.04.2016	9.94	7.95	5.96	3.98
27	27.04.2016	7.23	5.78	4.34	2.89
28	29.04.2016	4.52	3.61	2.71	1.81
29	02.05.2016	10.77	8.61	6.46	4.31
30	04.05.2016	7.23	5.78	4.34	2.89
31	06.05.2016	5.42	4.34	3.25	2.17
32	09.05.2016	7.23	5.78	4.34	2.89
33	11.05.2016	3.61	2.89	2.17	1.45
34	13.05.2016	7.23	5.78	4.34	2.89
35	16.05.2016	2.71	2.17	1.63	1.08
36	18.05.2016	8.13	6.51	4.88	3.25
37	21.05.2016	10.77	8.61	6.46	4.31
38	24.05.2016	12.63	10.10	7.58	5.05
39	27.05.2016	14.42	11.54	8.65	5.77
40	30.05.2016	10.84	8.67	6.51	4.34
41	01.06.2016	4.52	3.61	2.71	1.81
42	03.06.2016	7.23	5.78	4.34	2.89
43	06.06.2016	13.48	10.78	8.09	5.39
44	08.06.2016	7.23	5.78	4.34	2.89
TOPLAM		356.82	285.46	214.09	142.73
BAŞLANGIÇ		60	60	60	60
GENEL TOPLAM		416.82	345.46	274.09	202.73

Farklı sulama seviyesi uygulamalarına ilk yıl için 19 ocak 2016, ikinci yıl için 23 ocak 2017 yıllarında geçilmiştir. Dikim tarihlerinden itibaren farklı sulama düzeyi uygulamalarına kadar geçen sürede her bir konuya eşit olarak ilk yıl için 60 mm, ikinci yıl için 179 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Farklı sulama düzeyi uygulamalarına geçildikten sonra ilk yıl toplamda 44, ikinci yıl 41 adet sulama yapılmıştır. Araştırmanın ilk yılında (Çizelge 4.1) IR125

uygulamasına toplamda yaklaşık 417 mm, IR100 uygulamasına 346 mm, IR75 uygulamasına 274 mm ve IR50 uygulamasına ise, 203 mm su uygulanırken, ikinci yıl (Çizelge 4.2) IR125 uygulamasına yaklaşık 451 mm, IR100 uygulamasına 397 mm, IR75 uygulamasına 342 mm ve IR50 uygulamasına ise, 288 mm su uygulanmıştır. Ek olarak, farklı sulama düzeyi uygulamalarına geçildikten sonra Class A pan'dan meydana gelen toplam buharlaşma miktarları ilk yıl 458 mm, ikinci yıl 490 mm olduğu belirlenmiştir. Deneme yıllarında araştırma konularına uygulanan toplam su miktarları ve sulama sayıları ilk yıl fidelerin geç temin edilebilmesinden dolayı farklılık göstermiştir. Çilek bitkisinde sulama ile ilgili benzer özellikteki önceki çalışmalarda 250 mm'den 825 mm'ye kadar değişen geniş bir sulama suyu kullanımı bildirilmiştir (Lemaitre, 1976: Giovanardi ve Testolin, 1984: Kanber ve ark, 1986: Trout ve Gartung, 2004: Yuan ve ark, 2004: Strand, 2008: Kumar ve Dey, 2011: Lozano ve ark, 2016: Kapur ve ark, 2018). Çalışmada verilen sulama suyu miktarları, Lemaitre (1976), (415 mm), Kanber ve ark (1986), (308-424 mm), Trout ve Gartung (2004), (300 mm), ve Yuan ve ark (2004), (254-414 mm) tarafından saptanan sulama suyu miktarları ile benzer olarak bulunmuştur. Buna karşın, benzer diğer çalışmalarda çok daha yüksek sulama suyu uygulanmasının sebepleri A-Sınıfı buharlaşma kabının açık alanda kullanılmasından, Bitki-Pan katsayısının (K_{cp}) mevcut çalışmaya göre daha yüksek alınması, iklim koşulları ve sulamalarda bitki örtü yüzdesinin kullanılmamasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. 2016-2017 yetiştirme döneminde farklı sulama seviyelerine uygulanan su miktarları (mm)

Sulama Sayısı	Sulama Tarihi	Sulama Suyu (mm)			
		IR125	IR100	IR75	IR50
1	28.01.2017	5.50	4.40	3.30	2.20
2	02.02.2017	2.42	1.94	1.45	0.97
3	06.02.2017	2.67	2.13	1.60	1.07
4	09.02.2017	3.15	2.52	1.89	1.26
5	13.02.2017	3.93	3.14	2.36	1.57
6	16.02.2017	3.93	3.14	2.36	1.57
7	20.02.2017	4.36	3.49	2.62	1.75
8	23.02.2017	3.49	2.79	2.09	1.40
9	27.02.2017	3.49	2.79	2.09	1.40
10	03.03.2017	3.49	2.79	2.09	1.40
11	07.03.2017	4.80	3.84	2.88	1.92
12	11.03.2017	3.66	2.93	2.20	1.46
13	15.03.2017	3.66	2.93	2.20	1.46
14	18.03.2017	4.73	3.78	2.84	1.89
15	22.03.2017	6.30	5.04	3.78	2.52
16	25.03.2017	5.24	4.19	3.14	2.09
17	28.03.2017	5.24	4.19	3.14	2.09
18	31.03.2017	5.77	4.62	3.46	2.31
19	04.04.2017	5.68	4.55	3.41	2.27
20	07.04.2017	7.96	6.36	4.77	3.18
21	11.04.2017	5.67	4.54	3.40	2.27
22	14.04.2017	4.53	3.63	2.72	1.81
23	17.04.2017	5.12	4.09	3.07	2.05
24	20.04.2017	7.96	6.36	4.77	3.18
25	24.04.2017	5.51	4.41	3.30	2.20
26	28.04.2017	16.52	13.22	9.91	6.61
27	02.05.2017	18.36	14.69	11.01	7.34
28	05.05.2017	4.90	3.92	2.94	1.96
29	09.05.2017	5.50	4.40	3.30	2.20
30	12.05.2017	7.96	6.36	4.77	3.18
31	16.05.2017	14.69	11.75	8.81	5.87
32	19.05.2017	7.96	6.36	4.77	3.18
33	23.05.2017	6.12	4.90	3.67	2.45
34	26.05.2017	7.96	6.36	4.77	3.18
35	29.05.2017	6.12	4.90	3.67	2.45
36	31.05.2017	6.12	4.90	3.67	2.45
37	04.06.2017	12.24	9.79	7.34	4.90
38	08.06.2017	9.18	7.34	5.51	3.67
39	12.06.2017	12.85	10.28	7.71	5.14
40	15.06.2017	6.12	4.90	3.67	2.45
41	19.06.2017	11.63	9.30	6.98	4.65
TOPLAM		272.46	217.97	163.48	108.99
BAŞLANGIÇ		179	179	179	179
GENEL TOPLAM		451.46	396.97	342.48	287.99

4.1.2. Kök Bölgesi Toprak Su İçeriği Değişimi

Deneme yıllarında farklı konulara ait toprak su içeriği değişimleri, Şekil 4.2-4.5'de gösterilmiştir. Her iki yıl için de IR125 sulama konuları hariç diğer sulama konularında yetiştirme sezonu sonlarına gelindiğinde toprak nem içeriklerinde önemli ölçüde azalmalar gözlemlenmiştir. IR125 uygulamalarında ise, ihtiyacı olduğundan daha fazla sulama suyu verilmesinden dolayı ilk yıl toprak nem değerlerinin tarla kapasitesi (hacim esasına göre, % 36) seviyesine ulaştığını, yetiştirme sezonunun sonuna doğru gelindiğinde özellikle sıcaklıklarında artması ile tarla kapasitesinin alt seviyesine düştüğü görülmektedir. İkinci yıl bu uygulama için toprak nem içeriği tarla kapasitesi seviyesini aşarak iklimin de etkisi ile ilk yıla göre düşüşün sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Ek olarak, her bir konunun yetiştirme dönemi boyunca ortalama toprak su içerikleri tarla kapasitesi ile kıyaslandığında (Şekil 4.2-4.5): RC125 konusu ilk yıl için hacim esasına göre ortalama % 1.7, ikinci yıl % 0.5 oranında tarla kapasitesinin altında seyretmiştir. R125 konusu ilk yıl ortalama % 1 oranında tarla kapasitesinin altında seyrederken, ikinci yıl ortalama % 0.6 oranında tarla kapasitesinin üzerinde seyrettiği belirlenmiştir. KC125 konusu ilk yıl için ortalama % 1.6 oranında tarla kapasitesinin altında seyrederken, ikinci yıl ortalama olarak tarla kapasitesi ile aynı seviyede olduğu belirlenmiştir. K125 konusu ilk yıl ortalama % 0.8 oranında tarla kapasitesinin altında seyrederken, ikinci yıl % 0.7 oranında tarla kapasitesinin üzerinde seyrettiği belirlenmiştir. RC100 konusu ilk yıl için hacim esasına göre ortalama % 4.2, ikinci yıl % 3.1 oranında tarla kapasitesinin altında seyretmiştir. R100 konusu ilk yıl ortalama % 3.6, ikinci yıl % 1.9 oranında tarla kapasitesinin altında seyrettiği belirlenmiştir. KC 100 konusu ilk yıl için ortalama % 4.1, ikinci yıl % 2.4 oranında tarla kapasitesinin altında seyrettiği belirlenmiştir. K100 konusu ilk yıl ortalama % 3.3, ikinci yıl % 1.6 oranında tarla kapasitesinin altında seyrettiği belirlenmiştir. RC75 konusu ilk yıl için hacim esasına göre ortalama % 6.1, ikinci yıl % 4.5 oranında tarla kapasitesinin altında seyretmiştir. R75 konusu ilk yıl ortalama % 5.1, ikinci yıl % 3.5 oranında tarla kapasitesinin altında seyrettiği belirlenmiştir. KC75

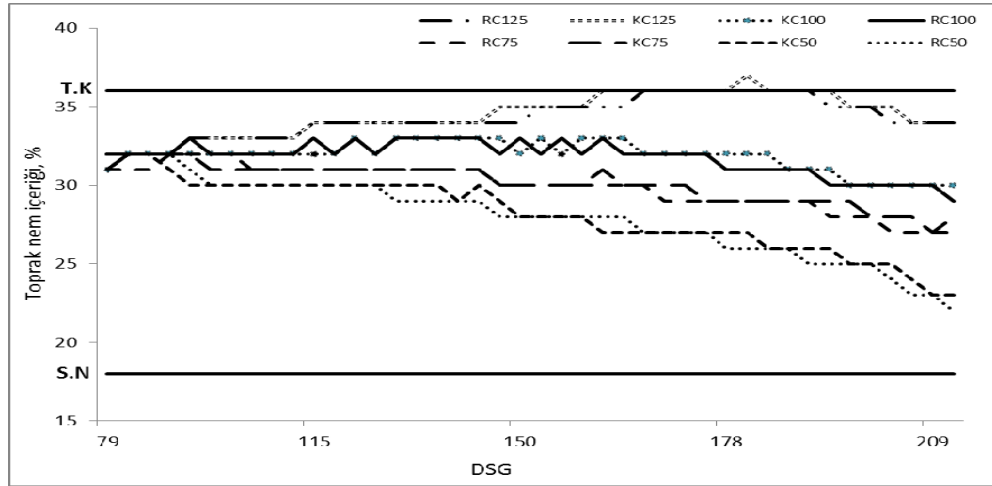
konusu ilk yıl için ortalama % 5.9, ikinci yıl % 4.2 oranında tarla kapasitesinin altında seyrettiği belirlenmiştir. K75 konusu ilk yıl ortalama % 5.1, ikinci yıl % 3.5 oranında tarla kapasitesinin altında seyrettiği belirlenmiştir. RC50 konusu ilk yıl için hacim esasına göre ortalama % 8.1, ikinci yıl % 6.7 oranında tarla kapasitesinin altında seyretmiştir. R50 konusu ilk yıl ortalama % 7.5, ikinci yıl % 5.9 oranında tarla kapasitesinin altında seyrettiği belirlenmiştir. KC50 konusu ilk yıl için ortalama % 7.9, ikinci yıl % 6.1 oranında tarla kapasitesinin altında seyrettiği belirlenmiştir. K50 konusu ilk yıl ortalama % 7.3, ikinci yıl ise, % 5.5 oranında tarla kapasitesinin altında seyrettiği belirlenmiştir. Bu bağlamda, ikinci yıl verilerinin, birinci yıla göre toprak nem değerlerinin biraz daha fazla olmasının en temel nedeni iklim faktörlerinin etkisidir. Özellikle ikinci yıl ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde, bitki yetiştirme sezonunun sonlarına doğru (22 Haziran 2017) birinci yıla (10 Haziran 2016) göre haziran ayında 13 gün daha fazla veri alınmasına rağmen, ortalama sıcaklık değerinin birinci yıla göre beklenenin aksine daha az olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4). Deneme sonuna doğru sıcaklıkların tekrar düşmesi sebebiyle (Şekil 3.5) ikinci deneme yılı toprak nem içeriği değerlerinde meydana gelen azalmaların birinci yıla göre sınırlı olduğu belirlenmiştir.

Kök bölgesinde meydana gelen toprak su içeriği değişimleri, uygulanan kısıntılı sulama seviye farklarına bağlı olarak çeşitlilik göstermiştir. Bu bağlamda, tam sulanan konulara kıyasla IR75 ve IR50 sulama konularında beklenildiği gibi toprak nem içeriklerinde düşüşler meydana gelmiştir. Özellikle IR50 sulama konularından en düşük değerler elde edilmiş ve bitkilerin toprak suyundan daha fazla yararlandıkları belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Tingwu ve ark (2003), Erdem ve Yüksel (2003), Wang ve ark (2004), ve McCann ve ark (2007), tarafından da bildirilmiştir.

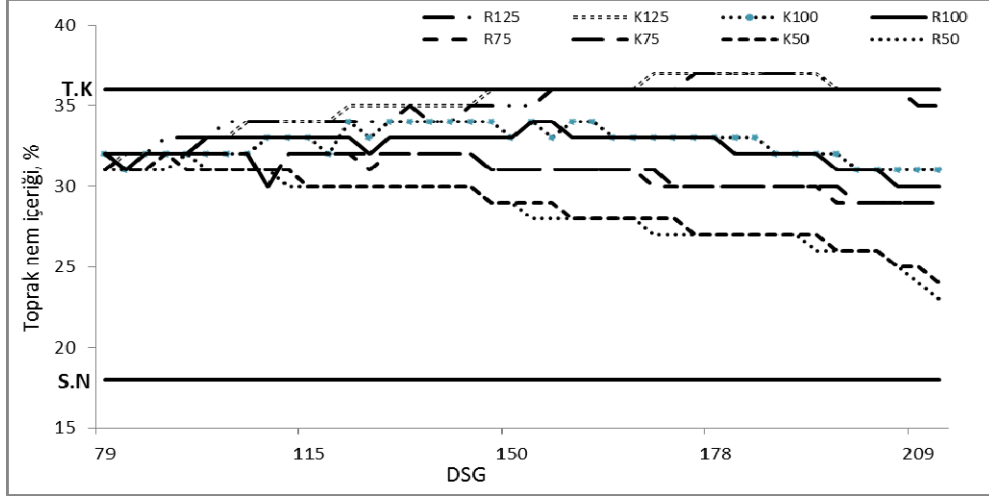
Farklı sulama seviyelerinin çeşitler üzerine etkileri incelendiğinde ise, 'Rubygem' çilek çeşidinin 'Kabarla' çilek çeşidine kıyasla ilk yıl verilerine göre ortalama % 0.6, ikinci yıl verilerine göre % 0.9 oranında daha düşük toprak nem

içeriği değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçla, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitleri arasında toprak suyunu kullanabilmesi açısından pek bir fark gözükmez de, ‘Rubygem’ çeşidinin topraktan biraz daha fazla su kaldırma eğiliminde olduğunu söyleyebiliriz. Çeşitlerin toprak suyundan farklı seviyelerde yararlandığına ilişkin benzer sonuçlar Kruger ve ark (1999), Klamkowski ve Treder (2008), Grant ve ark (2010), ve Ferri ve ark (2016), tarafından da bildirilmiştir.

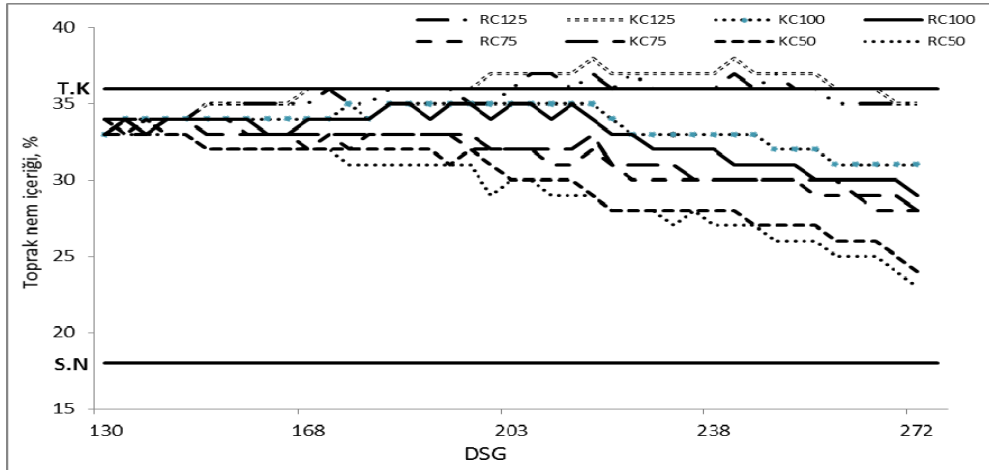
Genel olarak biyoaktivatörlü konularda, biyoaktivatörsüz konulara kıyasla toprak nem içeriği değerlerinde ilk yıl ortalama % 2.3, ikinci yıl % 2.6 oranında toprak nem seviyesinde azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlerden, Ferrante ve ark (2013), ile Bulgari ve ark (2015)’nın da belirttiği gibi biyoaktivatör uygulanan bitkilerin, uygulanmayan bitkilere kıyasla, kök yapısının daha fazla gelişmesi sayesinde topraktan daha fazla su kaldırdığı söylenebilir. Ayrıca, biyoaktivatörler genellikle toprakların fiziko-kimyasal özelliklerini, su tutma kapasitelerini, mikrobiyal aktiviteyi artırırken, aynı zamanda bitkileri, aşırı sıcaklıklar ve su stresi gibi olumsuz çevresel koşullara karşı korumaktadır (Battacharyya ve ark, 2015).



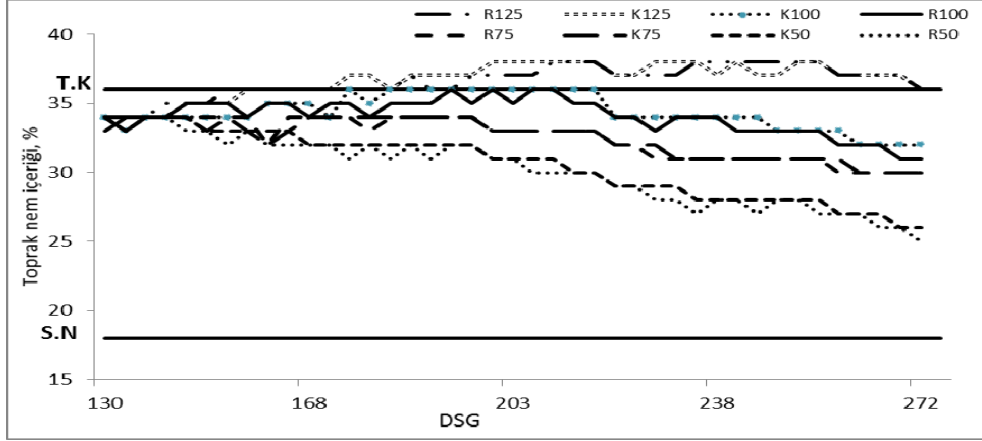
Şekil 4.2. 2015-2016 yetiştirme sezonunda biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin toprak nem içeriği değişimleri



Şekil 4.3. 2015-2016 yetiştirme sezonunda biyoaktivatör uygulanmayan bitkilerin toprak nem içeriği değişimleri



Şekil 4.4. 2016-2017 yetiştirme sezonunda biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin toprak nem içeriği değişimleri



Şekil 4.5. 2016-2017 yetiştirme sezonunda biyoaktivatör uygulanmayan bitkilerin toprak nem içeriği değişimleri

4.1.3. Sulama Uygulamalarında Türdeşlik Ölçütleri

Sulama uygulamalarında türdeşlik ölçütleri sistem içerisinde rastgele olarak 20 adet damlatıcı seçilerek belirlenmiştir. Damlatıcılara ait debiler 0.5 atm basınç altında alınmış olup, damlatıcılara ait debiler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Sistem içerisinde rastgele seçilen damlatıcılara ait debiler

Damlatıcı No	Damlatıcı Debisi
1	2.06
2	2.06
3	2.18
4	2.00
5	2.06
6	2.06
7	2.04
8	2.06
9	2.04
10	2.04
11	2.04
12	2.04
13	2.02
14	2.06
15	2.16
16	2.16
17	2.04
18	2.01
19	2.06
20	2.03

4.1.3.1. Sulama (Uygulama) Eş dağılımı

Alt birimler için James (1988), ve Kanber ve ark (1996), tarafından verilen yaklaşım kullanılarak alt birimlerin ve sistemin uygulama eş dağılımı saptanmıştır. Bu değer % 99 olarak belirlenmiş olup sistemin etkin olarak çalıştığını göstermektedir.

4.1.3.2. Dağılım Türdeşliği (DU)

Uygulama eş dağılımının bir diğer indeksi olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilen alt birimde dikkate alınan damlatıcı debilerinden en küçük ¼' ünün ortalama değerinin (alt çeyrek ortalama debi değeri), alt birime ilişkin ortalama debi değerine oranı olarak hesaplanmıştır (James, 1988; Kanber ve ark, 1996). Bu değer % 98 olarak hesaplanmış olup, uygulama eş dağılımının sistem içerisinde üst düzey olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda IR125, IR100, IR75 ve IR50 uygulamalarında damlatıcılardan kaynaklanan herhangi bir farklılık söz konusu değildir.

4.1.4. Sulama Suyu Kullanım Randımanı (SSKR)

Dünya genelinde su kaynaklarının giderek azalmasından dolayı, su tasarrufu sağlayan stratejilerin geliştirilmesi (Liu ve ark, 2007) sulama mühendisliği açısından en güncel konular arasındadır. Bu stratejilerin geliştirilmesinde kullanılan en önemli parametrelerden birtanesi sulama suyu kullanım randımanıdır. Çalışmamız içerisinde kullanılan deneme konularına ait sulama suyu kullanım randımanı değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Denemede, ilk yıl en yüksek SSKR değeri RC50 konusundan 2.35 g/mm ile elde edilmiştir. RC50 konusunu, en yakın KC75 ve RC75 konuları sırasıyla % 6 ve % 10 daha düşük değerler ile takip etmişlerdir. İkinci yıl ise, en yüksek SSKR değeri RC75 konusundan 2.62 g/mm ile elde edilirken, R75 ve RC100 konuları sırasıyla % 9 ve % 13 daha düşük değerler ile takip eden konular olduğu belirlenmiştir. Sulama suyu kullanım randımanının çilekte su eksikliği koşullarında

arttığı Grant ve ark (2010), tarafından da belirtilmiştir. Yuan ve ark (2004), 3 farklı sulama seviyesinin denendiği çilek denemesinin sonucunda sulama suyu miktarı azaldıkça sulama randımanının arttığını ve en uygun verimin SSKR'nin 1.63 g/mm olduğu konudan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.4. Deneme Yıllarında Sulama Suyu Kullanım Randımanları (g/mm/bitki)

KONULAR	YILLAR	
	2015-2016	2016-2017
RC125	1.30	2.02
KC125	1.31	1.58
R125	1.18	1.90
K 125	1.19	1.24
RC100	1.58	2.32
KC100	1.50	1.83
R100	1.46	2.20
K100	1.50	1.43
RC75	2.14	2.62
KC75	2.22	2.00
R75	1.90	2.41
K75	2.07	1.64
RC50	2.35	2.02
KC50	2.08	1.57
R50	1.57	1.89
K50	2.06	1.27

Biyoaktivatör uygulanmış konular, uygulanmamış konulara kıyasla sırasıyla ilk % 12, ikinci yıl % 14 daha yüksek SSKR değerlerine sahip olmuşlardır. Biyoaktivatör uygulanan konuların, biyoaktivatör uygulanmayan diğer konulara kıyasla daha fazla sulama suyundan yararlandıkları tespit edilmiştir. Biyoaktivatörler toprak su tutma kapasitesini arttırmakta (Verkleij, 1992) ve bunun sonucunda kök gelişimi ile toprak mikrobiyal aktivitesini teşvik etmektedir (Chen ve ark, 2003). Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin, Ferrante ve ark (2013), ile Bulgari ve ark (2015)'nin da belirttiği gibi biyoaktivatör uygulanmayan bitkilere kıyasla, kök yapısının daha fazla gelişmesi sayesinde topraktan daha fazla su kaldırarak SSKR değerini olumlu etkilemesi beklenen bir durumdur. Petrozza ve ark (2013), domates bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının daha büyük kök

sistemine yardımcı olduğunu ve daha fazla ikincil kökleri uyardığını saptamışlardır. Bu sebeple, biyoaktivatör uygulanan bitkilerin daha yüksek su kullanım randımanına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, ayrıca, biyoaktivatörlerin bitki büyümesini abiyotik stres koşulları altında normalleştirebildiğini tespit etmişlerdir.

Sulama suyu kullanım randımanı değerleri iki farklı çilek çeşidi için incelendiğinde ‘Rubygem’ çeşitlerine ait SSKR değerlerinin ortalamaları ‘Kabarla’ çeşidine ait SSKR değerleri ortalamalarına kıyasla sırasıyla ilk deneme yılında % 1, ikinci yılda % 38 daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, genel olarak ‘Rubygem’ çilek çeşidinin, ‘Kabarla’ çeşidine göre sulama suyundan daha fazla yararlanabildiğini göstermiştir. Ayrıca, kısa gün çeşidi olan ‘Rubygem’in, nötr gün çeşidi olan ‘Kabarla’ya göre ikinci yıl SSKR değerinin daha yüksek çıkmasının nedeni, ikinci yıl bitkilerin daha erken dikilerek, toplam gün sayısının artmasından dolayı kısa gün çeşidinin mevsim sonuna doğru veriminin artması, nötr gün çeşidinin ise, veriminin azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer olarak, Grant ve ark (2010), 10 farklı çilek çeşidinin de SSKR değerlerinin birbirinden farklı olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, su stresine dayanıklılığı tespit edilen ‘Hapil’ ve ‘Totem’ çeşitlerinin sulama suyu kullanım randımanlarının düşük, transpirasyon randımanlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Klamkowski ve Treder (2008), 3 farklı çilek çeşidi arasında su eksikliği koşulları altında en yüksek SSKR değerlerinin ‘Elsanta’ çeşidinden elde edildiğini bildirmişlerdir. Ferri ve ark (2016), çileklerde sulama suyu kullanım randımanının tamamen çeşitlere bağlı olarak değiştiğini saptamışlardır.

4.2. Verim Değerleri

Tarımsal ürün yetiştirmedeki en önemli amaç yüksek kalite ile birlikte en yüksek verimi elde etmektir (Yuan ve ark, 2004). Ancak, su stresi koşulları altında meyve sayısı, ağırlığı ve verimin düştüğü de bir çok çalışmada vurgulanmıştır (Blatt, 1984: Serrano ve ark, 1992: Kruger ve ark, 1999: Yuan ve ark, 2004: Liu ve ark, 2007). Dünya genelinde kullanılabilir su varlığında oluşan azalmalar ile

birlikte en uygun miktarda sulama suyunun, suya hassas bitkilerden biri olan çilekler (Kruger ve ark, 1999) için belirlenmesi çilek yetiştiriciliğinin geleceği açısından oldukça önemlidir. Fakat, bu konuda yapılan daha önceki çalışmalar yeterli sayıda değildir. Bu bağlamda, farklı sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde bitki başına verim, meyve sayısı ve meyve ağırlığı üzerine etkilerinin sonuçları alt başlıklar halinde verilmiştir. Çalışmada çilek hasadı ilk yıl 26 Şubat-10 Haziran 2016 tarihleri arasında 105 gün sürerken, ikinci yıl çilek hasadı 7 Mart-22 Haziran 2017 tarihleri arasında 107 gün sürmüştür.

4.2.1. Bitki Başına Verim (g/bitki)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci deneme yıllarındaki bitki başına ortalama verim değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. 2015-2016 yetiştirme döneminde farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde bitki başına ortalama verim değerleri üzerine etkileri (g/bitki)

Çeşit	Uygulama	Sulama Düzeyleri				Çeşit x Uyg	Çeşit Ort
		IR125	IR100	IR75	IR50		
Rubygem	Biyoaktivatör	542	546	586	477	538 a	499
	Kontrol	494	506	522	319	460 c	
	Çeşit x sul	518	526	554	398		
Kabarla	Biyoaktivatör	544	519	608	421	523 ab	511
	Kontrol	494	518	566	417	499 b	
	Çeşit x sul	519	518	587	419		
Sulama Düzeyi Ort.		519 a	522 a	570 a	409 b		
Uygulama Ortalaması		Biyoaktivatör				530 a	
		Kontrol				480 b	
		LSD uyg***= 21.9		LSD sul***= 31.0		LSD çeşit x uyg*= 31.0	
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

Varyans analiz sonuçlarına göre, hem birinci deneme yılında hem de ikinci deneme yılında sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının bitki başına verim değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitler arasında meydana gelen farklar, ilk deneme yılında istatistiksel anlamda önemsiz, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşit x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, çeşit x sulama, sulama x uygulama ve çeşit x uygulama x sulama etkileşiminden kaynaklanan farklar, her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çalışmada birinci yıl bitki başına verim sonuçları incelendiğinde, IR50 uygulaması Çizelge 4.5'den de görülebileceği gibi ortalama 409 g/bitki değeri ile en düşük verimin elde edilmesine neden olmuştur. Deneme kapsamında incelenen çeşitlerin % 50 düzeyindeki kısıntılı sulama uygulamasından olumsuz etkilendikleri belirlenmiştir. Bitki başına en yüksek ortalama verim IR75 konusundan 570 g ile elde edilirken, bu sulama düzeyini IR100 ve IR125 konuları sırasıyla 522 g ve 519 g değerleri ile takip etmişlerdir. Farklı sulama suyu miktarlarının bitki başına verim değerleri üzerinde oluşan bu farkların IR50 konusundan kaynaklandığı belirlenmiştir. Ek olarak, aşırı sulama uygulaması olan IR125 konusunun ilk yetiştirme sezonunda meyve verimi üzerinde herhangi bir fark yaratmadığı dikkat çekmektedir. Ayrıca, en yüksek bitki başına verim değerine 'Kabarla' çeşidinde biyoaktivatör uygulanmış IR75 (KC75) konusundan 608 g/bitki ile ulaşılmıştır. Çeşit x uygulama etkileşimi incelendiğinde, en yüksek ortalama verim biyoaktivatör uygulanmış 'Rubygem' çeşidinden (538 g/bitki) elde edilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında, IR50 uygulaması 486 g/bitki değeri ile en düşük verimin elde edilmesine neden olmuştur ve oluşan bu farkların istatistiksel olarak önemli olması IR50 konularından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu nedenle, deneme kapsamında incelenen çeşitlerin ikinci deneme yılında da % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulamasından olumsuz etkilendikleri belirlenmiştir. En yüksek

ortalama verim IR100 konusundan bitki başına 772 g ile elde edilmiştir. Ek olarak, özellikle IR125 uygulamasının daha fazla sulama suyu almasına rağmen bitki başına 12 g daha düşük ortalamaya sahip olması dikkat çekmiştir. Ayrıca, en yüksek bitki başına verim değerine ‘Rubygem’ çeşidinde biyoaktivatör uygulanmış IR100 (RC100) konusundan 921 g/bitki ile ulaşılmıştır. Çeşit x uygulama etkileşimi incelendiğinde, en yüksek ortalama verim biyoaktivatör uygulanmış ‘Rubygem’ çeşidinden (827 g/bitki) elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde bitki başına ortalama verim değerleri üzerine etkileri (g/bitki)

Çeşit	Uygulama	Sulama Düzeyleri				Çeşit x Uyg	Çeşit Ort
		IR125	IR100	IR75	IR50		
Rubygem	Biyoaktivatör	910	921	896	581	827 a	801 A
	Kontrol	856	874	825	544	775 a	
	Çeşit x sul	883	897	860	563		
Kabarla	Biyoaktivatör	712	727	685	453	644 b	579 B
	Kontrol	562	567	560	367	514 c	
	Çeşit x sul	637	647	623	410		
Sulama Düzeyi Ort.		760 a	772 a	742 a	486 b		
Uygulama Ortalaması		Biyoaktivatör				736 a	
		Kontrol				644 b	
LSD çeşit***= 38.2		LSD uyg***= 38.24		LSD sulama***= 54.09			
		LSD çeşit x uyg*= 54.09					
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

Birinci ve ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama uygulamaları bakımından ilk deneme yılında en yüksek ortalama verim IR75 uygulamasından 570 g/bitki, ikinci deneme yılında ise IR100 uygulamasından 772 g/bitki olarak elde edilmiştir. Çeşit x uygulama etkileşimi incelendiğinde, her iki deneme yılında da en yüksek ortalama verim değerlerinin biyoaktivatör uygulanmış Rubygem çeşidinden elde edildiği tespit edilmiştir. Bu yüzden, ‘Rubygem’ çeşidinin ‘Kabarla’ya göre biyoaktivatör uygulamalarından daha fazla

etkilendiği ve yüksek verim değerlerine sahip olduğu düşünülmektedir. Sulama x uygulama x çeşit etkileşimi incelendiğinde ise, en yüksek bitki başına verim değerine birinci deneme yılında KC75 konusundan 608 g ile ulaşılrken, ikinci deneme yılında, RC100 konusundan 921 g ile ulaşılmıştır. Çileklerde verim değerleriyle ilgili önceki çalışmalar incelendiğinde, en yüksek değerler, Yuan ve ark (2004), Liu ve ark (2007), Kumar ve Dey (2011), ve Klamkowski ve ark (2015), bildirdiklerine göre sırasıyla 545, 806, 786 ve 516 g/bitki olmuştur. Her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamalarının verimde farklılık yaratmadıkları, oluşan farkların su stresinin daha şiddetli olduğu IR50 uygulamasından kaynaklandığı saptanmıştır. Elde edilen bu bulgular, Serrano ve ark (1992), ve Save ve ark (1995)'nin bulguları ile uyum içerisindedir. Grant ve ark (2010), kısıntılı sulamaya maruz kalan 10 farklı çilek çeşidinin tepkilerinin farklı olduğunu ve verimde meydana gelen azalmaların su stresinin şiddetine bağlı olabileceğini saptamışlardır. Kuraklık, aşırı su, tuzluluk gibi abiyotik stresler meyve verimliliğini ve kaliteyi önemli ölçüde etkilemektedir (Kobayashi ve ark, 2008). Liu ve ark (2007), ve Hoppula ve Salo (2007), su stresi altında çilek veriminde önemli ölçüde azalmalar olduğunu saptamışlardır. Ghaderi ve ark (2015), iki farklı çilek çeşidinde su stresinin meyve verimini azalttığını belirlemişlerdir. Adak ve ark (2018), kısıntılı sulanan çileklerin toplam verimde % 63.6 oranında daha düşük verime sahip olduğunu bulmuşlardır.

Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin kontrol bitkilerine göre, birinci deneme yılında, bitki başına verimi 50 g, ikinci deneme yılında 92 g arttırdığı tespit edilmiştir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulaması ile birlikte verimin % 26 oranında arttığını belirtmişlerdir. Biyoaktivatör uygulamalarının çilekte verimi arttırdığına ilişkin bulgular daha önceki çalışmalarda da vurgulanmıştır (Roussos ve ark, 2009; Spinelli ve ark, 2010; Alam ve ark, 2013; Kapur ve ark, 2018). Biyoaktivatör uygulamalarının diğer bitkilerde de meyve verimini arttırdığına ilişkin bir çok çalışma mevcuttur (Verkleij, 1992; Amoros ve ark, 2004; Stirk ve van Staden, 2006; Khan ve ark, 2009; Craigie,

2011). Ek olarak, Paradikovic ve ark (2011), dört farklı biyoaktivatörün biberde, Haider ve ark (2012), patatestede verimi arttırdığını bildirmişlerdir. Çeliktöpez ve ark (2018), su stresi altında 'Fortuna' çilek çeşidinde biyoaktivatör uygulamalarının meyve verimini kontrollere göre % 13 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Çukurova koşullarında 'Rubygem' çeşidinin 'Kabarla' çeşidine göre ilk deneme yılı sonuna gelindiğinde bitki başına 12 g daha az verime sahip olurken, ikinci deneme yılı sonuna gelindiğinde bitki başına 222 g daha fazla verim artışına neden olduğu saptanmıştır. Oluşan bu farklılığın birinci deneme yılında fidelerin geç dikilmesinden ve iki deneme yılı arasında iklimsel farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Adak ve ark (2018), su stresine çilek çeşitlerinin verdiği tepkilerin farklı olduğunu ve 'Albion' ile 'Rubygem' çeşitlerinin, 'Amiga' çeşidine kıyasla su stresine daha dayanıklı olduklarını saptamışlardır. Klamkowski ve Treder (2008), yaptıkları çalışmada, üç farklı çilek çeşidinin ('Elsanta', 'Elkat' ve 'Salut') su stresine tepkilerinin farklı olduğunu ve en düşük verimin su stresinden en çok etkilenen 'Elkat', en yüksek verimin ise, 'Elsanta' çeşidinden elde edildiğini bildirmişlerdir. Sarıdaş (2019), yetiştirme sezonu boyunca incelediği çok sayıda çilek çeşidinin verim değerlerinin 239.4 - 806.9 g/bitki arasında değiştiğini ve ortalamalarının 554 g/bitki olduğunu tespit etmiştir.

4.2.2. Bitki Başına Ortalama Meyve Sayısı (adet/bitki)

Deneme kapsamında incelenen 'Rubygem' ve 'Kabarla' çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci deneme yıllarındaki bitki başına ortalama meyve sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, hem birinci deneme yılında hem de ikinci deneme yılında çeşit, sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının bitki başına ortalama meyve sayısında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ancak, çeşit x uygulama ve sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak

önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, çeşit x uygulama x sulama etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.7. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, 'Rubygem' ve 'Kabarla' çeşitlerinde bitki başına ortalama meyve sayısı üzerine etkileri (adet)

Çeşit	Uygulama	Sulama Düzeyleri				Çeşit x Uyg	Çeşit Ort
		IR125	IR100	IR75	IR50		
Rubygem	Biyoaktivatör	31.5ef	33.8def	34.1def	29.6f	32.3	30.6 B
	Kontrol	30.2f	31.1f	34.1def	20.6f	29.0	
	Çeşit x sul	30.9	32.6	34.1	25.1		
Kabarla	Biyoaktivatör	41.4ab	38.4bcd	44.8a	33.7def	39.6	38.9 A
	Kontrol	35.9cde	40.0abc	42.8ab	33.9def	38.2	
	Çeşit x sul	38.7	39.2	43.8	33.8		
Sulama Düzeyi Ort.		34.8 b	35.9 b	38.9 a	29.5 c		
Uygulama Ortalaması		Biyoaktivatör				35.9 a	
		Kontrol				33.6 b	
LSD çeşit***= 1.70		LSD uyg***= 1.70		LSD sulama***= 2.40		LSD çeşit x uyg x sulama*= 4.80	
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

Çalışmada bitki başına meyve sayısı sonuçları incelendiğinde, her iki deneme yılı için bitki başına en düşük meyve sayısı değerleri % 50 düzeyindeki kısıntılı su uygulaması olan IR50'den sırasıyla 29.4, ve 33.2 adet/bitki olarak elde edilmiştir. Bir bitkiden hasat edilen ortalama en yüksek meyve sayısı, sulama uygulaması arasında, ilk deneme yılı için 38.9 adet ile IR75, ikinci yıl için 49.7 adet değeri ile IR100 uygulamasından elde edilmiştir. Özellikle ikinci yılda IR75, IR100 ve IR125 uygulamalarının meyve sayısında istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmadıkları dikkati çekmiştir. Çeşit x uygulama etkileşimi incelendiğinde, en yüksek ortalama meyve sayısı birinci deneme yılında biyoaktivatör uygulanmış 'Kabarla' çeşidinden, ikinci deneme yılında biyoaktivatör uygulanmış 'Rubygem' çeşidinden elde edilmiştir. Sulama x uygulama x çeşit etkileşimi incelendiğinde, ilk yetiştirme dönemi için en yüksek meyve sayısı değeri bitki başına 44.8 adet ile

KC75 konusundan elde edilirken, ikinci yetiştirme döneminde, en yüksek meyve sayısı bitki başına 52.5 adet ile RC75 konusundan elde edilmiştir. Meyve sayısı bakımından IR50 konusunun en yüksek değerlere göre ilk yıl % 32, ikinci yıl % 49 oranlarında düşümlere neden olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, Gehrmann (1985) ve Serrano ve ark (1992), tarafından bulunan sonuçlarla uyum içerisindedir. Başka bir çalışmada, Liu ve ark (2007), tarla kapasitesinin % 60 düzeyinde sulama suyu verilen PRD ve su stresi uygulamalarının çilekte bitki başına düşen meyve sayısı değerlerinde önemli farklar oluşturmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca,, Yuan ve ark (2004), ‘Sachinoka’ çilek çeşidinde en yüksek meyve sayısını (62.9 adet/bitki) IR100 uygulamasından elde ederken, özellikle IR125 (59.5 adet/bitki) uygulamasından daha az sayıda meyve üretmeleri dikkati çekmiştir. Çalışmamızda elde edilen verilerin, önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde bitki başına ortalama meyve sayısı üzerine etkileri (adet)

Çeşit	Uygulama	Sulama Düzeyleri				Çeşit x Uyg	Çeşit Ort
		IR125	IR100	IR75	IR50		
Rubygem	Biyoaktivatör	50.6	52.4	52.5	33.1	47.2	46.2 A
	Kontrol	48.5	52.6	46.6	33.1	45.2	
	Çeşit x sul	49.6	52.5	49.5	33.1		
Kabarla	Biyoaktivatör	46.1	49.5	50.9	36.0	45.6	42.6 B
	Kontrol	40.3	44.2	43.0	30.9	39.6	
	Çeşit x sul	43.2	46.8	46.9	33.4		
Sulama Düzeyi Ort.		46.4 a	49.7 a	48.2 a	33.2 b		
Uygulama Ortalaması		Biyoaktivatör					46.4 a
		Kontrol					42.4 b
LSD çeşit*= 2.82		LSD uyg***= 2.82		LSD sulama***= 3.99			
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin kontrol bitkilerine göre ilk yıl 2.3 adet, ikinci yıl 4.0 adet daha fazla meyve ürettikleri belirlenmiştir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının meyve sayısını arttırdığını saptamışlardır. Çeliktöpez ve ark (2018), su stresi altında ‘Fortuna’ çeşidinde

biyoaktivatör uygulamalarının meyve sayısını kontrollere göre % 3 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Bir bitkinin ürettiği ortalama meyve sayısı ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitlerinde sırasıyla ilk yıl 30.6 ve 38.9, ikinci yıl 46.2 ve 42.6 olmuştur. Birinci deneme yılında ‘Kabarla’, ikinci deneme yılında ‘Rubygem’ çeşidinin daha fazla sayıda meyve ürettiği belirlenmiştir. Kısa gün çeşidi olan ‘Rubygem’in ikinci yılda ilk yıla göre daha erken dikilmesi, çiçek tomurcuğu oluşumunda fizyolojik olarak daha olumlu etkiler yaparak meyve sayısının artmasını sağlamıştır. Gülsoy (2003), 4 farklı çilek çeşidinde yaptığı araştırma sonucunda, meyve sayılarının çeşitten çeşide farklılık gösterdiğini ve en yüksek meyve sayısının ‘Fern’ çeşidinden elde edildiğini tespit etmiştir. Saraçoğlu (2013), bazı nötr ve kısa gün çilek çeşitlerinin meyve sayılarının çeşitten çeşide göre değiştiğini ve en yüksek meyve sayısının her iki deneme yılında da ‘Kabarla’ çeşidinden elde edildiğini tespit etmişlerdir. Sarıdaş (2019), 229 adet çilek genotipini incelemiş, meyve sayılarının 10.2-67.5 adet arasında değiştiğini, ortalamanın 32.5 adet olduğunu bildirmiştir.

4.2.3. Ortalama Meyve Ağırlığı (g)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci deneme yıllarındaki ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10’da gösterilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, hem birinci deneme yılında hem de ikinci deneme yılında çeşitlerin ortalama meyve ağırlığında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama düzeylerinin ortalama meyve ağırlığı değerleri arasında oluşturduğu farklar birinci deneme yılında % 5, ikinci deneme yılında ise % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamalarının ortalama meyve ağırlığı değerleri arasında oluşturduğu farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz, ikinci deneme yılında ise, % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemede incelenen üç

faktörün ikili ve üçlü etkileşimleri arasındaki farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.9. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri (g)

Çeşit	Uygulama	Sulama Düzeyleri				Çeşit x Uyg	Çeşit Ort
		IR125	IR100	IR75	IR50		
Rubygem	Biyoaktivatör	17.2	16.1	17.1	16.1	16.6	16.2 A
	Kontrol	16.3	16.3	15.3	15.5	15.8	
	Çeşit x sul	16.8	16.2	16.3	15.8		
Kabarla	Biyoaktivatör	13.1	13.5	13.6	12.5	13.2	13.1 B
	Kontrol	13.8	13.0	13.2	12.4	13.1	
	Çeşit x sul	13.4	13.2	13.4	12.4		
Sulama Düzeyi Ort.		15.1 a	14.7 ab	14.8 a	14.1 b		
Uygulama Ortalaması		Biyoaktivatör				14.9	
		Kontrol				14.5	
		LSD çeşit***= 0.44		LSD sulama*= 0.62			
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) **p<0.01, *p<0.05							

Çizelge 4.9 ve 4.10’den da görülebileceği gibi her iki yılda da en düşük ortalama meyve ağırlık değerleri % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulaması olan IR50 konusundan sırasıyla 14.1 ve 14.7 g olarak elde edilmiştir. En yüksek ortalama meyve ağırlığı her iki yılda da IR125 uygulamasından sırasıyla 15.1 ve 16.3 g olarak elde edilirken, özellikle birinci yetiştirme dönemi sonunda IR125 ve IR75 konularının aynı istatistiksel grupta yer alması dikkati çekmiştir. Çeşit x uygulama etkileşimi incelendiğinde, en yüksek ortalama meyve ağırlığı değerleri her iki deneme yılında da biyoaktivatör uygulanmış ‘Rubygem’ çeşidinden elde edildiği saptanmıştır. Denemede en yüksek meyve ağırlık değerleri her iki yetiştirme döneminde de RC125 konusundan sırasıyla 17.2 g ve 18.0 g olarak elde edilmiştir. Yuan ve ark (2004), sulama suyu miktarının artmasıyla ortalama meyve ağırlığının önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Giné Bordonaba ve Terry (2010), kısıntılı sulama koşullarında ‘Elsanta’, ‘Sonata’ ve ‘Symphony’ çilek çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığında önemli düzeyde azalma olmasına rağmen, ‘Christine’ ve ‘Florence’ çeşitlerinde olumsuz bir etki gözlenmediğini

saptamışlardır. Liu ve ark (2007), PRD ve kısıntılı sulama koşulları altında, tam sulanan bitkilere göre meyve ağırlığında önemli düzeyde azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Ghaderi ve ark (2015), iki farklı çilek çeşidinde kuraklık stresinin meyve ağırlıklarında azalmalara yol açtığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, Adak ve ark (2018), kısıntılı sulanan çileklerin meyve ağırlığında % 59.72 oranında kayıplar olduğunu saptamışlardır. Tam sulanan çileklerin, su stresine maruz kalanlara göre yüksek meyve suyuna ve taze ağırlığına sahip olduğu bir çok çalışmada da belirtilmiştir (Blatt, 1984; Serrano ve ark, 1992; Kruger ve ark, 1999; Kirmak ve ark, 2001, 2003; Terry ve ark, 2007). Kapur ve Şahiner (2019), ‘Fortuna’ çilek çeşidinde % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulaması sonucunda meyve ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.10. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri (g)

Çeşit	Uygulama	Sulama Düzeyleri				Çeşit x Uyg	Çeşit Ort
		IR125	IR100	IR75	IR50		
Rubygem	Biyoaktivatör	18.0	17.7	17.1	17.6	17.6	17.4 A
	Kontrol	17.7	16.6	17.7	16.5	17.1	
	Çeşit x sul	17.8	17.1	17.4	17.0		
Kabarla	Biyoaktivatör	15.4	14.7	13.5	12.6	14.0	13.5 B
	Kontrol	14.0	12.9	13.1	11.9	13.0	
	Çeşit x sul	14.7	13.8	13.3	12.3		
Sulama Düzeyi Ort.		16.3 a	15.5 ab	15.3 b	14.7 b		
Uygulama Ortalaması		Biyoaktivatör				15.8 a	
		Kontrol				15.0 b	
		LSD çeşit***= 0.61		LSD uyg = 0.61		LSD sulama***= 0.87	
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin kontrol bitkilerine göre, ilk deneme yılında 0.4 g, ikinci deneme yılında 0.8 g daha ağır meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Türkoğlu (2005), farklı biyoaktivatörlerin çilek çeşitlerinde meyve ağırlığı üzerine etkilerini incelediği çalışmasında, çeşitler arasında meyve ağırlığı bakımından oluşan farkların % 1 düzeyinde önemli olduğunu saptamıştır. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının ortalama meyve ağırlığında önemli bir artış yaratmadığını tespit etmişlerdir. Çeliktopuz ve ark

(2018), su stresi altında 'Fortuna' çilek çeşidinde biyoaktivatör uygulamasının kontrole göre meyve ağırlığını % 11 oranında arttırdığını saptamışlardır.

'Rubygem' çeşidinin, 'Kabarla' çeşidine göre, ilk deneme yılında ortalama 3.1 g, ikinci deneme yılında ortalama 3.9 g daha ağır meyveler ürettiği belirlenmiştir. Bu farklılıkların, çeşitlerin su kullanım etkinliği ile stres koşullarına verdiği morfolojik ve fizyolojik tepkilerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bağlamda, Giné Bordonaba ve Terry (2010), çeşitlerin su stresine tepkilerinin farklı olduğunu, ve bazı çeşitlerin su stresinden çok etkilenip ortalama meyve ağırlığı değerlerinin düşerken, bazı çeşitlerin ise daha dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir. Sarıdaş (2019), 229 çilek genotipinin ortalama meyve ağırlık değerlerinin 6.88-17.38 g arasında değiştiğini ve ortalama olarak 10.62 g olduklarını bildirmiştir.

4.3. Meyve Kalite Parametreleri

Ürünlerin yetiştirme süresi boyunca, sıklıkla su stresine maruz kaldığı bilinmektedir. Bununla birlikte özellikle fide ve çiçeklenme gibi belirli büyüme aşamalarında meydana gelen su stresi, ürün gelişiminde bir dizi hasarlara neden olarak verim ve kalitede büyük kayıplara yol açmaktadır (Frederick ve Bauer, 1996: Govindarajan ve ark, 1996: Nagy, 1997: Hudak ve Patterson, 1996: Moreshet ve ark, 1996: Pessarakli, 1999).

Deneme kapsamında incelenen 'Rubygem' ve 'Kabarla' çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, hasat edilen meyvelerde, aktif hasat dönemi boyunca (Mart-Mayıs) pomolojik analizler üzerine etkileri her iki yıl için belirlenerek, sonuçları alt başlıklar halinde gösterilmiştir.

4.3.1. Pazarlanabilir Meyve Miktarının Toplam Verimdeki Payı (%)

Deneme kapsamında incelenen 'Rubygem' ve 'Kabarla' çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında pazarlanabilir meyve miktarlarının aylara göre toplam verimdeki payları üzerine etkileri Çizelge 4.11-4.14'de gösterilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında, sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki

payları arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz olmuştur. Her iki deneme yılında da sulama x uygulama, sulama x ay ve uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, sulama x uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.11. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine etkileri (%)

	Sul	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Pazarlanabilir Meyve (%)	IR50	Kontrol	100 a (90.0)	91.7 a-d (74.0)	33.4 l (30.0)	75.0 (64.7)	73.9 (62.8)	
		Biyoaktivatör	92.0 a-d (76.5)	62.8 f-l (52.5)	63.5 e-l (53.6)	72.7 (60.8)		
	IR75	Kontrol	98.7 ab (86.3)	59.5 g-j (50.5)	65.8e-h (54.5)	74.7 (63.8)	74.8 (63.7)	
		Biyoaktivatör	96.3 abc (83.5)	79.4 c-f (63.0)	48.9 h-l (44.3)	74.8 (63.6)		
	IR100	Kontrol	92.8 a-d (80.7)	81.3 b-e (64.4)	55.4h-k (48.2)	76.5 (64.4)	75.5 (64.6)	
		Biyoaktivatör	100 a (90.0)	77.1 d-g (61.4)	46.2 l-l (42.8)	74.4 (64.7)		
	IR125	Kontrol	90.4 a-d (75.1)	76.3 d-g (61.2)	42.0 jkl (40.4)	69.6 (58.9)	72.7 (62.1)	
		Biyoaktivatör	93.4 a-d (78.1)	93.1 a-d (77.7)	41.1 kl (39.8)	75.9 (65.2)		
	Ay Ort.			95.4 a (82.5)	77.6 b (63.1)	49.5 c (44.2)		
	Uygulama Ort.			Kontrol		73.9 (62.9)		
				Biyoaktivatör		74.5 (63.6)		
	LSD ay*** = 5.58			LSD sul x uyg x ay*** = 15.79				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05, 3) Açık transformasyonu yapılmış değerler parantez içerisinde gösterilmiştir.								

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek pazarlanabilir meyve miktarı IR100 (% 75.5), en düşük pazarlanabilir meyve miktarı IR125 uygulamasından (% 72.7) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkiler kontrol bitkilerine göre % 0.6 daha yüksek pazarlanabilir meyve yüzdesi oluşturmuşlardır. Aylara göre en düşük pazarlanabilir meyveler Mayıs ayında hasat edilmiştir. En yüksek pazarlanabilir meyve miktarı Mart ayında RC100 ve R50 konularından hasat edilen meyvelerden % 100 oranında elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri kıyaslandığında en yüksek pazarlanabilir meyveler IR100 konusundan (% 81.1), en düşük pazarlanabilir meyveler IR50 konusundan (% 68.7) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkiler kontrole göre % 3.8 daha yüksek pazarlanabilir meyve oluşturmuşlardır. En düşük pazarlanabilir meyveler Mart ayında hasat edilirken, en yüksek pazarlanabilir meyveler Mayıs ayında R75 konusundan % 98.6 olarak elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine istatistiksel olarak etki etmedikleri dikkat çekmiştir. Grant ve ark (2010), yaptıkları çalışmada, 10 farklı çilek çeşidinden sadece 4 tanesinde kısıntılı sulama koşulları altında pazarlanabilir meyve oranlarının azaldığını saptamışlardır. Ferri ve ark (2016), 8 farklı çilek çeşidinde kuraklık stresinin tüm çeşitlerde pazarlanabilir meyve oranlarında düşmelere neden olduğunu bildirmişlerdir.

Her iki yetiştirme döneminde de biyoaktivatör uygulamalarının istatistiksel olarak olumlu etki yapmaması dikkat çekmiştir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının meyve kalite parametrelerinin hiçbirinde önemli artışlara neden olmadığını bildirmişlerdir.

Aylara göre, denemede en yüksek pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı her iki deneme yılında da değişkenlik göstermiştir. Bu değişkenlik,

ikinci yetiştirme döneminde bitkilerin daha erken dikilmesinden dolayı, kısa gün çeşidi olan ‘Rubygem’in ilk yıla göre daha iyi bir vejetatif aksam ile birlikte iki yıl arasındaki iklim farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.12. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine etkileri (%)

	Sul.	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Pazarlanabilir Meyve (%)	IR50	Kontrol	68.9 (56.2)	78.5 (62.6)	59.4 (50.5)	69.0 (56.5)	68.7 (56.5)	
		Biyoaktivatör	67.0 (55.7)	78.3 (62.6)	60.2 (51.3)	68.5 (56.6)		
	IR75	Kontrol	60.7 (51.1)	81.6 (65.2)	98.6 (86.1)	80.3 (67.5)	81.0 (66.9)	
		Biyoaktivatör	74.2 (59.8)	77.7 (62.0)	92.1 (76.9)	81.4 (66.2)		
	IR100	Kontrol	81.0 (64.8)	75.5 (60.5)	77.7 (63.5)	78.1 (63.0)	81.1 (65.9)	
		Biyoaktivatör	73.1 (59.2)	81.8 (66.4)	97.2 (80.8)	84.0 (68.8)		
	IR125	Kontrol	73.2 (60.3)	47.7 (38.6)	73.3 (60.0)	64.7 (53.0)	77.4 (63.5)	
		Biyoaktivatör	90.0 (75.1)	85.9 (68.3)	94.5 (79.0)	90.0 (74.1)		
			Ay Ort.	73.5 (60.3)	75.9 (60.8)	81.6 (68.5)		
			Uygulama Ort.	Kontrol			73.0 (60.0)	
				Biyoaktivatör			81.0 (66.4)	

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05, 3) Açık transformasyonu yapılmış değerler parantez içerisinde gösterilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde, her iki deneme yılında da sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payları arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin pazarlanabilir meyve miktarının toplam

verimdeki payları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar birinci deneme yılında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz olmuştur. Her iki deneme yılında da sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir. Sulama x uygulama, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.13. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine etkileri (%)

	Sul.	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Pazarlanabilir Meyve (%)	IR50	Kontrol	81.4 abc (64.7)	35.4 hı (36.3)	25.0 l (25.2)	47.3 b (42.1)	57.8 (50.8)	
		Biyoaktivatör	82.1 ab (65.0)	92.8 a (80.7)	30.0 hı (33.1)	68.3 a (59.6)		
	IR75	Kontrol	83.7 ab (66.5)	79.7 abc (69.5)	50.9 e-h (45.5)	71.4 a (60.5)	68.6 (57.9)	
		Biyoaktivatör	80.7 abc (65.9)	65.4 b-e (54.4)	51.0 e-h (45.6)	65.7 a (55.3)		
	IR100	Kontrol	88.4 a (70.8)	56.1 d-g (48.6)	59.1 c-f (50.8)	67.8 a (56.7)	68.3 (57.7)	
		Biyoaktivatör	86.2 ab (68.9)	77.4 a-d (66.4)	42.9 f-l (40.8)	68.8 a (58.7)		
	IR125	Kontrol	93.0 a (77.5)	75.8 a-d (60.7)	50.2 e-h (45.1)	73.0 a (61.1)	72.5 (60.2)	
		Biyoaktivatör	86.3 ab (68.5)	83.3 ab (66.2)	46.5 e-l (43.0)	72.0 a (59.2)		
			Ay Ort.	85.2 a (68.4)	70.7 b (60.3)	44.4 c (41.1)		
			Uygulama Ort.	Kontrol			64.9 (55.1)	
				Biyoaktivatör			68.7 (58.2)	
			LSD ay*** = 6.38	LSD uyg x ay* = 9.02				
		LSD sul x uyg* = 10.41	LSD sul x uyg x ay* = 18.04					
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05, 3) Açık transformasyonu yapılmış değerler parantez içerisinde gösterilmiştir.								

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek pazarlanabilir meyve miktarı IR125 (% 72.5), en düşük pazarlanabilir meyve miktarı IR50 uygulamasından (% 57.8) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkiler kontrole göre % 3.8 daha yüksek pazarlanabilir meyveler üretmişlerdir. En düşük pazarlanabilir meyveler Mayıs ayında, en yüksek pazarlanabilir meyveler Mart ayında K125 konusundan hasat edilmiştir (% 93).

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek pazarlanabilir meyve miktarı IR100 (% 67.0), en düşük pazarlanabilir meyve miktarı IR50 uygulamasından (% 44.5) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkiler, kontrole göre % 7.4 daha yüksek pazarlanabilir meyveler oluşturmuşlardır. En düşük pazarlanabilir meyveler Mayıs ayında, en yüksek pazarlanabilir meyveler Mayıs ayında KC125 konusundan % 91.4 olarak elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine istatistiksel olarak etki etmemesi dikkat çekmiştir. Grant ve ark (2010), yaptıkları çalışmada, 10 farklı çilek çeşidinden sadece 4 tanesinde kısıntılı sulama koşulları altında pazarlanabilir meyve oranlarının azaldığını, Ferri ve ark (2016), incelenen 8 farklı çeşidin tümünde azalma kaydettiklerini bildirmişlerdir.

Her iki yetiştirme döneminde de biyoaktivatör uygulamalarının istatistiksel olarak olumlu etki yapmadığı saptanmıştır. Aslantaş ve ark (2007), ‘Fern’ çilek çeşidinde 3 farklı biyoaktivatör uygulamasının genel olarak pazarlanamaz meyve oranını azalttığını bildirmiştir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının pazarlanabilir meyve yüzdesinde önemli artışlara neden olmadığını saptamışlardır.

Denemede en yüksek pazarlanabilir meyve miktarı her iki deneme yılında da Mart ayında elde edilerek, benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.14. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı üzerine etkileri (%)

	Sul.	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Pazarlanabilir Meyve (%)	IR50	Kontrol	64.2 (54.7)	40.1 (33.9)	33.3 (30.0)	45.9 (39.5)	44.5 (38.9)	
		Biyoaktivatör	62.5 (53.1)	19.2 (21.6)	47.5 (40.2)	43.1 (38.3)		
	IR75	Kontrol	73.2 (65.3)	33.4 (30.1)	67.8 (60.7)	58.2 (52.0)	63.7 (54.5)	
		Biyoaktivatör	78.2 (67.0)	52.4 (41.9)	77.3 (62.0)	69.3 (57.0)		
	IR100	Kontrol	71.6 (57.9)	57.9 (49.6)	66.7 (60.0)	65.4 (55.8)	67.0 (57.0)	
		Biyoaktivatör	88.7 (73.8)	64.2 (53.7)	53.2 (46.8)	68.7 (58.1)		
	IR125	Kontrol	58.6 (50.0)	57.9 (49.7)	53.3 (42.3)	56.6 (47.3)	65.6 (55.5)	
		Biyoaktivatör	75.2 (61.9)	57.2 (49.2)	91.4 (79.9)	74.6 (63.7)		
			Ay Ort.	71.5 (60.5)	47.8 (41.2)	61.3 (52.7)		
			Uygulama Ort.	Kontrol			56.5 (48.7)	
				Biyoaktivatör			63.9 (54.3)	

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05, 3) Açık transformasyonu yapılmış değerler parantez içerisinde gösterilmiştir.

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama % 74.2, ikinci yıl % 77.0 oranında pazarlanabilir meyveler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi ilk yıl ortalama % 66.8, ikinci yıl % 60.2 oranında pazarlanabilir meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Her iki yetiştirme sezonunda da ‘Rubygem’ çeşidinin, ‘Kabarla’ çeşidine göre daha yüksek oranda pazarlanabilir meyve ürettiği saptanmıştır. Grant ve ark (2010), ve Ferri ve ark (2016), yaptıkları çalışmalarda farklı çilek çeşitlerinin su stresine tepkilerinin

de farklı olduğunu ve dolayısı ile pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki paylarının da çeşitten çeşide değiştiğini bildirmişlerdir.

4.3.2. Meyve Eni (mm)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında meyve eni üzerine etkileri Çizelge 4.15-4.18’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, birinci deneme yılında, sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının meyve en değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında söz konusu uygulamalar % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin en değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Ayrıca her iki deneme yılında da sulama x uygulama, sulama x ay, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek meyve en değeri IR100 (35.4 mm), en düşük meyve en değeri ise, IR50 uygulamasından (32.8 mm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan ve uygulanmayan (kontrol) bitkiler, aynı ortalama meyve en değerine sahip olmuştur. En düşük meyve en değerleri Mayıs ayında, en yüksek meyve en değeri Mart ayında hasat edilen RC100 konusundan (40.0 mm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.15. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve eni üzerine etkileri (mm)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Meyve Eni (mm)	IR50	Kontrol	38.0	32.3	27.3	32.5	32.8	
		Biyoaktivatör	38.2	32.7	28.3	33.1		
	IR75	Kontrol	37.1	33.9	32.9	34.6	34.3	
		Biyoaktivatör	32.9	36.3	32.9	34.0		
	IR100	Kontrol	38.8	36.0	31.4	35.4	35.4	
		Biyoaktivatör	40.0	34.8	31.4	35.4		
	IR125	Kontrol	37.4	33.1	31.4	33.9	33.9	
		Biyoaktivatör	36.3	33.0	32.3	33.9		
	Ay Ort.			37.3 a	34.0 b	30.9 c		
	Uygulama Ort.			Kontrol		34.1		
				Biyoaktivatör		34.1		
	LSD ay*** = 1.61							
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek meyve en değeri IR125 (40.7 mm), en düşük meyve en değeri beklenildiği gibi IR50 uygulamasından (36.3 mm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin kontrol bitkilerine göre ortalama 1.8 mm daha geniş meyveler ürettikleri belirlenmiştir. En düşük meyve en değerleri Mayıs ayında, en yüksek meyve en değeri ise, Mart ayında hasat edilen RC125 konusundan (48.4 mm) elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, ikinci yetiştirme döneminde, IR50 uygulaması, en küçük meyve en değeriyle istatistiksel olarak aynı grupta yer alan diğer 3 uygulamadan farklı olmasıyla dikkat çekmiştir. Giné Bordonaba ve Terry (2010, 2016), çilekte kısıntılı sulamanın genellikle meyve eninde azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Kapur ve Şahiner (2019), ‘Fortuna’ çilek çeşidinde % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulaması sonucunda meyve en değerlerinde azalma meydana geldiğini saptamışlardır.

İkinci yetiştirme döneminde bitkilerin daha erken dikilmesinden dolayı, kısa gün çeşidi olan ‘Rubygem’in ilk yıla göre biyoaktivatör uygulamalarından daha fazla yararlanarak, daha geniş meyveler ürettiği düşünülmektedir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının meyve en değerlerinde önemli artışlara neden olmadığını bildirmişlerdir.

Her iki yetiştirme döneminde aylara göre en düşük ortalama meyve en değerleri Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle artan evapotranspirasyon miktarı, azalan bitki gücü ve artan vejetatif yapı gibi faktörlerin meyve en değerlerini olumsuz şekilde etkilediği düşünülmektedir. Benzer şekilde, Bogunovic ve ark (2015), çilek çeşitlerinde ortalama meyve eninin mevsim sonuna doğru azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.16. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve eni üzerine etkileri (mm)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
Meve Eni (mm)	IR50	Kontrol	43.3	32.0	32.8	36.0	36.3 b
		Biyoaktivatör	42.2	34.7	33.1	36.7	
	IR75	Kontrol	43.9	36.0	31.6	37.2	39.0 a
		Biyoaktivatör	47.4	40.0	35.2	40.9	
	IR100	Kontrol	45.9	36.7	35.7	39.4	40.1 a
		Biyoaktivatör	45.7	38.4	38.0	40.7	
	IR125	Kontrol	47.0	38.2	34.6	39.9	40.7 a
		Biyoaktivatör	48.4	40.9	35.2	41.5	
	Ay Ort.			45.5 a	37.1 b	34.5 c	
	Uygulama Ort.			Kontrol		38.1 b	
				Biyoaktivatör		39.9 a	
	LSD ay*** = 1.60			LSD uyg*** = 1.31		LSD sul*** = 1.85	
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Kabarla’ çeşidinde, birinci deneme yılında, sulama uygulamalarının meyve en değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Biyoaktivatör

uygulamaları arasında oluşan farklar, her iki deneme yılında da önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin en değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasında oluşan farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca her iki deneme yılında da sulama x uygulama, sulama x ay ve uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenirken, sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynakların farkların ilk deneme yılında önemsiz, ikinci deneme yılında ise, % 5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek meyve en değeri IR75 (32.3 mm), en düşük meyve en değeri IR125 uygulamasından (30.9 mm) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinin, biyoaktivatör uygulanan bitkilere göre ortalama 1 mm daha geniş meyveler ürettikleri belirlenmiştir. En düşük meyve en değerleri Mayıs ayında, en yüksek meyve en değeri Nisan ayında K100 konusundan 35.7 mm olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve eni üzerine etkileri (mm)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Meyve Eni (mm)	IR50	Kontrol	32.5	34.9	28.4	31.9	31.4	
		Biyoaktivatör	32.6	32.5	27.5	30.9		
	IR75	Kontrol	32.9	33.3	31.4	32.6	32.3	
		Biyoaktivatör	31.9	34.4	29.6	31.9		
	IR100	Kontrol	32.5	35.7	28.3	32.2	31.5	
		Biyoaktivatör	31.4	32.5	28.8	30.9		
	IR125	Kontrol	30.7	31.7	31.7	31.4	30.9	
		Biyoaktivatör	30.0	32.5	28.9	30.5		
	Ay Ort.			31.8 b	33.5 a	29.3 c		
	Uygulama Ort.			Kontrol			32.0	
				Biyoaktivatör			31.0	
				LSD ay***= 1.41				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek meyve en değeri IR125 (33.1 mm), en düşük meyve eni değeri IR50 uygulamasından (29.5 mm) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinin, biyoaktivatör uygulanan bitkilere göre ortalama 0.9 mm daha geniş meyveler ürettikleri belirlenmiştir. En düşük meyve en değerleri Mayıs ayında, en yüksek meyve en değeri Mart ayında hasat edilen KC100 konusundan (35.7 mm) elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, ikinci yetiştirme döneminde, IR50 uygulaması, en küçük meyve en değeriyle istatistiksel olarak aynı grupta yer alan diğer 3 uygulamadan farklı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Giné- Bordonaba ve Terry (2010, 2016), çilekte kısıntılı sulama uygulaması ile meyve eninde genelde azalmalar tespit edildiğini bildirmişlerdir. Kapur ve Şahiner (2019), 'Fortuna' çilek çeşidinin % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulamasına meyve enini azaltarak tepki verdiğini saptamışlardır.

Her iki deneme yılında da biyoaktivatör uygulamasının 'Kabarla' çeşidinde meyve enini olumlu etkilemediği saptanmıştır. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının meyve eninde değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir.

Her iki yetiştirme döneminde aylara göre en düşük ortalama meyve en değeri yetiştirme döneminin sonlarına doğru yaklaşılan Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle sıcaklıklarla birlikte evapotranspirasyon miktarının artması, köklerden meyvelere doğru su ve besin elementi taşınım sistemini olumsuz etkilediğinden meyve eninde azalmalara neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.18. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve eni üzerine etkileri (mm)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Meyve Eni (mm)	IR50	Kontrol	37.3 bcd	25.8 ij	27.9 hi	28.6	29.5 b	
		Biyoaktivatör	36.8bcd	26.6 hij	22.4 j	30.3		
	IR75	Kontrol	35.6cde	28.5 ghi	31.1 e-h	31.7	32.5 a	
		Biyoaktivatör	41.5 ab	29.6 f-i	28.9 f-i	33.3		
	IR100	Kontrol	43.9 a	29.9 f-i	27.2 hij	33.7	32.7 a	
		Biyoaktivatör	36.3 cd	30.3 f-i	28.8 ghi	31.8		
	IR125	Kontrol	39.4 abc	31.3 e-h	30.4 f-i	33.7	33.1 a	
		Biyoaktivatör	33.8 def	33.2 d-g	30.4 f-i	32.4		
	Ay Ort.			38.1 a	29.4 b	28.4 b		
	Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>		32.4		
				<i>Biyoaktivatör</i>		31.5		
	LSD ay*** = 1.75		LSD sul*** = 2.02		LSD sul x uyg x ay* = 4.96			
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri tepki her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama 34.1, ikinci yıl 39.0 mm meyve enine sahip meyveler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi ilk yıl ortalama 31.5, ikinci yıl 32.0 mm meyve enine sahip meyveler üretmiştir. Her iki yetiştirme sezonunda da ‘Rubygem’ çeşidinin, ‘Kabarla’ çeşidine göre daha geniş meyveler ürettiği saptanmıştır. Giné Bordonaba ve Terry (2010, 2016), su stresi altında çilek çeşitlerinin meyve eninde farklılıklar oluştuğunu bildirmişlerdir.

4.3.3. Meyve Boyu (mm)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında meyve boy değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.19-4.22’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, birinci deneme yılında, sulama uygulamalarının meyve boy değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli olmuştur. Biyoaktivatör

uygulamaları arasında oluşan farklar, her iki deneme yılında da önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin boy değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasında oluşan farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca her iki deneme yılında da sulama x uygulama, sulama x ay, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek meyve boy değeri IR100 (38.4 mm), en düşük meyve boy değeri IR50 uygulamasından (37.8 mm) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinin biyoaktivatör uygulanan bitkilere göre ortalama 0.3 mm daha uzun meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aktif hasat ayları incelendiğinde, en düşük meyve boy değerleri Mayıs ayındaki meyvelerden ölçülmüştür. En yüksek meyve boy değeri Mart ayında RC100 ve R50 konularından hasat edilen meyvelerden (46.8 mm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.19. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve boy değerleri üzerine etkileri (mm)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Meyve Boyu (mm)	IR50	Kontrol	46.8	34.7	30.5	37.3	37.8	
		Biyoaktivatör	46.7	36.8	31.5	38.3		
	IR75	Kontrol	45.8	35.7	34.2	38.6	38.2	
		Biyoaktivatör	41.5	37.8	33.8	37.7		
	IR100	Kontrol	45.5	38.1	32.8	38.8	38.4	
		Biyoaktivatör	46.8	34.8	32.1	37.9		
	IR125	Kontrol	44.3	36.4	33.8	38.2	37.9	
		Biyoaktivatör	45.5	35.0	32.5	37.7		
	Ay Ort.			45.4 a	36.2 b	32.7 c		
	Uygulama Ort.			Kontrol			38.2	
				Biyoaktivatör			37.9	
	LSD ay*** = 1.27							
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek meyve boy değeri IR125 (42.3 mm), en düşük meyve boy değeri IR50 uygulamasından (40.0 mm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin kontrol bitkilerine göre ortalama 1.2 mm daha uzun meyveler ürettikleri belirlenmiştir. En düşük meyve boy değerleri Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek meyve boy değeri Mart ayında hasat edilen RC75 konusundan (49.2 mm) elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, ikinci yetiştirme döneminde, IR50 uygulaması, en küçük meyve boy değeriyle istatistiksel olarak aynı grupta yer alan diğer 3 uygulamadan farklı olmasıyla dikkat çekmiştir. Giné Bordonaba ve Terry (2010, 2016), çilekte kısıntılı sulamanın meyve boyunda azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Kapur ve Şahiner (2019) kuraklık stresinin ‘Fortuna’ çilek çeşidinde meyve boyunu önemli miktarda azalttığını bulmuşlardır.

Her iki deneme yılında da biyoaktivatör kullanımının meyve boyu üzerinde önemli miktarlarda değişiklikler yapmadığı ortaya konulmuştur. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının meyve boyunda önemli artışlara neden olamadığını saptamışlardır.

Her iki yetiştirme döneminde aylara göre en düşük ortalama meyve boy değeri yetiştirme döneminin sonlarına doğru yaklaşılan mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle sıcaklığa bağlı olarak artan evapotranspirasyon miktarı, azalan bitki gücü ve artan vejetatif yapı gibi faktörler meyve boyunu olumsuz şekilde etkilediği düşünülmektedir. Benzer olarak, Kruger ve ark (2012), meyve gelişim süresi ile günlük ortalama sıcaklık arasında negatif ilişki belirlediklerini bildirmişlerdir. Yüksek sıcaklıklarda meyve boyunun küçüldüğü Wang ve Camp (2000), tarafından da bildirilmiştir.

Çizelge 4.20. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde meyve boy değerleri üzerine etkileri (mm)

Meyve Boyu (mm)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	45.8	40.0	35.0	39.4	40.0 b
		Biyoaktivatör	44.3	38.9	35.9	40.6	
IR75		Kontrol	45.7	41.9	34.1	40.6	42.1 a
		Biyoaktivatör	49.2	43.4	38.3	43.7	
IR100		Kontrol	48.0	38.7	36.4	41.0	41.9 a
		Biyoaktivatör	45.8	42.2	40.5	42.8	
IR125		Kontrol	47.4	42.3	35.6	41.7	42.3 a
		Biyoaktivatör	46.4	44.2	38.0	42.8	
		Ay Ort.	46.6 a	41.5 b	36.7 c		
		Uygulama Ort.	Kontrol			41.0	
			Biyoaktivatör			42.2	
		LSD ay*** = 1.56		LSD sul* = 1.80			
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

'Kabarla' çeşidinde, birinci deneme yılında, sulama uygulamalarının meyve boy değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli olmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar, her iki deneme yılında da önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin boy değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasında oluşan farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca her iki deneme yılında da sulama x uygulama, sulama x ay, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek meyve boy değeri IR75 (34.6 mm), en düşük meyve boy değeri IR100 uygulamasından (32.9 mm) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinin biyoaktivatör uygulanan bitkilere göre ortalama 0.7 mm daha uzun meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde en düşük meyve boy

değerleri Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek meyve boy değeri Mart ayında hasat edilen K75 konusundan (41.1 mm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.21. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve boy değerleri üzerine etkileri (mm)

Meyve Boyu (mm)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	39.8	33.2	27.1	33.4	33.1
		Biyoaktivatör	37.5	32.2	28.7	32.8	
IR75		Kontrol	41.1	31.7	32.0	34.9	34.6
		Biyoaktivatör	39.3	33.4	30.1	34.3	
IR100		Kontrol	39.1	32.3	28.6	33.3	32.9
		Biyoaktivatör	38.7	30.5	28.2	32.5	
IR125		Kontrol	38.7	31.9	32.4	34.3	34.0
		Biyoaktivatör	37.4	32.6	31.1	33.7	
Ay Ort.			38.9 a	32.2 b	29.8 c		
Uygulama Ort.			Kontrol			34.0	
			Biyoaktivatör			33.3	
LSD ay***= 1.88							
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek meyve boy değeri IR100 (36.0 mm), en düşük meyve boy değeri IR50 uygulamasından (32.3 mm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin kontrol bitkilerine göre ortalama 0.1 mm daha uzun meyveler ürettikleri belirlenmiştir. En düşük meyve boy değerleri Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek meyve boy değeri Mart ayında K100 konusundan hasat edilen meyvelerden 46.6 mm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, ikinci yetiştirme döneminde, IR50 uygulaması, en küçük meyve boy değeriyle istatistiksel olarak aynı grupta yer alan diğer 3 uygulamadan farklı olmasıyla dikkat çekmiştir. Giné Bordonaba ve Terry (2010, 2016), çilekte kısıntılı sulamanın

genellikle meyve boyunda azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Kapur ve Şahiner (2019), kuraklığın çilekte meyve boyunu azalttığını bildirmişlerdir.

Her iki deneme yılında da biyoaktivatör uygulaması ‘Kabarla’ çeşidinde meyve boyunda istatistiksel olarak önemli farklar yaratmadığı belirlenmiştir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının meyve boyunda farklılık yaratmadığını saptamışlardır.

Her iki yetiştirme döneminde aylara göre en düşük ortalama meyve boy değeri yetiştirme döneminin sonlarına doğru yaklaşan Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle sıcaklıklarla birlikte artan evapotranspirasyon miktarı, bitkilerden daha fazla su kaybına neden olarak meyve boyunda azalmalara yol açtığı düşünülmektedir. Benzer olarak, Wang ve Camp (2000), ve Kruger ve ark (2012), yüksek sıcaklıklarda meyve boylarının azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.22. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve boy değerleri üzerine etkileri (mm)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Meyve Boyu (mm)	IR50	Kontrol	38.6	26.3	27.8	30.9	32.3 b	
		Biyoaktivatör	41.2	29.2	30.2	33.6		
	IR75	Kontrol	42.1	29.0	34.0	35.0	35.2 a	
		Biyoaktivatör	44.9	30.9	30.2	35.3		
	IR100	Kontrol	46.6	32.6	29.9	36.4	36.0 a	
		Biyoaktivatör	40.4	35.5	30.7	35.5		
	IR125	Kontrol	42.8	35.0	32.0	36.6	35.7 a	
		Biyoaktivatör	36.6	36.8	31.2	34.9		
	Ay Ort.			41.6 a	31.9 b	30.8 b		
	Uygulama Ort.			Kontrol			34.7	
				Biyoaktivatör			34.8	
				LSD ay*** = 2.20		LSD sul* = 2.54		

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama 38.1, ikinci yıl ise 41.6 mm meyve boylu meyveler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi ilk yıl ortalama 33.7, ikinci yıl 34.8 mm meyve boylu meyveler üretmiştir. Her iki yetiştirme sezonunda da ‘Rubygem’ çeşidinin, ‘Kabarla’ çeşidine göre daha uzun meyveler ürettiği saptanmıştır. Giné Bordonaba ve Terry (2010, 2016), su stresi altında çilek çeşitlerinin farklı meyve boylarına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

4.3.4. Meyve Dış Rengi (L*)

Çilek meyvelerinde özellikle tüketicilerin ürüne olan ilgisini önemli ölçüde etkileyen faktörlerden biri de meyve dış rengidir. Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında meyve dış rengi üzerine etkileri Çizelge 4.23-4.26’da gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında, hem sulama hem de biyoaktivatör uygulamalarının meyve dış renginde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin en değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Ayrıca her iki deneme yılında da sulama x uygulama, sulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar istatistiksel olarak birinci deneme yılında önemsiz, ikinci deneme yılında ise % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.23. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve dış rengi üzerine etkileri (L*)

Meyve Dış Rengi (L*)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	34.2	37.1	25.0	32.1	31.6
		Biyoaktivatör	33.9	36.4	22.9	31.1	
IR75		Kontrol	35.1	36.8	25.1	32.3	31.3
		Biyoaktivatör	32.3	34.6	23.9	30.3	
IR100		Kontrol	34.5	36.4	25.7	32.2	31.7
		Biyoaktivatör	32.4	37.3	24.3	31.3	
IR125		Kontrol	33.8	36.2	25.8	31.9	32.6
		Biyoaktivatör	33.9	37.0	28.7	33.2	
Ay Ort.			33.8 b	36.4 a	25.2 c		
Uygulama Ort.			Kontrol			32.1	
			Biyoaktivatör			31.5	
LSD ay*** = 1.29							
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en parlak meyveler IR125 (32.6 L*), en mat meyveler IR75 uygulamasından (31.3 L*) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinin biyoaktivatör uygulanan bitkilere göre ortalama 0.6 L* daha parlak meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde en mat meyveler Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek meyve dış rengi değeri Nisan ayında RC100 konusundan hasat edilen meyvelerden 37.3 L* olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.24. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde meyve dış rengi üzerine etkileri (L*)

Meyve Dış Rengi (L*)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	35.0	32.1	32.3	33.1	33.2
		Biyoaktivatör	33.2	32.9	33.4	33.3	
IR75		Kontrol	36.0	32.9	33.9	34.2	33.5
		Biyoaktivatör	33.1	32.1	33.3	32.8	
IR100		Kontrol	34.8	33.7	33.1	33.8	34.0
		Biyoaktivatör	35.0	34.1	33.2	34.1	
IR125		Kontrol	36.8	32.3	32.8	33.9	33.6
		Biyoaktivatör	34.0	32.7	33.2	33.3	
Ay Ort.			34.7 a	32.8 b	33.1 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			33.8	
			Biyoaktivatör			33.3	
LSD ay*** = 0.77			LSD uyg x ay* = 1.09				

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en parlak meyveler IR100 (34.0 L*), en mat meyveler IR50 uygulamasından (33.2 L*) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinin biyoaktivatör uygulanan bitkilere göre ortalama 0.5 L* daha parlak meyveler ürettikleri belirlenmiştir. En mat meyveler Nisan ayında hasat edilenlerden elde edilmiştir. En yüksek meyve dış renk değeri Mart ayında R125 konusundan hasat edilen meyvelerden 36.8 L* olarak elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında, kısıntılı ve aşırı sulamanın meyve dış rengi üzerine istatistiksel olarak etki etmemesi dikkat çekmiştir. Ancak, farklı çilek çeşitlerinde yapılan önceki çalışmalarda kısıntılı sulamaya maruz kalan meyvelerin dış renklerinde önemli değişiklikler meydana geldiği belirlenirken (Sacks ve Shaw, 1994; Hernanz ve ark, 2008; Capocasa ve ark, 2008; Gine Bordonaba ve Terry, 2009), Kapur ve Şahiner (2019), 'Fortuna' çilek çeşidinin de farklı sulama suyu miktarlarından etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Biyoaktivatör uygulamasının her iki deneme yılında da istatistiksel olarak fark yaratmadığı belirlenmiştir. Biyoaktivatör uygulamalarının meyve dış rengine etkileri konusunda daha önce yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

'Kabarla' çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında, hem sulama hem de biyoaktivatör uygulamalarının meyve dış renk değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin dış renk değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasında oluşan farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Her iki deneme yılında da sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, birinci deneme yılında sulama x ay, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında bu farklar % 5 düzeyinde önemli olmuştur.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en parlak meyveler IR100 ve IR75 uygulamalarından 30.4 L* olarak elde edilirken, en mat meyveler IR50 uygulamasından 29.6 L* olarak elde edilmiştir.

Kontrol bitkilerinin biyoaktivatör uygulanan bitkilere göre ortalama 0.4 L* daha parlak meyveler ürettikleri belirlenmiştir.

En mat meyveler Mayıs ayında hasat edilenlerden elde edilmiştir. En yüksek meyve dış renk değeri Nisan ayında K75 ve KC125 konularından hasat edilen meyvelerden 35.2 L* olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.25. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde meyve dış rengi üzerine etkileri (L*)

Meyve Dış Rengi (L*)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	30.1	34.2	26.0	30.1	29.6
		Biyoaktivatör	30.0	34.2	23.2	29.1	
IR75		Kontrol	32.3	35.2	25.4	31.0	30.4
		Biyoaktivatör	32.0	33.1	24.5	29.9	
IR100		Kontrol	33.0	33.9	25.2	30.7	30.4
		Biyoaktivatör	31.6	34.3	24.2	30.0	
IR125		Kontrol	32.8	34.2	22.1	29.7	30.3
		Biyoaktivatör	31.5	35.2	26.0	30.9	
Ay Ort.			31.7 b	34.3 a	24.6 c		
Uygulama Ort.			Kontrol			30.4	
			Biyoaktivatör			30.0	
			LSD ay*** = 1.37				

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en parlak meyveler IR50 (32.7 L*), en mat meyveler IR100 uygulamasından (31.6 L*) ile elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkiler ile kontrol bitkileri aynı parlaklık değerinde (32.3 L*) meyveler üretmişlerdir. En mat meyveler Nisan ayında hasat edilenlerde gözlemlenmiştir. En yüksek meyve dış renk değeri Mart ayında KC125 konusundan hasat edilen meyvelerde 35.8 L* olarak ölçülmüştür.

'Kabarla' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın meyve dış rengi üzerine istatistiksel olarak etki etmedikleri dikkat çekmiştir. Sacks ve Shaw (1994), Hernanz ve ark (2008), Capocasa ve ark (2008), ve Gine Bordonaba ve Terry (2009), çileklerde meyve dış renginin su stresinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Ancak, Kapur ve Şahiner (2019), 'Fortuna' çeşidinin % 50 düzeyinde su eksikliği koşullarında meyve dış renginde önemli bir değişiklik olmadığını saptamışlardır.

Biyoaktivatör uygulamasının her iki deneme yılında da istatistiksel olarak fark yaratmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve dış rengi üzerine etkileri (L*)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
Meyve Dış Rengi (L*)	IR50	Kontrol	34.1 ab	33.3 bcd	32.0 c-g	33.1	32.7
		Biyoaktivatör	33.0 bcd	30.5 fg	33.3 bc	32.3	
	IR75	Kontrol	32.9 bcd	32.3 b-f	33.2 bc	32.8	32.5
		Biyoaktivatör	31.8 c-g	32.2 b-f	32.3 b-f	32.1	
	IR100	Kontrol	30.3 fg	30.8 efg	32.3 b-f	31.2	31.6
		Biyoaktivatör	32.7 b-e	31.2 d-g	32.4 b-f	32.1	
	IR125	Kontrol	32.7 b-e	32.0 b-g	31.9 c-g	32.2	32.4
		Biyoaktivatör	35.8 a	30.0 g	32.0 b-g	32.6	
	Ay Ort.			32.9 a	31.5 b	32.5 a	
	Uygulama Ort.			Kontrol			32.3
				Biyoaktivatör			32.3
	LSD ay*** = 0.75			LSD uyg x ay* = 1.05		LSD sul x ay* = 1.49	
			LSD sul x uyg x ay* = 2.11				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama 31.8, ikinci yıl 33.6 L* parlaklığa sahip meyveler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi ise, ilk yıl ortalama 30.2, ikinci yıl 32.3 L* parlaklığında meyveler üretmiştir. Gasperotti ve ark (2013), meyvelerdeki dış renk parlaklık değerlerinin 26.2 (‘Clery’) ile 35.0 (‘Darselect’) L* arasında değiştiğini saptamışlardır. Çalışmamızda ise, her iki yetiştirme sezonunda da ‘Rubygem’ çeşidinin, ‘Kabarla’ çeşidine göre daha parlak meyveler ürettiği saptanmıştır. Gine Bordonaba ve Terry (2010), ve Šamec ve ark (2016), meyve dış renginin çeşitten çeşite göre farklılaştığını bildirmişlerdir.

4.3.5. Meyve Et Sertliği (Newton)

Meyve kalitesini belirleyen en önemli özelliklerden biri olan meyve et sertliği, özellikle raf ömrünü etkileyerek, ürünün uzak pazarlara da dağıtılmasını ve dayanımı etkilemektedir. Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında meyve et sertliği üzerine etkileri Çizelge 4.27-4.30’da gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında, sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının meyve et sertliği değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin et sertlik değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Ayrıca her iki deneme yılında da sulama x uygulama, sulama x ay, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve et sertliği üzerine etkileri (Newton)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Meyve Et Sertliği	IR50	Kontrol	0.89	1.01	0.86	0.92	0.92	
		Biyoaktivatör	0.96	0.95	0.87	0.93		
	IR75	Kontrol	1.04	0.92	0.84	0.93	0.95	
		Biyoaktivatör	1.03	1.02	0.87	0.97		
	IR100	Kontrol	0.63	1.11	0.68	0.81	0.86	
		Biyoaktivatör	0.91	0.90	0.90	0.90		
	IR125	Kontrol	0.70	0.94	0.90	0.85	0.91	
		Biyoaktivatör	0.73	1.33	0.87	0.98		
	Ay Ort.			0.86 b	1.02 a	0.85 b		
	Uygulama Ort.			Kontrol			0.88	
				Biyoaktivatör			0.95	
				LSD ay*** = 0.11				

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en sert meyveler IR75 (0.95 N), en yumuşak meyveler IR100 uygulamasından (0.86 N) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.07 N daha sert meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre meyve et sertlikleri incelendiğinde, en düşük değerin Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En sert meyveler Nisan ayında RC125 konusundan hasat edilen meyvelerden 1.33 N ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en sert meyveler IR75 (0.93 N), en yumuşak meyveler IR50 uygulamasından (0.85 N) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.01 N daha sert meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük meyve et sertliği değerleri Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En sert meyveler Mart ayında RC75 konusundan 1.14 N ile edilmiştir.

Çizelge 4.28. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve et sertliği üzerine etkileri (Newton)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Meyve Et Sertliği	IR50	Kontrol	0.86	0.78	0.86	0.83	0.85	
		Biyoaktivatör	0.96	0.76	0.88	0.87		
	IR75	Kontrol	1.04	0.75	0.94	0.91	0.93	
		Biyoaktivatör	1.14	0.80	0.91	0.95		
	IR100	Kontrol	1.12	0.77	0.88	0.92	0.91	
		Biyoaktivatör	0.99	0.81	0.88	0.89		
	IR125	Kontrol	1.05	0.77	0.82	0.88	0.88	
		Biyoaktivatör	0.96	0.77	0.89	0.88		
	Ay Ort.			1.01 a	0.77 c	0.88 b		
	Uygulama Ort.		Kontrol			0.88		
			Biyoaktivatör			0.89		
	LSD ay*** = 0.06							
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

‘Rubygem’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın meyve et sertliği üzerine istatistiksel olarak etki etmedikleri dikkat çekmiştir. Cordenunsi ve ark (2002), göre meyvedeki su içeriği, turgor basıncını etkileyerek doku direncini artırır ve bu sebeple meyve et sertliğini etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Hoppula ve Salo (2007), yüksek toprak su içeriğinin meyve sertliğini azalttığını bulmuşlardır. Ancak, Adak ve ark (2018), yapmış oldukları çalışmada su stresi altında meyve et sertliğinin önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

Biyoaktivatör uygulamasının her iki deneme yılında da istatistiksel olarak fark yaratmadığı saptanmıştır. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının meyve et sertliği üzerinde önemli artışlara neden olmadığını bildirmişlerdir.

‘Kabarla’ çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında, sulama uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin et sertlik değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar birinci deneme yılında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, her iki deneme yılında da sulama x uygulama, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde meyve et sertliği üzerine etkileri (Newton)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Meyve Et Sertliği	IR50	Kontrol	1.09	1.02	0.94	1.01	1.00 a	
		Biyoaktivatör	1.16	0.98	0.88	1.00		
	IR75	Kontrol	0.97	1.06	0.82	0.95	0.94 ab	
		Biyoaktivatör	0.99	0.98	0.83	0.94		
	IR100	Kontrol	0.65	0.93	0.75	0.92	0.85 b	
		Biyoaktivatör	0.98	1.00	0.79	0.78		
	IR125	Kontrol	0.91	1.16	0.81	0.96	0.97 a	
		Biyoaktivatör	0.84	1.09	1.00	0.98		
	Ay Ort.			0.95 a	1.03 a	0.85 b		
	Uygulama Ort.			Kontrol			0.93	
				Biyoaktivatör			0.96	
				LSD ay*** = 0.08			LSD sul* = 0.10	

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en sert meyveler IR50 (1.00 N), en yumuşak meyveler IR100 uygulamasından (0.85 N) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.03 N daha sert meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük meyve et sertliği değerleri Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En sert meyveler Nisan ayında K125 konusu ile Mart ayında KC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 1.16 N ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en sert meyveler IR75 (0.82 N), en yumuşak meyveler IR100 uygulamasından (0.72 N) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.03 N daha sert meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük meyve et sertliği değerleri Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En sert meyveler Mart ayında KC75 konusundan 0.99 N ile edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, özellikle IR50 uygulamasından birinci deneme yılında en sert meyveler, ikinci deneme yılında en sert ikinci sıradaki meyvelerin elde edilmesi dikkati çekmiştir. Meyve gelişimi ile birlikte meyve et sertliklerinin azaldığını bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Woodward, 1972: Abeles ve Takeda, 1990: Sarıdaş, 2019). Cordenunsi ve ark (2002), meyvedeki su içeriğinin, turgor basıncını teşvik ederek, doku direncinin artmasını sağladığını ve böylece meyve et sertliğinin değişebileceğini saptamışlardır. Hoppula ve Salo (2007), yüksek toprak su içeriğinin meyve sertliğini azaltarak kalitesini düşürdüğünü bulmuşlardır. Adak ve ark (2018), yapmış oldukları çalışmada su stresi altında meyve et sertliği değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Biyoaktivatör uygulamasının her iki deneme yılında da istatistiksel olarak fark yaratmadığı saptanmıştır. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının meyve et sertliği üzerinde önemli artışlara neden olmadığını bildirmişlerdir. Aslantaş ve ark (2007), 'Fern' çilek çeşidinde 3 farklı biyoaktivatör uygulaması sonucunda, genel olarak, meyve et sertliğini arttırdığını bulmuşlardır.

Her iki yetiştirme döneminde aylara göre en düşük ortalama meyve et sertliği değerleri yetiştirme döneminin sonlarına doğru yaklaşılan Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle artan evapotranspirasyon miktarı, azalan bitki gücü ve artan vejetatif yapı gibi faktörler meyve et sertliğini olumsuz şekilde etkilediği düşünülmektedir. Giuggioli ve ark (2015), benzer olarak hava sıcaklığının azalması ile yapılan son iki hasatta daha yüksek meyve etine sahip meyveler elde edildiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.30. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve et sertliği üzerine etkileri (Newton)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Meyve Et Sertliği	IR50	Kontrol	0.77	0.76	0.75	0.76	0.79 ab	
		Biyoaktivatör	0.82	0.77	0.88	0.83		
	IR75	Kontrol	0.92	0.74	0.75	0.80	0.82 a	
		Biyoaktivatör	0.99	0.84	0.67	0.83		
	IR100	Kontrol	0.74	0.70	0.74	0.73	0.72 c	
		Biyoaktivatör	0.69	0.80	0.64	0.73		
	IR125	Kontrol	0.68	0.70	0.74	0.71	0.73 bc	
		Biyoaktivatör	0.61	0.86	0.79	0.75		
	Ay Ort.			0.78	0.77	0.74		
	Uygulama Ort.			Kontrol		0.75		
				Biyoaktivatör		0.78		
	LSD sul* = 0.07			LSD sul x ay*** = 0.12				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama 0.92 N, ikinci yıl ortalama 0.89 N sertliğinde meyveler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi, ilk yıl ortalama 0.95 N, ikinci yıl ise 0.77 N sertliğinde meyveler üretmiştir. İlk deneme yılında ‘Kabarla’, ikinci deneme yılında ‘Rubygem’ çeşidinin daha sert meyveler ürettiği saptanmıştır. İkinci yıl bitkilerin daha erken dikilerek, toplam gün sayısının artmasından dolayı, kısa gün çeşidi olan ‘Rubygem’in ikinci deneme yılında daha gelişmiş vejetatif yapıyla birlikte daha sert meyveler ürettikleri düşünülmektedir. Şamec ve ark. (2016) meyve et sertliğinin çeşitten çeşite göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Zeliou ve ark (2018), çeşitler arasında meyve et sertlik değerlerinin 0.46 – 0.54 N arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sarıdaş (2019), meyve et sertliklerinin genetik yapıdan etkilendiğini ve en yüksek meyve et sertliği değerinin 0.73 N olduğunu bildirmiştir.

4.3.6. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%)

Meyvelerde kaliteyi belirleyen en önemli parametreler arasında tat gelmektedir. Tat, temel olarak suda çözünebilir şeker ve asitlerin kombinasyonu ile oluşmakta, tüketiciler tarafından, meyve seçilirken, en çok önem verilen özelliklerden biri olarak kabul edilmektedir (Gine Bordonaba ve Terry, 2010). Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında aylara göre SÇKM üzerine etkileri Çizelge 4.31-4.34’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında sulama uygulamalarının SÇKM değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, biyoaktivatör uygulamaları önemsiz olmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin SÇKM değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılı için istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur. Ayrıca her iki deneme yılında da sulama x uygulama ve sulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.31. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde suda çözünebilir kuru madde miktarları üzerine etkileri (%)

SÇKM (%)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50	Kontrol		8.90 cde	8.80 c-f	10.60ab	9.46	9.42 a
	Biyoaktivatör		8.30 d-h	9.10 c	10.70 a	9.39	
IR75	Kontrol		7.47 ijk	8.50 c-g	10.00 b	8.66	8.59 b
	Biyoaktivatör		8.30 e-h	8.30d-h	9.00 cd	8.52	
IR100	Kontrol		8.03 g-j	7.63 h-k	8.20 fgh	7.97	7.86 c
	Biyoaktivatör		7.13 k	7.33 jk	8.80 c-f	7.76	
IR125	Kontrol		7.47 ijk	7.33 jk	8.30 d-h	7.70	7.80 c
	Biyoaktivatör		8.40 c-g	7.20 k	8.10 f-l	7.90	
Ay Ort.			8.01 b	8.02 b	9.22 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			8.44	
			Biyoaktivatör			8.39	
LSD sul***=0.30			LSD ay*** = 0.26			LSD sul x uyg x ay*= 0.73	

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek SÇKM değeri IR50 (% 9.42), en düşük değer IR125 uygulamasından (% 7.80) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinin biyoaktivatör uygulanmış bitkilere göre % 0.05 daha yüksek SÇKM değerine sahip meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük SÇKM değeri Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek SÇKM değeri Mayıs ayında RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 10.7 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek SÇKM değeri IR50 (% 8.71), en düşük değer IR125 uygulamasından (% 7.60) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinin biyoaktivatör uygulanmış bitkilere göre % 0.16 daha yüksek SÇKM değerine sahip meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük SÇKM değeri Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek SÇKM değeri Mayıs ayında R50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 10.5 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, IR50 uygulamasının her iki deneme yılında da en yüksek SÇKM değerine sahip olması

dikkat çekmiştir. IR50 uygulamasını, her iki yetiştirme yılında da, bir diğer kısıntılı sulama uygulaması olan IR75 uygulaması takip etmiştir. Kısıntılı sulama uygulamalarının artan sıcaklıklarla birlikte, meyve kuru maddesinde artışlara neden olarak daha şekerli meyveler oluşturduğu düşünülmektedir. Giné Bordonaba ve Terry (2010), farklı çilek çeşitleri ile yapılan çalışmada su stresi koşullarında meyve su miktarının azalarak kuru madde miktarında önemli ölçüde artış olduğunu bildirmişlerdir. Çileklerde SÇKM miktarı üzerine dikim tarihinin ve sulama gibi kültürel uygulamaların önemli ölçüde etkisi olduğu bir çok çalışmada da belirtilmiştir (Correia ve ark, 2011; Jouquand ve ark, 2008; Kirnak ve ark, 2003; Moshur Rahman ve ark, 2014). Başka bir çalışmada ise, kısıntılı sulama koşulları altında kontrollere göre SÇKM'nin 1,1 – 1,3 kat arttığı saptanmıştır (Weber ve ark, 2017). Sarıdaş ve ark (2017), azalan sulama suyu ile SÇKM'nin önemli düzeyde arttığını tespit etmişlerdir. Benzer olarak, Kapur ve Şahiner (2019), 'Fortuna' çilek çeşidinde kuraklık koşullarında SÇKM oranının arttığını bulmuşlardır.

Her iki deneme yılında da biyoaktivatör uygulamalarının olumlu etki göstermediği tespit edilmiştir. Spinelli ve ark (2010) çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının SÇKM üzerinde önemli artışlara neden olmadığını bildirmişlerdir. Benzer olarak, Aslantaş ve ark (2007), 'Fern' çilek çeşidinde 3 farklı biyoaktivatör uygulamalarının SÇKM üzerinde etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Her iki yetiştirme döneminde aylara göre en düşük ortalama SÇKM değerleri Mart aylarında, en yüksek değerler ise Mayıs aylarında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle artan sıcaklıkla birlikte stoma açıklıklarının da artarak, meyve bünyesine daha fazla bitki besin elementi taşınması nedeniyle daha şekerli meyveler oluştuğu düşünülmektedir. Benzer olarak, Pelayo-Zaldivar ve ark (2005), en yüksek SÇKM değerlerine Mayıs ayında ulaştıklarını bildirmişlerdir. Sarıdaş (2019), mevsimin ilerlemesi ile artan sıcaklığın çilek çeşitlerinde SÇKM oranını arttırdığını saptamıştır.

Çizelge 4.32. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde suda çözünebilir kuru madde miktarları üzerine etkileri (%)

SÇKM (%)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	7.00	9.30	10.50	8.94	8.71 a
		Biyoaktivatör	7.50	8.40	9.50	8.48	
IR75		Kontrol	7.00	7.90	10.20	8.36	8.43 a
		Biyoaktivatör	8.30	7.90	9.30	8.51	
IR100		Kontrol	6.30	7.30	9.50	7.70	7.73 b
		Biyoaktivatör	6.60	7.20	8.70	7.51	
IR125		Kontrol	6.10	7.90	9.40	7.82	7.60 b
		Biyoaktivatör	5.70	7.60	9.60	7.65	
Ay Ort.			6.82 c	7.95 b	9.58 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			8.20	
			Biyoaktivatör			8.04	
LSD ay*** = 0.41			LSD sul*** = 0.33			LSD uyg x ay* = 0.47	

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Kabarla' çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında sulama uygulamalarının SÇKM değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin SÇKM değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılı için istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında ise % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x uygulama etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, ikinci deneme yılında ise % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak

fark yaratmamışlardır. Sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.33. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde suda çözünebilir kuru madde miktarları üzerine etkileri (%)

SÇKM (%)	Sulama	Uygulama	Aylar			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	6.10 hij	8.43 bcd	8.83 ab	7.79	7.62 a
		Biyoaktivatör	5.97 hij	7.83 cde	8.53 bc	7.44	
IR75		Kontrol	5.43 j	7.73 de	9.33 a	7.50	7.22 b
		Biyoaktivatör	5.33 j	7.63 e	7.83 cde	6.93	
IR100		Kontrol	6.50 gh	7.37 ef	7.83 cde	7.23	7.09 b
		Biyoaktivatör	5.67 ij	7.77 cde	7.40 ef	6.94	
IR125		Kontrol	6.73 fgh	7.90 cde	7.17 efg	7.27	7.18 b
		Biyoaktivatör	6.33 hi	7.30 ef	7.67 de	7.10	
Ay Ort.			6.01 c	7.75 b	8.08 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			7.45 a	
			Biyoaktivatör			7.10 b	
LSD ay***= 0.27			LSD uyg***= 0.22			LSD sul***= 0.32	
LSD sul x ay***= 0.55			LSD sul x uyg x ay*= 0.77				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek SÇKM değerinin IR50 (% 7.62), en düşük değerinin IR100 uygulamasından (% 7.09) elde edildiği görülmüştür. Kontrol bitkilerinin biyoaktivatör uygulanmış bitkilere göre % 0.35 daha yüksek SÇKM değerine sahip meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük SÇKM değeri Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek SÇKM değeri Mayıs ayında K75 konusundan hasat edilen meyvelerden % 9.33 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek SÇKM değeri IR50 (% 8.33), en düşük değerinin ise, IR125 uygulamasından (% 7.10) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinin biyoaktivatör uygulanmış bitkilere göre % 0.32 daha yüksek SÇKM değerine sahip

meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük SÇKM değeri Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek SÇKM değeri Mayıs ayında ayında K50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 9.90 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, IR50 uygulamasının her iki deneme yılında da en yüksek SÇKM değerine sahip olması dikkat çekmiştir. Kısıntılı sulama uygulamalarının, meyve kuru maddesinde artışlara neden olarak daha şekerli meyveler oluşturduğu düşünülmektedir. Benzer olarak, Bordonaba ve Terry (2010), farklı çilek çeşitleri ile yapılan çalışmada su stresi altında meyve su miktarının azalarak kuru madde miktarında önemli ölçüde artış olduğunu bildirmişlerdir. Çileklerde SÇKM konsantrasyonu üzerine sulama uygulamalarının önemli ölçüde etkisi olduğu birçok çalışmada da belirtilmiştir (Correia ve ark, 2011: Jouquand ve ark, 2008: Kirnak ve ark, 2003: Moshir Rahman ve ark, 2014). Başka bir çalışmada, kısıntılı sulama koşulları altında kontrollere göre SÇKM’nin 1,1 – 1,3 kat arttığı saptanırken (Weber ve ark, 2017), Sarıdaş ve ark (2017), toprak nem içeriğinde meydana gelen azalmalar SÇKM’yi önemli düzeyde arttığını tespit etmişlerdir. Benzer olarak, Kapur ve Şahiner (2019), ‘Fortuna’ çilek çeşidinde su stresinin SÇKM’yi arttığını bulmuşlardır.

Her iki deneme yılında da biyoaktivatör uygulamalarının istatistiksel olarak olumsuz etkisi saptanmıştır. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin, daha gelişmiş kök sistemi sayesinde bitki bünyesine daha fazla su alarak, suda çözünebilir kuru madde oranında düşüslere sebep olduğu düşünülmektedir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının SÇKM konsantrasyonu üzerinde önemli artışlara neden olmadığını bildirmişlerdir. Benzer olarak, Aslantaş ve ark (2007), ‘Fern’ çilek çeşidinde 3 farklı biyoaktivatör uygulamasının SÇKM üzerinde etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Her iki yetiştirme döneminde aylara göre en düşük ortalama SÇKM değerleri Mart aylarında, en yüksek değerler Mayıs aylarında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle artan sıcaklıkla birlikte stoma açıklıklarının da artarak,

meyve bünyesine daha fazla besin elementi taşınması nedeniyle daha şekerli meyveler oluştuğu düşünülmektedir. Benzer olarak, Pelayo-Zaldiver ve ark (2005), en yüksek SÇKM değerlerine Mayıs ayında ulaştıklarını bildirmişlerdir. Sarıdaş (2019), artan sıcaklığın çilek çeşitlerinde SÇKM değerlerini olumlu etkilediğini saptamıştır.

Çizelge 4.34. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde suda çözünebilir kuru madde miktarları üzerine etkileri (%)

SÇKM (%)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	5.87	8.67	9.90	8.14 ab	8.33 a
		Biyoaktivatör	6.80	8.93	9.83	8.52 a	
IR75		Kontrol	6.53	8.37	8.27	7.72 bc	7.58 b
		Biyoaktivatör	5.90	8.17	8.27	7.44 cd	
IR100		Kontrol	6.47	8.27	8.67	7.80 bc	7.37 bc
		Biyoaktivatör	5.40	7.10	8.33	6.94de	
IR125		Kontrol	6.15	7.13	8.83	7.37cde	7.10 c
		Biyoaktivatör	5.10	7.23	8.17	7.37cde	
Ay Ort.			6.03 c	7.98 b	8.78 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			7.76 a	
			Biyoaktivatör			7.44 b	
LSD ay*** = 0.33			LSD uyg* = 0.27			LSD sul***= 0.39	
LSD sul x ay*= 0.67			LSD sul x uyg*= 0.67				

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. 'Rubygem' çeşidi ilk yıl ortalama % 8.42, ikinci yıl % 8.12 SÇKM değerine sahip meyveler üretirken, 'Kabarla' çeşidi ilk yıl ortalama % 7.28, ikinci yıl % 7.60 SÇKM değerine sahip meyveler üretmiştir. Her iki deneme yılında da 'Rubygem' çeşidinin 'Kabarla'ya göre daha tatlı meyveler ürettiği saptanmıştır. Capocasa ve ark (2008), ticari olarak yetiştirilen 16 çeşit ve dört tane seçilmiş üstün özellikli genotipte suda çözünebilir kuru madde içeriğinin yüksek düzeylerde farklılıklar (% 5.8 ile 10.7) gösterdiğini saptamışlardır. Şamec ve ark (2016), SÇKM'nin çeşitten

çeşite göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Sarıdaş ve ark (2017), çeşitlerin SÇKM değerlerinde farklılıklar olduğunu ve bu farklılıkların çeşitlerin çevresel faktörlere göstermiş olduğu farklı tepkilerden ve dönemsel ürün yetiştirme potansiyelinden kaynaklandığını belirlemişlerdir.

4.3.7. Titre Edilebilir Asit İçeriği (%)

Diğer meyvelerde olduğu gibi çilekte de asit içeriği, tat ve aromayı etkilediğinden dolayı, tıpkı SÇKM gibi, tüketicilerin meyve seçerken dikkat ettiği diğer özelliklerden biridir (Gine Bordonaba ve Terry, 2010). Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında meyvelerin titre edilebilir asit içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.35-4.38’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, hem birinci deneme yılında hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının meyvelerin titre edilebilir asit içeriklerinde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin titre edilebilir asit içerikleri karşılaştırıldığında, aylar arasında oluşan farklar ilk deneme yılında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli olmuştur. Sulama x uygulama, uygulama ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.35. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde asit miktarları üzerine etkileri (%)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
Asit Miktarı (%)	IR50	Kontrol	0.49	0.49	0.39	0.46	0.44	
		Biyoaktivatör	0.42	0.42	0.42	0.42		
	IR75	Kontrol	0.44	0.47	0.39	0.43	0.44	
		Biyoaktivatör	0.45	0.48	0.44	0.46		
	IR100	Kontrol	0.42	0.59	0.44	0.48	0.46	
		Biyoaktivatör	0.41	0.52	0.40	0.44		
	IR125	Kontrol	0.48	0.48	0.43	0.46	0.46	
		Biyoaktivatör	0.50	0.43	0.40	0.45		
	Ay Ort.			0.45 b	0.49 a	0.41 c		
	Uygulama Ort.			Kontrol		0.46		
				Biyoaktivatör		0.44		
	LSD ay***= 0.028			LSD sul x ay**= 0.055				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek titre edilebilir asit içeriği IR125 ve IR100 (% 0.46), en düşük asit içeriği IR75 ve IR50 uygulamalarından (% 0.44) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelerin biyoaktivatör uygulanmış meyvelere göre % 0.02 daha yüksek asit içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük asit içeriği Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek titre edilebilir asit içeriği Nisan ayı içerisinde R100 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.59 ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek titre edilebilir asit içeriği IR100 (% 0.37), en düşük asit içeriği IR50 uygulamasından hasat edilen meyvelerden (% 0.34) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol meyvelerine göre % 0.02 daha yüksek asit içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre, incelendiğinde en düşük asit içeriği Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek titre edilebilir asit içeriği Mart ayında

RC125 ve Nisan ayında R100 konularından hasat edilen meyvelerden % 0.41 ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.36. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde asit miktarları üzerine etkileri (%)

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
Asit Miktarı (%)	IR50	Kontrol	0.32	0.35	0.38	0.35	0.34
		Biyoaktivatör	0.29	0.34	0.38	0.34	
	IR75	Kontrol	0.31	0.37	0.34	0.34	0.35
		Biyoaktivatör	0.32	0.38	0.35	0.35	
	IR100	Kontrol	0.31	0.41	0.33	0.35	0.37
		Biyoaktivatör	0.39	0.40	0.37	0.39	
	IR125	Kontrol	0.34	0.34	0.34	0.34	0.36
		Biyoaktivatör	0.41	0.39	0.36	0.39	
	Ay Ort.			0.33 b	0.37 a	0.35 ab	
	Uygulama Ort.			Kontrol		0.34 b	
				Biyoaktivatör		0.36 a	
	LSD ay* = 0.02		LSD uyg* = 0.02		LSD sul x ay* = 0.05		
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Rubygem’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın asit içeriği üzerine istatistiksel olarak etki etmedikleri dikkat çekmiştir. Su stresi altında Terry ve ark (2007), ‘Elsanta’ çeşidinin titre edilebilir asit miktarının düştüğünü, Gine Bordonaba ve Terry (2010), ‘Christine’ ve ‘Florence’ çeşitlerinde ise arttığını bildirmişlerdir.

İkinci yetiştirme döneminde bitkilerin daha erken dikilmesinden dolayı, kısa gün çeşidi olan ‘Rubygem’in ilk yıla göre biyoaktivatör uygulamalarından daha fazla yararlanıp bünyelerine daha fazla su alımını teşvik ederek, daha düşük asit içeriğine sahip meyveler ürettiği düşünülmektedir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının asit içeriği üzerinde önemli artışlara neden olmadığını bildirmişlerdir. Benzer olarak, Aslantaş ve ark (2007), bitki materyali olarak ‘Fern’ çilek çeşidini kullandıkları çalışmalarında 3 farklı

biyoaktivatör uygulamasının meyve asitliği üzerine etkilerinin önemsiz olduğunu saptamışlardır.

Denemede en yüksek titre edilebilir asit içeriği her iki deneme yılında da nisan ayında elde edilerek, benzerlik göstermiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde, hem birinci deneme yılında hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının meyvelerin titre edilebilir asit içeriklerinde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin titre edilebilir asit içerikleri karşılaştırıldığında, aylar arasında oluşan farklar ilk deneme yılında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz olmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur. Sulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında ise önemsiz bulunmuştur. Sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.37. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde asit miktarları üzerine etkileri (%)

Asit Miktarı (%)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	0.46	0.74	0.48	0.56 b	0.53
		Biyoaktivatör	0.51	0.67	0.45	0.54 b	
IR75		Kontrol	0.47	0.54	0.55	0.52 b	0.53
		Biyoaktivatör	0.48	0.61	0.53	0.54 b	
IR100		Kontrol	0.51	0.63	0.51	0.55 b	0.53
		Biyoaktivatör	0.51	0.49	0.55	0.52 b	
IR125		Kontrol	0.56	0.72	0.61	0.63 a	0.58
		Biyoaktivatör	0.51	0.52	0.54	0.53 b	
Ay Ort.			0.50 b	0.62 b	0.53 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.56 a	
			Biyoaktivatör			0.53 b	
LSD ay***= 0.027		LSD uyg*= 0.031		LSD sul x ay***= 0.075			
		LSD uyg x ay*= 0.053		LSD sul x uyg*= 0.062			
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri kıyaslandığında, en yüksek titre edilebilir asit içeriği IR125 (% 0.58), en düşük asit değeri kalan diğer uygulamalardan eşit oranda (% 0.53) elde edilmiştir. Kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelerin biyoaktivatör uygulanmış meyvelere göre % 0.03 daha yüksek asit içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük asit içeriği Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek titre edilebilir asit içeriği Nisan ayı içerisinde K50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.74 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek titre edilebilir asit içeriği IR75 ve IR50 (% 0.44), en düşük asit içeriği IR125 uygulamasından hasat edilen meyvelerden (% 0.42) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol meyvelerine göre % 0.02 daha yüksek asit içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük asit içeriği Nisan ayında hasat

edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek titre edilebilir asit içeriği Mayıs ayında KC125 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.47 ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.38. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde asit miktarları üzerine etkileri (%)

Titre Edilebilir Asit Miktarı (%)	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.
			Mart	Nisan	Mayıs		
IR50		Kontrol	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44
		Biyoaktivatör	0.43	0.46	0.44	0.44	
IR75		Kontrol	0.42	0.42	0.44	0.43	0.44
		Biyoaktivatör	0.46	0.46	0.43	0.45	
IR100		Kontrol	0.41	0.39	0.44	0.41	0.43
		Biyoaktivatör	0.45	0.40	0.43	0.43	
IR125		Kontrol	0.40	0.40	0.44	0.41	0.42
		Biyoaktivatör	0.45	0.41	0.47	0.44	
Ay Ort.			0.44	0.42	0.44		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.42 b	
			Biyoaktivatör			0.44 a	
LSD uyg* = 0.01			LSD sul x ay* = 0.03				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, kısıntılı ve aşırı sulamanın asit içeriği üzerine istatistiksel olarak etki etmedikleri dikkat çekmiştir. Su stresi altında Terry ve ark (2007), ‘Elsanta’ çeşidinin titre edilebilir asit içeriğinin düştüğünü, Gine Bordonaba ve Terry (2010), ‘Christine’ ve ‘Florence’ çeşitlerinde arttığını bildirmişlerdir.

İkinci yetiştirme döneminde bitkilerin daha erken dikilmesinden dolayı, nötr gün çeşidi olan ‘Kabarla’nın ilk yıla göre daha uzun yetiştirme döneminden olumsuz etkilenerek biyoaktivatör uygulanan meyvelerden daha yüksek asit içeriğine sahip meyveler ürettiği belirlenmiştir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının asit içeriği üzerinde önemli artışlara neden olmadığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise, Aslantaş ve ark (2007), 3 farklı biyoaktivatörü ‘Fern’ çilek çeşidine uygulamışlar ve sonuç olarak

uygulamaların titre edilebilir asit içeriği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını saptamışlardır.

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama % 0.45, ikinci yıl % 0.35 asitliğe sahip meyveler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi, ilk yıl ortalama % 0.55, ikinci yıl % 0.43 asitliğe sahip meyveler üretmiştir. Her iki deneme yılında da ‘Kabarla’ çeşidinin ‘Rubygem’ çeşidine göre asit içeriği daha yüksek meyveler ürettiği saptanmıştır. Giné Bordonaba ve Terry (2010) çeşitlerin su stresi altında asit içeriğine tepkilerinin farklı olduğunu, ‘Symphony’ ve ‘Florence’ çeşitlerinde su stresi altında asit içeriğinin arttığını, diğer çeşitlerde ise önemli bir etkinin gözlenmediğini bildirmişlerdir. Voca ve ark (2008), inceledikleri çeşitlerin asit içeriklerinin % 0.41 - % 0.61 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yapılan birçok çalışmada titre edilebilir asit içeriklerinin çeşitten çeşide göre değiştiği gösterilmiştir (Şamec ve ark, 2016; Sarıdaş, 2019).

4.3.8. pH İçeriği

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında meyvelerin pH değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.39-4.42’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, hem birinci deneme yılında hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının meyvelerin pH değerlerinde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin pH değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasında oluşan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x uygulama, uygulama ay ve sulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ikinci

deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, birinci deneme yılında önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.39. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde pH üzerine etkileri

pH	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
	IR50	Kontrol	3.44	3.74	3.85	3.68	3.72	
		Biyoaktivatör	3.58	3.81	3.89	3.76		
	IR75	Kontrol	3.57	3.74	3.80	3.70	3.71	
		Biyoaktivatör	3.68	3.75	3.71	3.71		
	IR100	Kontrol	3.55	3.68	3.76	3.66	3.69	
		Biyoaktivatör	3.61	3.70	3.81	3.71		
	IR125	Kontrol	3.46	3.65	3.86	3.66	3.66	
		Biyoaktivatör	3.46	3.73	3.77	3.65		
	Ay Ort.			3.54 c	3.73 b	3.81 a		
	Uygulama Ort.			Kontrol			3.68	
				Biyoaktivatör			3.71	
				LSD ay*** = 0.06				

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından, en yüksek pH değeri IR50 (3.72), en düşük pH değeri IR125 uygulamasından (3.66) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.03 daha yüksek pH değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük pH değeri Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek pH değeri Mayıs ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 3.89 ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri kıyaslandığında, en yüksek pH değeri IR50 (3.92), en düşük pH değeri IR75 ve IR100 uygulamalarından hasat edilen meyvelerden (3.89) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.04 daha yüksek pH değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük asit içeriği Mart ayında hasat

edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek pH değeri Mayıs ayında R125 konusundan hasat edilen meyvelerden 4.12 ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın pH üzerine istatistiksel olarak etki etmedikleri dikkat çekmiştir. Sulama düzeylerinin çileklerde meyve suyu pH değerleri üzerine çok sayıda çalışma bulunmamaktadır. Kapur ve Şahiner (2019), % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulamasının ‘Fortuna’ çilek çeşidinde pH değerlerini önemli miktarda değiştirmediğini bildirmişlerdir.

Her iki yetiştirme döneminde de biyoaktivatör uygulamalarının istatistiksel olarak olumlu etki yapmadığı belirlenmiştir. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının pH üzerinde önemli artışlara neden olmadığını bildirmişlerdir. Aslantaş ve ark (2007), ise ‘Fern’ çilek çeşidinde 3 farklı biyoaktivatörün, pH değerlerini önemli düzeyde arttırdığını saptamışlardır.

Denemede en yüksek pH değerleri her iki deneme yılında da Mayıs ayında elde edilerek, benzerlik göstermiştir. Mevsimin ilerlemesiyle birlikte pH değerlerinde artış dikkat çekmiştir.

Çizelge 4.40. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde pH üzerine etkileri

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
pH	IR50	Kontrol	3.81d-h	3.93b-e	4.05 ab	3.93	3.92	
		Biyoaktivatör	3.71gh	3.95bcd	4.04 ab	3.90		
	IR75	Kontrol	3.72gh	3.86d-g	4.07 ab	3.88	3.89	
		Biyoaktivatör	3.82d-g	3.84d-g	4.01 abc	3.89		
	IR100	Kontrol	3.92b-e	3.75fgh	4.11 a	3.93	3.89	
		Biyoaktivatör	3.66h	3.88c-f	4.04 ab	3.86		
	IR125	Kontrol	3.78e-h	3.88c-f	4.12 a	3.93	3.90	
		Biyoaktivatör	3.72gh	3.80d-h	4.07 ab	3.86		
	Ay Ort.			3.77 c	3.86 b	4.06 a		
	Uygulama Ort.			Kontrol			3.88	
				Biyoaktivatör			3.92	
	LSD ay*** = 0.05			LSD sul x uyg x ay* = 0.15				

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Kabarla’ çeşidinde, hem birinci deneme yılında hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının meyvelerin pH değerlerinde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin pH değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasında oluşan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ikinci deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, birinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur. Uygulama ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.41. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde pH üzerine etkileri

	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
pH	IR50	Kontrol	3.53	3.45	3.80	3.59 a	3.55	
		Biyoaktivatör	3.32	3.43	3.76	3.50 b		
	IR75	Kontrol	3.42	3.51	3.79	3.58 a	3.59	
		Biyoaktivatör	3.45	3.63	3.76	3.62 a		
	IR100	Kontrol	3.46	3.56	3.83	3.62 a	3.60	
		Biyoaktivatör	3.47	3.54	3.77	3.59 a		
	IR125	Kontrol	3.43	3.53	3.71	3.56 ab	3.59	
		Biyoaktivatör	3.50	3.57	3.78	3.62 a		
	Ay Ort.			3.45 c	3.53 b	3.78 a		
	Uygulama Ort.			Kontrol			3.58	
				Biyoaktivatör			3.58	
	LSD ay***= 0.038			LSD sul x uyg*= 0.062				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri kıyaslandığında, en yüksek pH değeri IR100 (3.60), en düşük pH değeri IR50 uygulamasından (3.55) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkiler ile kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelerin aynı pH değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük pH değeri Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek pH değeri Mayıs ayı içerisinde K100 konusundan hasat edilen meyvelerden 3.83 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri kıyaslandığında, en yüksek pH değeri değerleri IR100 (3.82), en düşük pH değeri IR75 uygulamasından (3.77) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerden hasat edilen meyvelerin, kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.01 daha yüksek pH değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük pH değeri Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek pH değeri Mayıs ayı içerisinde KC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 3.97 ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.42. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde pH üzerine etkileri

pH	Sulama	Uygulama	AYLAR			Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			Mart	Nisan	Mayıs			
	IR50	Kontrol	3.59	3.84	3.91	3.78	3.79	
		Biyoaktivatör	3.69	3.75	3.97	3.80		
	IR75	Kontrol	3.67	3.78	3.90	3.78	3.77	
		Biyoaktivatör	3.64	3.78	3.86	3.76		
	IR100	Kontrol	3.69	3.91	3.85	3.82	3.82	
		Biyoaktivatör	3.64	3.88	3.96	3.82		
	IR125	Kontrol	3.66	3.86	3.86	3.79	3.79	
		Biyoaktivatör	3.71	3.83	3.83	3.79		
	Ay Ort.			3.66 c	3.83 b	3.89 a		
	Uygulama Ort.			Kontrol			3.79	
				Biyoaktivatör			3.80	
	LSD ay*** = 0.04			LSD sul x ay* =0.08				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Kabarla' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın pH üzerine istatistiksel olarak etki etmedikleri dikkat çekmiştir. Sulama düzeylerinin çileklerde meyve suyu pH değerlerine etkisi üzerine çok sayıda çalışma bulunmamaktadır. Kapur ve Şahiner (2019), % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulaması ile kontrol uygulamalarının 'Fortuna' çilek çeşidinde pH değerlerini önemli miktarda değiştirmedeğini bildirmişlerdir.

Her iki yetiştirme döneminde de biyoaktivatör uygulamalarının istatistiksel olarak olumlu etki yapmadığı saptanmıştır. Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının pH üzerinde önemli artışlara neden olmadığını bildirirken, Aslantaş ve ark (2007), 'Fern' çilek çeşidinde 3 farklı biyoaktivatörün pH değerlerini önemli düzeyde arttırdığını saptamışlardır.

Denemede en yüksek pH değerleri her iki deneme yılında da Mayıs ayında elde edilerek, benzerlik göstermiştir. Mevsimin ilerlemesiyle birlikte pH değerlerinde artış dikkat çekmiştir.

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. 'Rubygem' çeşidi ilk yıl ortalama 3.70, ikinci yıl 3.90 pH değerine sahip meyveler üretirken, 'Kabarla' çeşidi ilk yıl ortalama 3.58, ikinci yıl 3.80 pH değerine sahip meyveler üretmiştir. Her iki deneme yılında da 'Rubygem' çeşidinin 'Kabarla' çeşidine göre daha yüksek pH değerine sahip meyveler ürettiği saptanmıştır. Zeliou ve ark (2018), çalışmalarında incelenen çeşitlerin pH değerlerinin 3.60 – 3.75, Voca ve ark (2008), ise 3.44 – 3.91 arasında değiştiğini ve çeşitten çeşide farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer olarak, Sarıdaş ve ark (2019), çalışmasında incelediği çeşitlerin pH değerlerinin 3.4 – 4.5 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

4.4. Bitki Besin Elementi Analizleri

Çilek, taze meyvelerin daha az üretildiği dönemlerde pazara sunulması nedeniyle çok talep görmekte ve çileklerde arzu edilen ürün miktarının elde

edilmesi bitki ihtiyacına göre en uygun oranda bitki besin elementinin ve sulama suyunun sağlanması ile doğrudan ilişkili olmaktadır. Besin elementlerinin bitkilerde yarattığı etkiler farklı olmakla birlikte, eksikliklerinde meyvelerin kalite özelliklerini ve özellikle o yılki verimi ciddi oranda azaltmaktadırlar. Besin elementi eksikliklerini tam olarak anlayabilecek ve eksik olduğu kadar besin elementini tekrar bitkiye verebilmek için kullanılan en doğru yöntem yaprak ve meyvede yapılan analizlerdir. Mills ve Jones (1996), tarafından çilek yapraklarında makro ve mikro besin elementi yeterlilik sınır değerleri (Çizelge 4.43) belirtilmiş olsa da meyve sınır değerleri ile ilgili yeterli sayıda çalışma mevcut değildir. Bu bağlamda, denememizde hem yaprakta hem de meyvede besin elementi analizleri makro ve mikro besin elementlerine ayrılarak, aylara göre analiz sonuçları alt başlıklar halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.43. Çilek yaprakları için belirlenen yeterlilik sınır değerleri (Mills ve Jones, 1996; Seferoğlu ve Kaptan, 2010)

Besin Elementi	Yeterlilik Sınırı (%)	Besin Elementi	Yeterlilik Sınırı (ppm)
N	2.10 – 4.00	Fe	50 – 250
P	0.20 – 0.45	Zn	20 – 50
K	1.10 – 2.50	Mn	30 - 350
Ca	0.60 – 2.50	Cu	6 - 20
Mg	0.25 – 0.70		

4.4.1. Yaprakta Bitki Besin Elementleri Konsantrasyonları

4.4.1.1. Yaprakta Makro Besin Elementleri Konsantrasyonları (%)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında yaprakta makro besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg) üzerine etkileri Çizelge 4.44-4.47’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının yaprakta makro besin elementlerinin tümünde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar K ve Mg için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde

önemli bulunurken, diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen yaprakların makro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar tüm makro elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x uygulama ve sulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar sadece Mg'da istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, uygulama ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm makro elementler için istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.44. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde yaprak makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	N (%)	IR50	Kontrol	2.01	1.82	1.96	1.92	1.93 b
Biyoaktivatör			2.03	1.82	1.97	1.94		
IR75		Kontrol	2.11	1.92	2.19	2.07	2.10 a	
		Biyoaktivatör	2.19	1.90	2.30	2.13		
IR100		Kontrol	2.14	1.90	2.24	2.09	2.08 a	
		Biyoaktivatör	2.15	1.89	2.16	2.07		
IR125		Kontrol	2.05	1.88	1.99	1.97	1.99 b	
		Biyoaktivatör	2.09	1.88	2.04	2.01		
Ay Ort.			2.10 a	1.89 b	2.11 a			
Uygulama Ort.			Kontrol			2.02		
			Biyoaktivatör			2.04		
			LSD ay*** = 0.06			LSD sul*** = 0.07		
P (%)	IR50	Kontrol	0.313	0.342	0.291	0.315	0.311 c	
		Biyoaktivatör	0.328	0.306	0.286	0.306		
	IR75	Kontrol	0.375	0.375	0.344	0.359	0.366 a	
		Biyoaktivatör	0.401	0.375	0.346	0.374		
	IR100	Kontrol	0.380	0.388	0.354	0.374	0.370 a	
		Biyoaktivatör	0.365	0.376	0.352	0.364		
	IR125	Kontrol	0.356	0.364	0.308	0.343	0.343 b	
		Biyoaktivatör	0.369	0.344	0.314	0.342		
	Ay Ort.			0.361 a	0.357 a	0.324 b		
	Uygulama Ort.			Kontrol			0.348	
Biyoaktivatör				0.347				
LSD ay*** = 0.013			LSD sul*** = 0.015					

Çizelge 4.44. devamı

K (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		1.66	1.81	1.77	1.75
Biyoaktivatör			1.88	2.04	1.96	1.96	
IR75	Kontrol		2.03	2.14	2.12	2.10	2.23 a
	Biyoaktivatör		2.28	2.44	2.32	2.35	
IR100	Kontrol		2.07	2.20	2.16	2.14	2.20 a
	Biyoaktivatör		2.18	2.36	2.22	2.25	
IR125	Kontrol		1.93	2.10	2.08	2.14	2.09 b
	Biyoaktivatör		2.08	2.21	2.12	2.04	
Ay Ort.			2.01 c	2.17 a	2.09 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			2.01 b	
			Biyoaktivatör			2.17 a	
LSD ay*** = 0.07			LSD uyg*** = 0.05			LSD sul*** = 0.08	
Ca (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	0.238	1.273	1.315	0.942	0.947 b
Biyoaktivatör		0.249	1.285	1.324	0.953		
IR75	Kontrol	0.314	1.337	1.390	1.014	1.014 a	
	Biyoaktivatör	0.291	1.354	1.400	1.015		
IR100	Kontrol	0.307	1.322	1.396	1.009	1.012 a	
	Biyoaktivatör	0.311	1.344	1.391	1.015		
IR125	Kontrol	0.310	1.320	1.396	1.009	1.011 a	
	Biyoaktivatör	0.313	1.331	1.403	1.015		
Ay Ort.			0.292 c	1.321 b	1.377 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.993	
			Biyoaktivatör			1.000	
LSD ay*** = 0.009			LSD sul*** = 0.010				
Mg (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	0.340	0.303	0.310	0.318 f	0.325 b
Biyoaktivatör		0.362	0.313	0.322	0.332 e		
IR75	Kontrol	0.393	0.335	0.358	0.362 d	0.382 a	
	Biyoaktivatör	0.425	0.367	0.413	0.402 a		
IR100	Kontrol	0.407	0.345	0.397	0.383 bc	0.391 a	
	Biyoaktivatör	0.439	0.357	0.400	0.398 a		
IR125	Kontrol	0.404	0.337	0.368	0.370 cd	0.382 a	
	Biyoaktivatör	0.430	0.353	0.400	0.394 ab		
Ay Ort.			0.400 a	0.339 c	0.371 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.358 b	
			Biyoaktivatör			0.382 a	
LSD ay*** = 0.008			LSD uyg*** = 0.007			LSD sul*** = 0.010	
LSD sul x ay* = 0.017			LSD sul x uyg* = 0.012				
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı N konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek N konsantrasyonu IR75 (% 2.10), en düşük N konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 1.93) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.02 daha yüksek N konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük N konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek N konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde RC75 konusundan hasat edilen yapraklardan % 2.30 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı P konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek P konsantrasyonu IR100 (% 0.370), en düşük P konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.311) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.001 daha düşük P konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük P konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek P konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC75 konusundan hasat edilen yapraklardan % 0.401 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı K konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek K konsantrasyonu IR75 (% 2.23), en düşük K konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 1.85) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.16 daha yüksek K konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük K konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek K konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC75 konusundan hasat edilen yapraklardan % 2.44 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı Ca konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Ca konsantrasyonu IR75 (% 1.014), en düşük Ca konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.947) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol

bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.007 daha yüksek Ca konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Ca konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Ca konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC125 konusundan hasat edilen yapraklardan % 1.403 ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı Mg konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mg konsantrasyonu IR100 (% 0.391), en düşük Mg konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.325) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.024 daha yüksek Mg konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mg konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Mg konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC100 konusundan hasat edilen yapraklardan % 0.439 ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.45. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)

N (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	2.02	1.80	2.07	1.96
		Biyoaktivatör	2.05	1.86	2.11	2.01	
IR75		Kontrol	2.14	1.99	2.26	2.13	2.16 ab
		Biyoaktivatör	2.24	2.00	2.34	2.19	
IR100		Kontrol	2.23	2.05	2.30	2.19	2.20 a
		Biyoaktivatör	2.25	2.06	2.31	2.21	
IR125		Kontrol	2.15	1.96	2.23	2.11	1.99 c
		Biyoaktivatör	2.17	1.99	2.27	2.14	
Ay Ort.			2.16 b	1.96 c	2.23 a		
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			2.10	
			<i>Biyoaktivatör</i>			2.14	
LSD ay*** = 0.047						LSD sul*** = 0.055	
P (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	0.306	0.273	0.219	0.266
		Biyoaktivatör	0.300	0.283	0.218	0.267	
IR75		Kontrol	0.353	0.330	0.257	0.313	0.319 ab
		Biyoaktivatör	0.355	0.350	0.267	0.324	
IR100		Kontrol	0.372	0.329	0.247	0.316	0.328 a
		Biyoaktivatör	0.387	0.371	0.262	0.340	

Çizelge 4.45. devamı

	IR125	Kontrol	0.353	0.305	0.252	0.303	0.304 b
		Biyoaktivatör	0.358	0.304	0.250	0.304	
	Ay Ort.		0.348 a	0.318 b	0.247 c		
	Uygulama Ort.		Kontrol			0.300	
			Biyoaktivatör			0.309	
LSD ay*** = 0.015				LSD sul*** = 0.017			
K (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	2.07	2.02	1.93	2.01	2.05 c
		Biyoaktivatör	2.21	2.03	2.03	2.09	
	IR75	Kontrol	2.45	2.37	2.24	2.35	2.45 ab
		Biyoaktivatör	2.56	2.55	2.53	2.55	
	IR100	Kontrol	2.54	2.40	2.35	2.43	2.50 a
		Biyoaktivatör	2.66	2.56	2.49	2.57	
	IR125	Kontrol	2.37	2.24	2.18	2.26	2.32 b
		Biyoaktivatör	2.48	2.36	2.32	2.39	
	Ay Ort.		2.47 a	2.32 ab	2.26 b		
Uygulama Ort.		Kontrol			2.26 b		
		Biyoaktivatör			2.40 a		
LSD ay* = 0.12			LSD uyg*** = 0.10			LSD sul*** = 0.14	
Ca (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	0.351	1.410	1.480	1.080	1.109 b
		Biyoaktivatör	0.371	1.440	1.603	1.138	
	IR75	Kontrol	0.378	1.542	1.732	1.217	1.262 a
		Biyoaktivatör	0.392	1.790	1.735	1.306	
	IR100	Kontrol	0.385	1.576	1.689	1.216	1.269 a
		Biyoaktivatör	0.391	1.753	1.821	1.322	
	IR125	Kontrol	0.399	1.604	1.726	1.243	1.246 a
		Biyoaktivatör	0.389	1.658	1.700	1.249	
	Ay Ort.		0.382 c	1.597 b	1.686 a		
Uygulama Ort.		Kontrol			1.189		
		Biyoaktivatör			1.254		
LSD ay*** = 0.09			LSD sul*** = 0.10				
Mg (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	0.361	0.330	0.310	0.334	0.359 c
		Biyoaktivatör	0.403	0.400	0.395	0.384	
	IR75	Kontrol	0.422	0.407	0.353	0.394	0.427 a
		Biyoaktivatör	0.488	0.480	0.413	0.460	
	IR100	Kontrol	0.453	0.417	0.363	0.411	0.428 a
		Biyoaktivatör	0.470	0.462	0.404	0.445	
	IR125	Kontrol	0.414	0.397	0.360	0.390	0.410 b
		Biyoaktivatör	0.460	0.446	0.381	0.429	
	Ay Ort.		0.434 a	0.417 b	0.367 c		
Uygulama Ort.		Kontrol			0.382 b		
		Biyoaktivatör			0.429 a		
LSD ay*** = 0.013			LSD uyg*** = 0.011			LSD sul*** = 0.015	
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının yaprakta makro besin elementlerinin tümünde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar K ve Mg için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen yaprakların makro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar N, P, Ca ve Mg için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde, K için % 5 düzeyi önemli bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama, sulama x ay uygulama ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm makro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı N konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek N konsantrasyonu IR100 (% 2.20), en düşük N konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 2.13) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.04 daha yüksek N konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük N konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek N konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde RC75 konusundan hasat edilen yapraklardan % 2.34 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı P konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek P konsantrasyonu IR100 (% 0.328), en düşük P konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.267) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.009 daha yüksek P konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük P konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek P konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC100 konusundan hasat edilen yapraklardan % 0.387 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı K konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek K konsantrasyonu IR100 (% 2.50), en düşük K konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 2.05) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.14 daha yüksek K konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük K konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek K konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC100 konusundan hasat edilen yapraklardan % 2.66 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı Ca konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Ca konsantrasyonu IR100 (% 1.269), en düşük Ca konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 1.109) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.065 daha yüksek Ca konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Ca konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Ca konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde RC100 konusundan hasat edilen yapraklardan % 1.821 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı Mg konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mg konsantrasyonu IR 100 (% 0.428), en düşük Mg konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.359) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.047 daha yüksek Mg konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mg konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Mg konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC75 konusundan hasat edilen yapraklardan % 0.488 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, % 50 düzeyinde kısıntılı ve aşırı sulamanın (IR125) N, P ve K

konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz etkilemesi dikkat çekmiştir. Ca konsantrasyonunda, her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamaları arasında büyük farklar olmadığı ve aynı önem düzeyinde oldukları görülmekle birlikte su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak fark oluşturduğu saptanmıştır. Mg konsantrasyonu ise her iki deneme yılında da su stresinin en fazla görüldüğü IR50 uygulamasından olumsuz etkilenerek istatistiksel olarak en düşük önem seviyesinde yer aldığı belirlenmiştir. Bitki köklerinin suyu ve besin maddelerini alma potansiyeli, su eksikliğinin çok hissedildiği bitkilerde, besin elementi talebinde düşmesi nedeniyle genellikle azalır. Kökler toprakta bulunan başlıca nem sensörleridir, bu da bitkilerin çeşitli organlarında gözlenen fizyolojik ve biyokimyasal bozulmaların ve büyümedeki düşüşün genel olarak bitki beslenmesi ve su ilişkilerinde meydana gelen değişikliklerle bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Pessarakli, 1999). Nitekim, Kırnak ve ark (2001), yaptıkları çalışmada çilek yapraklarının su stresinde N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarında düşmelere neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Haifa (2014), çilek yapraklarında N konsantrasyonlarının % 1.80'in altına düştüğünde çileklerde meyve kalitesinde düşüslere neden olduğunu bildirmiştir. Jonhston (2002), azot eksikliğinin, bir ürünün mevcut suyu verime dönüştürmeyi kısıtladığını belirtirken, DaMatta ve ark (2002), bir bitkinin su eksikliği ile karşı karşıya kaldığında azot eksikliğinin oluştuğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte bazı çalışmaların azotun bitkiler üzerinde su stresini kısmen de olsa azaltabileceği belirtilmiştir (DaMatta ve ark, 2002; Saneoka ve ark, 2004). Yetersiz fosfor da azot gibi bitki gelişimini oldukça sınırlayan bir faktördür (Sardans ve Penueala, 2004; Silva ve ark, 2011). Bunun sebebini Faye ve ark (2006), bitkilerin fosfat emilimi için uygun toprak neminin olduğu koşullarda, fosfat iyonlarının topraklarda difüzyon yoluyla hareket ettiğini ve toprak su içeriğinin azaldığı koşullarda ise su dolu gözeneklerin yarı çaplarının düşerek fosfor hareketliliğini azalttığı şeklinde açıklamışlardır. Ayrıca, Fisher (1980), ile Jin ve ark (2006), su stresi altında P içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Yapraklardaki K birikimi, bitkilerin su durumuna göre değişkenlik

gösterir (Restrepo-Diaz ve ark, 2008). Ayrıca stomaların açılıp-kapanma mekanizmasının K konsantrasyonuna göre yönetildiği birçok çalışmada belirtilmiştir (Mengel ve Kirkby, 2001; Larcher, 2006; Taiz ve Zeiger, 2006; Mengel, 2007; Silva ve ark, 2011). Su stresi koşullarında Mahouachi (2007), muzda, Restrepo-Diaz ve ark (2008), zeytin yapraklarında düşük K konsantrasyonları elde etmişlerdir. Bitkilerde su stresi ve Mg üzerine çok az sayıda çalışma olmasına rağmen, Grabarova ve Martinkova (2001), ile Brown ve ark (2006), su stresinin şiddetine bağlı olarak, Mg konsantrasyonunu düşürdüğünü bildirmişlerdir. Azot, potasyum, fosfor, magnezyum gibi elementlerin hareketlilikleri, kalsiyum ve mangan gibi elementlere göre oldukça yüksektir (Karaman, 2012). Su stresinin Ca alımı üzerine etkilerinin araştırıldığı birçok çalışmada farklı sonuçlar elde edilmiştir. Utrillas ve ark (1995), ile Singh ve Singh (2004), su stresi altında Ca konsantrasyonlarının arttığını bulurken, Hu ve Schmidhalter (2005), Sardans ve ark (2008), ise kısmen azaldığını bulmuşlardır. Abdul Jaleel ve ark (2007), kalsiyumun, bazı enzimlere etki ederek bitkilerde su stresi toleransını artırabileceğini bildirmişlerdir. Perin ve ark (2019), kontrol koşullarına kıyasla % 30 ve % 50 daha az sulama suyu verilen çilek yapraklarında Ca, K ve Mn konsantrasyonlarında artış sağladıklarını bildirmişlerdir.

Aşırı su koşullarında bitki kökleri zayıf havalandırma sebebiyle yeterli miktarda oksijen sağlayamadığından N, P, K, Ca ve Mg gibi önemli bitki besinlerinin alımını ve kullanımı etkilenmektedir. Aşırı su stresinin bitkilerde besin elementi konsantrasyonları üzerinde farklı etkileri vardır. Örneğin, Ca ve Mg birikimi üzerindeki etkisi, N, P ve K' ya göre daha az gözükmektedir. Bu nedenle, Ca ve Mg konsantrasyonları aşırı su stresi koşullarında N, P ve K ile aynı tepkileri göstermezler (Pessarakli, 1999). Genel olarak aşırı su koşulları altında K alımı ciddi şekilde engellenir ve bu tepki bitki gelişimini etkileyebilir. Buna paralel olarak, toprakta oluşan aşırı su stresinin birçok bitkide K alımını sınırlandırdığı çok sayıda çalışmada belirlenmiştir (Lal ve Taylor, 1970; Drew ve Sisworo, 1977; Reyes ve ark, 1977; Trought ve Drew, 1980; Slowik ve ark, 1979). Aşırı su stresi

altında N konsantrasyonu buğdayda (Labanauskas ve ark, 1975), arpada (Drew ve Sisworo, 1977), mısırdada (Singh ve Ghildyal, 1980), nohutta (Jackson, 1979), pamukta (Lety ve ark, 1961), ay çiçeğinde (Lety ve ark, 1961), soya fasulyesinde (Sallam ve Scott, 1987), yoncada (Devitt ve Francis, 1972), avokadoda (Slowik ve ark, 1979) ve portakalda (Labanauskas ve ark, 1972) önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Aşırı su koşulları altında P konsantrasyonları tıpkı N gibi toprak koşullarından etkilenmektedir. Yüksek toprak nem koşullarına toleranslı olmayan bitkiler düşük P alımı ile dikkat çekmiştir (Lal ve Taylor, 1970: Labanauskas ve ark, 1972: Drew ve Sisworo, 1977: Reyes ve ark, 1977: Slowik ve ark, 1979). Aşırı su koşulları altında, Suda çözünebilir fosfat konsantrasyonundaki artış, anyon değişim kapasitesinde düşüş, bikarbonat konsantrasyonunda artışa neden olabilir (Pessarakli, 1999). Ayrıca, Pessarakli (1999), uzun süreli aşırı suya maruz kalmış bitkilerin genellikle tüm dokularında P konsantrasyonlarında düşüş meydana geldiğini ve sonrasında artan P mevcudiyetinin bitki kök sisteminde şiddetli zarar görmüş dokuları onarmaya yetmeyeceğini bildirmiştir.

Biyoaktivatör uygulamalarının her iki deneme yılında da N, P ve Ca üzerinde önemli farklar yaratmamasına rağmen, K ve Mg konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar yaratması dikkat çekmiştir. Biyoaktivatör kullanımının kök hacmini artırarak topraktan daha fazla bitki besin elementi alımını teşvik ettiği düşünülmektedir. Genel olarak biyoaktivatörler çok düşük dozlarda bile kullanıldığında besin elementi alımını teşvik etmektedir (Battacharyya ve ark, 2015). Çeşitli biyoaktivatörlerin besin alımında önemli rol oynayan genlerin düzenlenmesini etkilediği bilinmektedir (Krouk ve ark, 2010: Castaings ve ark, 2011). Örneğin, karnıbaharda kalsiyum alımını (Kotze ve Joubert, 1980) arttırdığı saptanmıştır. Marul bitkisinde en uygun koşullar sağlandığında biyoaktivatör uygulamalarının yapraktaki Ca, K ve Mg konsantrasyonlarını ve verimi arttırdığı belirlenmiştir (Crouch ve ark, 1990). Başka bir çalışmada, biyoaktivatör uygulanmış hıyar bitkilerinin daha gelişmiş köklere sahip olduğu belirlenirken, aynı zamanda P birikimini arttığı ancak daha az N

biriktiği belirlenmiştir (Nelson ve Van Staden, 1984). Dobromilska ve ark (2008), biyoaktivatör uygulamalarının domateste bitki besin elementi alımını (N, P, K, Ca) arttırdığı bildirmiştir. Başka bir denemede iki farklı biyoaktivatör denenmiş ve her iki biyoaktivatörün de Mg konsantrasyonlarının köklerden sürgünlere doğru yer değiştirme oranını arttırmıştır (Billard ve ark, 2013).

'Rubygem' çeşidinde birinci ve ikinci deneme yılı yaprakların makro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen yaprakların N konsantrasyonları birinci deneme yılında % 1.82 - 2.30, ikinci deneme yılında % 1.80 - 2.34 arasında değişmekte olup, Mills ve Jones (1996)'un belirlediği yeterlilik sınır değerleri içinde çoğunlukla yer aldığı belirlenmiştir. Ersoy ve Demirsoy (2006), 'Camarosa' çeşidinde yaprak N içeriğini % 1.16 - 2.54, Demirsoy ve ark (2010), 'Sweet Charlie' çeşidinde % 1.03 – 1.83 arasında bulmuşlardır. Özellikle her iki deneme yılında da Nisan ayı içerisinde IR50 uygulanan bitkilerin N konsantrasyonlarında meydana gelen düşüşler, Mills ve Jones (1996)'a göre yaprakların N konsantrasyonu açısından yetersiz sınıfına girmelerine neden olmuştur. Ek olarak, Jones ve ark (1991)'nin tam çiçeklenme döneminde gelişmesini tamamlamış genç çilek yapraklarındaki sınır değer olarak verdiği % 2.50 – 4.00 değerlerine göre her iki deneme yılında da bu dönemde yapraklar N konsantrasyonu açısından yetersiz sınıfına girmektedir. Bu sebeple, Nisan ayında daha yüksek konsantrasyonlarda azot gübrelmesi yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ortalama N değerlerinin Nisan ayında düştüğünü Seferoğlu ve Kaptan (2010), tarafından da bildirilmiştir. Ersoy ve Demirsoy (2006), yapraklardaki azotun meyve oluşum döneminde meyveye doğru hareket ettiğinden dolayı, bu dönemlerde N konsantrasyonlarında düşüşler olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Archbold ve MacKown (1995), hasat sonuna ve meyvelenme döneminin başlarında N konsantrasyonlarının bitkinin farklı kısımlarda azaldığını saptamışlardır.

İncelenen yaprakların P konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.291 - 0.401, ikinci deneme yılında % 0.218 - 0.387 arasında değişmiştir. Elde edilen bu

değerler Mills ve Jones (1996)'a göre yeterli sınıfta yer almıştır. Jones ve ark (1991), tam çiçeklenme döneminde yaprakların P konsantrasyonlarının % 0.25 - 1.00 arasında değişmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, May ve Pritts (1993), çilek yapraklarının P konsantrasyonunun % 0.25 - 0.40, Almalotis ve ark (2002), % 0.20 - 0.38, Demirsoy ve ark (2010), ise % 0.21 - 0.46 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Seferoğlu ve Kaptan (2010), 'Camarosa' çilek çeşidinde yaptıkları çalışmada Mart-Mayıs ayları arasındaki P konsantrasyonunun % 0.32 – 0.46 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. John ve ark (1975), çiçeklenme döneminde fosforun yaprak ve gövdeye doğru hareketlendiği bulmuşlardır. Denemede elde edilen değerler, bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisindedir.

İncelenen yaprakların K konsantrasyonları birinci deneme yılında % 1.66 - 2.44, ikinci deneme yılında % 1.93- 2.66 arasında değişmektedir. Elde edilen bu değerlerin Mills ve Jones (1996), tarafından bildirilen sınır değerlerle (% 1.10 – 2.50) uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Jones ve ark (1991), tam çiçeklenme döneminde genç yaprakların K konsantrasyonlarının % 1.30 – 3.00 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Demirsoy ve ark (2010), çilek yapraklarının K konsantrasyonlarının % 1.05 - 1.87, Seferoğlu ve Kaptan (2010), % 1.10 – 6.14, Perin ve ark (2019), % 1.59 – 1.99 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Demirsoy ve ark (2010), K içeriğinin genellikle bitkinin tüm organlarında çiçeklenme ile birlikte arttığını, meyve olgunlaşma döneminde tekrar azaldığını bildirmiştir. Bu çalışmadaki elde edilen değerler, bahsedilen çalışma ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Kalsiyum bitki metabolizmasını düzenleyen en önemli besin elementlerinden biridir (Sharma ve Singh, 2008) ve çeşitli fizyolojik bozuklukları önlemektedir (Bangerth, 1979: Sharma ve Singh, 2008). Ek olarak, meyvelerin olgunlaşma süresini geciktirerek (Ferguson, 1984) raf ömrünü uzattığı bilinmektedir. İncelenen yaprakların Ca konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.238 - 1.403, ikinci deneme yılında % 0.351 - 1.821 arasında değişmiş olup, Mills ve Jones (1996)'un belirlediği yeterlilik sınır değerleri içinde çoğunlukla yer

aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, Jones ve ark (1991), tam çiçeklenme döneminde, gelişmesini tamamlamış genç çilek yapraklarında Ca konsantrasyonlarının % 1.00 - 2.50 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Benzer olarak, Almaliotis ve ark (2002), çilek yapraklarının Ca içeriğinin % 0.77 – 1.48, Cline (2004), % 0.5 - 1.5, Demirsoy ve ark (2010), % 0.22 – 1.50 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, her iki deneme yılında da özellikle Mart ayı içerisinde Ca konsantrasyonlarının belirtilen önceki çalışmaların tümüne göre sınır değerlerin altında kalarak, yetersiz oldukları belirlenmiştir. Mart ayından sonra sıcaklıkların artması ile Ca konsantrasyonlarında büyük bir yükseliş meydana geldiği görülmektedir. Ersoy ve Demirsoy (2006), çilek yapraklarındaki Ca konsantrasyonlarının sıcaklıkların artması ile arttığını bildirmişlerdir. Bu da Mart ayından sonra meydana gelen artışları açıklamaktadır. Benzer sonuçlar, Seferoğlu ve Kaptan (2010), ile Taiz ve Zeiger (2002), tarafından da bildirilmiştir. Ayrıca, Lieten ve Misotten (1993), ışık yoğunluğu ve sıcaklığın artması ile meyve olgunlaşma zamanında Ca alımının en yüksek seviyede olduğunu ve kalsiyumun çoğunlukla bitkinin yapraklarında biriktiğini belirtmişlerdir.

İncelenen yaprakların Mg konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.303 - 0.430, ikinci deneme yılında, % 0.310 - 0.488 arasında değişkenlik göstermiş olup, hem Mills ve Jones (1996), hem de Jones ve ark (2001), tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerleri içerisinde yer almıştır. Ersoy ve Demirsoy (2006)'un 'Camarosa' çeşidinde benzer sonuçlar elde ettiği belirlenmiştir. Seferoğlu ve Kaptan (2010), çilekte yaptıkları çalışmada yaprakların Mg konsantrasyonlarının % 0.35 - 1.40, May ve Pritts (1990), ise, % 0.2 - 0.5 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.46. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde yaprak makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)

N (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	2.07	1.93	2.09	2.03
		Biyoaktivatör	2.09	1.94	2.11	2.05	
IR75		Kontrol	2.24	1.97	2.16	2.15	2.21 a
		Biyoaktivatör	2.34	2.03	2.42	2.26	
IR100		Kontrol	2.23	2.04	2.31	2.20	2.22 a
		Biyoaktivatör	2.30	2.01	2.45	2.25	
IR125		Kontrol	2.12	2.02	2.16	2.10	2.10 b
		Biyoaktivatör	2.14	2.01	2.12	2.09	
Ay Ort.			2.19 a	1.99 b	2.24 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			2.12 b	
			Biyoaktivatör			2.16 a	
LSD ay*** = 0.05			LSD sul*** = 0.06			LSD uyg* = 0.04	
LSD sul x ay* = 0.10							
P (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	0.33	0.24	0.27	0.28
		Biyoaktivatör	0.34	0.26	0.28	0.29	
IR75		Kontrol	0.41	0.30	0.32	0.35	0.36 a
		Biyoaktivatör	0.46	0.32	0.35	0.38	
IR100		Kontrol	0.42	0.30	0.33	0.35	0.35 a
		Biyoaktivatör	0.45	0.29	0.34	0.36	
IR125		Kontrol	0.36	0.27	0.30	0.31	0.32 b
		Biyoaktivatör	0.38	0.27	0.31	0.32	
Ay Ort.			0.39 a	0.28 c	0.31 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.32 b	
			Biyoaktivatör			0.34 a	
LSD ay*** = 0.018			LSD sul*** = 0.021			LSD uyg* = 0.015	
K (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	1.70	1.76	1.92	1.79
		Biyoaktivatör	1.74	2.03	2.03	1.93	
IR75		Kontrol	2.02	2.51	2.25	2.29	2.36 a
		Biyoaktivatör	2.09	2.71	2.52	2.44	
IR100		Kontrol	2.03	2.43	2.25	2.24	2.27 b
		Biyoaktivatör	2.06	2.46	2.40	2.31	
IR125		Kontrol	1.94	2.11	2.10	2.05	2.05 c
		Biyoaktivatör	1.95	2.13	2.06	2.04	
Ay Ort.			1.94 c	2.27 a	2.20 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			2.09 b	
			Biyoaktivatör			2.18 a	
LSD ay*** = 0.055			LSD uyg*** = 0.045			LSD sul*** = 0.064	
LSD sul x ay*** = 0.111							

Çizelge 4.46. devamı

Ca (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	0.302 h ₁	1.252 g	1.323 de	0.959	0.960 c
Biyoaktivatör		0.304 h ₁	1.257 g	1.324 de	0.962		
IR75	Kontrol	0.300 ı	1.314 ef	1.367 bc	0.994	0.997 b	
	Biyoaktivatör	0.320 h ₁	1.310 ef	1.371abc	1.000		
IR100	Kontrol	0.315 h ₁	1.297 f	1.362 c	0.991	0.997 b	
	Biyoaktivatör	0.307 h ₁	1.335 d	1.367 bc	1.003		
IR125	Kontrol	0.309 h ₁	1.323 de	1.390 a	1.007	1.000 a	
	Biyoaktivatör	0.321 h	1.309 ef	1.383 ab	1.004		
Ay Ort.			0.310 c	1.300 b	1.361 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.988	
			Biyoaktivatör			0.992	
LSD ay*** = 0.07			LSD sul*** = 0.08		LSD sul x ay*** = 0.014		
LSD sul x uyg x ay* = 0.020							
Mg (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	0.36	0.28	0.28	0.31 e	0.33 b
Biyoaktivatör		0.39	0.31	0.33	0.34 d		
IR75	Kontrol	0.41	0.34	0.37	0.38 c	0.40 a	
	Biyoaktivatör	0.47	0.38	0.42	0.42 a		
IR100	Kontrol	0.46	0.37	0.39	0.40 ab	0.41 a	
	Biyoaktivatör	0.45	0.38	0.40	0.41 a		
IR125	Kontrol	0.46	0.35	0.36	0.39 bc	0.40 a	
	Biyoaktivatör	0.47	0.36	0.39	0.40 ab		
Ay Ort.			0.44 a	0.35 c	0.37 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.37 b	
			Biyoaktivatör			0.40 a	
LSD ay*** = 0.010			LSD uyg*** = 0.009		LSD sul*** = 0.012		
LSD sul x uyg*** = 0.021							
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının yaprakta makro besin elementlerinin tümünde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar K ve Mg için istatistiksel olarak % 1, N ve P için % 5 düzeyinde önemli bulunurken, K için ise, önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen yaprakların makro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında,

aylar arasındaki farklar tüm makro elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar K ve Ca için istatistiksel olarak % 1, N için % 5 düzeyinde önemli bulunurken, P ve Mg için önemsiz bulunmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar Mg için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, diğer tüm elementler için önemsiz bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar tüm makro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar Ca için istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, diğer makro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı N konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek N konsantrasyonu IR100 (% 2.22), en düşük N konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 2.04) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.04 daha yüksek N konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük N konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek N konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde KC100 konusundan hasat edilen yapraklardan % 2.45 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı P konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek P konsantrasyonu IR 75 (% 0.36), en düşük P konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.29) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.02 daha yüksek P konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük P konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek P konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC75 konusundan hasat edilen yapraklardan % 0.46 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı K konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek K konsantrasyonu IR75 (% 2.36), en düşük K konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 1.86) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.09 daha yüksek K konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük K konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek K konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde KC75 konusundan hasat edilen yapraklardan % 2.71 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı Ca konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Ca konsantrasyonu IR125 (% 1.000), en düşük Ca konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.960) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.004 daha yüksek Ca konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Ca konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Ca konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde K125 konusundan hasat edilen yapraklardan % 1.390 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı Mg konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mg konsantrasyonu IR100 (% 0.41), en düşük Mg konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.33) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.03 daha yüksek Mg konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mg konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Mg konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC75 ve KC125 konularından hasat edilen yapraklardan % 0.44 ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.47. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde yaprak makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	N (%)	IR50	Kontrol	2.00	1.87	2.08	1.99	2.00 c
Biyoaktivatör			2.04	1.90	2.14	2.03		
IR75		Kontrol	2.12	1.97	2.16	2.08	2.16 b	
		Biyoaktivatör	2.21	2.12	2.40	2.24		
IR100		Kontrol	2.19	1.97	2.33	2.16	2.24 a	
		Biyoaktivatör	2.29	2.16	2.40	2.28		
IR125		Kontrol	2.10	1.92	2.20	2.07	2.12 b	
		Biyoaktivatör	2.14	2.09	2.25	2.16		
Ay Ort.			2.13 b	2.00 c	2.24 a			
Uygulama Ort.			Kontrol			2.08 b		
			Biyoaktivatör			2.18 a		
LSD ay*** = 0.045			LSD sul*** = 0.052			LSD uyg*** = 0.037		
P (%)	IR50	Kontrol	0.28	0.21	0.23	0.24	0.25 c	
		Biyoaktivatör	0.31	0.23	0.24	0.26		
	IR75	Kontrol	0.32	0.28	0.30	0.30	0.32 a	
		Biyoaktivatör	0.37	0.32	0.34	0.34		
	IR100	Kontrol	0.32	0.29	0.32	0.31	0.32 a	
		Biyoaktivatör	0.36	0.30	0.34	0.34		
	IR125	Kontrol	0.32	0.27	0.29	0.29	0.31 b	
		Biyoaktivatör	0.34	0.28	0.32	0.31		
	Ay Ort.			0.33 a	0.27 c	0.30 b		
	Uygulama Ort.			Kontrol			0.29 b	
Biyoaktivatör				0.31 a				
LSD ay*** = 0.016			LSD sul*** = 0.019			LSD uyg*** = 0.013		
K (%)	IR50	Kontrol	1.93	1.94	1.97	1.95	2.01 c	
		Biyoaktivatör	2.10	2.10	2.06	2.08		
	IR75	Kontrol	2.22	2.41	2.37	2.33	2.40 ab	
		Biyoaktivatör	2.42	2.58	2.43	2.48		
	IR100	Kontrol	2.14	2.27	2.17	2.19	2.42 a	
		Biyoaktivatör	2.60	2.76	2.58	2.65		
	IR125	Kontrol	2.18	2.23	2.18	2.20	2.28 b	
		Biyoaktivatör	2.38	2.37	2.31	2.35		
	Ay Ort.			2.24	2.33	2.26		
	Uygulama Ort.			Kontrol			2.17 b	
Biyoaktivatör				2.39 a				
LSD uyg*** = 0.10			LSD sul*** = 0.14					

Çizelge 4.47. devamı

Ca (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		0.48	2.04	1.34	1.29
Biyoaktivatör			0.49	2.37	1.35	1.40	
IR75	Kontrol		0.48	2.22	1.48	1.40	1.43 ab
	Biyoaktivatör		0.50	2.21	1.71	1.47	
IR100	Kontrol		0.46	2.27	1.70	1.47	1.44 ab
	Biyoaktivatör		0.46	2.23	1.54	1.41	
IR125	Kontrol		0.46	2.30	1.71	1.49	1.54 a
	Biyoaktivatör		0.49	2.45	1.81	1.58	
Ay Ort.			0.48 c	2.26 a	1.58 b		
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			1.41	
			<i>Biyoaktivatör</i>			1.47	
LSD ay*** = 0.10			LSD sul* = 0.12				
Mg (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		0.35	0.34	0.31	0.33
Biyoaktivatör			0.43	0.41	0.36	0.40	
IR75	Kontrol		0.44	0.41	0.37	0.41	0.44 a
	Biyoaktivatör		0.52	0.49	0.41	0.47	
IR100	Kontrol		0.46	0.43	0.39	0.43	0.45 a
	Biyoaktivatör		0.50	0.48	0.41	0.46	
IR125	Kontrol		0.43	0.41	0.38	0.41	0.43 a
	Biyoaktivatör		0.50	0.48	0.40	0.46	
Ay Ort.			0.45 a	0.43 b	0.38 c		
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			0.39 b	
			<i>Biyoaktivatör</i>			0.45 a	
LSD ay*** = 0.014			LSD uyg*** = 0.011			LSD sul*** = 0.016	
LSD uyg x ay* = 0.020							
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının yaprakta Ca' da oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 5, diğer elementler için ise, % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar Ca için istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, diğer elementler için % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen yaprakların makro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar K hariç diğer tüm makro elementler için istatistiksel olarak % 1

düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar Mg için istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, kalan diğer elementler için önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x ay, sulama x uygulama ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı N konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek N konsantrasyonu IR100 (% 2.24), en düşük N konsantrasyonu , IR50 uygulamasından (% 2.00) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.10 daha yüksek N konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük N konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek N konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde KC100 ve KC 75 konularından hasat edilen yapraklardan % 2.40 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı P konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek P konsantrasyonu IR 100 ve IR 75 (% 0.32), en düşük P konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.25) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.02 daha yüksek P konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Ay olarak incelendiğinde, en düşük P konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek P konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC75 konusundan hasat edilen yapraklardan % 0.37 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı K konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek K konsantrasyonu IR100 (% 2.42), en düşük K konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 2.01) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.22 daha yüksek K konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük K konsantrasyonu

Mart ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek K konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde KC100 konusundan hasat edilen yapraklardan % 2.76 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Ca konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Ca konsantrasyonu IR125 (% 1.54), en düşük Ca konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 1.35) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.06 daha yüksek Ca konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Ca konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Ca konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde KC125 konusundan hasat edilen yapraklardan % 2.45 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Mg konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mg konsantrasyonu IR100 (% 0.45), en düşük Mg konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.37) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre % 0.06 daha yüksek Mg konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mg konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Mg konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC75 konusundan hasat edilen yapraklardan % 0.52 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, % 50 düzeyinde kısıntılı sulamanın N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz etkilemesi dikkat çekmiştir. IR125 uygulaması her iki deneme yılında da N, P ve K konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz etkilerken, Ca ve Mg konsantrasyonlarını olumlu etkilediği saptanmıştır. Mg konsantrasyonunda her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamalarının aynı önem seviyesinde yer aldıkları belirlenmiştir. Bitki köklerinin suyu ve besin maddelerini alma potansiyeli, su stresinin çok olduğu

yerlerde genellikle azalır. Kökler toprakta bulunan başlıca nem sensörler olarak kabul edildiğinden, bitkilerin çeşitli organlarında gözlenen fizyolojik ve biyokimyasal bozulmalar ile büyümedeki düşüşün genel olarak bitki beslenmesi ve su ilişkilerinde meydana gelen değişikliklerle bağlantılı olduğu Pessaraki (1999), tarafından belirtilmiştir. Ayrıca, Kırnak ve ark (2001), yaptıkları çalışmada çilek yapraklarının kuraklık stresinde N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarında azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Haifa (2014), çilek yapraklarında N konsantrasyonları % 1.80'in altına düştüğünde çileklerde meyve kalitesinde bozulmalar olduğunu bildirmiştir. Başka bir çalışmada, Jonhston (2002), azot eksikliğinin, bir ürünün mevcut suyu verime dönüştürmeyi kısıtladığını belirtirken, DaMatta ve ark (2002), bir bitki su eksikliği ile karşı karşıya kaldığında azot eksikliğinin oluştuğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte DaMatta ve ark (2002), ve Saneoka ve ark (2004), azotun bitkiler üzerinde su stresini kısmen de olsa azaltabileceği belirtmişlerdir. Azot gibi fosfor eksikliği de bitki büyümesini önemli ölçüde olumsuz şekilde etkileyen bir faktör olduğu birçok çalışmada vurgulanmıştır (Sardans ve Penueala, 2004; Silva ve ark, 2011). Faye ve ark (2006), bu durumu, bitkilerin fosfat emilimi için uygun toprak neminin olduğu koşullarda, fosfat iyonlarının topraklarda difüzyon yoluyla hareket ettiğini, ve toprak su içeriğinin azaldığı koşullarda su dolu gözeneklerin yarı çaplarının düşerek fosfor hareketliliğini azalttığı şeklinde açıklamaktadırlar. Ek olarak, Fisher (1980), ve Jin ve ark (2006), kurak koşullarda P içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Yapraklardaki K birikimi, yapraklardaki su içeriğine göre değişiklik gösterir (Restrepo-Diaz ve ark, 2008). Ayrıca, stomaların açılıp-kapanma mekanizması ile K konsantrasyonuna arasında önemli bir ilişki olduğuna ilişkin birçok çalışmada mevcuttur (Mengel ve Kirkby, 2001; Larcher, 2006; Taiz ve Zeiger, 2006; Mengel, 2007; Silva ve ark, 2011). Su stresinin Mahouachi (2007), muzda, Restrepo-Diaz ve ark (2008), zeytin yapraklarında düşük K konsantrasyonlarına sebep olduğunu belirtmişlerdir. Bitkilerde su stresinin Mg üzerine etkileri ile ilgili çok az sayıda çalışma olmasına rağmen, Grabarova ve

Martinkova (2001), ve Brown ve ark (2006), su stresinin, seviyesine bağı olarak, Mg konsantrasyonunu azalttığını bildirmişlerdir. Besin elementlerinin bitki bünyesinde hareketlilikleri farklılık göstermektedir. Su stresinin Ca alımı üzerine etkilerinin araştırıldığı birçok çalışmada sonuçlar birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir. Bitki bünyesinde azot, potasyum, fosfor, magnezyum gibi elementlerin hareketlilikleri, kalsiyum ve mangan gibi elementlere kıyasla yüksek olduğu bilinmektedir (Karaman, 2012). Utrillas ve ark (1995), ile Singh ve Singh (2004), su stresi altında Ca konsantrasyonlarının yükseldiğini, Hu ve Schmidhalter (2005), Sardans ve ark (2008), kısmen azaldığını bulmuşlardır. Abdul Jaleel ve ark (2007), kalsiyumun, bazı enzimlere etki ederek bitkilerde kuraklık dayanımını artırabileceğini bildirmişlerdir. Perin ve ark (2019), kontrol koşullarına kıyasla % 30 ve % 50 daha az sulama uygulanan çilek yapraklarında Ca, K ve Mn konsantrasyonlarının yükseldiğini saptamışlardır.

Aşırı su stresinin bitkilerde besin elementi konsantrasyonları üzerindeki etkileri farklılık göstermiştir. Örneğin, yapraklarda Ca ve Mg birikiminin, N, P ve K' ya göre daha az etkisi gözükmektedir. Bu nedenle, Ca ve Mg konsantrasyonları aşırı su stresi koşullarında N, P ve K ile aynı tepkileri göstermeyecekleri Pessaraki (2009), tarafından vurgulanmıştır. Genel olarak, aşırı su koşulları altında K alımında ciddi şekilde aksamalar olur ve bunun sonucunda bitki gelişimini sınırlı kalabilir. Benzer olarak, toprakta oluşan aşırı su stresinin birçok bitkide K alımını sınırlandırdığı çok sayıda çalışmada bildirilmiştir (Lal ve Taylor, 1970: Drew ve Sisworo, 1977: Reyes ve ark, 1977: Trought ve Drew, 1980: Slowik ve ark, 1979). Aşırı su stresi koşullarında N konsantrasyonu buğdayda (Labanauskas ve ark, 1975), arpada (Drew ve Sisworo, 1977), mısırdada (Singh ve Ghildyal, 1980), nohutta (Jackson, 1979), pamukta (Lety ve ark, 1961), ay çiçeğinde (Lety ve ark, 1961), soya fasulyesinde (Sallam ve Scott, 1987), yoncada (Devitt ve Francis, 1972), avokadoda (Slowik ve ark, 1979) ve portakalda (Labanauskas ve ark, 1972) önemli oranlarda azaldığı bildirilmiştir. Aşırı su koşulları altında P konsantrasyonları tıpkı N ve K gibi toprak koşullarından etkilenmektedir. Yüksek

toprak nem koşullarına dayanıksız olan bitkiler veya çeşitler düşük P alımı gerçekleştirmektedirler (Lal ve Taylor, 1970; Labanauskas ve ark, 1972; Drew ve Sisworo, 1977; Reyes ve ark, 1977; Slowik ve ark, 1979). Ayrıca, Pessaraki (1999), aşırı su koşulları altında, suda çözünebilir fosfat konsantrasyonunda meydana gelebilecek artışların, anyon değişim kapasitesinde düşüşe, bikarbonat konsantrasyonunda ise, artışa neden olabileceğini tespit etmiştir. Araştırmacı, aynı çalışmada, uzun süreli aşırı suya maruz kalmış bitkilerin genellikle tüm dokularında P konsantrasyonlarında düşüş tespit edildiğini ve sonrasında P konsantrasyonlarının artsa bile, bitki kök sisteminde şiddetli zarar görmüş dokuları onarmaya yetmeyeceğini bildirmiştir.

Biyoaktivatör kullanımının her iki deneme yılında da Ca üzerinde önemli farklar yaratmamasına rağmen, N, P, K ve Mg üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar yarattıkları tespit edilmiştir. Biyoaktivatör kullanımının kök hacmini artırarak topraktan daha fazla bitki besin elementi alımını teşvik ettiği düşünülmektedir. Biyoaktivatörlerin çok düşük dozlarda bile kullanıldığında besin elementi alımını teşvik ettikleri belirlenmiştir (Battacharyya ve ark, 2015). Çeşitli biyoaktivatörlerin besin alımında önemli rol oynayan genlere etki ederek besin elementi alımını teşvik ettiği bilinmektedir (Krouk ve ark, 2010; Castaings ve ark, 2011). Örneğin, karnıbaharda kalsiyum alımını (Kotze ve Joubert, 1980) arttırdığı, marul bitkisinde en uygun koşullar sağlandığında yapraklardaki Ca, K ve Mg konsantrasyonlarını ve verimi arttırdığı belirlenmiştir (Crouch ve ark, 1990). Başka bir çalışmada, biyoaktivatör uygulanmış hıyar bitkilerinin daha gelişmiş köklere sahip olduğu, aynı zamanda P alımının arttığı ancak N alımının ise, sınırlı kaldığı belirlenmiştir (Nelson ve Van Staden, 1984). Dobromilska ve ark (2008), biyoaktivatör uygulamaları ile domateste yapraklarında N, P, K, Ca konsantrasyonlarının arttırdığı bildirmiştir. Başka bir denemede, iki farklı biyoaktivatör denenmiş ve her iki biyoaktivatörün de Mg konsantrasyonlarının köklerden sürgünlere doğru yer değiştirme mekanizmasını teşvik ettiği belirlenmiştir (Billard ve ark, 2013).

'Kabarla' çeşidinde birinci ve ikinci deneme yılı yaprakların makro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen yaprakların N konsantrasyonları birinci deneme yılında % 1.93 - 2.45, ikinci deneme yılında % 1.87 - 2.40 arasında değişmekte olup, Mills ve Jones (1996)'un belirlediği yeterlilik sınır değerleri içinde çoğunlukla yer aldığı belirlenmiştir. Özellikle her iki deneme yılında da Nisan ayı içerisinde su stresi altındaki bitkilerin N konsantrasyonlarında meydana gelen düşüşler, Mills ve Jones (1996)'a göre yaprakların N konsantrasyonu açısından yetersiz sınıfına girmelerine neden olmuştur. Ek olarak, Jones ve ark (1991)'nın tam çiçeklenme döneminde gelişmesini tamamlayan genç çilek yapraklardaki sınır değer olarak verdiği % 2.50 – 4.00 değerlerine göre bu dönemde her iki deneme yılında da yapraklar N konsantrasyonu açısından yetersiz sınıfına girmektedir. Bu sebeple, Nisan ayında daha yüksek konsantrasyonlarda azot gübrelemesi yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ortalama N konsantrasyonlarının Nisan ayında düştüğü Seferoğlu ve Kaptan (2010), tarafından da bildirilmiştir. Ayrıca, Archold ve MacKown (1995), hasat sonuna ve meyvelenme döneminin başlarında N konsantrasyonlarının bitkinin farklı kısımlarda azaldığını saptamışlardır. Ersoy ve Demirsoy (2006), yapraklardaki azotun meyve oluşum döneminde meyveye doğru hareketi arttığından dolayı, bu dönemlerde yapraklarda N konsantrasyonlarında düşüşler olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada yazarlar, 'Camarosa' çeşidi için N içeriğinin % 1.16 – 2.54 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Demirsoy ve ark (2010), 'Sweet Charlie' çeşidinde N içeriğini % 1.03 – 1.83 arasında bulmuşlardır.

İncelenen yaprakların P konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.24 - 0.46, ikinci deneme yılında % 0.21 - 0.37 arasında değişmiştir. Elde edilen bu değerler Mills ve Jones (1996)'a göre yeterli olduğu belirlenmiştir. Jones ve ark (1991), tam çiçeklenme döneminde yaprakların P konsantrasyonlarının % 0.25 - 1.00 arasında değişmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Ek olarak, May ve Pritts (1993), çilek yapraklarının P konsantrasyonunun % 0.25 - 0.40, Almalotis ve ark (2002), % 0.20 - 0.38 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Seferoğlu ve

Kaptan (2010), ‘Camarosa’ çilek çeşidinde yaptıkları çalışmada Mart - Mayıs ayları arasındaki P konsantrasyonunun % 0.32 – 0.46 olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, John ve ark (1975), çiçeklenme döneminde fosforun yaprak ve gövdeye doğru hareketlendiği bulmuşlardır Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen yaprakların K konsantrasyonları birinci deneme yılında % 1.70 - 2.71, ikinci deneme yılında % 1.93 - 2.76 arasında değişmektedir. Elde edilen bu değerlerin Mills ve Jones (1996), tarafından bildirilen sınır değerlerle (% 1.10 – 2.50) çoğunlukla uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Jones ve ark (1991), tam çiçeklenme döneminde genç yaprakların K konsantrasyonlarının % 1.30 – 3.00 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Ek olarak, Demirsoy ve ark (2010), çilek yapraklarının K konsantrasyonlarının % 1.05 - 1.87, Seferoğlu ve Kaptan (2010), % 1.10 – 6.14, Perin ve ark (2019), % 1.59 – 1.99 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Demirsoy ve ark (2010), ayrıca, K içeriğinin genellikle bitkinin tüm organlarında çiçeklenme ile birlikte arttığını, meyve olgunlaşma döneminde tekrar azaldığını bildirmiştir. Bu çalışmadaki elde edilen değerler, bahsedilen çalışmalar ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

İncelenen yaprakların Ca konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.302 - 1.390, ikinci deneme yılında % 0.460 - 2.450 arasında değişmiş olup, Mills ve Jones (1996)’un belirlediği yeterlilik sınır değerleri içinde çoğunlukla yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, Jones ve ark (1991), tam çiçeklenme döneminde, gelişmesini tamamlamış genç çilek yapraklarında Ca konsantrasyonlarının % 1.00 - 2.50 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Benzer olarak, Almaliotis ve ark (2002), çilek yapraklarının Ca içeriğinin % 0.77 – 1.48, Cline (1991), % 0.5 - 1.5 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, özellikle Mart ayı içerisinde Ca konsantrasyonlarının her iki deneme yılında da, belirtilen önceki çalışmalara göre sınır değerlerin altında kalarak, yetersiz sınıfına girdikleri belirlenmiştir. Mart ayından sonra sıcaklıkların artması ile Ca konsantrasyonlarında büyük bir yükseliş

meydana geldiği görülmektedir. Ersoy ve Demirsoy (2006), Seferoğlu ve Kaptan (2010), ile Taiz ve Zeiger (2002), çilek yapraklarındaki Ca konsantrasyonlarının sıcaklıkların artması ile arttığını bildirmişlerdir. Bu bilgiler ışığında, Mart ayından sonra yapraklarda meydana gelen Ca konsantrasyonlarındaki artışları açıklamaktadır. Ayrıca, Lieten ve Misotten (1993), çalışmalarında ışık yoğunluğu ve sıcaklığın artması ile meyve olgunlaşma zamanında Ca alımının en yüksek seviyede olduğunu ve kalsiyumun çoğunlukla bitkinin yapraklarında biriktiğini sonucuna varmışlardır.

İncelenen yaprakların Mg konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.280 - 0.470, ikinci deneme yılında % 0.310 - 0.520 arasında değişkenlik göstermiş olup, hem Mills ve Jones (1996), hem de Jones ve ark (2001), tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerleri içerisinde yer almıştır. Ersoy ve Demirsoy (2006)'un 'Camarosa' çeşidinde benzer sonuçlar elde ettiği bildirilirken, Seferoğlu ve Kaptan (2010), çilekte yaptıkları çalışmada yaprakların Mg konsantrasyonlarının % 0.350 - 1.400, May ve Pritts (1990), % 0.200 - 0.500 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. 'Rubygem' çeşidi ilk yıl ortalama % 2.03 N, 0.35 P, 2.09 K, 0.966 Ca ve 0.37 Mg konsantrasyonuna sahip yapraklar üretirken, ikinci deneme yılında % 2.12 N, 0.31 P, 2.33 K, 1.222 Ca, 0.41 Mg konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir. 'Kabarla' çeşidi ilk yıl ortalama % 2.14 N, 0.33 P, 2.14 K, 0.990 Ca ve 0.39 Mg konsantrasyonuna sahip yapraklar üretirken, ikinci yıl % 2.13 N, 0.30 P, 2.28 K, 1.440 Ca ve 0.42 Mg konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir. Her iki deneme yılında da 'Kabarla' çeşidinin 'Rubygem' çeşidine göre daha yüksek konsantrasyonlarda N, Ca ve Mg' a sahip yapraklar ürettiği saptanmıştır. 'Rubygem' çeşidinin 'Kabarla'ya göre her iki deneme yılında da daha yüksek konsantrasyonlarda P'a sahip yapraklar ürettikleri belirlenmiştir. K konsantrasyonları incelendiğinde ise, birinci deneme yılında 'Kabarla'nın, ikinci

deneme yılında ‘Rubygem’in daha yüksek konsantrasyona sahip yapraklar ürettikleri belirlenmiştir. Elde edilen bu farklılıklar çilek çeşitlerinin farklı kök ve yaprak yapısına sahip olmalarıyla ilişkilendirilmektedir (Romheld ve Kramer, 1983; Marschner ve ark, 1986a; Marschner ve ark, 1986b; Marschner ve ark, 1987). Ayrıca çalışmada elde edilen sonuçlar, çilek yapraklarının besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere ve toprak bulunan nem miktarına bağlı olarak önemli oranda değiştiğini göstermektedir. Bu durum, aynı ortamda yetiştirilen çilek çeşitlerinin ortamda mevcut olan veya gübrelemeyle verilen besin elementlerinden farklı düzeylerde yararlandığının bir göstergesidir (Clark ve Gross, 1986; Marschner, 1995; Erdal ve ark, 2004; Kacar ve Katkat, 2007; Geçer ve Yılmaz, 2012; Uzunoğlu Bulduk ve Erdal, 2012). Benzer durumlar değişik bitkilerle çalışan farklı araştırmacılar tarafından da saptanmıştır (Fallahi ve ark, 2001; Erdal ve ark, 2008; Küçükyumuk ve Erdal, 2009). Ek olarak, Geçer ve Yılmaz (2012), tarafından yapılan bir çalışmada da, çilek fidelerinin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere bağlı olarak değiştiği ve bu değişikliğin fide kalitesi üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

4.4.1.2. Yaprakta Mikro Besin Elementi Konsantrasyonları (ppm)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında yaprakta mikro besin elementleri (Fe, Cu, Mn, Zn) üzerine etkileri Çizelge 4.48-4.51’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının yaprakta mikro besin elementlerinin tümünde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar Fe ve Cu için istatistiksel olarak % 1, Zn için % 5 düzeyinde önemli bulunurken, Mn için ise, önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen yaprakların mikro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak % 1

düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar Mn'de istatistiksel olarak % 1, Fe' de % 5 düzeyinde önemli bulunurken, Cu ve Zn'de ise önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.48. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm)

Fe (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	62.3	99.7	62.6	74.9
		Biyoaktivatör	67.6	101.0	65.9	78.2	
IR75		Kontrol	59.1	91.7	59.6	70.1	71.6 b
		Biyoaktivatör	64.4	94.2	60.4	73.0	
IR100		Kontrol	58.1	90.2	57.2	68.5	70.0 b
		Biyoaktivatör	62.6	92.7	59.4	71.5	
IR125		Kontrol	55.1	81.4	53.0	63.2	65.0 c
		Biyoaktivatör	61.3	83.9	55.4	66.9	
Ay Ort.			61.3 b	91.9 a	59.2 c		
Uygulama Ort.			Kontrol			69.2 b	
			Biyoaktivatör			72.4 a	
LSD ay*** = 2.00			LSD uyg*** = 1.64		LSD sul*** = 2.31		LSD sul x ay* = 4.01
Cu (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	5.42	3.39	3.66	4.15
		Biyoaktivatör	5.52	3.95	3.86	4.44	
IR75		Kontrol	6.24	4.28	4.29	4.94	5.14 a
		Biyoaktivatör	6.94	4.50	4.61	5.35	
IR100		Kontrol	6.05	4.02	4.40	4.82	4.99 a
		Biyoaktivatör	7.00	4.36	4.11	5.16	
IR125		Kontrol	5.69	3.90	4.32	4.64	4.92 a
		Biyoaktivatör	6.68	4.29	4.61	5.19	
Ay Ort.			6.19 a	4.09 b	4.23 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			4.64 b	
			Biyoaktivatör			5.04 a	
LSD ay*** = 0.36			LSD sul*** = 0.42		LSD uyg*** = 0.38		

Çizelge 4.48. devamı

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	Mn (ppm)	IR50	Kontrol	274	194	185	218	222 c
Biyoaktivatör			287	203	188	226		
IR75		Kontrol	330	261	225	272	275 a	
		Biyoaktivatör	338	263	233	278		
IR100		Kontrol	322	257	263	281	283 a	
		Biyoaktivatör	324	260	274	286		
IR125		Kontrol	312	226	228	255	257 b	
		Biyoaktivatör	323	219	232	258		
Ay Ort.			314 a	236 b	229 b			
Uygulama Ort.			Kontrol			257		
			Biyoaktivatör			262		
LSD ay*** = 7.10			LSD sul*** = 8.19		LSD sul x ay*** = 14.19			
Zn (ppm)	IR50	Kontrol	16.9	14.3	12.1	14.5	15.6 b	
		Biyoaktivatör	17.5	14.5	13.2	15.1		
	IR75	Kontrol	19.3	14.9	13.9	16.0	16.4 a	
		Biyoaktivatör	19.7	15.2	15.3	16.7		
	IR100	Kontrol	19.7	15.1	14.8	16.5	16.6 a	
		Biyoaktivatör	19.9	15.2	15.1	16.7		
	IR125	Kontrol	17.2	14.9	13.7	15.3	14.8 c	
		Biyoaktivatör	18.0	15.1	14.7	15.9		
	Ay Ort.			18.5 a	14.9 b	14.1 c		
	Uygulama Ort.			Kontrol			15.6 b	
				Biyoaktivatör			16.1 a	
	LSD ay*** = 0.62			LSD uyg* = 0.51		LSD sul*** = 0.72		
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı Fe konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Fe konsantrasyonu IR50 (76.5 ppm), en düşük Fe konsantrasyonu ise IR125 uygulamasından (65.0 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 3.2 ppm daha yüksek Fe konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir.

En yüksek Fe konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen yapraklardan 101.0 ppm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı Cu konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Cu konsantrasyonu IR100 (5.14 ppm), en düşük Cu konsantrasyonu IR50 uygulamasından (4.30 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 0.40 ppm daha yüksek Cu konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Cu konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Cu konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC100 konusundan hasat edilen yapraklardan 7.00 ppm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı Mn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mn konsantrasyonu IR100 (283 ppm), en düşük Mn konsantrasyonu IR50 uygulamasından (222 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 5 ppm daha yüksek Mn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Mn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC75 konusundan hasat edilen yapraklardan 338 ppm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı Zn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Zn konsantrasyonu IR100 (16.6 ppm), en düşük Zn konsantrasyonu IR125 uygulamasından (14.8 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 0.5 ppm daha yüksek Zn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Zn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC100 konusundan hasat edilen yapraklardan 19.9 ppm ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.49. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm)

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	Fe (ppm)	IR50	Kontrol	106.3	108.7	106.0	107.0	107.7 a
Biyoaktivatör			107.4	110.9	107.1	108.5		
IR75		Kontrol	98.3	102.4	78.9	93.2	98.9 b	
		Biyoaktivatör	102.0	106.8	104.9	104.6		
IR100		Kontrol	96.0	101.6	75.8	91.1	93.7 c	
		Biyoaktivatör	99.6	96.8	92.3	96.2		
IR125		Kontrol	92.7	98.9	75.3	89.0	91.3 c	
		Biyoaktivatör	93.2	94.9	92.7	93.6		
Ay Ort.			99.4 a	102.6 a	91.6 b			
Uygulama Ort.			Kontrol		95.1 b			
			Biyoaktivatör		100.7 a			
		LSD ay*** = 4.22	LSD uyg*** = 3.44	LSD sul*** = 4.87	LSD uyg x ay*** = 5.96			
Cu (ppm)	IR50	Kontrol	4.11	4.27	4.08	4.15	4.25 c	
		Biyoaktivatör	4.34	4.32	4.38	4.34		
	IR75	Kontrol	4.66	4.50	4.31	4.49	4.76 ab	
		Biyoaktivatör	5.28	5.18	4.64	5.04		
	IR100	Kontrol	5.02	4.52	4.46	4.67	4.89 a	
		Biyoaktivatör	5.32	5.33	4.69	5.11		
	IR125	Kontrol	4.51	4.32	4.18	4.34	4.65 b	
		Biyoaktivatör	5.19	5.05	4.62	4.96		
	Ay Ort.			4.82 a	4.69 a	4.42 b		
	Uygulama Ort.			Kontrol		4.41 b		
				Biyoaktivatör		4.86 a		
			LSD ay*** = 0.18	LSD sul*** = 0.21	LSD uyg*** = 0.15			
Mn (ppm)	IR50	Kontrol	280	198	180	219	222 c	
		Biyoaktivatör	284	203	188	225		
	IR75	Kontrol	287	223	208	239	252 ab	
		Biyoaktivatör	334	229	232	265		
	IR100	Kontrol	289	242	224	251	261 a	
		Biyoaktivatör	327	247	238	271		
	IR125	Kontrol	272	233	208	238	238 b	
		Biyoaktivatör	291	221	206	239		
	Ay Ort.			295 a	225 b	210 c		
	Uygulama Ort.			Kontrol		237 b		
				Biyoaktivatör		250 a		
			LSD ay*** = 12.44	LSD sul*** = 14.36	LSD uyg* = 10.16			

Çizelge 4.49. devamı

Zn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		13.4	13.2	11.7	12.7
Biyoaktivatör			14.9	13.4	13.2	13.8	
IR75	Kontrol		14.6	13.9	12.8	13.8	14.4 a
	Biyoaktivatör		15.6	15.1	14.3	15.0	
IR100	Kontrol		14.8	14.1	13.2	14.0	14.4 a
	Biyoaktivatör		15.7	14.8	14.0	14.8	
IR125	Kontrol		13.7	13.8	12.3	13.3	13.3 b
	Biyoaktivatör		15.3	14.6	12.3	14.0	
Ay Ort.			14.8 a	14.1 b	13.0 c		
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			13.5 b	
			<i>Biyoaktivatör</i>			14.4 a	
LSD ay*** = 0.47			LSD uyg*** = 0.38			LSD sul*** = 0.54	

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının yaprakta mikro besin elementlerinin tümünde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar Fe, Cu ve Zn için istatistiksel olarak % 1, Mn için % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen yaprakların mikro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar Fe'de istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x ay, sulama x uygulama ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı Fe konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Fe konsantrasyonu IR50 (107.7 ppm), en düşük Fe konsantrasyonu IR125 uygulamasından (91.3 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 5.6 ppm daha yüksek Fe

konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Fe konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen yapraklardan 110.9 ppm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı Cu konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Cu konsantrasyonu IR100 (4.89 ppm), en düşük Cu konsantrasyonu IR50 uygulamasından (4.25 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 0.45 ppm daha yüksek Cu konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Cu konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Cu konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC100 konusundan hasat edilen yapraklardan 5.33 ppm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı Mn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mn konsantrasyonu IR100 (261 ppm), en düşük Mn konsantrasyonu IR50 uygulamasından (222 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 13 ppm daha yüksek Mn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Mn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC75 konusundan hasat edilen yapraklardan 334 ppm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı Zn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Zn konsantrasyonu IR100 ve IR75 (14.4 ppm), en düşük Zn konsantrasyonu IR125 uygulamasından (13.3 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 0.9 ppm daha yüksek Zn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Zn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir.

En yüksek Zn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC100 konusundan hasat edilen yapraklardan 15.7 ppm ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, % 50 düzeyinde kısıntılı ve aşırı sulamanın Mn ve Zn konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz etkilemesi dikkat çekmiştir. Cu konsantrasyonunda, her iki deneme yılında da su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak en düşük önem grubunda yer aldığı saptanmıştır. Ayrıca, her iki deneme yılında da en yüksek Fe değerleri IR50 uygulamasından elde edilmiştir. Nitekim, Sardans ve ark (2008), kuraklığın köklerde Fe konsantrasyonlarını arttırdığını bildirmiştir. IR50 uygulamasından sonra su miktarında meydana gelen artışlar Fe konsantrasyonunda azalmalara yol açmıştır. Difüzyon yoluyla mikro besin taşınımının çoğu topraktan köklere doğru sürmekte ve düşük su mevcudiyetinin, besin maddelerinin topraktan besin alım ve emilimini azalttığı iyi bilinmektedir (Hu ve Schmidhalter, 2005). Ancak, bitkilerin fizyolojik açıdan makro besinlere kıyasla, mikro besin elementlerine daha düşük konsantrasyonlarda ihtiyaç duymasından dolayı, su stresinin de bitkilerin mikro besin alımı üzerindeki etkileri çok az sayıda araştırmaya konu olmuştur. Örneğin, Khan ve ark (2004), Zn elementinin, bitki-su ilişkilerini ve stoma iletkenliğini etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Grewal ve Williams (2000), erken vejetatif evrede Zn gübrelemesi ile kuraklık ve aşırı su stresi ile başa çıkılabileceğini bildirmiştir. Ayrıca, Hu ve Schmidhalter (2005), topraktaki düşük nemin Mn eksikliğine de neden olabileceğini ve Mn'in nemli toprak koşullarında daha fazla indirgenmiş ve daha fazla çözünür forma dönüşebileceğini bildirmişlerdir. Bitki köklerinin suyu ve besin maddelerini alma potansiyeli, su eksikliğinin çok hissedildiği bitkilerde, besin elementi talebinde düşmesi nedeniyle genellikle azalır. Tanaka ve ark (1969), uzun süreli aşırı su stresine maruz kalan bitkilerin genellikle Cu konsantrasyonunda artma, Zn konsantrasyonunda azalma olduğunu bildirilmişlerdir.

Biyoaktivatör uygulamalarının birinci yetiştirme döneminde Fe, Cu ve Zn, ikinci yetiştirme döneminde Fe, Cu, Mn ve Zn üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar yaratması dikkat çekmiştir. Biyoaktivatör kullanımının kök hacmini artırarak topraktan daha fazla bitki besin elementi alımını teşvik ettiği düşünülmektedir. Genel olarak biyoaktivatörler çok düşük dozlarda bile kullanıldığında besin elementi alımını teşvik etmektedir (Battacharyya ve ark, 2015). Farklı seviyelerde mineral içerebilmelerine rağmen, biyoaktivatörler bir bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm besin maddelerini gereken miktarlarda sağlayamaz (Schmidt ve ark, 2003), bununla birlikte, asıl yararı bitki köklerinin (Vernieri ve ark, 2005) ve yapraklarının (Mancuso ve ark, 2006) besin elementi alımını arttırmaktır. Çeşitli biyoaktivatörlerin besin alımında önemli rol oynayan genlerin düzenlenmesini etkilediği bilinmektedir (Krouk ve ark, 2010; Castaings ve ark, 2011). Örneğin, üzüm yapraklarında bakır alımını (Turan ve Köse, 2004), marulda demir alımını (Crouch ve ark, 1990) arttırdığı saptanmıştır. Başka bir denemede iki farklı biyoaktivatör denenmiş ve her iki biyoaktivatörün de Mn,ve Cu konsantrasyonları ile Fe ve Zn'nin köklerden sürgünlere doğru yer değiştirme oranını arttırdığı tespit edilmiştir (Billard ve ark, 2013).

'Rubygem' çeşidinde birinci ve ikinci deneme yılı yaprakların mikro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, yaprakların Fe konsantrasyonları birinci deneme yılında 53 - 101 ppm, ikinci deneme yılında 75.3 – 108.7 ppm arasında değişkenlik göstermiş olup, hem Mills ve Jones (1996), hem de Jones ve ark (2001), tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerleri (50 – 200 ppm) içerisinde yer alarak, yeterli olduğu saptanmıştır. Ayrıca, May ve Pritts (1990), çilek yapraklarının Fe içeriğinin 70 – 250 ppm, Seferoğlu ve Kaptan (2010), ise 110 - 265 ppm arasında olduğunu bildirmişlerdir.

İncelenen yaprakların Cu konsantrasyonları birinci deneme yılında 3.39 - 7.00 ppm, ikinci deneme yılında 4.08 – 5.33 ppm arasında değişmiş olup, hem Mills ve Jones (1996), (6 – 20 ppm) hem de Jones ve ark (2001), tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerlerinin (6 – 50 pm) altında olarak sezon boyunca

çoğunlukla yetersiz düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle, ‘Rubygem’ çeşidinin Cu’ya karşı duyarlı olduğu düşünülmektedir ve daha yüksek oranlarda Cu’lu gübreler uygulanması önerilmektedir.

İncelenen yaprakların Mn konsantrasyonları birinci deneme yılında 185 – 338 ppm, ikinci deneme yılında 180 – 334 ppm arasında değişkenlik göstererek Mills ve Jones (1996)’un belirlediği sınır değerlerinin içerisinde yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Jones ve ark (2001), yaptıkları çalışmada tam çiçeklenme döneminde, gelişmesini tamamlamış genç çilek yapraklarının Mn konsantrasyonlarının 50 – 200 ppm arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Ersoy ve Demirsoy (2006), çilek yapraklarının Mn konsantrasyonlarının 36.3 – 101.8 ppm, Seferoğlu ve Kaptan (2010), 11 – 137 ppm olarak belirlemişlerdir. Ulrich ve ark (1980)’na göre çilek yapraklarında Mn konsantrasyonlarının 25 ppm’in altına düştüğü koşullarda, eksiklik belirtileri gözlemlendiğini saptamışlardır. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde ve yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen yaprakların Zn konsantrasyonları birinci deneme yılında 12.1 – 19.9 ppm, ikinci deneme yılında 11.7 – 15.7 ppm arasında değişkenlik göstermiş olup, hem Mills ve Jones (1996), hem de Jones ve ark (2001), tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerlerinin (20 - 200 ppm) altında olarak sezon boyunca yetersiz düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Ek olarak, May ve Pritts (1990), çilek yapraklarının Zn konsantrasyonlarının 20 – 50 ppm, Seferoğlu ve Kaptan (2010), 27 – 74 ppm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ulrich ve ark (1980)’na göre çilek yapraklarında Zn konsantrasyonlarının 20 ppm’in altına düştüğü koşullarda, eksiklik belirtileri gözlemlendiğini saptamışlardır. Bu nedenle, ‘Rubygem’ çeşidinin Zn’ye karşı duyarlı olduğu düşünülmektedir ve daha yüksek oranlarda Zn’li gübreler uygulanması önerilmektedir.

Çizelge 4.50. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm)

Fe (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		65.1h-k	76.7de	74.9d-g	72.3 bc
Biyoaktivatör			80.7d	68.6e-h	79.2d	76.2 b	
IR75	Kontrol		59.8ijk	67.7f-ı	73.9d-g	67.1 d	68.9 c
	Biyoaktivatör		75.8def	68.3fgh	67.9f-ı	70.7 cd	
IR100	Kontrol		58.4jk	61.0h-k	45.1l	54.9 f	58.4 d
	Biyoaktivatör		66.7g-j	60.3h-k	58.9jk	61.9 e	
IR125	Kontrol		57.8k	126.4a	91.9c	92.1 a	84.1 a
	Biyoaktivatör		78.4d	101.4b	48.8l	76.2 b	
Ay Ort.			67.9 b	78.8 a	67.6 b		
Uygulama Ort.			Kontrol		71.5		
			Biyoaktivatör		71.3		
LSD ay*** = 2.85			LSD sul*** = 3.29		LSD sul x uyg*** = 4.66		
LSD sul x ay*** = 5.70			LSD uyg x ay*** = 4.66		LSD sul x uyg x ay*** = 8.07		
Cu (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	6.08	3.82	3.92	4.60	4.80 c
Biyoaktivatör		6.22	4.17	4.61	5.00		
IR75	Kontrol	7.04	5.04	4.50	5.53	5.75 ab	
	Biyoaktivatör	7.91	4.98	5.04	5.98		
IR100	Kontrol	7.33	4.70	5.05	5.69	5.96 a	
	Biyoaktivatör	8.38	5.09	5.22	6.23		
IR125	Kontrol	6.99	4.02	4.44	5.15	5.27 bc	
	Biyoaktivatör	6.68	4.43	5.04	5.38		
Ay Ort.			7.08 a	4.53 b	4.73 b		
Uygulama Ort.			Kontrol		5.24 b		
			Biyoaktivatör		5.65 a		
LSD ay*** = 0.48			LSD sul*** = 0.56		LSD uyg* = 0.39		
Mn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	180	204	175	186	206 c
Biyoaktivatör		273	205	199	226		
IR75	Kontrol	224	232	226	228	245 b	
	Biyoaktivatör	282	271	234	262		
IR100	Kontrol	266	230	242	246	269 a	
	Biyoaktivatör	326	270	282	293		
IR125	Kontrol	218	224	205	216	232 b	
	Biyoaktivatör	276	231	238	248		
Ay Ort.			256 a	234 b	225 b		
Uygulama Ort.			Kontrol		219 b		
			Biyoaktivatör		257 a		
LSD ay*** = 12.7			LSD sul*** = 14.7		LSD uyg*** = 10.4		LSD uyg x ay*** = 18.0

Çizelge 4.50. devamı

Zn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	15.4	12.1	12.6	13.3
		Biyoaktivatör	16.1	12.8	13.5	14.1	
IR75		Kontrol	16.7	13.0	13.7	14.5	15.1 a
		Biyoaktivatör	18.3	13.6	14.9	15.6	
IR100		Kontrol	16.9	13.1	14.0	14.7	14.9 a
		Biyoaktivatör	17.4	13.4	14.6	15.1	
IR125		Kontrol	16.5	12.7	13.4	14.2	14.4 ab
		Biyoaktivatör	17.3	12.8	13.9	14.6	
Ay Ort.			16.8 a	12.9 c	13.8 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			14.2 b	
			Biyoaktivatör			14.9 a	
LSD ay*** = 0.60			LSD uyg*** = 0.49			LSD sul*** = 0.69	

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının yaprakta mikro besin elementlerinin tümünde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar Mn ve Zn için istatistiksel olarak % 1, Cu için % 5 düzeyinde önemli bulunurken, Fe için önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen yaprakların mikro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar Fe ve Mn’de istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, Cu ve Zn’de önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama, sulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar Fe için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, kalan diğer mikro elementler için önemsiz bulunmuştur.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı Fe konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Fe konsantrasyonu IR125 (84.1 ppm), en düşük Fe konsantrasyonu IR100 uygulamasından (58.4 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 0.2 ppm daha düşük Fe

konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Fe konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde K125 konusundan hasat edilen yapraklardan 126.4 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı Cu konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Cu konsantrasyonu IR100 (5.96 ppm), en düşük Cu konsantrasyonu IR50 uygulamasından (4.80 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 0.41 ppm daha yüksek Cu konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Cu konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Cu konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC100 konusundan hasat edilen yapraklardan 8.38 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı Mn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mn konsantrasyonu IR100 (269 ppm), en düşük Mn konsantrasyonu IR50 uygulamasından (206 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 38 ppm daha yüksek Mn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Mn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC100 konusundan hasat edilen yapraklardan 326 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı Zn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Zn konsantrasyonu IR 75 (15.1 ppm), en düşük Zn konsantrasyonu IR50 uygulamasından (13.8 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 0.7 ppm daha yüksek Zn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Zn konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC75 konusundan hasat edilen yapraklardan 18.3 ppm ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.51. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm)

Fe (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		54.2 ı	129.8 a	94.7cde	92.9
Biyoaktivatör			113.4 ab	96.0 b-e	69.5 ghi	93.0	
IR75	Kontrol		60.6 ı	101.8bcd	71.8 f-ı	78.1	82.4 bc
	Biyoaktivatör		108.6 bc	85.8 d-g	66.0 hı	86.8	
IR100	Kontrol		56.9 ı	88.0 def	79.4 e-h	74.8	79.1 c
	Biyoaktivatör		110.6 bc	71.7 f-ı	68.1 ghi	83.5	
IR125	Kontrol		95.9b-e	107.0 bc	70.1 ghi	91.0	88.7 ab
	Biyoaktivatör		88.2 def	99.5 bcd	71.4 f-ı	86.4	
Ay Ort.			86.1 b	97.4 a	73.9 c		
Uygulama Ort.			Kontrol			84.2	
			Biyoaktivatör			87.4	
LSD ay*** = 6.31			LSD sul*** = 7.29			LSD sul x ay*** = 12.63	
LSD uyg x ay*** = 8.93			LSD sul x uyg x ay*** = 17.86			LSD	
Cu (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		5.26	4.26	4.22	4.58
Biyoaktivatör			6.20	4.60	4.25	5.01	
IR75	Kontrol		5.79	4.96	4.37	5.04	5.35 a
	Biyoaktivatör		6.89	5.13	4.97	5.66	
IR100	Kontrol		6.02	4.76	4.51	5.10	5.40 a
	Biyoaktivatör		6.94	5.06	5.10	5.70	
IR125	Kontrol		5.51	4.55	4.34	4.80	5.01 b
	Biyoaktivatör		6.23	4.75	4.71	5.23	
Ay Ort.			6.11 a	4.76 b	4.56 c		
Uygulama Ort.			Kontrol			4.88 b	
			Biyoaktivatör			5.40 a	
LSD ay*** = 0.19			LSD sul*** = 0.22			LSD uyg*** = 0.16	
LSD uyg x ay*** = 0.27			LSD uyg x ay*** = 0.27			LSD	
Mn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		208	215	159	194
Biyoaktivatör			238	239	192	223	
IR75	Kontrol		240	286	189	238	254 ab
	Biyoaktivatör		265	321	220	269	
IR100	Kontrol		240	295	200	245	255 a
	Biyoaktivatör		265	320	211	265	
IR125	Kontrol		213	274	175	221	238 b
	Biyoaktivatör		253	310	200	254	
Ay Ort.			240 b	283 a	193 c		
Uygulama Ort.			Kontrol			225 b	
			Biyoaktivatör			253 a	
LSD ay*** = 14.22			LSD sul*** = 16.42			LSD uyg*** = 11.61	

Çizelge 4.51. devamı

Zn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	12.7	10.9	12.1	11.9	12.1 c
		Biyoaktivatör	13.9	11.2	11.9	12.3	
	IR75	Kontrol	13.9	12.8	13.2	13.3	13.7 a
		Biyoaktivatör	15.1	13.3	14.3	14.2	
	IR100	Kontrol	14.0	13.4	12.9	13.4	13.8 a
		Biyoaktivatör	15.0	14.0	13.5	14.1	
	IR125	Kontrol	13.6	12.2	12.8	12.8	12.9 b
		Biyoaktivatör	14.3	12.3	12.1	12.9	
	Ay Ort.			14.1 a	12.5 b	12.9 b	
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>		12.9 b		
			<i>Biyoaktivatör</i>		13.4 a		
LSD ay*** = 0.47			LSD uyg*** = 0.39		LSD sul*** = 0.55		

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının yaprakta mikro besin elementlerinin tümünde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar Cu, Mn ve Zn için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, Fe için önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen yaprakların mikro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar Fe ve Cu’de istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, Mn ve Zn’de önemsiz bulunmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Ayrıca, sulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar Fe için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, diğer mikro elementler için önemsiz bulunmuştur.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Fe konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Fe konsantrasyonu IR50 (92.9 ppm), en düşük Fe konsantrasyonu IR100 uygulamasından (79.1 ppm) elde

edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 3.0 ppm daha yüksek Fe konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Fe konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde K50 konusundan hasat edilen yapraklardan 129.8 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Cu konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Cu konsantrasyonu IR100 (5.40 ppm), en düşük Cu konsantrasyonu IR50 uygulamasından (4.98 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 0.52 ppm daha yüksek Cu konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Cu konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Cu konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC100 konusundan hasat edilen yapraklardan 6.94 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Mn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mn konsantrasyonu IR100 (255 ppm), en düşük Mn konsantrasyonu IR50 uygulamasından (209 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 28 ppm daha yüksek Mn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Mn konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde KC75 konusundan hasat edilen yapraklardan 321 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Zn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Zn konsantrasyonu IR100 (13.8 ppm), en düşük Zn konsantrasyonu IR50 uygulamasından (12.1 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara göre 0.5 ppm daha yüksek Zn

konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Zn konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC75 konusundan hasat edilen yapraklardan 15.1 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, % 50 düzeyinde kısıntılı sulama ve aşırı sulamanın Cu, Mn, ve Zn konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz etkilemesi dikkat çekmiştir. Fe konsantrasyonunda birinci deneme yılında en yüksek değer IR125, ikinci deneme yılında IR50 uygulamasından elde edilmiştir. IR50 uygulamasından sonra su miktarında meydana gelen artışlar IR125 uygulaması hariç diğer konularda Fe konsantrasyonunda azalmalara yol açmıştır. Aşırı su stresinin bitkilerde besin elementi konsantrasyonları üzerinde farklı etkileri vardır. Örneğin, yüksek toprak nem koşullarında ferrik formların daha indirgenmiş ve çözülebilir demir formlarına dönüşerek, demir konsantrasyonlarını arttırdığı belirlenmiştir (Ponnamperuma, 1972). Aşırı su stresi koşullarında buğday (Trought ve Drew, 1980), pamuk ve diğer bazı bitkiler (Rashid, 1993) dahil olmak üzere birçok bitkide Fe konsantrasyonlarının arttığı bildirilmiştir. Öte yandan, Sardans ve ark (2008), kuraklığın köklerde Fe konsantrasyonlarını arttırdığını bildirmiştir. Bitki köklerinin suyu ve besin maddelerini alma potansiyeli, su eksikliğinin çok hissedildiği bitkilerde, besin elementi talebinde düşmesi nedeniyle genellikle azalır. Kökler toprakta bulunan başlıca nem sensörleridir, bu da bitkilerin çeşitli organlarında gözlenen fizyolojik ve biyokimyasal bozulmaların ve büyümedeki düşüşün genel olarak bitki beslenmesi ve su ilişkilerinde meydana gelen değişikliklerle bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Pessaraki, 1999). Ek olarak, Hu ve Schmidhalter (2005), yaptıkları çalışmada, difüzyon yoluyla mikro besin taşınımının çoğu topraktan köklere doğru ilerlediğini ve toprakta düşük su içeriğinin, besin maddelerinin alımı ve emilimini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Ancak, bitkilerin fizyolojik açıdan makro besinlere kıyasla mikro besin elementlerine daha düşük konsantrasyonlarda ihtiyaç duymasından dolayı mikro besin elementi ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıda

kaldığı belirlenmiştir. Örneğin, Khan ve ark (2004), Zn' nin bitki-su ilişkileri ile birlikte stoma iletkenliğini düzenleyebileceğini belirtirken, Grewal ve Williams (2000), Zn gübrelenmesinin erken vejetatif evrede yapılması durumunda su eksikliği koşulları ve aşırı su stresi ile başa çıkılabileceğini bildirmiştir. Ayrıca, Hu ve Schmidhalter (2005), topraktaki düşük su içeriğinin, Mn eksikliğine de neden olabileceğini ve Mn'in nemli toprak koşullarında daha fazla indirgenip çözünür forma dönüşebileceğini saptamışlardır. Bitki köklerinin suyu ve besin maddelerini alma potansiyeli, su eksikliğinin çok hissedildiği bitkilerde, besin elementi talebinde düşmesi nedeniyle genellikle azalır. Tanaka ve ark (1969), ise bitkilerin genellikle uzun süreli aşırı su stresi koşulları altında Cu konsantrasyonunun artma, Zn konsantrasyonunun azalma eğiliminde olduğunu bildirilmişlerdir.

Biyoaktivatör kullanımının her iki deneme yılında da Fe hariç diğer mikro elementler üzerinde önemli farklar yarattıkları belirlenmiştir. Biyoaktivatörler, genelde, çok düşük dozlarda bile uygulandığında besin elementi alımını teşvik ettiğinden (Battacharyya ve ark, 2015) dolayı kök hacmini artırarak topraktan daha fazla bitki besin elementi alımını teşvik ettiği düşünülmektedir. Yapısında farklı konsantrasyonlarda mineral içerebilmelerine rağmen, biyoaktivatörler tek başlarına bitkilerin istediği tüm mikro elementleri istenilen miktarda sağlayamamaktadır (Schmidt ve ark, 2003). Ek olarak, asıl yararı bitki köklerinin (Vernieri ve ark, 2005) ve yapraklarının (Mancuso ve ark, 2006) besin elementi alımını teşvik etmektir. Çeşitli biyoaktivatörlerin, çok sayıda bitki için besin alımında önemli rol oynayan genlerin düzenlenmesinde payı olduğu birçok çalışmada vurgulanmıştır (Crouch ve ark, 1990; Turan ve Köse, 2004; Krouk ve ark, 2010; Castaings ve ark, 2011; Billard ve ark, 2013).

'Kabarla' çeşidinde birinci ve ikinci deneme yılı yaprakların mikro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, yaprakların Fe konsantrasyonları birinci deneme yılında 45.1 – 126.4 ppm, ikinci deneme yılında 54.2 – 129.8 ppm arasında değişkenlik göstermiş olup, hem Mills ve Jones (1996), hem de Jones ve ark (2001), tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerleri içerisinde çoğunlukla yer

aldığı saptanmıştır. Ayrıca, May ve Pritts (1990), çilek yapraklarının Fe içeriğinin 70 – 250 ppm, Seferoğlu ve Kaptan (2010), 110 – 265 ppm arasında olduğunu bildirmişlerdir.

İncelenen yaprakların Cu konsantrasyonları birinci deneme yılında 3.82 - 8.38 ppm, ikinci deneme yılında 4.22 - 6.94 ppm arasında değişmiş olup, hem Mills ve Jones (1996), hem de Jones ve ark (2001), tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerlerinin (6 – 50 pm) özellikle Nisan ve Mayıs aylarında altında olarak sezon boyunca çoğunlukla yetersiz düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle, 'Kabarla' çeşidinin Cu'ya karşı duyarlı olduğu düşünülmektedir ve daha yüksek oranlarda Cu'lu gübreler uygulanması önerilmektedir.

İncelenen yaprakların Mn konsantrasyonları birinci deneme yılında 175 – 326 ppm, ikinci deneme yılında 159 – 321 ppm arasında değişkenlik göstererek Mills ve Jones (1996)'un belirlediği sınır değerlerinin içerisinde yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Jones ve ark (2001), yaptıkları çalışmada tam çiçeklenme döneminde, gelişmesini tamamlamış genç çilek yapraklarının Mn konsantrasyonlarının 50 – 200 ppm arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Ersoy ve Demirsoy (2006), çilek yapraklarının Mn konsantrasyonlarının 36.3 – 101.8 ppm, Seferoğlu ve Kaptan (2010), 11 – 137 ppm olarak belirlemişlerdir. Ulrich ve ark (1980)'na göre çilek yapraklarında Mn konsantrasyonlarının 25 ppm'in altına düştüğü koşullarda, eksiklik belirtileri gözlemlendiğini saptamışlardır. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde ve yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen yaprakların Zn konsantrasyonları birinci deneme yılında 12.1 – 18.3 ppm, ikinci deneme yılında 10.9 – 15.1 ppm arasında değişkenlik göstermiş olup, hem Mills ve Jones (1996) hem de Jones ve ark (2001), tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerlerinin (20 - 200 ppm) altında olarak sezon boyunca yetersiz düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Ek olarak, May ve Pritts (1990), çilek yapraklarının Zn konsantrasyonlarının 20 – 50 ppm, Seferoğlu ve Kaptan (2010),

27 – 74 ppm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ulrich ve ark (1980)'na göre çilek yapraklarında Zn konsantrasyonlarının 20 ppm'in altına düştüğü koşullarda, eksiklik belirtileri gözlemlendiğini saptamışlardır. Bu nedenle, 'Kabarla' çeşidinin Zn'ye karşı duyarlı olduğu belirlenmiş olup daha yüksek oranlarda Zn'li gübre programlarının uygulanması önerilmektedir.

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. 'Rubygem' çeşidi ilk yıl ortalama 70.8 ppm Fe, 4.84 ppm Cu, 260 ppm Mn ve 15.9 ppm Zn konsantrasyonuna sahip yapraklar üretirken, ikinci deneme yılında 97.9 ppm Fe, 4.64 ppm Cu, 244 ppm Mn ve 14.0 ppm Zn konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir. 'Kabarla' çeşidi ilk yıl ortalama 71.4 ppm Fe, 5.45 ppm Cu, 238 ppm Mn ve 14.6 ppm Zn konsantrasyonuna sahip yapraklar üretirken, ikinci yıl 85.8 ppm Fe, 5.14 ppm Cu, 239 ppm Mn ve 13.2 ppm Zn konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir. Her iki deneme yılında da 'Kabarla' çeşidinin 'Rubygem' çeşidine göre daha yüksek konsantrasyonda Cu'ya sahip yapraklar ürettiği saptanmıştır. 'Rubygem' çeşidinin 'Kabarla'ya göre her iki deneme yılında da daha yüksek konsantrasyonlarda Mn ve Zn'ye sahip yapraklar ürettikleri belirlenmiştir. Ancak, her iki çeşidin de Cu ve Zn konsantrasyonları bakımından yetersiz beslendikleri tespit edilmiştir. Fe konsantrasyonları incelendiğinde, birinci deneme yılında 'Kabarla'nın, ikinci deneme yılında 'Rubygem'in daha yüksek konsantrasyona sahip yapraklar ürettikleri belirlenmiştir. Elde edilen bu farklılıklar çilek çeşitlerinin farklı kök ve yaprak yapısına sahip olmalarıyla ilişkilendirilmiştir (Romheld ve Kramer, 1983; Marschner ve ark, 1986a; Marschner ve ark, 1986b; Marschner ve ark, 1987). Özellikle aşırı sulama koşullarında 'Rubygem' çeşidinde Fe yıkanması sonucunda kloroz gözlenirken, 'Kabarla' çeşidinin aşırı sudan kısmen olumlu etkilendiği belirlenmiştir. Bunun en önemli sebebinin, deneme topraklarının kalsiyum içeriğinin (Çizelge 3.2) yüksek olmasından dolayı demir ile antagonist etkileşime girmesi ve sonucunda da demirin toprakta çözünme işleminin, gerekli gübreleme yapılmasına rağmen, kısıtlanmasına bağlı olarak

çeşitlerin verdiği farklı tepkilerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tagliavini ve ark (2004), çilek bitkisinde yaptıkları çalışmalarında, sadece kalsiyumun değil mangan konsantrasyonunda meydana gelen fazlalığın da demir alımını etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Ek olarak, Sardans ve ark (2008), kalsiyum fazlalığının demir alımını olumsuz etkilediğini saptamışlardır. Bitki büyümesine katkıda bulunan çeşitli fizyolojik faktörler arasında, besin elementinin mevcudiyeti hayati bir rol oynar. Bununla birlikte, bu faktörler aynı anda, antagonistik veya sinerjik olarak, besin çözeltisinde, toprakta, bitkide veya bitki köklerinin iyonları aldığı bölgelerde etkileşime girebileceği daha önceki çalışmalarda bildirmiştir (Alam, 1996; Sadiq ve ark, 1997). Alam ve Azmi (1989), alkali topraklarda mevcut Fe konsantrasyonunda ciddi artış tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, birinci deneme yılında ‘Rubygem’de, ikinci deneme yılında , ‘Kabarla’da Ca konsantrasyonları daha fazlayken, Fe konsantrasyonlarının daha düşük olduğu saptanmıştır. Bulduğumuz bu sonuçlar, literatür ile uyum içerisindedir.

4.4.2. Meyvede Bitki Besin Elementi Konsantrasyonları

4.4.2.1. Makro Besin Elementi Konsantrasyonları (%)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında meyvede makro besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg) üzerine etkileri Çizelge 4.52-4.55’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının meyvede makro besin elementlerinden sadece K konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak % 1 düzeyinde farklar oluşturduğu belirlenmiştir. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar N ve K için istatistiksel olarak % 1, Mg’ de % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamalarının P ve Ca konsantrasyonlarında önemli farklar yaratmadığı tespit edilmiştir. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin makro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar N, P ve K için

istatistiksel olarak % 1, Mg için % 5 düzeyinde önemli bulunurken, kalan diğer elementte önemsiz bulunmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar sadece P'de, sulama x uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar sadece Mg'de istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, uygulama ay ve sulama x uygulama etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm makro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.52. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde meyve makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	N (%)	IR50	Kontrol	0.91	0.85	0.88	0.88	0.93
Biyoaktivatör			1.06	0.91	0.97	0.98		
IR75		Kontrol	0.95	0.80	0.90	0.89	0.95	
		Biyoaktivatör	1.07	1.00	0.95	1.01		
IR100		Kontrol	0.93	0.87	0.92	0.91	0.95	
		Biyoaktivatör	1.07	0.95	0.97	1.00		
IR125		Kontrol	0.97	0.86	0.90	0.91	0.96	
		Biyoaktivatör	1.07	0.99	0.95	1.00		
Ay Ort.			1.00 a	0.91 b	0.93 b			
Uygulama Ort.		<i>Kontrol</i>			0.90 b			
		<i>Biyoaktivatör</i>			1.00 a			
LSD ay*** = 0.028				LSD uyg*** = 0.043				
P (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	IR50	Kontrol	0.296	0.269	0.213	0.259	0.264	
		Biyoaktivatör	0.302	0.287	0.218	0.269		
	IR75	Kontrol	0.293	0.277	0.213	0.261	0.251	
		Biyoaktivatör	0.260	0.281	0.181	0.241		
	IR100	Kontrol	0.262	0.231	0.223	0.239	0.247	
		Biyoaktivatör	0.256	0.296	0.239	0.255		
	IR125	Kontrol	0.246	0.248	0.245	0.246	0.246	
		Biyoaktivatör	0.233	0.257	0.250	0.247		
	Ay Ort.			0.269 a	0.264a	0.223 b		
Uygulama Ort.		<i>Kontrol</i>			0.251			
		<i>Biyoaktivatör</i>			0.253			
LSD ay*** = 0.014				LSD sul x ay*** = 0.028				

Çizelge 4.52. devamı

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	K (%)	IR50	Kontrol	1.32	1.77	1.67	1.58	1.61 c
Biyoaktivatör			1.39	1.83	1.70	1.64		
IR75		Kontrol	1.35	1.88	1.67	1.63	1.67 bc	
		Biyoaktivatör	1.46	1.95	1.73	1.71		
IR100		Kontrol	1.51	1.89	1.68	1.69	1.73 b	
		Biyoaktivatör	1.55	1.96	1.76	1.76		
IR125		Kontrol	1.53	1.98	1.85	1.78	1.83 a	
		Biyoaktivatör	1.66	2.00	1.95	1.87		
Ay Ort.			1.47 c	1.91 a	1.75 b			
Uygulama Ort.		Kontrol			1.67 b			
		Biyoaktivatör			1.75 a			
LSD ay*** =0.06		LSD uyg*** = 0.05			LSD sul*** = 0.07			
Ca (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	IR50	Kontrol	0.108	0.110	0.113	0.110	0.112	
		Biyoaktivatör	0.106	0.112	0.122	0.113		
	IR75	Kontrol	0.113	0.104	0.115	0.111	0.111	
		Biyoaktivatör	0.110	0.103	0.114	0.109		
	IR100	Kontrol	0.106	0.099	0.123	0.109	0.110	
		Biyoaktivatör	0.110	0.118	0.109	0.112		
	IR125	Kontrol	0.099	0.106	0.100	0.105	0.104	
		Biyoaktivatör	0.103	0.103	0.110	0.102		
	Ay Ort.			0.106	0.107	0.113		
	Uygulama Ort.		Kontrol			0.108		
			Biyoaktivatör			0.110		
Mg (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	IR50	Kontrol	0.127abc	0.112c-f	0.111def	0.117	0.123	
		Biyoaktivatör	0.129ab	0.126a-d	0.134a	0.130		
	IR75	Kontrol	0.122a-d	0.121a-e	0.113c-f	0.119	0.120	
		Biyoaktivatör	0.126a-d	0.106ef	0.134a	0.122		
	IR100	Kontrol	0.127abc	0.103f	0.123a-d	0.118	0.120	
		Biyoaktivatör	0.126a-d	0.127a-d	0.111def	0.121		
	IR125	Kontrol	0.120a-e	0.112c-f	0.115b-f	0.116	0.118	
		Biyoaktivatör	0.123a-d	0.126a-d	0.112c-f	0.120		
	Ay Ort.			0.125 a	0.117 b	0.119 b		
	Uygulama Ort.		Kontrol			0.117 b		
			Biyoaktivatör			0.123 a		
LSD ay* = 0.005		LSD uyg* = 0.004			LSD sul x uyg x ay*** = 0.008			

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı N konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek N konsantrasyonu IR125 (% 0.96), en düşük N konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.93) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.10 daha yüksek N konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük N konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek N konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC125, RC100 ve RC75 konularından hasat edilen meyvelerden % 1.07 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı P konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek P konsantrasyonu IR50 (% 0.264), en düşük P konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.246) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.002 daha yüksek P konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük P konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek P konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.302 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı K konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek K konsantrasyonu IR125 (% 1.83), en düşük K konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 1.61) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.08 daha yüksek K konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük K konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek K konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC125 konusundan hasat edilen meyvelerden % 2.00 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı Ca konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Ca konsantrasyonu IR50

(% 0.112), en düşük Ca konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.104) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.002 daha yüksek Ca konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Ca konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Ca konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde R100 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.123 ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı Mg konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mg konsantrasyonu IR50 (% 0.123), en düşük Mg konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.118) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.006 daha yüksek Mg konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mg konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Mg konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde RC50 ve RC75 konularından hasat edilen meyvelerden % 0.134 ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.53. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)

N (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		0.83	0.76	0.98	0.86
Biyoaktivatör			0.92	0.86	0.96	0.91	
IR75	Kontrol		0.88	0.85	0.97	0.90	0.91
	Biyoaktivatör		0.91	0.91	0.96	0.93	
IR100	Kontrol		0.87	0.81	0.96	0.88	0.91
	Biyoaktivatör		0.98	0.89	0.96	0.94	
IR125	Kontrol		0.84	0.86	0.95	0.88	0.92
	Biyoaktivatör		1.00	0.92	0.94	0.95	
Ay Ort.			0.90 b	0.86 c	0.96 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.88 b	
			Biyoaktivatör			0.93 a	
LSD ay*** = 0.04			LSD uyg*** = 0.03		LSD uyg x ay*** = 0.05		
P (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	0.254	0.292	0.240	0.261	0.261
Biyoaktivatör		0.261	0.293	0.226	0.260		
IR75	Kontrol	0.285	0.256	0.239	0.260	0.250	
	Biyoaktivatör	0.268	0.255	0.198	0.240		

Çizelge 4.53. devamı

	IR100	Kontrol	0.265	0.258	0.247	0.257	0.248
		Biyoaktivatör	0.258	0.254	0.209	0.240	
	IR125	Kontrol	0.247	0.188	0.252	0.229	0.235
		Biyoaktivatör	0.247	0.284	0.192	0.241	
	Ay Ort.		0.261 a	0.260 a	0.225 b		
	Uygulama Ort.		Kontrol			0.252	
Biyoaktivatör			0.245				
LSD ay*** = 0.017		LSD uyg x ay*** = 0.025					
K (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	1.52	1.99	1.22	1.58	1.66 c
		Biyoaktivatör	1.74	2.05	1.45	1.75	
	IR75	Kontrol	1.97	1.57	1.46	1.67	1.80 bc
		Biyoaktivatör	2.07	1.66	2.08	1.94	
	IR100	Kontrol	2.00	1.90	1.62	1.84	1.87 ab
		Biyoaktivatör	2.14	1.65	1.91	1.90	
	IR125	Kontrol	2.05	1.96	1.64	1.89	1.96 a
		Biyoaktivatör	2.14	1.95	2.00	2.03	
	Ay Ort.		1.95 a	1.84 a	1.67 b		
	Uygulama Ort.		Kontrol			1.74 b	
			Biyoaktivatör			1.90 a	
	LSD ay*** = 0.13		LSD uyg*** = 0.11		LSD sul*** = 0.15		LSD
	uyg x ay* = 0.18		LSD sul x ay*** = 0.26				
Ca (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	ontrol	0.100	0.115	0.124	0.113	0.114
		Biyoaktivatör	0.099	0.122	0.124	0.115	
	IR75	Kontrol	0.103	0.113	0.117	0.111	0.112
		Biyoaktivatör	0.102	0.107	0.133	0.114	
	IR100	Kontrol	0.108	0.104	0.116	0.109	0.114
		Biyoaktivatör	0.108	0.115	0.134	0.119	
	IR125	Kontrol	0.103	0.121	0.126	0.117	0.115
		Biyoaktivatör	0.098	0.122	0.119	0.113	
	Ay Ort.		0.103 c	0.115 b	0.124 a		
	Uygulama Ort.		Kontrol			0.113	
			Biyoaktivatör			0.115	
	LSD ay*** = 0.009						
	Mg (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg
IR50		Kontrol	0.156	0.138	0.137	0.144 b	0.159
		Biyoaktivatör	0.192	0.168	0.164	0.175 a	
IR75		Kontrol	0.162	0.148	0.134	0.148 b	0.149
		Biyoaktivatör	0.173	0.153	0.124	0.150 b	
IR100		Kontrol	0.145	0.135	0.154	0.144 b	0.149
		Biyoaktivatör	0.158	0.176	0.125	0.153 b	
IR125		Kontrol	0.154	0.144	0.145	0.147 b	0.147
		Biyoaktivatör	0.151	0.157	0.129	0.146 b	
Ay Ort.		0.161 a	0.152 a	0.139 b			
Uygulama Ort.		Kontrol			0.146 b		
		Biyoaktivatör			0.156 a		
LSD ay*** = 0.009		LSD uyg*** = 0.007		LSD uyg x ay*** = 0.013		LSD sul x	
uyg* = 0.018							
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının meyvede makro besin elementlerinden sadece K konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak % 1 düzeyinde farklar oluşturduğu belirlenmiştir. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar N, K ve Mg için istatistiksel olarak % 1 önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamalarının P ve Ca konsantrasyonlarında önemli farklar yaratmadığı tespit edilmiştir. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin makro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar tüm makro besin elementleri için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar N, P ve Mg'de istatistiksel olarak % 1, K'da % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar K için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, diğer elementler için önemsiz bulunmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar sadece Mg için istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, diğer elementler için önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar tüm makro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı N konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek N konsantrasyonu IR125 (% 0.92), en düşük N konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 0.89) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.05 daha yüksek N konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük N konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek N konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC125 konusundan hasat edilen meyvelerden % 1.00 ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı P konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek P konsantrasyonu IR50 (% 0.261), en düşük P konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.235) elde

edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.007 daha düşük P konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük P konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek P konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.293 ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı K konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek K konsantrasyonu IR125 (% 1.96), en düşük K konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 1.66) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.16 daha yüksek K konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük K konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek K konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC125 ve RC100 konularından hasat edilen meyvelerden % 2.14 ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı Ca konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Ca konsantrasyonu IR125 (% 0.115), en düşük Ca konsantrasyonu ise IR75 uygulamasından (% 0.112) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.002 daha yüksek Ca konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Ca konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Ca konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde RC100 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.134 ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı Mg konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mg konsantrasyonu IR50 (% 0.159), en düşük Mg konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.147) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.010 daha yüksek Mg

konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mg konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Mg konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.192 ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın meyve N, P, Ca ve Mg konsantrasyonlarında istatistiksel olarak fark yaratmadıkları dikkat çekmiştir. Aşırı sulamanın meyvelerde K konsantrasyonunu her iki deneme yılında da arttırdığı belirlenirken, % 50 düzeyinde kısıntılı sulamanın her iki deneme yılında da en düşük K konsantrasyonlarına neden olduğu saptanmıştır. Kumar ve Dey (2011), sulama uygulamalarının kök bölgesindeki toprak nemini artırarak kök sistemini daha lifli ve aktif hale getirdiğini ve bunun sonucunda da besin maddelerinin daha verimli kullanıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, Vasane ve Katiyar (1984), topraktaki nem miktarı ve kök hacmi arttıkça daha fazla K alımı gerçekleştiğini saptamışlardır. Bununla birlikte bazı çalışmalarda azotun (DaMatta ve ark, 2002: Saneoka ve ark, 2004) ve kalsiyumun (Abdul Jaleel ve ark, 2007) bitkiler üzerindeki su stresini kısmen de olsa azaltabileceği belirtilmiştir. Birçok iklim koşulunda, düşük su içeriği, besin elementlerinin bitki bünyesindeki tüm organlara dağılma mekanizmasını sınırlayan bir etmendir (Mackay ve Barber, 1985a, 1985b). Şenyigit ve ark (2012), elmada farklı sulama sistemlerinin meyvede besin elementi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, toplamda daha fazla sulama suyu verilen iki uygulamanın, diğer iki uygulamaya göre sadece Fe’de önemli bir artışa neden olduğunu tespit ederken, N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn ve Mn’de ise, anlamlı bir fark yaratamadıkları belirlenmiştir. Ancak, Perin ve ark (2019), kontrol koşullarına kıyasla % 30 daha az sulama uygulanan çilek meyvelerinde Ca ve Mn de artış, K’ da ise azalma olduğunu saptamışlardır. Su stresi, terlemeyi azaltıp stomaların kapanmasına neden olur (Silva ve ark, 2004, 2009a). Bu nedenle, köklerden meyvelere besin nakli aynı zamanda terleme hızındaki azalma, aktif taşıyıcıdaki dengesizlik ve membran geçirgenliği ile sınırlıdır, bu da köklerde su ve besin

elementi alım gücünün azalmasına neden olur (Hu ve Schmidhalter, 2005: Hu ve ark, 2007: Farooq ve ark, 2009). Transpirasyon oranı, besin elementlerinin topraktan meyveye aktarılması için çok önemlidir. Bu oran, özellikle Ca gibi ksilemde taşınan elementler için oldukça önemlidir. Ksilemle besin elementi taşınımı, terleme oranı ile doğru orantılıdır (Kacar ve Katkat, 2007: Şenyigit ve ark, 2012).

Biyoaktivatör uygulamalarının her iki yetiştirme döneminde de P ve Ca üzerinde önemli farklar yaratmamasına rağmen, N, K ve Mg konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklar yaratması dikkat çekmiştir. Khan ve ark (2011), ile Sarfaraz ve ark (2011), biyoaktivatör uygulamalarının meyve N konsantrasyonlarını arttırdığını bildirmişlerdir. Biyoaktivatör kullanımının kök hacmini artırarak topraktan daha fazla bitki besin elementi alımını teşvik ettiği düşünülmektedir. Genel olarak, biyoaktivatörler çok düşük dozlarda bile kullanıldığında besin elementi alımını teşvik ettiği bilinmektedir (Battacharyya ve ark, 2015). Biyoaktivatörler, besin alımında önemli rol oynayan genlerin düzenlenmesini etkilemektedir (Krouk ve ark, 2010: Castaings ve ark, 2011). Haider ve ark (2012), biyoaktivatör uygulamalarının patatesten N alımını arttırdığını belirlemişlerdir. Turan ve Köse (2004), ile Mancuso ve ark (2006), biyoaktivatör uygulaması ile üzümde N, P, K ve Mg alımının arttığını gözlemlemişlerdir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci ve ikinci deneme yılı meyvelerin makro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen meyvelerin N konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.85 - 1.07, ikinci deneme yılında % 0.76 - 1.00 arasında değişmiştir. Sharma ve Singh (2008), çalışmalarında meyve N içeriğinin % 0.78 – 1.39 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve N konsantrasyonlarının araştırıldığı başka bir çalışmada elde edilen ortalama N içeriği % 0.89 olarak bulunmuştur (Sharma ve ark, 2006). Yapılan bir diğer çalışmada, 7 farklı çilek çeşidinin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere göre değişim gösterdiğini ve çeşitlerin ortalama N konsantrasyonlarının % 2.26 olduğu saptanmıştır (Daugaard, 2001). Denemede elde edilen değerler,

yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen meyvelerin P konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.181 - 0.302, ikinci deneme yılında % 0.188 - 0.293 arasında değişmiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada çilek meyvelerinin P konsantrasyonlarının % 0.110 - 0.360 arasında değişim gösterdiğini ve ortalamalarının % 0.180 olduğunu bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve P konsantrasyonlarının araştırıldığı başka bir çalışmada elde edilen ortalama P konsantrasyonu % 0.165 olarak bulunmuştur (Sharma ve ark, 2006). Yapılan bir diğer çalışmada, 7 farklı çilek çeşidinin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere göre değişim gösterdiğini ve çeşitlerin ortalama P konsantrasyonlarının % 0.190 olduğu saptanmıştır (Daugaard, 2001). Denemede elde edilen değerlerin, önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

İncelenen meyvelerin K konsantrasyonları birinci deneme yılında % 1.32 - 2.00, ikinci deneme yılında % 1.22 - 2.14 arasında değişmektedir. Sharma ve Singh (2008), çalışmalarında meyve K içeriğinin % 1.43 – 1.84 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada çilek meyvelerinde K konsantrasyonlarının % 0.19 - 0.50 arasında değişim gösterdiğini ve ortalamalarının % 0.34 olduğunu saptamışlardır. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve K konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda elde edilen ortalama K konsantrasyonları % 1.57 (Sharma ve ark, 2006), Capar ve Cunningham (2000), ise % 1.51 olarak bulunmuştur. Yapılan bir diğer çalışmada, 7 farklı çilek çeşidinin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere göre değişim gösterdiğini ve çeşitlerin ortalama K konsantrasyonlarının % 1.55 olduğu saptanmıştır (Daugaard, 2001). Hakala ve ark (2002), potasyumun çilek meyvesi için ana element olduğunu ve meyve K içeriğinin % 1.55 – 2.53 arasında, Tahvonon (1993), % 1.74 – 2.36 olduğunu bildirmişlerdir. Perin ve ark (2019), kontrol koşulları ile kıyaslandığında, IR70 ve IR50 sulama düzeylerinde ‘Camarosa’ çilek çeşidinde meyve K içeriğinin azaldığını ve meyvelerinin K

içeriğinin % 1.36 – 1.50 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Denemede elde edilen değerlerin, yetiştirme dönemi boyunca literatür ile uyum içerisinde olduğu saptanmıştır.

İncelenen meyvelerin Ca konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.099 - 0.123, ikinci deneme yılında % 0.098 - 0.134 arasında değişkenlik göstermiştir. Tahvonen (1993), çilekte meyve Ca içeriğinin % 0.190 – 0.230, Hakala ve ark (2002), % 0.160 – 0.290, Sharma ve Singh (2008), ise % 0.100 – 0.148 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada çilek meyvelerinde Ca konsantrasyonlarının % 0.120 - 0.180 arasında değişim gösterdiğini ve ortalamalarının % 0.150 olduğunu saptamışlardır. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Ca konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda elde edilen ortalama Ca konsantrasyonları % 0.131 (Sharma ve ark, 2006), Capar ve Cunningham (2000), ise % 0.149 olarak bulunmuştur. Yapılan bir diğer çalışmada, 7 farklı çilek çeşidinin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere göre değişim gösterdiğini ve çeşitlerin ortalama Ca konsantrasyonlarının % 0.210 olduğu saptanmıştır (Daugaard, 2001). Perin ve ark (2019), kontrol koşulları ile kıyaslandığında, IR70 sulama düzeyinde ‘Camarosa’ çilek çeşidinin meyve Ca içeriğinin arttığını, IR50’de ise, azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, ‘Camarosa’ meyvelerinin Ca içeriğinin % 0.202 – 0.262 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalardaki değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

İncelenen meyvelerin Mg konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.103 - 0.134, ikinci deneme yılında % 0.124 - 0.192 arasında değişkenlik göstermiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada çilek meyvelerinde Mg konsantrasyonlarının % 0.120 - 0.180 arasında değişim gösterdiğini ve ortalamalarının % 0.140 olduğunu bildirmişlerdir. Tahvonen (1993), meyve Mg içeriğinin % 0.138 - 0.198, Hakala ve ark (2002), ise % 0.110 – 0.230 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Farklı çilek çeşitlerine ait

meyve Mg konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda elde edilen ortalama Mg konsantrasyonları % 0.123 (Capar ve Cunningham, 2000), % 0.179 (Daugaard, 2001) ve % 0.142 (Sharma ve ark, 2006) olarak bulunmuştur. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.54. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde meyve makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)

N (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	0.91	0.84	1.00	0.92
		Biyoaktivatör	1.00	0.87	1.02	0.96	
IR75		Kontrol	0.94	0.87	0.95	0.92	0.94
		Biyoaktivatör	1.01	0.90	0.99	0.97	
IR100		Kontrol	0.94	0.85	0.99	0.93	0.97
		Biyoaktivatör	1.02	0.94	1.11	1.02	
IR125		Kontrol	0.96	0.90	1.04	0.97	0.98
		Biyoaktivatör	0.98	0.91	1.09	1.00	
Ay Ort.			0.97 b	0.89 c	1.02 a		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.93 b	
			Biyoaktivatör			0.99 a	
			LSD ay*** = 0.05			LSD uyg*** = 0.04	
P (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	0.281	0.266	0.232	0.260
		Biyoaktivatör	0.293	0.281	0.264	0.280	
IR75		Kontrol	0.278	0.267	0.244	0.263	0.259
		Biyoaktivatör	0.258	0.264	0.242	0.254	
IR100		Kontrol	0.279	0.278	0.266	0.274	0.249
		Biyoaktivatör	0.225	0.231	0.217	0.224	
IR125		Kontrol	0.236	0.263	0.206	0.235	0.244
		Biyoaktivatör	0.270	0.248	0.238	0.252	
Ay Ort.			0.265 a	0.262 a	0.239 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			0.258	
			Biyoaktivatör			0.253	
			LSD ay* = 0.02			LSD sul x uyg*** = 0.04	
K (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	1.45	2.14	1.94	1.84
		Biyoaktivatör	1.58	2.09	2.10	1.92	
IR75		Kontrol	1.50	2.20	2.05	1.91	1.95 b
		Biyoaktivatör	1.73	2.15	2.09	1.99	
IR100		Kontrol	1.48	2.16	2.00	1.88	1.92 b

Çizelge 4.54 devamı

		Biyoaktivatör	1.63	2.10	2.13	1.96	
	IR125	Kontrol	1.55	2.35	2.22	2.04	2.05 a
		Biyoaktivatör	1.67	2.19	2.30	2.05	
	Ay Ort.		1.57 c	2.17 a	2.10 b		
	Uygulama Ort.		Kontrol			1.92 b	
			Biyoaktivatör			1.98 a	
LSD ay*** = 0.06		LSD uyg* = 0.05		LSD sul*** = 0.07		LSD uyg x ay* = 0.09	
Ca (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	0.109	0.108	0.108	0.109	0.112
		Biyoaktivatör	0.115	0.108	0.124	0.116	
	IR75	Kontrol	0.109	0.102	0.109	0.107	0.109
		Biyoaktivatör	0.107	0.114	0.114	0.112	
	IR100	Kontrol	0.103	0.112	0.112	0.109	0.107
		Biyoaktivatör	0.101	0.103	0.111	0.105	
	IR125	Kontrol	0.112	0.103	0.102	0.106	0.107
		Biyoaktivatör	0.109	0.103	0.113	0.108	
	Ay Ort.		0.108	0.107	0.112		
Uygulama Ort.		Kontrol			0.108		
		Biyoaktivatör			0.110		
Mg (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	0.130	0.121	0.114	0.122	0.124
		Biyoaktivatör	0.131	0.126	0.123	0.127	
	IR75	Kontrol	0.134	0.116	0.109	0.120	0.123
		Biyoaktivatör	0.134	0.126	0.121	0.127	
	IR100	Kontrol	0.123	0.115	0.116	0.118	0.122
		Biyoaktivatör	0.133	0.122	0.124	0.126	
	IR125	Kontrol	0.124	0.113	0.113	0.116	0.117
		Biyoaktivatör	0.123	0.118	0.110	0.117	
	Ay Ort.		0.129 a	0.119 b	0.116 b		
Uygulama Ort.		Kontrol			0.119 b		
		Biyoaktivatör			0.124 a		
LSD ay* = 0.06		LSD uyg* = 0.05					
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının meyvede makro besin elementlerinden sadece K konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak % 1 düzeyinde farklar oluşturduğu belirlenmiştir. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar N için istatistiksel

olarak % 1, K v Mg için % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamalarının P ve Ca konsantrasyonlarında önemli farklar yaratmadığı tespit edilmiştir. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin makro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar N ve K için istatistiksel olarak % 1, P ve Mg için % 5 düzeyinde önemli bulunurken, diğer elementte ise önemsiz bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar sadece K'da istatistiksel olarak % 5, sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar ise, sadece P'de % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, sulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm makro elementler için istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı N konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek N konsantrasyonu IR125 (% 0.98), en düşük N konsantrasyonu IR75 ve IR50 uygulamalarından (% 0.94) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.06 daha yüksek N konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük N konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek N konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC100 konusundan hasat edilen meyvelerden % 1.11 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı P konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek P konsantrasyonu IR50 (% 0.270), en düşük P konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.244) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.005 daha düşük P konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük P konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek P konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.293 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı K konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek K konsantrasyonu IR125 (% 2.05), en düşük K konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 1.88) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.06 daha yüksek K konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük K konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek K konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde K125 konusundan hasat edilen meyvelerden % 2.35 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı Ca konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Ca konsantrasyonu IR50 (% 0.112), en düşük Ca konsantrasyonu IR125 ve IR100 uygulamalarından (% 0.107) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.002 daha yüksek Ca konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Ca konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Ca konsantrasyonu Mayıs ayı içerisinde KC50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.124 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı Mg konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mg konsantrasyonu IR50 (% 0.124), en düşük Mg konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.117) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.005 daha yüksek Mg konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mg konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Mg konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC75 ve K75 konularından hasat edilen meyvelerden % 0.134 ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.55. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde meyve makro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (%)

N (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		0.82	0.90	0.93	0.88
Biyoaktivatör			0.86	0.98	0.97	0.94	
IR75	Kontrol		0.80	0.88	0.96	0.88	0.91
	Biyoaktivatör		0.88	0.96	0.98	0.94	
IR100	Kontrol		0.89	0.87	0.93	0.90	0.91
	Biyoaktivatör		0.92	0.89	0.96	0.93	
IR125	Kontrol		1.00	0.90	0.95	0.95	0.95
	Biyoaktivatör		0.94	0.93	0.96	0.94	
Ay Ort.			0.89 b	0.91 b	0.95 a		
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			0.90 b	
			<i>Biyoaktivatör</i>			0.94 a	
LSD ay*** = 0.03			LSD uyg*** = 0.02			LSD sul x ay*** = 0.06	
P (mg/kg)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		0.260	0.240	0.254	0.251
Biyoaktivatör			0.292	0.226	0.236	0.251	
IR75	Kontrol		0.261	0.230	0.259	0.250	0.238
	Biyoaktivatör		0.238	0.222	0.221	0.227	
IR100	Kontrol		0.259	0.217	0.254	0.243	0.241
	Biyoaktivatör		0.264	0.228	0.225	0.239	
IR125	Kontrol		0.225	0.210	0.241	0.225	0.225
	Biyoaktivatör		0.235	0.209	0.232	0.225	
Ay Ort.			0.254 a	0.223 b	0.240 a		
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			0.242	
			<i>Biyoaktivatör</i>			0.236	
LSD ay*** = 0.02							
K (%)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		1.10	1.85	1.89	1.62
Biyoaktivatör			1.13	1.91	2.25	1.76	
IR75	Kontrol		1.25	2.27	2.23	1.91	2.05 a
	Biyoaktivatör		1.52	2.62	2.43	2.19	
IR100	Kontrol		1.35	2.23	2.21	1.93	2.08 a
	Biyoaktivatör		1.85	2.38	2.44	2.22	
IR125	Kontrol		1.41	2.33	2.23	1.99	2.19 a
	Biyoaktivatör		2.02	2.71	2.44	2.39	
Ay Ort.			1.46 b	2.29 a	2.27 a		
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			1.86 b	
			<i>Biyoaktivatör</i>			2.14 a	
LSD ay*** = 0.15			LSD uyg*** = 0.12			LSD sul*** = 0.17	

Çizelge 4.55. devamı

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	Ca (%)	IR50	Kontrol	0.117	0.126	0.137	0.127	0.122
Biyoaktivatör			0.105	0.117	0.131	0.118		
IR75		Kontrol	0.114	0.115	0.090	0.106	0.115	
		Biyoaktivatör	0.107	0.141	0.125	0.124		
IR100		Kontrol	0.114	0.103	0.108	0.108	0.113	
		Biyoaktivatör	0.095	0.126	0.132	0.118		
IR125		Kontrol	0.120	0.112	0.101	0.111	0.111	
		Biyoaktivatör	0.100	0.120	0.116	0.112		
Ay Ort.			0.109	0.120	0.117			
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			0.113		
			<i>Biyoaktivatör</i>			0.118		
LSD uyg x ay* =0.02								
Mg (%)		Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
		IR50	Kontrol	0.159	0.133	0.120	0.137	0.141
	Biyoaktivatör		0.150	0.148	0.138	0.145		
	IR75	Kontrol	0.173	0.148	0.121	0.147	0.143	
		Biyoaktivatör	0.150	0.150	0.120	0.140		
	IR100	Kontrol	0.154	0.150	0.124	0.143	0.147	
		Biyoaktivatör	0.154	0.150	0.152	0.151		
	IR125	Kontrol	0.156	0.130	0.115	0.134	0.137	
		Biyoaktivatör	0.156	0.149	0.115	0.140		
	Ay Ort.			0.156 a	0.145 b	0.126 c		
	Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			0.140	
				<i>Biyoaktivatör</i>			0.144	
	LSD ay*** = 0.010							
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının meyvede makro besin elementlerinden sadece K konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak % 1 düzeyinde farklar oluşturduğu belirlenmiştir. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar N ve K için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, kalan diğer elementler için önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin makro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar Ca hariç diğer elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli

bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar sadece Ca'da istatistiksel olarak % 5, sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar sadece N'de % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm makro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı N konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek N konsantrasyonu IR125 (% 0.95), en düşük N konsantrasyonu diğer uygulamalardan eşit olarak (% 0.91) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.04 daha yüksek N konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük N konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek N konsantrasyonu Mart ayı içerisinde K125 konusundan hasat edilen meyvelerden % 1.00 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı P konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek P konsantrasyonu IR50 (% 0.251), en düşük P konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.225) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.006 daha düşük P konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük P konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek P konsantrasyonu Mart ayı içerisinde KC50 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.292 ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı K konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek K konsantrasyonu IR125 (% 2.19), en düşük K konsantrasyonu IR50 uygulamasından (% 1.69) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.28 daha yüksek K konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük K konsantrasyonu

Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek K konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde KC125 konusundan hasat edilen meyvelerden % 2.71 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Ca konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Ca konsantrasyonu IR50 (% 0.122), en düşük Ca konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.111) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.005 daha yüksek Ca konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Ca konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Ca konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde KC75 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.141 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Mg konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mg konsantrasyonu IR100 (% 0.147), en düşük Mg konsantrasyonu IR125 uygulamasından (% 0.137) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre % 0.005 daha yüksek Mg konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mg konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Mg konsantrasyonu Mart ayı içerisinde K75 konusundan hasat edilen meyvelerden % 0.173 ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın meyve N, P, Ca ve Mg konsantrasyonlarında istatistiksel olarak fark yaratmadıkları dikkat çekmiştir. Aşırı sulamanın meyvelerde K konsantrasyonunu her iki deneme yılında da arttırdığı belirlenirken, % 50 düzeyinde kısıntılı sulamanın her iki deneme yılında da en düşük K konsantrasyonlarına neden olduğu saptanmıştır. Kumar ve Dey (2011), sulama suyu sayesinde kök bölgesindeki toprak su oranının artması ile birlikte köklerin daha geniş ve aktif hale gelerek besin maddelerinin bulunmasının daha

kolay olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Vasane ve Katiyar (1984), topraktaki nem miktarı ve kök hacmi arttıkça K alım oranının da arttığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte bazı çalışmalarda azot (DaMatta ve ark, 2002; Saneoka ve ark, 2004) ve kalsiyumun (Abdul Jaleel ve ark, 2007) bitkiler üzerinde su stresine dayanımı arttırabileceğini belirtilmiştir. Düşük konsantrasyonlarda besin elementi varlığı, su eksikliği koşullarında bitkilerde genellikle gözlemlenebilen (Şenyigit ve ark, 2012) ve bitki gelişimini engelleyen en önemli faktörlerden biridir. Farklı iklim şartları altında, düşük su varlığı besin elementlerinin bitki bünyesindeki tüm organlara dağılmasını engellemektedir (Mackay ve Barber, 1985a, 1985b). Şenyigit ve ark (2012), elmada farklı sulama sistemlerinin meyve besin elementi konsantrasyonlarına etkilerini inceledikleri çalışmalarında, daha fazla sulama uygulanan bitkilerin, diğer iki uygulamaya göre sadece Fe'de önemli bir artışa neden olduğunu tespit ederken, N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn ve Mn'de önemli farklar yaratmadıkları belirlenmiştir. Ancak, Perin ve ark (2019), kontroller ile karşılaştırıldığında, % 30 daha az sulama sulu verilen çilek meyvelerinde Ca ve Mn konsantrasyonlarında artış, K'da azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Su stresi, terlemeyi azaltıp stoma açıklıklarının sınırlanmasına neden olur (Silva ve ark, 2004, 2009a). Bu yüzden, köklerden meyvelere doğru besin taşınımı, terleme hızındaki azalma, aktif taşıyıcıdaki dengesizlik ve membran geçirgenliği ile sınırlanabilir, bunun sonucunda da köklerin su ve besin elementi alım gücü azalmaktadır (Hu ve Schmidhalter, 2005; Hu ve ark, 2007; Farooq ve ark, 2009). Transpirasyon oranı, besin elementlerinin topraktan alınıp meyveye aktarılması sürecinde aktif rol oynar. Bu oran, özellikle Ca gibi ksilemde taşınan elementler için oldukça önemlidir. Nitekim, ksilemle besin elementi taşınımının terleme ile doğru orantılı olduğu daha önceki çalışmalarda belirtilmiştir (Kacar ve Katkat, 2007; Şenyigit ve ark, 2012).

Biyoaktivatör uygulamalarının her iki yetiştirme döneminde de P ve Ca üzerinde önemli farklar yaratmamasına rağmen, N ve K konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklar yaratması dikkat çekmiştir. Mg konsantrasyonları

incelendiğinde, biyoaktivatör uygulamasının birinci deneme yılında önemli değişikliklere neden olurken, ikinci deneme yılında artış kaydedilmesine rağmen, önemli değişikliklere neden olmadığı tespit edilmiştir. Khan ve ark (2011), ve Sarfaraz ve ark (2011), biyoaktivatör uygulamalarının meyve N konsantrasyonlarını yükselttiğini bildirmişlerdir. Çeşitli biyoaktivatörlerin besin alımında önemli rol oynayan genleri düzenlediği belirlenmiştir (Krouk ve ark, 2010; Castaings ve ark, 2011). Örneğin, Haider ve ark (2012), biyoaktivatör uygulamalarının patatesten N alımını, Turan ve Köse (2004), ve Mancuso ve ark (2006), ise üzümde N, P, K ve Mg alımının arttığını tespit etmişlerdir.

'Kabarla' çeşidinde birinci ve ikinci deneme yılı meyvelerin makro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen meyvelerin N konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.84 - 1.11, ikinci deneme yılında % 0.82 - 1.00 arasında değişmiştir. Sharma ve Singh (2008), çalışmalarında meyve N içeriğinin % 0.78 – 1.39 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve N konsantrasyonlarının araştırıldığı başka bir çalışmada elde edilen ortalama N içeriği % 0.89 olarak bulunmuştur (Sharma ve ark, 2006). Yapılan bir diğer çalışmada, 7 farklı çilek çeşidinin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere göre değişim gösterdiğini ve çeşitlerin ortalama N konsantrasyonlarının % 2.26 olduğu saptanmıştır (Daugaard, 2001). Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen meyvelerin P konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.206 - 0.293, ikinci deneme yılında % 0.209 - 0.292 arasında değişmiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada çilek meyvelerinin P konsantrasyonlarının % 0.110 - 0.360 arasında değişim gösterdiğini ve ortalamalarının % 0.180 olduğunu bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve P konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda elde edilen ortalama P içeriğinin % 0.165 (Sharma ve ark, 2006), bir diğerinde, 7 farklı çilek çeşidinin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere göre değişim gösterdiğini ve

çeşitlerin ortalama P konsantrasyonlarının % 0.190 olduğu saptanmıştır (Daugaard, 2001). Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca literatür ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

İncelenen meyvelerin K konsantrasyonları birinci deneme yılında % 1.45 - 2.35, ikinci deneme yılında % 1.10 - 2.71 arasında değişmektedir. Sharma ve Singh (2008), çalışmalarında meyve K içeriğinin % 1.43 – 1.84 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada çilek meyvelerinde K konsantrasyonlarının % 0.19 - 0.50 arasında değişim gösterdiğini ve ortalamalarının % 0.34 olduğunu saptamışlardır. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve K konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda elde edilen ortalama K konsantrasyonları % 1.57 (Sharma ve ark, 2006), Capar ve Cunningham (2000), % 1.51 olarak bulunmuştur. Yapılan bir diğer çalışmada, 7 farklı çilek çeşidinin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere göre değişim gösterdiğini ve çeşitlerin ortalama K konsantrasyonlarının % 1.55 olduğu saptanmıştır (Daugaard, 2001). Hakala ve ark (2002), potasyumun çilek meyvesi için ana element olduğunu ve meyve K konsantrasyonlarının % 1.55 – 2.53 arasında, Tahvonen (1993), % 1.74 – 2.36 olduğunu bildirmişlerdir. Perin ve ark (2019), kontrol koşulları ile kıyaslandığında, IR 70 ve IR 50 sulama düzeylerinde ‘Camarosa’ çilek çeşidinde meyve K içeriğinin azaldığını ve meyvelerinin K içeriğinin % 1.36 – 1.50 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu saptanmıştır.

İncelenen meyvelerin Ca konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.101 - 0.124, ikinci deneme yılında % 0.095 - 0.141 arasında değişkenlik göstermiştir. Tahvonen (1993), çilekte meyve Ca içeriğinin % 0.190 – 0.230, Hakala ve ark (2002), % 0.160 – 0.290, Sharma ve Singh (2008), % 0.100 – 0.148 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada çilek meyvelerinde Ca konsantrasyonlarının % 0.120 - 0.180 arasında değişim gösterdiğini ve ortalamalarının % 0.150 olduğunu

saptamışlardır. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Ca konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda elde edilen ortalama Ca konsantrasyonları % 0.131 (Sharma ve ark, 2006), Capar ve Cunningham (2000), % 0.149 olarak bulunmuştur. Yapılan bir diğer çalışmada, 7 farklı çilek çeşidinin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere göre değişim gösterdiğini ve çeşitlerin ortalama Ca konsantrasyonlarının % 0.210 olduğu saptanmıştır (Daugaard, 2001). Perin ve ark (2019), kontrol koşulları ile kıyaslandığında, IR 70 sulama düzeyinde ‘Camarosa’ çilek çeşidinin meyve Ca konsantrasyonunun arttığını, IR 50’de azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, ‘Camarosa’ meyvelerinin Ca konsantrasyonunun % 0.202 – 0.262 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalardaki değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

İncelenen meyvelerin Mg konsantrasyonları birinci deneme yılında % 0.109 - 0.134, ikinci deneme yılında % 0.115 - 0.173 arasında değişkenlik göstermiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada çilek meyvelerinde Mg konsantrasyonlarının % 0.120 - 0.180 arasında değişim gösterdiğini ve ortalamalarının % 0.140 olduğunu bildirmişlerdir. Tahvonen (1993), meyve Mg içeriğinin % 0.138 - 0.198, Hakala ve ark (2002), % 0.110 – 0.230 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Mg konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda elde edilen ortalama Mg konsantrasyonları % 0.123 (Capar ve Cunningham, 2000), % 0.179 (Daugaard, 2001) ve % 0.142 (Sharma ve ark, 2006) olarak bulunmuştur. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Çoğu besin elementinin meyve kalitesine doğrudan ya da dolaylı olarak etkisi olduğu birçok araştırmada vurgulanmıştır (Yoshida ve ark, 1991: Nestby ve ark, 2005: Tagliavini ve ark, 2005: Sharma ve Singh, 2008). Önemli olan nokta ise, en kaliteli meyveleri üretebilmek için her bir elementin kritik ve en uygun seviyeleri ile birlikte bu elementlerin birbirleri ile olan etkileşimlerinin de iyi

bilinmesi gerekmektedir (Tagliavini ve ark, 2000b; Nestby ve ark, 2005). Azot, meyveler tarafından özellikle olgunlaşma döneminde çok gereksinim duyulan besin elementidir (Tagliavini ve ark, 2005). Ayrıca, azotun çilekte meyve büyüklüğünü arttırdığına dair birçok çalışma mevcuttur (Yoshida ve ark, 1991; Nestby ve ark, 2005). Gariglio ve ark (2000), N gübrelemesi ile meyve sayısı ile birlikte verimin de arttığını bildirmişlerdir. Nestby ve ark (2005), meyve kalitesi (meyve et sertliği, büyüklük, şeker içeriği, aroma ve renk) ile en çok ilişkili besin elementinin N olduğunu saptamışlardır. Lamarre ve Lareau (1997), magnezyum uygulamalarının meyve büyüklüğünü arttırdığını belirlerken, Ulrich ve ark (1980), P eksikliğinde normallerden daha küçük meyveler oluştuğunu bulmuşlardır. Ayrıca, P'nin meyve olgunlaşma döneminde yapraktan meyvelere doğru hareketlenen besin elementlerinden biri olduğu bilinmektedir (Tagliavini ve ark, 2005). Meyveler için potasyum oldukça arzu edilen bir besin elementidir (Tagliavini ve ark, 2005). Miner ve ark (1997), 'Chandler' çeşidinde K gübrelemesinin meyve sertliği, pH, titre edilebilir asit miktarı ve SÇKM üzerinde herhangi bir etkisine rastlanılmadığını, Pivot ve Gillioz (2001), topraksız kültürde yaptıkları çalışmada fazla miktarda alınan K'nın şeker içeriğini düşürerek meyve kalitesini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ca, bitki metabolizmasını düzenleyen en önemli besin elementlerinden biridir (Sharma ve Singh, 2008) ve çeşitli fizyolojik bozuklukları önlemektedir (Bangerth, 1979; Sharma ve Singh, 2008). Ek olarak, meyvelerin olgunlaşma süresini geciktirerek (Ferguson, 1984) raf ömrünü uzattığı bilinmektedir. Ancak, yüksek Ca gübrelemesi düşük meyve asidine ve şekil bozukluğuna neden olur (Raynal ve Carmentran, 2001). Kaya ve ark (2002), çileklerde yüksek Ca gübrelemesiyle birlikte büyümenin, verimin ve meyve boyutunun azaldığını saptamışlardır. Nestby ve ark (2005), Ca gübrelemesi ile birlikte meyve et sertliğinde artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ek olarak, Küçükyumuk ve ark (2015), yaptıkları çalışmada özellikle meyvelerde besin elementlerinin floem ile taşındığı için meyvelerin K ve Mg konsantrasyonlarının, Ca konsantrasyonlarından daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama % 0.95 N, 0.252 P, 1.71 K, 0.109 Ca ve 0.120 Mg konsantrasyonuna sahip meyveler üretirken, ikinci deneme yılında % 0.91 N, 0.249 P, 1.82 K, 0.114 Ca ve 0.151 Mg konsantrasyonuna sahip meyveler üretmiştir. ‘Kabarla’ çeşidi ilk yıl ortalama % 0.96 N, 0.256 P, 1.95 K, 0.109 Ca ve 0.122 Mg konsantrasyonuna sahip meyveler üretirken, ikinci yıl % 0.92 N, 0.239 P, 2.07 K, 0.116 Ca ve 0.142 Mg konsantrasyonuna sahip meyveler üretmiştir. Her iki deneme yılında da ‘Kabarla’ çeşidinin ‘Rubygem’ çeşidine göre daha yüksek konsantrasyonda N ve K’ya sahip meyveler ürettiği saptanmıştır. P ve Mg konsantrasyonları incelendiğinde, birinci deneme yılında ‘Kabarla’nın, ikinci deneme yılında ‘Rubygem’in daha yüksek konsantrasyona sahip meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Ca konsantrasyonları incelendiğinde, birinci deneme yılında her iki çeşidin de eşit konsantrasyondan meyveler ürettikleri belirlenirken, ikinci deneme yılında ‘Kabarla’ çeşidinin daha yüksek konsantrasyonda meyveler ürettikleri saptanmıştır. Selvaraj ve ark (1976), ile Hakala ve ark (2003), çilek çeşitlerinin K, Ca ve Mg açısından çok değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Erdal ve ark (2004), tarafından yapılan bir çalışmada, ‘Addie’, ‘Dorit’ ve ‘Camarosa’ çeşitlerinin P, Ca, Mg, K konsantrasyonları ile çilek çeşitleri arasında istatistiksel anlamda önemli ayrımların olduğu belirlenirken, başka bir çalışmada da bu besin elementlerinin meyvedeki miktarlarının çeşitlere bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir (Sharma ve ark, 2006). Daugaard (2001), ve Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda, çileğin besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere bağlı olarak önemli oranda değiştiğini saptamışlardır. Ek olarak, Hakala ve ark (2003), dondurulmuş 4 çilek çeşidi meyvesinin besin elementi konsantrasyonlarını araştırdıkları çalışmalarının sonucunda, meyve besin elementi düzeylerinin, diğer faktörlerden öte, çeşit farklılığından etkilendiğini ortaya koymuştur. Bu durum, aynı ortamda yetiştirilen çilek çeşitlerinin ortamda mevcut olan veya gübrelemeyle eklenen besin

elementlerinden farklı düzeylerde yararlandığının bir göstergesidir (Clark ve Gross, 1986: Marschner, 1995: Erdal ve ark, 2004: Kacar ve Katkat, 2007: Geçer ve Yılmaz, 2012). Benzer sonuçlar değişik bitkilerle çalışan farklı araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Fallahi ve ark, 2001: Erdal ve ark, 2008: Küçükyumuk ve Erdal, 2009).

4.4.2.2. Mikro Besin Elementi Konsantrasyonları (ppm)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında meyvede mikro besin elementleri (Fe, Cu, Mn, Zn) üzerine etkileri Çizelge 4.56-4.59’da gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının meyvede Fe ve Zn konsantrasyonlarında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, kalan diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar Fe için istatistiksel olarak % 1, Cu ve Zn için % 5 düzeyinde önemli bulunurken, Mn için ise, önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin mikro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar Zn’de istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x ay, sulama x uygulama ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.56. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm)

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	Fe (ppm)	IR50	Kontrol	42.3	48.0	42.3	45.4	47.6 a
Biyoaktivatör			49.9	52.8	46.4	49.7		
IR75		Kontrol	42.1	45.9	40.1	42.7	44.3 b	
		Biyoaktivatör	45.7	48.0	43.9	45.9		
IR100		Kontrol	38.2	40.1	36.2	38.2	39.0 c	
		Biyoaktivatör	39.3	42.3	37.8	39.8		
IR125		Kontrol	36.5	36.3	34.6	35.8	36.9 c	
		Biyoaktivatör	38.5	39.1	36.7	38.1		
Ay Ort.			42.0 b	44.1 a	39.7 c			
Uygulama Ort.			Kontrol			40.5 b		
			Biyoaktivatör			43.4 a		
LSD ay*** = 2.05			LSD uyg*** = 1.68			LSD sul*** = 2.37		
Cu (ppm)		IR50	Kontrol	2.60	2.33	2.41	2.45	2.46
			Biyoaktivatör	2.65	2.35	2.44	2.48	
	IR75	Kontrol	2.63	2.35	2.39	2.46	2.54	
		Biyoaktivatör	2.80	2.48	2.57	2.62		
	IR100	Kontrol	2.59	2.27	2.60	2.49	2.59	
		Biyoaktivatör	2.91	2.45	2.73	2.70		
	IR125	Kontrol	2.60	2.30	2.64	2.52	2.61	
		Biyoaktivatör	2.95	2.43	2.71	2.69		
	Ay Ort.			2.72 a	2.37 c	2.56 b		
	Uygulama Ort.			Kontrol			2.48 b	
				Biyoaktivatör			2.62 a	
	LSD ay*** = 0.14			LSD uyg* = 0.11				
	Mn (ppm)	IR50	Kontrol	53.6	44.1	36.3	44.7	45.7
			Biyoaktivatör	55.5	46.1	38.4	46.7	
IR75		Kontrol	47.1	44.6	35.1	42.2	43.3	
		Biyoaktivatör	52.7	41.9	38.3	44.3		
IR100		Kontrol	52.4	45.8	35.9	44.7	43.8	
		Biyoaktivatör	50.4	40.8	37.7	42.9		
IR125		Kontrol	49.5	44.2	35.3	43.0	42.8	
		Biyoaktivatör	51.2	41.0	35.4	42.5		
Ay Ort.			51.6 a	43.6 b	36.6 c			
Uygulama Ort.			Kontrol			43.7		
			Biyoaktivatör			44.1		
LSD ay*** = 1.99								

Çizelge 4.56. devamı

Zn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	9.09	6.15	5.72	6.99
		Biyoaktivatör	10.3	8.60	7.75	8.88	
IR75		Kontrol	8.94	5.89	5.02	6.62	6.84 b
		Biyoaktivatör	8.25	5.48	7.43	7.04	
IR100		Kontrol	8.52	6.03	5.21	6.59	6.82 b
		Biyoaktivatör	8.07	5.61	7.47	7.05	
IR125		Kontrol	8.06	5.89	5.00	6.31	6.30 b
		Biyoaktivatör	7.77	5.57	5.53	6.29	
Ay Ort.			8.62 a	6.15 b	6.14 b		
Uygulama Ort.			Kontrol			6.63 b	
			Biyoaktivatör			7.32 a	
LSD ay*** = 0.74			LSD uyg* = 0.60	LSD sul*** = 0.85	LSD uyg x ay* = 1.04		

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı Fe konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Fe konsantrasyonu IR50 (47.6 ppm), en düşük Fe konsantrasyonu IR100 uygulamasından (39.0 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 2.9 ppm daha yüksek Fe konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Fe konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 52.8 ppm ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı Cu konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Cu konsantrasyonu IR 125 (2.61 ppm), en düşük Cu konsantrasyonu IR50 uygulamasından (2.46 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.14 ppm daha yüksek Cu konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Cu konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir.

En yüksek Cu konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC125 konusundan hasat edilen meyvelerden 2.95 ppm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı Mn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mn konsantrasyonu IR50 (45.7 ppm), en düşük Mn konsantrasyonu IR125 uygulamasından (42.8 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.4 ppm daha yüksek Mn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Mn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 55.5 ppm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı Zn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Zn konsantrasyonu IR50 (7.93 ppm), en düşük Zn konsantrasyonu ise IR125 uygulamasından (6.30 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.69 ppm daha yüksek Zn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Zn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 10.3 ppm ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.57. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde meyve mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm)

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	Fe (ppm)	IR50	Kontrol	41.0	46.7	45.1	44.3	45.9 a
Biyoaktivatör			47.2	48.1	47.1	47.5		
IR75		Kontrol	39.6	44.1	41.0	41.6	42.6 ab	
		Biyoaktivatör	42.7	46.9	41.2	43.6		
IR100		Kontrol	34.4	39.7	39.4	37.8	39.6 bc	
		Biyoaktivatör	43.1	41.3	39.8	41.4		
IR125		Kontrol	34.5	40.3	39.2	37.0	38.0 c	
		Biyoaktivatör	44.6	37.2	35.1	39.0		
Ay Ort.			40.5	43.1	41.0			
Uygulama Ort.			Kontrol			40.2 b		
			Biyoaktivatör			42.9 a		
LSD uyg* = 2.63			LSD sul*** = 3.72		LSD uyg x ay* = 4.56			
Cu (ppm)		IR50	Kontrol	3.06	2.04	1.72	2.28	2.37
			Biyoaktivatör	3.25	2.26	1.90	2.47	
	IR75	Kontrol	3.21	2.16	1.88	2.41	2.43	
		Biyoaktivatör	3.17	2.23	1.96	2.45		
	IR100	Kontrol	2.86	2.22	1.98	2.35	2.39	
		Biyoaktivatör	2.90	2.28	2.13	2.43		
	IR125	Kontrol	2.91	2.28	2.04	2.41	2.44	
		Biyoaktivatör	3.22	2.23	1.96	2.47		
	Ay Ort.			3.07 a	2.21 b	1.94 c		
	Uygulama Ort.			Kontrol			2.36 a	
				Biyoaktivatör			2.46 a	
	LSD ay*** = 0.10			LSD uyg* = 0.08		LSD sul x ay* = 0.21		
	Mn (ppm)	IR50	Kontrol	53.8	47.1	37.4	46.1	46.4
			Biyoaktivatör	54.5	47.5	37.9	46.6	
IR75		Kontrol	58.7	43.4	36.3	46.1	46.2	
		Biyoaktivatör	57.9	44.3	36.9	46.4		
IR100		Kontrol	53.5	41.1	40.4	45.0	44.5	
		Biyoaktivatör	52.6	45.6	33.7	44.0		
IR125		Kontrol	52.7	42.4	35.2	43.4	43.4	
		Biyoaktivatör	53.7	41.5	35.1	43.4		
Ay Ort.			54.7 a	44.1 b	36.6 c			
Uygulama Ort.			Kontrol			45.2		
			Biyoaktivatör			45.1		
LSD ay*** = 2.32								

Çizelge 4.57. devamı

Zn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol		9.32	5.99	6.32	7.21 bc
Biyoaktivatör			9.77	8.27	6.52	8.19 a	
IR75	Kontrol		9.16	6.02	5.83	7.00 bc	7.31 ab
	Biyoaktivatör		9.56	7.20	6.10	7.62 ab	
IR100	Kontrol		9.52	5.93	5.86	7.10 bc	6.97 b
	Biyoaktivatör		8.87	5.60	5.62	6.83 c	
IR125	Kontrol		9.26	5.95	5.21	6.81 c	6.89 b
	Biyoaktivatör		9.70	5.65	5.59	6.98 c	
Ay Ort.			9.40 a	6.38 b	5.88 c		
Uygulama Ort.			Kontrol		7.03 b		
			Biyoaktivatör		7.40 a		
LSD ay*** = 0.38			LSD uyg* = 0.31	LSD sul*** = 0.44	LSD uyg x sul* = 0.62		

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının meyvede Fe ve Zn konsantrasyonlarında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, kalan diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar Fe, Cu ve Zn için istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, Mn için önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin mikro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar Fe hariç diğer tüm mikro elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar Fe'de, sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar Cu'da ve sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar Zn'de istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı Fe konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Fe konsantrasyonu IR50 (45.9 ppm), en düşük Fe konsantrasyonu IR125 uygulamasından (38.0 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol

bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 2.7 ppm daha yüksek Fe konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Fe konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 48.1 ppm ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı Cu konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Cu konsantrasyonu IR125 (2.44 ppm), en düşük Cu konsantrasyonu IR50 uygulamasından (2.37 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.10 ppm daha yüksek Cu konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Cu konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Cu konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 3.25 ppm ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı Mn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mn konsantrasyonu IR50 (46.4 ppm), en düşük Mn konsantrasyonu IR125 uygulamasından (43.4 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.1 ppm daha düşük Mn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Mn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde R75 konusundan hasat edilen meyvelerden 58.7 ppm ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı Zn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Zn konsantrasyonu IR50 (7.70 ppm), en düşük Zn konsantrasyonu IR125 uygulamasından (6.89 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.37 ppm daha yüksek Zn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en

düşük Zn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 9.77 ppm ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, tüm sulama uygulamalarının istatistiksel anlamda aynı önem grubunda yer alıp, Mn ve Cu konsantrasyonları üzerinde önemli farklar yaratmadıkları saptanmıştır. Fe ve Zn konsantrasyonunda, her iki deneme yılında da su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak en yüksek önem grubunda yer aldığı bulunmuştur. Kısıntılı sulamanın meyvelerin Fe ve Zn konsantrasyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Ek olarak, IR50 uygulamasından sonra su miktarında meydana gelen artışlar Fe ve Zn konsantrasyonlarında azalmalara yol açmıştır. Sardans ve ark (2008), su stresinin köklerde Fe konsantrasyonlarını arttırdığını bulmuşlardır. Zn elementinin, bitki-su ilişkilerini ve stoma iletkenliğini düzenleyebileceğini Khan ve ark (2004), belirtmişlerdir. Grewal ve Williams (2000), erken vejetatif dönemde Zn gübrelemesi ile düşük ve aşırı su stresi ile başa çıkılabileceğini bildirmişlerdir. Mahouachi (2007), su stresinin muz meyvelerinde Fe ve Zn konsantrasyonunu arttırdığını saptamışlardır. Bitkilerin fizyolojik açıdan makro besinlere kıyasla mikro besin elementlerine daha düşük konsantrasyonlarda ihtiyaç duymasından dolayı, su stresinin meyvelerde mikro besin alımı üzerindeki etkileri çok az sayıda araştırmaya konu olmuştur. Örneğin, Awang ve ark (1993), Sato ve ark (2006), ve Keutgen ve Pawelzik (2008), hasat döneminde su stresinin meyve gelişimini engellerken, bazı besin elementi konsantrasyonları ile birlikte meyve kalitesinin artabileceğini bildirmişlerdir. Perin ve ark (2019), kontrol koşullarına kıyasla % 30 ve % 50 düzeyinde daha az sulama suyu verilen çilek meyvelerinde Cu ve Mn konsantrasyonunda önemli farklılıkların olmadığını tespit etmişlerdir. Şenyigit ve ark (2012), elmalarda farklı sulama sistemlerinin besin elementi alımlarına etkilerini inceledikleri çalışmalarında, toplamda daha fazla sulama suyu verilen iki uygulamanın, diğer iki uygulamaya

göre sadece Fe’de önemli bir artışa neden olduğunu tespit ederken, Cu, Zn ve Mn’de ise, anlamlı bir fark yaratamadıkları belirlenmiştir.

Biyoaktivatör uygulamalarının her iki yetiştirme döneminde de Fe, Cu ve Zn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklar yaratması dikkat çekmiştir. Biyoaktivatör kullanımının kök hacmini artırarak topraktan daha fazla bitki besin elementi alımını teşvik ettiği düşünülmektedir. Genel olarak, biyoaktivatörler düşük dozlarda kullanıldığında bile besin elementi alımını teşvik etmektedirler (Battacharyya ve ark, 2015). Bazı biyoaktivatörlerin besin elementi alımında önemli rol oynayan genlerin düzenlenmesini etkilediği bildirilmiştir (Krouk ve ark, 2010; Castaings ve ark, 2011). Örneğin, Turan ve Köse (2004), üzümde biyoaktivatör uygulaması ile bakır alımının arttığını saptamışlardır.

‘Rubygem’ çeşidinde birinci ve ikinci deneme yılı meyvelerin mikro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen meyvelerin Fe konsantrasyonları birinci deneme yılında 34.6 – 52.8 ppm, ikinci deneme yılında 34.4 – 48.1 ppm arasında değişmiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerine ait meyve Fe konsantrasyonlarının 46 – 158 ppm arasında değiştiğini ve ortalamalarının 93 ppm, Capar ve Cunningham (2000), ortalamalarının 41.0 ppm olduğunu bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Fe konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda sırasıyla Tahvonen (1993), 29 – 59 ppm ve Hakala ve ark (2002), 20.1 – 62.3 ppm arasında değişkenlik gösterdiklerini belirlemişlerdir. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen meyvelerin Cu konsantrasyonları birinci deneme yılında 2.27 – 2.95 ppm, ikinci deneme yılında 1.72 – 3.25 ppm arasında değişmiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerine ait meyve Cu konsantrasyonlarının 5 – 19 ppm arasında değiştiğini ve ortalamalarının 12 ppm olduğunu, Jorhem ve Sundström (1993), 2.8 – 5.2 ppm arasında değiştiğini ve ortalamalarının 4.0 ppm olduğunu bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Cu konsantrasyonlarının

araştırıldığı başka bir çalışmada konsantrasyonların 3.70 – 6.80 ppm arasında değiştiği saptanmıştır (Hakala ve ark, 2002). Perin ve ark (2019), su stresinin çilek meyvesi Cu konsantrasyonunda herhangi bir değişikliğe neden olmadığını ve ortalama 3 ppm olduğunu belirlemişlerdir. Denemede elde edilen değerlerin, önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.

İncelenen meyvelerin Mn konsantrasyonları birinci deneme yılında 35.1 – 55.5 ppm, ikinci deneme yılında 33.7 – 58.7 ppm arasında değişmiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerine ait meyve Mn konsantrasyonlarının 15.0 – 264 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Mn konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda sırasıyla Tahvonen (1993), 27 – 65 ppm, Jorhem ve Sundström (1993), 8.2 – 50 ppm ve Hakala ve ark (2002), 11.9 – 71.1 ppm arasında değiştiği saptanmıştır. Perin ve ark (2019), su stresinin çilek meyvesi Mn konsantrasyonunda önemli bir değişikliğe neden olmadığını buldukları çalışmalarında, Mn konsantrasyonlarının 20.4 – 27.2 ppm arasında değiştiğini bulmuşlardır. Denemede elde edilen değerler, çoğunlukla bahsedilen önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen meyvelerin Zn konsantrasyonları birinci deneme yılında 5.0 – 10.3 ppm, ikinci deneme yılında 5.21 – 9.77 ppm arasında değişkenlik göstermişlerdir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerine ait meyve Zn konsantrasyonlarının 9.0 – 25 ppm arasında bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Zn konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda sırasıyla Tahvonen (1993), 11.0– 17.0 ppm, Jorhem ve Sundström (1993), 6.0 – 11.0 ppm ve Hakala ve ark (2002), 7.7 – 15.0 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla literatürle uyum içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.58. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde meyve mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm)

	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	Fe (ppm)	IR50	Kontrol	47.1	50.3	45.1	47.5	49.4 a
Biyoaktivatör			51.1	54.4	48.2	51.3		
IR75		Kontrol	41.2	42.5	39.9	41.2	42.1 bc	
		Biyoaktivatör	42.6	44.9	41.0	42.9		
IR100		Kontrol	40.7	41.6	38.6	40.3	41.1 c	
		Biyoaktivatör	41.7	44.1	39.7	41.9		
IR125		Kontrol	49.5	51.8	45.3	48.9	48.4 ab	
		Biyoaktivatör	46.5	52.5	45.0	48.0		
Ay Ort.			45.1	47.8	42.9			
Uygulama Ort.			Kontrol			44.5		
			Biyoaktivatör			46.0		
LSD sul* = 6.75								
Cu (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	IR50	Kontrol	3.49	2.31	2.56	2.78	2.89	
		Biyoaktivatör	3.60	2.49	2.93	3.00		
	IR75	Kontrol	3.37	2.30	2.41	2.69	2.79	
		Biyoaktivatör	3.70	1.85	3.09	2.88		
	IR100	Kontrol	3.34	2.23	2.18	2.58	2.77	
		Biyoaktivatör	3.54	2.15	3.23	2.97		
	IR125	Kontrol	3.18	2.23	2.35	2.59	2.61	
		Biyoaktivatör	3.22	2.30	2.38	2.63		
	Ay Ort.			3.43 a	2.23 c	2.64 b		
	Uygulama Ort.			Kontrol			2.87 a	
				Biyoaktivatör			2.66 b	
LSD ay*** = 0.21			LSD uyg* = 0.17		LSD uyg x ay* = 0.29			
Mn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.	
	IR50	Kontrol	45.5	40.4	38.8	41.6	40.5	
		Biyoaktivatör	41.0	38.5	39.0	39.5		
	IR75	Kontrol	40.2	38.1	38.1	38.8	39.8	
		Biyoaktivatör	42.3	41.7	38.5	40.8		
	IR100	Kontrol	42.5	43.4	37.8	41.3	40.2	
		Biyoaktivatör	42.8	37.7	37.2	39.2		
	IR125	Kontrol	42.2	35.4	34.6	37.4	38.4	
		Biyoaktivatör	42.4	37.5	38.1	39.3		
	Ay Ort.			42.4 a	39.1 b	37.8 b		
	Uygulama Ort.			Kontrol			39.8	
				Biyoaktivatör			39.7	
LSD ay*** = 2.19								

Çizelge 4.58. devamı

Zn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	9.67	7.34	7.07	8.02
		Biyoaktivatör	9.49	7.87	9.47	8.94	
IR75		Kontrol	8.59	5.58	6.19	6.79	7.59 b
		Biyoaktivatör	9.31	6.86	8.98	8.39	
IR100		Kontrol	8.69	6.48	6.19	7.12	7.57 b
		Biyoaktivatör	8.79	6.38	8.94	8.04	
IR125		Kontrol	8.37	5.49	5.38	6.41	7.17 b
		Biyoaktivatör	8.80	6.15	8.81	7.92	
Ay Ort.			8.96 a	6.52 c	7.63 b		
Uygulama Ort.			Kontrol		7.09 b		
			Biyoaktivatör		8.32 a		
LSD ay*** = 0.41			LSD uyg*** = 0.33		LSD sul*** = 0.47		LSD uyg x ay*** = 0.58

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının meyvede Zn konsantrasyonlarında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1, Fe'de % 5 düzeyinde önemli bulunurken, kalan diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar Zn için istatistiksel olarak % 1, Cu için % 5 düzeyinde önemli bulunurken, Fe ve Mn için önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin mikro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar Fe hariç, diğer tüm mikro elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar Zn'de istatistiksel olarak % 1, Cu'da % 5 düzeyinde önemli bulunurken, kalan diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x ay, sulama x uygulama ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı Fe konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Fe konsantrasyonu IR50 (49.4 ppm), en düşük Fe konsantrasyonu IR100 uygulamasından (41.1 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol

bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 1.5 ppm daha yüksek Fe konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Fe konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 54.4 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı Cu konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Cu konsantrasyonu IR50 (2.89 ppm), en düşük Cu konsantrasyonu IR125 uygulamasından (2.61 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.21 ppm daha düşük Cu konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Cu konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Cu konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC75 konusundan hasat edilen meyvelerden 3.70 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı Mn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mn konsantrasyonu IR50 (40.5 ppm), en düşük Mn konsantrasyonu IR125 uygulamasından (38.4 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.1 ppm daha düşük Mn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Mn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde R50 konusundan hasat edilen meyvelerden 45.5 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı Zn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Zn konsantrasyonu IR50 (8.48 ppm), en düşük Zn konsantrasyonu IR125 uygulamasından (7.17 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 1.23 ppm daha yüksek Zn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en

düşük Zn konsantrasyonu Nisan ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde R50 konusundan hasat edilen meyvelerden 9.67 ppm ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.59. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde meyve mikro besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm)

Fe (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	46.5	49.6	45.4	47.2
		Biyoaktivatör	46.1	43.7	45.5	45.1	
IR75		Kontrol	38.9	41.4	42.9	41.1	41.4 b
		Biyoaktivatör	43.0	39.4	43.1	41.8	
IR100		Kontrol	42.4	34.4	32.2	36.4	37.0 b
		Biyoaktivatör	43.2	42.1	27.8	37.7	
IR125		Kontrol	38.1	38.0	35.2	37.1	37.4 b
		Biyoaktivatör	41.1	39.1	32.8	37.7	
Ay Ort.			42.4	41.0	38.1		
Uygulama Ort.			Kontrol			40.4	
			Biyoaktivatör			40.6	
LSD sul*** = 3.94							
Cu (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	3.52	2.35	2.19	2.69
		Biyoaktivatör	3.87	2.60	2.43	2.96	
IR75		Kontrol	3.55	2.42	2.27	2.74	2.79
		Biyoaktivatör	3.63	2.56	2.28	2.83	
IR100		Kontrol	3.40	2.37	2.21	2.66	2.76
		Biyoaktivatör	3.61	2.55	2.41	2.86	
IR125		Kontrol	3.43	2.40	2.27	2.70	2.71
		Biyoaktivatör	3.49	2.56	2.11	2.72	
Ay Ort.			3.56 a	2.48 b	2.27 c		
Uygulama Ort.			Kontrol			2.70	
			Biyoaktivatör			2.84	
LSD ay*** = 0.19							
Mn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50		Kontrol	49.8	56.1	40.9	48.9
		Biyoaktivatör	52.9	53.6	42.9	49.8	
IR75		Kontrol	45.7	51.9	39.6	45.8	46.7
		Biyoaktivatör	53.5	54.0	41.3	49.6	
IR100		Kontrol	47.1	52.7	41.7	47.2	47.6
		Biyoaktivatör	54.0	53.6	36.8	48.2	

Çizelge 4.59. devamı

IR125	Kontrol	48.0	46.3	43.2	45.8	45.9	
	Biyoaktivatör	48.7	45.2	43.7	45.9		
Ay Ort.		50.0 a	51.7 a	41.3 b			
Uygulama Ort.		Kontrol			46.9		
		Biyoaktivatör			48.3		
LSD ay*** = 2.12		LSD uyg x ay* = 2.99		LSD sul x ay*** = 4.23			
Zn (ppm)	Sul	Uygulama	Mart	Nisan	Mayıs	Sul X Uyg	Sul. Ort.
	IR50	Kontrol	9.17	7.21	7.12	7.83	8.36 a
		Biyoaktivatör	11.2	8.05	7.42	8.88	
	IR75	Kontrol	8.30	6.37	7.18	7.28	7.48 b
		Biyoaktivatör	8.69	7.12	7.21	7.68	
	IR100	Kontrol	8.73	6.59	6.16	7.16	7.43 b
		Biyoaktivatör	8.90	7.04	7.17	7.70	
	IR125	Kontrol	7.52	6.59	7.02	7.04	7.22 b
		Biyoaktivatör	8.39	7.33	6.45	7.39	
	Ay Ort.		8.86 a	7.04 b	6.97 b		
	Uygulama Ort.		Kontrol			7.33 b	
			Biyoaktivatör			7.91 a	
LSD ay*** = 0.54		LSD uyg*** = 0.44		LSD sul*** = 0.62			
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, sulama uygulamalarının meyvede Fe ve Zn konsantrasyonlarında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasındaki farklar Zn için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, Fe, Cu ve Mn için önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde hasat edilen meyvelerin mikro besin element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar Fe hariç, diğer tüm mikro elementler için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mn konsantrasyonu üzerinde uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar istatistiksel olarak % 5, sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar % 1 düzeyinde önemli bulunurken, kalan diğer elementlerde önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden

kaynaklanan farklar tüm mikro elementler için istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Fe konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Fe konsantrasyonu IR50 (46.1 ppm), en düşük Fe konsantrasyonu IR100 uygulamasından (37.0 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.2 ppm daha yüksek Fe konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Fe konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde R50 konusundan hasat edilen meyvelerden 49.6 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Cu konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Cu konsantrasyonu IR50 (2.83 ppm), en düşük Cu konsantrasyonu IR125 uygulamasından (2.71 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.14 ppm daha yüksek Cu konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Cu konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Cu konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 3.87 ppm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı Mn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Mn konsantrasyonu IR50 (49.3 ppm), en düşük Mn konsantrasyonu IR50 uygulamasından (45.9 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 1.4 ppm yüksek düşük Mn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Mn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Mn konsantrasyonu Nisan ayı içerisinde R50 konusundan hasat edilen meyvelerden 56.1 ppm ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı Zn konsantrasyonları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek Zn konsantrasyonu IR50 (8.36 ppm), en düşük Zn konsantrasyonu IR125 uygulamasından (7.22 ppm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre 0.58 ppm daha yüksek Zn konsantrasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük Zn konsantrasyonu Mayıs ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu Mart ayı içerisinde RC50 konusundan hasat edilen meyvelerden 11.2 ppm ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın meyve Cu ve Mn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak fark yaratmadıkları dikkat çekmiştir. Aşırı sulamanın meyvelerde Zn konsantrasyonunu her iki deneme yılında da azalttığı belirlenirken, % 50 düzeyinde kısıntılı sulamanın her iki deneme yılında da en yüksek Fe ve Zn konsantrasyonlarına neden olduğu saptanmıştır. Mahouachi (2007), muz meyvelerinde yaptıkları çalışma sonucunda su stresinin Fe ve Zn konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Bitkilerin fizyolojik açıdan makro besinlere kıyasla mikro besin elementlerine daha düşük konsantrasyonlarda ihtiyaç duymasından dolayı, su stresinin özellikle meyvelerde mikro besin alımı üzerindeki etkileri çok az sayıda araştırmaya konu olmuştur. Örneğin, Awang ve ark (1993), Sato ve ark (2006), ve Keutgen ve Pawelzik (2008), meyve üretim döneminde su stresinin meyve gelişimini sınırlarken, besin element konsantrasyonları ile birlikte meyve kalitesinin artabileceğini bildirmişlerdir. Perin ve ark (2019), kontrol koşullarına kıyasla % 30 ve % 50 düzeyinde daha az sulama suyu verilen çilek meyvelerinde Cu ve Mn konsantrasyonunda istatistiksel olarak önemli bir değişim olmadığını tespit etmişlerdir. Şenyigit ve ark (2012), elmada farklı sulama sistemlerinin meyvede besin elementi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, toplamda daha fazla sulama suyu verilen iki uygulamanın, diğer iki

uygulamaya göre sadece Fe’de önemli bir artışa neden olduğunu tespit ederken, Cu, Zn ve Mn’de anlamlı bir fark yaratamadıkları belirlenmiştir.

Biyoaktivatör uygulamalarının her iki yetiştirme döneminde de Zn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklar yaratırken, Fe, Cu ve Mn konsantrasyonlarında yaratmaması dikkat çekmiştir. Biyoaktivatör kullanımının kök hacmini artırarak topraktan daha fazla su ile birlikte bitki besin elementi alımını teşvik ettiği düşünülmektedir. Genel olarak, biyoaktivatörler çok düşük dozlarda bile kullanıldığında besin elementi alımını teşvik ettiği belirtilmiştir (Battacharyya ve ark, 2015). Çeşitli biyoaktivatörlerin besin alımında önemli rol oynayan genlerin düzenlenmesini etkilediği bilinmektedir (Krouk ve ark, 2010; Castaings ve ark, 2011). Örneğin, biyoaktivatör uygulamasının üzüm meyvesinde bakır alımını (Turan ve Köse, 2004) arttırdığı saptanmıştır.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci ve ikinci deneme yılı meyvelerin mikro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen meyvelerin Fe konsantrasyonları birinci deneme yılında 38.6 – 54.4 ppm, ikinci deneme yılında 27.8 – 49.6 ppm arasında değişmiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerine ait meyve Fe konsantrasyonlarının 46 – 158 ppm arasında değiştiğini ve ortalamalarının 93 ppm, Capar ve Cunningham (2000), ortalamalarının 41.0 ppm olduğunu bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Fe konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda sırasıyla Tahvonen (1993), 29 – 59 ppm ve Hakala ve ark (2002), 20.1 – 62.3 ppm arasında değişkenlik gösterdiklerini belirlemişlerdir. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen meyvelerin Cu konsantrasyonları birinci deneme yılında 1.85 – 3.70 ppm, ikinci deneme yılında 2.11 – 3.87 ppm arasında değişmiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerine ait meyve Cu konsantrasyonlarının 5 – 19 ppm arasında değiştiğini ve ortalamalarının 12 ppm olduğunu, Jorhem ve Sundström (1993), ise, 2.8 – 5.2 ppm arasında değiştiğini ve ortalamalarının 4.0

ppm olduğunu bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Cu konsantrasyonlarının araştırıldığı başka bir çalışmada konsantrasyonların 3.70 – 6.80 ppm arasında değiştiği saptanmıştır (Hakala ve ark, 2002). Perin ve ark (2019), su stresinin çilek meyvesi Cu konsantrasyonunda herhangi bir değişikliğe neden olmadığını ve ortalama 3 ppm olduğunu belirlemişlerdir. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla literatürle uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen meyvelerin Mn konsantrasyonları birinci deneme yılında 34.6 – 45.5 ppm, ikinci deneme yılında 36.8 – 56.1 ppm arasında değişmiştir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerine ait meyve Mn konsantrasyonlarının 15.0 – 264 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Mn konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda sırasıyla Tahvonen (1993), 27.0 – 65.0 ppm, Jorhem ve Sundström (1993), 8.2 – 50 ppm ve Hakala ve ark (2002), 11.9 – 71.1 ppm arasında değiştiği saptanmıştır. Perin ve ark (2019), su stresinin çilek meyvesi Mn konsantrasyonunda önemli bir değişikliğe neden olmadığını buldukları çalışmalarında, Mn konsantrasyonlarının 20.4 – 27.2 ppm arasında değiştiğini bulmuşlardır. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

İncelenen meyvelerin Zn konsantrasyonları birinci deneme yılında 5.38 – 9.67 ppm, ikinci deneme yılında 6.16 – 11.2 ppm arasında değişkenlik göstermişlerdir. Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerine ait meyve Zn konsantrasyonlarının 9.0 – 25 ppm arasında bildirmişlerdir. Farklı çilek çeşitlerine ait meyve Zn konsantrasyonlarının araştırıldığı başka çalışmalarda sırasıyla Tahvonen (1993), 11.0– 17.0 ppm, Jorhem ve Sundström (1993), 6.0 – 11.0 ppm ve Hakala ve ark (2002), 7.7 – 15.0 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Denemede elde edilen değerler, yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Yetersiz beslenen çilekler, genetik olarak belirlenmiş meyve kalitesine ulaşamazlar (Deak, 2007: Lısjak ve ark, 2008). Bakır çilekte diğer mikro elementler ile kıyaslandığında en düşük öneme sahip element olup (Nestby ve ark, 2005) eksikliğinin anlaşılması için özel bir belirtiye rastlanmamaktadır (Ulrich ve ark, 1980). Lieten (2000c), Fe eksikliğinin meyve büyüklüğünü ve verimi düşürdüğünü belirlerken, Ulrich ve ark (1980), demir eksikliğinin yapraklarda 40 ppm'in altında ortaya çıktığını saptamışlardır. Çilek meyvelerinde, meyve büyüklüğüne etkisi dışında Mn eksikliğinin başka bir etkisine rastlanmamıştır (Nestby ve ark, 2005). Zn, çilek için en önemli mikro besin elementlerinden birisi olup, çiçeklenme ile meyve tutumunda önemli bir rol oynamaktadır (Lieten ve Misotten, 1993). Zn eksikliği durumlarında, büyüklüğü normal görünmesine rağmen, meyve sayısında azalmalara yol açtığı belirlenmiştir (Ulrich ve ark, 1997: Lott, 1996: Nestby ve ark, 2005).

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. 'Rubygem' çeşidi ilk yıl ortalama 42.0 ppm Fe, 2.55 ppm Cu, 43.9 ppm Mn ve 6.98 ppm Zn konsantrasyonuna sahip meyveler üretirken, ikinci deneme yılında 41.6 ppm Fe, 2.41 ppm Cu, 45.2 ppm Mn ve 7.22 ppm Zn konsantrasyonuna sahip meyveler üretmiştir. 'Kabarla' çeşidi ilk yıl ortalama 45.3 ppm Fe, 2.77 ppm Cu, 39.8 ppm Mn ve 7.71 ppm Zn konsantrasyonuna sahip meyveler üretirken, ikinci yıl 40.5 ppm Fe, 2.77 ppm Cu, 47.6 ppm Mn ve 7.62 ppm Zn konsantrasyonuna sahip meyveler üretmiştir. Her iki deneme yılında da 'Kabarla' çeşidinin 'Rubygem' çeşidine göre daha yüksek konsantrasyonda Cu ve Zn'ye sahip meyveler ürettiği saptanmıştır. Fe konsantrasyonları incelendiğinde, birinci deneme yılında 'Kabarla'nın, ikinci deneme yılında 'Rubygem'in daha yüksek konsantrasyona sahip meyveler ürettikleri belirlenmiştir. Selvaraj ve ark (1976), ile Hakala ve ark (2003), çilek çeşitleri arasında Fe konsantrasyonu açısından büyük farklar tespit etmişlerdir. Çilek çeşitlerinin Mn konsantrasyonları incelendiğinde, birinci deneme yılında 'Rubygem'in, ikinci deneme yılında 'Kabarla'nın daha

yüksek konsantrasyonlarda meyveler ürettikleri saptanmıştır. Daugaard (2001), ve Uzunoğlu Bulduk ve Erdal (2012), farklı çilek çeşitlerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda, çilek bitkisi besin elementi konsantrasyonlarının çeşitlere bağlı olarak önemli oranda değiştiğini saptamışlardır. Ek olarak, Hakala ve ark (2003), dondurulmuş 4 çilek çeşidi meyvesinin besin elementi konsantrasyonlarını araştırdıkları çalışmalarının sonucunda, meyve besin elementi düzeylerinin, diğer faktörlerden öte, çeşit farklılığından etkilendiğini ortaya koymuştur. Bu durum, aynı ortamda yetiştirilen çilek çeşitlerinin ortamda mevcut olan veya gübrelemeyle eklenen besin elementlerinden farklı düzeylerde yararlandığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Clark ve Gross, 1986: Marschner, 1995: Erdal ve ark, 2004: Kacar ve Katkat, 2007: Geçer ve Yılmaz, 2012). Daha önce yapılan çalışmalarda belirtildiği gibi, bitki besin alımı aynı koşullarda yetiştirilen çeşitlerde bile farklılık gösterebilir (Tagliavini ve ark, 2004: Erdal ve ark, 2008: Küçükyumuk ve Erdal, 2009: Şenyigit ve ark, 2012). Bu farklılık, etkili kök derinliği ve genişliği, kök kıl sayısı, kök katyon değişim kapasitesi (Levin ve ark, 1980: Marshner, 1995: Wang ve ark, 2006: Şenyigit ve ark, 2012), yaprak alanı, su kullanım randımanı, transpirasyon oranı gibi genotipik farklılıklar ile açıklanabilir. Ek olarak, bazı çeşitlerin Fe gibi mikro besin elementlerini daha kolay alabilmek için farklı mekanizmalar geliştirerek kendilerini daha avantajlı kıldıkları bazı çalışmalarda tespit edilmiştir (Bergmann, 1992: Marschner, 1995). Yapılan başka bir araştırmada çilek çeşitlerinin topraktan ve yapraktan Fe uygulamasına farklı tepki gösterdikleri bildirilmiştir (Türemiş ve ark, 1997). Benzer şekilde, Erdal ve ark (2004), tarafından yapılan bir çalışmada, ‘Addie’, ‘Dorit’ ve ‘Camarosa’ çeşitlerinin Fe’ye hassas, ‘Selva’nın orta hassas ve ‘Delmarval’ın ise, dayanıklı olduğu vurgulanarak, çeşitlerin uygulanan Fe’ye farklı tepkiler verdikleri belirtilmiştir. Aynı araştırmada çilek çeşitlerinin çeşitlerinin Mn ve Zn konsantrasyonları arasındaki farklılıklar da incelenmiş ve sonuçta, Mn ve Zn konsantrasyonları ile çilek çeşitleri arasında istatistiksel anlamda önemli ayrımların olduğu belirlenmiştir.

4.5. Eko-Fizyolojik Ölçümler

Toprakta su mevcudiyeti bitki gelişiminin düzenlenmesinde önemli rol oynar (Bradford, 1994). Sulama suyu genel olarak ürün verimini etkileyen çok sayıda metabolik ve fizyolojik süreci etkileyen sınırlayıcı faktörlerden biri olarak kabul edilir ve su stresi koşullarında bitkiler tarafından gösterilen ilk tepkilerin başında YSP'nin ve stoma iletkenliğinin düşmesi gelmektedir (Klamkowski ve Treder, 2008, 2015). Yetiştirme dönemi boyunca her iki yıl içinde 28 Ocak tarihinden itibaren bitkilerin gerçek zamanlı içsel su durumlarının kestirimlerini yapmak amacıyla sulamalardan önce gerçekleştirilen yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliği ölçümlerine ait sonuçlar alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.5.1. Yaprak Su Potansiyeli (YSP) (bar)

Deneme kapsamında incelenen 'Rubygem' ve 'Kabarla' çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında YSP üzerine etkileri Çizelge 4.60-4.63'de gösterilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının YSP değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen YSP değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Sulama x ay, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılı için istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, her iki deneme yılında da sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.60. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (bar)

Yaprak Su Potansiyeli (bar)	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
IR50		Kontrol	-24.4	-26.2	-21.8	-23.7	-24.0	-23.7 d
		Biyoaktivatör	-22.9	-26.0	-20.6	-23.5	-23.2	
IR75		Kontrol	-22.7	-22.8	-19.8	-21.2	-21.9	-21.5 c
		Biyoaktivatör	-22.2	-23.3	-19.0	-20.0	-21.4	
IR100		Kontrol	-21.0	-23.3	-17.9	-18.4	-20.2	-19,9 b
		Biyoaktivatör	-20.8	-22.6	-16.0	-19.0	-19.6	
IR125		Kontrol	-19.2	-21.1	-14.8	-15.7	-17.7	-17.2 a
		Biyoaktivatör	-18.3	-20.0	-13.0	-15.4	-16.7	
		Ay Ort.	-21.4c	-23.3d	-17.9a	-19.6b		
		Uygulama Ort.	Kontrol				-20.9 b	
			Biyoaktivatör				-20.2 a	
		LSD ay*** = 0.71	LSD sul*** = 0.71			LSD uyg*** = 0.50		

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek YSP değeri IR125 (-17.2 bar), en düşük değer IR50 uygulamasından (-23.2 bar) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.7 bar daha yüksek YSP değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük YSP değeri Nisan ayında elde edilmiştir. En yüksek YSP değeri Mayıs ayında RC125 konusundan -13.0 bar ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek YSP değeri IR125 (-16.6 bar), en düşük değer IR50 uygulamasından (-21.6 bar) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 1.4 bar daha yüksek YSP değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük YSP değeri Haziran ayında elde edilmiştir. En yüksek YSP değeri Nisan ayında RC100 konusundan -15.3 bar ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.61. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (bar)

Yaprak Su Potansiyeli (bar)	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
IR50		Kontrol	-16.6de	-22.5lm	-24.0n	-26.0o	-22.3	-21.6d
		Biyoaktivatör	-17.6fg	-19.5i	-23.8n	-22.5lm	-20.8	
IR75		Kontrol	-16.5cde	-21.0j	-23.0m	-22.5lm	-20.7	-20.2c
		Biyoaktivatör	-16.5cde	-18.5h	-22.0kl	-21.4jk	-19.6	
IR100		Kontrol	-16.5cde	-19.7ı	-18.0gh	-17.5fg	-17.9	-17.3b
		Biyoaktivatör	-16.7de	-15.3a	-15.9abc	-18.5h	-16.6	
IR125		Kontrol	-17.0ef	-19.8ı	-16.0bcd	-17.3fg	-17.5	-16.6a
		Biyoaktivatör	-15.5ab	-15.9abc	-15.5ab	-16.2bcd	-15.8	
		Ay Ort.	-16.6b	-19.0c	-19.8d	-20.2e		
		Uygulama Ort.	Kontrol				-19.6 b	
			Biyoaktivatör				-18.2 a	
		LSD ay*** = 0.24	LSD uyg*** = 0.17		LSD uyg x ay*** = 0.34			
		LSD sul*** = 0.24	LSD sul x ay*** = 0.48		LSD sul x uyg x ay*** = 0.68			

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, en düşük YSP değerleri her iki deneme yılında da IR50 uygulamasından elde edilirken, IR75 uygulaması IR50 uygulamasını takip etmiştir. İhtiyacı olduğundan daha az sulama suyu verilen uygulamalarda (IR75 ve IR50), ihtiyaç duyduğu miktarda suyu kök bölgesinden kaldıramadığından bitkilerin strese girerek yaprak su potansiyeli değerlerinde düşmeler meydana geldiği görülmektedir. Bununla birlikte, büyüme dönemi ile birlikte Çukurova koşullarında iklimden kaynaklanan hava sıcaklığındaki artışlar ve buna bağlı olarak İspanyol tipi yüksek tünellerin içerisindeki oransal nem değerlerindeki azalmalar yaprak su potansiyeli değerlerinin daha da düşmesine neden olmuştur. Su stresinin şiddeti arttıkça yapraklarda transpirasyon aracılığıyla su kaybının ve beraberinde yaprak su potansiyelinde azalmalar meydana gelmesi beklenen bir durumdur. Razavi ve ark (2008), çileklerde su stresi koşulları altında yaprak su potansiyelinde ciddi seviyede düşüşler meydana geldiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda, yaprak su potansiyeli değerlerinin ilk yıl -26.2 ile -13.0 bar, ikinci yıl ise, -26.0 ile -15.3 bar

arasında değiştiği belirlenmiştir. Benzer sonuçlar, Liu ve ark (2007), Klamkowski ve Treder (2008), ve Grant ve ark (2010 ve 2012), tarafından da elde edilmiştir.

Biyoaktivatör kullanımı, bitki için topraktaki sudan daha iyi yararlanma ve bünyesine daha fazla su alma özelliğini sağlayarak yaprak su potansiyelini önemli ölçüde arttırmıştır. Benzer olarak, Zhang ve Archibold (1993), çilekte biyoaktivatör uygulamasının yaprak su potansiyelini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Bu sonuç kontrol uygulamalarına kıyasla istenilen bir durumdur. Genel olarak biyoaktivatörler çok düşük dozlarda bile kullanıldığında fizyolojik özellikleri geliştirmekte ve su stresi gibi abiyotik stress faktörlerine karşı dayanımı da büyük ölçüde arttırmaktadır (Battacharyya ve ark, 2015). Biyoaktivatör kullanımı sera koşullarında bazı bitkilerde kontrol bitkileri ile kıyaslandığında solma noktasına gelmede gecikme, su kullanım randımanında, yaprak su potansiyelinde ve kuraklığa maruz kalan bitkilerin geri kazanımında artış sağlamıştır (Little ve Neily, 2010: Neily ve ark, 2008). Benzer olarak, Spann ve Little (2011), yaptıkları çalışmada biyoaktivatör uygulanan portakalların, kontrollere göre, su stresi altında daha iyi gelişim göstermesini, biyoaktivatör uygulamalarının bitki-su ilişkilerini düzenlemesinden dolayı olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Neily ve ark (2010), biyoaktivatör uygulanmış marul, kavun, domates ve biberin daha yüksek yaprak su içeriğine sahip olduklarını ve stres altındaki bitkilerin biyoaktivatör uygulamalarının etkisiyle daha hızlı iyileşme gösterdiğini bildirmişlerdir. Mancuso ve ark (2006), biyoaktivatör kullanımının, mineral moleküllerinin birikmesini destekleyerek, su stresi koşulları altında kontroller ile kıyaslandığında, yüksek yaprak su potansiyelinin korunmasına yardımcı olduğunu saptamışlardır. Çeliktöpuz ve ark (2018), su stresi altında 'Fortuna' çeşidinde biyoaktivatör kullanımının YSP değerlerini kontroller ile kıyasladığında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.62. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (bar)

Yaprak Su Potansiyeli (bar)	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
IR50		Kontrol	-25.3	-27.0	-22.6	-23.0	-24.5	-24.2d
		Biyoaktivatör	-23.3	-26.8	-22.2	-23.7	-24.0	
IR75		Kontrol	-23.8	-24.0	-20.8	-20.8	-22.4	-22.6c
		Biyoaktivatör	-22.4	-23.4	-19.4	-21.8	-21.7	
IR100		Kontrol	-21.2	-22.7	-18.7	-18.1	-20.2	-20.1b
		Biyoaktivatör	-21.1	-22.4	-18.4	-18.3	-20.0	
IR125		Kontrol	-20.1	-21.7	-16.3	-15.9	-18.5	-18.1a
		Biyoaktivatör	-19.2	-20.3	-15.7	-15.6	-17.7	
Ay Ort.			-22.0b	-23.6c	-19.2a	-19.7a		
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>			-21.4		
			<i>Biyoaktivatör</i>			-20.9		
LSD sul*** = 0.55			LSD ay*** = 0.55			LSD uyg x ay*** = 0.77		
LSD sul x ay*** = 1.09								
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Kabarla' çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında sulama uygulamalarının YSP değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen YSP değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılı için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan

farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek YSP değeri IR125 (-18.1 bar), en düşük değer IR50 uygulamasından (-24.2 bar) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.5 bar daha yüksek YSP değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük YSP değeri Nisan ayında elde edilmiştir. En yüksek YSP değeri Haziran ayında KC125 konusundan -15.6 bar ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.63. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak su potansiyeli üzerine etkileri (bar)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Yaprak Su Potansiyeli (bar)	IR50	Kontrol	-20.2klm	-26.9r	-24.0p	-22.1o	-23.3	-22.6d
		Biyoaktivatör	-18.8ghi	-25.5q	-22.5o	-20.9mn	-21.9	
	IR75	Kontrol	-17.5de	-22.7o	-22.5o	-22.0o	-21.2	-20.5c
		Biyoaktivatör	-17.1d	-21.0n	-21.0n	-20.0kl	-20.0	
	IR100	Kontrol	-16.0c	-19.7jk	-19.0hij	-20.5lmn	-18.8	-18.1b
		Biyoaktivatör	-14.8b	-18.7fgh	-18.0ef	-18.1efg	-17.4	
	IR125	Kontrol	-15.0b	-12.7a	-17.5de	-19.5ijk	-16.2	-15.7a
		Biyoaktivatör	-12.5a	-12.9a	-17.4de	-18.0ef	-15.2	
			Ay Ort.	-16.4a	20.0b	-20.1b	-20.2b	
			Uygulama Ort.	Kontrol			-19.5 b	
				Biyoaktivatör			-18.6 a	
			LSD ay*** = 0.27	LSD uyg*** = 0.19		LSD uyg x ay* = 0.54		
		LSD sul*** = 0.27	LSD sul x ay*** = 0.38		LSD sul x uyg x ay* = 0.76			
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek YSP değeri IR125 (-15.7 bar), en düşük değer IR50 uygulamasından (-22.6 bar) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.9 bar daha yüksek YSP değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük YSP değeri Haziran ayında

elde edilmiştir. En yüksek YSP değeri Mart ayında KC125 konusundan -12.5 bar ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, en düşük YSP değerleri her iki deneme yılında da IR50 uygulamasından elde edilirken, IR75 uygulaması IR50 uygulamasını takip etmiştir. İhtiyacı olduğundan daha az sulama suyu verilen uygulamalarda (IR75 ve IR50) ihtiyaç duyduğu miktarda suyu kök bölgesinden kaldıramadığından bitkilerin strese girerek yaprak su potansiyeli değerlerinde düşmeler meydana geldiği görülmektedir. Razavi ve ark (2008), çileklerde su stresi altında, yaprak su potansiyelinde önemli seviyelerde düşüşler meydana geldiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda, yaprak su potansiyeli değerlerinin ilk yıl -27.0 ile -15.6 bar, ikinci yıl -26.9 ile -12.5 bar arasında değiştiği belirlenmiştir. Su stresinin şiddeti arttıkça yapraklarda transpirasyon aracılığıyla su kaybının ve beraberinde yaprak su potansiyelinde azalmalar meydana gelmesi beklenen bir durumdur. Benzer sonuçlar, Blanke ve Cooke (2006), Liu ve ark (2007), Klamkowski ve Treder (2008), ve Grant ve ark (2010 ve 2012), tarafından da bildirilmiştir.

Biyoaktivatör kullanımı, bitki için topraktaki sudan daha iyi yararlanma ve bünyesine daha fazla su alma özelliğini sağlayarak yaprak su potansiyelini arttırmıştır. Benzer olarak, Zhang ve Archibold (1993), çilekte biyoaktivatör uygulaması ile yaprak su potansiyelinin arttığını bildirmişlerdir. Kontrol uygulamaları ile karşılaştırıldığında bu sonuç istenilen bir durumdur. Genel olarak, biyoaktivatörlerin düşük konsantrasyonlarda uygulanması bile bitki fizyolojisini teşvik ederek, su stresi gibi abiyotik stress faktörlerine karşı dayanımı arttırmaktadır (Battacharyya ve ark, 2015). Sera koşullarında biyoaktivatör kullanılan bazı bitkilerin, kontrollere göre solma noktasına daha geç ulaştığı, su kullanım randımanının ve yaprak su potansiyelinin arttığı saptanmıştır (Little ve Neily, 2010; Neily ve ark, 2008). Benzer olarak, Spann ve Little (2011), su stresi altında biyoaktivatör uygulanan portakalların, kontrollere göre daha iyi gelişim göstermesini, biyoaktivatör uygulamalarının bitki-su ilişkilerinin düzenlenmesinde

rolünden dolayı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Neily ve ark (2010), biyoaktivatör uygulanmış marul, kavun, domates ve biberin daha yüksek yaprak su potansiyeline sahip olduklarını ve stres altındaki bitkilerin biyoaktivatör uygulamalarının etkisiyle daha hızlı iyileşme gösterdiğini bildirmişlerdir. Mancuso ve ark (2006), biyoaktivatör kullanımının, mineral moleküllerinin birikmesini destekleyerek, kuraklık koşulları altında, kontroller ile kıyaslandığında, yüksek yaprak su potansiyelinin korunmasına yardımcı olduğunu saptamışlardır. Çeliktöpuz ve ark (2018), su stresine maruz bırakılan ‘Fortuna’ çeşidinde biyoaktivatör uygulamalarının YSP değerlerini kontrollere göre % 6 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama -20.5 bar, ikinci yıl -18.9 bar YSP değerine sahip olurken, ‘Kabarla’ çeşidi ilk yıl ortalama -21.1, ikinci yıl -19.1 YSP değerine sahip olmuştur. Her iki deneme yılında da ‘Rubygem’ çeşidinin ‘Kabarla’ya göre daha yüksek yaprak su potansiyeline sahip olduğu saptanmıştır. Benzer olarak, Klamkowski ve Treder (2008), 3 farklı çilek çeşidinin (‘Elsanta’, ‘Elkat’ ve ‘Salut’), su eksikliğine farklı tepkiler verdiğini ve kuraklığa en dayanıklı çeşidin ise, ‘Elsanta’ olduğunu tespit etmişlerdir. Klamkowski ve ark (2015), yine ‘Elsanta’nın da içerisinde olduğu başka bir çalışmada çeşitlerin (‘Elsanta’, ‘Honeoye’, ‘Grandarosa’) su stresine farklı tepkiler verdiğini ve en dayanıklı çeşidin ‘Elsanta’ olduğunu bulmuşlardır. Grant ve ark (2010), 10 farklı çilek çeşidinin de su stresi koşulları altında yaprak su potansiyelinde oluşan tepki mekanizmalarının eşit olmadığını öne sürmüşlerdir. Ghaderi ve Siosemardeh (2011), su stresi şiddetinin arttıkça çilek çeşitlerine ait yaprak su konsantrasyonlarının azaldığını ancak farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.5.2. Stoma İletkenliği ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Stoma, yapraklar ile atmosfer arasındaki gaz alışverişini yönetmektedir, stoma aynı şekilde bitki besin elementi ve su alışverişini de yapraklar ile toprak arasında yapmaktadır. Bu sebeplerle bitkilerin sudan yaralanmasıyla ilgili tüm olaylarda büyük rol oynamaktadırlar (Hetherington ve Woodwar, 2003: Spinelli ve ark, 2010). Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında stoma iletkenliği üzerine etkileri Çizelge 4.64-4.67’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yıllarında sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının stoma iletkenliği değerleri arasında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen stoma iletkenliği değerleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar her iki deneme yılı için de istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, her iki deneme yılında da sulama x uygulama ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farkların istatistiksel olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.64. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde stoma iletkenlik üzerine etkileri ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Stoma iletkenliği ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
IR50		Kontrol	515	253	220	312	325	332 d
		Biyoaktivatör	537	261	257	303	340	
IR75		Kontrol	612	370	367	408	438	472 c
		Biyoaktivatör	621	534	427	447	507	
IR100		Kontrol	632	397	415	497	486	521 b
		Biyoaktivatör	650	577	503	495	556	
IR125		Kontrol	703	576	514	544	584	607 a
		Biyoaktivatör	704	644	587	582	629	
Ay Ort.			622 a	448 b	415 c	449 b		
Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>				458 b	
			<i>Biyoaktivatör</i>				508 a	
LSD ay*** = 26.4			LSD uyg*** = 18.6		LSD uyg x ay*** = 37.3		LSD	
sul*** = 26.4			LSD sul x ay*** = 52.8					

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek stoma iletkenliği değeri IR125 ($607 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), en düşük değer IR50 uygulamasından ($332 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ daha yüksek stoma iletkenliğine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük stoma iletkenliği değeri Mayıs ayında elde edilmiştir. En yüksek stoma iletkenliği değeri Mart ayında RC125 konusundan $704 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek stoma iletkenliği değeri IR125 ($662 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), en düşük değer IR50 uygulamasından ($437 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre $22 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ daha yüksek stoma iletkenliğine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük stoma iletkenliği değeri Haziran ayında elde edilmiştir.

En yüksek stoma iletkenliği değeri Mayıs ayında RC125 konusundan $701 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.65. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde stoma iletkenlik üzerine etkileri ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
IR50		Kontrol	484	530	365	336	428	437 d
		Biyoaktivatör	502	534	409	334	445	
IR75		Kontrol	516	594	519	411	510	519 c
		Biyoaktivatör	538	611	534	429	528	
IR100		Kontrol	501	659	586	464	553	571 b
		Biyoaktivatör	546	674	636	503	590	
IR125		Kontrol	667	688	681	578	654	662 a
		Biyoaktivatör	682	684	701	615	671	
Ay Ort.			554 b	622 a	553 b	459 d		
Uygulama Ort.			Kontrol				536 b	
			Biyoaktivatör				558 a	
LSD sul*** = 15.49			LSD uyg***= 10.96		LSD ay*** = 15.49			
LSD sul x ay*** = 30.99								

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Rubygem’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, en düşük stoma iletkenliği değerleri her iki deneme yılında da IR50 uygulamasından elde edilirken, IR75 uygulaması IR50 uygulamasını takip etmiştir. İhtiyacı olduğundan daha az sulama suyu verilen uygulamalarda (IR 75 ve IR 50) ihtiyaç duyduğu miktarda suyu kök bölgesinden kaldıramadığından bitkilerin strese girerek stoma açıklıklarını kapatmasından dolayı iletkenlik değerlerinde düşmeler meydana geldiği görülmektedir. Bununla birlikte büyüme dönemi ile birlikte Çukurova koşullarında iklimden kaynaklanan hava sıcaklığındaki artışlar ve buna bağlı olarak İspanyol tipi yüksek tünellerin içerisindeki oransal nem değerlerindeki azalmalar stoma iletkenliği değerlerinin daha da düşmesine neden olmuştur. Stomalar, bitki-su ilişkisini sağlayan mekanizmayı kontrol ederler (Hetherington ve Woodwar, 2003: Çeliktöpuz ve ark, 2018) ve mevcut suyun eksildiği durumlarda

bitkilerden gelen ilk tepkilerden biri stomaların kapanmasıdır (Taiz ve Zeiger, 2012; Klamkowski ve ark, 2015). Çalışmamızda, stoma iletkenliği değerlerinin ilk yıl 220 – 704 mmol m⁻² s⁻¹, ikinci yıl ise 334 - 701 mmol m⁻² s⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir ve su stresi şiddeti arttıkça, stoma iletkenliğinin azaldığı saptanmıştır. Çilek için benzer sonuçlar, Liu ve ark (2007), Klamkowski ve Treder (2008), Klamkowski ve ark (2015), Grant ve ark (2010, 2012), Ghaderi ve Siosemardeh (2011), Ghaderi ve ark (2015), ve Çeliktöpuz ve ark (2018), tarafından da elde edilmiştir.

Biyoaktivatör kullanımı, bitki kök hacmini artırarak topraktaki sudan daha iyi yararlanma ve bünyesine daha fazla su alma özelliğini sağlayıp stoma iletkenliğini önemli ölçüde arttırmıştır. Benzer olarak, Zhang ve Archibold (1993), çilekte biyoaktivatör uygulamasının stoma iletkenliğini yükselttiğini bildirmişlerdir. Bu sonuç kontrol uygulamalarına kıyasla istenilen bir durumdur. Genel olarak, biyoaktivatörler çok düşük dozlarda bile kullanıldığında fizyolojik özellikleri geliştirmekte ve kuraklık gibi abiyotik stress faktörlerine karşı dayanımı da büyük ölçüde arttırmaktadır (Battacharyya ve ark, 2015). Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamasının stoma yoğunluğunu arttırdığını (% 6.5) bildirmişlerdir. Xu ve ark (2015), ıspanakta tam sulama koşullarında biyoaktivatör uygulamasının stoma iletkenliğinde değişikliğe neden olmadığını, ancak, su stresi altında ise kontrollere göre biyoaktivatör uygulanan bitkilerin daha iyi stoma iletkenliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bunun sebebini ise, muhtemelen, biyoaktivatörlerin bitki su ilişkilerini geliştirerek, stomaların kapanmasını engellemesi olarak açıklamaktadırlar. Mancuso ve ark (2006), biyoaktivatör kullanımının, mineral moleküllerinin birikmesini destekleyerek, su stresi koşulları altında kontroller ile kıyaslandığında, stoma iletkenliğinin düşmesini engelleyici olduğunu saptamışlardır. Çeliktöpuz ve ark (2018), ‘Fortuna’ çilek çeşidinde biyoaktivatör uygulanan bitkilerin kontrol bitkilerine göre daha yüksek stoma iletkenliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.66. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinin stoma iletkenlik değerleri üzerine etkileri ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
IR50		Kontrol	541	274	280	362	364	397 d
		Biyoaktivatör	710	332	303	379		
IR75		Kontrol	714	345	403	428	431	506 c
		Biyoaktivatör	801	455	423	476	539	
IR100		Kontrol	735	441	463	497	534	563 b
		Biyoaktivatör	816	549	490	512	592	
IR125		Kontrol	784	627	543	518	618	651 a
		Biyoaktivatör	848	715	592	578	683	
Ay Ort.			743a	467b	437c	469b		
Uygulama Ort.			Kontrol				497 b	
			Biyoaktivatör				561 a	
LSD ay*** = 25.04			LSD uyg*** = 17.70			LSD uyg x ay*** = 35.41		
LSD sul*** = 25.04			LSD sul x ay*** = 50.08					

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Kabarla’ çeşidinde, birinci ve ikinci deneme yıllarında, sulama ve biyoaktivatör uygulamaları ile aylar arasında oluşan stoma iletkenlik farklılıkları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x uygulama etkileşimi arasında oluşan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek stoma iletkenliği değeri IR125 ($651 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$),

en düşük değer IR50 uygulamasından ($397 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre $64 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ daha yüksek stoma iletkenliğine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük stoma iletkenliği değeri Mayıs ayında elde edilmiştir. En yüksek stoma iletkenliği değeri Mart ayında KC125 konusundan $848 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek stoma iletkenliği değeri IR125 ($645 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), en düşük değer IR50 uygulamasından ($433 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre $22 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ daha yüksek stoma iletkenliğine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük stoma iletkenliği değeri Haziran ayında elde edilmiştir. En yüksek stoma iletkenliği değeri Mart ayında KC125 konusundan $764 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.67. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinin stoma iletkenlik değerleri üzerine etkileri ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
	IR50	Kontrol		532 kl	507 m	315 t	365 rs	430 g
Biyoaktivatör			476 n	523 klm	359 s	389 q	437 g	d
IR75	Kontrol		575 l	567 ij	514 lm	386 qr	510 f	525 c
	Biyoaktivatör		652 f	584 hi	517 lm	408 pq	540 e	c
IR100	Kontrol		689 cd	610 g	544 jk	419 op	565 d	580 b
	Biyoaktivatör		722 b	618 g	606 gh	436 o	595 c	b
IR125	Kontrol		708 bc	665 def	659 ef	506 m	634 b	645 a
	Biyoaktivatör		764 a	653 f	682 de	522klm	655 a	a
	Ay Ort.		639 a	591 b	524 c	429 d		
	Uygulama Ort.	Kontrol					535 b	
		Biyoaktivatör					557 a	
	LSD ay*** = 8.52		LSD uyg*** = 6.02		LSD uyg x ay* = 12.05			
	LSD sul*** = 8.52		LSD sul x ay*** = 17.04		LSD sul x uyg* = 12.05			
	LSD sul x uyg x ay*** = 24.09							
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Kabarla' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, en düşük stoma iletkenliği değerleri her iki deneme yılında da IR50 uygulamasından elde edilirken, IR75 uygulaması IR50 uygulamasını takip etmiştir. İhtiyacı olduğundan daha az sulama suyu verilen uygulamalarda (IR75 ve IR50) ihtiyaç duyduğu miktarda suyu kök bölgesinden kaldıramadığından bitkilerin strese girerek stoma açıklıklarını kapatmasından dolayı iletkenlik değerlerinde düşmeler meydana geldiği görülmektedir. Stomaların, bitki-su ilişkisini düzenleyen mekanizmada aktif rol oynadığı daha önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (Hetherington ve Woodwar, 2003; Çeliktöpuz ve ark, 2018). Toprakta kullanılabilir suyun eksildiği durumlarda bitkilerde meydana gelen tepkilerden biri stoma açıklıklarını kapatmalarıdır (Taiz ve Zeiger, 2012; Klamkowski ve ark, 2015). Tez çalışmasında, stoma iletkenliği değerlerinin ilk yıl 274– 848 mmol m⁻² s⁻¹, ikinci yıl 315 - 764 mmol m⁻² s⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir ve su stresinin şiddeti arttıkça, stoma iletkenliğinin azaldığı saptanmıştır. Benzer sonuçlar, Liu ve ark (2007), Klamkowski ve Treder (2008, 2015), Grant ve ark (2010, 2012), Ghaderi ve Siosemardeh (2011), Ghaderi ve ark (2015), ve Çeliktöpuz ve ark (2018), tarafından da elde edilmiştir.

Biyoaktivatör kullanımı, bitki kök hacminin artmasını sağlayarak topraktaki sudan daha iyi yararlanma ve bitki bünyesine daha fazla su alınmasını sağlayarak stoma iletkenliğini her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemli miktarlarda arttırmıştır. Benzer olarak, Zhang ve Archibold (1993), çilekte biyoaktivatör uygulaması ile stoma iletkenliğinin arttığını bildirmişlerdir. Nitekim, biyoaktivatörlerin düşük dozlarda bile kullanıldığında stoma iletkenliği gibi fizyolojik özellikleri teşvik ettiği Battacharyya ve ark (2015), tarafından da vurgulanmıştır. Başka bir çalışmada ise, Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisi stoma yoğunluğunun biyoaktivatör uygulaması ile % 6.5 oranında arttığı saptanmıştır (Spinelli ve ark, 2010). Xu ve ark (2015), ıspanakta tam sulama koşullarında biyoaktivatör uygulamasının stoma iletkenliğinde değişikliğe neden olmamasına rağmen, su stresi altında kontroller bitkileri ile kıyaslandığında biyoaktivatör

uygulanan bitkilerin daha yüksek stoma iletkenliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar bu durumun biyoaktivatörlerin bitki-su ilişkilerini geliştirerek, stoma açıklıklarının kapanmasını geciktirmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Mancuso ve ark (2006), biyoaktivatör kullanımı ile birlikte, bitki bünyesinde besin elementi birikiminin arttığını, su stresi koşulları altında, kontrollere göre stoma iletkenliğinin düşmesinin sınırlı kaldığını saptamışlardır. Çeliktöpuz ve ark (2018), su stresi altında 'Fortuna' çeşidinde biyoaktivatör uygulamalarının stoma iletkenliğini kontrollere göre % 8 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. 'Rubygem' çeşidi ilk yıl ortalama $483 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ikinci yıl $547 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ stoma iletkenliğine sahip olurken, 'Kabarla' çeşidi ilk yıl ortalama $529 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ikinci yıl $546 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ stoma iletkenliğine sahip olmuştur. İlk deneme yılında 'Kabarla' çeşidinin 'Rubygem'e göre daha yüksek stoma iletkenliğine sahip olduğu belirlenirken, ikinci deneme yılında iki çeşidin de hemen hemen aynı değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. İlk deneme yılında fidelerin daha geç dikilmesinden dolayı kısa gün çeşidi olan 'Rubygem'in, ikinci deneme yılına göre bitki gücünün zayıf kaldığı ve iklim şartlarından daha fazla etkilenecek stoma iletkenliğinin kısıtlanmış olduğu düşünülmektedir. Ghaderi ve Siosemardeh (2011), farklı su stresi koşullarında iki farklı çilek çeşidinin de su stresi şiddetinin arttıkça stoma iletkenliğinin azaldığını saptamışlardır. Grant ve ark (2012), dört farklı çilek çeşidinde kısıntılı sulama koşulları altında stoma iletkenliklerinin çeşitten çeşide göre değiştiğini bildirmişlerdir. Klamkowski ve ark (2015), su stresine tepki olarak çilek çeşitlerinin ('Elsanta', 'Honeoye', 'Grandarosa') stomalarını kapattıklarını ancak kapatma oranlarının çeşitten çeşite farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

4.6. Bitki Gelişimine Bağlı Ölçümler

Çilekte dahil olmak üzere çok sayıda bitki türü için topraktaki su varlığı ile bitki gelişimi arasında sıkı bir bağ mevcuttur (Gehrmann, 1985: Chandler ve Ferree, 1990: Gehrmann ve Lenz, 1991: Klamkowski ve Treder, 2008). Su stresi altında bitkiler çok sayıda fizyolojik tepki ile birlikte bünyelerinde morfolojik düzenlemeye de maruz kalırlar (Singer ve ark, 2003). Su stresi altında bitkilerin morfolojik düzenleme yapmalarına ilişkin çok sayıda çalışma vardır (Nautiyal ve ark, 1994: Palliotti ve ark, 2001: Klamkowski ve Treder, 2008, 2015). Yetiştirme dönemi boyunca her iki yıl deneme yılında da 28 Ocak tarihinden itibaren bitkilerin gelişmesini gözlemek amacıyla gerçekleştirilen yaprak alanı, gövde çapı, bitki eni, gövde sayısı ve yaprak sayısına ilişkin sonuçlar alt başlıklar halinde sunulmuştur.

4.6.1. Yaprak Alanı (cm²/bitki)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında yaprak alanı üzerine etkileri Çizelge 4.68-4.71’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının yaprak alanlarında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen yaprak alanları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılı için istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.68. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak alanı üzerine etkileri (cm²)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			3	4	5	6			
Yaprak Alanı (cm ²)	IR50	Kontrol	823	1182	1359	1181	1136 c	1330 b	
		Biyoaktivatör	1069	1413	2159	1454	1524 b		
	IR75	Kontrol	1178	1898	2665	2426	2057 a	2127 a	
		Biyoaktivatör	1131	1744	3082	2833	2198 a		
	IR100	Kontrol	1305	1921	2982	2677	2221 a	2135 a	
		Biyoaktivatör	1138	1861	2793	2401	2048 a		
	IR125	Kontrol	1295	1935	3097	2453	2195 a	2176 a	
		Biyoaktivatör	1171	1710	3289	2463	2158 a		
		Ay Ort.		1139 d	1708 c	2678 a	2236 b		
		Uygulama Ort.		<i>Kontrol</i>				1902	
				<i>Biyoaktivatör</i>				1982	
		LSD sul*** = 169		LSD ay*** = 169		LSD sul x ay*** = 339			
	LSD sul x uyg* = 240								

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek yaprak alanı değeri IR125 (2176 cm²), en düşük değer IR50 uygulamasından (1330 cm²) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 80 cm² daha yüksek yaprak alanına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük yaprak alanı değeri Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek yaprak alanı değeri Mayıs ayında RC125 konusundan 3289 cm² ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek yaprak alanı değeri IR125 (2837 cm²), en düşük değer IR50 uygulamasından (1666 cm²) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 683 cm² daha yüksek yaprak alanına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük yaprak alanı değeri

Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek yaprak alanı değeri Haziran ayında RC125 konusundan 4234 cm² ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamaları arasında büyük farklar olmadığı ve aynı önem düzeyinde oldukları görülmekle birlikte su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak fark oluşturduğu görülmektedir. Önceki çalışmalarda, kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimlerin genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yönelik olduğu gösterilmiştir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Skiryecz ve ark (2011), Ma ve ark (2012), ve Kıran ve ark (2014), su stresinin yaprak alanında azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer olarak, Liu ve ark (2007), çilekte kısmi kök kuruluğu (PRD) ile kısıntılı sulamanın, tam sulamaya göre yaprak alanında düşümlere sebep olduğunu bildirmişlerdir. Grant ve ark (2010), 10, Klamkowski ve Treder (2008), 3 farklı çilek çeşidinde kısıntılı sulama ile çeşitlerin yaprak alanı değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada Razavi ve ark (2008), Ghaderi ve ark (2015), su stresinde çileklerin yaprak alanlarının düştüğünü saptamışlardır. Grant ve ark (2012), ise, 4 farklı çilek çeşidinden 3'ünde kısıntılı sulama koşullarında (ET'nin % 65'i düzeyinde) yaprak alanlarında önemli düşümler meydana geldiğini bildirmişlerdir. Öte yandan, daha önce çilekte yapılan birçok çalışmada aşırı sulama koşulları altında yaprak alanında artışlar olduğu belirtilmiştir (Serrano ve ark, 1992: Kruger ve ark, 1999: Grant ve ark, 2010, 2012: Yuan ve ark, 2015). Çalışmamızda ise, her iki deneme yılında da en yüksek değerler IR 125 konusundan elde edilmiş olsa da, istatistiksel olarak fark yaratmamıştır.

Her iki deneme yılında da biyoaktivatör kullanımı kontrol bitkilerine göre yaprak alanını arttırmıştır, özellikle ikinci deneme yılındaki artışın daha fazla olmasının sebebi, fidelerin ikinci deneme yılında daha erken dikilmesinden dolayı bitki vejetatif aksamın daha fazla gelişerek daha fazla yaprak alanı oluşturması olarak düşünülmektedir. Biyoaktivatörlerin bitki büyümesini teşvik ettiği birçok

çalışmada rapor edilmiştir (Spinelli ve ark, 2010; Craigie, 2011; Battacharyya ve ark, 2015). Ek olarak, Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamalarının kök gelişimini arttırarak, yaprak alanında artışa neden olduğunu saptamışlardır. Vernieri ve ark (2002), marul bitkisinde biyoaktivatörün kök büyümesini kuvvetli bir şekilde uyardığını ve ayrıca yaprak alanını da arttırdığını bildirmişlerdir. Xu ve ark (2015), ıspanakta biyoaktivatör uygulamalarının tam sulama koşulları altında yaprak alanında önemli değişiklikler yaratmadığını, ancak su stresinde ise, özellikle yaprak alanında önemli artışlara neden olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda, her iki deneme yılında da özellikle su stresinin en çok hissedildiği IR 50 konularında biyoaktivatör uygulamalarının yaprak alanını önemli miktarlarda arttırdığı görülmektedir. Çeliktöpuz ve ark (2018), su stresi altında ‘Fortuna’ çeşidinde biyoaktivatör uygulamalarının yaprak alanını kontrollere göre % 9 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.69. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde yaprak alanı üzerine etkileri (cm²)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Yaprak Alanı (cm ²)	IR50	Kontrol	1174	801	1844	1947	1441	1666 b
		Biyoaktivatör	1233	1379	2417	2532	1890	
	IR75	Kontrol	1212	1678	3286	3627	2451	2791 a
		Biyoaktivatör	1719	2902	3807	4094	3131	
	IR100	Kontrol	1222	1531	3495	3538	2447	2807 a
		Biyoaktivatör	1805	2909	3937	4019	3168	
	IR125	Kontrol	1248	1581	3176	3578	2396	2837 a
		Biyoaktivatör	1748	2910	4219	4234	3278	
			Ay Ort.	1420 c	1961 b	3273 a	3446 a	
			Uygulama Ort.	Kontrol			2184 b	
				Biyoaktivatör			2867 a	
			LSD sul*** = 312	LSD ay*** = 312			LSD uyg***= 221	

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Kabarla’ çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının yaprak alanlarında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1

düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen yaprak alanları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.70. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde yaprak alanı üzerine etkileri (cm²)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Yaprak Alanı (cm ²)	IR50	Kontrol	675	779	1072	1571	1024	1033 b
		Biyoaktivatör	716	755	1242	1451	1041	
	IR75	Kontrol	756	1054	2155	2593	1640	1620 a
		Biyoaktivatör	832	1140	2338	2089	1600	
	IR100	Kontrol	804	1297	2304	2958	1841	1752 a
		Biyoaktivatör	785	1050	2085	2735	1664	
	IR125	Kontrol	770	979	2092	2889	1682	1693 a
		Biyoaktivatör	780	938	2606	2489	1703	
			Ay Ort.	765d	999 c	1987 b	2347 a	
			Uygulama Ort.	Kontrol			1547	
				Biyoaktivatör			1502	
			LSD sul*** = 197.2	LSD ay*** = 197.2			LSD sul x ay*** = 394.5	
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek yaprak alanı değeri IR100 (1752 cm²), en düşük

değer ise IR50 uygulamasından (1033 cm²) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 45 cm² daha düşük yaprak alanına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük yaprak alanı değeri Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek yaprak alanı değeri Haziran ayında K100 konusundan 2958 cm² ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek yaprak alanı değeri IR125 (1810 cm²), en düşük değer IR50 uygulamasından (1117 cm²) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 344 cm² daha yüksek yaprak alanına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük yaprak alanı değeri Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek yaprak alanı değeri Haziran ayında K125 konusundan 2748 cm² ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.71. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak alanı üzerine etkileri (cm²)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Yaprak Alanı (cm ²)	IR50	Kontrol	887	926	1235	1312	1090 e	1117 b
		Biyoaktivatör	1001	1038	1232	1302	1143 de	
	IR75	Kontrol	1107	1228	1568	1624	1382 cd	1651 a
		Biyoaktivatör	1480	1554	2177	2470	1920 ab	
	IR100	Kontrol	1102	1205	1592	1726	1406 c	1678 a
		Biyoaktivatör	1504	1529	2176	2590	1950 a	
	IR125	Kontrol	1128	1227	1650	2748	1688 b	1810 a
		Biyoaktivatör	1511	1626	2052	2536	1931 a	
		Ay Ort.		1215c	1292c	1710b	2039a	
		Uygulama Ort.		Kontrol			1392 b	
				Biyoaktivatör			1736 a	
		LSD sul*** = 169		LSD ay*** = 169			LSD uyg***= 120	
	LSD sul x ay* = 339					LSD sul x uyg* = 239		

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Kabarla' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamaları arasında büyük farklar olmadığı ve aynı önem düzeyinde oldukları görülmekle birlikte su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak fark oluşturduğu görülmektedir. Önceki çalışmalarda, su stresi altında yapraklarda oluşan morfolojik farklılıkların genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yönelik olduğu belirtilmiştir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Su stresinin yaprak alanında azalmalara yol açtığı daha önceki çalışmalarda da tespit edilmiştir (Razavi ve ark, 2008: Skiryecz ve ark, 2011: Ma ve ark, 2012: Kıran ve ark, 2014: Ghaderi ve ark, 2015). Benzer olarak, Liu ve ark (2007), çilekte kısmi kök kuruluğu (PRD) ile kısıntılı sulamanın, tam sulamaya göre yaprak alanında düşüslere sebep olduğunu bildirmişlerdir. Grant ve ark (2010), 10, Klamkowski ve Treder (2008), 3 farklı çilek çeşidinde kısıntılı sulama ile çeşitlerin yaprak alanlarında azalmalar tespit edildiğini belirtmişlerdir. Grant ve ark (2012), ET'nin % 65'i düzeyinde uygulanan kısıntılı sulamanın, 4 farklı çilek çeşidinden 3'ünün yaprak alanlarında önemli azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, daha önce çilekte yapılan birçok çalışmada aşırı sulama koşulları altında yaprak alanında artışlar olduğu belirtilmiştir (Serrano ve ark, 1992: Kruger ve ark, 1999: Grant ve ark, 2010, 2012: Yuan ve ark, 2015). Çalışmamızda birinci deneme yılında en yüksek değerler IR 125, ikinci deneme yılında tam sulama konularından elde edilmiş olsa da, her iki deneme yılında da bahsedilen konuların IR 75 konusundan istatistiksel olarak farklı olmadıkları tespit edilmiştir.

Biyoaktivatör kullanımının birinci deneme yılından farklı olarak ikinci deneme yılında yaprak alanını önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. İkinci deneme yılındaki bu artışın sebebi, fidelerin ikinci deneme yılında daha erken dikilmesinden dolayı bitki vejetatif aksamın daha fazla gelişerek daha fazla yaprak alanı oluşturması olarak düşünülmektedir. Biyoaktivatörlerin bitki büyümesini teşvik eden materyallerden olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Spinelli ve ark, 2010: Craigie, 2011: Battacharyya ve ark, 2015). Spinelli ve ark (2010), çilek bitkisinde biyoaktivatör uygulamasının kök gelişimini arttırarak, yaprak alanında artışa neden olduğunu saptamışlardır. Vernieri ve ark (2002), marul bitkisinde

biyoaktivatörün kök büyümesini kuvvetli bir şekilde teşvik ederek yaprak alanında artışlara sebep olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, ıspanakta biyoaktivatör uygulamalarının tam sulama koşulları altında yaprak alanında önemli değişiklikler yaratmamasına rağmen, su stresi koşullarında önemli artışlara neden olduğu belirtilmiştir (Xu ve ark, 2015). Çeliktöpuz ve ark (2018), % 50 düzeyinde kısıntılı sulama koşulları altında biyoaktivatör uygulamalarının 'Fortuna' çeşidinde yaprak alanını kontrollere göre % 9 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Her iki deneme yılında da en yüksek yaprak alanı değerleri yetiştirme döneminin sonuna doğru yaklaşan Haziran ayında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle vejetatif yapı ile birlikte yaprak alanının artması beklenen bir durumdur.

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. 'Rubygem' çeşidi ilk yıl ortalama 1942 cm², ikinci yıl 2526 cm² yaprak alanına sahip bitkiler üretirken, 'Kabarla' çeşidi ilk yıl ortalama 1525 cm², ikinci yıl 1564 cm² yaprak alanına sahip bitkiler üretmiştir. Her iki deneme yılında da 'Rubygem' çeşidinin 'Kabarla'ya göre daha yüksek yaprak alanına sahip bitkiler ürettiği saptanmıştır. Ek olarak, ikinci deneme yılında fidelerin daha erken dikilmesine 'Rubygem'in (kısa gün çeşidi), 'Kabarla'ya (nötr gün çeşidi) göre daha olumlu tepki verdiği tespit edilmiştir. Benzer olarak, Klamkowski ve Treder (2008), çeşitlerin su stresi koşulları altında farklı tepkiler verdiğini ve su stresine en dayanıklı çeşidin 'Elsanta' olduğunu bildirmişlerdir. Grant ve ark (2010), su stresi koşulları altında çeşitlerin yaprak alanlarında meydana gelen farklılıkların eşit olmadığını öne sürmüşlerdir. Grant ve ark (2012), başka bir çalışmalarında, 4 farklı çilek çeşidinden 3'ünde kısıntılı sulama koşullarında yaprak alanlarında önemli düşüşler meydana gelirken, 'BSP14' çeşidinde azalma olmadığını bildirmişlerdir.

4.6.2. Gövde Çapı (mm)

Deneme kapsamında incelenen 'Rubygem' ve 'Kabarla' çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci

yetiştirme sezonlarında gövde çapı üzerine etkileri Çizelge 4.72-4.75’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının gövde çapında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen gövde çapları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Sulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.72. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde gövde çapı üzerine etkileri (mm)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			3	4	5	6			
Gövde Çapı (mm)	IR50	Kontrol	28.0	35.5	35.9	36.8	34.0	34.2 b	
		Biyoaktivatör	29.8	32.5	37.3	37.7	34.3		
	IR75	Kontrol	28.0	36.4	46.1	46.9	39.4	38.8 a	
		Biyoaktivatör	29.9	35.9	43.8	43.2	38.2		
	IR100	Kontrol	28.8	39.2	46.5	48.4	40.7	39.2 a	
		Biyoaktivatör	29.0	34.8	42.2	44.5	37.6		
	IR125	Kontrol	30.1	37.2	46.7	46.6	40.1	39.9 a	
		Biyoaktivatör	30.5	35.4	45.4	47.5	39.7		
			Ay Ort.	29.3c	35.9 b	43.0 a	43.9 a		
			Uygulama Ort.	Kontrol				38.6	
				Biyoaktivatör				37.5	
			LSD sul*** = 1.90	LSD ay*** = 1.90		LSD sul x ay* = 3.79			

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek gövde çapı değeri IR125 (39.9 mm), en düşük değer IR50 uygulamasından (34.2 mm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 1.1 mm daha düşük gövde çapına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük gövde çapı değeri Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek gövde çapı değeri Haziran ayında R100 konusundan 48.4 mm ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek gövde çapı değeri IR75 (44.6 mm), en düşük değer IR50 uygulamasından (35.7 mm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 5.4 mm daha geniş gövde çapına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük gövde çapı değeri Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek gövde çapı değeri Mayıs ayında RC100 konusundan 57.5 mm ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamaları arasında büyük farklar olmadığı ve aynı önem düzeyinde oldukları görülmekle birlikte su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak fark oluşturduğu görülmektedir. Su stresinin çileklerde gövde çapı üzerine etkilerine ilişkin yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Ancak, Çeliktöpez ve ark (2018), % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulamasının 'Fortuna' çeşidinde gövde çapını azalttığını bildirmişlerdir. Kaya ve ark (2010), yaptıkları çalışmada 6 farklı sulama seviyesinin farklı gövde çapları oluşturduğunu ve en düşük gövde çapının ise, en az sulama suyu verilen uygulamadan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Biyoaktivatör kullanımının birinci deneme yılından farklı olarak ikinci deneme yılında gövde çapını önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. İkinci deneme yılındaki bu artışın sebebi, fidelerin ikinci deneme yılında daha erken dikilmesinden dolayı bitki vejetatif aksamın daha fazla gelişerek daha geniş gövdeler oluşturması olarak düşünülmektedir. Biyoaktivatörlerin bitki büyümesini

teşvik ettiği birçok çalışmada rapor edilmiştir (Spinelli ve ark, 2010; Craigie, 2011; Battacharyya ve ark, 2015). Çeliktöpuz ve ark (2018), su stresi altında ‘Fortuna’ çeşidinde biyoaktivatör uygulamalarının gövde çapını kontrollere göre % 5 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Her iki deneme yılında da en yüksek gövde çapı değerleri yetiştirme döneminin sonuna doğru yaklaşılan Haziran ayında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle vejetatif yapı ile birlikte gövde çapının artması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.73. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çilek çeşidinde gövde çapı üzerine etkileri (mm)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Gövde çapı (mm)	IR50	Kontrol	26.5	31.6	42.0	40.4	35.1	35.7 b
		Biyoaktivatör	31.2	32.9	35.2	45.6	36.2	
	IR75	Kontrol	28.7	34.6	46.6	51.8	40.4	44.6 a
		Biyoaktivatör	41.6	45.2	54.8	53.9	48.9	
	IR100	Kontrol	31.4	34.4	49.9	51.0	41.6	44.5 a
		Biyoaktivatör	43.1	41.0	57.5	48.0	47.4	
	IR125	Kontrol	29.1	33.4	49.1	51.1	40.7	44.0 a
		Biyoaktivatör	41.4	42.8	52.1	53.0	47.3	
	Ay Ort.			34.1c	37.0 b	48.4 a	49.3 a	
	Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>				39.5 b
				<i>Biyoaktivatör</i>				44.9 a
	LSD sul*** = 2.72			LSD ay*** = 2.72			LSD uyg*** = 1.93	
	LSD uyg x ay*** = 3.85							
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

‘Kabarla’ çeşidinde, birinci deneme yılında sulama uygulamalarının gövde çapında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı

tarihlerde ölçülen gövde çapları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, sulama x ay, uygulama ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.74. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Kabarla' çilek çeşidinde gövde çapı üzerine etkileri (mm)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Gövde Çapı (mm)	IR50	Kontrol	25.6	27.0	34.7	37.3	31.1	30.5 b
		Biyoaktivatör	26.4	28.5	31.5	33.4	29.9	
	IR75	Kontrol	26.2	28.4	40.0	39.4	33.5	33.9 a
		Biyoaktivatör	29.1	29.8	39.0	38.9	34.2	
	IR100	Kontrol	26.1	32.5	39.3	43.4	35.3	34.2 a
		Biyoaktivatör	29.1	29.6	36.4	37.2	33.1	
	IR125	Kontrol	27.8	28.7	38.2	41.1	33.9	34.0 a
		Biyoaktivatör	28.9	30.0	38.1	39.4	34.1	
	Ay Ort.			27.4 b	29.3 b	37.1 a	38.8 a	
	Uygulama Ort.			Kontrol			33.5	
				Biyoaktivatör			32.8	
	LSD ay*** = 2.43			LSD sul* = 2.43				
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek gövde çapı değeri IR100 (34.2 mm), en düşük değer IR50 uygulamasından (30.5 mm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.7 mm daha düşük gövde çapına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük gövde çapı değeri Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek gövde çapı değeri Haziran ayında K100 konusundan 43.4 mm ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek gövde çapı değeri IR100 (39.5 mm), en düşük değer IR50 uygulamasından (31.8 mm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 2.5 mm daha geniş gövde çapına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük gövde çapı değeri Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek gövde çapı değeri Haziran ayında KC125 konusundan 54.9 mm ile elde edilmiştir.

'Kabarla' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamaları arasında büyük farklar olmadığı ve aynı önem düzeyinde oldukları görülmekle birlikte su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak fark oluşturduğu görülmektedir. Çeliktöpez ve ark (2018), % 50 düzeyinde su stresi uygulanan 'Fortuna' çeşidinde gövde çapının % 11 azaldığını tespit etmişlerdir. Kaya ve ark (2010), 6 farklı sulama seviyesinin denendiği araştırmalarında, en düşük gövde çapı değerlerinin en az sulama suyu verilen uygulamalardan elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Biyoaktivatör kullanımının birinci deneme yılından farklı olarak ikinci deneme yılında gövde çapını önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. İkinci deneme yılındaki bu artışın sebebi, fidelerin ikinci deneme yılında daha erken dikilmesinden dolayı bitki vejetatif aksamın daha fazla gelişerek daha geniş gövdeler oluşturması olarak düşünülmektedir. Biyoaktivatörlerin bitki büyümesini teşvik ettiği birçok çalışmada rapor edilmiştir (Spinelli ve ark, 2010; Craigie, 2011; Battacharyya ve ark, 2015). Çeliktöpez ve ark (2018), su stresi koşulları altında 'Fortuna' çeşidinde biyoaktivatör uygulamalarının gövde çapını olumlu etkileyerek arttırdığını tespit etmişlerdir.

Her iki deneme yılında da en yüksek gövde çapı değerleri yetiştirme döneminin sonuna doğru yaklaşılan Haziran ayında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle vejetatif yapı ile birlikte gövde çapının artması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.75. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde gövde çapı üzerine etkileri (mm)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Gövde çapı (mm)	IR50	Kontrol	27.7op	29.2nop	33.2j-n	35.9h-l	31.5	31.8 b
		Biyoaktivatör	24.8p	32.2 k-n	34.3i-m	37.0g-j	32.1	
	IR75	Kontrol	34.5i-m	36.1 h-k	39.2e-h	39.7e-h	37.4	39.0 a
		Biyoaktivatör	34.2i-m	36.2h-k	44.9cd	47.0bc	40.5	
	IR100	Kontrol	31.6l-o	37.7f-i	41.1d-g	43.4cde	38.4	39.5 a
		Biyoaktivatör	37.5f-j	35.5h-m	39.3e-h	50.1b	40.6	
	IR125	Kontrol	31.3mno	32.3k-n	40.8	41.6d-g	36.5	38.6 a
		Biyoaktivatör	34.0i-m	35.7h-m	37.8f-i	54.9a	40.6	
			Ay Ort.	31.9d	34.4c	38.8b	43.7a	
			Uygulama Ort.	<i>Kontrol</i>			36.0 b	
				<i>Biyoaktivatör</i>			38.5 a	
			LSD ay*** = 1.57	LSD uyg*** = 1.11		LSD uyg x ay*** = 2.22		
			LSD sul*** = 1.57	LSD sul x ay*** = 3.14		LSD sul x uyg x ay*** = 4.44		
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05							

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama 38.1 mm, ikinci yıl 42.2 mm gövde çapına sahip bitkiler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi ilk yıl ortalama 33.2 mm, ikinci yıl 37.2 mm gövde çapına sahip bitkiler üretmiştir. Her iki deneme yılında da ‘Rubygem’ çeşidinin ‘Kabarla’ya göre daha geniş gövdeli bitkiler ürettiği saptanmıştır.

4.6.3. Bitki Eni (cm)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında bitki eni üzerine etkileri Çizelge 4.76-4.79’da gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının bitki eninde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde

önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen bitki enleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında ise % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.76. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde bitki eni üzerine etkileri (cm)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			3	4	5	6			
Bitki Eni (cm)	IR50	Kontrol	30.0	33.9	34.7	38.3	34.2 d	35.6 b	
		Biyoaktivatör	35.3	35.9	37.0	39.7	37.0 c		
	IR75	Kontrol	35.7	44.7	44.7	45.3	42.2ab	41.4 a	
		Biyoaktivatör	37.0	40.7	42.0	42.3	40.5 b		
	IR100	Kontrol	36.0	39.3	45.1	47.1	42.1ab	42.7 a	
		Biyoaktivatör	39.7	43.3	44.9	45.3	43.3 a		
	IR125	Kontrol	36.7	42.7	43.0	47.3	42.4ab	41.9 a	
		Biyoaktivatör	36.2	41.5	43.2	45.0	41.5ab		
		Ay Ort.		35.8 d	40.1c	41.8 b	43.9 a		
		Uygulama Ort.		Kontrol			40.2		
				Biyoaktivatör			40.6		
		LSD sul*** = 1.68		LSD ay*** = 1.68			LSD sul x uyg* = 2.38		
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek bitki eni değeri IR100 (42.7 cm), en düşük değer IR50 uygulamasından (35.6 cm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.4 cm daha geniş bitki enine sahip oldukları

belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük bitki eni Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek bitki eni değeri Haziran ayında R125 konusundan 47.3 cm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek bitki eni değeri IR75 (39.9 cm), en düşük değer IR50 uygulamasından (34.4 cm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 2.6 cm daha geniş bitki enine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük bitki eni Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek bitki eni değeri Haziran ayında RC100 konusundan 48.4 cm ile elde edilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak en düşük önem grubunda yer aldığı görülmektedir. Farklı sulama seviyelerinin bitkilerin en değerlerinde oluşturduğu değişikliklere ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Biyoaktivatör kullanımının birinci deneme yılından farklı olarak ikinci deneme yılında bitki enini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. İkinci deneme yılındaki bu artışın sebebi, fidelerin ikinci deneme yılında daha erken dikilmesinden dolayı bitki vejetatif aksamın daha fazla gelişerek daha yüksek bitki eni değerleri oluşturması olarak düşünülmektedir. Biyoaktivatörlerin bitki büyümesini teşvik ettiği birçok çalışmada rapor edilmiştir (Spinelli ve ark, 2010; Craigie, 2011; Battacharyya ve ark, 2015).

Her iki deneme yılında da en yüksek bitki eni değerleri yetiştirme döneminin sonuna doğru yaklaşılan Haziran ayında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle vejetatif yapı ile birlikte bitki eninin artması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.77. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde bitki eni üzerine etkileri (cm)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			3	4	5	6			
Bitki Eni (cm)	IR50	Kontrol	29.7op	31.6lm	36.3hı	38.8g	34.1f	34.4 d	
		Biyoaktivatör	30.2no	32.5kl	34.8j	41.3f	34.7e		
	IR75	Kontrol	30.9mn	35.0j	42.8e	42.8e	37.9c	39.9 a	
		Biyoaktivatör	33.0k	42.8de	44.6b	47.6a	42.0a		
	IR100	Kontrol	30.7mn	34.4j	39.0g	43.5bcd	36.9d	38.5 c	
		Biyoaktivatör	33.0k	36.6g	42.1ef	48.4a	40.0b		
	IR125	Kontrol	30.0no	35.4ij	41.2f	43.6bcd	37.8c	38.9 b	
		Biyoaktivatör	35.3ij	38.6g	43.4cd	44.0bc	40.3b		
			Ay Ort.	31.6 d	35.9 c	40.5 b	43.8 a		
			Uygulama Ort.	Kontrol				36.6 b	
				Biyoaktivatör				39.2 a	
				LSD sul*** = 0.31		LSD ay*** = 0.31		LSD uyg*** = 0.22	
			LSD uyg x ay*** = 0.44		LSD sul x ay*** = 0.63		LSD sul x uyg*** = 0.44		
			LSD sul x uyg x ay*** = 0.89						
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05									

'Kabarla' çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının bitki eninde oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen bitki enleri karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.78. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde bitki eni üzerine etkileri (cm)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Bitki Eni (cm)	IR50	Kontrol	30.7	38.0	38.6	38.3	36.4	35.6b
		Biyoaktivatör	30.7	35.5	36.2	37.0	34.8	
	IR75	Kontrol	33.1	39.0	43.2	43.0	39.6	39.3a
		Biyoaktivatör	35.0	35.5	41.3	40.0	39.0	
	IR100	Kontrol	35.7	41.7	41.6	41.7	40.1	39.5a
		Biyoaktivatör	34.7	40.3	40.0	40.3	38.8	
	IR125	Kontrol	33.7	40.4	40.6	40.8	38.9	39.1a
		Biyoaktivatör	35.3	39.5	40.0	42.3	39.3	
	Ay Ort.			33.6 b	39.3 a	40.2 a	40.4 a	
	Uygulama Ort.			Kontrol			38.7	
				Biyoaktivatör			38.0	
	LSD sul*** =1.26							LSD ay*** =1.26

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek bitki eni değeri IR100 (39.5 cm), en düşük değer IR50 uygulamasından (35.6 cm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.7 cm daha düşük bitki eni değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde en düşük bitki eni Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek bitki eni değeri Mayıs ayında K75 konusundan 43.2 cm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek bitki eni değeri IR75 (37.1 cm), en düşük değer IR50 uygulamasından (31.9 cm) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 1.4 cm daha geniş bitki enine sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük bitki eni Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek bitki eni değeri Haziran ayında KC75 konusundan 45.4 cm ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak en düşük önem grubunda yer alması dikkat çekmiştir. Farklı sulama düzeylerinin bitki eni üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Biyoaktivatör kullanımının birinci deneme yılından farklı olarak ikinci deneme yılında bitki enini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. İkinci deneme yılındaki bu artışın sebebi, fidelerin ikinci deneme yılında daha erken dikilmesinden dolayı bitki vejetatif aksamın daha fazla gelişerek daha yüksek bitki eni değerleri oluşturması olarak düşünülmektedir. Biyoaktivatörlerin bitki büyümesini teşvik ettiği birçok belirtilmiştir (Spinelli ve ark, 2010; Craigie, 2011; Battacharyya ve ark, 2015).

Her iki deneme yılında da en yüksek bitki eni değerleri yetiştirme döneminin sonuna doğru yaklaşılan Haziran ayında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle vejetatif yapı ile birlikte bitki eninin artması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.79. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde bitki eni üzerine etkileri (cm)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			3	4	5	6			
Bitki Eni (cm)	IR50	Kontrol	29.0mn	30.1kl	30.8ijk	36.0f	31.5 f	31.9 d	
		Biyoaktivatör	29.7lm	30.0kl	30.7jk	39.0e	32.3 e		
	IR75	Kontrol	31.2j	32.5h	39.3e	42.3c	36.3 c	37.1 a	
		Biyoaktivatör	31.1ij	34.0g	41.0d	45.4a	37.9 a		
	IR100	Kontrol	30.5jkl	32.3h	39.3e	41.5cd	35.9 d	36.7 b	
		Biyoaktivatör	31.7hi	35.6f	40.7d	42.2c	37.6 ab		
	IR125	Kontrol	28.6n	33.8g	39.0e	40.8d	35.6 d	36.4 c	
		Biyoaktivatör	30.0kl	33.9g	41.3d	43.5b	37.2 b		
		Ay Ort.		30.2 d	32.8 c	37.8 b	41.3 a		
		Uygulama Ort.		<i>Kontrol</i>				34.8 b	
				<i>Biyoaktivatör</i>				36.2 a	
	LSD sul*** = 0.31 LSD ay*** = 0.31 LSD sul x uyg* = 0.44 LSD uyg*** = 0.22								
	LSD uyg x ay*** = 0.44 LSD sul x ay*** = 0.62 LSD sul x uyg x ay*** = 0.87								
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama 40.4 cm, ikinci yıl 38.4 cm bitki enine sahip bitkiler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi ilk yıl ortalama 37.9 cm, ikinci yıl 35.5 cm bitki enine sahip bitkiler üretmiştir. Her iki deneme yılında da ‘Rubygem’ çeşidinin ‘Kabarla’ya göre daha geniş enine sahip bitkiler ürettiği saptanmıştır.

4.6.4. Gövde Sayısı (adet)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında gövde sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.80-4.83’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının gövde sayısında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen gövde sayıları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay, sulama x uygulama ve sulama x uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.80. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde gövde sayısı üzerine etkileri (adet)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Gövde Sayısı (adet)	IR50	Kontrol	1.33	1.33	2.67	2.67	2.00	2.25 b
		Biyoaktivatör	2.00	2.33	2.67	3.00	2.50	
	IR75	Kontrol	2.00	2.61	3.33	3.33	2.82	2.99 a
		Biyoaktivatör	2.33	2.33	4.00	4.00	3.17	
	IR100	Kontrol	1.33	2.00	3.33	3.67	2.58	2.98 a
		Biyoaktivatör	2.33	2.50	4.00	4.67	3.38	
	IR125	Kontrol	2.00	2.67	3.00	3.00	2.67	2.92 a
		Biyoaktivatör	2.00	2.33	4.00	4.33	3.17	
		Ay Ort.		1.92 b	2.26 b	3.37 a	3.58 a	
		Uygulama Ort.		Kontrol			2.52 b	
				Biyoaktivatör			3.05 a	
		LSD sul*** = 0.45		LSD ay*** = 0.45			LSD uyg*** = 0.32	
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek gövde sayısı IR75 (2.99 adet), en düşük değer ise, IR50 uygulamasından (2.25 adet) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.53 adet daha fazla gövde sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük gövde sayısı Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek gövde sayısı Haziran ayında RC100 konusundan 4.67 adet ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek gövde sayısı IR100 (4.45 adet), en düşük değer IR50 uygulamasından (3.29 adet) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.06 adet daha fazla gövde sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük gövde sayısı Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek gövde sayısı Haziran ayında R100, RC100 ve R125 konularından 5.50 adet ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamaları arasında büyük farklar olmadığı ve aynı önem düzeyinde oldukları görülmekle birlikte su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak fark oluşturduğu görülmektedir. Farklı sulama seviyelerinin çileklerin gövde sayısına etkileri üzerine çok fazla sayıda çalışma bulunmamaktadır. Ancak, Çeliktöpuz ve ark (2018), 'Fortuna' çeşidinde % 50 düzeyinde su stresinin gövde sayısını azalttığını ancak elde edilen bu azalışın istatistiksel anlamda önemli olmaya yetmediğini bulmuşlardır. Benzer olarak, Candido ve ark (2015), domateste % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulamasının gövde sayısında önemli değişikliklere neden olmadığını bulmuşlardır.

Biyoaktivatör kullanımının her iki deneme yılında da gövde sayısını arttırdığı tespit edilmiştir. Özellikle birinci deneme yılında daha geç dikilen kısa gün çeşidinin morfolojik gelişim sürecini en iyi şekilde tamamlayamamasına rağmen, biyoaktivatör kullanımının gövde sayısını önemli ölçüde arttırması dikkat çekmiştir. Biyoaktivatörlerin bitki büyümesini teşvik ettiği birçok çalışmada bildirilmiştir (Spinelli ve ark, 2010; Craigie, 2011; Battacharyya ve ark, 2015). Çeliktöpuz ve ark (2018), su stresi altında 'Fortuna' çilek çeşidinde biyoaktivatör uygulamalarının gövde sayısının kontrollere göre % 25 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Her iki deneme yılında da en yüksek gövde sayısı değerleri yetiştirme döneminin sonuna doğru yaklaşılan Haziran ayında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle vejetatif yapı ile birlikte gövde sayısının artması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.81. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde gövde sayısı üzerine etkileri (adet)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			3	4	5	6			
Gövde Sayısı (adet)	IR50	Kontrol	2.50	3.33	3.50	3.50	3.21	3.29 b	
		Biyoaktivatör	3.00	3.50	3.50	3.50	3.37		
	IR75	Kontrol	2.50	4.40	5.00	5.00	4.22	4.36 a	
		Biyoaktivatör	4.00	4.00	5.00	5.00	4.50		
	IR100	Kontrol	3.00	4.23	4.83	5.50	4.39	4.45 a	
		Biyoaktivatör	4.00	4.17	4.37	5.50	4.51		
	IR125	Kontrol	2.50	5.00	5.00	5.50	4.50	4.33 a	
		Biyoaktivatör	4.00	4.00	4.17	4.50	4.17		
	Ay Ort.			3.19 d	4.08 c	4.42 b	4.75 a		
	Uygulama Ort.			<i>Kontrol</i>				4.08	
				<i>Biyoaktivatör</i>				4.14	
	LSD sul*** = 0.23			LSD ay*** = 0.33		LSD uyg x ay*** = 0.46			
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Kabarla' çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının gövde sayısında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen gövde sayıları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmuştur. Sulama x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama x ay ve uygulama x ay etkileşimlerinden kaynaklanan farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sulama x uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar ise ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.82. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde gövde sayısı üzerine etkileri (adet)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			3	4	5	6			
Gövde sayısı (adet)	IR50	Kontrol	1.67	2.00	2.00	2.33	2.00	2.00 b	
		Biyoaktivatör	2.00	1.67	2.00	2.33	2.00		
	IR75	Kontrol	2.00	2.33	2.33	2.67	2.33	2.46 a	
		Biyoaktivatör	2.00	2.00	3.00	3.33	2.58		
	IR100	Kontrol	2.33	2.67	2.67	3.00	2.67	2.67 a	
		Biyoaktivatör	2.33	2.33	2.67	3.33	2.67		
	IR125	Kontrol	2.00	2.33	2.67	2.67	2.42	2.38 a	
		Biyoaktivatör	2.00	2.00	2.67	2.67	2.33		
	Ay Ort.			2.04 b	2.17 b	2.50 a	2.79 a		
	Uygulama Ort.			Kontrol			2.35		
				Biyoaktivatör			2.40		
	LSD sul*** = 0.32							LSD ay*** = 0.32	
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

‘Kabarla’ çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek gövde sayısı IR100 (2.67 adet), en düşük değer IR50 uygulamasından (2.00 adet) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.05 adet daha fazla gövde sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük gövde sayısı Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek gövde sayısı Haziran ayında KC100 ve KC75 konularından 3.33 adet ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek gövde sayısı IR75 (4.00 adet), en düşük değer IR50 uygulamasından (2.86 adet) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.12 adet daha fazla gövde sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük gövde sayısı Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek gövde sayısı Haziran ayında KC75 konusundan 5.50 adet ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak en düşük önem grubunda yer alması dikkat çekmiştir. Çeliktöpuz ve ark (2018), % 50 düzeyinde su kısıntısının ‘Fortuna’ çeşidinin gövde sayısında azalmaya neden olsa da, istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Candido ve ark (2015), domateste % 50 düzeyinde kısıntılı sulama uygulamasının tam sulama ile kıyaslandığında gövde sayısında önemli değişikliklere sebep olmadığını bulmuşlardır.

Biyoaktivatör kullanımının her iki deneme yılında da önemli ölçüde etki edemediği saptanmıştır. Çeliktöpuz ve ark (2018), biyoaktivatör uygulamalarının, su stresinin bitki büyüme parametrelerinde oluşturduğu zararlı etkileri azalttığını bildirmişlerdir.

Her iki deneme yılında da en yüksek gövde sayısı değerleri yetiştirme döneminin sonuna doğru yaklaşılan Haziran ayında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle vejetatif yapı ile birlikte gövde sayısının artması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.83. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde gövde sayısı üzerine etkileri (adet)

Gövde Sayısı (adet)	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
	IR50	Kontrol	2.00g	2.50fg	3.20ef	3.00ef	3.67 e	2.86 c
Biyoaktivatör		2.00g	3.00ef	3.20ef	4.00cd	3.05 d		
IR75	Kontrol	2.00g	3.50de	4.60bc	5.00ab	3.78bc	4.00 a	
	Biyoaktivatör	3.50de	3.50de	4.60bc	5.50a	4.28 a		
IR100	Kontrol	2.50fg	3.50de	4.80ab	5.00ab	3.95ab	3.89ab	
	Biyoaktivatör	3.00ef	4.00cd	4.00cd	4.33bc	3.83bc		
IR125	Kontrol	2.50fg	4.00cd	4.33bc	4.50bc	3.83bc	3.70 b	
	Biyoaktivatör	2.50fg	3.00ef	4.40bc	4.40bc	3.58 c		
Ay Ort.		2.50 d	3.38 c	4.14 b	4.47 a			
Uygulama Ort.		<i>Kontrol</i>				3.56		
		<i>Biyoaktivatör</i>				3.68		
LSD ay*** = 0.26		LSD sul*** = 0.26		LSD sul x uyg* =				
0.37		LSD sul x uyg x ay*** = 0.74						
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama 2.79 adet, ikinci yıl 4.11 adet gövde sayısına sahip bitkiler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi ilk yıl ortalama 2.38 adet, ikinci yıl 3.62 adet gövde sayısına sahip bitkiler üretmiştir. Her iki deneme yılında da ‘Rubygem’ çeşidinin ‘Kabarla’ya göre daha çok sayıda gövdeli bitkiler ürettiği saptanmıştır. Sarıdaş (2018), farklı çilek çeşitlerinin, farklı gövde sayılarına sahip olduklarını bildirmiştir.

4.6.5. Yaprak Sayısı (adet)

Deneme kapsamında incelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının, birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarında gövde sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.84-4.87’de gösterilmiştir.

‘Rubygem’ çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yılında sulama uygulamalarının yaprak sayısında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Biyoaktivatör uygulamaları arasında oluşan farklar ilk deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen yaprak sayıları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama, sulama x ay, uygulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.84. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde yaprak sayısı üzerine etkileri (adet)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			3	4	5	6			
Yaprak Sayısı (adet)	IR50	Kontrol	9.7	14.3	21.0	20.7	16.4	16.9 b	
		Biyoaktivatör	13.0	17.0	17.7	21.7	17.3		
	IR75	Kontrol	14.3	18.5	23.3	29.0	21.4	21.3 a	
		Biyoaktivatör	15.0	24.7	24.7	26.3	21.1		
	IR100	Kontrol	13.0	18.3	26.2	28.7	21.5	22.3 a	
		Biyoaktivatör	15.7	25.3	25.3	30.3	23.2		
	IR125	Kontrol	12.0	19.3	25.3	34.7	22.8	23.2 a	
		Biyoaktivatör	15.3	18.0	31.7	29.0	23.5		
	Ay Ort.			13.5 d	18.2 c	24.4 b	27.5 a		
	Uygulama Ort.			Kontrol			20.5		
				Biyoaktivatör			21.3		
	LSD sul*** = 2.16							LSD ay*** = 2.16	
	1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Rubygem' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek yaprak sayısı IR125 (23.2 adet), en düşük değer IR50 uygulamasından (16.9 adet) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 0.8 adet daha fazla yaprak sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük yaprak sayısı Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek yaprak sayısı Haziran R125 konusundan 34.7 adet ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek yaprak sayısı IR75 (26.1 adet), en düşük değer IR50 uygulamasından (17.9 adet) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 3.1 adet daha fazla yaprak sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük yaprak sayısı Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek yaprak sayısı Haziran ayında R75 konusundan 34.4 adet ile elde edilmiştir.

'Rubygem' çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak en düşük önem grubunda yer aldığı görülmektedir. Su stresi koşulları altında yaprak sayısında meydana gelen azalmalar kontrol koşullarına kıyasla beklenen bir durumdur. Benzer olarak, Razavi ve ark (2008), çileklerde su eksikliğinin yaprak sayısında önemli düşümlere neden olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Grant ve ark (2010), 10 farklı çilek çeşidinde kısıntılı sulama koşulları altında yaprak sayılarının tüm çeşitlerde azaldığını tespit etmişlerdir.

Biyoaktivatör kullanımının birinci deneme yılından farklı olarak ikinci deneme yaprak sayısını önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. İkinci deneme yılındaki bu artışın sebebi, fidelerin bu deneme yılında daha erken dikilmesinden dolayı bitki vejetatif aksamın gelişerek daha fazla sayıda yaprak oluşturması olarak düşünülmektedir. Biyoaktivatörlerin bitki büyümesini teşvik ettiği birçok çalışmada rapor edilmiştir (Spinelli ve ark, 2010; Craigie, 2011; Battacharyya ve ark, 2015). Xu ve ark (2015), ıspanakta biyoaktivatör uygulamalarının tam sulama koşulları altında yaprak sayısında önemli değişiklikler yaratmadığını, ancak su stresinde ise, özellikle yaprak sayısında önemli artışlara neden olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda, her iki deneme yılında da özellikle su stresinin en çok hissedildiği IR 50 konularında biyoaktivatör uygulamalarının yaprak alanını önemli miktarlarda arttırdığı görülmektedir.

Her iki deneme yılında da en yüksek yaprak sayısı değerleri yetiştirme döneminin sonuna doğru yaklaşılan Haziran ayında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle vejetatif yapı ile birlikte yaprak sayısının artması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.85. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının 'Rubygem' çilek çeşidinde yaprak sayısı üzerine etkileri (adet)

Yaprak Sayısı (adet)	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
IR50		Kontrol	12.6no	17.6jkl	19.2hı	19.4hı	17.2 g	17.9 d
		Biyoaktivatör	11.7o	17.9jk	19.3hı	25.3f	18.5 f	
IR75		Kontrol	16.7lm	19.6h	27.2e	34.4a	24.5 c	26.1 a
		Biyoaktivatör	18.3ij	30.2cd	31.0c	31.3bc	27.7 a	
IR100		Kontrol	13.3n	19.4hı	23.3g	29.3d	21.3 e	23.4 c
		Biyoaktivatör	17.0klm	26.0f	29.4d	29.4d	25.5 b	
IR125		Kontrol	16.3m	18.4ij	28.0e	31.2bc	23.5 d	25.3 b
		Biyoaktivatör	17.5jkl	27.8e	32.3b	31.0c	27.2 a	
		Ay Ort.	15.4 d	22.1 c	26.2 b	28.9 a		
		Uygulama Ort.	Kontrol				21.6 b	
			Biyoaktivatör				24.7 a	
			LSD sul*** = 0.38		LSD ay*** = 0.38		LSD uyg*** = 0.27	
			LSD uyg x ay*** = 0.54		LSD sul x ay*** = 0.76		LSD sul x uyg*** = 0.54	
			LSD sul x uyg x ay*** = 1.08					
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

'Kabarla' çeşidinde, hem birinci hem de ikinci deneme yılında sulama ve biyoaktivatör uygulamalarının yaprak sayısında oluşturduğu farklar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı tarihlerde ölçülen yaprak sayıları karşılaştırıldığında, aylar arasındaki farklar her iki deneme yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca, sulama x uygulama, sulama x ay ve sulama x uygulama x ay etkileşiminden kaynaklanan farklar birinci deneme yılında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci deneme yılında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

'Kabarla' çeşidinde birinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek yaprak sayısı IR 100 (17.8 adet), en düşük değer IR50 uygulamasından (13.3 adet) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış

bitkilerin kontrol bitkilerine göre 1.8 adet daha fazla yaprak sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük yaprak sayısı Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek yaprak sayısı Haziran ayında KC125 konusundan 25.7 adet ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.86. 2015-2016 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak sayısı üzerine etkileri (adet)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.
			3	4	5	6		
Yaprak Sayısı (adet)	IR50	Kontrol	9.3	11.0	13.0	15.3	12.2	13.3 b
		Biyoaktivatör	10.2	11.7	18.0	18.2	14.5	
	IR75	Kontrol	11.3	12.3	17.2	18.4	14.8	16.2 a
		Biyoaktivatör	10.3	13.3	21.3	25.6	17.6	
	IR100	Kontrol	12.0	13.3	21.5	22.3	17.3	17.8 a
		Biyoaktivatör	12.3	12.0	23.7	25.7	18.4	
	IR125	Kontrol	11.0	14.3	18.9	18.7	15.7	16.3 a
		Biyoaktivatör	11.0	12.3	21.7	22.3	16.8	
		Ay Ort.		10.9 b	12.5 b	19.4 a	20.8 a	
		Uygulama Ort.		<i>Kontrol</i>			15.0 b	
				<i>Biyoaktivatör</i>			16.8 a	
		LSD sul*** = 1.85		LSD ay*** = 1.85	LSD uyg*** = 1.31	LSD uyg x ay* = 2.61		
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05								

‘Kabarla’ çeşidinde ikinci deneme yılı sonuçları incelendiğinde, sulama düzeyleri bakımından en yüksek yaprak sayısı IR125 (21.0 adet), en düşük değer IR50 uygulamasından (16.7 adet) elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine göre 3.7 adet daha fazla yaprak sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde, en düşük yaprak sayısı Mart ayında elde edilmiştir. En yüksek yaprak sayısı Haziran ayında KC100 konusundan 30.0 adet ile elde edilmiştir.

‘Kabarla’ çeşidinin birinci ve ikinci deneme yılları incelendiğinde, her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamaları arasında büyük farklar olmadığı ve aynı önem düzeyinde oldukları görülmekle birlikte su stresini en çok

yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak fark oluşturduğu görülmektedir. Uzun süreli su stresine maruz kalan bitkilerin yaprak sayısında düşüşler meydana gelmesi beklenen bir durumdur. Razavi ve ark (2008), çileklerde su eksikliğinin yaprak sayısında önemli düşüşlere neden olduğunu saptamışlardır. Grant ve ark (2010), 10 farklı çilek çeşidinde kısıntılı sulama koşulları altında yaprak sayılarının tüm çeşitlerde azaldığını tespit etmişlerdir.

Biyoaktivatör kullanımının her iki deneme yılında da yaprak sayısını arttırdığı tespit edilmiştir. Biyoaktivatör kullanımının, özellikle bitki kök hacmini arttırarak daha fazla bitki besin elementi ve su alımınının teşvik edilmesiyle yaprak sayısında artışlara neden olduğu düşünülmektedir. Biyoaktivatörlerin bitki büyümesini teşvik ettiği birçok çalışmada rapor edilmiştir (Spinelli ve ark, 2010; Craigie, 2011; Battacharyya ve ark, 2015). Xu ve ark (2015), ıspanakta biyoaktivatör uygulamalarının tam sulama koşulları altında yaprak alanında önemli değişiklikler yaratmadığını, ancak su stresinde yaprak alanında önemli artışlara neden olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda, her iki deneme yılında da özellikle su stresinin en çok hissedildiği IR 50 konularında biyoaktivatör uygulamalarının yaprak alanını önemli miktarlarda arttırdığı görülmektedir.

Her iki deneme yılında da en yüksek yaprak sayısı değerleri yetiştirme döneminin sonuna doğru yaklaşılan Haziran ayında elde edilmiştir. Mevsimin ilerlemesiyle vejetatif yapı ile birlikte yaprak sayısının artması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.87. 2016-2017 yetiştirme döneminde, farklı sulama düzeyleri ile biyoaktivatör uygulamalarının ‘Kabarla’ çilek çeşidinde yaprak sayısı üzerine etkileri (adet)

	Sul	Uygulama	AYLAR				Sul X Uyg	Sul. Ort.	
			3	4	5	6			
Yaprak Sayısı (adet)	IR50	Kontrol	12.2s	12.7s	14.2r	17.8lm	14.3 d	16.7 b	
		Biyoaktivatör	14.3qr	17.2mn	19.6ijk	25.4c	19.1 c		
	IR75	Kontrol	15.7op	18.7kl	21.2g	22.8ef	19.6 c	20.9 a	
		Biyoaktivatör	15.2pq	19.9hij	25.4c	28.6b	22.3 a		
	IR100	Kontrol	15.2pq	17.8lm	20.3ghi	24.0d	19.3 c	20.8 a	
		Biyoaktivatör	16.5no	20.6gh	22.2f	30.0a	22.3 a		
	IR125	Kontrol	16.0op	19.0jk	23.3de	25.6c	21.0 b	21.0 a	
		Biyoaktivatör	15.4p	17.2mn	23.0ef	28.4b	21.0 b		
			Ay Ort.	15.1 d	17.9 c	21.1 b	25.3 a		
			Uygulama Ort.	Kontrol				18.5 b	
				Biyoaktivatör				21.2 a	
			LSD sul*** = 0.33 LSD ay*** = 0.33 LSD uyg*** = 0.24 LSD uyg x ay*** = 0.47						
		LSD sul x ay*** = 0.67 LSD sul x uyg*** = 0.47 LSD sul x uyg x ay*** = 0.94							
1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir, 2) ***p<0.01, *p<0.05									

Çeşitlerin farklı sulama miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarına verdikleri yanıtlar her iki yetiştirme döneminde de farklılık göstermiştir. ‘Rubygem’ çeşidi ilk yıl ortalama 20.9 adet, ikinci yıl 23.2 adet yaprak sayısına sahip bitkiler üretirken, ‘Kabarla’ çeşidi ilk yıl ortalama 15.9 adet, ikinci yıl 19.9 adet yaprak sayısına sahip bitkiler üretmiştir. Her iki deneme yılında da ‘Rubygem’ çeşidinin ‘Kabarla’ya göre daha çok sayıda yapraklı bitkiler ürettiği saptanmıştır. Grant ve ark (2010), su stresi koşulları altında 10 farklı çilek çeşidinin yaprak sayılarında oluşan farklılıkların eşit olmadığını öne sürmüşlerdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

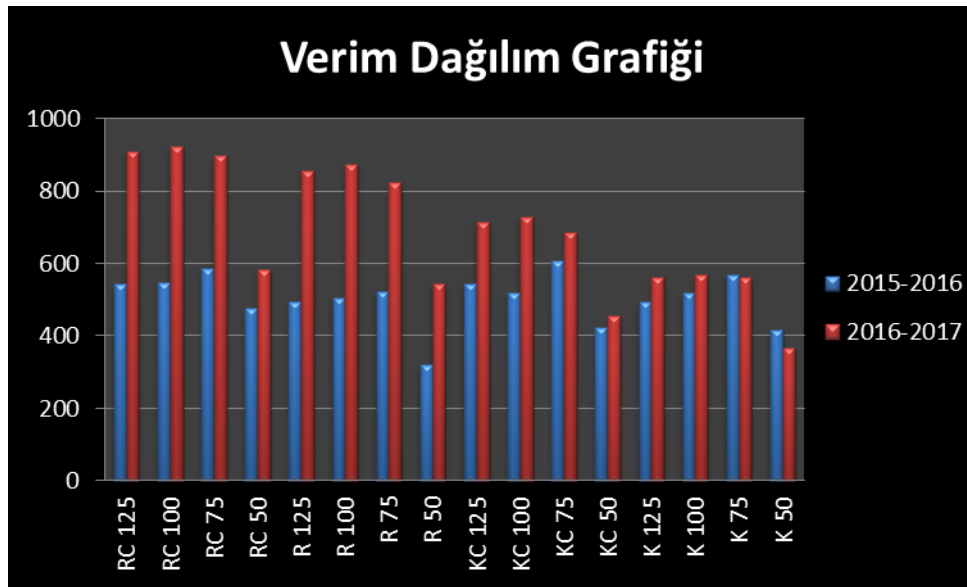
Farklı sulama suyu miktarları ile birlikte biyoaktivatör uygulamasının iki farklı çilek çeşidinde meydana getirdiği değişiklikleri belirlemeyi amaçlayan bu tez çalışması, 2015-2016 ve 2016-2017 yetiştiricilik dönemlerinde, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait araştırma alanına kurulan yüksek tünellerde yürütülmüştür. Bitki materyali olarak; 'Rubygem' ve 'Kabarla' çeşitlerinin kullanıldığı bu çalışmada, dört farklı sulama suyu seviyesi (IR125, IR100, IR75 ve IR50) denenmiştir.

Denemede, ilk yıl en yüksek SSKR değeri RC50 konusundan elde edilirken, ikinci yıl RC75 konusundan elde edilmiştir. Biyoaktivatör uygulanan konuların, her iki yıl verileri incelendiğinde, biyoaktivatör uygulanmayan konulara göre kök yapısının daha fazla gelişmesi sayesinde daha fazla sulama suyundan yararlandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, 'Rubygem' çilek çeşidinin, 'Kabarla'ya göre hem daha fazla su kaldırma eğiliminde olduğu hem de sulama suyundan daha fazla yararlandığı tespit edilmiştir.

Çalışmada, bitki başına en yüksek ortalama verim ilk yıl IR75 uygulamalarından elde edilirken, bu sulama düzeyinden sonra artan sulama suyu (IR100 ve IR125 uygulamalarında) ile birlikte verimde düşüşler meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 5.1). İkinci yıl verileri incelendiğinde, en yüksek ortalama verim değeri IR100 uygulamalarından elde edilmiştir. Her iki yıl verileri birlikte değerlendirildiğinde, IR125, IR100 ve IR75 sulama konuları aynı istatistik grubunda yer almaları dikkat çekmiştir. Biyoaktivatör uygulamasının kontrol koşullarına göre verimi ilk yıl yaklaşık olarak % 10, ikinci yıl yaklaşık % 14 oranında arttırdığı ve söz konusu iki uygulama arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Çukurova koşullarında 'Rubygem' çeşidinin 'Kabarla'ya göre özellikle ikinci yıl % 38 düzeyinde daha verimli olduğu saptanmıştır.

Birinci deneme yılında ‘Rubygem çeşidinin’, ‘Kabarla’ çeşidine göre % 24, ikinci deneme yılında % 29 oranında daha ağır meyveler ürettiği belirlenmiştir. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin kontrol bitkilerine göre ilk deneme yılında % 3, ikinci deneme yılında ise % 5 oranında daha ağır meyveler ürettiği bulunmuştur.

Biyoaktivatör uygulamasının kontrol’e göre meyve sayısı değerlerinde ilk yıl % 8, ikinci yıl % 9’luk artışa neden olduğu belirlenirken, her iki yılda da oluşan bu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 5.1. Denemede araştırılan konuların yıllara göre verim dağılım grafiği

Tez çalışmasında farklı sulama suyu miktarlarının incelenen meyvelerin kalite özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitlerinde her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı, meyve dış rengi, asit içeriği, pH üzerine istatistiksel olarak etki etmedikleri belirlenmiştir. İkinci yetiştirme döneminde, IR50 uygulaması, en küçük meyve en ve boy değerleriyle istatistiksel olarak aynı grupta yer alan diğer 3 uygulamadan farklı

olmasıyla dikkat çekerken, birinci deneme yılında her iki çeşidin de sulama suyu miktarlarından etkilenmedikleri belirlenmiştir. Ek olarak, her iki çeşitte de IR50 uygulamasının iki deneme yılında da en yüksek SÇKM değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 'Rubygem' çeşidinde her iki deneme yılında da kısıntılı ve aşırı sulamanın meyve et sertliği üzerine etkisi belirlenmezken, 'Kabarla' çeşidinde özellikle IR50 uygulamasından birinci deneme yılında en sert meyveler, ikinci deneme yılında en sert ikinci gruptaki meyveler elde edilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında, her iki deneme yılında da biyoaktivatör kullanımının iki çeşitte de pazarlanabilir meyve miktarının toplam verimdeki payı, meyve boyu, meyve dış rengi, meyve et sertliği ve pH üzerinde istatistiksel olarak olumlu yönde etki yapmadığı belirlenmiştir. 'Kabarla' çeşidinde biyoaktivatör uygulaması her iki deneme yılında da meyve eninde önemli farklar yaratmamasına rağmen, ikinci yetiştirme döneminde bitkilerin daha erken dikilmesinden dolayı, kısa gün çeşidi olan 'Rubygem'in ilk yıla göre biyoaktivatör uygulamalarından daha fazla etkilenecek, daha geniş meyveler ürettiği sonucuna varılmıştır. 'Rubygem' çeşidinde, her iki deneme yılında da biyoaktivatör uygulamalarının SÇKM üzerinde olumlu etki göstermediği tespit edilirken, 'Kabarla' çeşidinde her iki deneme yılında da biyoaktivatör uygulamalarının istatistiksel olarak olumsuz yönde etkisi saptanmıştır. Biyoaktivatör uygulanan bitkilerin, daha gelişmiş kök sistemi sayesinde bitki bünyesine daha fazla su alarak, suda çözünebilir kuru madde oranında düşümlere sebep olduğu düşünülmektedir.

Farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının meyve kalite özellikleri bakımından çeşitler arasında oluşturduğu farklılıklar değerlendirildiğinde,

- 'Rubygem' çeşidi, 'Kabarla'ya göre ilk deneme yılında % 7.4, ikinci deneme yılında % 16.8 oranında daha fazla pazarlanabilir meyveler üretmiştir.

- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 8.2, ikinci deneme yılında % 21.9 oranında daha yüksek meyve enine sahip meyveler üretmiştir.
- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 13.0, ikinci deneme yılında % 19.5 oranında daha uzun meyveler üretmiştir.
- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 5.3, ikinci deneme yılında % 4.0 oranında daha parlak meyveler üretmiştir.
- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 1.1, ikinci deneme yılında % 0.5 oranında daha tatlı meyveler üretmiştir.
- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 3.3, ikinci deneme yılında % 2.6 oranında daha yüksek pH değerine sahip meyveler üretmiştir.
- Kabarla çeşidi, Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 3.2 oranında daha yüksek et sertliğine sahip meyveler üretirken, ikinci deneme yılında % 18.7 daha düşük et sertliğine sahip meyveler üretmiştir.
- Kabarla çeşidi, Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 0.10, ikinci deneme yılında % 0.08 oranında daha yüksek asitliğe sahip meyveler üretmiştir.

Tez çalışmasında farklı sulama suyu miktarlarının incelenen yaprakların makro besin elementi konsantrasyonlarında meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde; ‘Rubygem’ çeşidinde her iki deneme yılında da, % 50 düzeyinde kısıntılı ve aşırı sulamanın N, P ve K konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz yönde etkilemesi dikkat çekmiştir. Ca konsantrasyonunda, her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamaları arasında büyük farklar olmadığı ve aynı önem düzeyinde oldukları görülmekle birlikte su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak fark oluşturduğu saptanmıştır. Mg konsantrasyonu her iki deneme yılında da su stresinin en fazla görüldüğü IR 50 uygulamasından olumsuz yönde etkilenerek istatistiksel olarak en düşük önem

seviyesinde yer aldığı belirlenmiştir. ‘Kabarla’ çeşidinde her iki deneme yılında da, % 50 düzeyinde kısıntılı sulamanın N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz etkilediği belirlenmiştir. IR125 uygulaması her iki deneme yılında da N, P ve K konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz yönde etkilerken, Ca ve Mg konsantrasyonlarını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Mg konsantrasyonunda her iki deneme yılında da IR125, IR100 ve IR75 uygulamalarının aynı önem seviyesinde yer aldıkları belirlenmiştir.

Denemede biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ yapraklarında her iki deneme yılında da N, P ve Ca üzerinde önemli farklar yaratmamasına rağmen, K (% 8.0 ve % 6.2) ve Mg (% 6.7 ve % 12.3) konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar yaratması dikkat çekmiştir. ‘Kabarla’da ise, her iki deneme yılında da Ca üzerinde önemli farklar yaratmamasına rağmen; N (% 1.9 ve % 4.8), P (% 6.2 ve % 6.9), K (% 4.3 ve % 10.1) ve Mg (% 8.1 ve % 15.4) üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar yarattıkları tespit edilmiştir.

Söz konusu çeşitlerin her iki deneme yılında da yapraklarının makro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen yaprakların N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonları Mills ve Jones (1996)’un belirlediği yeterlilik sınır değerleri içerisinde yer alarak yeterli beslendikleri belirlenmiştir.

Çalışmada, farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının yaprakların makro besin elementi konsantrasyonu bakımından ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitleri arasında meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde,

- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 6.1, ikinci deneme yılında % 3.3 oranında daha fazla P konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 5.4, ikinci deneme yılında % 0.5 oranında daha fazla N konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir.

- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 2.5, ikinci deneme yılında % 17.8 oranında daha fazla Ca konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 5.4, ikinci deneme yılında % 2.4 oranında daha fazla Mg konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 2.4 daha yüksek K konsantrasyonuna sahip yapraklar üretirken, ikinci deneme yılında % 2.2 daha düşük konsantrasyonda yapraklar üretmiştir.

Çalışmada farklı sulama suyu miktarlarının, yaprakların mikro besin elementi konsantrasyonlarında meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde, ‘Rubygem’ çeşidinde her iki deneme yılında da, % 50 düzeyinde kısıntılı ve aşırı sulamanın Mn ve Zn konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz yönde etkilemesi dikkat çekmiştir. Cu konsantrasyonunda, her iki deneme yılında da su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak en düşük önem grubunda yer aldığı saptanmıştır. Ayrıca, her iki deneme yılında da en yüksek Fe değerleri IR50 uygulamasından elde edilmiştir. ‘Kabarla’ çeşidinde ise, her iki deneme yılında da, % 50 düzeyinde kısıntılı sulama ve aşırı sulamanın Cu, Mn, ve Zn konsantrasyonlarını istatistiksel olarak olumsuz yönde etkilemesi dikkat çekmiştir. Fe konsantrasyonunda birinci deneme yılında en yüksek değer IR125, ikinci deneme yılında IR50 uygulamasından elde edilmiştir. IR50 uygulamasından sonra su miktarında meydana gelen artışlar IR125 uygulaması hariç diğer konularda Fe konsantrasyonunda azalmalara yol açmıştır.

Denemede biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ yapraklarında birinci yetiştirme döneminde Fe (% 4.6), Cu (% 8.6) ve Zn (% 3.2), ikinci yetiştirme döneminde ise, Fe (% 5.9), Cu (% 10.2), Mn (% 5.5) ve Zn (% 6.7) üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar yarattığı belirlenmiştir. ‘Kabarla’da bu uygulamaların her iki deneme yılında da Fe üzerinde etkisi olmasa da, Cu (% 7.8

ve % 10.6), Mn (% 17.3 ve % 12.4) ve Zn (% 4.9 ve % 3.9) konsantrasyonlarını önemli miktarlarda arttırdıkları saptanmıştır.

İncelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitlerinde her iki deneme yılında da yaprakların mikro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen yaprakların Fe ve Mn konsantrasyonları Mills ve Jones (1996)’un belirlediği yeterlilik sınır değerleri içerisinde yer alarak yeterli beslendikleri belirlenmiştir. Ancak, her iki deneme yılında da hem ‘Rubygem’ hem de ‘Kabarla’ çeşitleri için Cu ve Zn konsantrasyonlarının Mills ve Jones (1996)’un belirlediği yeterlilik sınır değerlerinin altında kalarak sezon boyunca yetersiz düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle, hem ‘Rubygem’ hem de ‘Kabarla’ çeşitlerinin Cu ve Zn’ye karşı duyarlı olduğu sonucuna varılarak daha yüksek oranlarda Cu ve Zn’li gübreler uygulanması önerilmektedir.

Tez çalışması kapsamında, farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının yaprakların mikro besin elementi konsantrasyonu bakımından ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitleri arasında meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde,

- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 9.2, ikinci deneme yılında % 2.1 oranında daha fazla Mn konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir.
- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 8.9, ikinci deneme yılında % 6.1 oranında daha fazla Zn konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 12.6, ikinci deneme yılında % 10.8 oranında daha fazla Cu konsantrasyonuna sahip yapraklar üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 0.8 daha yüksek Fe konsantrasyonuna sahip yapraklar üretirken, ikinci deneme yılında ise % 14.1 daha düşük konsantrasyonda yapraklar üretmiştir. Ayrıca,

çalışmada elde edilen sonuçlar, çilek yapraklarının besin elementi içeriklerinin çeşitlere ve toprakta bulunan nem miktarına bağlı olarak önemli oranda değiştiğini göstermektedir. Bu durum, aynı ortamda yetiştirilen çilek çeşitlerinin ortamda mevcut olan veya gübrelemeyle verilen besin elementlerinden farklı düzeylerde yararlandığının bir göstergesi olduğu düşünülmektedir (Clark ve Gross, 1986: Marschner, 1996: Erdal ve ark, 2004: Kacar ve Katkat, 2007: Geçer ve Yılmaz, 2012: Uzunoğlu Bulduk ve ark, 2012).

Tez çalışmasında farklı sulama suyu miktarlarının incelenen meyvelerin makro besin elementi konsantrasyonlarında meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitlerinde her iki deneme yılı için, kısıntılı ve aşırı sulamanın meyve N, P, Ca ve Mg konsantrasyonlarında istatistiksel olarak fark yaratmadıkları belirlenmiştir. Aşırı sulamanın meyvelerde K konsantrasyonunu her iki deneme yılında da arttırdığı belirlenirken, % 50 düzeyinde kısıntılı sulamanın her iki deneme yılında da en düşük K konsantrasyonlarına neden olduğu saptanmıştır.

Denemede biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çeşidi için her iki yetiştirme döneminde de P ve Ca üzerinde önemli farklar yaratmamasına rağmen, N (% 11.1 ve % 5.7), K (% 4.8 ve % 9.2) ve Mg (% 5.1 ve % 6.8) konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklar yarattığı saptanmıştır. ‘Kabarla’ çeşidinde her iki yetiştirme döneminde de P ve Ca üzerinde önemli farklar yaratmamasına rağmen, N (% 6.4 ve % 4.4) ve K (% 3.1 ve % 15.0) konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklar yarattığı belirlenmiştir. Mg konsantrasyonlarında ise, sadece birinci deneme yılında önemli oranda (% 4.2) artış olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitlerinde her iki deneme yılında da meyvelerin makro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen meyvelerin N, P, K ve Mg konsantrasyonları yetiştirme dönemi boyunca

çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. İncelenen meyvelerin Ca konsantrasyonları ise her iki deneme yılında da çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalardaki değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının meyvelerin makro besin elementi konsantrasyonu bakımından ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitleri arasında meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde,

- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre her iki deneme yılında da % 1.1 oranında daha fazla N konsantrasyonuna sahip meyveler üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 14.0, ikinci deneme yılında % 13.7 oranında daha fazla K konsantrasyonuna sahip meyveler üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında aynı miktarda Ca konsantrasyonuna sahip meyveler üretmesine rağmen, ikinci deneme yılında ise % 1.8 oranında daha yüksek konsantrasyonda meyveler üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 1.6 daha yüksek P konsantrasyonuna sahip meyveler üretirken, ikinci deneme yılında % 4.2 oranında daha düşük konsantrasyonda meyveler üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 1.7 daha yüksek Mg konsantrasyonuna sahip meyveler üretirken, ikinci deneme yılında % 6.3 oranında daha düşük konsantrasyonda meyveler üretmiştir.

Tez çalışmasında farklı sulama suyu miktarlarının incelenen meyvelerin mikro besin elementi konsantrasyonlarında meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde, ‘Rubygem’ çeşidinde her iki deneme yılında, tüm sulama uygulamalarının istatistiksel anlamda aynı önem grubunda yer alıp, Mn ve Cu konsantrasyonları üzerinde önemli farklar yaratmadıkları saptanmıştır. Fe ve Zn

konsantrasyonunda, her iki deneme yılında da su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamasının istatistiksel olarak en yüksek önem grubunda yer aldığı saptanmıştır. Kısıntılı sulamanın meyvelerin Fe ve Zn konsantrasyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Ek olarak, IR50 uygulamasından sonra su miktarında meydana gelen artışlar Fe ve Zn konsantrasyonlarında azalmalara yol açmıştır. ‘Kabarla’ çeşidinde ise, her iki deneme yılında da, kısıntılı ve aşırı sulamanın meyve Cu ve Mn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak fark yaratmadıkları dikkat çekmiştir. Aşırı sulamanın meyvelerde Zn konsantrasyonunu her iki deneme yılında da azalttığı belirlenirken, % 50 düzeyinde kısıntılı sulamanın her iki deneme yılında da en yüksek Fe ve Zn konsantrasyonlarına neden olduğu saptanmıştır.

Denemede biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çeşidinde her iki yetiştirme döneminde de Fe (% 7.2 ve % 6.7), Cu (% 5.6 ve % 4.2) ve Zn (% 10.4 ve % 5.3) konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklar yaratırken, Mn üzerinde fark yaratmadığı tespit edilmiştir. ‘Kabarla’ çeşidinde ise; biyoaktivatör uygulamalarının her iki yetiştirme döneminde de Zn (% 17.3 ve % 7.9) konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklar yaratırken, Fe, Cu ve Mn konsantrasyonlarında yaratmaması dikkat çekmiştir.

İncelenen ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitlerinde her iki deneme yılında da meyvelerin mikro besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, incelenen meyvelerin Fe, Cu, Mn ve Zn konsantrasyonları yetiştirme dönemi boyunca çoğunlukla bahsedilen bütün çalışmalarla uyum içerisinde olduğu saptanmıştır.

Deneme kapsamında farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının meyvelerin mikro besin elementi konsantrasyonu bakımından ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitleri arasında meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde,

- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 8.6, ikinci deneme yılında % 14.9 oranında daha fazla Cu konsantrasyonuna sahip meyveler üretmiştir.

- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 10.4, ikinci deneme yılında % 5.5 oranında daha fazla Zn konsantrasyonuna sahip meyveler üretmiştir.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 7.9 daha yüksek Fe konsantrasyonuna sahip meyveler üretirken, ikinci deneme yılında % 2.7 daha düşük konsantrasyonda meyveler üretmiştir.
- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 10.3 daha yüksek Mn konsantrasyonuna sahip meyveler üretirken, ikinci deneme yılında % 5.3 daha düşük konsantrasyonda meyveler üretmiştir.

Tez çalışmasında farklı sulama suyu miktarlarının eko-fizyolojik özellikler üzerinde meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitlerinde en düşük YSP ve stoma iletkenliği değerleri her iki deneme yılında da IR50 uygulamasından elde edilirken, IR75 uygulaması ise IR50 uygulamasını takip etmiştir. İhtiyacı olduğundan daha az sulama suyu verilen uygulamalarda ihtiyaç duyduğu miktarda suyu kök bölgesinden kaldıramadığından bitkilerin strese girerek yaprak su potansiyeli değerlerinde düşmeler meydana geldiği görülmektedir. Bununla beraber büyüme dönemi ile birlikte Çukurova koşullarında iklimden kaynaklanan hava sıcaklığındaki artışlar ve buna bağlı olarak İspanyol tipi yüksek tünellerin içerisindeki oransal nem değerlerindeki azalmalar yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliği değerlerinin daha da düşmesine neden olmuştur.

Çalışmada biyoaktivatör uygulamalarının, eko-fizyolojik özellikler bakımından çeşitler üzerinde meydana getirdiği farklılıklar değerlendirildiğinde,

- Biyoaktivatör uygulaması ‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılında % 3.5, ikinci deneme yılında % 7.7 daha yüksek yaprak su potansiyeli sağlarken, ‘Kabarla’ çeşidinde ise, sırasıyla % 2.4 ve % 4.8 artış sağlamıştır.

- Biyoaktivatör uygulaması ‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılında % 10.9, ikinci deneme yılında % 4.1 daha yüksek stoma iletkenliği sağlarken, ‘Kabarla’ çeşidinde ise, sırasıyla % 12.9 ve % 4.1 artış sağlamıştır.

Denemede farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının eko-fizyolojik özellikler bakımından çeşitler arasında oluşturduğu farklılıklar değerlendirildiğinde,

- ‘Rubygem’ çeşidi, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 2.9, ikinci deneme yılında % 1.1 daha yüksek yaprak su potansiyeline sahip olmuştur. Her iki deneme yılında da ‘Rubygem’ çeşidinin ‘Kabarla’ya göre daha yüksek yaprak su potansiyeline sahip olduğu saptanmıştır.
- ‘Kabarla’ çeşidi, ‘Rubygem’e göre ilk deneme yılında % 9.5 daha yüksek stoma iletkenliğine sahip olurken, ikinci deneme yılında her iki çeşidin de hemen hemen aynı stoma iletkenliğine sahip olduğu saptanmıştır.

Tez çalışmasında farklı sulama suyu miktarlarının incelenen morfolojik özelliklerde meydana getirdiği değişiklikler değerlendirildiğinde, ‘Rubygem’ ve ‘Kabarla’ çeşitlerinin, her iki deneme yılında da, yaprak alanlarında, gövde çapı ve bitki eni değerlerinde, gövde ve yaprak sayılarında su stresini en çok yansıtan IR50 uygulamalarından daha fazla etkilenecek, en düşük istatistiksel grupta yer aldıkları belirlenmiştir. İki çeşidin de, her iki deneme yılı sonunda, özellikle yaprak alanlarında ve gövde çapı değerlerinde IR125, IR100 ve IR75 uygulamaları arasında büyük farklar olmadığı ve aynı önem düzeyinde oldukları dikkat çekmektedir.

Çalışmada biyoaktivatör uygulamalarının ‘Rubygem’ çeşidinde birinci deneme yılında sadece gövde sayısında (% 21.0) önemli miktarlar da artış sağladığı belirlenirken, ikinci deneme yılında, yaprak alanında (% 31.3), gövde çapında (% 13.7), bitki eninde (% 1.5) ve yaprak sayısında (% 14.4) önemli miktarlarda artış

sağladığı saptanmıştır. ‘Kabarla’ çeşidinde ise, birinci deneme yılında sadece yaprak sayısında (% 12.0) önemli miktarda artış tespit edilirken, ikinci deneme yılında yaprak alanında (% 24.7), gövde çapında (% 6.9), bitki eninde (% 4.0) ve yaprak sayısında (% 14.6) önemli miktarlarda artış sağladığı tespit edilmiştir.

Farklı sulama suyu miktarları ve biyoaktivatör uygulamalarının morfolojik özellikler bakımından çeşitler arasında oluşturduğu farklılıklar değerlendirildiğinde,

- ‘Rubygem’ çeşidinin, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 24.2, ikinci deneme yılında % 61.5 oranında daha yüksek yaprak alanına sahip bitkiler ürettiği belirlenmiştir.
- ‘Rubygem’ çeşidinin, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 14.8, ikinci deneme yılında % 13.4 oranında daha geniş gövdeli bitkiler ürettiği saptanmıştır.
- ‘Rubygem’ çeşidinin, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 6.6, ikinci deneme yılında % 8.2 oranında daha geniş enine sahip bitkiler ürettiği tespit edilmiştir.
- ‘Rubygem’ çeşidinin, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 17.2, ikinci deneme yılında % 13.5 oranında daha çok sayıda gövdeli bitkiler ürettiği belirlenmiştir.
- ‘Rubygem’ çeşidinin, ‘Kabarla’ya göre ilk deneme yılında % 31.4, ikinci deneme yılında % 16.6 oranında daha çok sayıda yapraklı bitkiler ürettiği saptanmıştır.

Küresel iklim değişikliğinin özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, kuraklığın şiddetini ve süresini artırması ile birlikte çiftçilerin ve hükümetlerin artan gıda güvenliği riskiyle karşı karşıya kalması beklenmektedir. Mümkün olan teknolojik alternatiflere ek olarak, yüksek besin ve su kullanım etkinliği ile

bağlantılı su stresine toleranslı çeşitlerin tercih edilmesi, bu problemin üstesinden gelmeye veya en azından etkilerini hafifletmeye yardımcı olabilir. Bu nedenle, su stresinin bitkiler üzerindeki etkilerini en aza indirmek için daha fazla alternatif yöntemler ve çeşitler bulmak için çaba gösterilmelidir. Çalışma sonucunda da, özellikle ‘Rubygem’ çeşidinin ‘Kabarla’ çeşidine göre, her iki deneme yılında da, sulama suyundan daha fazla yararlanmasının yanında özellikle daha yüksek verim değerleri ile birlikte pazarlanabilir meyve yüzdesi, meyve en, boy, ağırlık ve parlaklığa sahip olması ile Çukurova koşullarına daha uygun olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden, benzer çalışmaların farklı çeşitlerle tekrar edilerek desteklenmesi ve sonuçlarının üreticilerle paylaşılması bölge çilek yetiştiriciliği için son derece önemli olduğu düşünülmektedir.

Biyoaktivatör uygulamalarının her ne kadar meyve kalite parametreleri üzerinde önemli etkiler yapmasa da, meyve verim parametrelerini, makro ve mikro birçok bitki besin elementinin konsantrasyonunu ve morfo-fizyolojik özellikleri olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ise, biyoaktivatör uygulaması ile birlikte bitki kök gelişiminin artarak bitki bünyesine doğru daha fazla besin elementi ve su taşınması olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda, biyoaktivatör uygulamalarının su sıkıntısı olan bölgelerde bitki yetiştiriciliği için önemli bir strateji olabileceği söylenebilir. Ayrıca, biyoaktivatörün etkilerinin daha iyi belirlenmesi için uygulanan doz miktarının artırılması ve özellikle bitki köklerinin gelişiminin de takip edilmesi önerilmektedir.

Su stresinin en çok uygulandığı IR50 uygulamasının SÇKM, meyve et sertliği (‘Kabarla’ çeşidi için) ve Fe konsantrasyonu üzerinde olumlu yönde etkileri belirlenmesine rağmen, şiddetli kuraklığın özellikle terlemeyi azaltarak stomanın kapanmasına ve YSP değerlerinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir. Aktif su ve besin elementi taşıyıcı sistemde bozukluklar oluşması nedeniyle köklerden meyvelere kadar taşınan hemen hemen bütün besin elementi konsantrasyonlarının ve suyun sınırlı kaldığı görülmektedir. Bozulan toprak-bitki-su ilişkileri sebebiyle bitkinin verimini yansıtan bitki gelişim parametreleri ile birlikte özellikle meyve

sayısı ve ağırlığı olumsuz yönde etkilenecek verim değerlerinde büyük düşüşler kaydedilmiştir. Ayrıca, bitkiye ihtiyacından daha fazla su uygulamanın (IR125) her iki çeşitte de, sanılanın aksine, meyve kalite parametrelerinde, yaprak N, P, K, Mn ve Zn konsantrasyonlarını olumsuz yönde etkilemesi dikkat çekmiştir. Bunun sebebinin, oksijenden yoksun bırakılan kök sistemlerinin, gerekli su ve besin maddelerinin alınması, tutulması ve iletilmesi işlemlerini gerçekleştiremeyerek bitki bünyesinde bir dizi sorunlara yol açmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ek olarak, IR125 uygulamasının verim, pazarlanabilir meyve yüzdesi, meyve eni, meyve boyu, meyve dış rengi, titre edilebilir asit miktarı, pH, yaprak alanı, gövde çapı ve meyve N, P, Ca, Mg, Mn ve Cu konsantrasyonlarında IR100 ve IR75 uygulamaları ile kıyaslandığında fark yaratmadığı tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında, bitki bünyesinde kalıcı hasarların oluşması: su stresinin seviyesine, toprakta bulunan besin elementi konsantrasyonuna ve bitki çeşidine bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple, daha az sulama suyu uygulanan ancak her iki deneme yılında da özellikle verimde istatistiksel olarak en yüksek önem grubunda yer alması ve SÇKM gibi tüketicilerin ürün seçiminde önemli rol oynayan meyve kalite parametreleri üzerindeki olumlu etkileri değerlendirildiğinde, IR75 sulama uygulamasının gelecekteki çalışmalarda daha fazla kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca, tüm bu sonuçlar biyoaktivatör uygulamasının en uygun miktarda sulama suyuyla birleştirilmesi gerektiğini ve su stresi ya da çoklu stres koşulları altında biyoaktivatör uygulamalarının bitki adaptasyonlarının geliştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Bu araştırma, ülkemiz çilek yetiştiriciliğinde farklı sulama seviyelerinin özellikle meyve besin elementi içeriklerine etkisini araştırması bakımından öncül olup, bundan sonraki çalışmalara ışık tutacaktır. Araştırmada elde edilen verilere dayanılarak bundan sonraki çalışmalar için kısıntılı ve aşırı sulama koşulları altında güncel çeşitlerin meyve kalite parametrelerinden şeker, organik asit, aroma ve fenolik bileşikler ile antioksidan kapasitelerinin de araştırılmaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abd El-Gawad, H.G., and Osman, H.S., 2014. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants 6 (3): 133-143, ISSN 2079-2158. DOI: 10.5829/idosi.jhsop.2014.6.3.1147.
- Abdel-Mawgoud, A.M.R., Tantaway, A.S., Magda, M.H., Hoda, A.M., 2010. Seaweed extract improves growth, yield and quality of different watermelon hybrids, Res. J. Agric. Biol. Sci. &, 161-168.
- Abdul Jaleel, C., Gopi, R., Sankar, B.H., Manivannan, P., Kishoekumar, A., Sridharan, R., Panneerselvam, R., 2007. Studies on germination, seedling vigour, lipid peroxidation and proline metabolism in Catharanthus roseus seedlings under salt stress. South African Journal of Botany. Volume 73, Issue 2, 190-195. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2006.11.001>.
- Abeles, F.B., and Takeda. F., 1990. Cellulase activity and ethylene in ripening strawberry and apple fruits. Scientia Horticulturae. 42:269–275.
- Abetz, P., and Young, C.J., 1983. The effect of seaweed extract sprays derived from Ascophyllum nodosum on lettuce and cauliflower crops. Bot. Mar.26, 487-492.
- Adak, N., Gübbük, H., Tetik, N., 2018. Yield, quality and biochemical properties of various strawberry cultivars under water stress. Journal of the Science of Food and Agriculture, 98(1): 304-31.
- Ağaoğlu, S.Y., 1986. Üzümsü Meyveler. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları: 1984, Ders Kitabı 290.
- Ahmad, H., Sajid, M., Ullah, R., Hayat, S., Shahab, M., 2014. Dose optimization of potassium (K) for yield and quality increment of strawberry (Fragaria × ananassa Duch) Chandler. American Journal of Experimental Agriculture, 4: 1526–1535.

- Ahmed, Y.M., and Shalaby, E.A., 2012. Effect of different seaweed extracts and compost on vegetative growth, yield and fruit quality of cucumber. *J. Hortic. Sci. Ornam, Plants.* 4, 235-240.
- Akbulut, M., Çekiç, Ç., Ünver, A., 2006. Bazı oktoploid ve diploid çileklerin fitokimyasal özellikleri, antioksidan kapasitesi ve mineral miktarlarının belirlenmesi. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Tokat. 299-303.
- Akçay, V., 2014. Farklı azot dozlarının rubygem ve fortuna çilek çeşitlerinde verim ve meyve kalite kriterleri üzerine etkisi. Adnan menderes üniversitesi fen bilimleri enstitüsü toprak bilimi ve bitki besleme anabilim dalı YI tezi.
- Alam, S.M., Azmi, A.R., Naqvi, S.S.M., 1987. Growth and nutrient content of rice plant under flooded and unflooded conditions. *Pak J Sci Indust Res* 30:464.
- Alam, S.M., 1996. Allelopathic effects of weeds on the growth and development of wheat and rice under saline conditions. Ph.D dissertation, University of Sindh, Jamshoro, Pakistan.
- Alam, M.Z., Braun, G., Norrie, J., Hodges, D.M., 2013. Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and microbial communities of strawberry. *Can. J. Plant Sci.* 93, 23-36.
- Albregts, E. E., and C. M. Howard., 1986. Response of strawberries to soil and foliar fertilizer rates, *Hort Science* 21(5): 1140-1142.
- Almaliotis, D., Velemis, D., Bladenopoulou, S., Karapetsas, N., 2002. Leaf nutrient levels of strawberries (cv. Tudla) in relation to crop yield. *Acta Hort.* 567: 447-450.
- Amoros, A., Zapata, P., Pretel, M.T., Botella, M.A., Almansa, M.S., Serrano, M., 2004. Role of naphthalene acetic acid and phenothiol treatments on increasing fruit size and advancing fruit maturity in loquat. *Sci. Hortic.* 101, 387-398.
- Anonim, 2005. Çilek yetiştiriciliği. [www. alata.gov.tr/alatarim.pdf](http://www.alata.gov.tr/alatarim.pdf).
- Anonim, 2015. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>.

- Anonim, 2016. <http://agraforum-solutions.com/>
- AOAC, 1990. In: Helrich, K (Ed.), Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Archbold, D., and Mackown, C. T., 1995. Seasonal and cropping effects on total and fertilizer nitrogen use in Junebearing and Day-neutral strawberries// Journal of American Society for Horticultural Sciences. Vol. 120, No.93, p.403-408.
- Ariza, M.T., Soria, C., Medina-Mínguez, J.J., Martínez-Ferri, E., 2012. Incidence of misshapen fruits in strawberry plants grown under tunnels is affected by cultivar, planting date, pollination, and low temperature. HortScience. 47, 1569–1573.
- Arthur, G.D., Stirk, W.A., Van Staden, J., 2003. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annuum*. S. Afr. J. Bot. 69, 207-211.
- Aslantaş, R., Güleriyüz, M., Köse, M., Özkan, G., 2007. Bazı Organik Biostimülatörlerin Çilek Verimi, Kalitesi ve Bitki Besin Elementi İçeriği Üzerine Etkileri. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 04-07 Eylül 2007, Erzurum, Cilt.1, s.862-866.
- Avrupa Çevre Ajansı, 2004. Impacts of Europe's Changing Climate. EEA report no. 2/2004. EEA, Copenhagen, Denmark.
- Awang, Y.B., Atherton, J.G., Taylor, A.J., 1993. Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. I. Growth and leaf water relations. J. Hort. Sci., 68: 783–790.
- Bangerth, F., 1979. Calcium related physiological disorders of plants. Ann. Rev. Phytopathol. 17, 97-122.
- Battacharyya, D., Babgohari, Z.M., Rathor, P., Prithiviraj, B., 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196, 39-48.

- Beckett, R.P., Mahhegka, A.D.M., Van Staden, J., 1994. Effect of seaweed concentrate on yield of nutrient stressed tepary bean (*Phaseolus acutifolius* Gray). *J. Appl. Phycol*, 6, 429-430.
- Bergmann, W., 1992. *Nutritional Disorders of Plants*. pp 289-294. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
- Berlyn, G.P., and Russo, R.O., 1990. The use of organic biostimulants to promote root growth. *Belowground Ecol.* 2, 12-13.
- Billard, V., Etienne, P., Jannin, L., Garnica, M., Cruz, F., Garcia-Mina, J.M., Ourry, A., 2013. Two biostimulants derived from algae or humic acid induce similar responses in the mineral content and gene expression of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J Plant Growth Regul.* 33:1–12.
- Blasse, W., 1977. *Intensification of Strawberry Production by Irrigation. Intensiveringung der Erdbeerproduktion Durch Bewässerung. Gartenbau* 24 (4). Humbolt University Berlin.
- Blatt, C.R., 1984. Irrigation, mulch, and double row planting related to fruit size and yield of 'Bounty' strawberry. *HortScience* 19, 826-827.
- Blunden, G., Jenkins, T., Liu, Y.W., 1996. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *J. Appl. Phycol.* 8, 535-543.
- Bogunović, I., Duralija, B., Gadže, J., Kisić, I., 2015. Biostimulant usage for preserving strawberries to climate damages. *Horticultural science*. <http://dx.doi.org/10.17221/161/2014-HORTSCI>.
- Bota, J., Flexas, J., Medrano, H., 2001. Genetic variability of photosynthesis and water use in Balearic grapevine cultivars. *ANN. APPL. BIOL.* 138: 353-361.
- Boukar, I., Hess, D.E., Payne, W.A., 1996. Dynamics of moisture, nitrogen and striga infestation in pearl millet, transpiration and growth. *Agron J* 88:545.
- Boyer, J.S., 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218:443.
- Bradford, K.J., 1994. Water stress and the water relations of seed development. A critical review. *Crop Sci* 34:1.

- Brohi, A., Aydeniz, A., Karaman, M.R., Erşahin, S., 1994. Bitki Besleme. Gazi Osman Paşa Üniversitesi Yayınları: 4, Kitaplar Serisi: 4.
- Brown, C.E., Pezeshki, S.R., DeLaune, R.D., 2006. The effect of salinity and soil drying on nutrient uptake and growth of *Spartina alterniflora* in a simulated tidal system. *Environmental and Experimental Botany* 58, 140-148.
- Brown, D.A., Place, G.A., Pettiet, J.V., 1960. The effect of soil moisture and cation exchange in soils and nutrient uptake by plants. *Proceedings 7th International Congress of Soil Science IV*. Madison, WI, 56.
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., Ferrante, A., 2015. Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*. 31: 1–17. DOI:10.1080/01448765.2014.964649.
- Candido, V., Campanelli, G., D’addabbo, T., Castronuovo, D., Perniola, M., Camele, I., 2015. Growth and yield promoting effect of artificial mycorrhization on field tomato at different irrigation regimes. *Scientia Horticulturae*, Volume 187, Pages 35-4. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.033>.
- Cao, F., Guan, C., Dai, H., Li, X., and Zhang, Z., 2015. Soluble solids content is positively correlated with phosphorus content in ripening strawberry fruits. *Scientia Horticulturae*, 195: 183-187.
- Capar, S., and Cunningham, W., 2000. Element and radionuclide concentrations in food: FDA total diet study 1991–1996. *Journal of AOAC International*, 83, 157–177.
- Capocasa, F., Scalzo, J., Mezzetti, B., Battino, M., 2008. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: the role of genotype. *Food Chem.* 111:872–878.
- Cardenosa, V., Medrano, E., Lorenzo, P., Sánchez-Guerrero, M.C., Cuevas, F., Pradas, I., Moreno-Rojas, J.M., 2015. Effects of salinity and nitrogen supply on the quality and health-related compounds of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa* cv. Primoris). *J.Sci. Food. Agric.* 95: 2924-2930.

- Carvalho, M.E.A., Castro, P.R.C., Novembre, A.D.C., Chamma, H.M.C.P., 2013. Seaweed extract improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. *Am-Eurasian Agric. Environ Sci.* 13, 1104-1107.
- Castaings, L., Marchive, C., Meyer, C., Krapp, A., 2011. Nitrogen signalling in *Arabidopsis*: how to obtain insights into a complex signalling network. *J. Exp. Bot.* 62. 1391-1397.
- Chandler, C.K., and Ferree, D.C., 1990. Response of 'Raritan' and 'Surecrop' strawberry plants to drought stress. *FRUIT VAR. J.* 44: 183-185.
- Chapin III, F.S., 1991. Integrated response of plants to stress. *Bioscience* 41:29.
- Chapin III, F.S., Walter, C.H.S., and Clarkson D.T., 1988. Growth response of barley and tomato to nitrogen stress and its control by abscisic acid, water relations, and photosynthesis, *Planta* 173:352.
- Chen, S.K., Edwards, C.A., Subler, S., 2003. The influence of two agricultural biostimulants on nitrogen transformations, microbial activity, and plant growth in soil microcosms. *Soil Biol. Biochem.* 35, 9-19.
- Chouliaras, V., Tasioula, M., Chatzissavvidis, C., Therios, I., Tsabolidou, E., 2009. The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar Koroneiki, *J. Sci. Food. Agric.* 89, 984-988.
- Claassen N., Syring, K.M., Jungk, A., 1986. Verification of a mathematical model by stimulating potassium uptake from soil. *Plant Soil* 95:209.
- Clark, R.B., and Gross, R.D., 1986. Plant Genotype Differences to Iron. *Journal of Plant Nutrition.* 9: 471-491.
- Cline, R.A., 2004. Leaf analyses for fruit crop nutrition. Factsheet Queen's Printer for Ontario.- 1991.<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/91-012.htm> [erişim 23.12.2018].
- Colavita, G.M., Spera, N., Blackhall, V., Sepulveda, G.M., 2010. Effect of seaweed extract on pear fruit quality and yield. *Pear Symp. XI Int.* 909, 601-607.

- Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.R.O., Genovese, M.I., Lajolo, F.M., 2002. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, pp. 2581-2586
- Correia, P.J., Pestana, M., Martinez, F., Ribeiro, E., Gama, F., Saavedra, T., Palencia, P., 2011. Relationships between strawberry fruit quality attributes and crop load. *Scientia Horticulturae*, 130: 398–403.
- Craigie, J.S., 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol*, 23, 371-393.
- Crouch, I.J., Beckett, R.P., Van Staden, J., 1990. Effect of seaweed concentrate on the growth and mineral nutrition of nutrient-stressed lettuce. *J. Appl. Phycol.* 2, 269-272.
- Crouch, I.J., and Van Staden, J., 1992. Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants. *J. Appl. Phycol.* 4, 291-296.
- Çakıcı, H., ve Aydın, Ş., 2005. Emiralem-İzmir Yöresi Çilek Plantasyonlarının Beslenme Durumu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1):155-166.
- Çeliktöpe, E., Kapur, B., Sarıdaş, M.A., Paydaş Kargı, S., 2018. Determining the Yield and Morpho-Physiological Responses of 'Fortuna' Strawberry cv. of Using Different Irrigation Levels with Bio-stimulant Application. *YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI)*, 28(4): 368-374.
- DaMatta, F., Loos, R.A., Silva, E.A., Loureiro, M.E., Ducatti, C., 2002. Effects of soil water deficit and nitrogen nutrition on water relations and photosynthesis of pot-grown *Coffea canephora* Pierra. *Trees* 16, 555-558.
- Daugaard, H., 2001. Nutritional Status of Strawberry Cultivars in Organic Production. *Journal of Plant Nutrition*.
- Deak, T., 2007. Handbook of food spoilage yeast. Second Edition, p. 191.

- Demirsoy L., Demirsoy H., Ersoy B., Balcı G., Kızılkaya R., 2010. Seasonal variation of N, P, K and Ca content of leaf, crown and root of 'Sweet Charlie' strawberry under different irradiation. *Zemdirbyste- Agriculture*, vol. 97, No.1, p.23-32. UDK 634.75:581. 144.2.035/36:631.893. ISSN 1392-3196.
- Demirsoy L, Öztürk A, Serçe S., 2012. Çileklerde (Fragaria) Çiçeklenme ile Fotoperiyot Arasındaki İlişkiler.. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 2012,27(2):110-119. *Anadolu J Agr Sci*, 2012, 27(2):110-119. doi: 10.7161/anajas.2012.272.110. URL:<http://dx.doi.org/10.7161/anajas.2012.272.110>.
- Devitt, A. and Francis, C.M., 1972. Effect of waterlogging on the mineral content of *Trifolium subterraneum*. *Aust J Exp Agric Anim Husb* 12:614.
- Dobromilska, R., Mikiciuk, M., Gubarewicz, K., 2008. Evaluation of cherry tomato yielding and fruit mineal composition after using of Bio-algeen S-90 preparation. *J. Elem.* 13, 491-499.
- Dogra, B.S., and Mandradia, R.K., 2014. Effect of seaweed extract on growth and yield of onion. *Int. J. Farm Sci.* 2,59-64.
- Dominguez, A., Martinez, E., Trigo, A.,Alonso, R., Garcia, R., Sanchez, R., Ghorbel, J. Tomas., 2009. Seasonal changes in leaf mineral content may affect foliar diagnostic in strawbeery. *ISH Acta Horticulture* 842: VI. International Strawberry Symposium.
- Drew, M.C., and Sisworo, E.J., 1977. Early effects of flooding on nitrogen deficiency and leaf chlorosis in barley. *New Phytol* 79:587.
- Dwelle, R.B., and Hurley, P.J., 1984. The effect of seaweed foliar application of cytokinins on potato yields in southeastern Idaho, Ida. *Agric. Exp. Stn. U.S.A.*, 293-299.
- Erdal, I., Kepenek, K., Kızılgöz, I., 2004. Effect of Foliar Iron Applications at different Growth Stages on Iron and Some Nutrient Concentrations in Strawberry Cultivars. *Turk J Agric For*, 28: 421-427.

- Erdal, İ., Aşkın, M.A., Küçükyumuk, Z., Yıldırım, F., Yıldırım, A., 2008. Rootstock has an Important Role on Iron Nutrition of Apple Trees. *World Journal of Agricultural Sciences* , 4(2): 173-177.
- Erdem, Y., and Yüksel, A. N., 2003. Yield Response of Watermelon to Irrigation Shortage. *Scientia Horticulturae*, 98: 365–383.
- Erenoğlu, B., 2003. Organik Üzümsü Meyve (çilek, ahududu ve böğürtlen) Yetiştiriciliği. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, 26s.
- Eris, A., Sivritepe, H.Ö., Sivritepe, N., 1995. The effect of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality criteria in peppers. *Int. Symp. Solanacea Fresh Mark.* 412, 185-192.
- Ersoy, B., and Demirsoy, H., 2006. Effect of shading on seasonal variation of some macro –nutrients in ‘Camarosa’ strawberry //Asian Journal of Chemistry. Vol.18. .No.3, p.2329-2340. *fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 (3): 293-296. grown on substrate. *Acta Hort.* 348: 299-306.
- Eyras, M.C., Defosse, G.E., Dellatorre, F., 2008. Seaweed compost as an amendment for horticultural soils in Patagonia, Argentina. *Compost Sci. Util.* 16, 119-124.
- Fallahi, E., Chun, Ik-Jo., Neilsen, G.H., Colt, W.M., 2001. Effects of Three Rootstocks on Photosynthesis. Leaf Mineral Nutrition and Vegetative Growth of “BC-2 Fuji” Apple Trees. *Journal of Plant Nutrition*, 2004 (6):827-834.
- Fan, D., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Prithiviraj, B., 2013. A commercial extract of brown macroalga (*Ascorhyllum nodosum*) affects yield and the nutritional quality of spinach in vitro. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 44, 1873-1884.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A., 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 185-212

- Faye, I., Diouf, O., Guissé, A., Sène, M., Diallo, N., 2006. Characterizing root responses to low phosphorus in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. *Agronomy Journal* 98, 1187-1194.
- Fawcett, R.G., and Quirk, J.P., 1962. The effect of soil-water stress on the absorption of soil phosphorus by wheat plants. *Aust J Agric Res* 13:193.
- Feng, S., and Fu, Q., 2013. Expansion of global drylands under a warming climate. *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 10081–10094.
- Ferguson, L., 1984. Calcium in plant senescence and fruit ripening. *Plant Cell Environ.* 7, 477-489.
- Ferrante, A., Trivellini, A., Vernieri, P., Piaggese, A., 2013. Application of Actiwave® for improving the rooting of camellia cuttings. In: Saa SS, Brown P, Ponchet M, editors. *Proceedings of Ist World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture*; 2012 Nov 26–29; Strasbourg, Franc. *Acta Hort.* 1009, ISHS.
- Ferri E.M., Soria C., Ariza M.T., Medina J.J., Miranda L., Domiguez P., Muriel J.L., 2016. Water relations, growth and physiological response of seven strawberry cultivars (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) to different water availability.
- Fisher, M.J., 1980. The influence of water stress on nitrogen and phosphorus uptake and concentrations in Townsville stylo (*Stylosanthes humilis*). *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 20, 175-180.
- Flessa, H., and Beese, F., 1995. Effects of sugar beet residues on soil redox potential and nitrous oxide emission. *Soil Sci Soc Am J* 59:1044.
- Fodorné Fehér, E., Varga, I., Fodor, L., Lefler, P., 2007. Stock fertilization with potassium in vineyard on sandy soil. *Cereal Research Communications*, 35: 393-395.

- Fornes, F., Sanchez-Perales, M., Guardiaola, J.L., 2002. Effect of a seaweed extract on the productivity of de Nules Clementine mandarin and Navelina orange. *Bot. Mar.* 45, 486-489.
- Frederick, J.R., and Bauer, P.J., 1996. Winter wheat responses to surface and deep tillage on the south eastern coast plain. *Agron J* 88:829.
- Gariglio, N.F., Pilatti, R.A., Baldi, B.L., 2000. Using nitrogen balance to calculate fertilization in strawberries. *HortTechnology* 10 (1): 147-150.
- Gasperotti, M., Masuero, D., Guella, G., Palmieri, L., Martinatti, P., Pojer, E., 2013. Evolution of ellagitannin content and profile during fruit ripening in *Fragaria* spp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, pp. 8597-860
- Geçer, M.K., and Yılmaz H., 2012. Nutrient contents of runner plants of some strawberry cultivars grown under open field and protected cultivation conditions.
- Gehrmann, H., 1985. Growth, yield and fruit quality of strawberries as affected by water supply. *ACTA HORT.* 171: 463-469.
- Gehrmann, H., and Lenz, F.R., 1991. Wasserbedarf und Einfluß von Wassermangel bei Erdbeere. I. Blattflächenentwicklung und Trockensubstanzverteilung. *ERWERBSOBSTBAU* 33:14-17.
- Ghaderi, N., and Siosemardeh, A., 2011. Response to Drought Stress of Two Strawberry Cultivars (cv. Kurdistan and Selva). *Hort. Environ. Biotechnol.* 52(1):6-12. 2011. DOI 10.1007/s13580-011-0019-6.
- Ghaderi, N., Normohammadi, S., Javadi, T., 2015. Morpho-physiological Responses of Strawberry (*Fragaria × ananassa*) to Exogenous Salicylic Acid Application under Drought Stress. *J. Agr. Sci. Tech.* 17: 167-178.
- Giné Bordonaba, J., and Terry, L. A., 2009. Development of a glucose biosensor for rapid assessment of strawberry quality: relationship between biosensor response and fruit composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18), 8220-8226.

- Giné Bordonaba, J., and Terry L.A., 2010. Manipulating the test-related composition of strawberry fruits (*Fragaria ×ananassa*) from different cultivars using deficit irrigation.
- Giné Bordonaba, J., and Terry, L.A., 2016. Effect of deficit irrigation and methyl jasmonate application on the composition of strawberry (*Fragaria x ananassa*) fruit and leaves. *Scientia Horticulturae*. 199: 63-70.
- Giovanardi, R., and Testolin, R., 1984. Evapotranspiration and yield response of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) as affected by soil water conditions.
- Giuggioli, N.R., Briano, R., Baudino, C., Peano, C., 2015. Effects of packaging and storage conditions on quality and volatile compounds of raspberry fruits. *CyTA – Journal of Food*, 13 (4) (2015), pp. 512-521, 10.1080/19476337.2015.1011238
- Govindarajan, M., Rao, M.R., Mathura, M.N., Nair, P.K., 1996. Soil-water and root dynamics under hedgerow intercropping in semi arid Kenya. *Agron J* 88:513.
- Grabarová, S., and Martinková, M., 2001. Changes in mineral nutrition of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) under the impact of drought. *Ekologia-Bratislava* 20, 46-60
- Grant, O.M., Johnson A.W., Davies M.J., James C.M., Simpson D.W., 2010. Physiological and morphological diversity of cultivated strawberry (*Fragaria ×ananassa*) in response to water deficit. *Environ. Exp. Bot.* 68, 264–272.
- Grant, O.M., Davies, M.J., James, C.M., Johnson, A.W., Leinonen, I., Simpson, D.W., 2012. Thermal imaging and carbon isotope composition indicate variation amongst strawberry (*Fragaria x ananassa*) cultivars in stomatal conductance and water use efficiency. *Environmental and Experimental Botany*. 76:7-15.

- Grewal, H.S., and Williams, R., 2000. Zinc nutrition affects alfalfa responses to water stress and excessive moisture. *Journal of Plant Nutrition* 23, 949-962.
- Gülsoy, E., 2003. Van Ekolojik Koşullarında Farklı Örtü Altı Tiplerinde Bazı Çilek Çeğitlerinin Adaptasyonu.(Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 45s, Van.
- Haider, M.W., Ayyub, C.M., Pervez, M.A., Asad, H.U. Manan, A., Raza, S.A., Ashraf, I., 2012. Impact of foliar application of seaweed extract on growth, yield, and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Soil Environ.* 31, 157-162.
- Haifa., 2014. Nutritional recommendations for strawberry. <http://www.haifa-group.com/files/Guides/Strawberry/strawberry.pdf>; (erişim: Aralık, 2018).
- Hakala, M., Lapvetelainen, A., Huopalahti, R., Kallio, H., Tahvonen, R., 2003. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16 (1) 67-80.
- Hammad, S., Elzehery, T., Ramadan, A., 2014. Influence of compost: effective microorganisms (EM) and potassium on strawberry production in sandy soils. *Acta Horticulturae*, 1049: 407-414.
- Hancock, J.F., and Luby., 1993. Genetic Resources at Our Door Step: The Wild Strawberries. *Bioscience* 43: 141-147.
- Hargreaves, C. J., Adl, S, M., Warman, R, P., 2008. Are compost teas an effective nutrient amendment in the cultivation of strawberries ? Soil and plant tissue effects. *J Sci Food Agric* 2009; 89: 390-397 <http://www.interscience.wiley.com>) DOI10.1002/jsfa.3456.
- Hernandez-Herrera, R.M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Ruiz-Lopez, M.A., Norrie, J., Hernandez-Carmona, G., 2014. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) *J. Appl. Phycol*, 26, 619-628.

- Hernanz, D., Recamales, Á. F., Meléndez-Martínez, A. J., González-Miret, M. L., Heredia, F. J., 2008. Multivariate statistical analysis of the color-anthocyanin relationships in different soilless-grown strawberry genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(8), 2735- 2741.
- Herralde, F., De Save, R., Biel, C., Batlle, I., Vargas, F.J., 2001. Differences in drought tolerance in two almond cultivars: ‘Lauranne’ and ‘Masbovera’ cahiers options mediterraneennes 56: 149-154.
- Hetherington, A.M., and Woodward, F.I., 2003. The role of stomata in sensing and driving environmental changes. *Nature*. 424: 901-908.
- Hodgson, A.S., 1982. The effect of duration, timing and chemical amelioration of short-term waterlogging during farrow irrigation of cotton in cracking grey soil. *Aust J Agric Res* 33:1019.
- Hoppula, K.I., and Salo, T.J., 2007. Tensiometer-based irrigation scheduling in perennial strawberry cultivation. *Irrigation science*. Volume 25, Issue 4, pp 401–409
- Houghton, J.T., Ding, Y., Grigs, D.J., Noguer, M., Van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C.A., 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H., Solomon, K.H., 1990. *Crop Yield Response. ‘Management of Farm Irrigation Systems (HOFFMAN ve Ark. Editor)’*. ASAE, Madison, Wisconsin, 312 s.
- Hu, Y., and Schmidhalter, U., 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168, 541-549.
- Hu, Y., Burucs, Z., Tucher, S.V., Schmidhalter, U., 2007. Short-term effects of drought and salinity on mineral nutrient distribution along growing leaves of maize seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 60, 268-275

- Hudak, C.M. and Patterson R.P., 1996. Root distribution and soil moisture depletion pattern of a drought resistant soybean plant introduction. *Agron J* 88:478.
- Human, C., and Kotze, W.A.G., 1990. Effect of nitrogen and potassium fertilization on strawberries in an annual hill culture system: 3. Leaf nutrient levels. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*.21(9-10): 795-810
- İnal, A., Güneş, A., Alpaslan, M., 1999. Anamur ve Silifke yöresinde çilek yetiştirilen alanların toprak özellikleri ile bitkilerin beslenme durumları arasındaki ilişkiler. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23 (3): 729–740.
- Jackson, M.B., 1979. Rapid injury to pea soil waterlogging. *J Sci Food Agric* 30:143.
- James, L.G., 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design*. John Willey and Sons Inc., New York, 543 s.
- Jameson, P.E., 1993. Plant hormones in the algae. In: Round, F.E., Chapman, D.J. (Eds), *Progress in Phycological Research.*, vol. 9. Biopress Ltd., Bristol: UK, p.239.
- Jin, J., Wang, G., Liu, X., Pan, X., Herbert, S.J., Tang, C., 2006. Interaction between phosphorus nutrition and drought on grain yield, and assimilation of phosphorus and nitrogen in two soybean cultivars differing in protein concentration in grains. *Journal of Plant Nutrition* 29, 1433-1449
- John, M. K., Daubeney, H. K., McElroy, F. D., 1975. Influence of sampling time on elemental composition of strawberry leaves and petioles. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*. Vol. 100, p. 513-517
- Jones, J.R., Wolf, J.B., Mills, H.A., 1991. *Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. 213 p.

- Jonhston, A.M., 2002. Optimizing plant nutrition to minimize crop stress. AgriBriefs Agronomic News Items. Spring, n.2. Available online: <http://www.ppippic.org/ppiweb/agbrief.nsf/5a4b8be72a35cd46852568d9001a18da/de1044fd c616a11e85256b9600602f0c!OpenDocument>.
- Jorhem, L., and Sundström, B., 1993. Levels of Lead, Cadmium, Zinc, Copper, Nickel, Chromium, Manganese, and Cobalt in Foods on the Swedish Market, 1983–1990. *Journal of Food Composition and Analysis*. Volume 6, Issue 3, Pages 223-241.
- Jouquand, C., Chandler, C., Plotto, A., Goodner, K., 2008. A sensory and chemical analysis of fresh strawberries over harvest dates and seasons reveals factors that affect eating quality. *Journal of American Society Horticultural Science*, 133: 859–867.
- Kacar, B., and Inal, A., 2008. *Plant analysis*. Nobel Pres, (1241), 891.
- Kacar, B., and Katkat, A.V., 2007. *Bitki Besleme*. Nobel Yayın No. 849.
- Kamel, H.M., 2014. Impact of garlic oil, seaweed extract and imazalil on keeping quality of valencia orange fruits during cold storage. *J. Hortic. Sci. Ornam. Plants*. 6, 116-125.
- Kanber, R., Eylen, M., Tok, A., 1986. Çukurova Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemleri ile Sulanan Çileğin Verim ve Su Tüketimi. *Tarsus Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*. 135, 77.
- Kanber, R., Öğretir K., Güngör H., Kara C., 1996. Sulanır Alanlarda Su Kullanım Etkinliğinin (Randıman) Değerlendirilmesi. *Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi*. Proje No :423, Eskişehir, 116s.
- Kapur, B., Çeliktöpus, E. Sarıdaşı M.A., Paydaş Kargı, S., 2018. Irrigation Regimes and Bio-stimulant Application Effects on Yield and Morpho-Physiological Responses of Strawberry. <https://doi.org/10.12972/kjhst.20180031>.

- Kapur, B., and Şahiner, Y., 2019. Effects of Irrigation Levels and Mulch Applications on Pomological Properties of Strawberry. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 7(2): 355-364, 2019 DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i2.355-364.2332>
- Karaman, M., 2012. Bitki Besleme. Gbretas rehber kitaplar dizisi:2, sf.66, Isbn: 978-605-87103-2-0.
- Kaska, N., Yıldız, A.I., Paydas, S., Biçici, M., Tremi, N., ve Küden, A., 1986. Türkiye İçin Yeni Bazı ilek eitlerinin Adana'da Yaz ve Kış Dikim Sistemleriyle rt Altında Yetitiriciliğinin Verim, Kalite ve Erkencilik zerine Etkileri. *Doğa Bilim Dergisi*, Seri D2, 10 (1): 84-102.
- Kaska, N., zdemir, E., Paydas, S., Doran, D., 1988. ileklerde Yavaş znen Ve Kimyasal Gübrelerin Eskibe Kumlarında Verim, Kalite ve Erkencilik zerine Etkileri. *Bahçe* 17(1-2):77-91, Yalova.
- Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D., Saltali, K., 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Scientia Hort.* 93: 65-74.
- Kaya, S., Evren, S., Dasci, E., Adiguzel, M.C., Yılmaz, H., 2010. Evapotranspiration, irrigation water applied, and vegetative growth relations of young apricot trees under different irrigation regimes. *Scientific Research and Essays* Vol. 6(4), pp. 738-747, DOI: 10.5897/SRE10.526.
- Keutgen, A.J., and Pawelzik, E., 2007. Modification of strawberry fruit antioxidants pools and fruit quality under NaCl salinity. *Food Chemistry*, in press: doi: 10.1016/j.foodehem.2007.05.033.
- Keutgen, A.J., and Pawelzik, E., 2008. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. *Food Chemistry*. 1007, 1413-1420.
- Khan, A. and Soltanpour, P.N., 1978. Factors associated with Zn chloride in dryland beans. *Agron J* 70: 1022.

- Khan, A.S., Ahmad, N., Malik, A.U., Saleem, B.A., Rajwana, I.A., 2011. Phenophysiological revelation of grapes germplasm grown in Faisalabad, Pakistan. *Int. J. Agric. Biol.*, 13: 391–395.
- Khan, H.R., McDonald, G.K., Rengel, Z., 2004. Zinc fertilization and water stress affects plant water relations, stomatal conductance and osmotic adjustment in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant and Soil* 267, 271-284.
- Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J., Prithiviraj, B., 2009. Seaweed extract as biostimulants of plant growth and development. *J. Plan Growth Regul*, 28, 386-399.
- Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2014. Tuz stresine tolerans seviyesi farklı domates genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı özelliklerinde meydana gelen değişimler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (3), 41-48.
- Kirnak, H., Kaya, C., Higgs, D., Gercek, S., 2001. A long-term experiment to study the role of mulches in the physiology and macro-nutrition of strawberry grown under water stress. *Australian Journal of Agricultural Research* 52(9) 937 – 943.
- Kirnak, H., Kaya, C., Higgs, D., Bolat, I., Simsek, M., İkinci, A., 2003. Effects of preharvest drip-irrigation scheduling on strawberry yield quality and growth. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43: 105–111.
- Klamkowski K., and Treder W., 2006. Morphological and Physiological Responses of Strawberry Plants to Water Stress.
- Klamkowski, K., and Treder, W., 2008. Response to drought stress of three strawberry cultivars grown under greenhouse conditions. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 16: 179–188.
- Klamkowski, K., Treder, W., Wojcik, K., 2015. Effects of lon-term water stress on leaf gas exchange, growth and yield of three strawberry cultivars. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 14(6): 55-65.

- Kobayashi, F., Maeta, E., Terashima, A., Kawaura, K., Ogihara, Y., Takumi, S., 2008. Development of abiotic stress tolerance via bZIP-type transcription factor LIP19 in common wheat. *J. Exp:Bot.* 59, 891-905.
- Koo, R.C.J., and Mayo, S., 1994. Effects of seaweed sprays on citrus fruit production. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.* 107, 82-85.
- Kotze, W.A.G., and Joubert, M. 1980. Influence of foliar spraying with seaweed products on the growth and mineral nutrition of rye and cabbage. *Elsenburg. J.* 4, 17-20.
- Kramer, P.J., and Jackson, W.T., 1954. Causes of Injury to Flooded Tobacco Plants. *Plant Physiology.* 29(3): 241–245
- Krouk, G., Lacombe, B., Bielach, A., Perrine-Walker, F., Malinska, K., Mounier, E., Hoyerova, K., Tillard, P., Leon, S., Ljung, K., Zazimalova, E., Benkova, E., Nacry, P., Gojon, A., 2010. Nitrate-regulated auxin transport by NRT1.1 defines a mechanism for nutrient sensing in plants. *Dev. Cell* 18, 927-937.
- Kruger, E., Schmidt, G., Bruchner, U., 1999. Scheduling strawberry irrigation based upon tensiometer measurement and a climatic water balance model. *Sci. Horti.* 81, 409–424.
- Kumar, S., and Dey, P., 2011. Effect of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water use efficiency and yield of strawberry. *Sci Hort.* 127(3):318-324.
- Kumari, R., Kaur, I., Bhatnagar, A.K., 2011. Effect of aqueous extract of *Sargassum Johnstonii* Setchell & Gardner on growth, yield and quality of *Lycopersicon esculentum* Mill. *J. Appl. Phycol.* 23, 623-633.
- Kunicki, E., Grabowska, A., Sekara, A., Wojciechowska, R., 2010. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Horti.* 22:9–13.

- Küçükyumuk, Z., ve Erdal, I., 2009. Anaç ve Çeşidin Elmanın Mineral Beslenmesine Etkisi Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.
- Küçükyumuk, Z., Küçükyumuk, C., Erdal, İ., Eraslan, F., 2015. Effects of Different Sweet Cherry Rootstocks and Drought Stress on Nutrient Concentrations. Tarım Bilimleri Dergisi Tar. Bil. Der. 21 431-438
- Labanauskas, C.K., Stolzy, L.H., Handy, M.F., 1972. Concentrations and total amounts of nutrients in citrus seedlings (*Citrus sinensis* Osbeck) and in soil as influenced by differential soil oxygen treatments. Soil Sci Soc Am Proc 36:454.
- Labanauskas, C.R., Stolzy, L.H., Luxmore, R.J., 1975. Soil temperature and soil aeration effects on concentrations and total amounts of nutrients in Yecora, wheat grain. Soil Sci 120:450.
- Ladha, J.K., Kundu, D.K., Angelo-Van Coppenolle, M.G., Peoples, M.B., Carangal, V.R., and Dart, P.J., 1996. Legume productivity and soil nitrogen dynamics in lowland rice-based cropping systems. Soil Sci Soc Am J 60:183.
- Lal, R., and Taylor, G.S., 1970. Drainage and nutrient effects in a field lysimeter study. II. Mineral uptake by corn plants. Soil Sci Soc Am Proc 34:245.
- Lamarre, M., and Lareau, M.J., 1997. Influence of nitrogen, potassium and magnesium fertilization on day-neutral strawberries in Quebec. Acta Hort. 439: 701-704.
- Larcher, W., 2006. Physiological Plant Ecology (4rd Edn), Rima, São Carlos, 550 pp
- Lemaitre, R., 1976. Strawberry water requirements and Irrigation. Besoius en Eau et Irrigation Chez. Le Fraizier. Pepinieristes Horticulteurs Manicheus No. 166 Wegion-Belgium.

- Lety, J., Lunt, O.R., Stolzy, L.H., Szuskiewicz, T.E., 1961. Plant growth, water use and nutritional response to rhizosphere differentials of oxygen concentration. *Soil Sci Soc Am Proc* 25:183.
- Levin, I., Assaf, R., Bravdo, B., 1980. Irrigation, Water Status and Nutrient Uptake in an Apple Orchard. *Acta Hort. (Ishs)*, 92: 255-264.
- Lisjak, M., Stanisavljevic, A., Spoljarevic, M., Durdevic, B., 2008. Potassium rate and accompanying anions impact on potassium, calcium and magnesium uptake by strawberries in soilless culture. VII. Alps-Adria Scientific Workshop. 483-486
- Lieten, F., and Misotten, C., 1993. Nutrient uptake of strawberry plants (cv. Elsanta).
- Lieten, F., 2000. Iron nutrition of strawberries grown in peat bags. *Small Fruits Rev.*1 (2): 103-112.
- Little, H., and Neily, W., 2010. Commercial extracts of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* improve plant water use and drought stress resistance in the greenhouse and field. Oral presentation. West. Plant Growth Regul. Soc. Annu, Meeting, Davis, California.
- Liu, F., Savic, S., Jensen, C.R., Shahnazari, A., Jacobsen, S.E., Stikic, R., Andersen, M.N., 2007. Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation.
- Lola-Luz, T., Hennequart, F., Gaffney, M., 2014. Effect on yield total phenolic, total flavonoid and total isothiocyanate content of two broccoli cultivars (*Brassica oleraceae* var *italica*) following the application of a commercial brown seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*), *Agric. Food. Sci*, 23, 28-37.
- Lott, W.L., 1996. Strawberries need small amounts of manganese and zinc. N.C. *Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt.* 69, p. 66.

- Lozano, D., Ruiz, N., Gavilan, P., 2016. Consumptive water use and irrigation performance of strawberries. *Agricultural Water Management*. Volume 169, Pages 44-51.
- Ma, Z., Penga, C., Zhub, Q., 2012. Regional drought-induced reduction in the biomass carbon sink of Canada's boreal forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 2423–2427.
- Maas, J.L., Wang, S.Y., Galetta, G.J., 1996. Heath enhancing properties of strawberry fruit. in : Pritts, M.P., Chandler , C.K and C Rocker , T.E. (eds) *Proceeding of the V North American Strawberry Conference*, Orlando, Florida, 11-18.
- Mackay, A. A., and Barber, S. S., 1985a. Effect of soil moisture and phosphate level on root hair growth of corn roots. *Plant and Soil*, 86: 321-331.
- Mackay, A. A., and Barber, S. S., 1985b. Soil moisture effects on potassium uptake by corn. *Agronomy Journal*, 77: 524-527.
- Madanoğlu, K.K., 1983. Ankara Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Çileğin, Su Tüketimi, Damlatıcı Aralığı, Bitki Sıklığı. *Merkez TOPRAKSU Araşt. Enst. Müd. Yay. Ank.*
- Mahajan, S., and Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. Volume 444, Issue 2, 15 December 2005, Pages 139-158.
- Mahouachi, J., 2007. Growth and mineral nutrient content of developing fruit on banana plants (*Musa acuminata* AAA, ‘Grand Nain’) subjected to water stress and recovery. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 82, 839-844.
- Mancuso, S., Azzarello, E., Mugnai, S., Briand, X., 2006. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Adv. Hortic. Sci.* 20, 156-161.

- Manna, D., Sarkar, A., Maity, T.K., 2012. Impact of biozyme on growth, yield and quality of chilli (*Capsicum annum* L.). *J. Crop Weed*, 8, 40-43.
- Marschner, H., Romheld, V., Horst, W.J., Martin, P., 1986a. Root-induced changes in the rhizosphere: Importance for the mineral nutrition of plants. *Z. Pflanzenerneahr. Bodenk.* 149: 441-456.
- Marschner, H., Romheld, V., Kissel, M., 1986b. Different strategies in higher plants in mobilisation and uptake of Fe. *J. Plant Nutr.* 9: 695-713.
- Marschner, H., Romheld, V., Cakmak, I., 1987. Root-induced changes of nutrient availability in the rhizosphere. *J. Plant Nutr.* 10: 1175-1184.
- Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Ed. Academic Press; San Diego. U.S.A.
- Martinelli, A., 1992. Micropropagation of Strawberry (*Fragaria* spp) Bioteknology in Agriculture and Forestry. High- Tech. And Micropropagation II (by Y.P.S Bajaj) Springer, 18.
- Mattner, S.W., Wite, D., Riches, D.A., Porter, I.J., Arioli, T., 2013. The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia, *Biol. Agric. Hortic.* 29, 258-270
- May, G.M., and Pritts, M. P., 1993. Phosphorus, zinc, and boron influence yield components in 'Earliglow' strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118(1): 43-49.
- McCann, I., Kee, E., Adkins, J., Ernest, E., Ernest, J., 2007. Effect of Irrigation Rate on Yield of Drip-Irrigated Seedless Watermelon in a Humid Region. *Scientia Horticulturae*, 113: 155–161.
- Mengel, K., and Kirkby, E.A., 2001. *Principles of Plant Nutrition* (4th Edn), International Potash Institute, Switzerland, 687 pp.
- Mengel, K., 2007. Potassium. In: Barker AV, Pilbeam DJ (Eds) *Handbook of Plant Nutrition* (1st Edn), CRC Taylor and Francis, NY, pp 91-120.

- Mills, H.A., and Jones Jr, J.B., 1996. Plant Analysis Handbook II. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide. Micro-Macro Publishing, Athens.
- Miner, G.S., Poling, E.B., Carroll, D.E., Nelson, L.A., Campbell, C.R., 1997. Influence of fall nitrogen and spring nitrogen-potassium applications on yield and fruit quality of 'Chandler' strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122 (2): 290-295.
- Moreshet, S., Bridges, D.C., Newsmith, D.S., Huang, B., 1996. Effects of water deficit stress on competitive interaction of peanut and sicklepod. *Agron J* 88:636.
- Morillo, J.G., Martin M., Camacho E., Diaz J.A.R., Montesinos, P., 2014. Toward precision irrigation for intensive strawberry cultivation. *Agricultural Water Management* (Impact Factor: 2.29).10/2014; 151. DOI:10.1016/j.agwat.2014.09.021.
- Moshiur Rahman., M., Rahman, M.M., Hossain, M.M., Khaliq, Q.A., Moniruzzaman, M., 2014. Effect of planting time and genotypes growth: yield and quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch). *Scientia Horticulturae*,167: 56–62.
- Mouatt, M.C.H., and Nes, P., 1986. Influence of soil water content on the supply of phosphate to plants. *Aust J Soil Res* 435.
- Myers, J.M., and Locascio, S.L., 1973. Efficiency of Irrigation Methods for Strawberries. In Proceedings of the 85 th Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society. Miami Beach Florida University, Gainesville-USA.
- Nagy, J., 1997. The effect of fertilization on the yield of maize (*Zea mays* L.) with and without irrigation. *Cereal Res Commun* 25(1):69.

- Nardi, S., Carletti, P., Pizzeghello, D., Muscolo, A., 2009. Biological activities of humic substances. In: Senesi N, Xing B, Huang PM, editors. Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems. Vol 2. Hoboken, NJ: Wiley; p. 305–340.
- Nautiyal, S., Badola, H.K., Negi, D.S., 1994. Plant responses to water stress: changes in growth, dry matter production, stomatal frequency and leaf anatomy. *Biol. Plant.*, 36, 91–97.
- Neeteson, J.J., and Carton, O.T., 2001. The environmental impact of nitrogen in field vegetable production. *Acta Hort.* 563, 21-28.
- Neily, W., Sishkov, L., Tse, T., Titus, D., 2008. Acadian LSC helps reduce salinity stress in Pepper seedlings-cv. California Wonder. *PGRSA Newsl.* 1,14.
- Nelson, W.R., and Van Staden, J., 1984. The effect of seaweed concentrat on growth of nutrient-stressed, greenhouse cucumbers (*Cucumis sativus* Ecklonia maxima) *Hortic. Sci.* 19, 81-82.
- Nestby, R., Lieten, F., Pivot, D., Raynal Lacroix, C., Tagliavini, M., 2005. Influence of Mineral Nutrients on Strawberry Fruit Quality and Their Accumulation in Plant Organs, *International Journal of Fruit Science*, 5:1, 139-156, DOI: 10.1300/J492v05n01_13
- Nicholas, D.J.D., 1975. The functions of trace elements in plants. In: D.J.D. Nicholas, ed. *Trace Elements in Soil-Plant-Animal Systems*. New York: Academic Press, 1975.
- Noğay, G., 2017. Bazı çilek çeşitlerinde, kalsiyum ve bor uygulamalarının verim ve meyve kalite kriterleri üzerine etkileri. Çukurova üniversitesi fen bilimleri enstitüsü bahçe bitkileri anabilim dalı, Y1 tezi.
- Norrie, J., Branson, T., Keathley, P.E., 2001. Marine plant extracts impact on grape yield and quality. *Int. Symp. Fol. Nutr. Perenn. Fruit Plants* 594, 315-319.
- Palliotti, A., Cartechini, A., Nasini, L., 2001. Grapevine adaptation to continuous water limitation during the season. *Adv. Hort. Sci.*, 15, 39–45.

- Paradikovic, N., Vinkovic, T., Vinkovic Vreck, I., Zunta, I., Bojic, M, MedicSaric, M., 2011. Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality: an example of sweet yellow pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *J Sci Food Agric.* 91:2146–2152.
- Pelayo-Zaldívar, C., Ebeler, S.E., Kader, A.A., 2005. Cultivar and Harvest Date Effects on Flavor and other Quality Attributes of California Strawberries. *Journal of Food Quality*, 28:78-97.
- Perin, E.C., Messias, R.D.S., Galli, V., Borowski, J.C., Souza, E.R.D., Avila, L.O.D., Bamberg, A.L., Rombaldi, C.V., 2019. Mineral content and antioxidant compounds in strawberry fruit submitted to drought stress. *Food Science and Technology*. D <https://doi.org/10.1590/fst.09717>.
- Pessarakli, M., 1999. *Handbook of plant and crop stress* Second Edition, Revised and Expanded. New York Marcel Dekker. ISBN: 0-8247-1948-4.
- Petrozza, A., Summerer, S., Di Tommaso, G., Di Tommaso, D., Piaggese, A., 2013. An evaluation of tomato plant root development and morpho-physiological response treated with VIVA_w by image analysis. *Acta Hort.* 1009:155–159.
- Pilanali, N., and Kaplan, M., 2003. Investigation of Effects on Nutrient Uptake of Humic Acid Applications of Different Forms to Strawberry Plant. *journal of plant nutrition* Vol. 26, No. 4, pp. 835–843.
- Pires, R.C.D.M., Folegatti, M.V., Tanaka, M.A.D.S., Passos, F.A., Ambrosano, G.M.B., Sakai, E., 2007. Water levels and soil mulches in relation to strawberry diseases and yield in a greenhouse. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.64, n.6, p.575-581.
- Pivot, D., and Gillioz, J.M., 2001. Mineral imbalance in strawberries grown in a soilless closed system : Influence of climate. *Revuesuisse Vitic. Arboric. Hort.*33(4):217-221.
- Ponnamperuma, F.N., 1972. The chemistry of submerged soils. *Adv Agron* 24:29.

- Rao, G.N., and Chatterjee, R., 2014. Effect of seaweed liquid fertilizer from *Gracilaria textorii* and *Hypnea musciformis* on seed germination and productivity of some vegetable crops. *Univ. J. Plant. Sci.* 7, 115-120.
- Rao, K., 1991. Effect of seaweed extract on *Zyziphus mauratiana* Lamk. *J. Ind. Bot. Soc.* 71, 19-21.
- Rao, S.C., 1996. Evaluation of nitrification inhibitors and urea placement in no-tillage winter wheat. *Agron J* 88:904.
- Rashid, A., 1993. Internal P requirement of crops and use of universal soil tests for evaluating P fertility of Pakistan soils. In: *Proceedings of Symposium on Role of Phosphorus in Crop Production, Islamabad, Pakistan.*
- Rasnick, M.E., 1970. Effect of mannitol and polyethylene glycol on phosphorus uptake by maize plants. *Ann Bot* 34:497.
- Rathore, S.S., Chaudhary, D.R., Boricha, G.N., Ghosh, A., Bhatt, B.P., Zodape, S.T., Patolia, J.S., 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African journal of botany.* Vol 75. 351-355.
- Raynal, C., and Carmentran, M., 2001. Fertilization of strawberry crops—Yield and fruit quality. *Infos-CTIFL* 170: 41-44.
- Razavi, F., Pollet, B., Steppe, K., Van Labeke, M.C., 2008. Chlorophyll fluorescence as a tool for evaluation of drought stress in strawberry. *Photosynthetica* 46, 631–633.
- Restrepo-Diaz, H., Benlloch, M., Fernández-Escobar, R., 2008. Plant water stress and K⁺ starvation reduce absorption of foliar applied K⁺ by olive leaves. *Scientia Horticulturae* 116, 409-413
- Reyes, D.M., Stolzy, L.H., Labanauskas, C.K., 1977. Temperature and oxygen effects in soil on nutrient uptake in jojoba seedlings. *Agron J* 69:647.
- Romheld, V. and D. Kramer., 1983. Relationship between proton efflux and rhizodermal transfer cells induced by Fe deficiency. *Z.Pflanzenphysiol.* 113:73-83.

- Rosen, C.J., Hoover E.E., Luby J.J., 1988. Influence of foliar-applied n-p-k fertilizers on productivity and nutrition of june-bearing strawberries. *Canadian Journal of Plant Science*, 68(1): 277-282.
- Roussos, P.A., Denaxa, N.-K., Damcakaris, T., 2009. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. *Scientia Horticulturae*. 199, 138-146.
- Sacks, E. J., and Shaw, D. V., 1994. Optimum allocation of objective color measurements for evaluating fresh strawberries. *Journal of the American Society of Horticultural Sciences*, 119(2), 330-334.
- Sadiq, M.S., Arain, C.R., Azmi, A.R., 1997. Wheat breeding in water stressed environment. V. Carbon isotope discrimination as a selection criterion. *Cereal Res Commun* 25(1):43.
- Sallam, A. and Scott, H.D., 1987. Effects of prolonged flooding on soybean at the R2 growth stage. I. Dry matter and N and P accumulation. *J Plant Nutr* 10:567.
- Šamec, D., Maretić, M., Lugarić, M., Mešić, A., Salopek-Sondi, B., Duralija, B., 2016. Assesment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. *Food Chemistry*. 194: 828-834.
- Saneoka, H., Moghaieb, R.E.A., Premachandra, G.S., Fujita, K., 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. *Environmental and Experimental Botany* 52, 131-138.
- Saraçoğlu, O., 2013. Bazı nötr ve kısa gün çilek çeşitlerinin kazova koşullarında verim ve kalite performanslarının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi fen bilimleri enstitüsü bahçe bitkileri anabilim dalı, doktora tezi.
- Sardans, J., and Peñuelas, J., 2004. Increasing drought decreases phosphorus availability in evergreen Mediterranean forest. *Plant and Soil* 267, 367-377.

- Sardans, J., Peñuelas, J., Ogaya, R., 2008. Drought's impact on Ca, Fe, Mg, Mo and S concentration and accumulation patterns in the plants and soil of a Mediterranean evergreen *Quercus ilex* forest. *Biogeochemistry* 87, 49-69.
- Sarfaraz, A., Naeem, M., Nasir, S., Idrees, M., Aftab, T., Hashmi, N., Masroor, A.K., Khan, M.M., Varshney, L., 2011. An evaluation of the effects of irradiated sodium alginate on the growth, physiological activities and essential oil production of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *J Med Plant Res* 5:15-21.
- Sarhan, T.Z., Ali. S.T., Rasheed, S.M.S., 2011. Effect of bread yeast application and seaweed extract on cucumber (*cucums sativas* L.) plant growth, yield and fruit quality, *Mesopotamia J. Agric.* 39,26-34.
- Sarhan, T.Z., 2014. Effect of low temperature and seaweed extract on flowering and yield of two cucumber cultivars (*Cucumis sativas* L.). *Int. J. Agric. Food. Res.* 3, 41-54.
- Sarıdaş, M., 2013. Farklı dozlarda kalsiyum uygulamalarının bazı çilek çeşitlerinde meyve verim ve kalite kriterleri ile yapraklardaki besin element konsantrasyonları üzerine etkileri. Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı YL tezi.
- Sarıdaş, M., Kapur, B., Çeliktöpus, E., Paydaş Kargı, S., 2017. Farklı sulama düzeyi ve biyoaktivatör uygulamalarının 'rubygem' çilek çeşidinde meyve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi Çevrimiçi baskı*, ISSN: 2148-127X.
- Sarıdaş, M., 2019. Melezleme ıslahıyla seçilmiş çilek genotiplerinin verim, kalite özelliklerinin belirlenmesi ve moleküler karakterizasyonu. Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora tezi.
- Sato, S., Sakaguchi, S., Furukawa, H., Ikeda, H., 2006. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristic of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Scientific Horticulture*, 109, pp. 248-253.

- Save, R., Biel, C., Domingo, R., Ruiz-Sánchez, M.C., Torrecillas, A., 1995. Some physiological and morphological characteristics of Citrus plants for drought resistance. *Plant Sci* 110: 167–172
- Schmidt, R.E., Ervin, E.H., Zhang, X., 2003. Questions and answers about biostimulants. *Golf Course Manage* 71:91–94
- Seferoğlu, S., ve Kaptan, M.A., 2010. Camarosa Çilek Çeşitinde Besin Maddelerinin Mevsimsel Değişimi. 5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri. Sayfa:203-209.
- Selvaraj, R., Selvi, M., Shakila, P., 2004. Effect of seaweed liquid fertilizatioer on *Abelmoschus esculentus* and *Lycopersicon esculentum*. *Seaweed Res. Util.* 26, 121-123.
- Selvaraj, Y., Divakar, N. G., Suresh, E. R., Iyer, C. P. A., Subramanyam, M. D., 1976. Studies on chemical composition of twenty strawberry (*Fragaria ananasa*) varieties. *Journal of Food Science and Technology India*, 13(4),195–198.
- Serrano, L., Carbonell, X., Savé, R., Marfà O., Penuelas J., 1992. Effects of irrigation regimes on the yield and water use of strawberry. *Irrig. Sci.* 13, 45–48, <http://dx.doi.org/10.1007/bf00190244>.
- Sharma, R.R., Krishna, H., Patel, V.B., Dahuja, A., Singh, R., 2006. Fruit calcium content and lipoxygenase activity in relation to albinism disorder in strawberry. *Scientia Horticulturae*. 107, 150-154.
- Sharma, R.R., and Singh, R., 2008. Fruit nutrient content and lipoxygenase activity in relation to the production of malformed and button berries in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*. 119, 28-31.
- Sharma, S.S.H., Fleming, C., Selby, C., 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J Appl Phycol.* 26:465–490. DOI 10.1007/s10811-013-0101-9.

- Silva, D.C.E., Nogueira, R. J. M. N., Da Silva, M.A., De Albuquerque, M. B., 2011. Drought Stress and Plant Nutrition. Global Science Books. 32-41.
- Silva, E.C., Nogueira, R.J.M.C., Azevedo Neto, A.D., Brito Cabral, E.L., 2004. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. *Iheringia* 59, 201-205.
- Silva, E.C., Nogueira, R.J.M.C., Vale, F.H.A., Araujo, F.P., Pimenta, M.A., 2009. Stomatal changes induced by intermittent drought in four umbu tree genotypes. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 21, 33-42.
- Singer, S.M., Helmy, Y.I., Karas, A. N., Abou-Hadid, A.F., 2003. Influences of different waterstress treatments on growth, development and production of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Hort.*, 614, 605–611.
- Singh, A., Singh, B.K., Brajendra, Nath, A., and Deka, B.C., 2010. Studies on the variability, inheritance, and inter-relationships of mineral macro-nutrients and micro-nutrients in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 85(6): 551-555.
- Singh, B., and Singh, G., 2004. Influence of soil water regime on nutrient mobility and uptake by *Dalbergia sissoo* seedlings. *Tropical Ecology* 45, 337-340
- Singh, R., and Ghildyal, B.P., 1980. Soil submergence effects on nutrient uptake, growth and yeild of five corn cultivars. *Agron J* 72.
- Skiryecz, A., Vandenbrucke, K., Clauw, P., Maleux, K., Meyer, B.D., Dhondt, Stijn., Pucci, A., Gonzalez, N., Hoerberichts, F., Tognetti, V.B., Galbiati, M., Tonelli, C., Breussegem, F.V., Vuylsteke, M., Inze, D., 2011. Survival and growth of *Arabidopsis* plants given limited water are not equal. *Nature Biotechnology* volume 29, pages 212–214.
- Slowik, K., Labanauskas, C.K., Stolzy, L.H., Zentmyer, G.A., 1979. Influence of rootstocks, soil oxygen and soil moisture on the uptake and translocation of nutrients in young avocado plants. *J Am Soc Hortic Sci* 104:172.

- Spann, T.M., and Little, H.A., 2011. Applications of a commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* increases drought tolerance in container-grown 'Hamilin' sweet orange nursery trees. *Hort. Sci.* 46, 577-582.
- Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti, M., Costa, G., 2010. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Sci Hort.* 125:63–269.
- Staudt, G., 1989. The species of *Fragaria*. The taxonomy and geographical distribution. *Acta Hort.*, 439: 55-62.
- Stirk, W.A., and Van Staden, J., 2006. Seaweed products as biostimulants in agriculture. In Critchley AT, Ohno M, Largo DB (eds) *World seaweed resources [DVD-ROM]: ETI Information Services Lts, Univ. Amsterdam*. ISBN: 9075000 80–4.
- Strand, L.L., 2008. *Integrated pest management for strawberries. Agriculture and Natural Resources.*
- Şenyigit, U., Erdal, I., Ozdemir, F., Kucukyumuk, Z., Kadayıfci, A., 2012. Effects of different irrigation methods on leaf and fruit nutrient concentrations of young apple varieties grafted on M9 rootstock. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18 (No 3), 362-369 Agricultural Academy.
- Tagliavini, M., Zavalloni, C., Rombola, A.D., Quartieri, M., Malaguti, D., Mazzanti, F., Millars, P., Marangoni, B., 2000. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. *Acta Hort.* 512: 131-140.
- Tagliavini, M., Baldi, E., Nestby, R., Raynal-Lacroix, C., Lieten, P. Salo, T., Pivot, D., Lucchi, P.L., Baruzzi, G., Faedi, W., 2004. Uptake and Partitioning of Major Nutrients by Strawberry Plants. *Acta horticulturae*. doi:10.17660/ActaHortic.2004.649.36.
- Tagliavini, M., Baldi, E., Lucchi, P., Antonelli, M., Sorrenti, G., Baruzzi, G., Faedi, W., 2005. Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria x Ananassa* Dutch.) grown in soil and soilless culture. *Europ. J. Agronomy* 23, 15-25.

- Tahvonen, R., 1993. Contents of selected elements in some fruits, berries and vegetables on the Finnish market in 1987–1989. *Journal of Food Composition and Analysis*, 6, 75–86.
- Taiz, L., and Zeiger, E., 2002. *Plant Physiology*.- Sunderland, USA. 690 p.
- Taiz, L., and Zeiger, E., 2006. *Plant Physiology* (4th Edn), Sinauer Associates, Massachusetts, 690 pp.
- Taiz, L., and Zeiger, E., 2012. *Plant Physiology*. Sinauer Associates Inc. Publisher, Sunderland, MA, pp.759.
- Tanaka, A., Watanabe, N., Ishizuka, Y., 1969. A critical study of the phosphorus concentration in the soil solution of submerged soils. *J Soil Sci Manure Jpn* 406.
- Tanguilig, V.C., Yambao, E.B., Toole, J.C.O., DeDatta, S.K., 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and soybean. *Plant Soil* 103:155.
- Terry, L.A., Chope, G.A., Bordonaba J.G., 2007. Effect of Water Deficit Irrigation and Inoculation with *Botrytis cinerea* on Strawberry (*Fragaria x ananassa*) Fruit Quality. *J. Agric. Food Chem.* 55, 10812–10819.
- Tingwu, L., Juan, X., Guangyong, L., Jianhua, M., Jianping, W., Zhizhong, L., Jianguo, Z., 2003. Effect of Drip Irrigation with Saline Water on Water Use Efficiency and Quality of Watermelons. *Water Resources Management*, 17(6): 395-408.
- Toktam S., T., Babalar, M., Ebadi, A., Ebrahimzadeh, H., Asgari M. A., 2004. Effects of Nitrate to Ammonium Ratio on Yield and Nitrogen Metabolism of Strawberry (*Fragaria x Ananassa* cv. Selva) *International Journal of Agriculture & Biology* 1560–8530/2004/06–6–994–997.
- Trought, M.C.T., and Drew, M.C., 1980. The development of waterlogging damage in young wheat plants in anaerobic solution culture. *J Exp Bot* 31:1573.
- Trout, T.J., and Gartung, J., 2004. Irrigation Water Requirements Of Strawberries. *ISHS Acta Horticulturae* 664: IV International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. Doi: 10.17660/ActaHortic.2004.664.84.

- Turan, M., and Köse, C., 2004., Seaweed extracts improve copper uptake of grapevine. *Acta Agric. Scand. Plant Sci.* 54, 213-220.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı. http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001, Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- Türemiş, N., Özgüven, A.L., Paydas, S., İdem, G., 1997. Effects of Sequestrene Fe138 as Foliar and Soil Application on Yield and Earliness of Some Strawberry Cultivars in the Subtropics . *Acta Horticultureae*, 441:369-374.
- Türemiş, N., ve Ağaoğlu, S., 2013. “Çilek”, Üzümsü Meyveler, Editörler: Ağaoğlu, S., Gerçekçiöğlü, R., Ankara: Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları.
- Türkoğlu, Z., 2005. Selva ve camarosa çilek çeşitlerinde bazı bitki aktivatörlerinin erkencilik, verim, kalite ile yapraklardaki besin element düzeylerine etkileri. Ondokuz mayıs üniversitesi fen bilimleri enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 71s.
- Ulrich, A., Mostafa, M.A.E., Allen, W.W., 1980. Strawberry deficiency symptoms: A visual and plant analysis guide to fertilization. *Agr. Expt. Sta., Univ. California. Bul.*, pp. 30-31.
- Utrillas, M.J., Alegre, L., Simon, E., 1995. Seasonal changes in production and nutrient content of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. subjected to water deficits. *Plant and Soil* 175, 153-157 Valliyodan.
- Uzunoğlu Bulduk, E., 2008. Çilek Çeşitlerinin Besin Maddesi İçeriklerine Bakılarak Beslenme Düzeylerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 47s.
- Uzunoğlu Bulduk, E., ve Erdal, İ., 2012. Genotipsel farklılığın çileğin mineral beslenmesi üzerine etkisi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 29 (1):59-70.
- Vasane, S.R., and Katiyar, T.P.S., 1984. Effect of liquid fertilizer through drip irrigation on yield and NPK uptake of tomato. *L. Maharashtra Agric. Univ.* 21 (3), 488-489.
- Vasconcelos, A.C.F.D., Zhang, X., Ervin, E.H., Kiehl, J.D.C., 2009. Enzymatic antioxidant responses to biostimulants in maize and soybean subjected to drought. *Sci Agric.* 66:395–402.

- Verkleij, F.N., 1992. Seaweed extracts in agriculture and horticulture: a review. *Biol. Agric. Hortic.* 8, 309-339.
- Vernieri, P., Malorgio, F., Tognoni, F., 2002. Use of biostimulants in production of vegetable seedlings. *Culture Protette.* 31:75–79. [In Italian].
- Vernieri, P., Borghesi, E., Ferrante, A., Magnani, G., 2005. Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. *J Food Agric Environ* 3:86–88.
- Vernieri, P., Ferrante, A., Borghesi, E., Mugnai, S., 2006. Biostimulants: a tool for improving quality and yield. *Fertilitas Agrorum.* 1:17–22. [In Italian].
- Voća, S., Dobričević, N., Dragović-Uzelac, V., Duralija, B., Družić, J., Čmelik, Z., Babojelić, M.S., 2008. Fruit Quality of New Early Ripening Strawberry Cultivars in Croatia. *Food Technology and Biotechnology*, 46 (3): 292-298.
- Voth, V., Binnghurst, R.S., Bowen, H.L., Mock, T., 1973. New Strawberry Irrigation Systems. *California Agriculture* 27 (9) California University, Davis-USA.
- Wang, H., Inukai, Y., and Yamauchi, A., 2006. Root Development and Nutrient Uptake Critical Reviews in Plant Sciences, 25: 279–301.
- Wang, S.Y., and Camp, M.J., 2000. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae.* 85: 183–99.
- Wang, Y., Xie, Z.K., Li, F., Zhang, Z., 2004. The Effect of Supplemental Irrigation on Watermelon (*Citrullus lanatus*) Production in Gravel and Sand Mulched Fields in the Loess Plateau of northwest China. *Agricultural Water Management*, 69: 29-41.
- Weber, N., Zupanc, V., Jakopic, J., Veberic, R., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., 2017. Influence of deficit irrigation on strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruit quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97: 849-857.
- Woodward, J.R., 1972. Physical and chemical changes in developing strawberry fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23:465–473.

- Wright, C.J., and Waister, P.D., 2001. Seasonal changes in the mineral nutrient content of the Raspberry. *ISHS Acta Horticulture* 112: Symposium on Breeding and Machine Harvesting of Rubus.
- Wrona, D., 2006. Response of young apple trees to nitrogen fertilization, on two different soils. *Acta Hort. (Ishs)* 721:153-158.
- Xu, C., and Leskovar, D. I., 2015. Effects of *A. Nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress. *Scientia Horticulturae*. 183, 39-47.
- Yoshida, Y., Ohi, M., Fujimoto, K., 1991. Fruit size formation, size and yield in relation to nitrogen and nursery plants in large fruited strawberry (*Fragaria ananassa* Duch. Cv. Ai-Berry). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 59 (4): 727-735.
- Yuan, B., 2004. Effect of drip irrigation on strawberry growth and yield inside a plastic greenhouse. *Biosyst. Eng.* 87, 237–245, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2003.10.014>.
- Zaman, S.K., Razzaque, M.A., Karim, S.M.R., Bhuiyan, N.I., 1995. Rice response to phosphorus in wetland soil. *Pak J Sci Industrial Res* 38:438.
- Zeliou, K., Papatropoulos, V., Manoussopoulos, Y., Lamari, F.N., 2018. Physical and chemical quality characteristics and antioxidant properties of strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) in Greece: assessment of their sensory impact. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98: 4065-4073.
- Zhang, B., and Archbold, D.D., 1993. Water relations of a *Fragaria chiloensis* and a *F. virginiana* selection during and after water deficit stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118, 274–279.

ÖZGEÇMİŞ

30 Haziran 1989 tarihinde Adana'da doğdu. İlk okul eğitimini Adana Celalettin Sayhan, orta okul eğitimini Seyhan İlk öğretim, Lise eğitimini ise Özel Adana Gündoğdu Lisesinde tamamladı. 2007-2011 yılları arasında Lisans, 2011-2014 yılları arasında Yüksek Lisans eğitimini Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde tamamladı. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2014 yılında Doktora eğitimine başladı ve halen Doktora eğitimini sürdürmektedir.