

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOPRAKSIZ TARIMDA KALSİYUM VE POTASYUM
GÜBRELEMESİNİN HIYARIN (*Cucumis sativus* L.) MEYVE
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

SELAMİ YAKIN

KOCAELİ 2023

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAKSIZ TARIMDA KALSİYUM VE POTASYUM
GÜBRELEMESİNİN HIYARIN (*Cucumis sativus* L.) MEYVE
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

SELAMİ YAKIN

Prof. Dr. Rezzan KASIM
Danışman, Kocaeli Üniv.

.....

Doç. Dr. Aysun ÇAVUŞOĞLU
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

.....

Doç. Dr. Pınar ŞANLIBABA
Jüri Üyesi, Ankara Üniv.

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 25/01/2023

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve tarafından proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Selami YAKIN

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki makale, kitap, tebliğ, lisans, patent gibi çalışmalarda kullanımı, danışmanımın isim hakkı saklı kalmak koşuluyla ve her iki tarafın bilgisi dâhilinde bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayımlanan “*Lisanüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Selami YAKIN

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Topraksız tarım: bitkilerin gelişimi için gerekli olan bitki besin maddeleri ve suyun kök bölgesinde, toprak dışında farklı katı veya sıvı ortamlar kullanılarak bitki yetiştiriciliğinin yapıldığı bir sistemdir. Topraksız tarımın birçok gerekliliğinin yanı sıra, özellikle toprak ve su kaynakları yetersiz ülkelerin artan nüfusunun gıda gereksinimini karşılamak, su ve gübre açısından daha az girdi ile daha yüksek verim almak amacıyla topraksız tarım önemli bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada serada topraksız tarımda hıyar yetiştiriciliğinde besin çözeltilisine ek olarak kalsiyum ve potasyumlu gübrelemenin hıyarın hasat öncesi ve sonrası kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmam süresince verdiği değerli bilgiler ile akademik ve manevi desteği için Prof. Dr. Rezzan KASIM hocama ve aynı şekilde çalışmama rehberlik eden sayın Dekanımız Prof. Dr. Ufuk KASIM hocama teşekkürü borç bilirim. Tezimin sera ve laboratuvar çalışmalarında destek olan Kübra YAŞAR arkadaşşıma ve tezimde desteği olan mesai arkadaşlarım Rıza KESKİN, Serhat SAYGIN, Hüseyin MURAT' a ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim Annem, Babam ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Teze başlamamdan bitirmeme kadar her türlü desteğini esirgemeyen sevgili eşim Betül YAKIN ve canım kızım Zeynep Sena YAKIN' a teşekkür ederim.

Ocak - 2023

Selami YAKIN

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Bitkisel Materyal.....	13
3.1.2. Ambalajlama ve Depolama Şartları.....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Gübreleme Programı.....	17
3.2.2. Yetiştiricilik Sırasında Yapılan Ölçüm ve Analizler.....	19
3.2.2.1. Bitki Boyu (cm).....	19
3.2.2.2. Gövde Çapı (mm).....	19
3.2.2.3. Bitki Başına Yaprak Sayısı (Adet).....	19
3.2.2.4. Klorofil miktarı (SPAD).....	19
3.2.2.5. Bitki Başına Kümülatif Meyve Sayısı (Adet).....	19
3.2.2.6. Toplam Meyve Sayısı (Adet).....	19
3.2.2.7. Meyve Eni (cm).....	19
3.2.2.8. Meyve Boyu (cm).....	20
3.2.2.9. Bitki Başına Verim / Toplam Verim (kg).....	20
3.2.3. Depolama Süresince Yapılan Ölçüm ve Analizler.....	20
3.2.3.1. Meyve Rengi (L*, a*, b*).....	20
3.2.3.2. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı (%).....	20
3.2.3.3. Meyve eti sertliği (N).....	20
3.2.4. Deneme Deseni.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	21
4.1. Bitki Gelişimi Süresince Elde Edilen Sonuçlar.....	21
4.1.1. Bitki Boyu (cm).....	21
4.1.2. Gövde Çapı (mm).....	22
4.1.3. Bitki Başına Yaprak Sayısı (Adet).....	24
4.1.4. Klorofil SPAD Miktarı.....	26
4.1.5. Bitki Başına Kümülatif Meyve Sayısı / Toplam Meyve Sayısı (Adet).....	29
4.1.6. Meyve Eni ve Boyu (mm).....	30
4.1.7. Bitki Başına Kümülatif Verim (g) / Toplam Verim.....	32
4.2. Depolama Süresince Elde Edilen Sonuçlar.....	33
4.2.1. Meyve Rengi (L*, a* ve b*).....	33
4.2.2. Suda Çözünür Toplam Kurumadde (SÇKM) Miktarı.....	36
4.2.3. Meyve Eti Sertliği (N).....	37

4.2.4. Meyvedeki Kalsiyum Miktarı	38
5. SONUÇ.....	40
KAYNAKLAR.....	41
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	46



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Hıyar fidelerinin kayayünü küplerine dikilme aşamaları.....	13
Şekil 3.2.	Kayayünü üretim bloklarının seraya yerleştirilme aşamaları	14
Şekil 3.3.	Fide küplerinin kayayünü bloklarına yerleştirilme aşamaları.....	15
Şekil 3.4.	Bitkilerin ipe alınma aşamaları	16
Şekil 3.5.	Deneme planı	18
Şekil 4.1.	İlk 4 haftalık bitki boyu gelişimi (cm)	21
Şekil 4.2.	Dördüncü haftadaki bitki boyu (cm).....	22
Şekil 4.3.	İlk dört haftada Gövde çapı değişimi (mm).....	23
Şekil 4.4.	Dördüncü haftadaki gövde çapı (mm)	24
Şekil 4.5.	İlk dört haftada yaprak sayıları değişimi (adet)	25
Şekil 4.6.	Dördüncü haftadaki yaprak sayısı (adet)	25
Şekil 4.7.	Yapraklarda haftalara göre klorofil (SPAD) değerleri.....	26
Şekil 4.8.	Yapraklardan haftalara göre klorofil (SPAD) değişimi	28
Şekil 4.9.	Yapraklarda hafta ortalamalarına göre klorofil (SPAD) miktarı	28
Şekil 4.10.	Bitki başına hasat edilen kümülatif meyve sayısı (adet).....	29
Şekil 4.11.	Hasat edilen toplam meyve sayısı (adet)	30
Şekil 4.13.	Ortalama meyve boyu değerleri (cm)	31
Şekil 4.14.	Bitki başına hasat dönemi boyunca kümülatif verim değişimi (g)	32
Şekil 4.15.	Bitki başına toplam verim (g)	33

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1.	Denemede kullanılan gübre uygulamaları	17
Tablo 3.2.	Denemede kullanılan gübre kaynakları ve içerikleri	18
Tablo 4.1.	Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince L* renk değerlerinde meydana gelen değişimler.....	34
Tablo 4.2.	Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince a* renk değerlerinde meydana gelen değişimler	34
Tablo 4.3.	Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince b* renk değerlerinde meydana gelen değişimler	35
Tablo 4.4.	Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince SÇKM miktarları	36
Tablo 4.5.	Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince meyve eti sertliği (N) miktarları	37
Tablo 4.6.	Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince kalsiyum (mg/L) miktarları	39
Tablo 5.1.	Araştırmada elde edilen sonuçlar	40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat Derece
Ca	: Kalsiyum
cm	: Santimetre
dm ³	: Desimetreküp
g	: Gram
K	: Potasyum
L	: Litre
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
N	: Azot
P	: Fosfor
ppm	: Milyonda bir
SA	: Salisilik Asit

Kısaltmalar

ECS	: Evaporative cold storage (Evaporatif Soğuk Depolama)
KMM	: Kuru Madde Miktarı
LPDE	: Low-density polyethylene (Düşük Yoğunluklu Polietilen)
ÖD	: Ölçüm Değerleri
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı
SGP	: Standart Gübreleme Programı
SPAD	: Soil Plant Analysis Development (Toprak Bitki Analizi Geliştirme)
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences (İstatistik Paket Programı)
TSS	: Total Soluble Solids (Toplam Çözünür Katılar)

TOPRAKSIZ TARIMDA KALSİYUM VE POTASYUM GÜBRELEMESİNİN HIYARIN (*Cucumis sativus* L.) MEYVE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Hıyar (*Cucumis sativus* L.) ülkemiz örtüaltı tarımında üretimi yapılan önemli bir türdür. Toplam sebze üretimi içerisinde domatesten sonra ikinci sırada yer almaktadır. Bu çalışmada kayayünü tekniğinde hıyar üretimi sırasında standart gübre programındaki kalsiyum ve potasyum miktarının yükseltilmesinin hıyarın hasat sırasındaki verim ve kalitesi ile hasat sonrası depolama kalitesi üzerindeki etkilerinin amaçlanmıştır. Bu amaçla hıyar bitkilerine serada kontrol olarak standart bir gübreleme (SGP) programı uygulanmış, SGP'ye ek olarak 30, 60, 90 mg/L kalsiyum, 50, 100, 200 mg/L potasyum, 30 mg/L Ca + 50 mg/L K, 60 mg/L Ca + 100 mg/L K, 90 mg/L Ca + 200 mg/L K gübrelemeleri yapılmıştır. Bitki dikiminden sonra yetiştiricilik süresince bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), bitki başına yaprak sayısı, klorofil miktarı (SPAD), bitki başına kümülatif meyve sayısı (adet), toplam meyve sayısı (adet), meyve eni (mm), meyve boyu (cm), bitki başına kümülatif verim (g), toplam verim (g) ölçümleri yapılmıştır. Meyve hasadından sonra ise meyve rengi (L^* , a^* , b^*), suda çözünür toplam kurumadde (SÇKM) miktarı (%), meyve eti sertliği (N) ve meyvedeki kalsiyum miktarı (mg/L) ölçüm ve analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda yetiştiricilik dönemi ve depolama süresince ölçülen kriterler açısından SGP+50 mg/L potasyum ve SGP+60 mg/L kalsiyum+100 mg/L potasyum uygulamaları öne çıkmıştır. Bu nedenle bitki gelişimi ve sonrasında ölçülen kriterlerden yedi kriter açısından önemli oranda etkili olan her iki uygulamanın hıyarın örtüaltı topraksız yetiştiriciliği sırasında uygulanabilecek gübre programları olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hıyar (*Cucumis sativus* L.), Kalite, Kalsiyum, Meyve, Potasyum.

THE EFFECT OF CALCIUM AND POTASSIUM FERTILIZATION ON FRUIT QUALITY OF CUCUMBER (*Cucumis sativus* L.) IN SOILLESS AGRICULTURE

ABSTRACT

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is an important species produced in greenhouse agriculture in our country. It ranks second after tomato in total vegetable production. In this study, the effects of increasing the amount of calcium and potassium in the standard fertilizer program during the production of cucumber in the rockwool technique on the yield and quality of the cucumber during the harvest and on the post-harvest storage quality were aimed. For this purpose, a standard fertilization program (SGP) was applied to the cucumber plants in the greenhouse as a control. In addition to SGP 30, 60, 90 mg/L calcium, 50, 100, 200 mg/L potassium, 30 mg/L Ca + 50 mg/L K, 60 mg/L Ca + 100 mg/L K, 90 mg/L Ca + 200 mg/L K fertilizations were applied. After planting and during cultivation period plant height (cm), stem diameter (mm), number of leaves per plant, amount of chlorophyll (SPAD), cumulative number of fruits per plant (pieces), total number of fruits (pieces), fruit width (mm), fruit length (cm), cumulative yield per plant (g), total yield (g) measurements were done. After the fruit harvest, fruit color (L^* , a^* , b^*), total soluble solids (TSS) content (%), fruit firmness (N) and calcium amount in the fruit (mg/L) were measured. As a result of the study, SGP+50 mg/L potassium and SGP+60 mg/L calcium+100 mg/L potassium applications came to the fore in terms of the criteria measured during the growing and storage period. For this reason, it has been concluded that both applications, which are significantly effective in terms of plant development and seven criteria measured afterwards, are fertilizer programs that can be applied during greenhouse soilless cultivation of cucumber.

Keywords: Cucumber (*Cucumis sativus* L.), Quality, Calcium, Fruit, Potassium.

1. GİRİŞ

Topraksız tarım, bitkilerin toprak dışındaki substratlarda yetiştirilmesine dayalı bir üretim tekniğidir. Topraksız bitki yetiştiriciliğinin temeli günümüzden çok daha eskilere uzanmaktadır. Nitekim tarih boyunca farklı zamanlarda toprak üstüne yerleştirilen çeşitli saksılarda bitki yetiştiriciliği denemeleri yapılmıştır. Örneğin yaklaşık 4000 yıl önce Mısırlılar bu tekniği kullanarak bitki yetiştirmişlerdir. Bu konuda ilk kanıtlar Deir el-Bahari Tapınağında bulunan, saksılarda bitki yetiştiriciliğini gösteren duvar resimleridir (Raviv ve diğ., 2019). Topraksız tarım, toprak dışında bir ortam kullanılarak bitkinin ihtiyaç duyduğu su ve besin maddesinin kontrollü olarak desteklendiği yeni nesil bir yetiştirme sistemi olarak tanımlanmaktadır (Talaz ve Nas, 2019). Toprak kökenli hastalık ve zararlıların kontrolünün zorluğu ve maliyeti, topraklara bilinçsizce yapılan gübreler ile kalitesiz sulama sularının kullanılması sonucu bitkisel üretimde verimin azalması, topraksız tarıma geçişin en önemli nedenleri arasındadır. Yine suyun kontrollü olarak verilmesi ile su kullanımını da azaltılmakta, dolayısıyla bu açıdan da söz konusu teknik öne çıkmaktadır.

Topraksız bitki yetiştiriciliğinde, bitkiler ya katı bir ortam üzerinde veya doğrudan su içerisinde yetiştirilebilmektedir. Bitki köklerine destek amacıyla kullanılan katı ortamlar torf, perlit, vermikulit, ağaç kabukları, kum, çakıl, kokopit ve kayayünü olarak sıralanabilir. Bunlardan kayayünü tekniği dünya üzerinde hıyar yetiştiriciliği için kullanılan önemli yöntemlerden birisi olup, hıyar yetiştiriciliği için kayayününde üretimin topraklı tarıma göre daha iyi sonuç verdiği bulunmuştur (Letard, 1982). Volkanik kayaçların yüksek dereceli fırınlarda patlatıldıktan sonra oluşan liflerin sıkıştırılması suretiyle elde edilen kayayünü'nün hava ve su tutma kapasitesi oldukça yüksektir. Kayayünü üretim levhaları; 75 cm uzunluğunda, 30 cm genişliğinde ve 7,5 cm kalınlığında 13 litrelik etrafi polietilen film ile kaplanmış plakalar şeklinde üretilmektedir. Levhaların alt kısımlarında drenajın sağlanması için delikler bulunmaktadır. Fide üretimi için ise 10 cm'lik kayayünü küpleri kullanılmakta ve daha sonra bu küpler üretim levhaları üzerine yerleştirilmektedir. Kayayünü levhaları seraya, toprağın üzeri beyaz plastikle kaplandıktan sonra yerleştirilmektedir. Bir üretim levhasında 3-4 bitki yetiştirilebilmektedir (Burt, 2018).

Dünya üzerinde topraksız bitki yetiştiriciliğinde önemli ilerlemeler gösteren ülkelerin başında Japonya, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) gelmektedir. Hatta NASA'nın uzayda bitki yetiştirebilmek için topraksız tarım tekniklerini uyguladığı bilinmektedir (URL-1). Ayrıca Güney Kore, Almanya, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), Fransa, Hindistan, İsveç, Singapur gibi devletlerin topraksız tarımı uygulama noktasında önemli yatırımları bulunmaktadır (Despommier, 2014; Al-Kodmany, 2018). Bu anlamda da Türkiye'nin de topraksız tarıma yatırımları devam etmekte olup, ülkemiz tarımsal ürün çeşitliliği ve sera varlığı bakımından Dünyada 4'üncü, Avrupa'da ise 2'nci sırada yer almaktadır. Sera üretim alanları 2002'de 540 bin dekarken 2021'de yüzde 58 artışla 855 bin dekara ulaşan Türkiye'de, mevcut sera alanının yüzde 1,6'sına karşılık gelen 14 bin dekada topraksız tarım yöntemiyle ihracata yönelik üretim yapılmaktadır (URL-2).

Topraksız tarımda yetiştirilen önemli sebze türlerinden birisi olan hıyar (*Cucumis sativus L*) *Cucurbitaceae* familyasının bir üyesidir. Bu familya 90 cins ve 750 tür içermektedir. Hıyar bitkisinin kökeni Hindistan veya Burma'ya dayanmaktadır ve vejetatif özellikleri ile meyve karakterleri bakımından oldukça fazla çeşitliliğe sahip bir türdür. Dünya üzerinde ilk olarak 3000 yıl önce kültüre alınmış olan hıyar bitkisi, Hindistan'dan Çin'e daha sonra ise Eski Yunan ve Romalılara kadar yayılmıştır (Yılmaz, 2019). Hıyar, kültürü yapılan en eski sebze türlerinden birisi olup, çoğu iklim kuşaklarının hemen hemen tüm ülkelerinde yetiştirilmektedir (Tatlıoğlu, 1993).

FAO verilerine göre, 2021 yılında dünya genelinde 2,172,193 ha alanda, 93,528,576 milyon ton hıyar üretimi yapılmıştır. Dünya hıyar üretiminde, Asya kıtası birinci sırada yer alırken (83,7 milyon ton), bunu Avrupa (6,1 milyon ton), Amerika (2 milyon ton) Afrika (1,5 milyon ton) ve Okyanusya (60,7 bin ton) kıtaları izlemektedir. Dünya hıyar üretiminde Çin 75,6 milyon tonluk üretimle ilk sırada yer alırken, Türkiye 1,9 milyon ton ile ikinci, Rusya 483 bin ton ile üçüncü sırada yer almıştır (URL-3).

Hıyar meyvesi yüksek oranda su (96,73 g/100 g) içerirken, enerji miktarı oldukça düşüktür (12 Kcal/100 g). Hıyar meyvesinin 100 g'ında sırasıyla 136, 21, 14 ve 12 mg potasyum, fosfor, kalsiyum ve magnezyum bulunmaktadır. Hıyar meyvesi yüksek su miktarı nedeniyle günlük olarak tüketilmesi durumunda vücuttan toksinlerin atılmasına yardımcı olmaktadır. Kabuklarının içermiş olduğu lifler nedeniyle ve bünyesindeki

mineral maddeler ile kan basıncını düzenlemekte dolayısıyla kan dolaşımı üzerinde de olumlu etkide bulunmaktadır (Yılmaz, 2019).

Bitkiler de diğer canlılar gibi hayatlarını sürdürebilmek için farklı miktarlarda değişik besin elementlerine ihtiyaç duymakta ve 90 farklı elementi toprak, hava ve sudan almaktadır. Bitki besin elementlerinden bir bölümü bitki büyüme ve gelişmesi için zorunlu iken diğer kısmı ise 2. olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla bitki besin elementleri genel olarak makro ve mikro besinler olarak ikiye ayrılmakta: karbon, hidrojen, oksijen, azot, potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum ve kükürt makro; demir, bakır, klor, çinko, mangan, molibden, bor ve nikel ise mikro elementler olarak sınıflandırılmaktadır (Bolat ve Kara, 2017). Bu besinler geleneksel topraklı yetiştiricilik sistemlerinde topraktan karşılanırken, topraksız yetiştiricilikte az miktarı kültürdeki substrattan veya hidroponik kültürdeki sudan sağlanmaktadır. Dolayısıyla topraksız yetiştiricilik sistemlerinde bu mineral maddelerin büyük bir bölümü bitkiye gübreleme yoluyla verilmektedir (Hochmuth, 2015).

Makro besinler içerisinde yer alan potasyum (K) bütün bitkilerin fizyolojik yapısında önemli role sahip olan bir besin elementidir. Potasyum bitkinin büyümesi ve metabolizması için gerekli 60 kadar enzimin aktivatörüdür. Potasyum; bitki yapraklarındaki stomalarda bulunan bekçi hücrelerinin turgorunu düzenleyerek stomaların açılıp-kapanmasını dolayısıyla stomalar yoluyla bitkide gaz ve su buharı alışverişini sağlamakta ayrıca kök osmotik gradienti yoluyla bitkinin su dengesini düzenlemektedir. Bitkide yeterli potasyum bulunması, karbonhidratların üretimini ve taşınmasını artırarak, bitkinin düşük sıcaklıklara, tuzluluğa, kuraklığa ve hastalıklara karşı dayanmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla bitkinin önemli organlarında K düzeyini yükseltmek için gerekli olan K gübreleme yoluyla sağlanmalıdır. Şiddetli K eksikliği, yapraklarda nişasta birikimini azaltarak bitki içinde şeker taşınımını azaltmaktadır. Hıyar bitkisi, bitkiler arasında potasyum isteği yüksek olan tek bitki olup, hıyar; bitkiler içinde azottan daha fazla potasyum ihtiyacı olan tek bitki türüdür (Schwarz, 1995; Olfati, 2015).

Makro besin elementleri içerisinde yer alan bir diğer önemli besin maddesi olan kalsiyum, bitki hücre duvarlarının yapısında yer alan kalsiyum pektatların oluşumu için gereklidir. Ek olarak kalsiyum bazı enzimatik reaksiyonların kofaktörü olarak

kullanılmaktadır. Son yıllarda kalmodulin molekülü tarafından oluşturulan hücre reaksiyonlarının özel regülasyonu için kalsiyumun gerekli olduğu belirlenmiştir. Kalsiyum hücre membranlarının yapısı ve fonksiyonunda görev alarak hücre duvarının dayanımının arttırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kalsiyum ayrıca hastalıklara duyarlılığı da azaltmaktadır (Hochmuth, 2015; Koçaklı ve diğ., 2017; Anonim, 2018).

Yapılan literatür araştırmasında hıyar bitkileri için en uygun topraksız yetiştiricilik şeklinin kayayünü tekniği olduğu tespit edilmiş olmakla birlikte bu konuda yapılmış çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmüştür. Kayayünü tekniğinde standart gübreleme programına ek olarak değişik gübrelerin arttırılması suretiyle verimin ve kalitenin arttırılmasına yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar daha çok gübrelerin hastalıkların önlenmesi üzerindeki etkilerini belirlemek üzerine yoğunlaşmıştır.

Dolayısıyla çalışmanın ana hatları ve hedefi:

- Serada kaya yünü tekniği ile yetiştirilen hıyar bitkilerinin gübre programlarında, standart besin çözeltisindeki kalsiyum ve potasyum miktarının arttırılarak hem bitkinin daha iyi gelişmesini hem de veriminin arttırılmasının sağlanması,
- Hasat öncesi yapılan ek kalsiyum ve potasyum gübrelemesinin depolama süresince kalite üzerindeki etkisinin tespit edilmesi şeklinde oluşturulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Topraklı tarımda toprakta mevcut besin elementlerinin ve topraksız tarımda mevcut standart besin çözeltisine ek olarak yapılan gübrelemeler, bitki bünyesine alınan besin elementlerini özellikle fosfor ve potasyum miktarını arttırmak suretiyle bitkinin büyüme ve gelişmesini olumlu şekilde etkilemektedir. Kontrollü şartlarda yetiştirilen hıyar (*Cucumis sativus* cv. *Brunex*) bitkilerine bireysel olarak 5, 10, 20, 40 g/m² NH₄NO₃ formunda azot ve 14 g/m² H₃PO₄ formunda P ve 20 ve 40 g/m² K₂SO₄ formunda potasyum gübrelemesi yapılmış olup, çalışma sonucunda, 40 g/m² potasyum uygulamasının, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında klorofil a ve karoten miktarlarını sırasıyla %11 ve %7 arttırdığı belirlenmiştir (Lamrani ve diğ., 1996).

Yoğun sebze üretimi yapılan seralarda bitkilerin istediği besinler standart gübre ile karşılandığından, buna ek olarak yapılan potasyum gübrelemesinin verim üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada potasyumun domates, tatlı biber ve hıyarın kalitesinin korunmasında etkili olduğu ve domatesin lezzetine de katkıda bulunduğu belirtilmiştir (Voogt, 2002)

Yapılan bir çalışmada farklı potasyum uygulamalarının hıyar (*Cucumis sativus*) bitkilerinin nitrat metabolizmasının bazı parametreleri ve verim üzerine etkileri incelenmiştir. Serada yetiştirilen hıyar bitkilerine 0,075 mg/L (K1), 0,15 mg/L (K2) ve 0,30 mg/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonda K⁺ uygulanmıştır. Çalışma sonucunda sera koşullarında hıyar yetiştiriciliğini iyileştirmek için 0,15 mg/L K⁺'un en iyi sonucu verdiği buna karşın, 0,30 mg/L uygulamasının ise NO₃ metabolizmasını ve kullanım etkinliğini arttırdığı tespit edilmiştir (Ruiz ve Romero, 2005).

Al-Hamzawi (2010), 0, 600 ve 1000 mg/L konsantrasyonlarında Antafon (%1,2 Naftalen asetamid, %0,45 naftalen asetik asit, %98,35 dolgu) ve 0 mM (kontrol), 10 ve 15 mM Ca (NO₃)₂ ve 10 ve 15 mM KNO₃ uygulamalarının hıyarın gelişimi ve depolanma özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada yüksek Anfaton konsantrasyonu ile kalsiyum ve potasyumun her iki konsantrasyonunun bitkilerin vejetatif karakterleri üzerinde önemli etkilerde bulunduğu ortaya konulmuştur. Araştırmada KNO₃ uygulamasının çiçek sayısını maksimum düzeyde arttırmasına karşın, en yüksek meyve tutumunun 1000 mg/L Antafon uygulamasından elde edildiği,

her iki besin maddesinin toprak üstü aksama püskürtmesi yoluyla uygulamasının sürgün kuru ağırlığını arttırdığı da tespit edilmiştir. Tüm uygulamaların özellikle Antafon ve KNO_3 'ün yüksek konsantrasyonlarının hıyarın verimini önemli ölçüde arttırdığı; yine antafon konsantrasyonunun artmasının azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum içeriğini arttırdığı da bulunmuştur. En yüksek azot oranı ve kalsiyum miktarı 15 mM KNO_3 uygulamasında elde edilirken, en yüksek fosfor ve potasyum içeriği sırasıyla 10 ve 15 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulamasında tespit edilmiştir. Çalışmada $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulamasının ağırlık kaybını KNO_3 uygulamasına göre önemli oranda azalttığı, uygulanan her iki potasyum nitrat konsantrasyonu suda çözünür toplam kurumadde miktarını (SÇKM) yüksek oranda koruduğu, ayrıca tüm besin uygulamalarının özellikle $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulamasının kontrol'e karşılaştırıldığında meyvelerden elektrolit sızıntısını azalttığı da belirlenmiştir.

Ek gübreleme uygulamaları, bitkilerin besin alımını artırırken, bitkinin biyokimyasal madde içeriğine de önemli katkılar sağlamaktadır. Kavunla yapılan çalışmalarda potasyumun yapraktan püskürtme yoluyla veya hidroponik sistemler ile sıvı formda uygulamasının meyve eti sertliği, şeker miktarı, olgunluk ve verim gibi pazarlanabilir kalite özelliklerini ve insan sağlığı için önemli olan aksorbik asit ve β -karoten gibi biyoaktif bileşik miktarını iyileştirmede daha etkili olduğu bulunmuştur (Lester ve diğ., 2010).

Sera koşullarında yetiştirilen hıyar bitkilerine yapraktan kalsiyum ve potasyum nitrat (0,10 ve 15 mM) uygulanmasının büyüme, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisinin belirlendiği çalışma, kalsiyum ve potasyumun yüksek konsantrasyonlarının (15 mM), kontrole oranla büyümeyi, ortalama meyve ağırlığını ve toplam verimi iyileştirmede üstün olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada hıyar bitkilerine 15 mM KNO_3 uygulamasının bitki dokularında N, P, K ve Ca alımını önemli oranda arttırdığı, 10 mM CaNO_3 'ün P miktarını ve KNO_3 'ün her ikikonsantrasyonun da hıyar meyvelerinin SÇKM miktarını arttırmada önemli ölçüde etkili olduğu tespit edilmiştir (Shafeek ve diğ., 2013).

Benzer bir çalışmada kalsiyum klorür ve paklobutrazolün hıyar bitkilerine yaprak gübresi şeklinde uygulamasının büyüme, verim ve verimi etkileyen bileşenlere etkisinin

araştırıldığı çalışmada (2,5-5 ve 10 mg/L) dozlarında paklobutrazol ve (7,5 ve 15 mM) dozlarında kalsiyum klorür yapraklara püskürtülerek uygulanmıştır. Araştırma sonucunda kalsiyum klorür ile birlikte paklobutrazol uygulamasının (10 mg/ L paklobutrazol +7,5 mM kalsiyum klorür) meyve kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu, kalsiyum klorürün tek başına uygulanmasının fotosentetik pigmentler ve mineraller üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda kalsiyum klorür ve paklobutrazolün düşük konsantrasyonlarının hıyarın verim üzerinde etkili olan özelliklerini iyileştirmek suretiyle meyve verimini önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir (Kazemi, 2013).

Kalsiyum humat, bor humat ve hümik asit çözeltilerinin hıyarın (*Cucumis sativus L.*) büyüme, verim, kalite, kalsiyum ve bor alımı üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, (500, 1000, 3000 ve 5000 mg kg⁻¹) konsantrasyonlarında kalsiyum humat (%12 CaO, %15 hümik ve fulvik asit), bor humat (%10 BOH₄, %15 hümik ve fulvik asit) ve hümik asit (%15 hümik ve fulvik asit) uygulamaları yapılmıştır. Çalışma sonucunda farklı oranlarda uygulanan Ca humat, B humat ve hümik asitin hıyar bitkilerinin toplam pazarlanabilir verimini, ortalama meyve ağırlığını, meyve çapını, meyve boyunu ve yaprak kuru maddesini olumlu yönde etkilediği buna karşılık meyvede suda çözünür kuru maddesi, klorofil ve bitki boyu açısından uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Araştırma sonucunda en yüksek hıyar verimi (172,992 kg/ha) ise 3000 mg/kg Ca humat uygulamasından elde edilmiş olup ayrıca bu uygulamalarla yaprak ve meyvelerdeki makro ve mikro besin konsantrasyonu da önemli ölçüde artmıştır (Ekinci ve diğ., 2015).

Hıyar (*Cucumis sativus L.*) ‘Seven Star F1 bitkilerine ekimden 40, 55 ve 70 gün sonra olmak üzere farklı gelişme dönemlerinde yapraktan potasyum ve giberellik asit uygulamalarının etkilerini incelemek üzere yapılan çalışmada, bitkilere 1.0 g/dm³, 2.5 g/dm³ ve 5 g/dm³ dozlarında potasyum nitrat ile 0,005 g/dm³, 0,01 g/dm³ ve 0,015 g/dm³ dozlarında gibberelik asit (GA₃) uygulanmıştır. Çalışmada hıyar bitkilerine KNO³ ve GA₃ uygulamasının kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında büyümeyi uyardığı, meyve olgunlaşma süresini kısalttığı ve kaliteyi arttırdığı tespit edilmiştir. Araştırmada 0,01 g/dm³ GA₃ + 2,5 g/dm³ KNO³ kombinasyonunun, uygulamalara göre toplam verim, bitki boyu ve yapraklarda toplam klorofil, fosfor ve azot içeriğini önemli oranda

arttırdığı ve meyvelerin erken dönemde olgunlaşmasını sağladığı da belirlenmiştir. Çalışmada uygulama yapılan bitkilerde, kontrollere göre toplam verim ve meyve kalitesi kuru madde ve antioksidan aktivite oranları da önemli derecede yüksek bulunmuş olup, $0,015 \text{ g/dm}^3 \text{ GA}_3 + 5 \text{ g/dm}^3 \text{ KNO}_3$ uygulamasının yaprak ve meyvelerdeki potasyum içeriğini de önemli oranda arttırdığı da belirlenmiştir (Priyanka ve diğ., 2016).

Yapılan bir çalışmada 80, 130 ve 180 kg N/fed dozlarında amonyum nitrat (% 33,5 N) formunda azotlu gübrelemeye ek olarak 270, 390 ve 510 ppm Ca olmak üzere üç ayrı konsantrasyonda kalsiyum klorür uygulamasının hıyarda iki üretim dönemi boyunca vejetatif büyüme, verim ve kaliteye etkileri araştırılmıştır. Çalışmada bitki boyu, bitki yaprak sayısı ve ortalama yaprak genişliğinin bitkinin örnekleme tarihleri ile pozitif korelasyon oluşturduğu ve büyüme süresinin ilerlemesi ile belirgin şekilde arttığı belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca en yüksek verim potansiyelinin, her iki üretim döneminde de 390 veya 510 ppm ile birlikte 130 kg N/fed uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçların yanı sıra çalışmada 180 kg/fed N ile 510 ppm kalsiyum kombinasyonunun yaprağın ortalama azot içeriğini önemli oranda arttırdığı, buna karşılık aynı azot dozunda en düşük Ca konsantrasyonunun (270 ppm) yaprakların P ve K içeriğini arttırdığı da bulunmuştur (Elsharkawy ve diğ., 2017).

Sebzelerin antioksidan özelliklere sahip fitokimyasal bileşiklerin konsantrasyonundaki artış, biyoaktif antioksidan bileşiklerin tüketiminin kronik dejeneratif hastalıkların azaltılması ve önlenmesi ile ilgili çalışmalar nedeniyle son zamanlarda önem kazanan bir agronomik uygulamadır. Besin çözeltisindeki potasyum konsantrasyonunun (7, 9, 11, 13 ve 15 mM) hidroponik koşullar altında yetiştirilen hıyar meyvelerinin nutrasötik içeriği üzerindeki etkisini belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada 15 mM potasyum konsantrasyonunun fenolik bileşik ve toplam flavonoid miktarı ve *in vitro* antioksidan kapasitesi ile belirlenen nutrasötik kaliteyi arttırdığı belirlenmiştir. Dolayısıyla çalışma sonucunda hidroponik kültürde yetiştirilen hıyar meyvelerinin nutrasötik kalitesinin, besin çözeltisindeki potasyum miktarının artırılması ile artırılabilceği ve bu yöntemin meyvelerin fitokimyasal içeriğini ve nutrasötik kalitesini artırmak için bir alternatif oluşturabileceği ortaya çıkmıştır (Díaz-Méndez ve diğ., 2018)

Tuz stresi şartlarında yetiştirilen bitkilerin besin çözeltisine potasyum ilavesi, bitkilerin kurumadde miktarını, klorofil konsantrasyonunu ve membran geçirgenliğini arttırmaktadır. Hidroponik ortamda yüksek tuz (NaCl, 60 mM) konsantrasyonunda yetiştirilen Seraset F1 ve Rabina F1 hıyar (*Cucumis sativus*) ve California Wonder ve Charleston 52 biber (*Capsicum annuum*) çeşitlerinde kök bölgesine uygulanan ek potasyum (K) ve fosfor (P) gübresinin etkinliği 6 hafta boyunca incelenmiştir. Çalışmada yalnızca besin çözeltisi uygulanan bitkiler kontrol olarak değerlendirilmiş olup, besin çözeltisi + 60 mM NaCl yüksek tuz şartlarını, besin çözeltisi + 60 mM NaCl + 1 mM KH₂PO₄ + 2 mM K₂SO₄ ise ek gübre şartlarını oluşturmuştur. Çalışma sonucunda K ve P gübrelemesinin, her iki türde de kuru madde ve klorofil konsantrasyonlarını ile membran geçirgenliği kontrole benzer seviyelere ulaştırdığı tespit edilmiştir (Kaya ve diğ., 2001).

Benzer şekilde *In vitro* şartlarda hıyarın olgun embriyolarının NaCl stresi (100 ve 150 mM) şartlarında yetiştirilmesi üzerine 5, 10, 18 ve 28 mM konsantrasyonlarında potasyum ve kalsiyum gübrelemesinin etkisinin araştırıldığı çalışmada, NaCl'nin köklenme oranı, kök sayısı, uzunluğu ve kuru ağırlığı ile sürgün uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı ve tüm bitki taze ağırlığında azalmaya neden olduğu bulunmuştur. Ayrıca 100 ve 150 mM tuz konsantrasyonlarında kök/sürgün uzunluk indeksi ve kök/bitki taze ağırlığının kontrolden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Tuz uygulanan hıyar embriyolarının kallus uyartımında artış olduğu da tespit edilmiştir. Kallus teşviki her iki tuz konsantrasyonunda da K ve Ca uygulamaları ile azaltılmıştır. Genel olarak hıyar embriyolarının *in vitro*'da kök ve sürgün büyümesi 10 mM potasyum nitrat ve 20 mM kalsiyum nitrat ilavesi ile arttırılmıştır (Akıncı ve Şimşek, 2004).

Hasat öncesi ek kalsiyum ve potasyum gübrelemesi meyve ve sebzelerin hasat sonrası kalitesini iyileştirmektedir. Farklı miktarlarda potasyum ve azot gübrelemesinin hıyarın hasat sonrası kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, hıyar bitkileri (cv. Alara) 100, 200 veya 300 ppm konsantrasyonlarında N ve K içeren 9 farklı besin maddesi kullanılarak perlit ortamında yetiştirilmiştir. Meyveler hasat edildikten sonra, 2 kg'lık delikli polietilen torbalar içerisinde 13±1°C'de ve %85-90 oransal nemde depolanmıştır.

Çalışma sonucunda besin çözeltilisine 200-300 ppm K ve maksimum 200 ppm N kombine uygulamasının salatalıkların raf ömrünün artmasında etkili olabileceği sonucuna varılmıştır (Altunlu ve Gül, 1999)

Kalsiyumun meyvelerin hasat sonrası ömrü ve meyvelerin olgunlaşma süreci ile ilişkili olduğu kanıtlanmıştır. Kalsiyum; *Glomerella*, *Penicillium* ve *Botrytis* başta olmak üzere çeşitli hastalıkların neden olduğu çürümeyi azalttığı bildirilmektedir. Kalsiyum meyve sertliğinde önemli rol oynar, yaşlanmayı geciktirir ve etilen üretimini azaltır. Eksikliğinde meyvelerde acı benek ve sulu iç gibi önemli birçok bozukluğa neden olur. Kalsiyumun hasat öncesi ve sonrası dönemde uygulanması, meyvelerin birçok fizyolojik bozukluğu olan etkisini azaltmak ve hasat sonrası ömrünü uzatmak için başarıyla kullanılmıştır (Parshant ve diğ., 2005).

Farklı sıcaklıklarda depolamanın hıyar meyvelerinin hasat sonrası kaliteleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, serada yetiştirilen, kısmen açık yeşil kabuklu ve minik beyaz dikenli 'Bağdadağı' hıyar (*Cucumis sativus* L.) meyveleri hasattan sonra 0, 5, 10, 13 °C ve oda sıcaklığında 25 gün boyunca depolanmıştır. Araştırma sonucunda düşük sıcaklıklarda depolanan meyvelerin, ağırlık kaybı ve CO₂ üretimi oda sıcaklığında depolanan meyvelere kıyasla düşük bulunmuştur. Buna karşılık 0 ve 5 °Cde depolanan meyveleri, oda sıcaklığına aktarıldıktan 2 gün sonra CO₂ üretiminin önemli oranda arttığı belirlenmiştir. Ayrıca tüm depolama sıcaklıklarında oda sıcaklığında tutulanlara nazaran meyvelerin SÇKM miktarı ve sertliğinde daha az değişimler tespit edilmiştir. Çalışmada 13 °C ve oda sıcaklığında saklanan meyvelerde sararmanın hızlandığı "Bağdadağı" hıyar çeşidinin 20 günlük depolama için 10°C depolama sıcaklığının uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Choi ve diğ., 2015).

Kalsiyum klorür ve sodyum klorürün sebzelerin depo ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada 5 ve 10 dakika süreyle %3'lük CaCl₂ ve NaCl çözeltilisine daldırılmış ardından kurutulmuştur. Çalışma sonucunda kalsiyum ve sodyum klorür uygulamaları her iki türde de kontrol ile karşılaştırıldığında pH, SÇKM ve ağırlık kaybını azalttığı; raf ömrünün ise 5 ve 10 dakika kalsiyum klorür uygulanan meyvelerde hem kontrol hem de sodyum klorür uygulananlardan daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Naveena ve Immanuel, 2019).

Valverde-Miranda ve diğ. (2021) yılında yapılan çalışmada hıyar (*Cucumis sativus* L.) çeşitlerinin hasat sırasında ve raf ömrü boyunca suda çözünür toplam kuru madde miktarı (SÇKM) ile kuru madde miktarı (KMM) arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada hıyar meyveleri karanlıkta, 10 °C sıcaklık ve %85-95 orantılı nem’de 28 gün depolanmış, bu süreçte ürün döngüsü, hasat zamanı ve depolama süresinin hıyarların SÇKM ve KMM miktarını etkilediği, SÇKM ve KMM miktarının hasattan yaşlanmaya kadar doğrusal bir ilişki gösterdiği ve her iki parametrenin depolama süresince aşamalı olarak azaldığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda KMM ve SÇKM miktarının hıyar meyvelerin raf ömrünü etkilediği, bu iki parametrenin hasat sırasında yüksek olmasının raf ömrünü arttırabildiği dolayısıyla raf ömrünün göstergesi olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Farklı konsantrasyonlarda salisilik asit (SA) ile kalsiyum nanopartikül (CaNP) kombinasyonunun hıyarın raf ömrü üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada 2 mM CaNPs-SA kombinasyonunun hücre duvarı bozulma enzimlerini baskıladığı, meyve kalitesini koruduğu, raf ömrü boyunca ağırlık kaybını ve yüzde sızıntı değerini azalttığı, ek olarak MDA (Malondialdehit) seviyelerini en düşük seviyeye düşürürken DPPH (Stabil Organik Nitrojen Radikali) seviyelerini yükselttiği tespit edilmiştir (Abdelkader ve diğ., 2022).

Farklı soğuk depolama sistemleri ile pasif modifiye atmosfer muhafazanın hıyar meyvelerinin kalitesinin korunması ve raf ömrünün uzatılmasındaki etkisinin araştırıldığı çalışmada, taze hasat edilmiş çekirdeksiz hıyar meyveleri ambalajlanmış (37,5 µm kalınlıkta LDPE torba) ve ambalajsız (açık plastik kasalar); ortam sıcaklığı ve orantılı nemi ($25,0 \pm 8^{\circ}\text{C}$; $55 \pm 14\%$) olan, soğuk depolama şartlarında ($10,0^{\circ}\text{C}$; $90 \pm 5\%$) orantılı nem ve ECS (evaporatif soğuk depolama) sistemlerinde ($19 \pm 3^{\circ}\text{C}$; $82,0 \pm 9\%$) depolanmıştır. Deneme sonucunda depolama koşullarının ve ambalajın raf ömrü ve kalite üzerindeki etkisinin önemli ($p < 0.05$) olduğu ortaya konulmuş, hıyar meyvelerinin meyve eti sertliğinin LDPE filmlerde paketlenenlerde paketlenmemiş olanlara göre daha yüksek olduğu, bu meyvelerin ağırlık kayıplarının da daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada %75-90 neme sahip evaporatif soğutma sisteminin kullanılması durumunda çevresel şartlara bağlı olarak meyve sıcaklığını, ortam sıcaklığının $8-10^{\circ}\text{C}$ altına düşürdüğü dolayısıyla hıyar meyvelerinin evaporatif

soğutma ile hızla soğutularak kısa süreli depolanmasının mümkün olduğu tespit edilmiştir (Kaur ve diğ., 2019).

Yapılan çalışmalardan anlaşıldığı üzere gerek topraksız tarım yetiştiriciliği gerekse hıyar da K ve P gübrelemeleri ve hasat sonrası depolama önem taşımaktadır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel Materyal

Denemede bitkisel materyal olarak Silor tipi F₁ hibrit Senator hıyar çeşidi kullanılmıştır. Hıyar fideleri Kocaeli ili Gebze ilçesinde bulunan Zirai Bayi'den temin edilmiştir. Fidler kayayünü üretim bloklarına yerleştirilmeden önce kayayünü küplere dikilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Hıyar fidelerinin kayayünü küplerine dikilme aşamaları a) Hıyar fidelerinin violdeki görünümü b) Fidelerin violden kaya yünü küpüne alınması c-d) Küplere alınmış fidalar

Daha sonra bu küpler, seraya 90 cm arayla yerleştirilen bloklar (Şekil 3.2) üzerine sıra üzeri 40 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir.

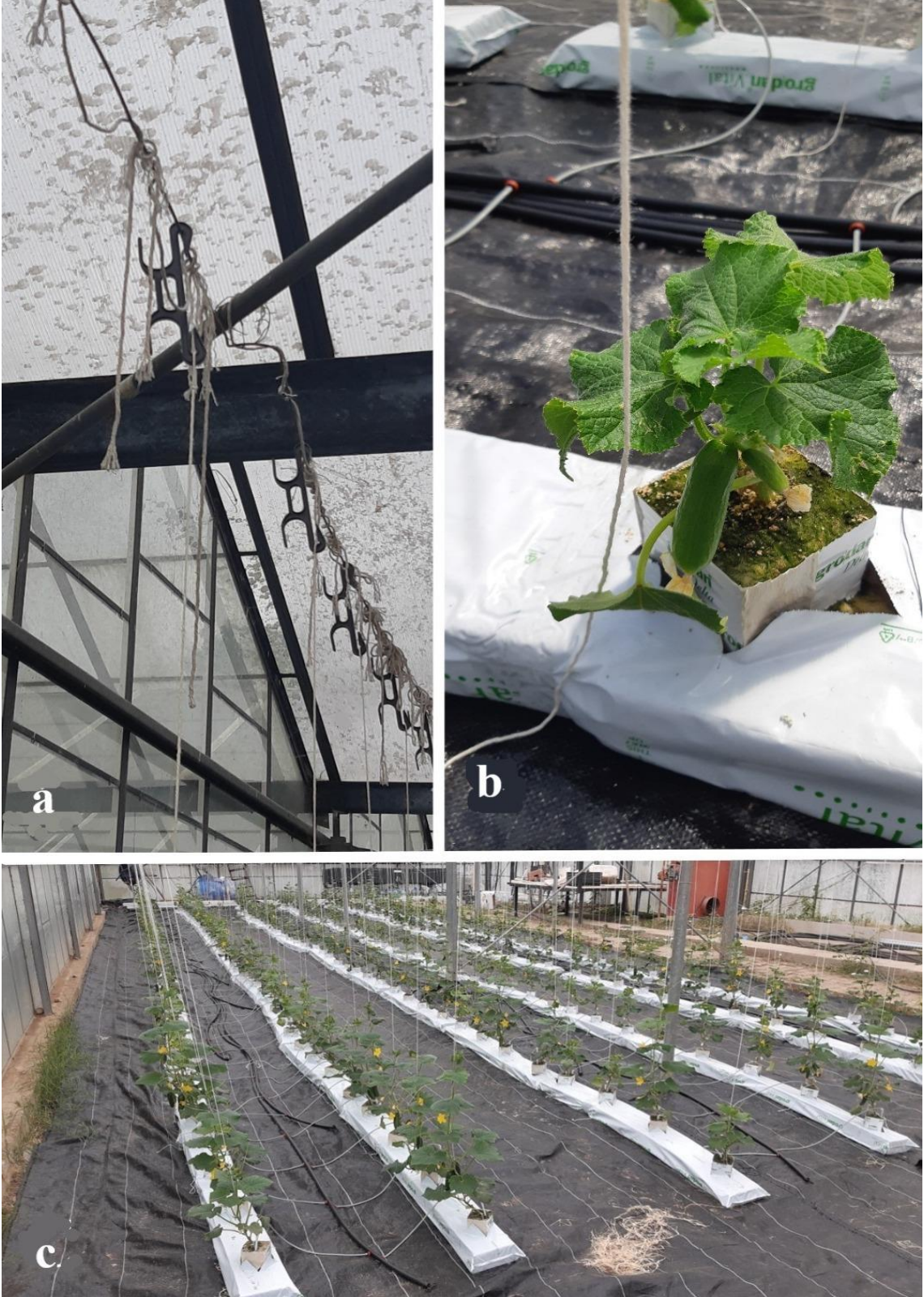


Şekil 3.2. Kayayünü üretim bloklarının seraya yerleştirilme aşamaları, a) Sera toprağı üzerine örtü materyali serilmesi, b) Kaya yünü bloklarının serilmesi, c) Dikime hazır haldeki kaya yünü blokları



Şekil 3.3. Fide küplerinin kayayünü bloklarına yerleştirilme aşamaları, a) Üretim blokları üzerinde bitkinin yerleştirileceği yerlerin kesilmesi, b) Bitkilerin sıralara yerleştirilmesi, c-d) Küplerdeki fidelerin bloklara yerleştirilmesi

Bitki boyu 15-20 cm'ye ulaştığı dönemden itibaren askıya alma işlemi de yapılmıştır (Şekil 3.4). Bitkiler gelişmeleri süresince sürekli takip edilerek koltuk ve yaprak budaması gerçekleştirilerek, tek gövdeli olarak büyütülmüştür.



Şekil 3.4. Bitkilerin ipe alınma aşamaları, a) Bitki üzerindeki tele makara asılması, b) Tellerden bitkilere ip atılması, c) Bitkilerin ipe sardırılması

3.1.2. Ambalajlama ve Depolama Şartları

Hasat edilen hıyar meyveleri hasat sonrası kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 225 x 135 x 27 mm boyutlarındaki polistiren köpük tabaklara her tabağa 3 adet yerleştirilerek streç filmle sarılmıştır. Paketlenen meyveler $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90-95 oransal nem içeren soğuk depo odasında 0, 7 ve 14 günlük sürelerde depolanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Gübreleme Programı

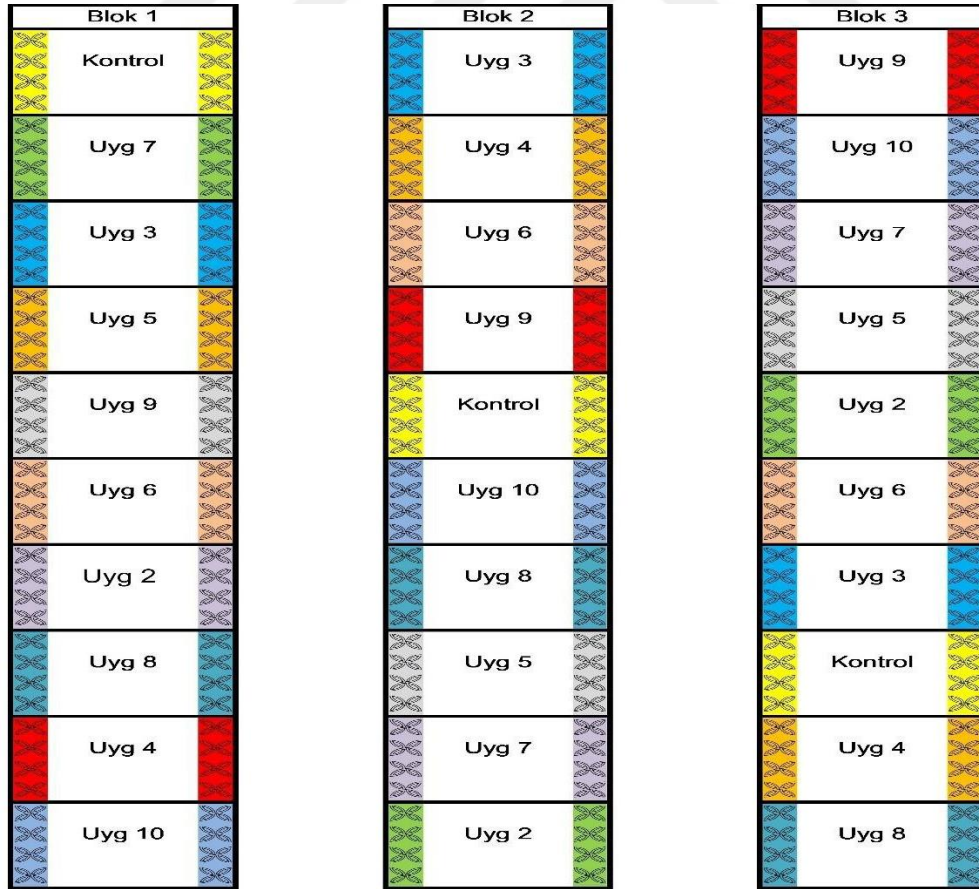
Serada kontrol olarak standart bir gübreleme (SGP) programı uygulanmıştır. Denemede kullanılan diğer uygulamalar SGP'ye ilave olarak yalnız kalsiyum (Ca), yalnız potasyum (K) ve hem Ca hemde K (Ca+K) miktarlarının artırılması şeklinde yapılmış olup (Tablo 3.1, Tablo 3.2), serada yapılan uygulamaların planı Şekil 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.1. Denemede kullanılan gübre uygulamaları

Gübre uygulamaları	Gübre uygulamalarının miktarları
<i>Uygulama 1</i> (Kontrol)	1250 mg/L Azot (%97 NO ₃ formunda), 300 mg/L Potasyum, 160 mg/L Kalsiyum, 60 mg/L Mağnezyum, 130 mg/L Kükürt, 120 g/L Fosfor, 21 mg/L Silisyum, 0,84 mg/L Demir, 0,55 mg/L Mangan, 0,33 mg/L Çinko, 0,27 mg/L Bor, 0,048 g/L Bakır, 0,048 Molibden. pH 5,5-6, EC değeri 2,0-2,5 dS m ⁻¹ .
Standart gübreleme programı (SGP))	
<i>Uygulama 2</i>	SGP+ 30 mg/L Ca
<i>Uygulama 3</i>	SGP+ 60 mg/L Ca
<i>Uygulama 4</i>	SGP+ 90 mg/L Ca
<i>Uygulama 5</i>	SGP+ 50 mg/L K
<i>Uygulama 6</i>	SGP+ 100 mg/L K
<i>Uygulama 7</i>	SGP+ 200 mg/L K
<i>Uygulama 8</i>	SGP+ 30 mg/L Ca+ 50 mg/L K
<i>Uygulama 9</i>	SGP+ 60 mg/L Ca+ 100 mg/L K
<i>Uygulama 10</i>	SGP+ 90 mg/L Ca+ 200 mg/L K

Tablo 3.2. Denemede kullanılan gübre kaynakları ve içerikleri

Gübre Kaynakları	İçerikleri
Kalsiyum nitrat	% 26 CaO ve % 15,5 N
Potasyum sülfat	% 50 K ₂ SO ₄
Magnezyum sülfat	% 16 MgSO ₄
Mono potasyum fosfat	% 52 P ₂ O ₅ ve %34 K ₂ O
Amonyum nitrat	% 33 N
Boraks	% 11.3 B
Çinko sülfat	%22,7 ZnSO ₄
Mangan sülfat	% 32.5 MnSO ₄
Bakır sülfat	% 25.4 CuSO ₄
Amonyum molipdat	% 54.4 NH ₄ MoO
Fe-EDDHA	% 6 Fe
Fosforik asit ile nitrik asit (H ₃ PO ₄ ve HNO ₃)	pH'yı düzenlemek için



Şekil 3.5. Deneme planı

3.2.2. Yetiştiricilik Sırasında Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.2.2.1. Bitki Boyu (cm)

Hıyar fidelerinin seraya dikimlerinin yapılmasının ardından haftalık aralıklarla olmak üzere bitki gelişiminin ilk dört haftasında bitki boyları şerit metre ile ölçülmüştür.

3.2.2.2. Gövde Çapı (mm)

Dikimden bir hafta sonra başlamak üzere, haftalık aralıklarla bitki gövde çapı kumpas yardımı ile bitkinin kök boğazının 1 cm üzerinden ölçülmüştür.

3.2.2.3. Bitki Başına Yaprak Sayısı (Adet)

Hıyar fidelerinin seraya dikimlerinin yapılmasından bir hafta sonra başlayarak haftalık aralıklarla ana gövdeden oluşan yaprak sayısı tespit edilmiştir.

3.2.2.4. Klorofil miktarı (SPAD)

Dikimden sonraki hafta başlayarak üzere haftalık aralıklarla üst tarafta tam boyutunu almış 3 yaprakta Klorofilmetre kullanılarak klorofil (SPAD) miktarı ölçümü yapılmıştır.

3.2.2.5. Bitki Başına Kümülatif Meyve Sayısı (Adet)

Seraya bitki dikiminden 21 gün sonra ilk meyve hasadı yapılmış olup, bundan sonraki her hasat döneminde hasat edilen meyvelerin bir önceki meyve sayısına eklenmesi ile kümülatif meyve sayısı hesaplanmıştır.

3.2.2.6. Toplam Meyve Sayısı (Adet)

Her uygulama grubunda yer alan toplam 8 bitkiden hasat edilen toplam meyvelerin toplamı olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.7. Meyve Eni (cm)

Hasat edilen meyvelerin eni, dijital kumpas kullanılarak (mm) olarak belirlenmiştir.

3.2.2.8. Meyve Boyu (cm)

Hasat edilen meyvelerin boyu cetvel yardımı ölçülmüş ve (cm) olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.9. Bitki Başına Verim / Toplam Verim (kg)

Her hasat gününde parseldeki bitkilerden toplanan ürün tartılmış ve toplam verim kg olarak kaydedilmiş, ardından parseldeki bitki sayısına bölünerek bitki başına verim ve dekara verim hesabı da yapılmıştır.

3.2.3. Depolama Süresince Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.2.3.1. Meyve Rengi (L^* , a^* , b^*)

Her uygulamanın her bir tekrerründen hasat edilen ve depolanan meyvelerden alınan üç meyvede, meyveni uç, orta ve son kısmından meyve rengi ölçümleri yapılmıştır. Renk ölçümünde Minolta CR 400 renk ölçer kullanılmış ve sonuçlar L^* , a^* , b^* cinsinden verilmiştir.

3.2.3.2. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı (%)

Hasattan sonra depolanan meyvelerde, 0, 7 ve 14. günde SÇKM analizleri, dijital refraktometre kullanılarak yapılmıştır.

3.2.3.3. Meyve eti sertliği (N)

Hasattan sonra depolanan hıyar meyvelerinde 0, 7 ve 14. günde haftalık meyve eti sertliği Shimadzu EZ-LX tekstür analiz cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.4. Deneme Deseni

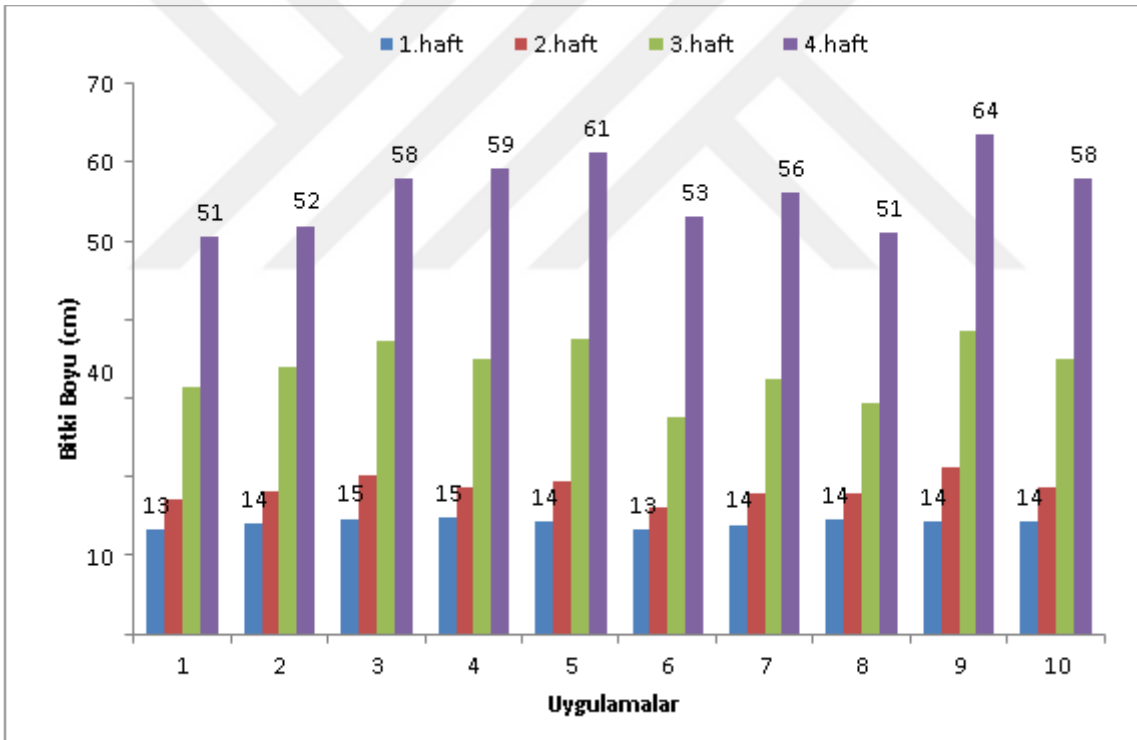
Çalışmanın yetiştiricilik kısmı tesadüf bloklarına göre 3 tekrerrülü olarak kurulmuş ve her tekrerrüde sekiz bitki yer almıştır. Araştırmanın hasat sonrası kısmı tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekrerrülü olarak her tekrerrüde en az 3 meyve olacak şekilde kurulmuş ve yürütülmüştür. Denemede elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiş, uygulamalar arasındaki farklılık ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak %5 hata sınırları içerisinde karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Gelişimi Süresince Elde Edilen Sonuçlar

4.1.1. Bitki Boyu (cm)

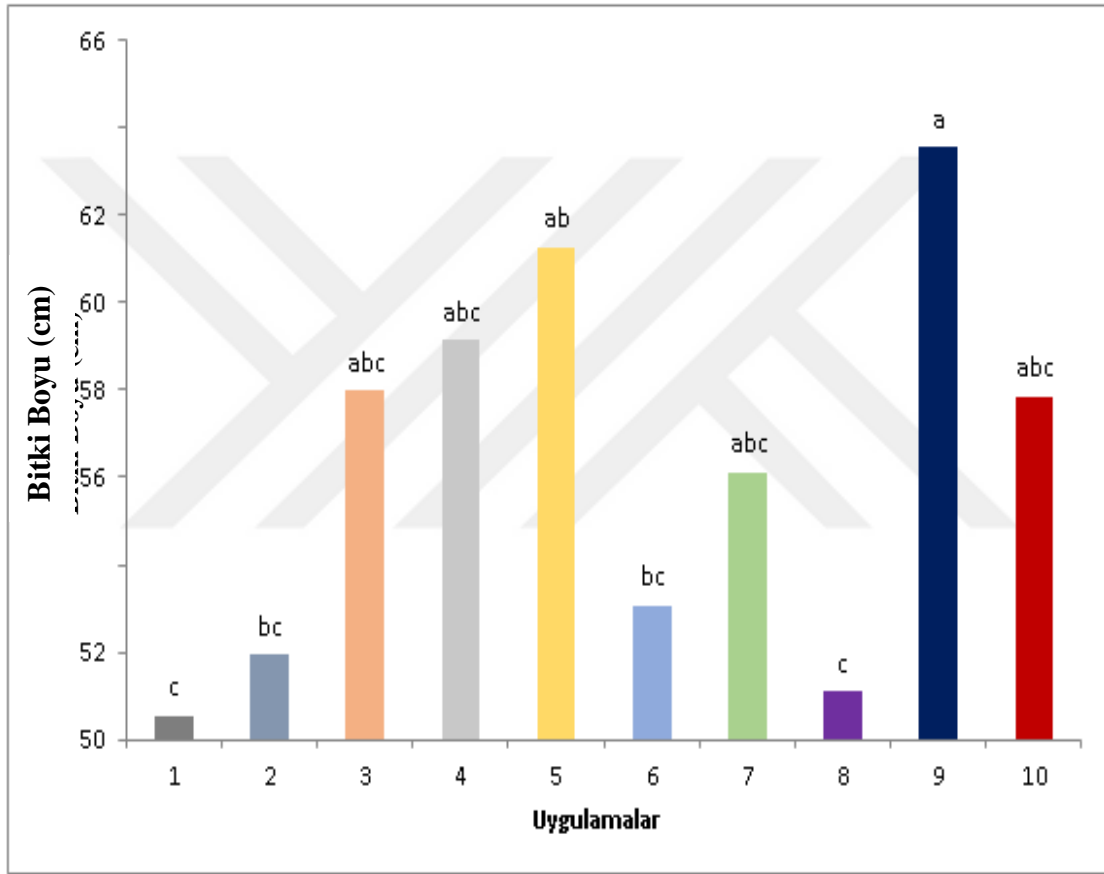
Araştırmada fide dikiminden sonraki haftadan başlayarak dört hafta süreyle yapılan bitki boyu ölçümleri Şekil 4.1’de, dördüncü haftadaki bitki boyları ise Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde bitki boylarının haftaların ilerlemesine bağlı olarak artış gösterdiği ancak uygulamalar arasında bu açıdan istatistiki olarak bir farklılığın oluşmadığı tespit edilmiştir. Buna karşın denemenin birinci haftasında 13-15 cm arasında değişen bitki boylarının dördüncü haftada 51-64 cm arasında değiştiği bulunmuştur.



Şekil 4.1. İlk 4 haftalık bitki boyu gelişimi (cm)

Bununla birlikte dördüncü haftadaki bitki boyu ölçümlerine göre (Şekil 4.2), 9 numaralı uygulama grubunda en yüksek boy uzunluğuna ulaşıldığı, bu uygulamayı 5 numaralı uygulamanın izlediği, en az uzama gösteren bitkilerin ise 1 ve 8 numaralı uygulama grupları içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Yapılan istatistiki analiz sonuçları da 9 ve 5

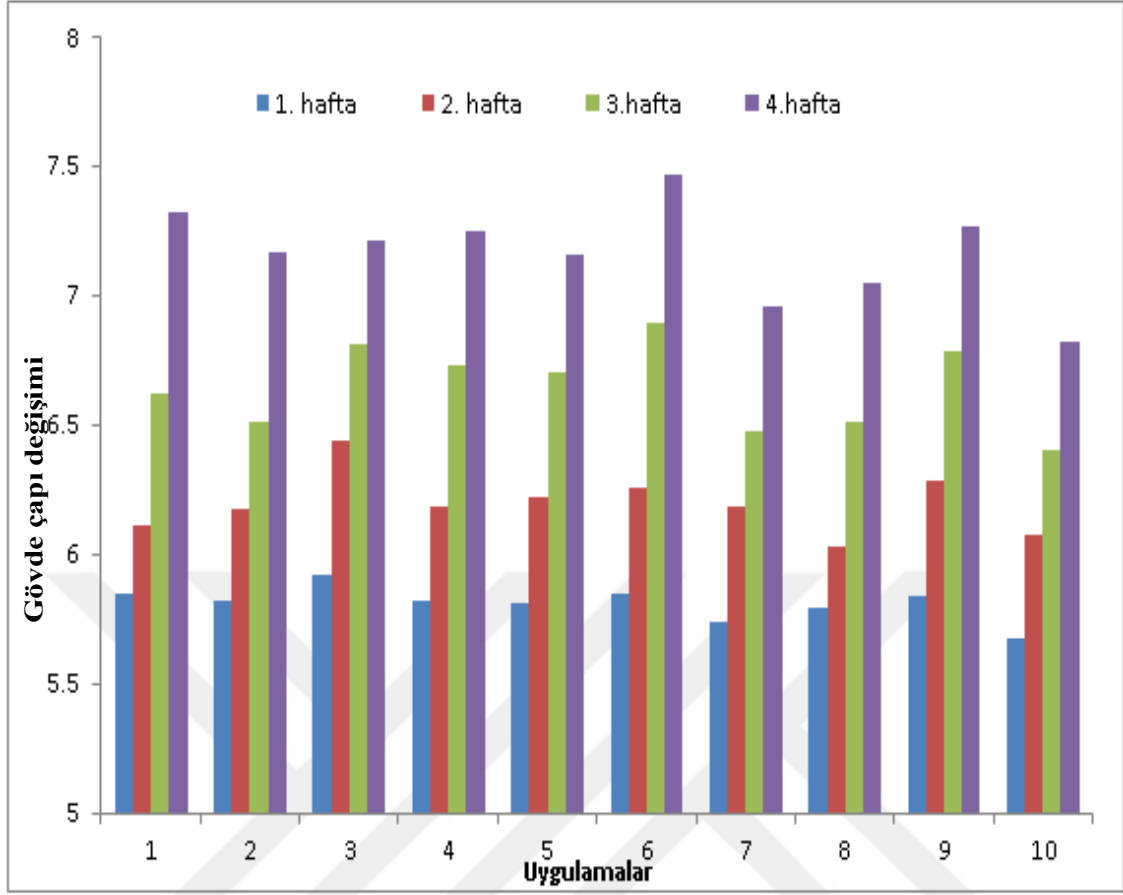
ile 1 ve 8 numaralı uygulama grupları arasındaki farklılığın istatistik olarak ($p \leq 0,05$) önemli olduğunu göstermiştir. Araştırmada 1 numaralı grup kontrol grubu olup burada yalnızca standart gübre programı (SGP) uygulanmıştır. 5. Grupta SGP'ye ek olarak 50 mg/L potasyum, 9. Grupta ise SGP'ye ek olarak hem 60 mg/L kalsiyum hem de 100 mg/L potasyum uygulanmıştır. Dolayısıyla bitki boyu sonuçları örtü altı hidroponik sistemde SGP'nin kalsiyum ve potasyumla desteklenmesinin bitki boyunda önemli artışlara neden olduğunu göstermiştir.



Şekil 4.2. Dördüncü haftadaki bitki boyu (cm)

4.1.2. Gövde Çapı (mm)

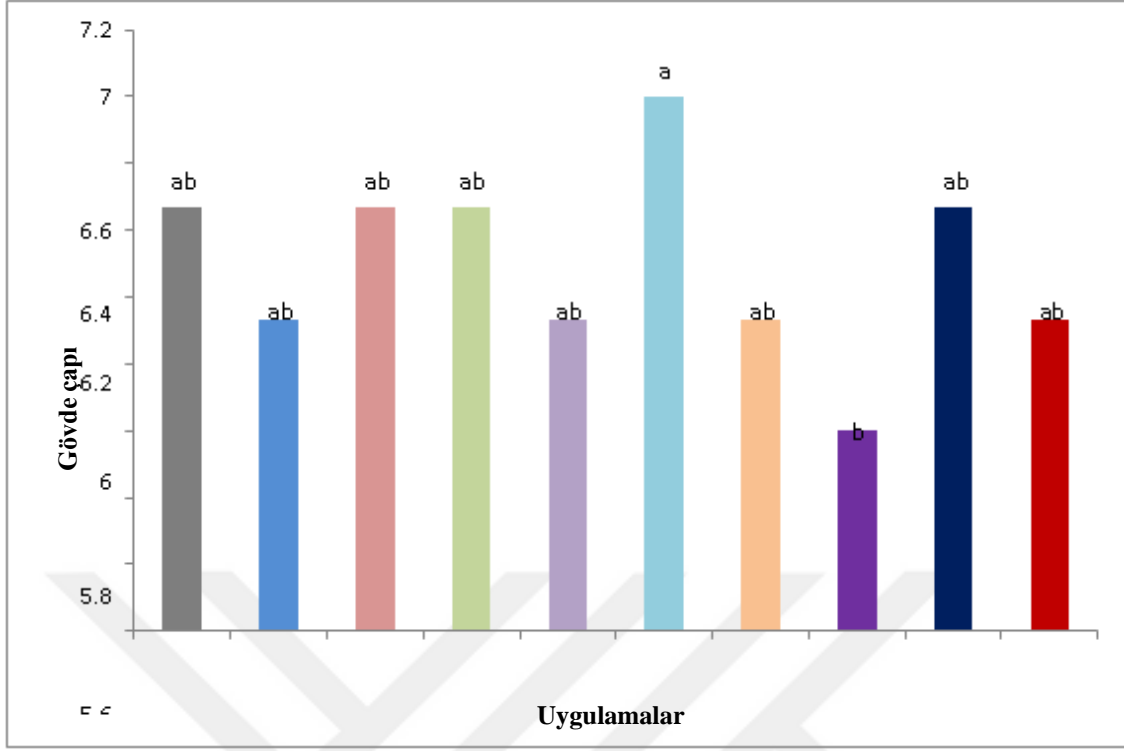
Hıyar bitkilerinin gövdesi dört haftalık gelişme sürecinde her uygulama grubunda başlangıç değerlerine göre kalınlaşmıştır. Denemenin birinci haftasında 5,67-5,83 mm arasında değişen gövde çapları, bitki gelişiminin dördüncü haftasında 6,81-7,46 değerlerine ulaşmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. İlk dört haftada Gövde çapı değişimi (mm)

Bununla birlikte, gübre uygulamaları arasında en fazla gövde çapı artışını 6. numaralı uygulama yani SGP'ye ek olarak 100 mg/L potasyum uygulaması sağlamıştır. Ancak bu açıdan bu uygulama ile diğer gübre uygulamaları ve kontrol grubu arasında önemli farklılık bulunmamasına karşılık, gövde çapında en az artışa yol açan SGP'ye ek olarak

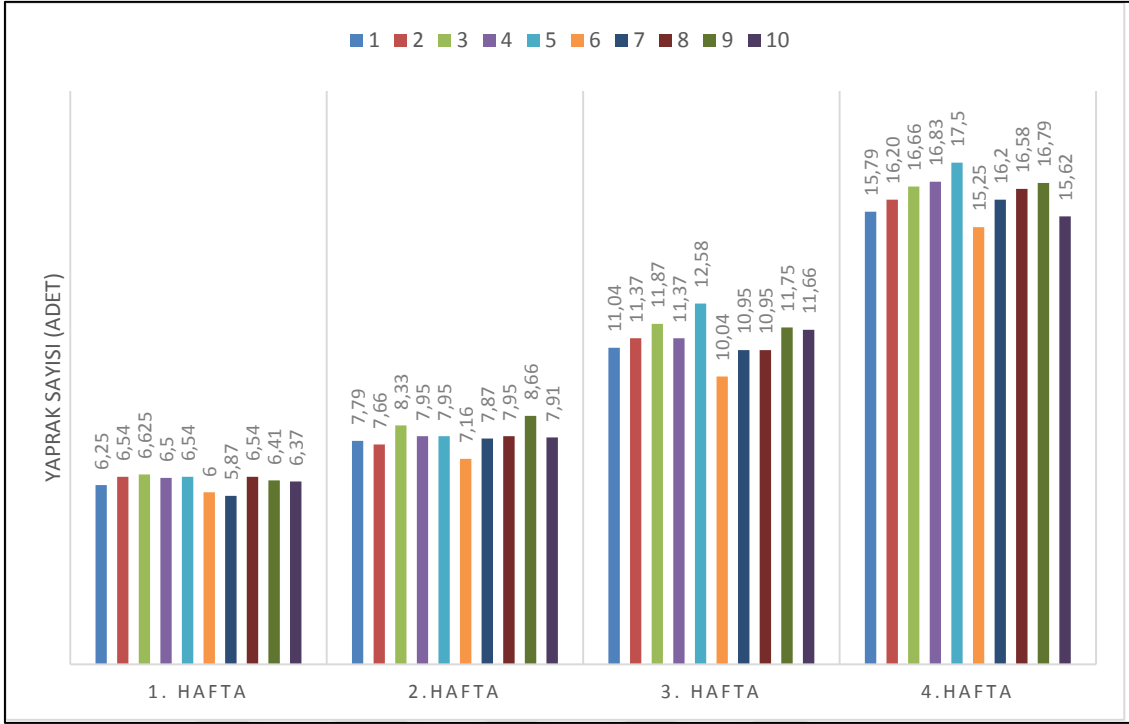
30 mg/L kalsiyum ve 50 mg/L potasyum uygulaması (8 numara) ile aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4). Araştırmada bitkilerin gövdesinin her uygulama grubunda gelişme döneminin ilerlemesine paralel olarak geliştiği, bu açıdan uygulamalar arasında önemli farklılıkların olmadığı da belirlenmiştir. Dolayısıyla yapılan gübreleme uygulamaları gövde gelişimi üzerine önemli etkiler göstermemiştir.



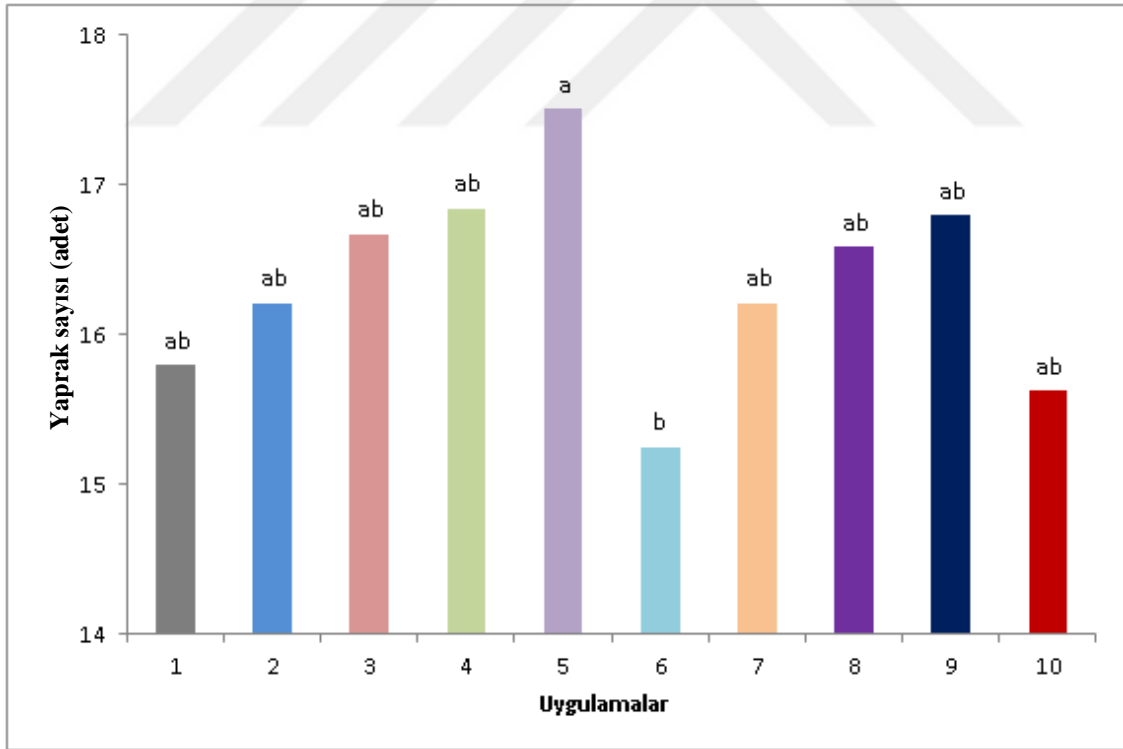
Şekil 4.4. Dördüncü haftadaki gövde çapı (mm)

4.1.3. Bitki Başına Yaprak Sayısı (Adet)

Araştırmada dikimi takiben dört hafta süresince bitki üzerinde oluşan yaprak sayıları (Şekil 4.5) ve dördüncü hafta sonundaki yaprak sayıları (Şekil 4.6) belirlenmiştir. Genel olarak bitki gelişiminin ilerlemesine paralel olarak yaprak sayılarında da artışlar olmuştur. Denemenin birinci haftasında bitkilerde uygulamalara göre değişmekle birlikte ortalama altı yaprak oluşurken, dördüncü haftada 15-17 yaprağa kadar arttığı tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında da bu açıdan önemli farklılıklar oluşmuş, araştırmanın dördüncü haftasında 5. uygulama grubundaki bitkilerin yaprak sayısı ortalama 17,5'e ulaşırken, 6.gruptaki bitkilerin yaprak sayısı 15,25 adet olarak bulunmuş ve bu açıdan iki uygulama arasındaki farklılıkta istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p \leq 0,05$). Bitki boyu verilerinde olduğu gibi, yaprak sayısı bakımından da 5. uygulama grubu yani SGP'ye ek olarak 50 mg/L potasyum uygulaması ön plana çıkmış ancak bu grup ile 6. grup dışında kalan diğer uygulama grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



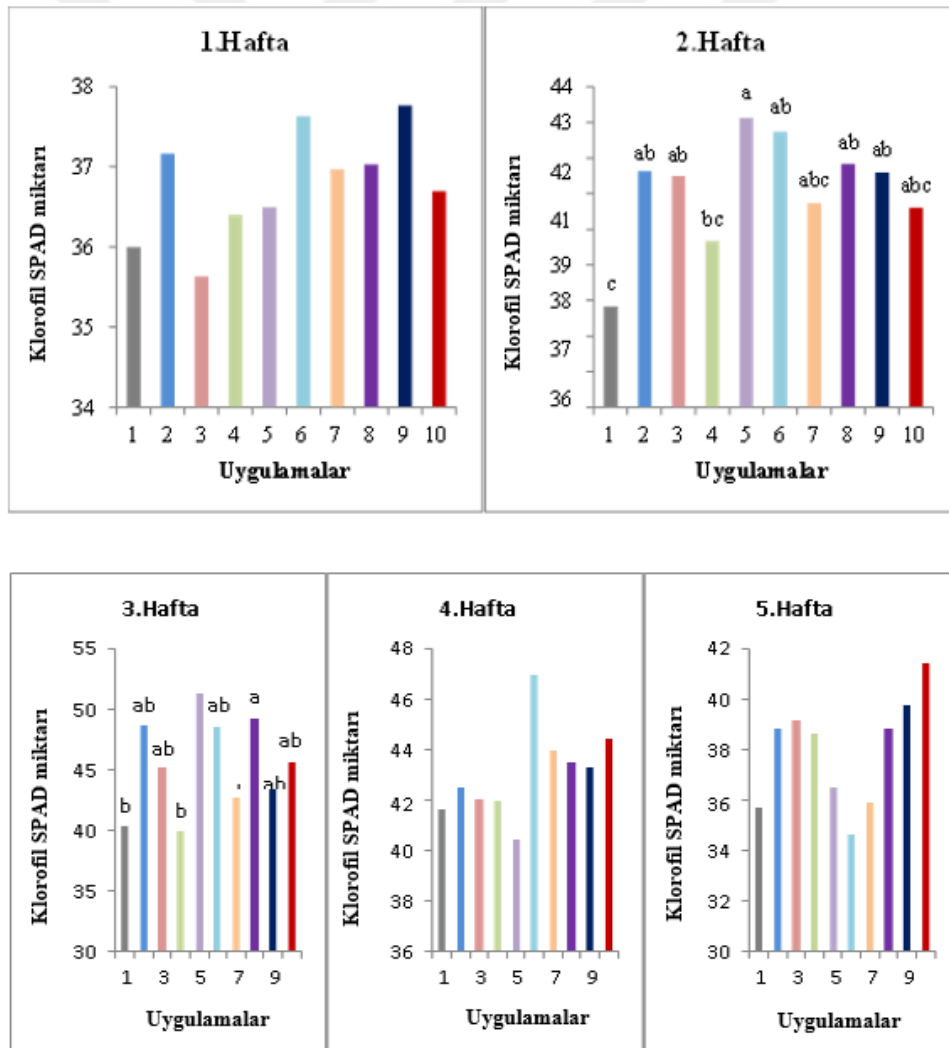
Şekil 4.5. İlk dört haftada yaprak sayıları değişimi (adet)



Şekil 4.6. Dördüncü haftadaki yaprak sayısı (adet)

4.1.4. Klorofil SPAD Miktarı

Araştırmada hıyar dikimlerinin ardından beş hafta süreyle haftalık aralıklarla yaprakların klorofil SPAD miktarları ölçülmüştür. Denemenin birinci haftasında yapılan gübre uygulamalarının yaprakların klorofil SPAD miktarı üzerinde önemli etkileri bulunmamış olup, bu dönemde klorofil SPAD miktarları 33,3-37,76 aralığında değişmiştir (Şekil 4.7). Araştırmanın ikinci haftasında ise yaprakların klorofil SPAD miktarlarında artış meydana gelmiş, en fazla artış 43,13 ile 5. numaralı gübre uygulanan yapraklarda meydana gelmiş, bunu 6 (42,73) ve 8 (41,83) numaralı uygulamalar izlemiş, en az artış ise kontrol grubundaki yapraklarda oluşmuştur (Şekil 4.7). Bu açıdan 5. numaralı gübre uygulaması ile kontrol ve 4 numaralı gübre uygulamaları arasındaki farklılık da önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$)



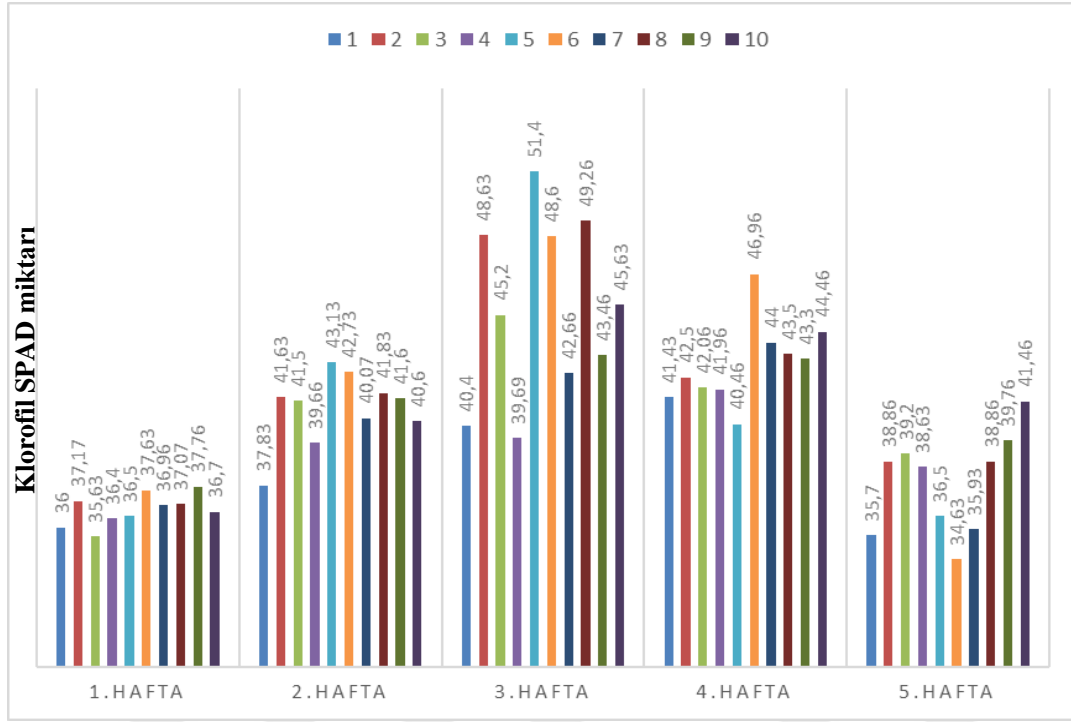
Şekil 4.7. Yapraklarda haftalara göre klorofil (SPAD) değerleri

Denemenin üçüncü haftasında da ikinci haftaya benzer sonuçlar elde edilmiş, tüm uygulama gruplarındaki yaprakların klorofil SPAD miktarları artmaya devam etmiştir (Şekil 4.8). Yine aynı şekilde en fazla artış 5 numaralı uygulamada elde edilmiş (51,4), bu uygulamayı 8 (49,2) numaralı uygulama takip etmiştir. En az artış ise yine kontrol (1 numaralı uygulama) ve 4 numaralı uygulama gruplarında meydana gelmiştir. Bu açıdan 5 ve 8 numaralı gübre uygulamaları ile 1 ve 4 numaralı uygulamalar arasındaki farklılıkta istatistiki olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Klorofil SPAD ölçümleri 5 ve 8 numaralı gübre uygulamalarının klorofil miktarı üzerinde diğer uygulamalardan daha etkili olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla SGP'ye 50 mg/L potasyum veya 30 mg/L kalsiyum ve 100 mg/L potasyum ilavesinin yaprakların klorofil miktarını arttırdığı görülmektedir.

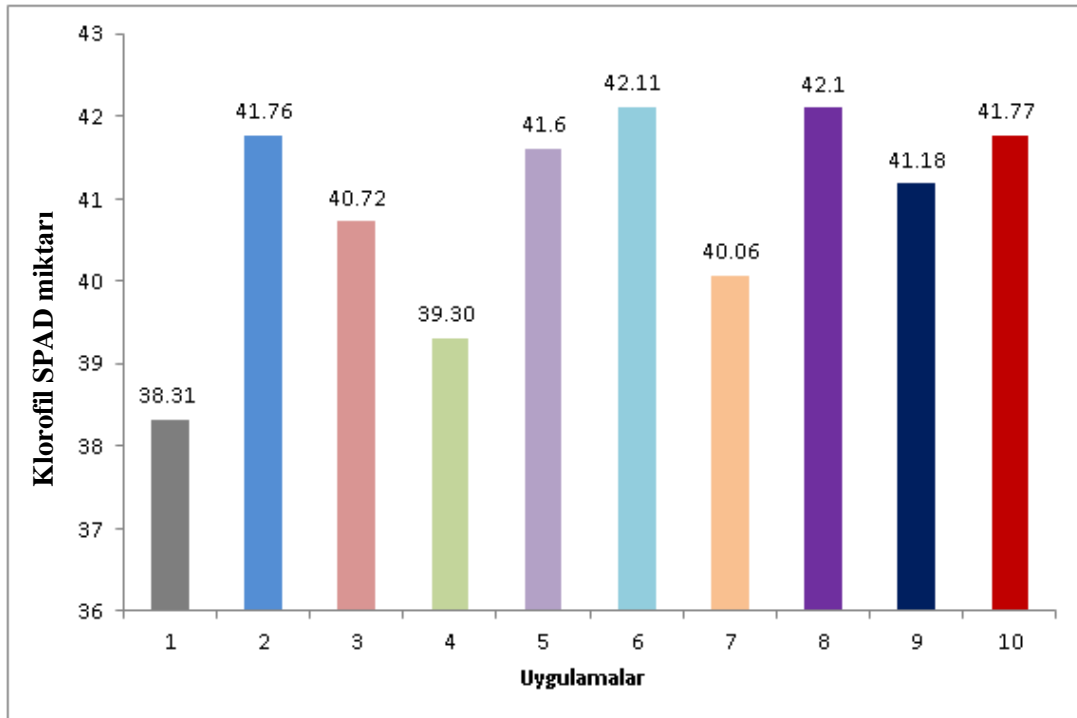
Araştırmanın dördüncü ve beşinci haftasında ise klorofil SPAD miktarı açısından gübre uygulamaları arasında önemli farklılıklar bulunmamasına karşılık, dördüncü haftada 6 numaralı uygulama grubundaki, beşinci haftada ise 10 numaralı gübre uygulamasındaki yaprakların SPAD miktarları diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10).

Araştırmada farklı gübre programı uygulanan hıyar bitkilerinin yapraklarındaki klorofil SPAD miktarında beş hafta boyunca meydana gelen değişimler Şekil 4.9'da verilmiştir. Buna göre bitki gelişiminin ikinci haftasından itibaren yaprakların klorofil SPAD miktarı artmaya başlamış, en fazla klorofil artış üçüncü haftada 5 (SGP + 50 mg/L, K), dördüncü haftada 6 (SGP + 100 mg/L, K) beşinci haftada ise 10 (SGP + 90 mg/L Ca+200 mg/L K) numaralı uygulamada meydana gelmiştir. Bununla birlikte uygulama grupları arasında bu açıdan istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Tanaka ve Tsuji (1980) tarafından yapılan çalışmada 50 ve 100 mM kalsiyum uygulamalarının ışıkta δ -aminolevulinik asit oluşumunu engelleyerek ve yeni oluşan klorofilin ayrışmasını uyararak klorofil birikimini engellediğini, buna karşın her iki etkinin de potasyum tarafından tamamen önlendiğini göstermektedir. Mevcut çalışmada da standart gübre programına ek olarak verilen 50 mg/L potasyum veya 30 mg/L kalsiyum ve 100 mg/L potasyum uygulamaları klorofil SPAD miktarında artışlara yol açmıştır. Özellikle SGP'ye ek olarak potasyum uygulaması yapılan bitki yapraklarının klorofil miktarları kalsiyum+potasyum uygulananlardan daha yüksek olmuştur. Bu durumda da 30

mg/L kalsiyum ile birlikte 50 mg/L potasyum uygulamasındaki bitki yapraklarının SPAD miktarının yalnızca potasyum uygulananlara göre daha az olmasının uygulanan kalsiyumdan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.



Şekil 4.8. Yapraklardan haftalara göre klorofil (SPAD) değişimi

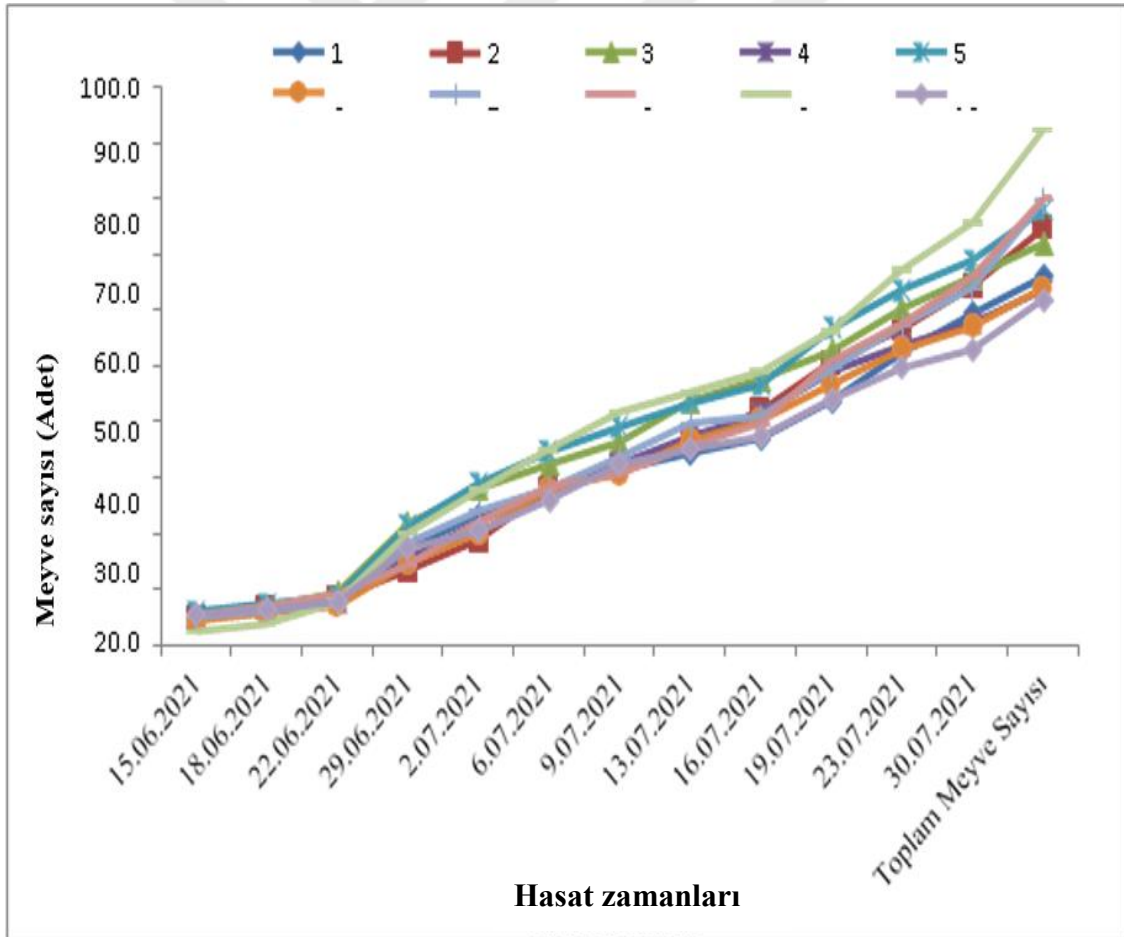


Şekil 4.9. Yapraklarda hafta ortalamalarına göre klorofil (SPAD) miktarı

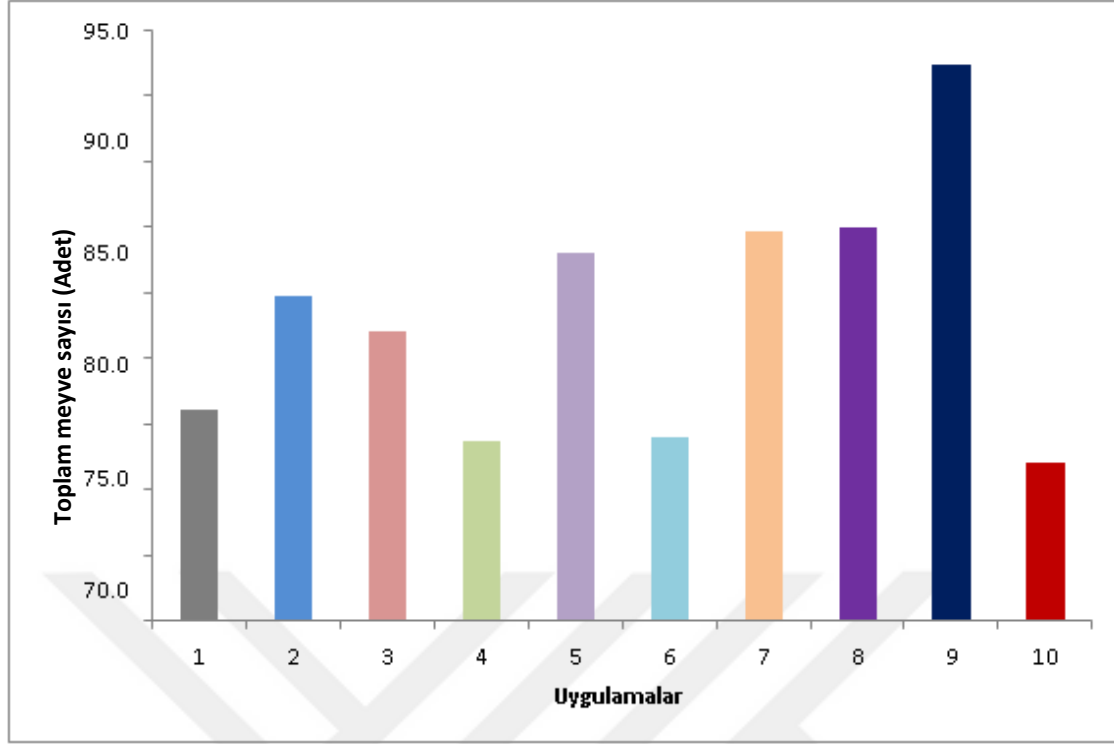
4.1.5. Bitki Başına Kümülatif Meyve Sayısı / Toplam Meyve Sayısı (Adet)

Hıyar bitkilerinde ilk meyve hasadı, bitkilerin seraya dikiminden 3 hafta (21 gün) sonra 15 Haziran 2021 tarihinde yapılmıştır. Bu dönemden Temmuz ayının sonuna kadar yapılan hasatlarda kümülatif meyve sayısının bitki gelişimine paralel olarak her uygulama grubunda arttığı görülmektedir (Şekil 4.11).

Her bir uygulamada yer alan toplam 8 bitkiden elde edilen meyveler sayılarak toplam meyve sayısı elde edilmiştir. Buna göre en fazla meyveye sahip uygulama grubu 9 numara (92,3 adet) olmuş, bu uygulamayı 8 (80 adet) ve 7 (79,7 adet) numaralı gübreleme grupları izlemiş olup, en az meyve ise 10 numaralı gruptan elde edilmiştir. Buna karşın gübre uygulamaları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.10. Bitki başına hasat edilen kümülatif meyve sayısı (adet)

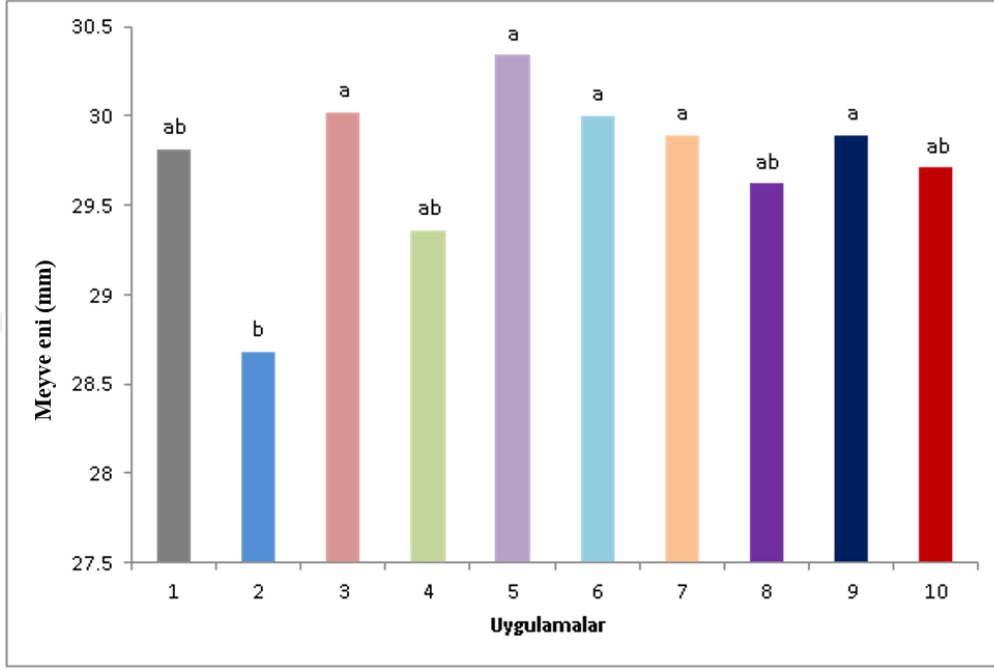


Şekil 4.11. Hasat edilen toplam meyve sayısı (adet)

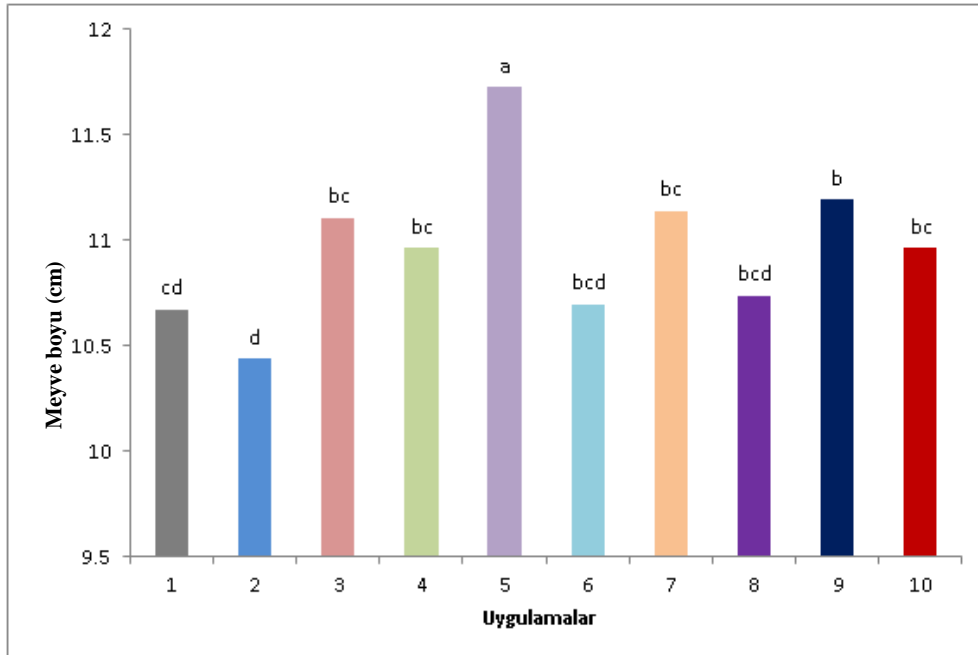
4.1.6. Meyve Eni ve Boyu (mm)

Araştırmada ilk meyve hasadı ile birlikte hasat edilen meyvelerde yapılan en ve boy ölçüm sonuçları Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te verilmiştir. Buna göre en geniş meyveler sırasıyla 5, 3, 6, 7 ve 9 numaralı gübre uygulamalarından elde edilmiş olup, en dar meyveler ise 2 numaralı grupta yer almış olup, bu açıdan aradaki farklılık da istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Meyve boyu açısından ise 5 numaralı gübre uygulamasının daha etkili olduğu tespit edilmiş olup bu gruptaki meyvelerin boy ortalaması 11,72 cm olarak ölçülmüştür. Meyve boyu açısından 5 numaralı gübre uygulaması yani standart gübreye ek olarak yapılan 50 mg/L, potasyum gübrelemesi ile diğer gübre uygulamaları ve kontrol grubu arasındaki farklılık da istatistiki düzeyde önemli olmuştur. Yapılan bir çalışmada N konsantrasyonları sabit tutularak, K konsantrasyonu artırılarak yapılan gübre uygulamalarının sonucunda 1,0:2,0 N:K uygulanan hıyar meyvelerinin çapı diğer uygulamalardan yüksek olurken, meyve boyu açısından en iyi uygulamanın 1,0:1,4 N:K olduğu tespit edilmiştir (Pedrosa vd., 2011). Mevcut çalışmada yapılan gübre uygulamalarının meyve eni üzerinde önemli bir etkisi olmamakla birlikte, özellikle SGP+50 mg/L K gübrelemesi meyve boyu üzerinde

oldukça etkili olmuş ve en uzun meyveler bu gübre programından elde edilmiştir. Diğer gübre uygulamalarının kontrolle karşılaştırıldığında meyve boyu üzerinde önemli etkide bulunmadığı buna karşılık SGP+30 mg/L Ca uygulanan bitkilerinin meyvelerinin diğerlerine göre daha kısa olduğu belirlenmiştir.



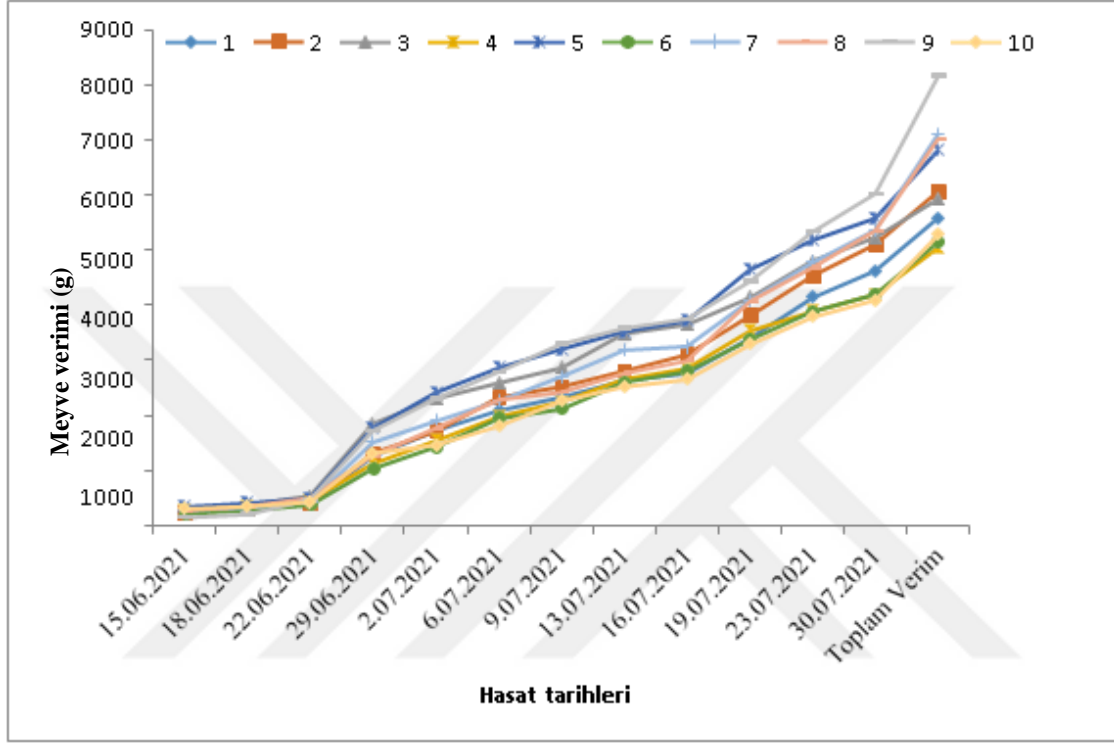
Şekil 4.12. Ortalama meyve eni değerleri (mm)



Şekil 4.13. Ortalama meyve boyu değerleri (cm)

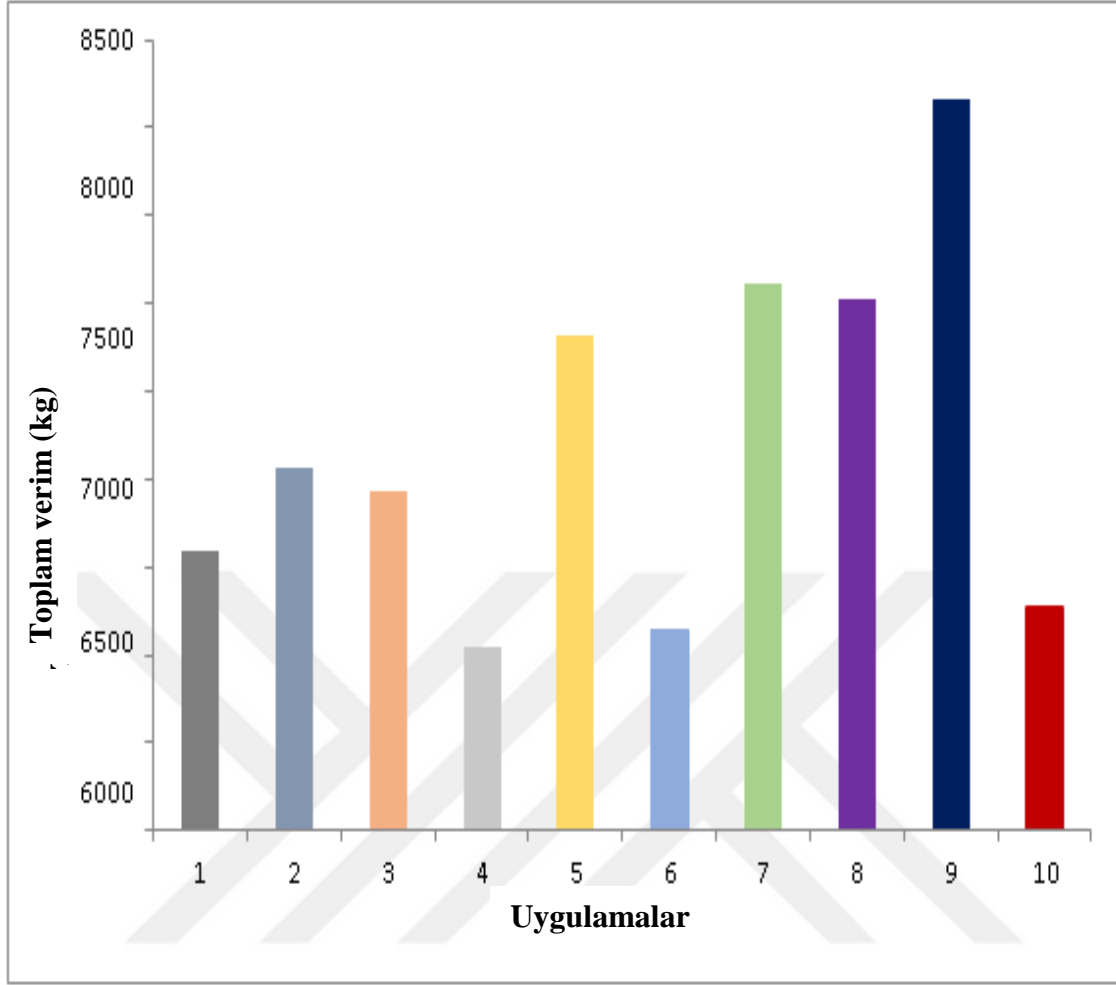
4.1.7. Bitki Başına Kümülatif Verim (g) / Toplam Verim

Bitki başına kümülatif verim değerleri incelendiğinde, en fazla meyve kümülatif verimin 9 numaralı (6029 g) gübreleme uygulamasında olduğu, bu uygulamayı 5 ve 2 numaralı uygulamaların izlediği görülmektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.14. Bitki başına hasat dönemi boyunca kümülatif verim değişimi (g)

Her bir uygulama grubundaki toplam 8 bitkiden elde edilen meyvelerin ağırlıkları tartılarak elde edilen toplam meyve verimi değerlerine göre (Şekil 4.16), en yüksek toplam verim 8157,79 g ile 9 numaralı gübre uygulamasında bulunmuş, bu uygulamayı 7106,30 g ile 8 numaralı ve 7019,26 g ile de 7 numaralı uygulama grubu izlemiştir. Bu üç uygulama grubu incelendiğinde SGP'ye ek olarak 60 mg/L kalsiyum+100 mg/L potasyum, 30 mg/L kalsiyum+50 mg/L potasyum ve yalnızca 200 mg/L potasyumlu gübre uygulamalarının hem bitki başına kümülatif meyve verimini hem de toplam verimi arttırdığı görülmüştür. Potasyumun bitki beslenmesi için hayati öneme sahip olduğu, hidroponik sistemlerde besin çözeltilerinde potasyum ilavesinin bitkilerin büyüme, gelişme, korunma gibi süreçleri olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Çalışkan ve Çalışkan, 2017).



Şekil 4.15. Bitki başına toplam verim (g)

4.2. Depolama Süresince Elde Edilen Sonuçlar

4.2.1. Meyve Rengi (L^* , a^* ve b^*)

Hasattan sonra 7 ve 14 gün süreyle depolanan hıyar meyvelerinin L^* renk değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Buna göre depolamanın başlangıcında 39,18 olan L^* renk değeri 7. Günde 41,3’e, 14. Günde ise 47,75’e yükselmiştir. Bu açıdan depolama süreleri arasındaki farklılık da istatistiki olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Konu yapılan uygulamalar açısından incelendiğinde ise en yüksek L^* değeri 6 numaralı gübre uygulamasında ölçülürken, bu uygulamayı 43,92 ile 10 numaralı ve 43,63 ile 8 numaralı gübre uygulamaları izlemiştir. 6 numaralı uygulama ile kontrol grubu arasındaki farklılık da istatistiki olarak önemli olmuştur.

Tablo 4.1. Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince L* renk değerlerinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)			Uyg. Ort.
	0	7	14	
1	38,96	41,77	45,27	42,0 bc
2	41	38,38	49,35	42,91 abc
3	38,03	40,27	46,88	41,73 bc
4	40,31	38,21	47,78	42,1 bc
5	37,68	39,44	44,82	40,65 c
6	39,68	45,29	49,64	44,87 a
7	39,2	42,42	48,87	43,5 ab
8	38,42	47,27	45,21	43,63 ab
9	38,86	38,02	49,5	42,13 bc
10	39,66	41,94	50,15	43,92 ab
Zaman ort.	39,18 c	41,3 b	47,75 a	

a^* renk verilerine göre ise (Tablo 4.2), L^* değerlerine benzer şekilde depolama başlangıcında -14,03 olan a^* değerleri, 7. ve 14. Günde artış göstermiştir (sırasıyla -15,66 ve -18,36). Gübre uygulamalarının a^* renk değeri üzerine etkisi L^* renk verilerine benzer şekilde olmuş, en yüksek a^* renk değeri 6 numaralı gübre uygulamasından elde edilirken, bu uygulamayı 8 ve 10 numaralı uygulamalar takip etmiştir. Bununla birlikte 6 numaralı uygulama ile 3, 5 ve 9 numaralı uygulama grupları arasındaki farklılık istatistikî düzeyde önemli olurken, diğer uygulamalar ile arasındaki farklılığın ise anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 4.2. Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince a^* renk değerlerinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)			Uyg. Ort.
	0	7	14	
1	-14,26	-15,52	-18,05	-15,95 abc
2	-15,27	-14,58	-18,22	-16,02 abc
3	-13,34	-14,94	-17,6	-15,29 c
4	-14,3	-14,17	-18,8	-15,75 abc
5	-13,3	-15,26	-18,1	-15,55 bc
6	-14,17	-17,65	-18,71	-16,85 a
7	-14,07	-16,2	-18,47	-16,25 abc
8	-13,55	-17,31	-18,5	-16,45 ab
9	-13,94	-14,64	-18,36	-15,64 bc
10	-14,12	-16,36	-18,8	-16,43 ab
Zaman ort.	-14,03c	-15,66 b	-18,36 c	

Deneme ölçülen b^* renk değerleri de a^* renk değerlerine benzer bir değişim göstermiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince b^* renk değerlerinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)			Uyg. Ort.
	0	7	14	
1	20,64	24,81	37,6	27,69 abc
2	22,62	22,04	41,52	28,73 abc
3	18,73	23,18	38,82	26,91 bc
4	20,98	20,93	40,7	27,54 bc
5	18,39	23,43	36,79	26,2 c
6	20,52	30,08	41,01	30,54 a
7	20,41	26,27	40,59	29,09 ab
8	18,85	30,94	37,83	29,21 ab
9	19,93	22,51	41,15	27,86 abc
10	20,39	25,66	42,42	29,49 ab
Zaman ort.	20,15 c	24,98 b	39,84 a	

CIElab renk koordinat sistemine göre, L^* renk değeri meyvenin parlaklığını göstermekle birlikte, özellikle koyu renkli meyvelerde meyve renginin açılması da L^* renk değerleri ile ifade edilebilmektedir. Renk koordinat sistemine göre L^* ekseninde değerlerin 100'e doğru artması ürünün parlak olduğunu, 0 (sıfır)'a doğru yaklaşması ise matlaştığını göstermektedir. Araştırmada depolama süresince hıyar meyvelerinin L^* renk değerlerinin yükseldiği görülmektedir (Tablo 4.1). Dolayısıyla meyvenin renginde depolama süresince açılma meydana gelmiştir. Gübre uygulamalarının L^* renk değeri üzerindeki etkileri incelendiğinde ise, en yüksek L^* değerinin SGP+100 mg/L K uygulamasındaki meyvelerde ölçüldüğü, en düşük değer ise SGP+50 mg/L K uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Her ne kadar en yüksek değerler 6 numaralı gübre uygulamasından elde edilmiş olsa da bu aynı zamanda renkte açılma oluştuğunu da göstermektedir. Bu nedenle bu açıdan en iyi uygulama L^* renk değeri en düşük bulunan 5 numaralı uygulamadır. Çünkü bu gruptaki meyvelerin L^* renk değerleri diğer uygulamalardan daha düşük bulunmuş olup, bu da meyve renginin diğer gübre uygulamalarındaki meyvelere göre daha koyu yeşil olarak korunduğunu göstermiştir. Benzer sonuçlar meyvelerin yeşil renginin göstergesi olan a^* ve sarılığının göstergesi olan b^* renk değerleri için de elde edilmiş olup, meyve rengi açısından en iyi uygulamanın standart gübre programına ilave 50 mg/L potasyum uygulaması olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.2. Suda Çözünür Toplam Kurumadde (SÇKM) Miktarı

Araştırmada hasat öncesi farklı gübre programları uygulanan hıyar meyvelerinin depolama süresince SÇKM miktarında meydana gelen değişimler incelendiğinde, depolama süresince meyvelerin SÇKM miktarlarının artış gösterdiği, depolama başlangıcında 3,10 olan SÇKM miktarının 14 gün depolamadan sonra 3,55'e ulaştığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Yapılan uygulamalardan 4 numaralı gübre programı yani SGP' ye ek olarak 90 mg/L kalsiyum uygulanan meyvelerin SÇKM miktarının diğer uygulamalardan yüksek olduğu ancak 3, 7 ve 9 numaralı gübre programlarının dışındaki diğer uygulamalar ile istatistiki düzeyde önemli bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.4. Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince SÇKM miktarları

<i>Uygulamalar</i>	Muhafaza Süresi (Gün)			<i>Uyg Ort</i>
	0	7	14	
1	3,37	3,27	3,47	3,37 <i>ab</i>
2	3,40	3,30	3,47	3,39 <i>ab</i>
3	2,80	3,57	3,23	3,20 <i>b</i>
4	3,17	3,57	3,90	3,54 <i>a</i>
5	2,90	3,37	3,63	3,30 <i>ab</i>
6	2,97	3,57	3,50	3,34 <i>ab</i>
7	2,90	3,23	3,47	3,20 <i>b</i>
8	2,87	3,57	3,87	3,43 <i>ab</i>
9	2,97	3,30	3,33	3,20 <i>b</i>
10	3,63	3,10	3,63	3,46 <i>ab</i>
Zaman Ort.	3,10 <i>c</i>	3,38 <i>b</i>	3,55 <i>a</i>	

Genel olarak hasat öncesi farklı gübre programı uygulamaları meyvelerin SÇKM miktarını önemli oranda değiştirmemesine karşın, SGP'ye ek olarak yapılan 90 mg/L kalsiyum uygulamasının SÇKM miktarını diğer uygulamalara göre arttırdığı belirlenmiştir. González-Terán ve diğ. (2020) yaprakta kalsiyum uygulamasının, hıyar meyvelerinin SÇKM miktarını silisyum+kalsiyum, silisyum ve kontrol uygulamalarına göre sırasıyla %14,47, 21,05 ve 23,24 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da benzer sonuç elde edilmiş, SGP'ye ek olarak 90 mg/L kalsiyum uygulamasının diğer kalsiyum dozları ile potasyum, potasyum+kalsiyum ve kontrol grubuna göre SÇKM miktarında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte

çalışmada elde edilen artış miktarlarının González-Terán ve diğ., (2020)'nin elde ettiği kadar yüksek olmaması araştırmacıların kalsiyumu doğrudan yaprakтан uygulamasının bir sonucu olduğu, yapılan çalışmada ise topraksız kültürde bitki köklerine uygulanan kalsiyumun meyveye yeterince taşınmayarak, SÇKM miktarı üzerinde önemli etkide bulunmadığı düşünülmüştür.

4.2.3. Meyve Eti Sertliği (N)

Yapılan çalışmada hasat öncesi farklı gübre programları uygulanan hıyarların meyve eti sertliği, meyvelerin depolanması süresince artış göstermiştir (Tablo 4.5). Gübre uygulamaları arasında ise SGP ile birlikte kalsiyum ve potasyumun birlikte uygulandığı meyvelerin sertlik değerleri diğerlerine göre daha yüksek bulunmuş, bununla birlikte gübre uygulamaları arasında meyve eti sertliği bakımından 7 numaralı uygulama dışında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca kontrol ile 5, 8, 9 ve 10 numaralı uygulamalar arasındaki farklılığın $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bir farklılığın olduğu da tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince meyve eti sertliği (N) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)			Uyg. Ort.
	0	7	14	
1	18,60	22,34	23,42	21,45 c
2	20,74	23,08	22,83	22,22 abc
3	20,04	24,40	21,91	22,11 abc
4	19,34	23,05	24,22	22,20 abc
5	20,59	24,53	23,22	22,78 ab
6	19,31	23,67	24,94	22,64 abc
7	19,62	22,90	23,61	22,05 bc
8	20,85	23,53	25,68	23,36 a
9	20,71	23,96	24,37	23,01 ab
10	20,82	23,45	24,77	23,01 ab
Zaman Ort.	20,06 b	23,49 a	23,90 a	

Mevcut araştırmada yapılan gübre uygulamalarının hıyar meyvelerinin meyve eti sertliğini kontrole göre arttırdığı tespit edilmiştir. Özellikle SGP+kalsiyum+potasyum gübreleri ile SGP + 50 mg/L potasyum meyve eti sertliğinin artırılmasında daha etkili olduğu da bulunmuştur. Kalsiyumun meyve sertliğini korumada önemli rol oynadığı,

etilen üretimini azaltarak yaşlanmayı geciktirebileceği belirtilmiştir. Ayrıca hasat öncesi ve sonrası dönemde yapılan kalsiyum uygulamalarının meyvedeki kalsiyum miktarını arttırmak suretiyle etilen üretimini geciktirerek yumuşamayı geciktirebileceği de ifade edilmiştir (Bolat ve Kara, 2017). Nitekim hasattan sonra kalsiyum klorür, kalsiyum propiyonat ve kalsiyum laktat uygulanan hıyar meyvelerinden özellikle %2 kalsiyum laktat uygulananlarda meyve eti sertliğinin korunduğu bulunmuştur (Yılmaz ve diğ., 2021). Mevcut araştırmada da özellikle standart gübrelemeye ek olarak potasyum+kalsiyum uygulamalarının meyve eti sertliğini koruduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum, hücre duvarı bileşeni olduğundan meyvenin sertliğinin korunmasında önemli bir elementtir (Bakshi ve diğ., 2005). Genel olarak kalsiyum uygulamalarının meyvelerin hücrel organizasyonunu koruyarak ve enzim aktivitesini düzenleyerek, meyvenin yaşlanmasını geciktirdiği dolayısıyla meyvenin yumuşamasını geciktirdiği belirtilmiştir (Mahajan ve Dhatt, 2004). Yapıktan farklı dozlarda potasyum silikat uygulamaları yapılan Hisham F₁ hıyar meyvelerinde %4 dozunda yapılan uygulamanın meyve eti sertliğini, renk değişimini ve SÇKM'yi koruyarak depolama kalitesini arttırdığı tespit edilmiştir (Shehata, 2018). Araştırmamızda da potasyum+kalsiyum uygulamalarının yaşlanmayı geciktirmek suretiyle meyve eti sertliğini koruduğu ortaya konmuştur.

4.2.4. Meyvedeki Kalsiyum Miktarı

Hasat öncesi SGP'ye ek olarak kalsiyum, potasyum, kalsiyum+potasyum gübrelemesi yapılan hıyar bitkilerinden elde edilen meyvelerin hasat sonrası kalsiyum miktarları incelendiğinde (Tablo 4.6), en yüksek kalsiyum miktarının 6 numaralı gübre uygulamasındaki meyvelerin kalsiyum miktarının en yüksek (63,67 mg/L) olduğu bu uygulamayı 10 (63,44) ve 7 (63,22) numaralı uygulamaların izlediği görülmüştür. En düşük kalsiyum miktarı ise sırasıyla 49,78 ve 49,22 mg/L ile 3 ve 8 numaralı gübreleme uygulamalarındaki meyvelerde tespit edilmiş olup, bu uygulamalar ile 6,7 ve 10 numaralı uygulamalar arasındaki farklılık da istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 4.6. Hasat öncesi farklı gübre uygulaması yapılan hıyar meyvelerinin depolama süresince kalsiyum (mg/L) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)			Uyg Ort
	0	7	14	
1	59,67	30,33	69,33	53,11 ab
2	64,33	32,33	68,67	55,11 ab
3	48,00	33,67	67,67	49,78 b
4	40,33	36,00	88,00	54,78 ab
5	49,33	23,67	71,00	48,00 b
6	96,33	20,67	74,00	63,67 a
7	64,33	30,67	94,67	63,22 a
8	52,67	35,67	59,33	49,22 b
9	57,00	33,00	68,33	52,78 ab
10	67,00	46,00	77,33	63,44 a
Zaman Ort	59,90 b	32,20 c	73,83 a	

Çalışmamızda hasat öncesi SGP'ye ek olarak farklı dozlarda yapılan kalsiyum, potasyum, kalsiyum+potasyumlu gübreleme uygulamaları, meyvelerin kalsiyum miktarlarının bir miktar arttırmakla birlikte bu artış kontrol grubuna (standart gübre programı) göre istatistiksel açıdan bir farklılık oluşturmamış, aksine SGP'ye ek olarak 60 mg/L kalsiyum ile SGP'ye ek olarak 30 mg/L kalsiyum ve 50 mg/L potasyum uygulaması yapılan meyvelerin kalsiyum miktarları kontrol grubunun altına düşmüştür. Bolat ve Kara (2017), hasat öncesi ve sonrası dönemde yapılan kalsiyum uygulamalarının meyvedeki kalsiyum miktarını arttırarak yaşlanmayı geciktirdiğini belirtmişlerdir. Yılmaz ve diğ., (2021) ise hasat sonrası farklı kalsiyum kaynakları ve kitosan ile oluşturulan kaplama uygulaması sonucu meyvelerin kalsiyum miktarının özellikle %2, 4 ve 6 dozlarında kalsiyum propiyonat ve %2 ve %6 dozlarında depolamanın 5. gününde başlangıca göre artış gösterdiğini ancak bu aşamadan sonra tekrar azaldığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada ise gübre uygulamalarının meyvelerin kalsiyum miktarını önemli oranda arttırmadığı tespit edilmiştir. Bu durumun ise hasat öncesi dönemde gübrelemenin yapıldığı dönemdeki sera içi iklim şartları nedeniyle bitkilerin verilen gübreyi yeterince alamamasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

5. SONUÇ

Bu araştırma, örtüaltı topraksız tarım hıyar yetiştiriciliğinde, standart gübre programına (SGP) ek olarak uygulanan kalsiyum ve potasyum gübrelemesinin bitki gelişim parametreleri ile meyvelerin hasat sonrasında depolama sürecinde kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada elde edilen sonuçlar toplu olarak Tablo 5.1’te verilmiştir. Tablo 5.1 incelendiğinde, yetiştiricilik dönemi ve depolama süresince ölçülen kriterler açısından öne çıkan uygulamalar SGP+50 mg/L potasyum (5 numara) ve SGP+60 mg/L kalsiyum+100 mg/L potasyum (9 numara) uygulamaları olduğu görülmektedir. Bu nedenle bitki gelişimi ve sonrasında ölçülen 14 kriterden 7’si açısından önemli oranda etkili olan her iki uygulamanın hıyarın örtüaltında topraksız yetiştiriciliği sırasında uygulanabilecek gübre programları olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 5.1. Araştırmada elde edilen sonuçlar

Analizler	Uygulamalar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yetiştiricilik Dönemi										
Bitki Boyu					■				■	
Gövde Çapı								■		
Bitki Başına Yaprak Sayısı					■					
Klorofil SPAD Miktarı					■					
Bitki Başına Kümülatif Meyve Sayısı									■	
Toplam Meyve Sayısı									■	
Meyve Eni			■		■	■	■		■	
Meyve Boyu					■					
Bitki Başına Kümülatif Verim		■			■				■	
Toplam Verim							■	■	■	
Depolama Süreci										
Meyve Rengi (L^* , a^* , b^*)					■					
SÇKM Miktarı				■						
Meyve Eti Sertliği								■	■	■
Meyvedeki Kalsiyum Miktarı						■	■			■

KAYNAKLAR

- Abdelkader, M.F.M., Mahmoud, M.H., A., Abdein, M.A., Metwally, K., Ikeno, S., Doklega, S.M.A. (2022) The Effect of Combining Post-Harvest Calcium Nanoparticles with a Salicylic Acid Treatment on Cucumber Tissue Breakdown via Enzyme Activity during Shelf Life. *Molecules*, 27, 3687.
- Akıncı, I.E., Şimşek, M. (2004). Ameliorative effect of potassium ve calcium on the salinit stress in embriyo culture of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Biological Sciences*, 4(3), 361-365.
- Al-Hamzawi, M.K.A., 2010. Effect of calcium nitrate, potassium nitrate and antafon on growth and storability of plastic house cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. Al-Hytham). *American Journal of Plant Physiology*, 5(5),278-290.
- Al-Harbi, A. (1995). Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedlings as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. *Journal of Plant Nutrition*, 18(7), 26-42.
- Al-Kodmany, K. (2018). The Vertical Farm: A Review of Developments and Implications for the Vertical City. *Buildings*, 8(2), 24-56.
- Altunlu, H., Gül, A. (1999). Effects of different amounts of nitrogen and potassium nutrition on post harvest quality of cucumber. *Acta Hort.* 491(2), 383-388,
- Anonim. (2018). Nutritional recommendations for cucumber in open fields, tunnels and greenhouses. <http://www.haifa-group.com/files/Guides/Cucumber.pdf> (Ziyaret tarihi: 12/02/2022).
- Bakshi, P., Masoodi, F.A., Chauhan. G.S., Shah, T.A. (2005). Role of calcium in post-harvest life of temperature fruits: A review. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 42(1), 1-8.
- Balbay, D. (2014). Marmara Bölgesinde Örtü Altı Tarımı Geliştirme Koşul ve Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 374468.
- Bolat, İ., Kara, Ö. (2017). Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228
- Burt, J. (2018). *Growing cucumbers in protected cultivation in Western Australia*. (D. o. Australia., Prodüktör). <https://ausveg.com.au>: https://ausveg.com.au/app/data/technical-insights/docs/cucumber_hyd_07.pdf (Ziyaret tarihi: 14/06/2022).
- Choi, J.W., Park, M.H., Lee, J.H., Do, K.R., Choi, H.J., Kim, J.G. (2015). Changes of Postharvest Quality in ‘Bagdadagi’ Cucumber (*Cucumis Sativus* L.) by Storage Temperature. *Journal of Food and Nutrition Sciences. Special Issue: Food Processing and Food Quality*. 3(1), 143-147.

- Çalışkan, B., Çalışkan A.C. (2017). Potassium nutrition in plants and interactions with other nutrients in hydroponic culture. In Asaduzzaman, Md., Asao, T. (Eds.). *Potassium - Improvement of Quality in Fruits and Vegetables Through Hydroponic Nutrient Management*. New York: Intechopen.
- Despommier, D. (2014) *Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics (Vertical Farms in Horticulture)*. Dordrecht: Springer.
- Díaz-Méndez, H.A., Preciado-Rangel, P., Sánchez Chávez, E., Rivera, J.R.E., Hernández, M.F., Álvarez-Reyna. V.D.P (2018). Potassium in the nutraceutical quality of hydroponic cucumber fruits. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 9(20), 85-92.
- Ekinci, M., Esringü, A., Dursun, A., Yildirim, E., Turan, M., Karaman, M. R., Arjumend, T. (2015). Growth, yield, and calcium and boron uptake of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) as affected by calcium and boron humate application in greenhouse conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(5), 613-632.
- Elsharkawy A.M., Sanaa, M., El-Araby, Ghoneim, İ.M., Hassan, S.M. (2017). Efficiency of Different, Nitrogen Levels and Calcium Spraying Rates on Vegetative Growth, Yield and Quality of Cucumber under Greenhouse conditions, *Alex J. Agric. Sci.* 62(6), 1-12.
- González-Terán, G.E., Gómez-Merino, F.C. Trejo-Téllez, 2020. Effects of silicon and calcium application on growth, yield and fruit quality parameters of cucumber Established in a sodic soil. *Acta Scientiarum Polonorum Hortum Cultus=Ogrodnictwo*, 19(3), 149-158.
- Hochmuth, G. (2015). *Fertilizer Management for Greenhouse Vegetables, Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook*. Horticultural Sciences Department, Florida University, UF/IFAS Extension.
- Iwahashi, M., Tachibana, Y., Ohta, Y. (1982). Accumulation of calcium, magnesium, potassium and sodium with growth of individual leaves, petioles and stems of cucumber plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, 28(4), 441-449.
- Kaur, P., Devgan, K., Kumar, N., Kaur, A., Kumar, M., Sandhu, K. (2019). Quality retention and shelf-life prolongation of cucumbers (*Cucumis sativus* L.) under different cool storage systems with passive modified atmosphere bulk packaging. *Packaging Technology and Science*, 34(9), 567-578
- Kaya, C., Kırnak, H., Higgs, D. (2001) effects of supplementary potassium and phosphorus on physiological development and mineral nutrition of cucumber and pepper cultivars grown at high salinity (NaCl), *Journal of Plant Nutrition*, 24(9), 1457-1471.

- Kazemi, M. (2013). Response of Cucumber Plants to Foliar Application of Calcium Chloride and Paclobutrazol under Greenhouse Conditions. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.*, 2 (11), 15-18
- Koçaklı, Z. G., Akıllıoğlu, K., Doğan, A. (2017). Miyokardın Diyastolde Kalsiyum Homeostazı. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 26(1), 105-123.
- Lamrani, Z., Belakbir, A., Ruiz, J.M., Ragala, L., López- Cantarero, I., Romero, L. (1996) Influence of nitrogen, phosphorus, and potassium on pigment concentration in cucumber leaves, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 27(5-8), 1001-1012.
- Lester, E., Jifon, J.L., Makus, D.J. (2010). Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: Melon (*Cucumis melo* L) case study. *Plant Soil*, 335(3), 117-131
- Letard, M. (1982). Tomato and cucumber in soilless culture. *Acta Horticulturae*, 126(32) 126-33.
- Mahajan, B.V.C., Dhatt, A.S. (2004). Studies on Postharvest Calcium Chloride Application on Storage Behaviour And Quality of Asian Pear During Cold Storage, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2 (3-4), 157-159, 2004.
- Naveena, B., Immanuel, G. (2019). Effect of calcium chloride & sodium chloride on storage life of vegetables, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(5), 1989-1994.
- Olfati, J. (2015). Soilless Culture. In M. Asaduzzaman (Edt.). *Design and Preparation of Nutrient solution used for soilless culture of horticultural crops* (pp. 33-45). New York: InTech.
- Parshant Bakshi, F.A. Masoodi, G.S. Chauhan, T.A. Shah (2005). Role of calcium in post-harvest life of temperate fruits: A review. *Journal of Food Science and Technology -Mysore-* 42(1),1-8
- Pedrosa, A.W., Prieto, M.H.E., Matiello, E.M., Fontes, P.C.R., Pereira, P.R.G. (2011). Influence of the N/K ratio on the production and quality of cucumber in hydroponic system. *Revista Ceres*, 58(5), 619-624.
- Raviv, M., Lieth, J. H., Bar-Tal, A., and Silber, A. (2019). *Growing plants in soilless culture: operational conclusions*. Cambridge: Academic Press, 637- 669.
- Ruiz, J.M., Romero, L., 2005. Relationship between potassium fertilisation and nitrate assimilation in leaves and fruits of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Annals of Applied Biology*. 140(3), 241-245.
- Schwarz, M. (1995). *Elements Essential for All Plants*. Berlin: Springer

- Shafeek, M.R., Helmy, Y.I., El-Tohamy, W.A., El-Abagy, H.M. (2013). Changes in growth, yield and fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in response to foliar application of calcium and potassium nitrate under plastic house conditions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 9(3), 114-118.
- Shehata, S. A. (2018). Effect of foliar spray with potassium silicate on growth, yield, quality and storability of cucumber fruits. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 56(2), 385-396.
- Talaz, A., ve Nas, E. (2019). Investigation of the feasibility of tomato production in soilless culture in Bafra plain. *Erciyes J Agri Anim Sci*, 2(1), 11-19.
- Tanaka, A., Tsuji, H. (1980). Effects of calcium on chlorophyll synthesis and stability in the early phase of greening in cucumber cotyledons. *Plant Physiol.*, 65(6), 1211-1215.
- Tatlıoğlu, T. (1993). Cucumber: *Cucumis sativus* L. In *Genetic improvement of vegetable crops* (pp. 197-234). New York: Pergamon.
- URL-1. <https://www.nasa.gov/content/growing-plants-in-space>. (Ziyaret tarihi: 23 Aralık 2022).
- URL-2. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Altı-Yetistiricilik>. (Ziyaret tarihi: 23 Aralık 2022).
- URL-3. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. (Ziyaret tarihi: 23 Aralık 2022).
- Voogt, W. (2002). Potassium Management of Vegetables Under Intensive Growth Conditions, *Applied Plant Research*, 2(3), 347-362.
- Yılmaz, V. (2019). Hıyar (*Cucumis sativus* L)'da Hasat Sonrası Farklı Kalsiyum Uygulamaları ile Yenilebilir Kitosan Kaplamasının Depolama Süresi ve Meyve Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 612217.
- Yılmaz, V., Kasım, R., Kasım, M.U. 2021. Postharvest treatments of different doses of calcium lactate in combination with chitosan improves biochemical characters of *Cucumis sativus* L. during storage. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 30(1), 338-402.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Yakın S., Kasım R., Kasım M. U., (2022). Hasat Öncesi NPK Uygulamalarının Sebzelerin Hasat Sonrası Kalitesi Üzerine Etkileri, *International Conference on Research in Applied Sciences*, Antalya, Türkiye, 22-24 Nisan 2022.



ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini Kepez ilçesinde tamamladı. 2009 yılında Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği bölümünü kazandı. 2013 yılında Bahçe Bitkileri bölümünden mezun oldu. 2018 yılından bu yana Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Sağlık ve Sosyal Hizmetler Daire Başkanlığı, Veteriner Şube Müdürlüğü, Vektör Mücadele biriminde ziraat mühendisi olarak görev yapmaktadır. 2019 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

