



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ORGANİK GÜBRELERİN TOPRAKSIZ
KÜLTÜR KOŞULLARINDA KALSİYUM
STRESİNDE YETİŞTİRİLEN AŞILI VE
AŞISIZ 'MICHELE PALIERI' ÜZÜM ÇEŞİDİ
ASMALARININ GELİŞİMİNE ETKİLERİ**

Yasin GAYRETLİ

DOKTORA TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Eylül-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Yasin GAYRETLİ tarafından hazırlanan “**Bazı organik gübrelerin topraksız kültür koşullarında kalsiyum stresinde yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Michele Palieri’ üzüm çeşidi asmalarının gelişimine etkileri**” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/ oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Birhan KUNTER

.....

Danışman

Prof. Dr. Ali SABİR

.....

Üye

Prof. Dr. Zeki KARA

.....

Üye

Prof. Dr. Birhan KUNTER

.....

Üye

Doç. Dr. Ummahan ÇETİN KARACA

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ömer Faruk YÜKSEL
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 22211011 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Yasin GAYRETLİ

Tarih: 22.09.2023

ÖZET**DOKTORA TEZİ****BAZI ORGANİK GÜBRELERİN TOPRAKSIZ KÜLTÜR
KOŞULLARINDA KALSİYUM STRESİNDE YETİŞTİRİLEN AŞILI VE
AŞISIZ ‘MICHELE PALIERİ’ ÜZÜM ÇEŞİDİ ASMALARININ GELİŞİMİNE
ETKİLERİ****Yasin GAYRETLİ****Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı****Danışman: Prof. Dr. Ali SABİR****2023, 239 Sayfa****Jüri****Prof. Dr. Ali SABİR****Prof. Dr. Zeki KARA****Prof. Dr. Birhan KUNTER****Doç. Dr. Ummahan ÇETİN KARACA****Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK**

Dünya arazi varlığının yaklaşık üçte biri kireçli topraklardan oluşmaktadır. Tarım topraklarının yüksek kireç içeriği bitkilerde beslenmeyi olumsuz etkileyen en önemli sorunlardandır. Özellikle Konya gibi karasal iklimin hakim olduğu yarı kurak alanlarda yüksek toprak kireci önemli abiyotik stres faktörleri arasındadır. Kireçli topraklara sahip bağ bölgelerinde çiftçiler kireç stresinin etkisini azaltmak amacıyla sentetik kimyasallar kullanmaktadır. Bununla birlikte yoğun tarım faaliyetleri nedeniyle topraklarımızın fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengeleri bozulmuştur. Bu amaçla son yıllarda organik gübrelere olan ilgi de artmıştır.

Cam serada topraksız kültür ortamında gerçekleştirilen bu çalışmada, bazı organik gübrelerin kireç stresinde aşılı ve aşısız ‘Michele Palieri’ asmalarının vejetatif, fizyolojik, biyokimyasal ve mineral beslenme özellikleri ile yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, eşit hacimdeki torf ve perlit karışımından oluşturulan yetiştirme ortamlarına %20 oranında çiftlik gübresi ve katı solucan gübresi ayrı ayrı eklendikten sonra homojen bir şekilde karıştırılarak konteynırlara asma fidanları dikilmiştir. Kalsiyum stresine (Ca⁺ stres ortamı) ait asmalara denemenin iki yılında da dörder defa (her uygulamada 50 mL) 1 N CaCO₃ çözeltisi uygulanmıştır. Stres bulunmayan (Ca⁻ ortamı) ortama ise uygulama yapılmamıştır. Sıvı solucan gübresi ise asmalara %1 oranında yapraktan uygulanmış ve 20 gün arayla 4 defa tekrarlanmıştır. Çiftlik gübresi ve katı solucan gübresi denemenin ilk yılında bir defa uygulanırken, sıvı solucan gübresi denemenin ikinci yılında da birinci yılda olduğu şekilde tekrarlanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, kireç stresinin aşılı ve aşısız asmalarda stoma iletkenliğini, klorofil indeksini (SPAD), toplam klorofili (a+b), klorofil a ve b’yi azalttığı; hücre zarı geçirgenliğini (elektrolit sızıntısı) ve malondialdehit miktarını (MDA) artırdığı tespit edilmiştir. Bu etkilerin denemenin ikinci yılında daha fazla arttığı belirlenmiş ve birikmiş stres ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca antioksidan enzimler ve demir şelatlama aktivitesinin de CaCO₃ kaynaklı stres ortamlarındaki asmalarda arttığı saptanmıştır. CaCO₃ aynı zamanda vejetatif gelişmeyi de olumsuz etkileyerek sürgün uzunluğunu, odunsu sürgün uzunluğunu, sürgün çapını, budama artığı ağırlığını, yaprak yaş ağırlığını, yaprak kuru ağırlığını, yaprak alanını, stoma sayısını, stoma enini, stoma boyunu ve stoma alanını azaltmıştır. Ayrıca kireç kaynaklı stres ortamlarının asmalarda S ve Ca miktarını artırırken diğer makro (inorganik azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt) ve mikro (toplam demir, aktif demir, çinko, mangan, bakır, bor) besin elementlerini azalttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte kalsiyum karbonatın, yetiştirme ortamının

solunumunu, pH'sını, EC'sini, suda çözünebilir Ca ve S miktarını artırdığı; inorganik azot ile diğer suda çözünebilir makro (fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt) ve mikro (toplam demir, aktif demir, çinko, mangan, bakır, bor) besin elementlerini azalttığı tespit edilmiştir.

Organik gübre uygulamalarının Ca⁺ ve Ca⁻ ortamlardaki aşılı ve aşısız asmaların sürgün uzunluğunu, odunsu sürgün uzunluğunu, sürgün çapını, budama artığı ağırlığını, yaprak yaş ağırlığını, yaprak kuru ağırlığını, yaprak alanını, stoma sayısını, stoma enini, stoma boyunu ve stoma alanını artırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte organik gübre uygulamalarının yapraklarda makro (inorganik azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt) ve mikro (toplam demir, aktif demir, çinko, mangan, bakır, bor) besin elementlerini de artırmıştır. Fizyolojik ve biyokimyasal özellikler dikkate alındığında ise organik gübrelerin olumlu etkileri dikkati çekmiştir. Organik gübre uygulamalarının asmalarda stoma iletkenliğini, klorofil indeksini (SPAD), toplam klorofil (a+b), klorofil a ve b'yi artırdığı; hücre zarı geçirgenliğini (elektrolit sızıntısı) ve lipid peroksidaz miktarını (MDA) azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca organik uygulamaların katalaz enzim aktivitesini azaltırken askorbat peroksidaz enzimini, glutatyon redüktaz enzimini ve demir şelatlama aktivitesini artırdığı saptanmıştır. Çalışmada, yetiştirme ortamlarının besin maddesi seviyesiyle asma yapraklarındaki besin maddelerinin birbirine benzer oldukları tespit edilmiştir. Kireç stresindeki asmalarda en etkili uygulamaların katı solucan gübresi, katı+sıvı solucan gübresi ve çiftlik gübresi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Asma fizyolojisi, besin elementleri, kireç stresi, organik gübre, organik tarım, sürdürülebilir tarım, topraksız tarım, *Vitis vinifera* L.

ABSTRACT**Ph.D THESIS****THE EFFECTS OF SOME ORGANIC FERTILIZERS ON THE GROWTH OF
GRAFTED AND UNGRAFTED 'MICHELE PALIERI' GRAPE VARIETY
VINES GROWN UNDER SOILLESS CULTURE CONDITIONS UNDER
CALCIUM STRESS****Yasin GAYRETLİ****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF SCIENCE
IN HORTICULTURE****Advisor: Prof. Dr. Ali SABIR****2023, 239 Pages****Jury****Prof. Dr. Ali SABIR****Prof. Dr. Zeki KARA****Prof. Dr. Birhan KUNTER****Doç. Dr. Ummahan ÇETİN KARACA****Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK**

About one-third of the world's land consists of calcareous soils. The high lime content of agricultural soils is one of the most important problems that negatively affect plant nutrition. High soil lime is among the important abiotic stress factors, especially in semi-arid areas, such as Konya, where the continental climate is dominant. In vineyard areas with calcareous soils, farmers use synthetic chemicals to reduce the impact of lime stress. However, due to intensive agricultural activities, the physical, chemical and biological balances of our soils have been disturbed. For this purpose, interest in organic fertilizers has increased in recent years.

In this study carried out in a soilless culture medium in a glass greenhouse; the effects of some organic fertilizers on the vegetative, physiological, biochemical and mineral nutrition properties of grafted and ungrafted 'Michele Palieri' vines under lime stress and on the physical and chemical properties of the growing medium were investigated. For this purpose, 20% of farm manure and solid vermicompost were added separately to the growing media formed from an equal volume of peat and perlite mixture, and then vine saplings were planted in the containers by mixing them homogeneously. 1 N CaCO₃ solution was applied four times (50 mL in each application) in both years of the experiment to the vines belonging to calcium stress (Ca⁺ stress medium). No application was made to the medium without stress (Ca⁻ medium). Liquid vermicompost was applied to the vines at the rate of 1% from the leaves and was repeated 4 times with an interval of 20 days. Farm manure and solid vermicompost were applied once in the first year of the experiment, while liquid vermicompost was repeated in the second year of the experiment as in the first year.

According to the findings, it was determined that lime stress decreased stomatal conductivity, chlorophyll index (SPAD), total chlorophyll (a+b), chlorophyll a and b, and increased cell membrane permeability (electrolyte leakage) and lipid peroxidase amount (MDA) in grapevines. It was determined that these effects increased more in the second year of the trial and were associated with accumulated stress. In addition, it was determined that antioxidant enzymes and iron chelating activity were increased in vines in CaCO₃-induced stress media. CaCO₃ also negatively affected vegetative development, reducing shoot length, woody shoot length, shoot diameter, pruning residue weight, leaf fresh weight, leaf

dry weight, leaf area, number of stomata, stoma width, stomatal length and stomatal area. In addition, it was determined that lime-induced stress media increased the amount of S and Ca in the vines, while reducing other macro (inorganic nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur) and micro (total iron, active iron, zinc, manganese, copper, boron) nutrients. However, calcium carbonate increases the respiration, pH, EC, water-soluble Ca and S amount of the growing medium; It has been determined that it reduces inorganic nitrogen and other water-soluble macro (phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur) and micro (total iron, active iron, zinc, manganese, copper, boron) nutrients.

Organic fertilizer applications increased shoot length, woody shoot length, shoot diameter, pruning residue weight, leaf fresh weight, leaf dry weight, leaf area, number of stomata, stoma width, stomatal length and stomatal area of vines in Ca⁺ and Ca⁻ mediums. However, organic fertilizer applications also increased macro (inorganic nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur) and micro (total iron, active iron, zinc, manganese, copper, boron) nutrients in leaves. Considering the physiological and biochemical properties, the positive effects of organic fertilizers were remarkable. Organic fertilizer applications increased stomatal conductivity, chlorophyll index (SPAD), total chlorophyll (a+b), chlorophyll a and b, and decreased cell membrane permeability (electrolyte leakage) and lipid peroxidase amount (MDA) in grapevines. In addition, it was determined that organic applications decreased catalase enzyme activity, while increasing ascorbate peroxidase enzyme, glutathione reductase enzyme and iron chelating activity. Nutrient level of the growing media and the nutrients in the grape leaves resemble to each other. It has been concluded that the most effective application in lime stressed vines is solid vermicompost, solid+liquid vermicompost and farm manure applications.

Keywords: Grapevine physiology, lime stress, nutrients, organic fertilizer, organic agriculture, soilless agriculture, sustainable agriculture, *Vitis vinifera* L.

ÖNSÖZ

Doktora sürecimin her aşamasında ilgisini, katkılarını ve tecrübelerini esirgemeyen; bu süreçte yeni araştırmalar yapmama imkan sağlayarak bilimsel anlamda gelişmemi destekleyen danışmanım S.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi ve Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ali SABİR'a şükranlarımı sunarım.

Bu süreçte katkıları ve önerileriyle her konuda bana destek olan Sayın Prof. Dr. Zeki KARA'ya, Dr. Öğr. Üyesi Kevser YAZAR'a ve Dr. Öğr. Üyesi Osman DOĞAN'a teşekkür ederim.

Sağladıkları laboratuvar imkanları sebebiyle Prof. Dr. Ferhan SABİR'a, Prof. Dr. Sait GEZGİN'e ve Doç. Dr. Ummahan ÇETİN KARACA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar tecrübelerini paylaşan ve her konuda desteğini esirgemeyen Dr. Sevil ÜNAL'a, Zir. Yük. Müh. Ayşegül KORKMAZ'a, Zir. Yük. Müh. Fırat UZUN'a, Zir. Yük. Müh. Zuhul Zeynep AVŞAROĞLU'na, Zir. Yük. Müh. Öznur YALÇIN'a; çalışmamın sera ve laboratuvar aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Sarmad Aydın Abdulhadi ABDULHADI'ya, Zir. Yük. Müh. İrem TÜRKOĞLU'na, Zir. Yük. Müh. Büşra ARSLAN'a ve Arş. Gör. Özge DEMİRKESER'e; akademik kariyerim sırasında her konuda bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemeyen kadim dostlarım Dr. Öğr. Üyesi Necibe KAYAK'a, Dr. Kemalettin AĞIZAN'a, Öğr. Gör. Süheyla AĞIZAN'a, Arş. Gör. Ömer Faruk BİLGİN'e ve Zir. Yük. Müh. Noyan EKEN'e teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte hep yanımda olan ve desteğini esirgemeyen en iyi arkadaşım ve nişanlım Zir. Yük. Müh. Gülbanu KIYMACI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim ve öğretim hayatımda desteklerini her zaman hissettiren dayılarım Abdurrahman YAŞAR'a ve Süleyman YAŞAR'a, Yusuf YAŞAR'a ve Bekir YAŞAR'a; kuzenlerim Çağlar YAŞAR'a, Mehmet Kıvanç YAŞAR'a, Meltem YAŞAR'a ve Mehmet Tahir YAŞAR'a teşekkür ederim.

Beni çok zor şartlarda yetiştirerek bu günlere getiren, her zaman destek olan, doktora sürecimde sabır ve anlayışını esirgemeyen, dualarını hep üzerimde hissettiğim, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim annem Huriye GAYRETLİ ve babam Kadir GAYRETLİ'ye teşekkürü bir borç bilir, onları ihmal ettiğim bu süreç nedeniyle özürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasını maddi olarak destekleyen S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Ofisi'ne teşekkür ederim.

Yasin GAYRETLİ
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. Solucan Gübresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	6
2.2. Çiftlik Gübresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	12
2.2. Kireç Stresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	34
3.1. Materyal	34
3.1.1. 1103 Paulsen (<i>V. berlandieri</i> x <i>V. rupestris</i>)	34
3.1.2. ‘Michelle Pallieri’ (‘Alphonse Lavallée’ × ‘Red Malaga’)	35
3.1.3. Denemede kullanılan organik materyaller	35
3.2. Yöntem.....	36
3.2.1. Deneme planı ve uygulamalar	36
3.2.2. Yetiştirme ortamında yapılan ölçüm ve analizler	38
3.2.3. Asmalarda yapılan vejetatif ölçümler	41
3.2.4. Asmalarda yapılan fizyolojik ölçüm ve analizler	44
3.2.5. Asma yapraklarında besin elementi analizleri	48
3.2.6. İstatistiksel analiz.....	50
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	51
4.1. Yetiştirme Ortamına Ait Bulgular	51
4.1.1. Yetiştirme ortamının nem miktarı (%).....	51
4.1.2. Yetiştirme ortamının inorganik azot miktarı (%)	53
4.1.3. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir fosfor miktarı (g kg^{-1}).....	55
4.1.4. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir potasyum miktarı (g kg^{-1}).....	58
4.1.5. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir kalsiyum miktarı (g kg^{-1}).....	60
4.1.6. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir magnezyum miktarı (g kg^{-1}).....	62
4.1.7. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir kükürt miktarı (g kg^{-1}).....	64
4.1.8. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir demir miktarı (mg kg^{-1}).....	66
4.1.9. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir çinko miktarı (mg kg^{-1})	69
4.1.10. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir mangan miktarı (mg kg^{-1})	71
4.1.11. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir bakır miktarı (mg kg^{-1}).....	74
4.1.12. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir bor miktarı (mg kg^{-1}).....	76
4.1.13. Yetiştirme ortamının organik madde miktarı (%).....	78
4.1.14. Yetiştirme ortamının toplam kireç içeriği (%).....	81
4.1.15. Yetiştirme ortamının aktif kireç içeriği (%)	85
4.1.16. Yetiştirme ortamının solunum miktarı (mg CO_2 100 g^{-1} FKT 24 sa^{-1}).....	88
4.1.17. Yetiştirme ortamının sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$).....	91
4.1.18. Yetiştirme ortamının reaksiyonu (pH).....	94

4.1.19. Yetiştirme Ortamının EC'si ($\mu\text{S cm}^{-1}$).....	96
4.2. Asmaların Vejetatif Özelliklerine Ait Bulgular	99
4.2.1. Sürgün uzunluğu (cm)	99
4.2.2. Sürgün çapı (mm)	102
4.2.3. Odunsu sürgün uzunluğu (cm).....	105
4.2.4. Budama artığı ağırlığı (g)	107
4.2.5. Yaprak yaş ağırlığı (g)	110
4.2.6. Yaprak kuru ağırlığı (g)	112
4.2.7. Yaprak alanı (cm^2)	114
4.2.8. Stoma sayısı (adet/ mm^2)	117
4.2.9. Stoma eni (μm)	120
4.2.10. Stoma boyu (μm)	122
4.2.11. Stoma alanı (μm^2)	125
4.3. Asmaların Fizyolojik ve Enzimatik Parametreleri.....	128
4.3.1. Stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).....	128
4.3.2. Yaprak sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	136
4.3.3. Yaprak klorofil içeriği (SPAD indeksi)	142
4.3.4. Toplam klorofil (a+b) ($\text{mg g}^{-1} \text{ YA}$).....	150
4.3.5. Klorofil a ($\text{mg g}^{-1} \text{ YA}$)	154
4.3.6. Klorofil b ($\text{mg g}^{-1} \text{ YA}$).....	156
4.3.7. Hücre zarı geçirgenliği (Elektrolit sızıntısı %)	159
4.3.8. Lipid peroksidaz aktivitesi (MDA, $\text{nmol g}^{-1} \text{ YA}$).....	163
4.3.9. Demir şelatlama aktivitesi (%)	166
4.3.10. Katalaz (KAT) enzim aktivitesi (ünite $\text{mg}^{-1} \text{ protein}$).....	168
4.3.11. Glutasyon redüktaz (GR) enzim aktivitesi (ünite $\text{mg}^{-1} \text{ protein}$).....	169
4.3.12. Askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi (ünite $\text{mg}^{-1} \text{ protein}$).....	171
4.4. Asma Yapraklarında Besin Elementi Konsantrasyonları	177
4.4.1. Yaprakların inorganik azot içeriği (%)	178
4.4.2. Yaprakların fosfor içeriği (%).....	180
4.4.3. Yaprakların potasyum içeriği (%).....	183
4.4.4. Yaprakların kalsiyum içeriği (%)	187
4.4.5. Yaprakların magnezyum içeriği (%).....	189
4.4.6. Yaprakların kükürt içeriği (%).....	191
4.4.7. Yaprakların toplam demir içeriği (mg kg^{-1}).....	193
4.4.8. Yaprakların aktif demir içeriği (mg kg^{-1})	197
4.4.9. Yaprakların çinko içeriği (mg kg^{-1})	201
4.4.10. Yaprakların mangan içeriği (mg kg^{-1})	204
4.4.11. Yaprakların bakır içeriği (mg kg^{-1}).....	206
4.4.12. Yaprakların bor içeriği (mg kg^{-1}).....	209
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	213
5.1. Sonuçlar	213
5.1. Öneriler	218
KAYNAKLAR	220
ÖZGEÇMİŞ	240

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%: Yüzde
 °C: Santigrat Derece
 µM: Mikro mol
 B: Bor
 C: Karbon
 Ca: Kalsiyum
 CaCO₃: Kalsiyum karbonat
 CO₂: Oksijen
 Cu: Bakır
 EC: Elektriksel iletkenlik
 Fe: Demir
 H: Hidrojen
 H₂O₂: Hidrojen peroksit
 HCO₃: Bikarbonat
 O₂: Oksijen
 Kg: Kilogram
 K: Potasyum
 Mg: Magnezyum
 mmol: Milimol
 Mn: Mangan
 N: Azot
 NaHCO₃: Sodyum bikarbonat
 P: Fosfor
 ppm: milyonda bir
 pH: Hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması
 S: Kükürt
 Zn: Çinko

Kısaltmalar

APX: Askorbat peroksidaz
 Ca+: Kalsiyum karbonat uygulanan
 Ca-: Kalsiyum karbonat uygulanmayan
 EDTA: Etilendiamin tetraasetik asit
 FKT: Fırın kuru toprak
 GR: Glutasyon redüktaz
 GSSG: Okside glutasyon
 HCl: Hidroklorik asit
 ICP-AES: Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer
 KA: Kuru ağırlık
 KAT: Katalaz
 MDA: Malondialdehit
 PVPP: Polivinilpolipirrolidon
 ROT: Reaktif oksijen türleri
 TBA: Thiobarbiturik asit
 TCA: Trikloro asetik asit
 YA: Yaş ağırlık

1. GİRİŞ

Geçmiş 150 milyon yıl öncesine dayanan asma, günümüzde birçok ülkede yetiştiriciliği yapılan önemli bir türdür. Bunun nedeni asmanın iklim ve toprak şartlarına toleransının diğer bitki türlerine kıyasla daha yüksek olması ve üzümün değerlendirilme şekillerinin çok yönlü olmasıdır (Akkurt ve ark., 2018).

Dünyada 6.729.198 ha alanda 73.524.196,23 ton üzüm üretimi yapılmaktadır. Bu üretimde en büyük paya sahip ülkeler sırasıyla Çin (11.200.000 ton), İtalya (8.149.400 ton), İspanya (6.086.920 ton), ABD (5.488.470 ton) ve Fransa (5.073.580 ton)'dır. Türkiye ise 390.221 ha alanda yapılan 3.670.000 ton üzüm üretimi ile 6. sırada yer almakta ve dünya üzüm üretiminin %4.99'unu karşılamaktadır (FAO, 2023).

Dünya üzerinde bağcılık Kuzey Yarımküre'de 11- 53, Güney Yarımküre'de ise 20- 40 enlem derecelerinde yapılmaktadır. Ülkemiz ise dünyada en uygun iklim kuşağı üzerinde bulunmakta ve asmanın gen merkezlerinin kesiştiği bölgede yer almaktadır. Ayrıca arkeolojik çalışmalarda bağcılık tarihinin Anadolu'da M.Ö 3500 yıllarına dayandığı belirlenmiştir (Çelik, 2011). Bu da ülkemizin köklü bir bağcılık kültürüne sahip olduğunu göstermektedir.

İklim değişikliğinin etkileri nedeniyle bağcılık günümüzde dünya üzerinde daha önceden belirtilen sınırların dışına çıkmaya başlamıştır. Bununla birlikte üzüm çeşitleri ve asma anaçlarının stres faktörlerine karşı fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri üzerine olan ilgi, iklim değişikliğine uyum sağlamak için günümüzde daha da artmaktadır (Sabır ve ark., 2018).

Coğrafi konumu, jeolojik yapısı ve iklim kuşağından dolayı ülkemizin toprakları yüksek kil, kireç, yüksek pH ve düşük organik madde içermektedir (Dinç ve ark., 1988). Hatta bazı bölgelerimizde sulama suyu pH'sının da yüksek olduğu bilinmektedir. Bu özellikteki topraklarda birçok makro ve mikro besin elementinin bitkiler tarafından alınmasının engellendiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Özgümüş, 1987; Fransson ve ark., 2003; Gallet ve ark., 2003; Nazif ve ark., 2006; Korkmaz ve İbrikçi, 2010; Marschner, 2012; Shahsavandi ve ark., 2020; Karimi ve Salimi, 2021).

Türkiye topraklarının kireç içerikleri incelendiğinde; bağcılığın yoğun olarak yapıldığı Ege Bölgesinin %14.14'ünün, Akdeniz Bölgesinin %34.21'inin, Ortagyney Anadolu Bölgesinin %37.08'inin çok fazla kireçli (>%25) olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu, 1999; Çelik ve ark., 2005). Bu rakamlara göre ülkemizde bağcılığın yapıldığı bölgelerdeki toprakların yüksek oranda kireç içerdiği anlaşılmaktadır.

Kireçli topraklarda genel olarak pH'nın yüksek olması sebebiyle makro veya mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından alımı kısıtlanmaktadır (Bavaresco ve Poni, 2003; Gallet ve ark., 2003; Nazif ve ark., 2006; Korkmaz ve İbrikçi, 2010; López-Rayó ve ark., 2019; Karimi ve Salimi, 2021). Bu nedenle kireçli topraklarda yetiştirilen bitkilerde besin elementi eksikliği dünya çapında bir problem olarak görülmektedir. Birçok çalışmada artan toprak pH'sının asmalarda özellikle demir metabolizmasını bozarak kloroza neden olduğu ifade edilmiştir (Sabır ve ark., 2010; López-Rayó ve ark., 2019). Dünyadaki toplam arazi varlığının yaklaşık % 30'unun, doğal olarak kalsiyum karbonat içeriği yüksek ve kalkerli topraklardan oluştuğu bildirilmiştir (Sánchez-Rodríguez ve ark., 2014).

Günümüzde kireçli, tuzlu ve kurak toprak tiplerine uyum sağlayabilen; filokseraya ve nematodlara dayanımı ile yerli asmalarla uyuşmaları farklı olan birçok anaç bulunmaktadır. Anaçların toprağa adaptasyonu ile ilgili özellikler arasında kireç ayrı bir öneme sahiptir. Yeni bağ tesisleri kurulurken anaçların kirece tolerans seviyeleri dikkate alınarak seçimlerin yapılması gerekmektedir (Özdemir, 2005).

Filoksera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) başta olmak üzere diğer biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin etkisinin azaltılması amacıyla bütün dünyada bağcılık, asma anaçları üzerinde yapılmaktadır. Asmalarda büyük zararlara neden olan filoksera zararlısına karşı asma anaçlarının ıslah süreci başlamış ve zamanla farklı toprak tiplerine uyum yetenekleri de dikkate alınarak devam etmiştir (Çelik, 2011). Amerikan asma anaçlarının kullanımı ve standart üzüm çeşitleri arasındaki anaç-kalem etkileşimleri, günümüzde güncelliğini koruyan araştırmalar arasında yer almaktadır (Paranychiakis ve ark., 2006; Koundouras ve ark., 2009; Gargin ve Altindisli, 2014; Teker ve ark., 2014; Vrsic ve ark., 2015). Hala devam eden melezleme ve seleksiyon çalışmaları sonucunda ıslah edilen asma anaçları, üreticilerin mevcut taleplerini karşılayamamaktadır. Ayrıca Avrupa'da bağcılığın yoğun olarak yapıldığı bölgeler için seçilen asma anaçlarının da ülkemizin kireçli topraklarına uyum sağlayamadığı bildirilmiştir (Doğan, 2022).

Türkiye topraklarının genelinin kireçli ve çok kireçli olması, organik maddenin yetersiz olması ve pH'sının yüksek olması (Dinç ve ark., 1988), 'Yeni Bağcılık' olarak adlandırılan ve Amerikan asma anaçlarının kullanıldığı durumlarda sorunlar oluşturmaktadır. Bu sorunların en önemli kaynağı anaç olarak kullanılan Amerikan asma türleri ve onların melezlerinin kirece toleransının yetersiz kalmasıdır. Buna paralel olarak gıda güvenliğinin ve çevre koruma bilincinin giderek arttığı günümüzde,

bitkisel üretimi kısıtlayan kireç stresinin organik uygulamalarla hafifletilmesi düşüncesi elzem görülmektedir.

Küresel iklim değişikliği ve bunun neden olduğu biyotik ve abiyotik streslerden dolayı verim ve kalite düşmektedir. Özellikle kuraklık ve çölleşme sonucunda meydana gelen ekolojik bozulmalardan olumsuz etkilenen dünyamızda, kurak alanların artışı topraklarda çölleşme, tuzlanma ve erozyon problemlerinin artışı tetiklemektedir (Bayraç ve Doğan, 2016). Buna tarımda aşırı ve yanlış kimyasal gübre kullanımını da eklediğimiz zaman çölleşmenin daha hızlı oluşacağı ve daha yakın bir gelecekte görüleceği düşünülmektedir. Bununla birlikte Dünyada ve Türkiye’de yaşanan kuraklık nedeniyle toprakta bulunan tuz ve kirecin yıkanamadığı; kurak ve sıcak iklim bölgelerindeki bağlarda kuraklığa ek olarak alkalın-tuz stresinin de etkisinin arttığı bilinmektedir (Tahanian ve ark., 2019).

Abiyotik streslerin etkilerini hafifletmek ve verimi artırmak için topraktan ve yapraktan gübreleme yapmak çoğu bitkide olumlu sonuçlar vermektedir. Ancak aşırı kimyasal gübreleme toprağın yapısının bozulmasına, toksik materyallerin akarsulara, yer altı sularına ve bu nedenle içme suyuna karışarak çevreye ve canlılara zarar vermesine neden olmaktadır (Prasad ve ark., 2017; Kadioğlu, 2021; Zhang ve Goss, 2022; Sachdeva ve ark., 2023). Yanlış kimyasal gübre uygulamaları aynı zamanda toprak tuzluluğuna, ağır metal birikimine ve sera gazlarında artışa neden olmaktadır (Kadioğlu, 2021). Bu sebeple, tarımsal üretim doğal dengeyi korumaya ve doğanın kendini yenileyebilmesine yardımcı olacak yeni yaklaşımlara yönelmiş ve bunun sonucunda tarımsal üretimde “sürdürülebilir” veya “organik” olarak ifade edilen yeni yaklaşımlar ortaya çıkarmıştır (Erşahin, 2007). Bununla birlikte insanlarda sağlık bilincinin artması ile sağlıklı gıdalara yönelim artmıştır (Demiryürek, 2016). Bu nedenle topraktaki besin elementlerinin yararlılığını artıran ve toprak kirliliğini azaltan geleneksel organik gübrelerin kullanımı ve önemi giderek artmaktadır (Khan ve Deepika, 2021).

Bitkisel üretimde kullanılan çiftlik gübreleri toprak yapısını iyileştirmekte, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini sağlamakta ve toprak kirliliğini azaltmaktadır. Bu özellikleri sebebiyle bu tür geleneksel gübre kaynaklarının kullanımı ve önemi giderek artmaktadır (Khan ve Deepika, 2021). Çiftçiler tarımsal alanlarda çeşitli hayvan gübreleri kullanmaktadırlar. Ancak hayvan gübresinin özellikleri; hayvanın cinsi, türü, beslenme şekli ve çiftliklerde kullanılan altlık materyalleri gibi

birçok faktöre göre değişkenlik göstermektedir (Erdal ve ark., 2018). Bu nedenle kullanılan çiftlik gübrelerinin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Bitkisel ve hayvansal atıklar kullanılarak solucanlar aracılığıyla elde edilen solucan gübresi ise toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirip, topraktaki organik maddenin parçalanmasına ve humus oluşumuna katkı sağlamaktadır (Yıldız ve ark., 2005; Yüksek ve ark., 2019). Azot fiksasyonu yapan bakterileri (Azotobakter) ve mikoriza mantarlarını içermesi sebebiyle mikroorganizma açısından da zengindir (Demir ve ark., 2010). Vermikompost uygulanan toprak, bitkiye yararlı formdaki besin elementleri ve bitki gelişim düzenleyiciler bakımından zenginleşmektedir; bu özellikleri sayesinde köklenmeyi desteklemekte ve bitkilerin patojenlere karşı direnç kazanmasını sağlamaktadır (Kuş, 2019).

Yoğun tarım uygulamalarının yapıldığı alanlarda toprak yapısının bozulması, topraklarda toksik etkilere neden olan kimyasal maddelerin birikmesi, mikrobiyolojik ve biyokimyasal aktivitenin sekteye uğraması, bitki besin elementlerinin alınabilirliğinin azalması, toprak kaynaklı zararlı canlıların yoğunlaşması gibi olumsuz sonuçlar, araştırmacıları toprağa alternatif bazı ortamlarda çalışmaya yöneltmiştir. Bunun sonucunda topraksız tarım, topraksız yetiştiricilik veya topraksız kültür olarak adlandırılan yeni tekniklerin kullanımı artmıştır (Savvas ve Gruda, 2018).

İklim değişikliği, su kaynaklarının yetersizliği, toprak verimliliği, nüfus artışı ve gıda fiyatlarının artması gibi problemlerin üstesinden gelmek amacıyla topraksız kültüre yönelim artmaktadır (Gruda ve ark., 2018; Zareei ve ark., 2021). Bu yöntemde, bitkiye stres oluşturmaktan ihtiyaç duyduğu su ve besin elementlerini sağlayarak en ekonomik şekilde bitkilerin büyüme ve gelişimini desteklemek amaçlanmaktadır (Gül, 2019).

Topraksız tarımın özellikle anaç kullanımının neden olduğu sorunların çözümünde, suyun daha verimli kullanılmasında ve bitki beslemenin daha etkin yapılmasında, birim alandan elde edilen ürün veriminin ve kalitesinin kontrolünde önemli bir alternatif teknik olacağı düşünülmektedir. Örtü altı bağcılığı ile topraksız kültür birlikte düşünüldüğünde bu yetiştirme tekniğinin belirtilen avantajlarından dolayı bağcılık için önemli olduğu bildirilmiştir (Atalan, 2020). Topraksız kültürün en önemli kullanım alanlarından birisi de bilimsel araştırmalardır. Bilimsel araştırmalarda topraksız kültür, çevresel faktörlerin araştırmadaki istenmeyen etkilerini minimize ederek araştırmacının uygulama etkilerini daha objektif değerlendirmesini sağlar.

Topraksız tarımın ülkemizde ilk olarak 1980'li yıllarda araştırma amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Ticari açıdan kullanımı ise ilk olarak 1995 yılında

yurtdışından getirilen teknoloji sayesinde Antalya’da gerçekleştirilmiştir. Başlangıçta Akdeniz’de faaliyet gösteren topraksız tarım, enerji maliyet yükünün artması sebebiyle jeotermal enerji kaynaklarının yoğun olduğu bölgelere dağılmıştır (Örs, 2004).

Topraksız tarım tekniğinde, torf, perlit, zeolit, vermikulit, pomza, kum, kaya yünü, talaş, hindistancevizi lifi (Cocopeat) ve farklı bitki kompostları gibi materyallerden yararlanıldığı bilinmektedir (Koral, 2006; Kuş, 2019). Bu materyallerden bitki kompostu haricindekilerin oluşması veya oluşturulmasının uzun zaman alması, bu materyallerin sonsuz olmaması, üreticilere ve araştırmacılara maddi yükünün olması gibi sebepler sürdürülebilirliklerini kısıtlamaktadır. Bitki gelişimini artırmak ve toprak kökenli sorunlarla mücadele edebilmek için hem topraksız yetiştiricilikte hem de topraklı yetiştiricilikte bu materyallerin yanı sıra yararlı mikroorganizmalar da kullanılmaktadır (Karoglan ve ark., 2021).

Ülkemizde bağıcılık yapılan ekolojilerin önemli bir kısmında çeşitli biyotik ve abiyotik stres faktörleri ekonomik anlamda üzüm yetiştiriciliğini olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda etkisi daha fazla hissedilen küresel iklim değişikliği de stres faktörlerinin asmalar üzerindeki olumsuz etkisini arttırabilmektedir. Ülkemizin içinde bulunduğu ekosistemde, bağ alanlarının toprak karakteristiğinde yüksek kil, yüksek pH ve düşük organik madde içeriğine yaygın olarak rastlanmaktadır. Bu özellikteki topraklarda birçok makro ve mikro besin elementinin bitkiler tarafından alınmasının engellendiği bilinmektedir. Bitkilerde kireç stresinden kaynaklanan besin elementi noksanlığının giderilmesi amacıyla, yaygın olarak topraktan ve yapraktan çeşitli kimyasal gübreler uygulanmaktadır. Bu durum, insan, hayvan, bitki ve diğer canlıların sağlığını olumsuz etkilenmekte, biyolojik çeşitliliğe ve bu nedenle çevreye geri dönüşü olmayan zararlara neden olabilmektedir. Ancak, çevre ve insan sağlığına dost, hassas tarım teknikleri temeline dayalı sürdürülebilir uygulamaların konu alındığı araştırma sayısının oldukça yetersiz olduğu düşünülmektedir. Hızla azalmakta olan doğal kaynakların gelecek nesilleri de dikkate alarak kullanımını ve uzun vadede ekolojik gelişimini hedefleyen organik ve sürdürülebilir tarım uygulamaları önem kazanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, organik kökenli sürdürülebilir uygulamalardan olan çiftlik gübresi ile katı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarının kalsiyum stresi ortamında topraksız kültür şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Michele Palieri’ asmalarının fizyolojisi ile biyokimyasal ve gelişme özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Solucan Gübresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Solucan gübresi (vermikompost) çevre dostu organik bir gübredir ve vermikompost üretim işlemi tarımsal atıkların yönetimi için ekonomik bir teknik olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda çiftçi dostu olarak da bilinen solucanlar, organik maddenin ayrışmasıyla toprağın verimliliğini artırmaktadır. Bu süreçte solucanlar, son derece zengin bir biyo-gübre kaynağı olan ürünlerini toprağa bırakmaktadır. Fiziko-kimyasal analizler, vermikompostlamanın toplam organik karbon ve karbon-azot (C / N) oranını azalttığını, ancak kompost ve diğer tarımsal atıklarla karşılaştırıldığında azot-fosfor-potasyum (NPK) içeriğini artırdığını göstermiştir. Ayrıca vermikompost uygulamaları patojenleri olumsuz etkileyerek (biyokontrol) ürün kalitesini ve verimi artırma, toprağın su tutma kapasitesini geliştirme ve bitki büyüme düzenleyicilerinin üretimi ile de toprağa ve bitkiye katkı sağlamaktadır. Tüm bu faktörler ürün verimi ve kalitesinin yanı sıra toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileşmesini sağlamaktadır (Gupta ve ark., 2019).

Tavalı (2011), saksı denemesinde farklı dozlarda (1-2-3-4 t da⁻¹) vermikompost ve çiftlik gübresinin toprakta organik madde miktarı, toplam azot, alınabilir fosfor, pH ve EC üzerine etkisini araştırmıştır. Vermikompost ve çiftlik gübresi uygulamalarının 16 haftalık inkübasyon sonunda, dozlara bağlı olarak organik madde, toplam azot ve alınabilir fosfor miktarını artırdığı bildirilmiştir. Uygulama dozları ve inkübasyon sürelerinin toprağın pH ve EC değerlerini değişen oranlarda artırdığı raporlanmıştır.

Valdeorras (kuzey-batı İspanya) şarap bölgesinden toplanan üzüm posası kullanılarak elde edilen vermikompost, laboratuvar şartlarında aynı bölgenin bağ toprağına farklı oranlarda eklenerek (% 2 ve % 4, kuru ağırlık) on hafta boyunca 25°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda toprağın C ve N mineralizasyonu araştırılmıştır. Bağ toprağındaki C mineralizasyonunun üzüm posası vermikompostu sayesinde arttığı saptanmıştır. Üzüm posasının geri dönüşümü ile bağlardaki mevcut organik madde seviyesinin korunabileceği ve oluşturulan vermikompostun asma için uygun besin değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir (Paradelo ve ark., 2011).

Hindistan'da 2007 ve 2008 yıllarında 'Red Delicious' elma çeşidinde mineral beslenme ve toprak özellikleri üzerinde organik ve inorganik materyallerin birlikte ve ayrı kullanımlarının etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kompoze gübre (NPK), çiftlik

gübresi, solucan gübresi, arbüsküler mikorizal mantarlar, *Azotobacter spp.* ve *Azospirillum spp.* bakteri ırkları farklı dozlar ve farklı kombinler oluşturularak topraktan uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, çiftlik gübresi ve vermikompostun tek başlarına veya diğer biyogübrelerle birlikte kullanımlarının yapraklarda N, P ve K içeriklerini; toprakta ise organik C, N, P ve K içeriklerini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca biyogübrelerin vermikompost ile birlikte kullanımının, yaprakta besin elementi içeriği ve toprak verimliliği açısından çiftlik gübresinden daha üstün olduğu saptanmıştır. Toprak organik karbonunun ise en yüksek çiftlik gübresi ile sağlandığı raporlanmıştır (Singh ve ark., 2011).

Aydın'ın Çine ilçesinde 2011 yılında organik olarak yetiştirilen 'Gemlik' zeytin çeşidinde yapılan çalışmada, farklı dozlarda organik gübrelerin zeytin yaprağında ve yetiştirildiği topraktaki besin elementleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Kumlu-tınlı ve tuzlu özellikteki toprakta sığır (0-6-12-18 kg da⁻¹), koyun (0-5-10-15 kg da⁻¹), solucan (0-0.5-1.0-1.5 kg da⁻¹), tavuk (0-0.5-1.0-1.5 kg da⁻¹) ve zeytin karasuyu (0-5-10-15 kg da⁻¹) gübrelerinin etkileri araştırılmıştır. Başlangıçta hafif alkali olan toprak pH'sının, deneme sonunda uygulamaların etkisi ile hafif-orta alkali özelliğe dönüştüğü tespit edilmiştir. Uygulamaların yapraklardaki besin elementleri içeriğine etkileri incelendiğinde N, Mg ve Zn içeriklerinin düşük; P, K ve Ca miktarlarının yetersiz; Cu, Fe ve Mn içeriklerinin ise yeterli olduğu belirlenmiştir. Deneme sonuçlarına göre, farklı organik gübreler arasında en iyi etkinin sırasıyla tavuk, sığır, solucan, karasu ve koyun gübresinden elde edildiği rapor edilmiştir (Şahin, 2013).

Uz ve Tavalı (2014)'nın Türkiye'nin yarı kurak iklim özelliğine sahip Akdeniz Bölgesi'nde yaptığı çalışmada, yüksek kireç içeriğine sahip alkali topraklarda vermikompost ve çiftlik gübresinin toprağın biyolojik ve kimyasal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Toprak ve organik gübreler farklı dozlarda (0, 10, 20, 30, and 40 t ha⁻¹ fırın kuru ağırlık) karıştırılarak örtü altı koşullarında inkübasyona bırakılmıştır. Vermikompostun çiftlik gübresine göre topraktaki bakteri sayısını daha fazla arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca organik gübre dozlarına paralel olarak topraktaki organik madde, toplam azot ve alınabilir fosfor miktarının arttığı belirlenmiştir. Organik madde miktarının çiftlik gübresinde 40 t ha⁻¹ dozunda, toplam azot ve alınabilir fosforun ise vermikompost uygulamasında 40 t ha⁻¹ dozunda en yüksek değerlere ulaştığı saptanmıştır. Akdeniz Bölgesi'nin alkali kireçli özellikteki topraklarının biyolojik ve kimyasal özelliklerini iyileştirmek için vermikompostun çiftlik gübresine alternatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Açıkbaş (2016a) tarafından açık koşullarda 10 litrelik saksılarda yürütülen bir çalışmada, eşit oranlardaki toprak, torf ve perlit içeren ortamlara % 0 (kontrol), % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında vermikompost eklenmiş ve 5 BB anacına aşılı 'Trakya İlkeren' fidanlarının vejetatif gelişmeleri araştırılmıştır. Vermikompost uygulamalarının asma fidanlarında vejetatif gelişmeyi (sürgün uzunlukları ile yaş ve kuru sürgün ağırlıkları) ve mineral beslenmeyi önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Fidan yetiştirme ortamlarında vermikompostun artan dozları, incelenen tüm vejetatif gelişme özelliklerinde önemli artışlara neden olmuştur. Vejetatif gelişmeye paralel olarak yapraklardaki toplam N, P ve K içeriklerinin vermikompost dozunun artışıyla birlikte arttığı saptanmıştır. Sonuç olarak vermikompost uygulamasının fidanlarda daha fazla kök ve sürgün oluşturduğu tespit edilmiştir. Vermikompost uygulaması sonucunda asmaların mineral madde miktarındaki artışın vejetatif gelişmedeki artışla ilişkili olabileceği öne sürülmüştür. Asma fidanlarında incelenen özelliklere göre yetiştirme ortamına uygulanan % 20 oranındaki vermikompostun diğer uygulamalara göre daha olumlu sonuçlar verdiği rapor edilmiştir.

Bellitürk ve ark. (2017)'nin saksı kültüründe gerçekleştirdikleri çalışmada, Gemlik zeytin fidanı üretiminde toprak, torf ve kum karışımına (1:1:1) çiftçilerin yaygın olarak kullandığı kimyasal gübre (15-15-15) ve farklı oranlarda (% 0, 5, 10, 20, 40) vermikompost uygulamasının etkileri araştırılmıştır. Araştırmada yetiştirme ortamının N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu ve B içerikleri araştırılmıştır. Yetiştirme ortamının makro ve mikro element içeriklerinde zamana göre meydana gelen değişimlerin önemli olmadığı, organik madde miktarında azalmalar olduğu ve pH değerinin arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, vermikompost uygulamalarının zeytin fidanı yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelerle alternatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Kuzeydoğu İtalya'daki bir bağda yürütülen çalışmada, toprak işleme (Tİ), vermikompost (VK) ve asma sürgünlerinden elde edilen kompost (SK) uygulamalarının toprak verimliliğine ve asma gelişimine 3 yıl süreyle etkilerini araştırmışlardır. Deneme bağında Tİ-, Tİ+, Tİ+VK+ (dekara yıllık 1.5 ton) ve Tİ+SK+ (dekara yıllık 4 ton) olmak üzere 4 uygulama denenmiştir. Araştırma sonunda toprak işleme uygulamasının toprak verimliliğini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Özellikle, toprak organik maddesi ve alınabilir N sırasıyla %20 ve %55 oranında azalmıştır; bu da ürün verimi ve kalitesinde önemli azalmaya neden olmuştur. VK ve SK uygulamalarının özellikle toprak organik maddesi, su içeriği, yarayışlı N ve mikrobiyal biyokütle miktarını ve aktivitesini artırdığı tespit edilmiştir. Vermikompostun toprak verimliliğini; SK

uygulamasının ise üzüm verimi ve toplam N’da bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (Mondini ve ark., 2018).

Yılmaz ve Kurt (2018), Ordu il merkezinde bulunan bir bahçeden alınan toprak örneklerine farklı dozlarda biyokömür (BK) ve vermikompost (VK) uygulamışlar ve farklı inkübasyon sürelerine tabii tutmuşlardır. İnkübasyon sonunda topraktaki organik madde içeriği ve CO₂ miktarı araştırılmıştır. Biyokömür ve vermikompost karışımları (kontrol (O₁); %100 BK (O₂); %100 VK (O₃); %75 BK+%25 VK (O₄); %25 BK+%75 VK (O₅); %50 BK+%50 VK (O₆)) şeklinde planlanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, uygulamaların CO₂ oluşumunu ve organik madde miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Genel olarak toprağın biyolojik özellikleri üzerine O₂ ve O₃ ortamlarının daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Popescu ve Popescu (2018) tarafından sürdürülebilir bağcılık uygulamaları üzerine gerçekleştirilen çalışmada, iki üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeşidinin solucan gübresinden elde edilen hümitik asit (HA) uygulamasına tepkisi araştırılmıştır. Bağ koşullarında gerçekleştirilen ve iki yıl üst üste tekrarlanan çalışmada yapraktan hümitik asit uygulaması üç farklı konsantrasyonda denenmiştir; 30 ml L⁻¹ (HA₁), 40 ml L⁻¹ (HA₂) ve 50 ml L⁻¹ (HA₃). Denemede ‘Feteasca Regala’ ve ‘Riesling İtalian’ üzüm çeşitleri kullanılmıştır. HA₃ uygulamasının toplam yaprak alanı, verim ve suda çözünür kuru madde miktarını önemli derecede artırdığı saptanmıştır. Asmalarda yapılan ölçümlerde HA₂ ile HA₃ uygulamaları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, yapraktan hümitik asit uygulamasının asmada büyüme, verim ve üzüm kalitesi özelliklerini artırabileceği belirtilmiştir.

Selçuk Üniversitesi’nde örtü altı koşullarında topraksız kültür ortamında yürütülen bir çalışmada organik gübreler ve sentetik kimyasalların asmalarda fizyolojik ve vejetatif gelişmeye etkileri araştırılmıştır. Eşit oranda torf ve perlit içeren saksılarda yetiştirilen asmalara çiçeklenme öncesinde, tane tutumunda ve koruk döneminde yapraktan solucan gübresi (SG, %1), hümitik asit (HA, %0.2), bakteri (BS, 6.3 x 10⁶ CFU g⁻¹ *Bacillus subtilis* QST 713), üre (Ü, %1), kompoze gübre (KG, %1 N+P+K+ME), çinko (Ç, %0.5), mikronize kalsit (MK, %5) ve bitki koruma ilaçları (insektisit + fungisit) uygulanmıştır. Çalışmada bitkisel materyal olarak 41 B anacına aşılı ‘Alphonse Lavellée’ üzüm çeşidi kullanılmıştır. Yapraktan uygulanan solucan gübresinin üç uygulama döneminde de stoma iletkenliğini kontrole göre artırdığı ifade edilmiştir. Özellikle koruk dönemindeki uygulamalardan sonra yapılan stoma iletkenliği ölçümlerinde en yüksek değerler solucan gübresinde tespit edilmiştir. En yüksek yaprak

alanı ve yaprak yaş ağırlığı sırasıyla mikronize kalsit ve solucan gübresinden; en yüksek sürgün çapı ise solucan gübresinden elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada verim artışını sağlayan başlıca uygulamaların SG, HA ve BS olduğu ifade edilmiştir (Özturan, 2018).

Brezilya'nın Santana do Livramento şehrinde 30 yıldan fazla süredir asma yetiştirilen bir bağın toprağında bakır toksisitesini azaltmak amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, vermikompost (86.7 g kg^{-1}) ve kireçtaşının (3 mg ha^{-1}) bakır toksisitesi ve besin elementlerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 1103 Paulsen asma anaçları söz konusu bağın toprağını içeren PVC kolonlarda 12 ay yetiştirilerek büyüme, fotosentez ve kök morfolojisi parametreleri değerlendirilmiştir. Çalışmada vermikompost uygulamasının Cu toksisitesini hafifletmediği tespit edilmiştir. Kış budaması öncesinde yapılan yaprak analizlerinde, en yüksek P, K, Ca, Mg ve Mn konsantrasyonları vermikompost uygulanan toprakta yetiştirilen asmalarda bulunmuştur. Vejetasyon dönemi sonuna kadar vermikompost ve kireçtaşı uygulamalarının asma gelişimini artırdığı saptanmıştır. Ancak kış budamasından önce vermikompost uygulanan asmaların sürgünlerinde manganez (Mn) miktarının yüksek olduğu ve bunun da Mn fitotoksitesine neden olarak kış budamasından sonra bitkilerin ölümüne neden olduğu bildirilmiştir (Trentin ve ark., 2019).

Aktaş ve Yüksel (2020), farklı tekstür özelliklerine sahip toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine vermikompost dozlarının ($0, 20, 40, 80, 160 \text{ ton ha}^{-1}$) etkilerini saksı kültürü koşullarında araştırmışlardır. Denemede toprak ve vermikompost karışımları laboratuvar ortamında 90 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda vermikompost dozlarındaki artışa paralel olarak her iki toprağın da organik madde ve EC düzeyinin arttığı belirtilmiştir. Vermikompost dozlarının artışı ile yüksek pH'ya sahip olan killi özellikteki toprakta pH'nın azaldığı ve asit karakterli tınlı toprakta pH'nın arttığı raporlanmıştır.

Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün Fidan Üretim Tesisine ait açık alanda yürütülen bir çalışmada, dikim çukurlarına farklı miktarlarda vermikompost (VK) ve kompoze gübre (KG) uygulanmıştır (Kontrol, $VK_{1.5}KG_0$, VK_3KG_0 , $VK_0KG_{0.75}$, $VK_0KG_{1.5}$, $VK_{1.5}KG_{0.75}$). Uygulamalar biyogaz sıvı gübresini (BS) ve sulama suyu (SS) olmak üzere iki farklı alt parselde bölünmüştür. Uygulamaların 'Alphonse Lavallée' sofralık üzüm çeşidinde mineral beslenme ve vejetatif gelişmeye etkileri araştırılmıştır. Çalışmada vermikompostun artan dozları ile BS uygulamalarının birlikte kullanımının asma fidanlarında azot, fosfor, kalsiyum, magnezyum, demir ve bakır elementlerinde artışlar sağladığı tespit edilmiştir. Yapılan uygulamalarda yaprak azot değerleri %1.89-

2.64 arasında bulunmuş ve en yüksek değerler VK3KG0 ile BS kombinasyonundan (%2.64) elde edilmiştir. Yapraklardaki en yüksek fosfor içeriği VK3KG0 ile BS kombinasyonunda (%0.30) saptanmıştır. En yüksek kalsiyum içeriği ise VK1.5KG0.75 ve BS kombinasyonunda (%2.80) tespit edilmiştir. Artan vermikompost dozları ile yapraklardaki Fe içeriğinin (175 mg kg^{-1}) referans sınır değerlerin üzerine çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca gübre uygulamalarının asma yapraklarında K elementi üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Koç ve ark., 2021).

Selçuk Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada, karasal iklim koşullarında yaprak gübrelerinin 'Alphonse Lavallée' sofralık üzüm çeşidinde bazı vejetatif ve fizyolojik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla yapraktan uygulanan sıvı solucan gübresi, hümkik asit ve üre uygulamaları ile hiç bir uygulamanın yapılmadığı kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Çalışmada, yaprak gübrelerinin asmalarda verim, sürgün çapı ve uzunluğu değerlerini önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır. En yüksek sürgün uzunluğu hümkik asit (104.3 cm) ve solucan gübresi (95.3 cm) uygulamalarında, en yüksek sürgün çapı ise üre (8.2 mm) uygulamasında belirlenmiştir. Yaprak gübrelerinin asmalarda yaprak sıcaklığını ve stoma iletkenliğini artırma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Uygulamaların karasal iklim bölgelerinde asmaların vejetatif gelişmesini ve verimini destekleyen çevre dostu uygulamalar olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Sabır ve ark., 2021)

Sharma ve ark. (2022), organik ve inorganik gübrelerin ayrı ayrı ve birlikte kullanımlarının 'Allison' kivi çeşidinde mineral beslenme ve toprağın fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede uygulama olarak, %100 sığır gübresi (U1); %100 vermikompost (U2); %100 tavuk gübresi (U3); %50 sığır gübresi + %50 tavuk gübresi (U4); %50 sığır gübresi + %50 vermikompost (U5); %50 tavuk gübresi + %50 vermikompost (U6); eşit oranlarda sığır gübresi + tavuk gübresi + vermikompost (U7); ve NPK + 40 kg sığır gübresi (U8) toprağa ilave edilmiştir. U8 uygulamasının, kivide yaprak klorofil içeriği, yaprak sayısı, yaprak alanı ve gövde çapı değerlerini artırdığı ve aynı zamanda toprağın kimyasal özelliklerini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, organik gübrelerin inorganik gübreye göre, yaprakların besin içeriğini daha fazla artırdığı; eşit orandaki sığır gübresi ve solucan gübresi karışımının ise toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, organik gübrelerin kivi yapraklarının besin içeriğini ve toprağın fiziksel özelliklerini önemli oranda etkilediği bildirilmiştir.

South Valley Üniversitesinin Ziraat Fakültesine ait deneme bağında yetiştirilen ‘Superior Seedless’ üzüm çeşidinde iki yıl (2018 ve 2019 sezonu) süreyle kompoze gübre ve organik gübrelerin etkileri araştırılmıştır. Kimyasal gübrelemeyi kontrol etmek, çevre kirliliğini azaltmak, asmalarda beslenme ve vejetatif gelişmeyi iyileştirmek amacıyla organik gübreler (vermikompost ve biyogübre) ile kompoze gübre (NPK) kombinasyonlarından oluşan 7 farklı uygulama planlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, önerilen kompoze gübre dozunun %50’si+860 g solucan gübresi/asma+150 ml biyogübre (azot bağlayıcı bakteri, fosfat çözücü ve silikat çözücü ırkların karışımı) ve önerilen kompoze gübre dozunun %50’si+1720 g solucan gübresi/asma uygulamalarının sürgün uzunluğu, yaprak alanı, yaprak mineral içeriği gibi büyüme ve mineral beslenme özelliklerini iyileştirme açısından çok etkili olduğu ve en yüksek verimin bu üç uygulamadan sağlandığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu iki uygulamanın toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirdiği, insan sağlığı açısından daha güvenli olduğu, mineral gübrelemenin azaltılmasına katkı sağlayabileceği ve çevre kirliliğini azaltmada alternatif uygulamalar olabileceği belirtilmiştir (Abd Elrahman ve Bakr, 2022).

2.2. Çiftlik Gübresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi’nde fındık yetiştirilen toprakların genel özelliklerini gösteren bir deneme bahçesinde organik gübrelerin toprak özelliklerine ve ‘Tombul’ tipi fındıkta verim ve kaliteye etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla fındık ağaçlarına fındık zurufu kompostu, torf, çiftlik gübresi ve tavuk gübresi uygulanmıştır. Organik gübrelerin toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisinin ilk yılda ikinci yıla göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Tavuk gübresi ve çiftlik gübresi daha çok toprağın kimyasal özellikleri üzerine etkili olurken, torf ve fındık zurufu kompostunun toprağın fiziksel özelliklerini etkilediği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre tavuk gübresi ve çiftlik gübresinin ‘Tombul’ tipi fındıkta verim artışı sağladığı bildirilmiştir (Özenç ve Çaycı, 2005).

Kumar ve ark. (2004), ‘Muskat’ üzüm çeşidinin yetiştirildiği bir bağda mikro besin elementlerinin tek başına ve çiftlik gübresi ile birlikte kullanımının verim, vejetatif gelişme ve toprak verimliliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede, asma başına topraktan çinko (10 g), çinko+çiftlik gübresi, çinko (10 g)+boraks (4 g) ve çinko+çiftlik gübresi+boraks (4 g); yapraktan ise Zn (% 0.2)+üre (% 1), borik asit (%)

0.1)+üre (% 1), borik asit (% 0.1)+Zn (% 0.2)+ürenin (% 1) ve kombine gübreler (% 0.2 ZnSO₄, % 0.1 borik asit, % 0.1 FeSO₄, % 0.1 MnSO₄, % 1 üre, 50 gr MgSO₄ ve % 10 ZnSO₄) uygulanmıştır. Çalışmada topraktan bor ve çinkolu gübre uygulamalarının toprağın azot, fosfor ve potasyum miktarını artırdığı; yapraktan uygulanan borik asidin ise asmalarda çinko miktarını artırdığı belirlenmiştir. Toprağa ilave edilen çinko ve çinko+çiftlik gübresi uygulamalarının topraktaki çinko miktarını artırdığı tespit edilmiştir. En yüksek verim Fe, Mn, Zn ve B içeren gübre uygulamalarında tespit edilmiştir. En yüksek yaprak alanı ve yaprak sayısının ise yapraktan uygulanan çinko ve borun tekli ve birlikte olduğu uygulamalardan elde edildiği bildirilmiştir.

Çukurova Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada, saksı kültüründe 'Yalova İncisi' üzüm çeşidi ile 140 Ru ve 1103 P asma anaçlarının farklı kireç içeriğine sahip topraklarda demir kaynaklı gübrelere ve çiftlik gübresine verdiği tepkiler araştırılmıştır. Bu amaçla asma genotiplerinin yetiştirildiği ortam %10, %30 ve %50 kireç içeren topraklardan oluşturulmuştur. Yetiştirme ortamına, demir içeren [(20 ppm FeSO₄+Çiftlik gübresi (100 g/5 kg toprak/saksı), 20 ppm Fe-EDDHA, 20 ppm FeSO₄+Sitrik asit (uygulanan FeSO₄'ın %10'u kadar)] ve içermeyen [kontrol (0 ppm Fe)] dört farklı uygulama yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, kireç oranı %50 olan ortamda 'Yalova İncisi' üzüm çeşidinin yapraklarında Fe, Zn, Ca, P ve Mg miktarları 140 Ru ve 1103 P anaçlarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Yetiştirme ortamındaki kireç miktarının artışı ile denemede kullanılan tüm asma genotiplerinde kloroz seviyesinin arttığı ve Fe başta olmak üzere diğer mikro ve makro besin maddelerinin alımının azaldığı saptanmıştır. Artan kireç miktarının sürgün ve yapraklara ait vejetatif özellikleri de olumsuz etkilediği vurgulanmıştır. Çalışmada kullanılan tüm Fe uygulamaları kloroz şiddetini azaltırken, Fe-EDDHA ve FeSO₄ + sitrik asit uygulamalarının diğer özellikleri de olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Özdemir, 2005).

Özdemir ve ark. (2008); asma budama artığı, çiftlik gübresi, yeşil gübre (arpa + fiğ), saman malçı ve bu materyallerin kombinasyonlarının 10 yaşındaki 'Çiloreş' üzüm çeşidinde besin elementi alımına etkilerini araştırmışlardır. Denemenin gerçekleştirildiği bağ toprağının toplam kireç içeriği %20.04 ve pH'sı 7.63 olarak belirlenmiştir. Yaprak örnekleri tam çiçeklenme ve ben düşme dönemlerinde alınmıştır. Yaprakların makro (%) (N, P, K, Ca, Mg) ve mikro element (mg kg⁻¹) (Fe, Zn, Cu, Mn) konsantrasyonları ölçülmüştür. Asma yapraklarının hem makro (N, P, K, Ca ve Mg)

hem de mikro (Fe, Zn, Cu ve Mn) besin elementi içeriklerinde uygulamaların önemli artışlara yol açtığı bildirilmiştir.

Manisa- Horozköy ve Alaşehir-Yeşilyurt'da organik bağcılık yapılan iki farklı alanda yürütülen bir çalışmada, organik materyallerin bağ toprağındaki CO₂ oluşumuna ve toplam organik karbon miktarına etkileri araştırılmıştır. Organik materyal olarak bakla (10 kg da⁻¹)+fiğ (4 kg da⁻¹), arpa (5 kg da⁻¹)+fiğ (6 kg da⁻¹) ve çiftlik gübresi (1 t da⁻¹) kullanılmıştır. Beş yıl süren denemede organik uygulamaların her iki yörede de toprağın CO₂ miktarını ve toplam organik karbon oranını artırdığı rapor edilmiştir (Çengel ve ark., 2009).

Eğirdir (Isparta) Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsünde 2002-2006 yılları arasında yürütülen bir çalışmada farklı organik gübrelerin ve konvansiyonel yetiştiriciliğın aşılı elma çeşitlerinde morfolojik gelişim üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, M9 anacına aşılı 'Rajka', 'Jonafree', 'Golden Delicious' ve 'Williams Pride' elma çeşitlerinin kullanıldığı çalışmada organik yetiştiricilikte kullanılan çiftlik gübresi, yeşil gübreleme ve deniz yosunu (Maxicrop) uygulamaları ile konvansiyonel yetiştiricilik karşılaştırılmıştır. Uygulamaların taç genişliğı, sürgün sayısı ve sürgün kalınlığına farklı etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonunda özellikle 'Jonafree' ve 'Rajka' çeşitlerinde üç organik uygulamanın birlikte kullanımı ile gövde çapının konvansiyonel yetiştiriciliğe göre daha yüksek bulunduğu tespit edilmiştir. 'Rajka' çeşidi haricindeki tüm genotiplerde organik uygulamaların birlikte kullanımı sonucunda konvansiyonel üretime göre bitki boyunun artış gösterdiği bildirilmiştir (Atasay ve ark., 2011).

Gaziantep'in Oğuzeli ilçesinde yüksek goble terbiye şekli verilmiş 'Dımışkı' üzüm çeşidinin organik ve konvansiyonel yetiştiricilik sonucunda verim parametreleri ile toprak özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada organik materyal olarak çiftlik gübresi (3 ton da⁻¹ bir yıl arayla) ve yeşil gübre (% 80 fiğ ve % 20 arpa 12 kg da⁻¹); inorganik materyal olarak ise kompoze gübre (20:20 ve 15:15:15 Çinko içerikli Fe EDDA Schellat) kullanılmıştır. Çalışma sonunda deneme alanındaki toprakların kireç içeriğinin uygulamalardan etkilenmediğı saptanmıştır. Tüm uygulamalarda organik madde ve Fe sınır değerin altında bulunurken, Mn, Cu, Ca, P ve K'nın sınır değerin üzerinde olduğu belirtilmiştir (Karadağ ve ark., 2011).

Karažija ve ark. (2015), Hırvatistan'ın Plešivica bağcılık bölgesinde yer alan, yüksek pH'ya ve %13.53 aktif kirece sahip bir bağda, Kobber 5 BB anacına aşılı on yaşındaki 'Sauvignon White' üzüm çeşidinde iki yıl süren bir araştırma

gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada; çiftlik gübresi (20 ton ha⁻¹ ve 40 ton ha⁻¹), torf (20 000 litre ha⁻¹ ve 40 000 litre ha⁻¹) ve kompoze gübre [NPK (5-20-30) 500 kg ha⁻¹+2x100 kg üre ha⁻¹] uygulamaları hiçbir uygulama yapılmayan kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, alkalın özellikte ve yüksek kireç içeren bağ toprağına yapılan uygulamaların 2 yıl boyunca topraktaki fiziksel ve kimyasal özelliklere etkileri araştırılmıştır. Bağ toprağında pH, organik madde, toplam azot, fosfor ve potasyum analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, çiftlik gübresi ile torf uygulamalarının artan dozlarının P miktarını kontrole göre her iki yılda da artırdığını; ancak ikinci yılda P miktarının birinci yıla göre daha az olduğu vurgulanmıştır. Genel olarak çiftlik gübresinin; toprak pH'sını, toplam azotu, fosforu ve potasyumu her iki yılda da artırdığı ifade edilmiştir (Karažija ve ark., 2015).

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 2004 ve 2008 yıllarında konvansiyonel ve organik tarım uygulamalarının beş yağındaki 'Hicaznar' nar çeşidinin yapraklarında besin elementi içeriğine ve çok kireçli (%24.39) özellikteki toprakların kimyasal özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Konvansiyonel üretimde sentetik gübre olarak (NPK); şubat sonu, haziran başı ve ağustos başında amonyum sülfat (%21 N); kasım ayında üçlü süper fosfat (%43-45 P₂O₅) ve potasyum sülfat (%50 K₂O) uygulanmıştır. Organik tarım parselinde ise organik gübre olarak; Ekim ayında dekara 8 kg adi fiğ + dekara 3 kg arpa (O₁); Eylül ayında çiftlik gübresi (40 kg ağaç⁻¹) + Kasım ayında dekara 8 kg fiğ + dekara 3 kg arpa (O₂); Eylül ayında torf (30 kg ağaç⁻¹) + Kasım ayında dekara 8 kg adi fiğ + dekara 3 kg arpa (O₃) uygulamaları yapılmıştır. Kontrol parseline ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Yapraklardaki N, P, K, Mg ve Fe içerikleri en yüksek konvansiyonel üretim (NPK) parselinde tespit edilirken, bunu çiftlik gübresi+ yeşil gübreleme (O₂) uygulaması takip etmiştir. En yüksek mangan içeriğı O₂ uygulamasında ve en yüksek çinko miktarı O₃ uygulamasında saptanmıştır. Toprak özellikleri incelendiğinde tüm uygulamaların, toprağın pH'sını ve kirecini kontrole göre azalttığı belirlenmiştir. Tüm uygulamaların toprak EC'sini artırdığı ancak en fazla artışın konvansiyonel üretimde gerçekleştiğı belirlenmiştir. Topraklardaki besin elementi miktarları kontrol ile kıyaslandığında en yüksek P, K ve Ca içeriğinin sırasıyla konvansiyonel tarım parseli ve O₂ uygulamasına ait organik tarım parselinde belirlendiğı bildirilmiştir (Yazici ve ark., 2016).

Çukurova koşullarında farklı organik gübrelerin bağ toprağına uygulanmasının 'Early Sweet' çeşidinde verim, kalite ve mineral beslenmeye etkileri araştırılmıştır. Deneme; bazaltik pomza (P), kuru kompost (KK), budama artığı+çiftlik gübresi

kompostu (BA+ÇG), saman+çiftlik gübresi kompostu (S+ÇG), bazaltik pomza+kuru kompost (P+KK), bazaltik pomza+saman+çiftlik gübresi kompostu (P+S+ÇG), bazaltik pomza+budama artığı+çiftlik gübresi kompostu (P+BA+ÇG) ve kontrol (K) uygulamalarından oluşturulmuştur. Birinci yılda yapraklardaki azot miktarı BA+ÇG uygulamasında; ikinci yılda ise S+ÇG, P+KK, P+S+ÇG ve P+BA+ÇG uygulamalarında daha yüksek bulunmuştur. Yapraklarda en yüksek fosfor ve potasyum değerleri her iki yılda da pomza uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek demir içeriği iki deneme yılında da P+S+ÇG uygulamasında, en yüksek mangan miktarı ise P+BA+ÇG uygulamasında tespit edilmiştir. Azot, fosfor, kalsiyum, demir ve mangan konsantrasyonunun tüm uygulamalarda yeterli seviyede olduğu; potasyum, magnezyum ve çinko yoğunluğunun ise yeterlilik sınırlarının altında yer aldığı belirlenmiştir. Organik uygulamaların incelenen özelliklere etkilerinin kontrole göre daha etkin olduğu bildirilmiştir (Tangolar ve ark., 2019).

Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama ve araştırma alanında 2016-2017 yetiştirme döneminde yapılan bir çalışmada, 10 farklı köklendirme ortamının asmalarda fidan kalitesine etkileri araştırılmıştır. Isıtmasız serada ve fidanlık koşullarında yürütülen çalışmada bitkisel materyal olarak 5 BB Amerikan asma anacı kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak ise toprak, perlit, çay atığı kompostu, fındık zurufu kompostu ve ahır gübresi tek başına ve karışım halinde kullanılmıştır. Denemede en yüksek sürgün uzunluğu, sürgün çapı, yaprak sayısı, sürgün yaş ve kuru ağırlıkları çay atığı kompostundan elde edilmiştir. Toprak+fındık zurufu kompostu+ahır gübresi karışımının yaprak alanında, toprak+çay atığı kompostu+ahır gübresi karışımının ise yaprak klorofil içeriğinde daha etkili olduğu öne sürülmüştür (Yaman, 2019).

Burg ve ark. (2019), tavuk gübresi ve sap-saman karışımından elde edilen kompost ve bu kompostun Lignohumax-20 ile birlikte kullanımının topraklarda fiziksel özelliklere etkisini araştırmışlardır. Deneme 2017 yılında Çek Cumhuriyeti'nde iki adet bağda yürütülmüştür. Toprağın fiziksel durumu, toprak yapısı, nem ve penetrasyon direnci değerleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kompost kullanımı ile toprağın nem içeriğinin az miktarda arttığı bildirilmiştir. Penetrometrik direnç değerlerinin, gübrelenen alanlarda kritik sınırları aşmadığı belirlenmiştir. Sürdürülebilirlik açısından bağcılığın önümüzdeki dönemlerde toprak verimliliği ile ilgili konulara yoğunlaşacağını ve bu nedenle kompostlanmamış veya kompost formundaki yeni gübrelerin geleneksel gübrelere göre daha fazla önem kazanacağı bildirilmiştir.

Toprak (2019) tarafından Eskişehir ekolojisinde kireçli toprakta 2012 ve 2013 yıllarında yürütülen bir çalışmada, elma ağaçlarının mineral beslenmesine çiftlik gübresi ve farklı dozlarda demir zengin organomineral gübre (OMG) kombinasyonlarının etkileri araştırılmıştır. Denemede, elma ağaçlarına çiftlik gübresi (10 kg ağaç⁻¹), FeOMG₁ (ağaç başına 100 g FeSO₄+10 kg çiftlik gübresi), FeOMG₂ (ağaç başına 200 g FeSO₄+10 kg çiftlik gübresi), FeOMG₃ (ağaç başına 400 g FeSO₄+10 kg çiftlik gübresi), FeOMG₄ (ağaç başına 800 g FeSO₄+ 10 kg çiftlik gübresi) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, demir zengin organomineral gübrelerin kullanıldığı uygulamaların yapraklarda azot, fosfor, potasyum ve demir miktarını artırdığı; kalsiyum, magnezyum, çinko ve bakır içeriklerini azalttığı bildirilmiştir.

Sabır ve ark. (2020) tarafından Selçuk Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada, saksı kültüründe organik kökenli gübrelerin asmaların vejetatif gelişimi ve fizyolojisi üzerine etkileri araştırılmıştır. Yetiştirme ortamları bağ toprağı ve kum karışımından (1:1) oluşan kontrol ortamı ve bu ortama %25 oranında üzüm posası (ÜP), çiftlik gübresi (ÇG) ve mantar kompostu atığı (MKA) ilave edilerek elde edilen karışımlardan oluşturulmuştur. Bitkisel materyal olarak ise 41 B, 44-53 M ve Rupestris du Lot asma anaçları kullanılmıştır. Uygulamalar yetiştirme ortamının pH'sını düşürmüş olup en fazla düşüş ÜP uygulamasından sağlanmıştır. Çalışmada, en yüksek sürgün uzunluğu ve stoma iletkenliği, MKA uygulamasında Rupestris du Lot anacında tespit edilmiştir. En yüksek yaprak alanı Rupestris du Lot ve 44-53 M anacında ÜP uygulamasında, 41 B anacında ise ÇG uygulamasında belirlenmiştir. Yaprak yaş ve kuru ağırlıkları tüm genotiplerde en yüksek ÜP uygulamasından elde edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, asma fidanı üretiminde mantar kompostu atığı ve üzüm posasının sürdürülebilir uygulamalar olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Tangolar ve ark. (2020), farklı organik ve inorganik materyallerin 2017 ve 2018 yetiştirme sezonunda kireçli topraklarda (toplam CaCO₃: %53.6, aktif CaCO₃: %13.34) 'Black Magic' üzüm çeşidinin mineral beslenmesi ve agronomik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede uygulama olarak; kontrol (K: uygulama yok); bazaltik pomza (P); ticari kuru kompost (KK); 1: 2 oranında budama artığı ile çiftlik gübresi karışımı kompostu (BÇ); 1:2 oranında saman ile çiftlik gübresi karışımı kompostu (SÇ); kuru kompost+pomza (KK+P); pomza+saman+çiftlik gübresi karışımı kompostu (P+SÇ) ve pomza+budama artığı+çiftlik gübresi karışımı kompostu (P+BÇ) uygulamaları kullanılmıştır. Denemenin her iki yılında da en yüksek verim (6172 g

asma⁻¹ ve 7874 g asma⁻¹) ve salkım ağırlığı (411.4 g ve 463.2 g) SÇ uygulamasından elde edilmiştir. Pomzanın hem tek başına hem de diğer gübrelerle birlikte kullanıldığı ortamlarda yaprakların besin içerikleri genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca yaprakların N, P, Ca, Fe ve Mn konsantrasyonları tüm uygulamalarda yeterli seviyede iken, K, Mg ve Zn içerikleri sınır değerin altında bulunmuştur. En yüksek toprak CO₂ üretimi 2017 yılında P+BÇ uygulamasından ve 2018 yılında ise SÇ uygulamasından elde edilmiştir. Organik ve inorganik materyallerin asmalarda incelenen agronomik ve beslenme özelliklerini genel olarak olumlu etkilediği belirlenmiştir. Amaca uygun materyallerin seçimi ile ilgili önerilerde bulunabilmek için uygulamaların daha uzun süre biriken etkilerinin araştırılarak değerlendirilmesinin daha yararlı olacağı bildirilmiştir.

Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait serada ve açık fidanlık koşullarında saksı kültüründe yapılan çalışmada, fındık zurufu kompostu, çay atığı kompostu ve çiftlik gübresinin 5 BB Amerikan asma fidanlarının kalite ve performansına etkileri araştırılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak; toprak, perlit, çay atığı kompostu, fındık zurufu kompostu, toprak + çiftlik gübresi, toprak + çay atığı kompostu, toprak + fındık zurufu kompostu, toprak + çay atığı + çiftlik gübresi, toprak + fındık zurufu kompostu + çiftlik gübresi, toprak + fındık zurufu kompostu + çay atığı kompostu + çiftlik gübresi kullanılmıştır. Uygulamaların etkilerini belirlemek amacıyla sürgün uzunluğu, sürgün çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı, sürgün kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök sayısı, kök yaş ve kuru ağırlıkları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek yaprak alanı toprak + fındık zurufu kompostu + çiftlik gübresi (79.6 cm²) uygulamasından; en yüksek klorofil içeriği ise toprak + çay atığı kompostu + çiftlik gübresi uygulamasından (28.1 SPAD indeksi) elde edilmiştir (Ekbiç ve ark., 2022).

Upadhyay ve ark. (2022)'nın Rusya'da yaptıkları çalışmada, çiftlik gübresi (ÇG), yeşil gübre (YG), pres çamuru kompostu (PÇK) ve asma budama artığı (BA) uygulamalarının Dogridge anacına aşılı 'Sultani Çekirdeksiz' üzüm çeşidinin mineral beslenmesine, verimine ve bağ toprağının organik karbon içeriğine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada yaprak sapındaki besin elementleri fizyolojik ayrım safhasında ve çiçeklenme dönemlerinde 3 yıl boyunca araştırılmıştır. Üç yıla ait verilerin ortalamalarına göre, fizyolojik ayrım safhasında yaprak sapındaki N, K, Ca ve Mg içeriklerinin; çiçeklenme döneminde ise N, K ve Mg içeriklerinin ÇG+PÇK uygulamasında kontrole göre daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir. Bağ toprağının organik karbon içeriğinin en yüksek ÇG+PÇK uygulamasından elde edildiği ve ÇG

uygulamasının da kontrole kıyasla artış sağladığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, ‘Sultani Çekirdeksiz’ üzüm çeşidinin verimini, yaprak sapı besin içeriğini ve bağ toprağının organik karbon içeriğini iyileştirmek amacıyla PÇK veya ÇG+PÇK uygulamalarının organik gübre olarak önerilebileceği raporlanmıştır.

Gayretli ve ark. (2023) saksı kültüründe gerçekleştirdikleri çalışmada, kireçli bağ toprağına (aktif kireç: %15.30) ilave ettikleri çiftlik gübresinin asmalarda vejetatif ve fizyolojik etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 41 B ve 1103 P asma anaçları ile ‘Michele Palieri’ (*Vitis vinifera* L.) sofralık üzüm çeşidinin köklü çelikleri %20 (ÇG%20) ve %40 (ÇG%40) çiftlik gübresi içeren ve herhangi bir uygulama yapılmayan (kontrol) kireçli bağ toprağına dikilmiştir. Farklı dozlardaki çiftlik gübresinin asmalarda fizyolojik ve vejetatif özellikleri önemli seviyede etkilediği belirlenmiştir. En yüksek yaprak klorofil içeriği (41 B anacında 34.9 SPAD indeksi), odunsu sürgün uzunluğu (1103 P anacında 175.0 cm) ve sürgün çapı (‘Michele Palieri’ çeşidinde 4.33 mm) değerleri ÇG%20 uygulamasından elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, saksı kültüründe yetiştirilen asma fidanlarının fizyolojisi ve vejetatif gelişimi açısından, kireçli topraklar için %20 (hacim olarak) oranında çiftlik gübresi karışımının önerilebileceği belirtilmiştir.

2.2. Kireç Stresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bavaresco ve ark. (1993b), kireç kaynaklı kloroza karşı farklı tolerans seviyelerine sahip dört asma genotipinin (*V. berlandieri* x *V. rupestris*, 140 Ru; *V. berlandieri* x *V. riparia*, SO4; *V. riparia* MICH. Gloire de Montpellier ve Chardonnay) *in vitro* şartlarda NaHCO_3 ’e tepkisini araştırdıkları çalışmada; MS ortamında iki farklı FeNaEDTA dozu (5 ve 30 mg L⁻¹) ve iki farklı NaHCO_3 dozunun (300 ve 600 mg L⁻¹) kombine etkilerini araştırmışlardır. Bikarbonat uygulamasının kloroz derecesini genotiplere göre değişmekle birlikte artırdığı; kirecin neden olduğu kloroza karşı genotiplerin bilinen tolerans/hassasiyet derecelerine göre etkilendiği tespit edilmiştir. Bikarbonat uygulamasının en yüksek kloroz seviyesine neden olduğu genotipin *V. riparia* olduğu bildirilmiştir.

Bavaresco ve ark. (1993a), saksı kültüründe kireçli ve kireçsiz topraklarda kloroza toleranslı 140 Ru ve kloroza hassas 101-14 anaçlara aşılı ‘Pinot Blanc’ üzüm çeşidinin sürgün büyümesi, yaprak klorofil içeriği, aktif demir miktarı ve kloroz seviyesini araştırmışlardır. Denemede kireçsiz toprakta yetiştirilen asmaların sürgün uzunluklarının kireçli ortamdakilere göre yaklaşık iki kat daha uzun olduğu tespit

edilmiştir. Kloroza toleranslı 140 Ru anacına aşılı asmaların kireçli ortamda kloroz belirtisi göstermediği, hassas olan 101-14 anacına aşılı asmaların ise bariz bir şekilde kloroz belirtisi gösterdiği ifade edilmiştir.

Brancadoro ve ark. (1995)'nın su kültüründe gerçekleştirdikleri bir çalışmada, kloroza dayanıklı 'Cabernet Sauvignon' üzüm çeşidinin farklı konsantrasyonlarda HCO_3^- ve Fe^{3+} -EDTA içeren ortamlara tepkileri araştırılmıştır. Özellikle bikarbonat varlığında hem köklerde hem de yapraklarda demir şelat redüktaz enzim aktivitesinin arttığı belirlenmiştir. Yapraklarda toplam klorofil ve Fe içeriğinin ise bikarbonata tepki olarak azalma eğilimi gösterdiği raporlanmıştır.

Nikolic ve ark. (2000), yetiştirme ortamındaki yüksek bikarbonatın asma köklerinde Fe^{+3} miktarına ve Fe alımına etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla kloroza hassas olan *Vitis riparia* anacı ve dayanıklı olan 41 B anacı, yüksek ve düşük miktarlarda Fe bulunan ortamlarda yetiştirilmiştir. Düşük Fe içeren ortamlarda her iki anaçta da hem kloroz seviyesinin hem de köklerin Fe^{+3} indirgeme kapasitesinin arttığı tespit edilmiştir. Ortamdaki bikarbonat varlığına tepki olarak iki genotipte de Fe^{+3} indirgeme kapasitesinin azaldığı, 41 B anacında demir alımının önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, asma anaçlarında bikarbonat kaynaklı Fe klorozunun, kök hücreleri tarafından Fe^{+3} 'ün indirgemesinin engellenmesine ve bunun sonucunda Fe alımının kısıtlanmasından kaynaklandığı raporlanmıştır.

İtalya'da saksı kültründe gerçekleştirilen bir çalışmada, kireçli topraklara uygulanan *Pseudomonas fluorescens* ve diğer *Pseudomonas* bakteri türlerinin 5 BB anacı üzerine aşılı 'Pinot Blanc' üzüm çeşidinin sürgün büyümesi, yaprak klorofil içeriği, kloroz seviyesi ve mineral beslenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan mikroorganizmaların asmalarda kireç toleransını etkilemediği, ancak yaprakların fosfor, potasyum ve Fe içeriğini artırdığı belirtilmiştir (Bavaresco ve ark., 2000).

Nikolic ve Kastori (2000) su kültüründe yaptıkları çalışmada, tam besin solüsyonu (kontrol), Fe içermeyen besin solüsyonu ve 10 mM HCO_3^- içeren tam besin solüsyonunda 5 BB anacına aşılı 'Riesling' üzüm çeşidinin demir içeriğini ve bikarbonata tepkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, özellikle HCO_3^- bulunan ve demir içermeyen ortamdaki asmalarda toplam klorofil konsantrasyonunun önemli ölçüde azaldığı saptanmıştır. Köklerdeki Fe içeriğinin Fe bulunmayan ortamda yetiştirilen asmalarda azaldığı, HCO_3^- içeren ortamdaki asmalarda ise arttığı tespit edilmiştir. Fe bulunmayan ortamdaki asmaların yapraklarında toplam Fe ve aktif Fe içeriğinin

azaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, besin çözeltisindeki bikarbonatın, köklerdeki Fe taşınımını engellemesinden dolayı asma yapraklarında Fe noksanlığına neden olabileceği rapor edilmiştir.

Almanya'nın Ren Nehri yakınlarındaki bir bölgede 5 BB anacına aşılı 'Pinot Noir' üzüm çeşidinin kireçli toprağa fizyolojik tepkileri araştırılmıştır. Çalışmada, topraktaki yüksek bikarbonatın yaprak apoplastının pH'sına ve yaprak dokularındaki demirin fizyolojik açıdan kullanılabilirliğine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, yaprak apoplastının pH'sının kök ortamındaki yüksek bikarbonat kaynağından etkilenmediğini açıkça göstermiştir. Asmaların kloroz görülen yapraklarının simplastik ve apoplastik bölgelerinde toplam Fe miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Yaprak alanının ise kloroz görülen asma yapraklarında azaldığı saptanmıştır. Ayrıca asmada kloroz görülen yapraklardaki toplam Fe konsantrasyonu, yeşil yapraklardakilerle aynı veya daha yüksek bulunmuştur. Toprak çözeltisindeki yüksek bikarbonat konsantrasyonunun, yaprak apoplastındaki Fe mevcudiyetini azaltmadığı bildirilmiştir (Nikolic ve Römheld, 2002).

Gruber ve Kosegarten (2002), örtü altı koşullarında yaptıkları çalışmada, kireçli toprak içeren saksılarda yetiştirilen asma genotiplerinde ('Silvaner' üzüm çeşidi, Riparia 1G ve SO4 asma anacı) demirin kökler ve yapraklar arasındaki dağılımını ve noksanlık belirtilerini araştırmışlardır. Bitkilerin bir kısmı kontrol olarak asidik özellikteki toprakta yetiştirilmiş ve bir kısmına yapraktan Fe-EDDHA uygulanmıştır. Yetiştirme sezonu sonunda kireçli toprakta yetiştirilen 'Silvaner' çeşidi ve Riparia 1G anacının genç yapraklarında kloroz meydana geldiği belirtilmiştir. Kireçli toprakta yetişen asmalarda kloroz belirtisi gösteren ve göstermeyen tüm genotiplerin sürgün büyümesinin kontrole göre %50 veya daha fazla oranda azaldığı tespit edilmiştir. Özellikle SO4 çeşidinde kloroz görülmemesine rağmen sürgün büyümesinin önemli seviyede azaldığı belirlenmiştir. Fe uygulamasının sürgün uzunluğunda önemli bir artışa neden olduğu, ancak yaprak büyümesini etkilemediği saptanmıştır. Ayrıca kireçli topraklarda asmaların kök ve yapraklarındaki yüksek Fe konsantrasyonlarına rağmen, bitkilerin Fe noksanlığı belirtisi gösterdiği tespit edilmiştir. Genç yapraklarda ve gelişemeyen olgun yapraklarda demir içeriği yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni olarak kireç kaynaklı klorozun yapraklardaki demirin inaktivasyonundan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Asmaların genç yapraklarında kloroz görülmeden önce büyüme ve gelişmenin kısıtlandığı belirtilmiştir. Bu nedenle kireç ve demir noksanlığından

kaynaklanan strese, meristematik dokuların klorofil sentezi ve kloroplast gelişiminden daha hassas olduğu rapor edilmiştir.

İtalya’da Cattolica del Sacro Cuore Üniversitesi’nde yürütülen bir çalışmada, salkımlı ve salkımsız olarak yetiştirilen asmaların kireçli ve kireçsiz topraklarda mineral beslenme durumu, fizyolojisi ve vejetatif gelişimi araştırılmıştır. Bu amaçla kirece hassas (3309 C) ve dayanıklı (41 B) olarak bilinen anaçlara aşılı VCR5 klonu (‘Pinot Blanc’ üzüm çeşidinin klonu), kireçli ve kireçsiz toprakta 45 L hacimdeki saksılarda yetiştirilmiştir. Uygulamalar salkım taşıyan ve çiçeklenmeden 15 gün önce salkımları koparılan salkımsız asmalardan oluşturulmuştur. Kireçli toprakta yetiştirilen 3309 C anacına aşılı asmaların sürgün uzunluğu önemli oranda azalırken, 41 B anacında çok az bir azalma tespit edilmiştir. Benzer şekilde 3309 C anacına aşılı asmaların klorofil miktarları azalmış ve kloroz saptanmıştır. 41 B anacına aşılı asmalarda ise kloroz görülmemiş ve klorofil miktarları etkilenmemiştir. Çalışmaya göre, asmalar üzerinde salkımların varlığı veya yokluğu yaprak klorofil içeriğini etkilememiştir. Verim açısından değerlendirildiğinde, 41 B anacına aşılı asmalardan diğer anaca göre iki kat daha fazla verim alındığı belirlenmiştir. Ayrıca 41 B anacının üzerine aşılı çeşitte besin elementi miktarları da 3309 C anacından daha yüksek bulunmuştur. Yapraklardaki toplam demir miktarının da 41 B anacına aşılı asmalarda diğer anaca göre önemli oranda daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmada elde edilen verilere göre, 41 B anacının kireçli topraklara 3309 C anacından daha toleranslı olduğu belirtilmiştir (Bavaresco ve ark., 2003).

Bavaresco ve Poni (2003)’nin saksı kültüründe gerçekleştirdikleri çalışmada, düşük (pH:7.8, toplam kireç: %15, aktif kireç:%3) ve yüksek (pH:8.4, toplam kireç:%76, aktif kireç:%17) oranlarda kireç içeren toprakların SO₄ anacına aşılı ‘Aurora’ üzüm çeşidinin bazı fizyolojik özelliklerine etkilerini araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yüksek kireç içeren toprağın asmalarda fotosentezi, yaprak alanını, verimi ve kuru madde miktarını azalttığı saptanmıştır. Ayrıca kireç stresinin asmalarda mineral beslenmeyi etkilediği de belirtilmiştir. Yapraklarda, sürgünlerde, tanelerde, salkım iskeletinde ve köklerde yapılan besin elementi analizlerine göre özellikle P ve K miktarlarının kireç stresi uygulanan asmalarda daha az olduğu rapor edilmiştir.

Ksouri ve ark. (2005)’nın Tunus’da yetiştiriciliği yapılan asma çeşitlerinin bikarbonat kaynaklı demir klorozuna fizyolojik tepkilerini araştırdıkları çalışmada, iki adet asma anacı (140 Ru ve SO₄), ‘Kardinal’ üzüm çeşidi ve yedi adet yerli üzüm çeşidi (‘Khamri’, ‘Mahdaoui’, ‘Blan3’, ‘Saouadi’, ‘Arich Dressé’, ‘Beldi’ ve ‘Balta4’)

kullanılmıştır. Asmalar saksı kültüründe kum ortamında yetiştirilmiş ve yetiştirme ortamına 20 μM Fe içeren besi solüsyonu ilave edilmiştir. Yetiştirme ortamları daha sonra ikiye ayrılarak bir kısmına 10 mM HCO_3 eklenmiş ve diğer gruba herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Bikarbonat ilave edilen ortamda yetiştirilen asmaların genç yaprakları, çeşitlere ve anaçlara göre değişen oranlarda demir klorozu belirtileri göstermiştir. Kloroza hassas çeşitlerde kloroz seviyesinin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Sürgün uzunluğu, bitki kuru ağırlığı, klorofil miktarı ve yaprak demir içeriğinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen verilere göre, toleranslı çeşitlerin ‘Khamri’ ve ‘Mahdaoui’, toleranslı anacın 140 Ru; orta seviyede toleranslı çeşitlerin ‘Saouadi’, ‘Arich Dressé’ ve ‘Blanc3’, orta seviyede toleranslı anacın SO_4 ; hassas çeşitlerin ise ‘Balta4’, ‘Beldi’ ve ‘Kardinal’ olduğu bildirilmiştir.

Ksouri ve ark. (2007) tarafından Tunus’da yürütülen bir çalışmada, bikarbonat kaynaklı Fe eksikliğinin Tunus’a ait beş adet yerli üzüm çeşidinde (‘Khamri’, ‘Blanc3’, ‘Arich Dressé’, ‘Beldi’ ve ‘Balta4’) morfo-fizyolojik etkileri araştırılmıştır. Kireçli topraklarda yürütülen çalışmada asmalar 0, 4, 8, 12 ve 16 mM NaHCO_3 içeren sulama suyu ile sulanmıştır. ‘Balta4’ ve ‘Beldi’ çeşitlerinin kloroz seviyelerinin ‘Khamri’ çeşidine göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu farklılığın özellikle bikarbonat dozunun fazla olduğu ortamlarda daha belirgin olduğu belirtilmiştir. Bikarbonat dozu arttıkça sürgün uzunluğu, yaprak alanı, yaprak sayısı, aktif demir ve yaprak klorofil içeriği tüm genotiplerde azalmıştır. Genç yaprakların demir içeriği ile klorofil miktarının pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Köklerin Fe(III)-redüktaz aktivitesi, ‘Balta4’ üzüm çeşidinde değişmezken, ‘Khamri’ çeşidinde Fe eksikliğinin artışına paralel olarak artmıştır. Çalışmada sonuç olarak, demir klorozuna toleranslı asma genotiplerinin seçiminde biyokimyasal parametrelerin güvenilir kriterler olabileceği bildirilmiştir.

Hırvatistan’ın Plešivica bağcılık bölgesinde 2007 yılında yürütülen bir çalışmada, ‘Sauvignon Blanc’ üzüm çeşidinin yapraklarındaki fosfor içeriği ile toprak reaksiyonunun ilişkisi araştırılmıştır. Deneme, toprak pH’sı düşük (dystric cambisol, pH KCl 3.75), orta (pseudogley, pH KCl 4.68) ve yüksek (rendzina on marl, pH KCl 7.25) olan üç farklı bağda gerçekleştirilmiştir. Her üç bağda da eşit gübreleme ve bitki koruma yöntemleri uygulanmıştır. Yaprak örnekleri çiçeklenme döneminde, ben düşme döneminde ve yetiştirme sezonunun sonunda alınmıştır. Toprak pH’sının artmasıyla asma yapraklarında fosfor miktarının da arttığı saptanmıştır. Ayrıca toprak ve yaprak analizleri karşılaştırıldığında, kireçli topraklarda yetiştirilen asmaların asitli

topraktakilere göre daha yüksek fosfor içerdiği tespit edilmiştir. Bu farklılıkların, kireçli topraklardaki kalsiyum fosfatların asit topraklardaki alüminyum ve demir fosfatlara kıyasla daha iyi çözünebileceğinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Sonuç olarak, toprak reaksiyonunun asma yapraklarındaki fosfor içeriği üzerinde önemli etkilere sahip olduğu ifade edilmiştir (Çoga ve ark., 2008).

Tangolar ve ark. (2008), demir klorozuna dayanıklı (Fercal), orta seviyede dayanıklı (1103 P) ve hassas (1613 C) olan üç anaç ile dayanıklı olarak bilinen 'Perlette' üzüm çeşidinde yetiştirme ortamına bikarbonat ve üç farklı dozda demir uygulaması (FeNaEDTA ; 9, 18, 36 mg L^{-1}) yaparak bikarbonata tepkilerini araştırmışlardır. Genotiplerin demir klorozuna tepkisinin belirlenmesinde en uygun demir dozunun 9 mg L^{-1} FeNaEDTA olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın asmalarda demir alımını ve bitki gelişimini olumsuz olarak etkilediği ortaya çıkmıştır. Tüm genotipler demir uygulamasının olmadığı koşullardan olumsuz etkilenirken, en dayanıklı genotiplerin Fercal anacı ve 'Perlette' çeşidi olduğu; en duyarlı genotipin ise 1613 C anacı olduğu saptanmıştır. Denemede kullanılan genotiplerin kloroz seviyelerinin, bilinen dayanım seviyeleri ile uyuşur nitelikte olduğu belirtilmiştir.

Çukurova Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada, kireç kaynaklı kloroza tolerans seviyeleri farklı olan 'Alphonse Lavallée' üzüm çeşidi ile Fercal, 99 R ve 1613 C asma anaçları serada perlit içeren saksılarda yetiştirilmiştir. Bikarbonatın asmalarda demir alımına etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için yetiştirme ortamına 5 farklı uygulama planlanmıştır. Yetiştirme ortamlarına, Fe içermeyen Hoagland besin çözeltisi (kontrol, HFe-), $\text{HFe-} + 9 \text{ mg L}^{-1} \text{FeNaEDTA}$ (H9Fe), $\text{HFe-} + 36 \text{ mg L}^{-1} \text{FeNaEDTA}$ (H36Fe), $\text{HFe-} + 9 \text{ mg L}^{-1} \text{FeNaEDTA} + 840 \text{ mg L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ (H9FeB) ve $\text{HFe-} + 36 \text{ mg L}^{-1} \text{FeNaEDTA} + 840 \text{ mg L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ (H36FeB) uygulanmıştır. $\text{HFe-} + \text{FeNaEDTA}$ uygulamalarının, genotiplerde demir ve klorofil içeriklerini önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır. Yapraklardaki en yüksek Fe içeriği Fercal anacında (169.8 mg kg^{-1}) H36Fe uygulamasından elde edilmiştir. 99 R'nin demir içeriği H9Fe uygulamasında 137.9 mg kg^{-1} olarak belirlenirken, H9FeB uygulamasında bikarbonatın etkisiyle demir içeriğinin 73.9 mg kg^{-1} 'a düştüğü tespit edilmiştir. Demir ve klorofil içeriğindeki azalmanın en az 'Alphonse Lavallée' çeşidi ile Fercal anacında görülmesi sebebiyle bu iki genotipin kireç toleransı gösterdikleri belirtilmiştir. Ayrıca bikarbonat bulunan ortamlarda 1613 C anacının vejetatif gelişiminin kısıtlandığı saptanmıştır. Denemede, Fercal asma anacının kireçli topraklar için uygun bir anaç olabileceği vurgulanmıştır.

NaHCO_3 kaynaklı demir eksikliğine karşı toleransın genotiplere göre farklılık gösterdiği saptanmıştır. Genç yaprakların klorofil içeriği ile demir miktarlarının pozitif korelasyona sahip olduğu rapor edilmiştir (Sabır ve ark., 2010).

Karažija ve ark. (2011)'nin kireçli topraklarda yaptıkları çalışmada, farklı dozlarda organik gübrelerin asma yapraklarındaki potasyum içeriğine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Deneme planı; kontrol (K), 20 t ha⁻¹ çiftlik gübresi (20 ÇG), 40 t ha⁻¹ çiftlik gübresi (40 ÇG), 20 t ha⁻¹ torf (20 T), 40 t ha⁻¹ torf (40 T) ve 500 kg ha⁻¹ NPK+Üre (KG) uygulamalarından oluşturulmuştur. Yaprakların potasyum içerikleri üç farklı dönemde ölçülmüştür. Çiçeklenme döneminde yapılan yaprak analizlerinde en yüksek potasyum içeriği 40 ÇG (kuru maddede %1.22) uygulamasında tespit edilmiş ve en düşük değer kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Çiçeklenme döneminden iki hafta sonra ve ben düşme döneminde yapılan yaprak analizlerinde en yüksek potasyum içeriği (kuru maddede sırasıyla %0.96 ve %0.78) 40 ÇG uygulamasında, en düşük potasyum içeriği ise 20 T uygulamasında belirlenmiştir. Kontrol, 20 ÇG ve KG uygulamaları yaprakların potasyum içeriğini çiçeklenme döneminden itibaren 2 hafta boyunca artırmış ve sonrasında ben düşme dönemine kadar azaltmıştır. 20 T, 40 T ve 40 ÇG uygulamalarında ise yaprakların potasyum içeriklerinin çiçeklenme döneminden ben düşme dönemine kadar azaldığı belirtilmiştir.

İtalya'nın Bologna şehrinde yürütülen bir çalışmada, su kültüründe dört farklı ortamda bikarbonatın asmalarda demir alımına etkileri araştırılmıştır. Demir içeren (Fe⁺) ve içermeyen (Fe⁻) besin çözeltisinin bulunduğu ortamların yarısına bikarbonat eklenmiş (Bic⁺) ve diğer yarısına eklenmemiştir (Bic⁻). Böylece su kültürü ortamında Fe+Bic⁻, Fe+Bic⁺, Fe-Bic, Fe-Bic⁺ uygulamaları oluşturulmuştur. Denemede bitkisel materyal olarak, demir klorozuna toleranslı 140 R asma anacı kullanılmış ve besin solüsyonundaki Fe(III)-EDTA ile bikarbonata tepkileri araştırılmıştır. Anacın farklı fizyolojik seviyelerde birkaç tepki mekanizmasını aktive ederek Fe noksanlığına güçlü bir şekilde tepki verdiği saptanmıştır. Ayrıca bikarbonat bulunan ortamdaki anacın köklerinde bazı enzimleri ve organik asit (malik asit) miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Bikarbonatın yapraklardaki klorofil miktarını artırdığı ve köklerin bikarbonata tepki olarak Fe eksikliğini hafifletici mekanizmalar geliştirdiği bildirilmiştir (Covarrubias ve Rombolà, 2013).

İspanya'nın Córdoba şehrinde doğal olarak yetişen yabani asmaların topraktaki CaCO_3 'e tepkilerinin belirlenmesi amacıyla farklı oranlarda CaCO_3 içeren toprağın asmalarda vejetatif gelişme, mineral beslenme ve fizyolojik özelliklere etkileri

araştırılmıştır. Örtü altında saksı kültüründe gerçekleştirilen çalışmada; yetiştirme ortamı olarak %0, %20, %40 ve %60 CaCO_3 içeren dört farklı toprak kullanılmıştır. CaCO_3 içeriği %60 olan toprakta yetiştirilen yabancı asmalarda besin eksiklikleri (demir, potasyum, azot ve fosfor), fotosentetik aktivitede bozulmalar, büyüme ve gelişmede önemli düzeyde azalma ve yüksek oranda ölüm meydana gelmiştir. CaCO_3 oranı %40 ve daha az olan ortamlardaki asmalarda ise ölüm gerçekleşmemiştir. Ayrıca %20 CaCO_3 içeren ortamdaki asmaların net fotosentez ve klorofil içeriklerinin kontrol ortamındaki asmalarla yakın olduğu belirtilmiştir. %0, %20 ve %40 CaCO_3 içeren ortamlarda asma yapraklarının Fe, N ve P içeriği yeterli iken %40 ve %60 CaCO_3 bulunan ortamdaki asmalarda bu dengenin bozulduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan yabancı asma genotiplerinin asmalarda kireç toleransının iyileştirilmesi amacıyla genetik kaynak olarak kullanılabilceği vurgulanmıştır. Çalışmada kullanılan yabancı asma genotiplerinin %40'a varan kireçli ortamlarda hayatta kalabildikleri ve toprak kirecine oldukça toleranslı oldukları raporlanmıştır (Cambrollé ve ark., 2014).

Turfan (2016), Kastamonu'nun Daday ilçesinde yetiştirilen yöresel bir ceviz (*Juglans regia* L.) genotipinin farklı abiyotik stres faktörlerine tepkilerini araştırmıştır. Bu amaçla söz konusu ceviz genotipinin tohumları çimlendirilerek elde edilen fidanlar; saksı kültüründe torf, toprak ve kum karışımından (2:2:1) oluşturulan yetiştirme ortamında 5-6 yaprak oluşturduktan sonra 6 hafta boyunca tuz, ağır metal, kireç (CaCO_3), fabrika baca tozu ve kuraklık streslerine maruz bırakılmıştır. Deneme sonunda bitkilerden alınan yaprakların klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları kireç uygulamasında kontrole göre daha yüksek bulunurken, klorofil a miktarının azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca kireç stresinin prolin, MDA ve H_2O_2 miktarını da artırdığı tespit edilmiştir. APx, SOD ve CAT değerlerinin de kireç stresi ile artış gösterdiği bildirilmiştir.

Selçuk Üniversitesi'nde örtü altı koşullarında yürütülen bir çalışmada, bitki gelişimini artıran rizobakterilerin topraksız kültür ortamında yetiştirilen asmalarda alkali stresini hafifletici etkileri araştırılmıştır. Çalışmada bakteri olarak *Bacillus megaterium* M3, *Agrobacterium rubi* A18, *Alcaligenes eutrophus* Ca-637 rizobakterileri; bikarbonat kaynağı olarak ise NaHCO_3 kullanılmıştır. Dört farklı ortamdan oluşan denemede, üç bakterinin uygulandığı ortamlar ile bakteri uygulanmayan kontrol ortamına ikişer defa NaHCO_3 uygulanmıştır. Yetiştirme ortamının pH'sı kontrol uygulamasında 7.5' den 7.9'a kadar artarken, A18 bakterisinin bulunduğu ortamda 8.1'e kadar artmıştır. Ancak bu farklılığın istatistiki olarak önemli

olmadığı vurgulanmıştır. En yüksek sürgün çapının sırasıyla Ca-637 (5.3 mm) ve A18 (5.2 mm) bakteri uygulamalarından elde edildiği, M3 bakteri uygulamasının ise sürgün çapına etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir. Budama artığı ağırlığı en yüksek A18 ve Ca-637 bakteri uygulamalarında saptanırken (sırasıyla, 81.5 g ve 80.8 g), en düşük değerler kontrol grubunda belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, alkali yetiştirme ortamının asma gelişimini olumsuz etkilediği ve bakteri uygulamalarının bu olumsuz etkileri hafifletebileceği belirtilmiştir (Sabır ve ark., 2017).

Çakır ve Atalay (2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, yetiştirme ortamının pH'sının 5 BB ve 41 B asma anaçları ile 'Sultani Çekirdeksiz' üzüm çeşidinde büyüme ve mineral beslenme üzerine etkisi araştırılmıştır. Denemede 4.5, 7.0 ve 8.5 pH'ya sahip yetiştirme ortamlarında yetiştirilen asmalarda kök ve sürgünlerin taze ve kuru ağırlıkları ve yaprakların besin elementi içeriği araştırılmıştır. Yetiştirme ortamlarının pH'sı 5 BB anacında kök uzunluğunu önemli derecede etkilerken, 41 B anacında ve 'Sultani Çekirdeksiz' çeşidinde pH'nın etkisi görülmemiştir. Artan ortam pH'sının tüm genotiplerde taze kök ağırlığını; 5 BB anacı ve 'Sultani Çekirdeksiz' çeşidinde ise sürgün uzunluğu ve yaprak alanını azalttığı belirlenmiştir. Genel olarak, asma genotiplerinin kök ve sürgün gelişimi yüksek ortam pH'sından olumsuz etkilenmiş ve bu etkinin sürgünlerde köklerden daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Farklı pH'ya sahip ortamlar, asmalarda makro besin maddelerinin miktarlarını da etkilemiştir. Ayrıca pH'sı 8.5 olan ortamda yetiştirilen genotiplerin yapraklarında daha fazla Fe bulunmasına rağmen demir noksanlığına bağlı belirtiler gösterdiği belirtilmiştir. 5 BB anacının yapraklarındaki çinko içeriğinin artan pH'ya paralel olarak arttığı ifade edilmiştir.

Çin Halk Cumhuriyeti'nin Shaanxi eyaletine bağlı Xianyang şehrinde yürütülen bir çalışmada, kiviin bikarbonat stresine anatomik ve fizyolojik tepkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, Qinmei kivi anacına aşılı 'Nongdajinmi' ve 'Xuxiang' çeşitleri saksı kültüründe kum ortamında yetiştirilmiş ve yetiştirme ortamları iki gruba ayrılarak grubun birine $0,50 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCO}_3 + 0,84 \text{ g L}^{-1} \text{ NaHCO}_3$ uygulanmıştır. Diğer grup ise kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Bikarbonat uygulamalarından 35 gün sonra, bikarbonatın olgun yapraklarda kloroza neden olduğu ve klorofil içeriğini azalttığı tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonat, asmaların genç yapraklarında N ve Cu içeriğini, yaşlı yapraklarında ise P miktarını azaltmıştır. Bikarbonat özellikle 'Nongdajinmi' kivi çeşidinde genç yaprakların ve sürgünlerin kuru ağırlığının

azalmasına ve kloroplastın parçalanmasına neden olmuştur. Bu açıdan bikarbonat kaynaklı strese ‘Nongdajinmi’ çeşidinin ‘Xuxiang’ çeşidinden daha hassas olduğu vurgulanmıştır. Bikarbonat uygulamasının ‘Xuxiang’ çeşidinde stoma açıklığını, uzunluğunu ve genişliğini azalttığı belirlenmiştir. Bikarbonat, ‘Nongdajinmi’ çeşidinin genç yapraklarında Ca içeriğini artırırken; yaşlı yapraklarında Mg içeriğini azaltmıştır. Ancak, ilginç olarak bu durumun tam tersi ‘Xuxiang’ çeşidinde saptanmıştır. Sonuç olarak, iki çeşidin bikarbonat stresine yanıt açısından farklı mekanizmalara sahip olduğu belirtilmiştir (Wang ve ark., 2019b).

Tahanian ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, bikarbonat ve tuz stresine hassas olarak bilinen ‘Shahroudi’ üzüm çeşidinde tek başına veya kombinasyon halinde tuz ve bikarbonat stresinin etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Uygulanan stres şartlarının fotosentetik reaksiyonlara ve besin elementi alımına etkileri araştırılmıştır. Denemede ‘Shahroudi’ üzüm çeşidi 140 Ru, Asgari ve Yaghouti anaçlarına aşıli ve aşısız olarak yetiştirilmiştir. Yetiştirme ortamına tuz stresi için 0 ve 50 mM sodyum klorür, bikarbonat stresi için ise 0 ve 5 mM potasyum bikarbonat uygulanmıştır. Tuz stresi, bikarbonat stresi ve anaç faktörünün asmalarda katalaz aktivitesi, terleme ve yaprak alanını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Tuz stresinin asma yapraklarında toplam demir içeriğini %36 oranında azaltmıştır. Bikarbonat+tuz stresinin ise yaprakların fotosentez kapasitesini %25 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Denemede *V. vinifera* genotiplerinin tuz ve bikarbonat stresine tolerans seviyelerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, Asgari asma anacının, kireçli ve tuzlu topraklarda ‘Shahroudi’ üzüm çeşidi için uygun bir anaç olarak önerilebileceği bildirilmiştir.

Shahsavandi ve ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, saksı kültüründe torf ve perlit karışımından (1:1) oluşan yetiştirme ortamlarında, ‘Yaghouti’, ‘Rotabi’, ‘Flame Seedless’ ve ‘Sultani Çekirdeksiz’ üzüm çeşitlerinin bikarbonata ve farklı formlarda demir uygulamalarına tepkilerini araştırmışlardır. Denemede; 0, 15 ve 30 mM bikarbonat içeren her bir ortama ayrı ayrı 23 μ M FeEDTA ve FeSO₄ uygulanmıştır. Kontrol ortamına ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Bikarbonat uygulamalarının tüm çeşitlerde yaprak klorofil indeksini ve stoma iletkenliğini azalttığı belirlenmiştir. Genel olarak, üzüm çeşitlerinin bikarbonat ve Fe noksanlığına farklı tepkiler sergilediği tespit edilmiştir. Bu tepkilere göre, ‘Sultani Çekirdeksiz’ ve ‘Rotabi’ çeşitlerinin bikarbonata; ‘Yaghouti’ ve ‘Flame Seedless’ çeşitlerinin ise Fe noksanlığına daha tolerant olduğu bildirilmiştir.

ABD'nin Texas eyaletinde hafif asidik (pH: 6.58) ve kuvvetli alkali (pH: 8.48) topraklara sahip iki bağda gerçekleştirilen çalışmada, 'Sangiovese' çeşidinin vejetatif gelişimi ve mineral beslenmesi üzerine bazı anaçların etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla Teksas'da yaygın olarak yetiştirilen on bir anaca (1103 P, 5 BB, Teleki 5 C, UCD GRN-1, UCD GRN-2, UCD GRN-3, UCD GRN-4, UCD GRN-5, Ramsey, Dog Ridge, Florilush) aşılı ve aşısız olarak yetiştirilen 'Sangiovese' üzüm çeşidinin vejetatif, fizyolojik ve mineral beslenme özellikleri beş yıl boyunca araştırılmıştır. Alkali özelliğe sahip topraklarda, Dog Ridge ve Teleki 5 C anaçlarının mineral beslenme açısından sorun teşkil etmediği ve üzerine aşılı çeşidin diğer anaçlara aşılı olanlara göre daha iyi gelişme gösterdiği tespit edilmiştir. Budama artığı ağırlığı Dog Ridge anacına aşılı asmalarda $0.52 \text{ kg asma}^{-1}$ ve Teleki 5C anacında $0.37 \text{ kg asma}^{-1}$ iken kendi kökü üzerinde yetiştirilen 'Sangiovese' çeşidinde $0.09 \text{ kg asma}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ayrıca alkali toprakta Florilush, UCD GRN-1, UCD GRN-5 anaçlarına aşılı ve aşısız olarak yetiştirilen 'Sangiovese' çeşidinde besin eksikliklerinin ortaya çıktığı belirlenmiştir. Hafif asidik özellikteki toprakta ise, tüm anaçların vejetatif gelişme, mineral beslenme ve meyve bileşimi açısından kabul edilebilir performans gösterdiği tespit edilmiştir. Bu topraktaki asmalarda budama artığı ağırlığının beş yıllık ortalaması 0.52 ile $0.87 \text{ kg asma}^{-1}$ arasında değişmiştir. Yaprak sapındaki potasyum içeriği en düşük olan ve magnezyum içeriği en yüksek olan genotipin kendi kökü üzerinde yetiştirilen 'Sangiovese' çeşidi olduğu saptanmıştır. Tüm anaçlarda, üzerine aşılı olan çeşidin yaprak sapındaki demir içeriği yetersiz bulunmuştur. Alkali topraklarda en düşük budama artığı ağırlığı ile en yüksek kloroz belirtisinin Florilush, UCD GRN-1 ve UCD GRN-5 anaçlarına aşılı ve aşısız olarak yetiştirilen 'Sangiovese' çeşidinden elde edildiği raporlanmıştır (Kamas ve ark., 2020).

ABD'nin Teksas eyaletinde en çok yetiştirilen ve alkali toprak şartlarına hassas olduğu bilinen 'Blanc Du Bois' üzüm çeşidi için en uygun anacın seçilmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada; farklı anaçların 'Blanc Du Bois' çeşidinin gelişimine ve beslenme özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Teksas'da yaygın olarak kullanılan on anaca aşılı (1103 P, 5 BB, Teleki 5C, UCD-GRN1, UCD-GRN2, UCD-GRN3, UCD-GRN4 ve UCD-GRN5, Ramsey, Dog Ridge) ve aşısız yetiştirilen 'Blanc Du Bois' üzüm çeşidinin araştırma kapsamındaki özellikleri dört yıl boyunca araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre, UCD-GRN1 anacına aşılı asmalarda, ileri seviyede magnezyum ve demir noksanlığı belirlenmiştir. En yüksek besin içeriği ve budama artığı ağırlığına sahip asmaların Ramsey anacına aşılı asmalar olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada alkali

topraklara en hassas anacın UCD-GRN1 olduğu ifade edilmiştir. Çalışma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, 1103 P, Dog Ridge, UCD-GRN3 ve Ramsey anaçlarına aşılı olan ‘Blanc Du Bois’ çeşidinin kendi kökü üzerinde yetiştirilenlere göre mineral beslenme ve verim durumunun daha iyi olduğu belirtilmiştir (Scheiner ve ark., 2020).

Gayretli ve ark. (2020)’nın Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bağ Yetiştirme ve Islahı uygulama serasında 2020 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada, bikarbonat (NaHCO_3) kaynaklı stres ortamının 41 B anacına aşılı ve aşısız olarak yetiştirilen ‘Prima’ üzüm çeşidinin fizyolojisine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, asma fidanları 8 litre hacimli saksılarda topraksız kültür koşullarında (eşit hacimde tort+perlite) yetiştirilmiştir. Denemede, her bitki için yetiştirme ortamına 50 ve 100 mL NaHCO_3 çözeltisi uygulanarak oluşturulan iki farklı kireç stresi ile herhangi bir uygulamanın yapılmadığı kontrol grubu karşılaştırılmıştır. NaHCO_3 çözeltisi üç defa uygulanarak asmalarda stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı, klorofil içeriği (SPAD) ve yetiştirme ortamında pH ile EC değişimleri araştırılmıştır. Bikarbonat dozları arttıkça aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında klorofil içeriğinin azaldığı; yetiştirme ortamının pH ve EC değerlerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Yaprak sıcaklığı aşılı ve aşısız asmalara ve ölçüm tarihlerine göre değişmekle birlikte genel olarak bikarbonat uygulanan asmalarda daha düşük bulunmuştur. Stoma iletkenliğinin de bikarbonat uygulamalarından etkilenecek azaldığı, ancak aşılı asmaların daha az etkilendiği belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, bikarbonat dozlarının asma fizyolojisini önemli derecede olumsuz etkilediği bildirilmiştir.

Shahsavandi ve Eshghi (2021), su kültüründe yetiştirilen dört asma çeşidinin (‘Sultani Çekirdeksiz’, ‘Flame Seedless’, ‘Yaghouti’ ve ‘Rotabi’) vejetatif gelişmesi ve fizyolojik özellikleri üzerine bikarbonat (15 ve 30 mM) ve farklı Fe formlarının (FeEDTA ve FeSO_4) etkilerini araştırmışlardır. Bikarbonat uygulanan ve Fe bulunmayan ortamlarda tüm çeşitlerin yaş ve kuru ağırlıklarında azalma olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüm çeşitlerde bikarbonat uygulamalarının yaprak alanını ve sürgünlerin demir içeriğini azalttığı tespit edilmiştir. Bikarbonat dozu arttıkça tüm çeşitlerin sürgünlerinde Mg ve P içerikleri, yapraklarında klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları azalış göstermiştir. Tüm genotiplerde kök ve yaprakların iyon sızıntısının ve MDA miktarının bikarbonat uygulamalarına paralel olarak arttığı saptanmıştır. Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, çeşitlerin bikarbonata ve Fe noksanlığına farklı tepkiler gösterdiği; ‘Sultani Çekirdeksiz’ çeşidinin

bikarbonat stresine; ‘Yaghouti’ ve ‘Flame Seedless’ çeşitlerinin ise Fe noksanlığına daha toleranslı olduğu vurgulanmıştır.

Hillin ve ark. (2021)’nin otuz bir adet Muscadin varyetesi (*Vitis rotundifolia*), altı adet türler arası hibrit anaç ve beş adet türler arası hibrit üzüm çeşidinin alkali topraklara adaptasyonlarını belirlemek amacıyla ABD’de gerçekleştirdikleri çalışmada, asmalar üç yıl boyunca orta alkali toprakta (8.1 pH) yetiştirilmiş ve mineral beslenme özellikleri araştırılmıştır. Muscadin varyetelerinde, türler arası hibrit anaçlara (1103 P, 101-14, 420 A, 140 R, Schwarzmanner ve Matador) göre daha fazla ölüm gerçekleşmiş ve daha fazla kloroz belirtisi görülmüştür. Ayrıca Muskadin çeşitlerinde besin eksiklikleri (azot, bakır) ve fazlalıkları (kalsiyum, bor) tespit edilmiştir. Muscadin varyeteleri arasında beslenme ve demir klorozu bakımından farklılıkların olduğu rapor edilmiştir.

Karimi ve Salimi (2021)’nin bikarbonat kaynaklı stres ile ilgili fizyolojik ve biyokimyasal parametreleri araştırmak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, uluslararası ve İran çeşitlerinden oluşan toplam 12 adet üzüm çeşidini su kültüründe bikarbonat içeren (10 mM Bic) ve içermeyen (Bic-) ortamlarda yetiştirmişlerdir. Bikarbonat uygulanan ortamlarda demir klorozu ve iyon sızıntısı değerleri önemli ölçüde artarken; yaprak SPAD değeri, kök kuru ağırlığı ve hacmi azalmıştır. Demir klorozu ve iyon sızıntısı en yüksek ‘Rishbaba’ çeşidinde ve en düşük ‘Perlette’ çeşidinde tespit edilmiştir. En yüksek SPAD değeri ‘Perlette’ çeşidinde; en düşük SPAD değeri ise ‘Rishbaba’ çeşidinde belirlenmiştir. Bikarbonatlı ortamlarda en yüksek kök kuru ağırlığı ‘Perlette’ çeşidinde ölçülürken, ‘Flame Seedless’ ve ‘Superior Seedless’ çeşitleri bunu izlemiştir. Araştırmada malondialdehit ve hidrojen peroksit miktarının Fe klorozuna toleranslı çeşitlerde daha düşük olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bikarbonatlı ortamda yetiştirilen ‘Perlette’, ‘Flame Seedless’, ‘Superior Seedless’, ‘Moukhtchaloni’ ve ‘Chafteh’ çeşitlerinde katalaz ve askorbat peroksidaz enzim aktivitesi diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur. Antioksidan enzim aktivitesi yüksek olan çeşitlerin, Fe klorozuna toleranslı çeşitler olduğu belirtilmiştir. Bikarbonat içeren ortamlardaki tüm genotiplerin yapraklarında N, K, Zn, aktif Fe ve toplam Fe miktarı azalırken; Mg ve Ca miktarının arttığı saptanmıştır. Bikarbonat içeren ortamda en yüksek aktif Fe içeriği sırasıyla ‘Perlette’, ‘Flame Seedless’, ‘Chafteh’ ve ‘Superior Seedless’ çeşitlerinde tespit edilmiştir. Kloroza dayanıklı çeşitlerin yapraklarındaki aktif demir ve klorofil içeriğinin, kloroza duyarlı çeşitlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, ‘Perlette’, ‘Flame Seedless’, ‘Superior Seedless’, ‘Moukhtchaloni’ ve ‘Chafteh’ bikarbonat kaynaklı strese toleranslı; ‘Fiesta’, ‘Druzhba’

ve ‘Lael’ orta derecede toleranslı; ‘Rishbaba’, ‘Bidaneh Qermez’, ‘Bidaneh Sefid’ ve ‘Shast Aroos’ az toleranslı çeşitler olarak sıralandığı bildirilmiştir.

Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne ait sıcaklık ve nem kontrollü iklim odasında yürütülen bir çalışmada, 5 BB ve 41 B asma anaçlarının kök ve sürgün özellikleri üzerine sulama suyu pH’sının etkileri araştırılmıştır. Araştırmada asma çelikleri perlit ortamına dikilerek, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5 ve 8.0 pH’ya sahip sulama çözeltisi ile sulanmıştır. Asma anaçlarının kök ve sürgün özellikleri 90 günlük yetiştirme süresinin ardından araştırılmıştır. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek köklenme oranı 7.0 ve buna yakın pH’ya sahip ortamlarda belirlenmiştir. En yüksek sürgün uzunluğu ortalaması 6.5 pH’da tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, sulama çözeltisine ait pH’nın asma anaçlarında morfolojik ve fizyolojik özellikleri önemli oranda etkilediği raporlanmıştır (Daler ve Cangi, 2021).

Lampreave ve ark. (2022), farklı oranlarda kireç içeren topraklarda (az kireçli, orta kireçli, çok kireçli) yaptıkları çalışmada, karbondioksit ilave edilen sulama suyunun toprak pH’sına ve ‘Tempranillo’ üzüm çeşidinin besin alımına etkileri araştırılmıştır. Sulama suyuna 200, 400 ve 800 ppm CO₂ uygulanmış ve 400 ppm CO₂’nin sulama suyunda optimum pH’yı sağladığı belirlenmiştir. Karbondioksitli sulama suyu, asmalarda klorofil içeriğini ve vejetatif gelişimi artırmıştır. 400 ppm CO₂ içeren sulama suyunun demir klorozunu önlediği tespit edilmiştir. Bu etkisi nedeniyle, özellikle kireçli topraklarda ‘Tempranillo’ gibi hassas üzüm çeşitlerinin sulama suyunda CO₂ kullanımının EDTA, O ve O-EDDHA gibi sentetik şelatlı gübrelerle alternatif olabileceği vurgulanmıştır. Sulama suyundaki CO₂ dozunun artışı ile toprak pH’sının azaldığı belirlenmiştir. 400 ppm CO₂ içeren sulama suyunun kireçli toprakta bitkiye yararlı P, Fe, Mn ve Zn miktarını diğer uygulama dozlarına ve kontrole göre artırdığı tespit edilmiştir. Topraktaki Ca ve Mg miktarının ise 800 ppm karbondioksit içeren sulama suyu ile arttığı bildirilmiştir.

İran’ın Borujerd şehrinde kireç içeriği yüksek olan bağ koşullarında yürütülen bir çalışmada, 12 yaşındaki ‘Bidaneh Sefid’ üzüm çeşidine topraktan üç farklı formda çinkolu gübre uygulanmış ve asmalar üzerindeki etkileri (fizyolojik, biyokimyasal ve mineral beslenme) araştırılmıştır. Çinko uygulamaları; nano çinko oksit (ZnO), çinko sülfat (ZnSO₄) ve nano çinko şelat (Zn EDTA) formunda; 0, 250 ve 500 ppm dozlarında uygulanmıştır. Çinko uygulamaları kireçli topraklarda besin alımını artırmıştır. Yaprak sapındaki N, P, K, Mg, Fe, Zn ve Mn miktarının çinko uygulamaları ile arttığı tespit edilmiştir. Uygulamalar besin alımına paralel olarak yaprak klorofil içeriğini de

artırmıştır. Ayrıca çinko uygulamasının katalaz ve askorbat peroksidaz aktivitesini artırdığı; özellikle de katalaz enzim aktivitesinin çinko dozlarındaki artışa paralel olarak arttığı ifade edilmiştir (Mahdavi ve ark., 2022).

Çetin ve Koç (2023), örtü altında topraksız kültürde (torf:perlit, 1:1) gerçekleştirdikleri çalışmada, yeni nesil hormonlardan olan strigolaktonun (SL) kireç stresindeki asmalardaki etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada, 1103 P anacına aşılı 'Hasandede' üzüm çeşidi kullanılmıştır. İlk olarak bitki kök bölgesine farklı oranlarda kalsiyum oksit (CaO, %0, %10 ve %25) uygulanarak kireç stresi oluşturulmuştur. Daha sonra kök bölgesine farklı dozlarda SL (0 μ M, 1 μ M, 3 μ M ve 5 μ M) uygulanmıştır. En yüksek membran zararı (%31.41) ve en düşük klorofil içeriği (20.64 SPAD) %25 CaO+0 μ M SL uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek lipit peroksidasyonu da %25 CaO+0 μ M SL uygulamasından (1.40 nM g⁻¹) elde edilirken, en düşük değer %10 CaO+1 μ M SL uygulamasında (0.28 nM g⁻¹) tespit edilmiştir. Fiziksel ve biyokimyasal analizlerden elde edilen sonuçlara göre, SL uygulamalarının asmalarda kireçli topraklardan kaynaklanan stresin zararını azaltmaya yardımcı olabileceği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, bitkisel materyal olarak 1103 P asma anacına aşılı ve aşısız ‘Michelle Palieri’ (*Vitis vinifera* L.) sofralık üzüm çeşidine ait asmalar kullanılmıştır. Yetiştirme ortamında kalsiyum stresi oluşturmak üzere araştırma kapsamındaki asmaların yarısına CaCO_3 çözeltisi kullanılmıştır. Ortama eklenen kalsiyuma bağlı yapay olarak oluşturulan stresin etkisinin azaltılması amacıyla yetiştirme ortamına uygulamak suretiyle çiftlik gübresi ve katı solucan gübresi, yaprak uygulaması olarak ise sıvı solucan gübresi kullanılmıştır.

3.1.1. 1103 Paulsen (*V. berlandieri* x *V. rupestris*)

Sicilya’da Amerikan asma fidanlığının müdürü Paulsen’in ıslah çalışmaları sonucu 1892 yılında elde edilen bu anaç, *V. Berlandieri* Resseguier No:2 ile *V. Rupestris* du Lot asmalarının melezlenmesiyle ortaya çıkmıştır. Anacın olgun yaprakları böbrek şekilli ve yaprak yüzeyi tüysüzdür. Damarlar mor renklidir ve damarlarda çok az tüy bulunmaktadır. Sap cebi U şeklinde ve çoğunlukla sapın aya ile birleştiği kısımda daha açıktır. Erkek ve steril özellikte çiçeklere sahiptir. Killi, kireçli, havadar ve alt kısmı nemli olan topraklara iyi uyum sağlayan, kuvvetli gelişen kök sistemi sayesinde toprağın derin katmanlarına ulaşabilen bir anaçtır. Orta-çok kuvvetli arasında büyüme gücü özelliği gösteren bu anaç ile ilgili Fransa’nın kireçli topraklarında 99 R ile 110 R arasında bir performans gösterdiği; ayrıca asitli topraklarda da iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (Çelik, 1998; Uzun, 2011). % 0.6 toprak tuzluluğuna ve % 17 oranında aktif kirece dayanıklıdır. Filokseraya dayanıklı, nematodlara ise az dayanıklı olduğu rapor edilmiştir (Çelik ve ark., 1998).

Bu anacın dünyada (Sabır ve ark., 2012; Tangolar ve ark., 2021; Daler ve ark., 2022) ve ülkemizde yaygın olarak kullanıldığı (Gürsöz ve Bekişli, 2016; Uzun, 2019); ülkemizin birçok yöresi için önerildiği (Uzun, 2019) ve son yıllarda kullanımının giderek arttığı (Günen ve Altındişli, 2017) araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Türkiye’de yaygın olarak kullanılma sebebi olarak büyüme kuvveti, köklenme ve aşı tutma kabiliyeti, nematoda, kurak koşullara, tuzluluğa ve aktif kirece dayanımının öne çıktığı ifade edilmiştir (Gürsöz ve Bekişli, 2016).

3.1.2. ‘Michelle Pallieri’ (‘Alphonse Lavallée’ × ‘Red Malaga’)

Seyrek veya orta sıklıkta olan salkımları büyük ve ortalama 440 g ağırlığa ulaşmaktadır. Taneleri 1-3 çekirdekli, çok iri (8 g) olup, şekli yuvarlak ve mavi-siyah renklidir. Olgunlaşma tarihi iklime göre değişmekle birlikte Ağustos ayının ikinci yarısını bulmaktadır. Yarı uzun budamaya uygun, dekara verimi yüksek (1500-1700 kg) ve geçit bölgelerde yetiştiriciliğe elverişlidir. Yaklaşık 5-6 ay gibi uzun süreli muhafazaya uygun bir çeşit olduğu ve ülkemizde yetiştiriciliğine yoğun ilgi gösterildiği bildirilmiştir (Çelik, 2006; Dilli ve Kader, 2008).

3.1.3. Denemede kullanılan organik materyaller

Yetiştirme ortamı olarak torf ve perlit; yetiştirme ortamına ilave uygulama olarak çiftlik gübresi ve katı solucan gübresi; asmalara ise yapraktan uygulamak suretiyle sıvı solucan gübresi kullanılmıştır. Perlit dışındaki katı organik materyallerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmiştir. Sıvı solucan gübresinin ise üretici firma tarafından belgelenen özellikleri Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

Yurt dışında üretilen bir ürün olan Klassman® marka torfun, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Araştırma ve Uygulama çiftliğinden temin edilen çiftlik gübresinin ve yerli bir firmadan temin edilen Soloverm markalı katı solucan gübresinin Tarım ve Orman Bakanlığı Organik Gübre Yönetmeliğine göre Selçuk Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Analiz Laboratuvarında tarafımızca yapılan analiz sonuçları Çizelge 3.1’ de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan torfun özellikleri

Özellikler	Torf	Çiftlik Gübresi	Katı Solucan Gübresi
İnorganik Azot (%)	0.56	1.13	2.49
Suda Çözünür Fosfor (g kg ⁻¹)	0.28	0.56	1.24
Suda Çözünür Potasyum (g kg ⁻¹)	6.50	3.84	5.48
Suda Çözünür Kalsiyum (g kg ⁻¹)	2.37	6.63	4.66
Suda Çözünür Magnezyum (g kg ⁻¹)	2.11	3.01	2.61
Suda Çözünür Kükürt (mg kg ⁻¹)	3.31	1.35	1.71
Suda Çözünür Demir (mg kg ⁻¹)	16.50	32.21	29.55
Suda Çözünür Çinko (mg kg ⁻¹)	2.85	7.41	4.14
Suda Çözünür Mangan (mg kg ⁻¹)	1.08	1.66	1.35
Suda Çözünür Bakır (mg kg ⁻¹)	1.24	2.37	2.09
Suda Çözünür Bor (mg kg ⁻¹)	1.81	0.97	2.15
Organik Madde (%)	90.94	40.85	70.10
Toplam Kireç (%)	2.98	35.38	10.37
Aktif Kireç (%)	1.63	13.08	4.90
pH	6.95	7.90	7.41
EC (dS/m)	1.15	6.50	4.32

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan sıvı solucan gübresinin özellikleri

Özellikler	Değer
Toplam Organik Madde	%10
Toplam Azot	%1
Organik Azot	%1
Toplam Fosfor Pentaoksit (P_2O_5)	%0.6
Suda Çözünür Potasyum Oksit (K_2O)	%1
Toplam (Humik+Fulvik) Asit	%4.5
Maximum EC (dS/m)	0.24
pH	7-9

3.2. Yöntem

Bu deneme iki yıl süreyle (2020 ve 2021) Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bağ Yetiştirme ve Islahı Araştırma Serasında yürütülmüştür.

3.2.1. Deneme planı ve uygulamalar

Araştırma öncesi kış sezonunda eşit hacimde steril perlit (yaklaşık 3 mm çapında) ve torf (Klasmann®) homojen bir şekilde karıştırılarak cam sera içerisinde plastik konteynırlarda (90x40x40 cm) topraksız kültür ortamı oluşturulmuştur.

Yetiştirme ortamına aşılı (1103 P anacı) ve aşısız asmalar dikilerek iki ana parsel oluşturulmuştur. Ana parseller kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) uygulanan (Ca^+) ve uygulanmayan (Ca^-) iki alt parsele bölünmüştür. Denemenin her iki yılında, iki alt parselin birine $CaCO_3$ stresinin kademeli olarak kontrollü şartlar altında oluşturulması amacıyla birer hafta arayla dört defa $CaCO_3$ (her asmaya 1 N $CaCO_3$ çözeltisinden her uygulamada 50 mL) çözeltisi ilave edilmiştir (Şekil 3.1). Diğer alt parsele (Ca^-) ise her iki yılda da $CaCO_3$ uygulaması yapılmamıştır.

Ca^+ ve Ca^- ortamlarından oluşan alt parseller beş gruba ayrılarak, her alt parsel çiftlik gübresi, katı solucan gübresi, katı+sıvı solucan gübresi, sıvı solucan gübresi uygulamaları ve kontrol olarak gruplandırılmıştır. Her uygulama için üç tekerrür (konteyner) oluşturulmuş ve her tekerrür için üçer asma planlanmıştır. Yetiştirme ortamlarına ve asmalara yapılan organik uygulamalar aşağıda belirtildiği şekildedir.

1. Çiftlik gübresi: Eşit hacimdeki torf ve perlit ortamına %20 oranında çiftlik gübresi ilave edilmiş ve homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Asmalara herhangi bir uygulama yapılmamıştır.
2. Katı solucan gübresi: Eşit hacimdeki torf ve perlit ortamına %20 oranında katı solucan gübresi ilave edilmiş ve homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Asmalara veya yetiştirme ortamına başka uygulama yapılmamıştır.
3. Katı+sıvı solucan gübresi: Eşit hacimdeki torf ve perlit ortamına %20 oranında katı solucan gübresi ilave edilmiş ve homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Ayrıca asmalara da yapraktan sıvı solucan gübresi uygulanmıştır. Sıvı solucan gübresi %1 oranında uygulanmış ve her iki yılda da 20 gün arayla 4'er defa tekrarlanmıştır.
4. Sıvı solucan gübresi: Eşit hacimdeki torf ve perlit ortamındaki asmalara yapraktan sıvı solucan gübresi uygulanmıştır. Sıvı solucan gübresi %1 oranında uygulanmış ve her iki yılda da 20 gün arayla 4'er defa tekrarlanmıştır.
5. Kontrol: Eşit hacimdeki torf ve perlit homojen bir şekilde karıştırılarak yetiştirme ortamı oluşturulmuştur. Asmalara herhangi bir uygulama yapılmamıştır.



Şekil 3.1. Araştırmaya ait deneme deseni ve uygulama planı

Her uygulamaya ait yetiştirme ortamı, homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra konteynırlara eşit miktarlarda yerleştirilmiştir. Daha sonra inkübasyon için sera içerisinde 2 ay bekletilmiş ve belli aralıklarla nemlendirilmiştir.

Yetiştirme ortamlarının inkübasyon süresinin sonunda, TS 3981 nolu Asma Fidanı Standartlarına (Anonim, 1995) uygun yaklaşık 30 cm uzunluğunda sürgünlere sahip olan ve bir örnek gelişme gösteren aşıllı ve aşırsız asma fidanları, cam serada her konteynırda üç asma olacak şekilde doğu-batı yönünde dikilmiştir. Asmalar damla sulama yöntemiyle sulanmış olup, sulama aralıkları ve miktarları iklim şartları ve tansiyometre değerleri dikkate alınarak düzenlenmiştir. Asmalar denemenin birinci yılında tek sürgünlü, ikinci yılında ise ikişer sürgünlü yetiştirilmiştir. Sürgünler her iki yılda da 2.2 m yükseklikteki tellere bağlanan iplerle askıya alınmış ve asmaların dikey olarak büyümesi sağlanmıştır.

Uygulamaların, yetiştirme ortamları ve asmalar üzerindeki etkileri 2020 (birinci yıl) ve 2021 (ikinci yıl) yetiştirme sezonları boyunca takip edilmiştir.

3.2.2. Yetiştirme ortamında yapılan ölçüm ve analizler

3.2.2.1. Yetiştirme ortamının gravimetrik nem tayini (%)

Nem tayini ölçümünde Gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Örnekler, su kaybının yüksek olduğu yaz sezonunda, sulamadan üç gün sonra, üstten 20 cm'lik kısımdan alınmıştır. Her uygulama için farklı yerlerden üç tekerrürlü alınan 100'er g'lık örnekler, nem kaybı olmaması amacıyla ağzı kapalı poşetlerle laboratuvara taşınmıştır. Örneklerin tartılacağı kapların darası alındıktan sonra örneklerin yaş ağırlığı tartılmıştır. Daha sonra etüvde 105 °C'de sabit ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Fırından çıkarıldıktan sonra tekrar tartılarak, buharlaşan su miktarının kuru ağırlığa oranı hesaplanmıştır. Elde edilen nem miktarı % olarak ifade edilmiştir (Gardner, 1986).

3.2.2.2. Yetiştirme ortamının inorganik azot miktarı (%)

Birinci ve ikinci yılın sonunda her uygulama için farklı yerlerden üç tekerrürlü olarak alınan örnekler 70°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve öğütüldükten sonra 5'er g tartılarak Kjeldahl cihazı ile inorganik azot miktarı saptanmıştır (Bremner, 1965).

3.2.2.3. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Cu, B miktarları (g kg⁻¹)

Birinci ve ikinci yılın sonunda her uygulama için farklı yerlerden üç tekerrürlü olarak alınan örnekler, homojenliği sağlamak amacıyla karıştırılmıştır. Daha sonra 70°C’de fırın kuru ağırlığına gelinceye kadar kurutulmuş ve öğütüldükten sonra hassas terazide tartılmıştır. Tartılan örnekler cam erlenlere koyulduktan sonra saf su ile 100 g’a tamamlanmış ve tartım değeri kaydedilmiştir. Cam erlenler 40 dakika boyunca çalkalayıcı ile çalkalanmıştır. Bu işlemden sonra falkon tüplere Whatmann–42 kağıdı ile süzölmüş ve ICP AES cihazında okunmuştur (Organik Gübre Yönetmeliği, 2014).

3.2.2.4. Yetiştirme ortamının organik madde miktarı (%)

Birinci ve ikinci yılın sonunda her uygulamadan üçer tekerrürlü olarak alınan örnekler, darası alınmış olan kaplara koyulup tartıldıktan sonra 550°C’de kül fırınında kuru yakma yöntemiyle yakılmıştır. Örnekler fırından çıkarıldıktan sonra tekrar tartılarak yanma kaybına göre organik madde içeriği belirlenmiştir (Kacar, 1994).

3.2.2.5. Yetiştirme ortamının toplam kireç oranı (%)

Birinci ve ikinci yılın sonunda yetiştirme ortamından üçer tekerrür halinde alınan örnekler laboratuvarında tartılmış ve ölçüm için kaplara konulmuştur. Kaplardaki örneklerin üzerine asit (HCl) ilave edilerek karıştırılmıştır. Karıştırma sırasında ortamdaki kalsiyum karbonatın parçalanması ile açığa çıkan CO₂’nin standart sıcaklık ve mevcut basınç altındaki hacmi Scheibler kalsimetresinde belirlenerek hesaplanmıştır (Hızalan ve Ünal, 1966).

3.2.2.6. Yetiştirme ortamının aktif kireç oranı (%)

Yetiştirme ortamından birinci ve ikinci yılın sonunda alınan örnekler 0.1 M amonyum oksalat ((NH₄)₂C₂O₄) ile 2 saat reaksiyona tabii tutulmuş ve işlemin sonunda reaksiyona girmeyen oksalatın (C₂O₄⁻²) 0.1 M KMnO₄ ile titrasyonu sonucunda belirlenmiştir (Drouineau, 1942).

3.2.2.7. Yetiştirme ortamının solunum miktarı (mg CO_2 100 g^{-1} FKT 24 sa^{-1})

Yetiştirme ortamından birinci ve ikinci yıl alınan örnekler tartılarak kapağı kapalı bir şekilde kaplara yerleştirilmiştir. Kapların içerisine ortamla temas etmeyecek şekilde baz eklenerek 30°C 'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon esnasında açığa çıkan CO_2 , kap içerisindeki baz tarafından tutulmuştur. Örnekler kap içerisinden çıkarılarak karbondioksit ile reaksiyona girmeyen baz HCl ile titre edilmiştir. Bu yöntemle yetiştirme ortamında üretilen CO_2 hesaplanmıştır (Şekil 3.2) (Isermayer, 1952).



Şekil 3.2. Yetiştirme ortamına ait örneklerin tartılması (solda) ve kaplara yerleştirilmesi (sağda)

3.2.2.8. Yetiştirme ortamının sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)

Her konteynırda üç farklı yerden 15 cm derinliğe yerleştirilen prob (HIYE T-401) ile yetiştirme ortamının sıcaklığı ($^\circ\text{C}$) ölçülmüştür.

3.2.2.9. Yetiştirme ortamının reaksiyonu (pH)

Yetiştirme ortamlarına CaCO_3 ilave edildikten 10 gün sonra alınan örnekler, 1:10 oranında saf su ile karıştırılmıştır. Daha sonra karışım filtre kağıdı ile süzölmüş ve cam elektrotlu pH metre ile ölçüm yapılmıştır (Organik Gübre Yönetmeliği, 2014).

3.2.2.10. Yetiştirme ortamının EC'si

Yetiştirme ortamlarına CaCO_3 ilave edildikten 10 gün sonra alınan örnekler, 1:10 oranında saf su ile karıştırılmıştır. Daha sonra karışım filtre kağıdı ile süzölmüş ve EC metre ile ölçölmüşdür (Organik Gübre Yönetmeliğı, 2014).

3.2.3. Asmalarda yapılan vejetatif ölçömler

3.2.3.1. Sürgün uzunluğı (cm)

Birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarının sonunda, sürgün uçları kurumadan evvel asmalar üzerindeki sürgünlerin uzunlukları, 1 mm hassasiyete sahip şerit metre kullanılarak ölçölmüş ve çift sürgün geliştirilen ikinci yıl için asma başına ortalama sürgün uzunluğı hesaplanmıştır.

3.2.3.2. Sürgün çapı (mm)

Birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarının sonunda, asmaların yaprakları dököldükten sonra tüm bir yıllık dalların 2. ve 3. boğumlarının ortasından iki yönlü olacak şekilde dijital kumpasla ölçölmüşdür. Bu verilere göre asma başına ortalama sürgün çapı belirlenmiştir.

3.2.3.3. Odunsu sürgün uzunluğı (cm)

Birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarının sonunda asmaların tüm yıllık sürgünlerinde odunlaşmış (ligninleşmiş) kısımların uzunluğı 1 mm hassasiyete sahip olan şerit metre ile ölçölerek ortalaması alınmıştır.

3.2.3.4. Budama artığı ağırlığı (g)

Birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarının sonunda asmalar budanmış ve budanan kısımların ağırlığı 0.0001 g hassasiyetli terazide tartılarak g cinsinden kaydedilmiştir.

3.2.3.5. Yaprak yaş ağırlığı (g)

Birinci ve ikinci yetiştirme sezonlarının sonunda, her sürgünün orta kısmından gelişimini tamamlamış 3'er adet olgun yaprak alınmış; ivedilikle laboratuara götürülmüş ve taze ağırlıkları 0.0001 g hassasiyete sahip analitik bir terazide tartılarak belirlenmiştir (IPGR, 1997).

3.2.3.6. Yaprak kuru ağırlığı (g)

Yaprak yaş ağırlığı için alınan yaprak örneklerinin ağırlıkları tartıldıktan sonra etüvde 48 saat boyunca 70 °C'de sabit ağırlığa gelinceye dek kurutulmuştur. Daha sonra kuru ağırlıkları 0.0001 g hassasiyete sahip bir terazi ile tartılarak hesaplanmıştır (IPGR, 1997).

3.2.3.7. Yaprak alanı (cm²)

Yaprak yaş ağırlığı için alınan yaprak örnekleri, yaş ağırlıkları tartıldıktan sonra tarayıcıda taranmıştır. Tarama verileri bilgisayar ortamına aktarılmış ve bir program (Photoshop Portable Sfx.) ile yaprak alanı belirlenmiştir.

3.2.3.8. Stoma yoğunluğu ve boyutlarının belirlenmesi

Asmalarda stoma özellikleri, stomaların yaprak üzerindeki konumlarına (İşçi ve ark., 2015; Odabaşıoğlu ve Gürsöz, 2019), sürgünlerdeki yaprakların pozisyonlarına (Düzenli ve Ağaoğlu, 1992; İşçi ve ark., 2015; Yıldırım ve Dardeniz, 2017; Odabaşıoğlu ve Gürsöz, 2019) ve yaprakların güneşlenme durumuna (Doğan ve ark., 2020) göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle stoma sayısı, eni, boyu ve alanını belirlerken, homojenliğin sağlanması amacıyla sürgünler üzerindeki 5. ve 8. boğumlar arasındaki güneş gören yapraklarda örnekleme yapılmış ve tüm yaprakların aynı kısımlarındaki stomalar araştırılmıştır. Örnekler, asmalarda fizyolojik aktivitenin en yoğun olduğu dönemde, 1 Temmuz tarihinde 09:00-10:30 saatleri arasında alınmıştır (Bekişli ve Gürsöz, 2016).

Çoğu bitki türünde stomalar yaprakların alt ve üst yüzeyinde bulunurken (amfistomatik), asma yapraklarının alt yüzeyinde (hipostomatik) yer aldığı bilinmektedir (Lebon ve ark., 2006; Kacar ve ark., 2009; Alonso-Villaverde ve ark.,

2011). Bu nedenle yaprakların alt yüzeyindeki 3 farklı kısma şeffaf tırnak cilası (Pastel marka şeffaf oje) uygulanmış ve yaprak epidermal izlerinin cilaya geçmesi sağlanmıştır. Tırnak cilası 2 cm² lik alanlara (eni 1 cm, boyu 2 cm) fırça kullanılarak ince tabakalar halinde uygulanmıştır. Cilanın kuruması için 5-10 dakika beklenmiş ve bir yüzeyi yapışkan olan asetat kağıdı ile cilanın üzeri kapatılmıştır. Bu işlemten sonra yaprak yüzeyinden asetat kağıdı ile birlikte tırnak cilası kaldırılmıştır. Böylece cilaya yapışan alt epidermin yaprak yüzeyinden kalıp halinde ayrılması sağlanmıştır. Stoma yoğunluğu, eni, boyu ve alanı ışık mikroskopunda $\times 40$ büyütme objektif ile $\times 10$ büyütme oküler mikro metre kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.3) (Kara ve ark., 2018a).



Şekil 3.3. Yapraklara cilanın sürülmesi (solda), stomaların görüntülenmesi (sağda)

3.2.3.9. Stoma sayısı (adet)

Asetat kağıtlarıyla birlikte kalıp halinde alınan örnekler lam üzerine yerleştirilerek ışık mikroskopuyla $\times 40$ büyütme objektif ile $\times 10$ büyütme oküler mikro metre kullanılarak birim alandaki (1 mm²) stoma sayıları yapılmıştır.

3.2.3.10. Stoma eni (µm)

Asetat kağıtlarıyla birlikte kalıp halinde alınan örnekler lam üzerine yerleştirildikten sonra ışık mikroskopuyla $\times 40$ büyütme objektif ile $\times 10$ büyütme oküler mikro metre kullanılarak stoma eni (µm) belirlenmiştir.

3.2.3.11. Stoma boyu (μm)

Asetat kağıtlarıyla kalıp halinde alınan örnekler lam üzerine yerleştirilmiş ve ışık mikroskopuyla $\times 40$ büyütme objektif ile $\times 10$ büyütme oküler mikrometre kullanılarak stoma boyu (μm) hesaplanmıştır.

3.2.3.12. Stoma alanı (μm^2)

Işık mikroskopuyla $\times 40$ büyütme objektif ile $\times 10$ büyütme oküler mikrometre kullanılarak belirlenen stoma en ve boy değerlerinin çarpılmasıyla stoma alanı (μm^2) belirlenmiştir.

3.2.4. Asmalarda yapılan fizyolojik ölçüm ve analizler

3.2.4.1. Stoma iletkenliği ($\text{H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Asma sürgünlerinin orta kısmındaki sağlıklı, olgun ve güneş gören yaprakların stoma iletkenliği yaprak porometresi (SC-I Leaf Porometer) kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler güneşli günlerde ve saat 09:00 ile 12:00 arasında yapılmıştır (Düring ve Loveys, 1996; Sabır ve Yazar, 2015). Stoma iletkenliği stresin kısa süreli etkisinin belirlenmesi amacıyla CaCO_3 uygulamasından 3 gün sonra ölçülmüştür.

3.2.4.2. Yaprak sıcaklığı

Asma sürgünlerinin orta kısmındaki sağlıklı, olgun ve güneş gören yaprakların sıcaklığı yaprak porometresi (SC-I Leaf Porometer) kullanılarak stoma iletkenliği ölçümleri ile eş zamanlı olarak ölçülmüştür (Düring ve Loveys, 1996; Sabır ve Yazar, 2015). Yaprak sıcaklığı stresin kısa süreli etkisinin belirlenmesi amacıyla CaCO_3 uygulamalarından 3 gün sonra kaydedilmiştir.

3.2.4.3. Yaprak klorofil içeriği (SPAD indeksi)

Sürgünlerin orta kısmında bulunan yaprakların klorofil içeriği klorofilmetre (SPAD-502, Minolta, Japan) cihazı ile belirlenmiştir (Sabır ve Yazar, 2015). SPAD

indeksi stresin kısa süreli etkisinin belirlenmesi amacıyla her CaCO_3 uygulamasından 7 gün sonra ölçülmüştür.

3.2.4.4. Klorofil a, b ve toplam klorofil (mg g^{-1})

Toplam klorofil analizleri için yaprak örnekleri birinci ve ikinci yaz sezonu sonunda sürgün uzamasının yavaşladığı dönemde alınmıştır. Spektrofotometrik yöntem ile yapılan bu analizde, büyümesini tamamlamış olgun yapraklar kullanılmıştır. Örnekler alındıktan sonra ivedilikle laboratuvara götürülmüş ve analize başlanmıştır. Analiz bitene kadar tüm yapraklar $+4^\circ\text{C}$ 'de kısa süre muhafaza edilmiştir. 1 g yaprak örneği %80'lik aseton ile homojenizatörde homojenize edildikten sonra santrifüjlenerek süzölmüştür. Süzökteki renk spektrofotometre cihazında 645 ve 663 nm dalga boylarında okunmuş ve klorofil miktarı aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.4) (Whitham ve ark., 1971).

$$\text{Toplam klorofil} = [20.2 (A_{645}) + 8.02 (A_{663})] (V / 1000.W)$$

V= %80'lik kullanılan aseton hacmi (ml),

W= Ekstrakte edilen yaprak ağırlığı (g),

A= Dalga boyunda elde edilen okuma değeri



Şekil 3.4. Örneklerin antrifüj cihazına konulması (solda) ve spektrofotometre cihazında okunması (sağda)

3.2.4.5. Hücre zarı geçirgenliği (Elektrolit sızıntısı %)

Hücre zarı geçirgenliği modifiye edilmiş Dionisio-Sese ve Tobita (1998) yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla ilk olarak kullanılan saf suyun EC'si

ölçülmüş ve EC₀ olarak kaydedilmiştir. Daha sonra asma yapraklarından yaprak diski alınarak 20 ml lik saf su içinde 24 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda örneklerin bulunduğu saf suyun elektriksel iletkenliği (EC; Electrical Conductivity) EC metre ile ölçülmüş ve EC₁ olarak kaydedilmiştir. Daha sonra aynı örnekler 100 °C de 20 dakika su banyosunda bekletilmiş ve oda sıcaklığında soğutularak örneklerin elektriksel iletkenlikleri tekrar ölçülmüştür (EC₂). Hücrelerden sızan elektrolit (EL; electrolyte leakage) aşağıdaki formüle göre yüzde olarak belirlenmiştir.

$$[(EC_1-EC_0)/(EC_2-EC_0) \times 100]$$

3.2.4.6. Malondialdehit miktarı (MDA, nmol g⁻¹ yaş ağırlık)

Lipid Peroksidasyonu, thiobarbiturik asit (TBA) reaksiyonuyla ortaya çıkan malondialdehid (MDA) miktarı ölçülerek belirlenmiştir. Bu yöntemde, 0.5 g yaprak örneği önce 4 ml %0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) çözeltisinde homojenizatörde karıştırılmıştır. Bu işlemten sonra 15.000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminin ardından örneklerin üst fazı alınmış ve üzerine 4 ml % 20'luk TCA ve % 0.5'lik TBA içeren çözelti eklenmiştir. Daha sonra, bu karışım 95 °C'de 30 dakika su banyosunda bekletilmiştir. Bu süresinin sonunda hızlıca buz içerisinde bekletilerek soğutulmuş ve tekrar 10,000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Bu işlemten sonra supernatant spektrofotometre cihazında 532 nm ve 600 nm dalga boylarında okunmuş ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Sairam ve ark., 2002).

$$MDA \text{ (nmol mL}^{-1}\text{)} = [(A_{532}-A_{600})/155 \text{ 000}] \times 10^6$$

3.2.4.7. Demir şelatlama aktivitesi

Stres uygulanan asmalarda stres belirtilerinin ortaya çıktığı dönemde büyümesini tamamlamış olgun yaprak örnekleri alınmıştır. Fe²⁺ şelatlama aktivitesinin belirlenmesi amacıyla Geçibesler (2013)'in belirttiği şekilde hazırlanan FeCl₂ ve ferrozin çözeltileri kullanılmıştır. Fe²⁺ iyonu ve ferrozinin tepkimesi sonucunda oluşan mor renkli kompleks spektrofotometrede 562 nm dalga boyunda okunmuştur. Örneklerin demir şelatlama aktivitesi Dinis ve ark. (1994) tarafından geliştirilen yöntemle göre belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Asma yapraklarının tartılması (solda) ve demir şelatlama aktivitesinin spektrofotometre cihazında okunması (sağda)

3.2.4.8. Antioksidan enzim analizi için ekstraktlarının hazırlanması

Stres uygulanan asmaların yapraklarında stres belirtilerinin ortaya çıktığı dönemde büyümesini tamamlamış olgun yapraklar alınmıştır. Yaprak örnekleri alındıktan sonra sıvı azot içerisinde hızlıca laboratuvara taşınarak -80°C 'de analizlerin yapılacağı ana kadar muhafaza edilmiştir. Yaprak örnekleri 1'er g tartılarak, sıvı azot, %2 w/v polivinilpolipirrolidon (PVPP) ve 1 mM EDTA içeren pH'sı 7.8'e ayarlanmış 50 mM Na-fosfat tampon çözeltisi ile ezilmiş ve homojenize edilmiştir. Bu işlemten sonra 14000 rpm'de, $+4^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 30 dk santrifüj edilmiştir (Bergmeyer, 1970; Foyer ve Halliwell, 1976; Nakano ve Asada, 1981). Santrifüj işlemi sonucunda oluşan süpernatant, antioksidan enzimlerin analizinde kullanılmıştır. Ekstraktları hazırlama işlemlerinin tamamı $+4^{\circ}\text{C}$ gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.9. Katalaz (CAT) enzim aktivitesinin belirlenmesi

Hazırlanan ekstraktlarda, Bergmeyer (1970)'in tanımladığı yöntemle göre katalaz enzim aktivitesi belirlenmiştir. Spektrofotometre cihazında köre karşı 240 nm dalga boyunda H_2O_2 'nin 3 dk içerisindeki azalmasına bağlı absorpsiyon değişimi izlenmiştir. Dakikada harcanan H_2O_2 (μmol) miktarı, 1 enzim ünitesi olarak hesaplanmış ve enzim ünitesi $\text{mg protein}^{-1} \text{ g yaş ağırlık}^{-1}$ olarak ifade edilmiştir (Bergmeyer, 1970).

3.2.4.10. Glutasyon redüktaz (GR) enzim aktivitesinin belirlenmesi

Hazırlanan ekstraktlara NADPH eklenerek spektrofotometre cihazında 340 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Okuma sırasında okside glutasyon tüketimi köre karşı 180 saniye boyunca takip edilmiş ve dakikada indirgenen 1 mmol ml⁻¹ GSSG miktarı 1 enzim ünitesi olarak belirlenmiştir. İşlem sonucunda elde edilen veriler ekstinksiyon katsayısı kullanılarak hesaplanmış ve enzim ünitesi mg protein⁻¹ g yaş ağırlık⁻¹ olarak kaydedilmiştir (Foyer ve Halliwell, 1976).

3.2.4.11. Askorbat peroksidaz (APX) enziminin aktivitesinin belirlenmesi

Enzim ekstraktları spektrofotometre cihazında 290 nm dalga boyunda okunmuştur. Ekstrakt içerisindeki askorbat okside oldukça absorbanstaki azalma 180 saniye boyunca izlenmiş ve dakikada okside olan 1 mmol ml⁻¹ askorbat olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ekstinsiyon katsayısı kullanılarak hesaplanmış ve enzim ünitesi mg protein⁻¹ g yaş ağırlık⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Nakano ve Asada, 1981).

3.2.5. Asma yapraklarında besin elementi analizleri

3.2.5.1. Yaprakların analizlere hazırlanması

Yetiştirme sezonu sonunda, sürgün ucundan itibaren 3., 4., 5. ve 6. boğumlardan yaprak örnekleri alınmıştır (Bavaresco ve Fogher, 1992; Bavaresco ve ark., 1999; Bavaresco ve Lovisolo, 2000). Örnekler, laboratuvarında önce musluk suyu ve sonra saf su ile birer defa yıkanmıştır. Daha sonra bir defa 0.2 N HCl çözeltisi, iki defa saf su ve son olarak ultra saf su ile yıkanıp, fazla suları kaba filtre kağıdı ile kurulanmıştır. Daha sonra örnekler hava sirkülasyonuna sahip etüvde 65 °C’ de sabit ağırlığa erişinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan yaprak örnekleri öğütülerek P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, B, toplam Fe ve inorganik N analizleri için kullanılmıştır.

3.2.5.2. Yapraklarda inorganik N miktarının belirlenmesi (%)

Kurutulan ve öğütülen yaprak örnekleri 0.0001 hassasiyete sahip terazide 0.2 g tartılmış ve kalay kaplara konulmuştur. Bu işlemin ardından LECO cihazında 950°C sıcaklıkta AACC Metot 46-30'da tarif edilen Dumas Combustion Metoduna göre (AACC, 2004) yaprak örneklerinin inorganik azot miktarları belirlenmiştir.

3.2.5.3. Yapraklarda besin elementi içeriklerinin belirlenmesi

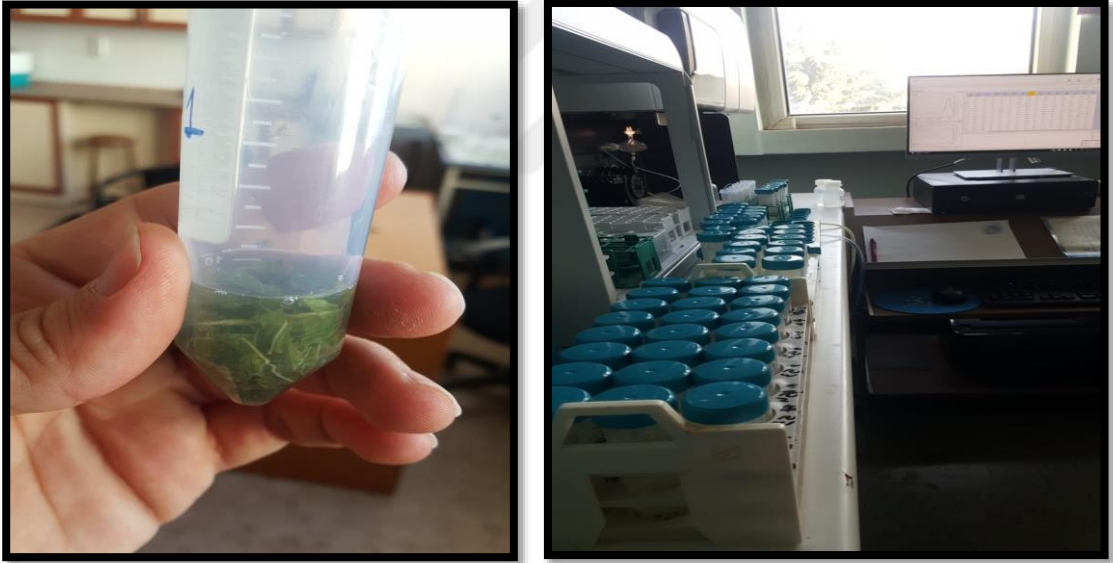
Kurutulan ve öğütülen yaprak örneklerinden 0.15 g'ı 0.0001 hassasiyete sahip terazide tartıldıktan sonra üzerine 5 ml HNO_3 ve 2 ml H_2O_2 ilave edilmiştir. Mikrodalga fırında yüksek sıcaklık (210 °C) ve yüksek basınçta (2000 PSI) örnekler çözündürülmüştür. Analiz sonuçlarının güvenilirliğini sağlamak amacıyla mikrodalga seti içine 1 adet referans materyal ve 1 adet de kör örnek ilave edilmiştir. Mikrodalga cihazından çıkarılan örnekler 50 ml kapasiteli falkon tüplere aktararak soğutulmuş ve üzerine ultra saf su ilave edilerek 20 ml'ye tamamlanmıştır. Bu işlemin hemen ardından ince gözenekli mavi bant filtre kâğıdı ile 50 ml'lik falkon tüplere süzölmüştür. Süzökteki besin elementleri ICP–AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer / Varian- Vista, Axiel) cihazı ile belirlenerek asma yapraklarındaki P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, B ve toplam Fe içerikleri hesaplanmıştır (Şekil 3.6) (USDA, 2004).



Şekil 3.6. Kurutulmuş ve öğütölmüş asma yapraklarının tartılması (a), mikrodalga setine yerleştirilmesi (b) ve besin elementi değeri lerinin okunması (c)

3.2.5.4. Yapraklarda aktif Fe miktarının belirlenmesi (mg kg^{-1})

Yetiştirme sezonunun sonunda, her sürgünün orta kısmından gelişimini tamamlayan olgun yapraklar seçilerek alınmış ve laboratuvarında musluk suyu ile yıkanmıştır. Ardından bir defa saf su, bir defa 0.2 N HCl çözeltisi, iki defa saf su ve son olarak ultra saf su ile yıkanıp, fazla suları kaba filtre kağıdı ile kurulanmıştır. Temiz bir zemin üstünde bisturi kullanılarak çok küçük parçalara ayrılmıştır. Daha sonra 2'şer g tartılarak falkon tüplere konulmuş ve 20 ml 1 N HCl çözeltisi ilave edilerek kapakları kapatılmıştır. Bu işleme müteakip 24 saat karanlık bir ortamda bekletilmiştir (Takkar ve Kaur, 1984). Bekleme süresinin sonunda örnekler mavi bantlı filtre kağıdı ile falkon tüplere süzölmüş ve süzükteki aktif demir içeriği ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer / Varian, Australia Pty Ltd. Mulgrave, Australia) cihazında okunarak asma yapraklarının aktif demir içerikleri hesaplanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Örneklerinin falkon tüplere konulması (solda) ve aktif demir değerlerinin okunması (sağda)

3.2.6. İstatistiksel analiz

Elde edilen rakamsal veriler JMP ver. 5.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) istatistik paket programı ile analiz edilmiş olup ortalamalar arasındaki gerçek önemli farklılıklar anaç x ortam x uygulama interaksyonuna göre $P < 0.05$ önem seviyesinde LSD testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

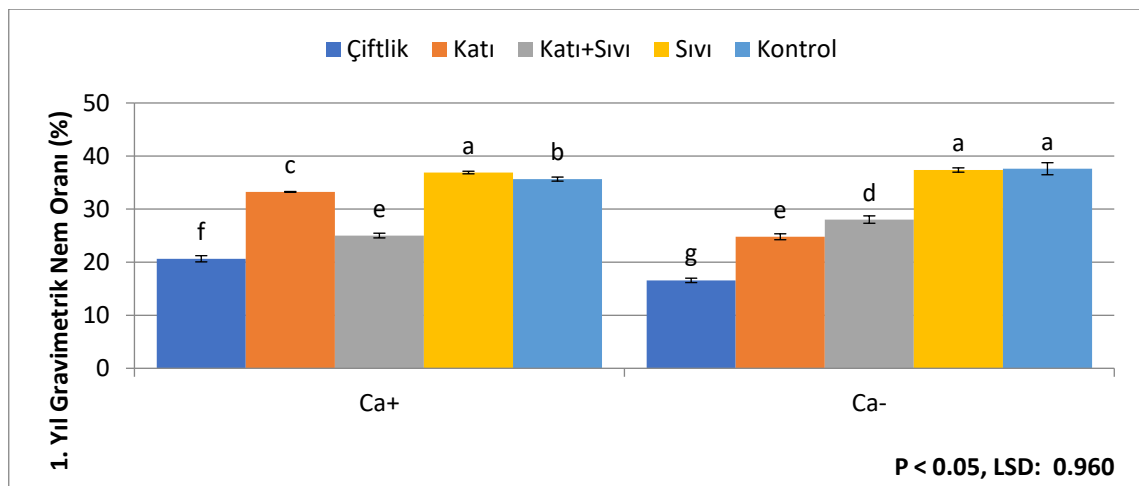
4.1. Yetiştirme Ortamına Ait Bulgular

Bu bölümde, 1103 P anacına aşılı ve kendi kökü üzerinde yetiştirilen ‘Michele Palieri’ asmalarının yetiştirme ortamlarına ilave edilen CaCO_3 ve organik gübre uygulamalarının yetiştirme ortamlarında neden olduğu değişimler sunulmuştur. Yetiştirme ortamlarında her iki yılda da gravimetrik nem tayini, organik madde miktarı, toplam kireç, aktif kireç, CO_2 üretimi, sıcaklık, pH, EC, inorganik azot ve suda çözünebilir besin elementleri (fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir, çinko, mangan, bakır, bor) belirlenmiştir.

4.1.1. Yetiştirme ortamının nem miktarı (%)

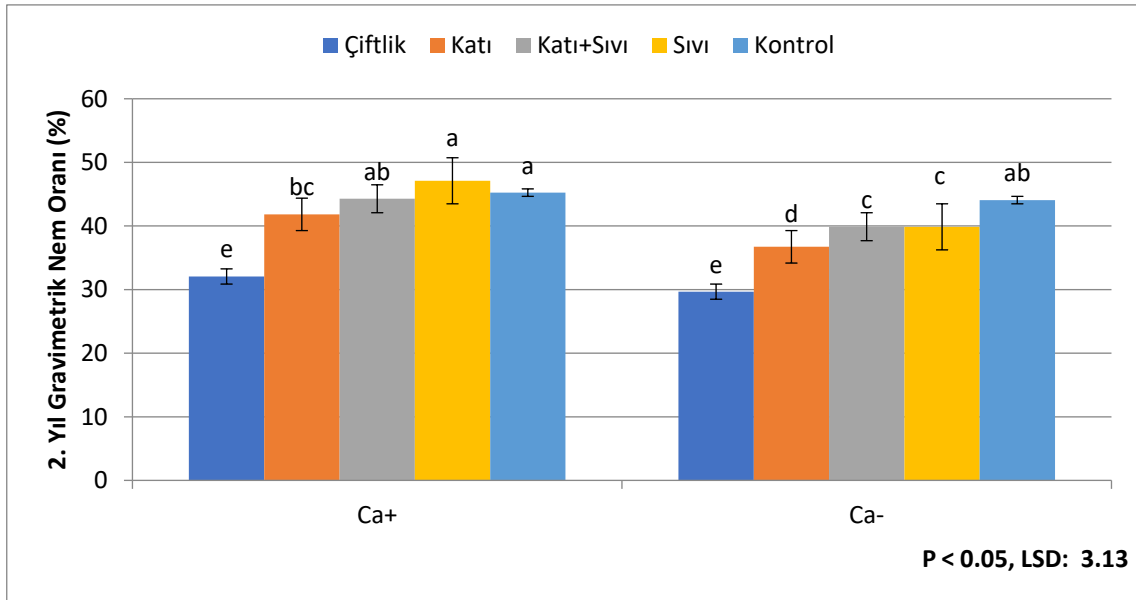
Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının nem miktarına etkileri Şekil 4.1 (birinci yıl) ve Şekil 4.2 (ikinci yıl)’de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında, yetiştirme ortamlarının nem miktarı üzerine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek nem içeriği sırasıyla Ca^- ortamda kontrol grubu (%37.61) ve sıvı solucan gübresi (%37.37) uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük değerler ise sırasıyla Ca^- ve Ca^+ ortamlarda çiftlik gübresi (%16.57 ve %20.64) uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl nem miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

İkinci yılda yetiştirme ortamlarının nem miktarına uygulamaların etkilerinin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek nem miktarı Ca⁺ ortamda sırasıyla sıvı solucan gübresi (%47.10) ve kontrol (%45.24) uygulamalarında tespit edilmiştir. En düşük nem miktarı ise Ca⁻ ve Ca⁺ ortamlarda çiftlik gübresi uygulamasında (sırasıyla, %29.68 ve %32.06) belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarında 2. yıl nem miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

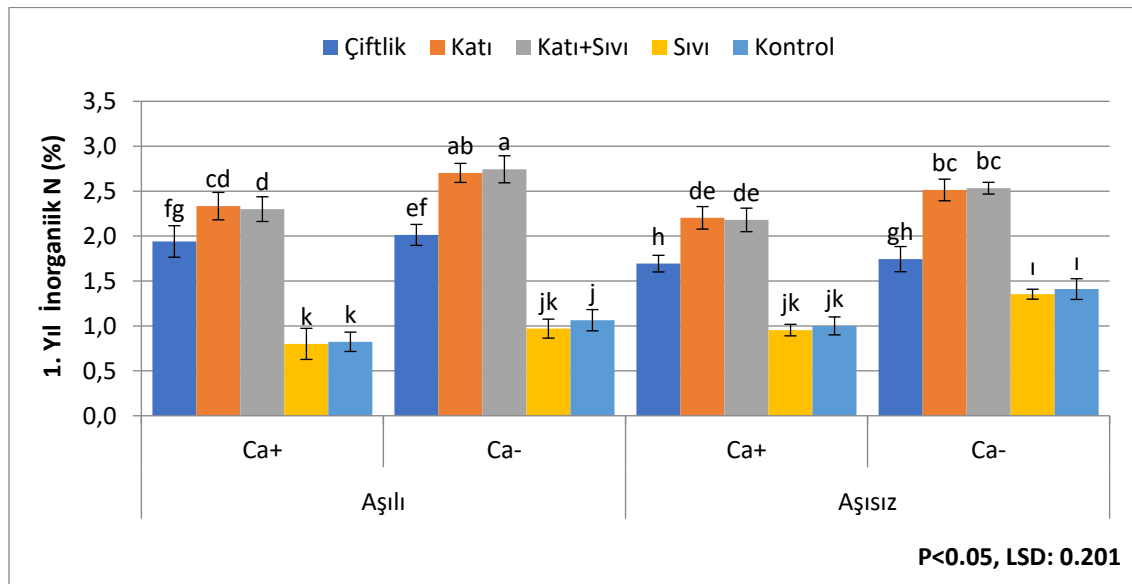
Daha önce vermikompostun toprağın su tutma kapasitesini artırdığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Singh ve ark., 2011; Açıkbaş ve Bellitürk, 2016). Aynı özelliğin toprak koşullarında yetiştiricilikte çiftlik gübreleri için de geçerli olduğu bilinmektedir (Taban ve Turan, 2012). Ancak bu çalışmada, her iki yılda da organik gübrelerin yetiştirme ortamlarının nem miktarının kontrole göre önemli derecede düşük çıktığı tespit edilmiştir. Literatür bilgileriyle uyuşmayan bu sonucun, denemede kullanılan torfun organik madde içeriğinin çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinden yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmada kullanılan torfun organik madde içeriğinin çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinden yüksek olması nedeniyle, organik gübrelerin ortamdaki organik madde yüzdesini azalttığı ve bu nedenle ortamın su tutma kapasitesini etkilediği kanaati oluşmuştur. Kalkan ve ark. (2017)'nin da bildirdiği gibi organik madde ile su tutma kapasitesi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Yetiştirme ortamındaki nem miktarını etkileyen diğer faktörün ise yetiştirme ortamının sıcaklığı olabileceği düşünülmüştür.

Yapılan çalışmalarda çiftlik gübresinin mikroorganizma popülasyonunu olumlu etkilediği ve toprak sıcaklığını artırdığı bildirilmiştir (Kacar, 2007). Bu çalışmada organik gübrelerin, yetiştirme ortamlarının sıcaklığını artırdığı tespit edilmiş olup, organik gübrelerin bulunduğu ortamların nem miktarının azalmasının bu sonuçlarla desteklendiği tahmin edilmiştir. Tangolar ve ark. (2020) tarafından bağ koşullarında yapılan çalışmada, toprağa uygulanan çiftlik gübresi ve budama artığı karışımının, toprak nemini azalttığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışmadan elde edilen sonuçlar, bu çalışmada elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

4.1.2. Yetiştirme ortamının inorganik azot miktarı (%)

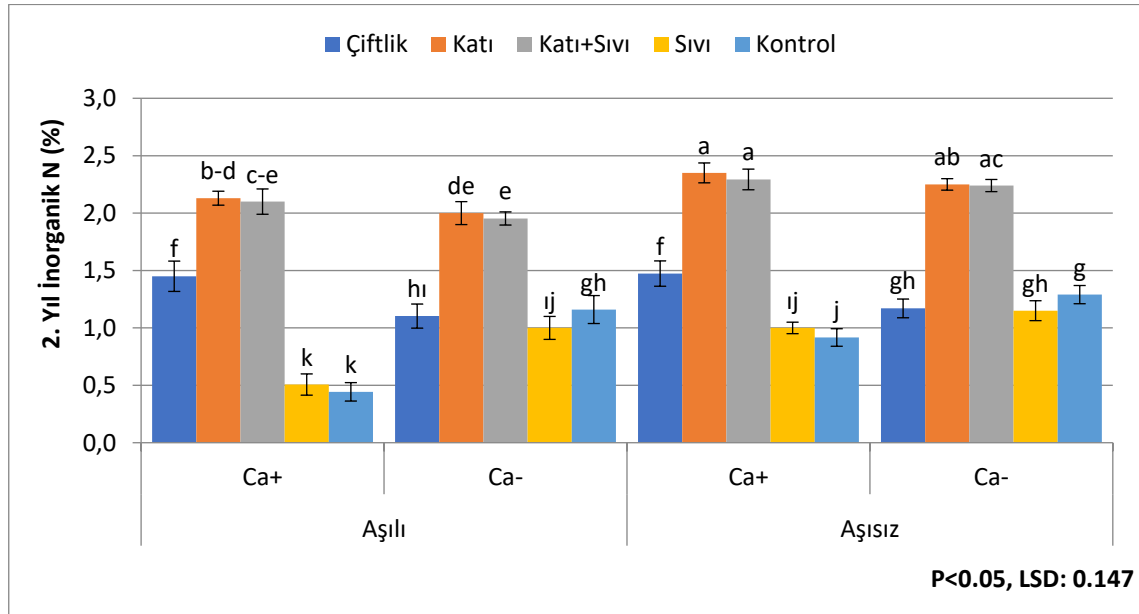
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarının inorganik azot (N) miktarına etkileri Şekil 4.3 (birinci yıl) ve Şekil 4.4 (ikinci yıl)'te gösterilmiştir.

Birinci yılda yetiştirme ortamlarındaki inorganik N içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek inorganik N miktarı Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı ve katı solucan gübresi uygulamalarında tespit edilmiştir (sırasıyla %2.74 ve %2.70). En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamalarında tespit edilmiştir (sırasıyla %0.80 ve %0.82).



Şekil 4.3. Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl inorganik N miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

İkinci yılda da yetiştirme ortamlarının inorganik N içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. İkinci yılda yetiştirme ortamları arasında en yüksek inorganik N miktarı Ca^+ ortamdaki aşısız asmalarda sırasıyla katı (%2.35) ve katı+sıvı solucan gübresi (%2.29) uygulamalarında kaydedilmiştir. En düşük değerler ise Ca^+ ortamdaki aşılı asmalarda sıvı solucan gübresi (0.44) ve kontrol (0.51) uygulamalarından elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl inorganik N miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Bitkilerin kök ortamında bitkiye yararlı N formu amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) olarak tanımlanmıştır (Epstein ve Bloom, 2005). Bu nedenle yetiştirme ortamında toplam N'den ziyade inorganik N'nin öneminin daha büyük olduğu düşünülmektedir. Denemenin birinci yılında Ca^+ ortamların inorganik N içeriği Ca^- ortamlara göre daha az iken, ikinci yılda bu durumun tam tersi tespit edilmiştir. Denemenin ikinci yılında Ca^+ ortamların N miktarının daha fazla olması, asma köklerinin ortamdan kaldırdığı inorganik N miktarı ve mikroorganizma faaliyetlerinin iki yıl süren etkileri ile ilişkilendirilmiştir.

Uygulamalar arasında en yüksek inorganik N miktarı, katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında belirlenmiş olup, kullanılan gübrelerin N içeriğinin yetiştirme ortamının N içeriğini etkileyebileceği düşünülmüştür. Yetiştirme ortamlarını oluşturan materyallerin analizinde, katı solucan gübresinin inorganik N miktarı çiftlik gübresi ve torfa göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3.1, 3.2 ve 3.3). Bu nedenle katı solucan gübresinin bulunduğu yetiştirme ortamlarının inorganik N miktarının daha yüksek

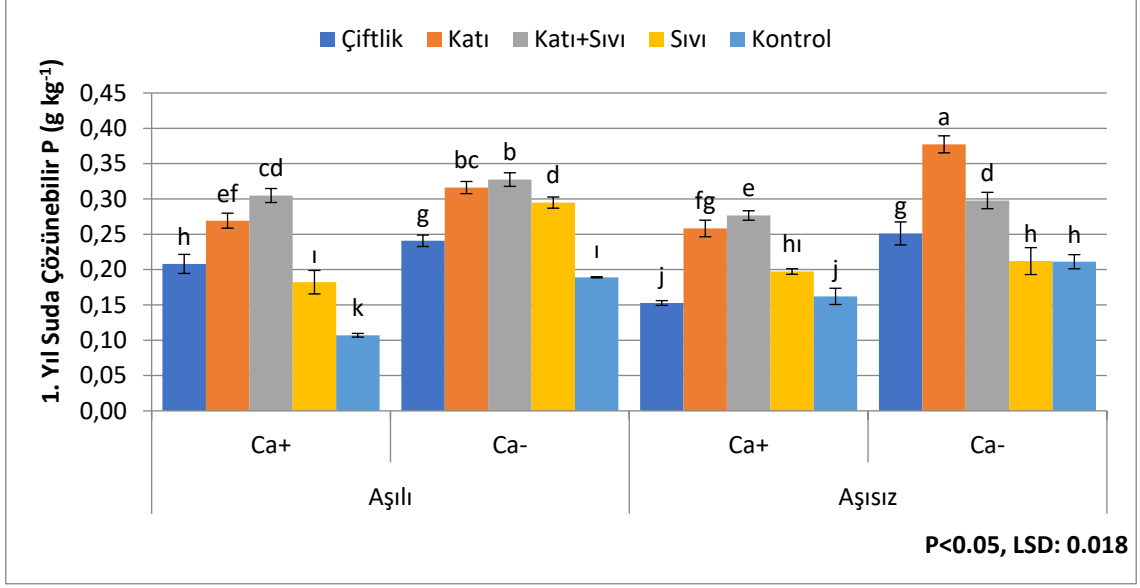
olması, bu gübrenin içeriği ile ilişkilendirilmiştir. Organik gübrelerin N içeriğinde ve yetiştirme ortamlarına etkilerinde organik maddelerin, mikroorganizma faaliyetlerinin ve asma köklerinin besinlerden yararlanma kabiliyetlerinin etkili olabileceği düşünülmüştür. Konuyla ilgili olarak, Brohi ve ark. (1995), N'nin %99'dan fazlasının organik maddeden karşılandığını bildirmişlerdir. Bu bilgiye göre yetiştirme ortamları arasında en yüksek mineralizasyonun katı solucan gübresinin bulunduğu ortamlarda görüldüğü tahmin edilmiştir. Mineralizasyon olayının, ortamda bulunan mikroorganizmaların organik maddeyi parçalaması ile gerçekleştiği, bu olayın sonucunda başta N, P ve S olmak üzere birçok besin maddesinin elverişli formlara dönüştüğü bilinmektedir (Karaman ve ark., 2007).

Martínez ve ark. (2018), vermikompost uygulamasının bağ toprağının N miktarını artırdığını bildirmiştir. Karažija ve ark. (2015), çiftlik gübresi ve torfun kireçli bağ topraklarında iki yıl boyunca fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmışlar ve çiftlik gübresi ile torf uygulamalarının topraktaki N miktarını kontrole göre artırdığını bildirmişlerdir. Tavalı (2011) saksı kültüründe gerçekleştirdiği çalışmada, toprağa farklı dozlarda vermikompost ve çiftlik gübresi uygulamış ve 16 haftalık inkübasyon sonunda vermikompost ve çiftlik gübresinin toprağın inorganik N düzeylerini kontrole göre artırdığını bildirmiştir. Abd Elrahman ve Bakr (2022), 'Superior Seedless' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uygulanan vermikompost ile toprağın N miktarının arttığını bildirmişlerdir.

4.1.3. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir fosfor miktarı (g kg^{-1})

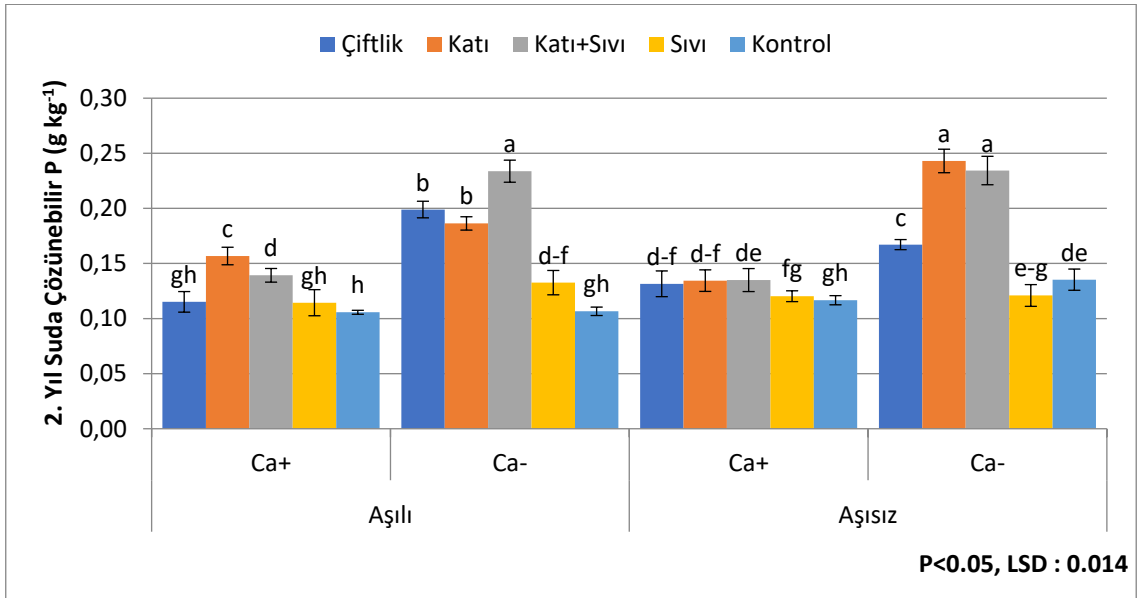
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir fosfor (P) miktarına etkileri Şekil 4.5 (birinci yıl) ve Şekil 4.6 (ikinci yıl)'da gösterilmiştir.

Birinci yılda yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir P içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek P içeriği Ca^- ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulamasından (0.38 g kg^{-1}) elde edilmiş olup, bunu Ca^- ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi (0.33 g kg^{-1}) uygulaması takip etmiştir. En düşük değerler Ca^+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol (0.11 g kg^{-1}) uygulamasında ve aşısız asmalarda çiftlik gübresi (0.15 g kg^{-1}) uygulamasında bulunmuştur.



Şekil 4.5. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl suda çözünabilir P miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

İkinci yılda yetiştirme ortamlarının suda çözünür P içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek P içeriği Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında (0.24 g kg^{-1}) tespit edilmiştir. Bu uygulamayı Ca- ortamdaki aşılı ve aşısız asmaların bulunduğu katı+sıvı solucan gübresi uygulaması takip etmiştir (0.23 g kg^{-1}). En düşük P içeriği ise Ca+ ve Ca- ortamdaki kontrol uygulamalarında bulunmuştur (0.11 g kg^{-1}).



Şekil 4.6. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl suda çözünabilir P miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Organik gübre uygulamalarının yetiştirme ortamındaki suda çözünebilir P içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Organik gübreler arasında, katı solucan gübresinin çiftlik gübresinden daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, denemenin ikinci yılında Ca^{+} ortamlardaki suda çözünebilir P içeriğinin birinci yıla göre daha düşük olduğu dikkati çekmiştir. Denemenin ikinci yılında Ca^{+} ortamlarda artan kireç miktarı, pH seviyesi ve asmaların P kullanımının suda çözünebilir P içeriğini etkilemiş olabileceği düşünülmüştür.

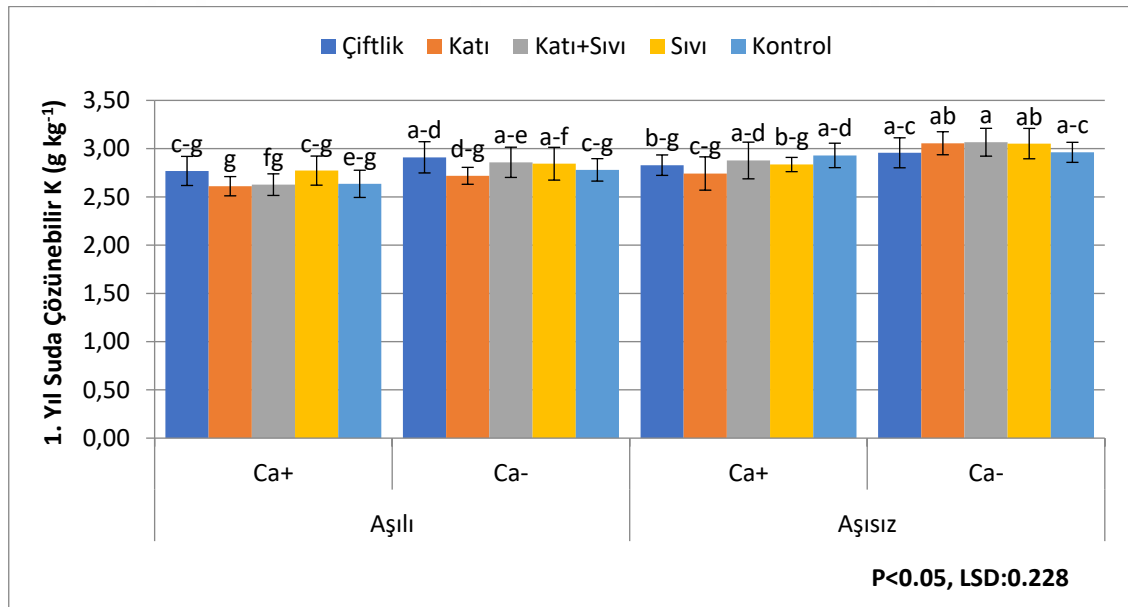
Čoga ve ark. (2008)'nın da bildirdiğine göre, asit karakterli topraklarda, toprak kireci ve pH'sının bir miktar artmasıyla P'nin çözünebilirliği ve asma yapraklarındaki P miktarı artmıştır. Bununla birlikte, fosfat iyonlarının kök bölgesindeki Ca ile birleşerek çökelti oluşturduğu ve bunun sonucunda yararlısız forma dönüştüğü de bilinmektedir (Kacar ve ark., 2009). Benzer şekilde toprak pH'sının, aktif kirecin ve toplam kirecin yüksek olmasının, P'nin çözünebilirliğini kısıtladığı Estefan ve ark. (2013) tarafından da bildirilmiştir. Bu nedenle denemenin birinci yılında yetiştirme ortamının pH ve kireç miktarının, P'nin çözünebilirliğini çok fazla etkilemediği; fakat ikinci yılda biriken kireç nedeniyle bu etkinin daha belirgin olduğu kanaati oluşmuştur. Ayrıca, asma kökleri tarafından ortamdan kaldırılan P miktarının da ikinci yıldaki P azalmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

Tavalı (2011), toprağa farklı dozlarda uygulanan vermikompost ve çiftlik gübresinin 16 haftalık inkübasyon sonunda alınabilir P düzeylerini artırdığını tespit etmiştir. Karažija ve ark. (2015), çiftlik gübresini ve torfun kireçli bağ toprağındaki fiziksel ve kimyasal etkilerini iki yıl süreyle araştırmışlar ve çiftlik gübresini ile torf uygulamalarının artan dozlarının P miktarını kontrole göre her iki yılda da artırdığını; ancak ikinci yılda P miktarının birinci yıla göre daha az olduğunu bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmacıların görüşleri bu çalışmada elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Trentin ve ark. (2019), saksı kültüründe toprağa uyguladıkları vermikompost ile toprağın P içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Martínez ve ark. (2018) da vermikompost uygulamasının bağ toprağının P miktarını artırdığını bildirmişlerdir. Abd Elrahman ve Bakr (2022), 'Superior Seedless' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uygulanan vermikompost ile toprağın P miktarının arttığını raporlamışlardır.

4.1.4. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir potasyum miktarı (g kg^{-1})

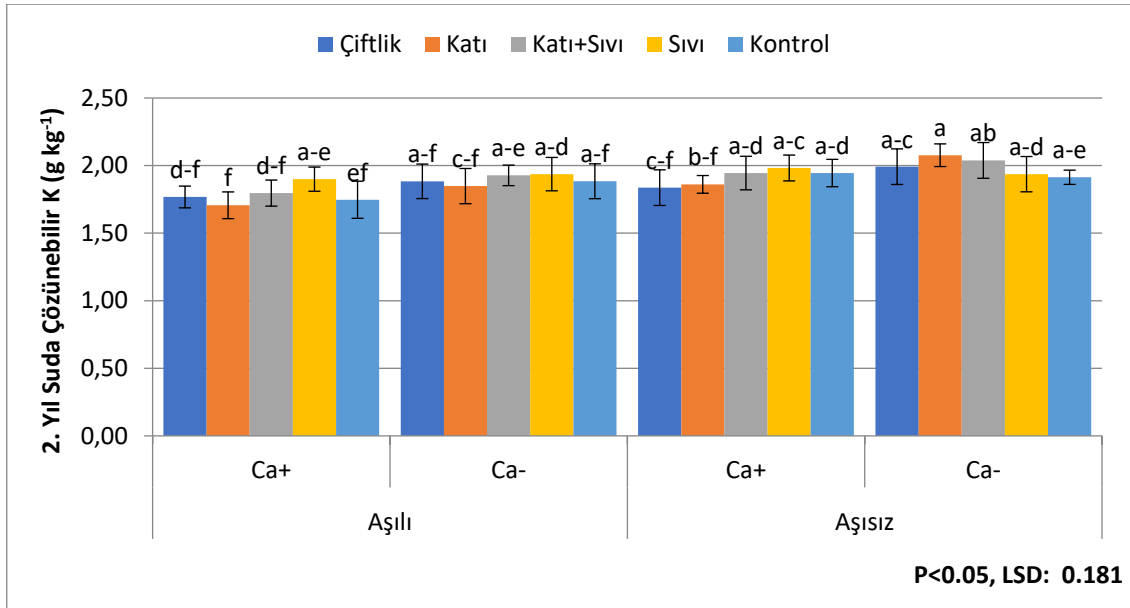
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir potasyum (K) miktarına etkileri Şekil 4.7 (birinci yıl) ve Şekil 4.8 (ikinci yıl)'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında, uygulamalar, yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir K içeriğini istatistiki açıdan önemli seviyede etkilemiştir. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek K içeriği Ca^- ortamda aşılı asmaların bulunduğu katı+sıvı solucan gübresi uygulamasından (3.07 g kg^{-1}) elde edilirken, en düşük değerler Ca^+ ortamda aşılı asmaların bulunduğu katı solucan gübresi (2.61 g kg^{-1}) uygulamasında kaydedilmiştir.



Şekil 4.7. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl suda çözünebilir K miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir K içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek K içeriği Ca^- ortamda aşılı asmaların bulunduğu katı solucan gübresi uygulamasında (2.08 g kg^{-1}) belirlenmiş olup, bunu katı+sıvı solucan gübresi uygulaması (2.04 g kg^{-1}) izlemiştir. En düşük değerler Ca^+ ortamda aşılı asmaların bulunduğu katı solucan gübresi uygulamasında (1.71 g kg^{-1}) tespit edilmiştir.



Şekil 4.8. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl suda çözünabilir K miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin her iki yılında da Ca+ ortamların suda çözünabilir K içeriği Ca- ortamlara göre daha yüksek bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında ise yetiştirme ortamlarının K içeriğinin birinci yıla göre azaldığı belirlenmiştir. Çiftlik gübresi ve torfun kireçli bağ toprağına etkilerinin iki yıl boyunca incelendiği bir çalışmada, çiftlik gübresi ve torf uygulamalarının artan dozlarının K miktarını kontrole göre her iki yılda da artırdığı; ancak ikinci yılda K miktarının birinci yıla göre daha az olduğu bildirilmiştir (Karažija ve ark., 2015). Bu çalışmada, tüm yetiştirme ortamlarının ikinci yıl K içeriğindeki azalmalar Karažija ve ark. (2015)'nin sonuçlarıyla uyumaktadır. Martínez ve ark. (2018) ise bağ toprağına uygulanan vermikompostun toprağın K miktarını artırdığını bildirmişlerdir.

Trentin ve ark. (2019), saksı kültüründe bağ toprağına uyguladıkları vermikompost ile toprağın K içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Abd Elrahman ve Bakr (2022), 'Superior Seedless' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uygulanan vermikompost ile toprağın K miktarının arttığını raporlamışlardır. Tavalı ve ark. (2014), vermikompostun tavuk gübresine göre toprağın K içeriğini daha fazla artırdığını belirlemişlerdir.

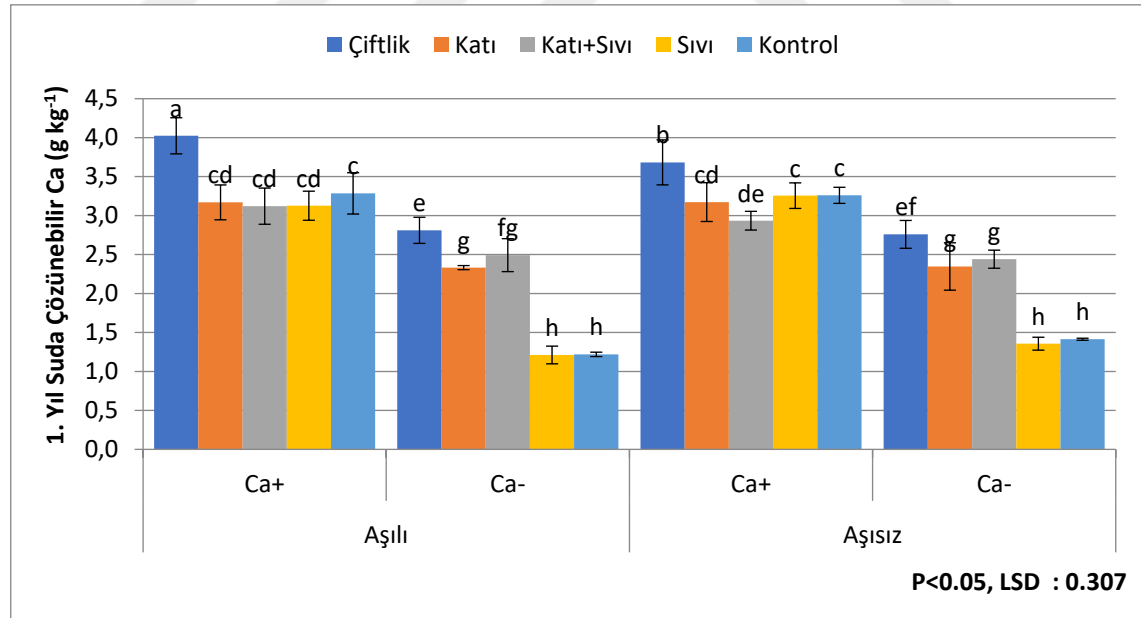
Çıtak ve ark. (2011) ise çiftlik gübresinin toprağın K içeriğini vermikomposta göre daha fazla artırdığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise özellikle aşılı asmaların bulunduğu ortamda çiftlik gübresi uygulamasında ortamın K içeriği katı solucan gübresinden daha yüksek iken, aşısız asmalarda vermikompost uygulamasında ortamın

K içeriği çiftlik gübresinden daha yüksek bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıkların, asmaların ortamdaki kaldırdığı K içeriğiyle, yetiştirme ortamlarındaki mikroorganizma faaliyetleriyle ve organik gübrelerin kaynakları gibi faktörlerden etkilenebileceği düşünülmüştür.

4.1.5. Yetiştirme ortamının suda çözünabilir kalsiyum miktarı (g kg^{-1})

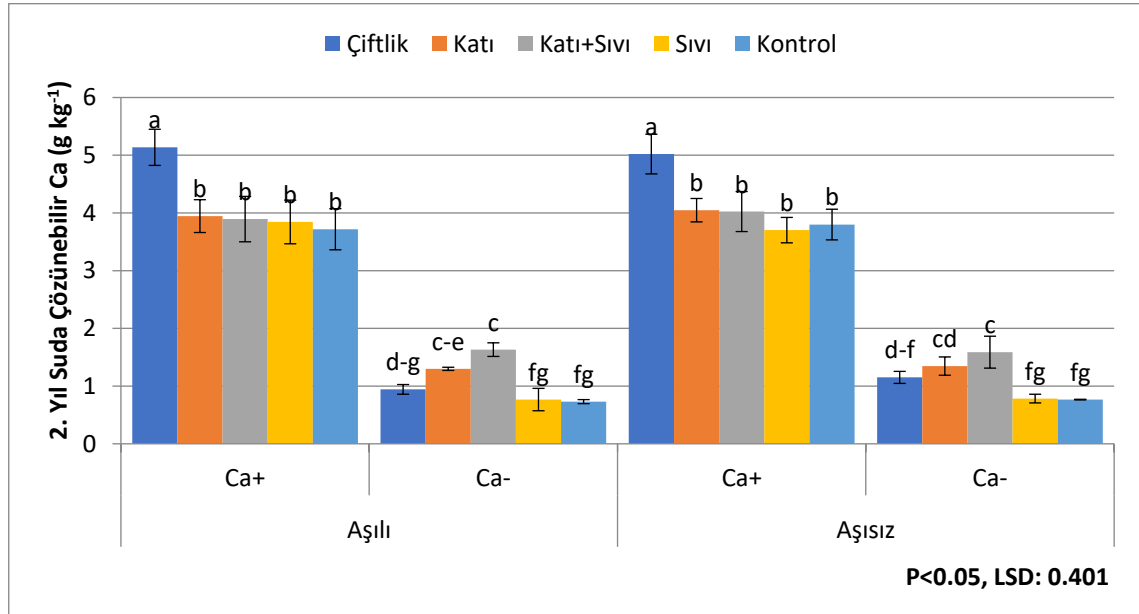
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir kalsiyum (Ca) miktarına etkileri Şekil 4.9 (birinci yıl) ve Şekil 4.10 (ikinci yıl)'da sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir Ca içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek Ca değeri Ca^+ ortamlarda çiftlik gübresi uygulamalarında sırasıyla aşılı (4.02 g kg^{-1}) ve aşısız (3.68 g kg^{-1}) asmaların bulunduğu ortamlarda tespit edilmiştir. En düşük değer ise Ca^- ortamdaki aşılı asmaların bulunduğu sıvı solucan gübresi uygulamasında belirlenmiş ve bunu kontrol uygulaması izlemiştir (sırasıyla 1.21 ve 1.35 g kg^{-1}).



Şekil 4.9. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl suda çözünabilir Ca miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında, uygulamalar, yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir Ca içeriğini istatistiki olarak önemli seviyede etkilemiştir. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek Ca miktarı Ca+ ortamda çiftlik gübresi uygulamalarında sırasıyla aşılı (5.14 g kg⁻¹) ve aşısız (5.02 g kg⁻¹) asmaların bulunduğu ortamlarda tespit edilmiştir. En düşük değerler ise Ca- ortamdaki aşılı asmaların bulunduğu sıvı solucan gübresi uygulamasında ve Ca- ortamdaki aşısız asmaların bulunduğu kontrol ortamında kaydedilmiştir (0.77 g kg⁻¹).



Şekil 4.10. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl suda çözünabilir Ca miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Elde edilen sonuçlara göre, CaCO₃ ilave edilen ortamların Ca miktarının yüksek olmasının beklenen bir durum olduğu düşünülmüştür. Ayrıca organik gübrelerin özellikleri yetiştirme ortamlarında farklı etkilere neden olabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan çiftlik gübresinin Ca içeriğinin yüksek olması sebebiyle, yetiştirme ortamının Ca içeriğini diğer organik uygulamalara göre daha fazla artırdığı tahmin edilmiştir.

Trentin ve ark. (2019), saksı kültüründe bağ toprağına uyguladıkları vermikompost ile toprağın Ca içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalarda toprağına uygulanan vermikompost uygulaması ile toprağın Ca içeriğinin arttığı (Azarmi ve ark., 2008; Çıtak ve ark., 2011), çiftlik gübresinin ise toprağın Ca miktarını azalttığı bildirilmiştir (Çıtak ve ark., 2011). Ancak literatürde bu bilgilerin aksi ifadeler de bulunmaktadır. Nitekim, Çerçioğlu ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada çiftlik gübresinin toprağın toplam kireç miktarını artırdığını bildirmişlerdir. Uygulanan gübrelerin

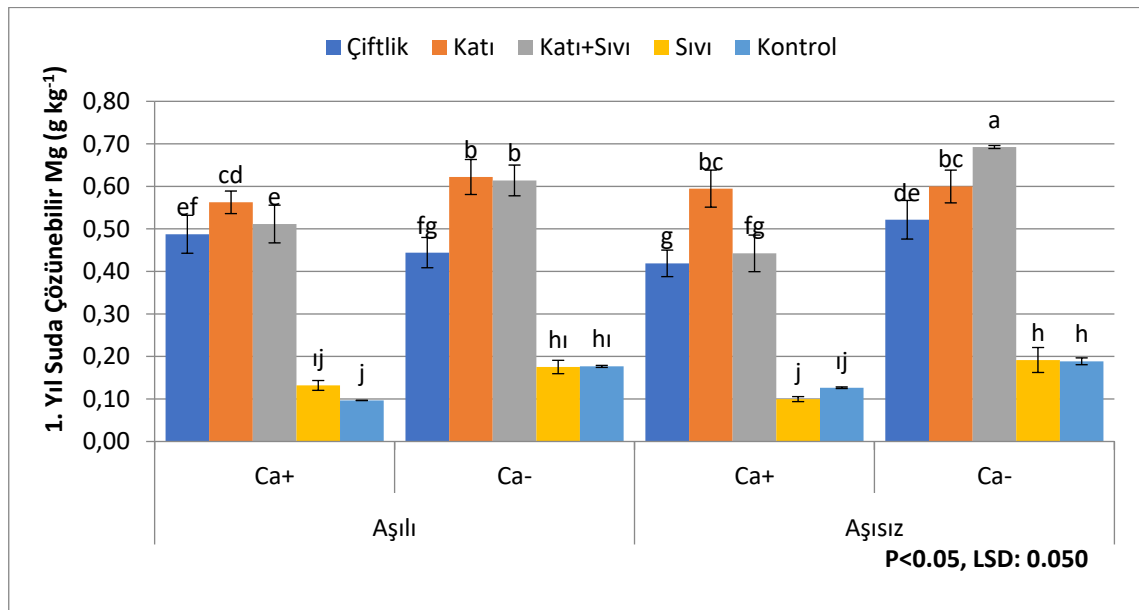
ortamdaki Ca miktarına etkileri, özellikle kireçli ve yüksek pH'ya sahip ortamlarda dikkat edilmesi gereken bir husustur. Organik gübrelerin kompostlama süresi, elde edildiği hayvanların rasyonları, kullanılan altlık materyalleri ve gübrelerin kompostlama koşulları gibi durumlar gübrelerin besin içeriğini (Erdal ve ark., 2018) ve bu nedenle yetiştirme ortamlarını etkileyebilmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları literatür bilgileriyle genel olarak uyuşmaktadır. Ancak literatürdeki görüş ayrılıklarının organik gübre kaynaklarından ve yetiştirme ortamını oluşturan materyallerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

4.1.6. Yetiştirme ortamının suda çözünabilir magnezyum miktarı (g kg^{-1})

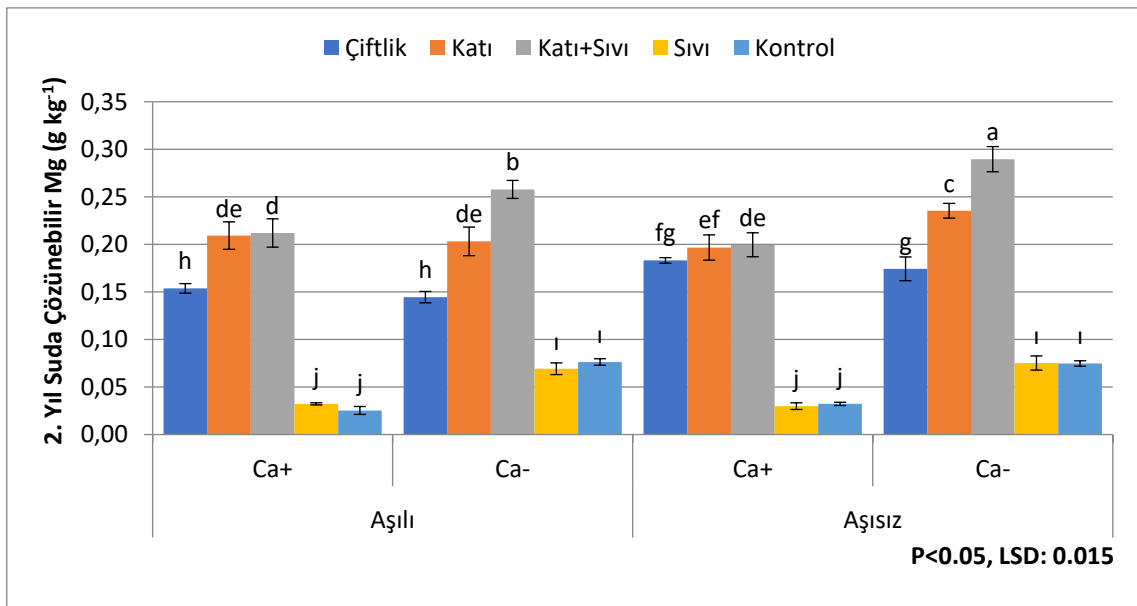
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir magnezyum (Mg) miktarı üzerine etkileri Şekil 4.11 (birinci yıl) ve Şekil 4.12 (ikinci yıl)'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir Mg içeriğine tüm uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek Mg değeri Ca^- ortamda bulunan aşısız asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasından (0.69 g kg^{-1}) elde edilirken, en düşük değer Ca^+ ortamda aynı değerle aşılı asmalarda kontrol uygulamasında ve aşısız asmalarda sıvı solucan gübresi uygulamasında tespit edilmiştir (0.10 g kg^{-1}).



Şekil 4.11. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl suda çözünbilir Mg miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir Mg içeriğine tüm uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek Mg içeriği Ca- ortamda aşısız asmaların bulunduğu katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (0.29 g kg^{-1}) belirlenmiş olup, bunu aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulaması (0.26 g kg^{-1}) izlemiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamda aşılı asmalarda kontrol uygulamasında ve aşısız asmalarda sıvı solucan gübresi uygulamasında tespit edilmiştir (0.03 g kg^{-1}).



Şekil 4.12. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl suda çözünabilir Mg miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Yetiştirme ortamları arasında en yüksek Mg içeriği katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarından elde edilmiştir. Bu iki uygulamayı çiftlik gübresi izlemiştir. Trentin ve ark. (2019), saksı kültüründe bağ toprağına uyguladıkları vermikompost ile toprağın Mg içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Vermikompost ve çiftlik gübresinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, vermikompost dozlarının toprağın Mg içeriğini çiftlik gübresine göre daha fazla artırdığı bildirilmiştir (Çıtak ve ark., 2011).

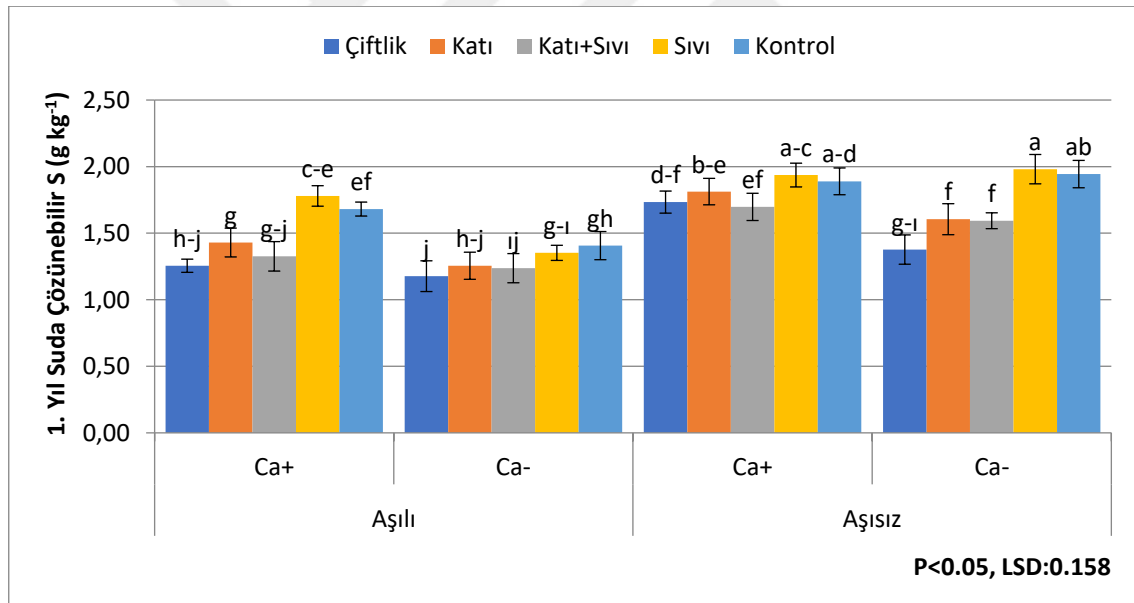
Tavalı ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, vermikompostun toprağın Mg miktarını azalttığı, tavuk gübresinin ise artırdığı, fakat bu değerlerin istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Ortam pH'sı arttıkça belli bir seviyeye kadar yapraktaki Mg artsa da ortamdaki Ca seviyesinin artışıyla magnezyumun yarayışlılığı ve bitkiler tarafından kullanılabilirliği azalmaktadır (Čoga ve ark., 2008). Elde edilen sonuçlara göre, Ca+ ortamlarda artan Ca sebebiyle ve neden olduğu yüksek pH'nın

etkisiyle Mg'nin çözünürlüğünün azaldığı kanaati oluşmuştur. Benzer durum diğer besin elementlerinde de tespit edilmiştir.

4.1.7. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir kükürt miktarı (g kg^{-1})

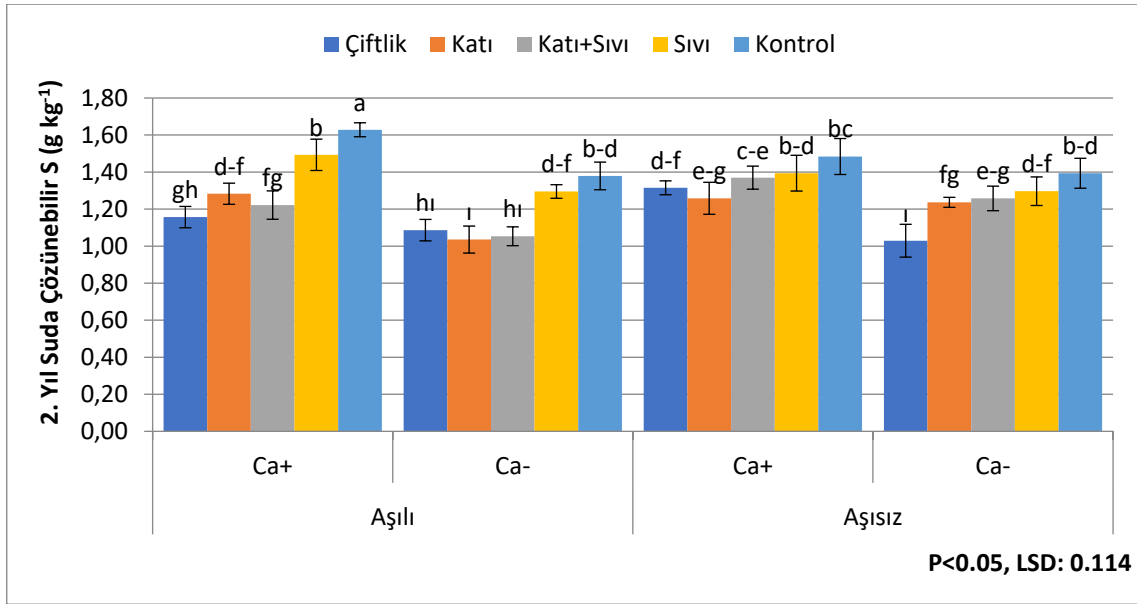
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir kükürt (S) içeriğine etkileri Şekil 4.13 (birinci yıl) ve Şekil 4.14 (ikinci yıl)'te gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir S içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek S içeriği Ca^- ortamda sıvı solucan gübresi uygulamasında aşısız asmaların bulunduğu ortamdan (1.98 g kg^{-1}) elde edilirken, en düşük değer ise Ca^- ortamda aşılı asmaların bulunduğu çiftlik gübresi uygulamasında kaydedilmiştir (1.18 g kg^{-1}).



Şekil 4.13. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl suda çözünebilir S miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında, yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir S içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek S içeriği Ca^+ ortamda aşılı asmaların bulunduğu kontrol uygulamasından (1.63 g kg^{-1}) elde edilirken, en düşük değerler Ca^- ortamda aşısız asmaların bulunduğu çiftlik gübresi uygulamasında (1.03 g kg^{-1}) belirlenmiştir.



Şekil 4.14. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl suda çözünabilir S miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin her iki yılında da yetiştirme ortamları arasında en yüksek suda çözünabilir S içeriği sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Sıvı solucan gübresinin asmalara yapraktan uygulanması sebebiyle ortama kayda değer bir katkısının bulunmadığı düşünülmektedir. Bu durumun yetiştirme ortamlarında analiz edilen diğer fiziksel ve kimyasal özellikler için de geçerli olduğu düşünülmektedir. Solucan gübresi ve kontrol uygulamaları arasındaki farklılıklar ise asma kökleri tarafından ortamdan kaldırılan S miktarıyla ilişkilendirilmiştir. S içeriğinin sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamalarında diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmasının, torfun S içeriğinin çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinden daha yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Nitekim, Çizelge 3.1, 3.2 ve 3.3'te sunulduğu üzere, yetiştirme ortamlarında kullanılan materyallerin S içerikleri torfda %3.31, çiftlik gübresinde %1.35 ve katı solucan gübresinde ise %1.71 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle bu farklılığın ortamlar arasında da farklılığa neden olabileceği tahmin edilmektedir.

Yetiştirme ortamlarını oluşturan materyallerin S içeriğinin yanı sıra organik madde içeriklerinin de ortamların S içerikleri üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu etkinin mineralizasyon yoluyla gerçekleştiği, organik maddenin yapısında bulunan kompleks haldeki yarıyışlı olmayan bileşiklerin, mikroorganizmalar aracılığıyla yarıyışlı basit inorganik formlara dönüştüğü raporlanmıştır (Sokol ve ark., 2022). Brohi ve ark. (1995)'nin bildirdiğine göre S'nin %75'i organik maddeden

karşılanmaktadır. Mineralizasyon olayının, ortamda bulunan mikroorganizmaların organik maddeyi parçalayarak meydana geldiği, bu olayın sonucunda başta N, P ve S olmak üzere birçok besin maddesinin elverişli formlara dönüştüğü bilinmektedir (Karaman ve ark., 2007). Bu bilgilere göre, Karaman ve ark. (2007)'nın da bildirdiği gibi organik maddesi yüksek olan ortamlarda S miktarının fazla olması muhtemeldir.

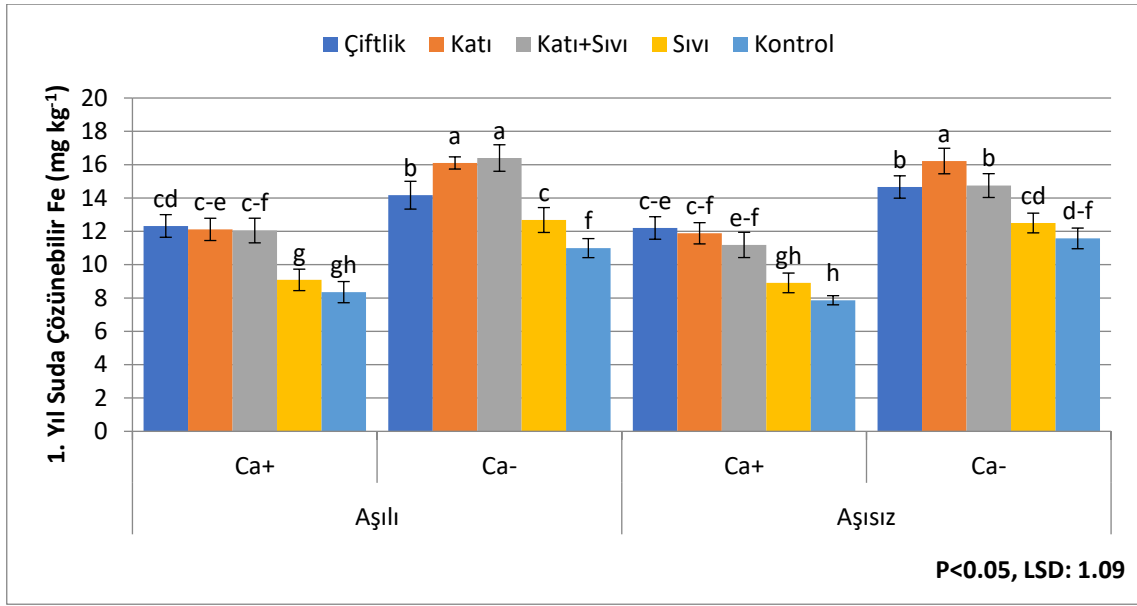
Elde edilen bulgulara göre, çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinin yetiştirme ortamlarının S içeriğini azalttığı ortaya çıkmıştır. Ancak bu sonuçlar, torf perlit ortamına eklenen organik gübreler için geçerlidir. Toprak üzerine yapılan çalışmalarda, organik maddesi düşük olan toprakların S içeriğinin organik gübre uygulamalarıyla arttığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Nitekim, Trentin ve ark. (2019), saksı kültüründe bağ toprağına uyguladıkları vermikompost ile toprağın S içeriğinin arttığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın sonuçları literatür bilgileriyle uyusmakla birlikte, bazı görüş ayrılıkları da dikkati çekmiştir. Oluşan farklılıkların yetiştirme ortamının topraksız kültür olmasıyla, uygulanan gübrelerin özellikleriyle ve gübrenin uygulandığı ortamın özellikleriyle ilişkili olduğu düşünülmüştür.

4.1.8. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir demir miktarı (mg kg^{-1})

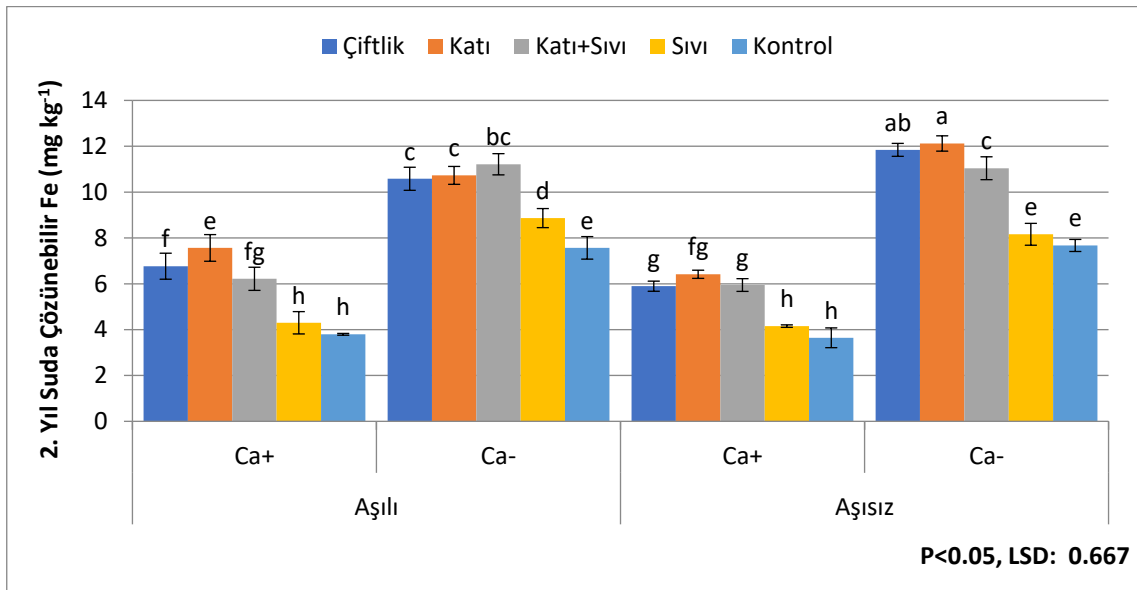
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir demir (Fe) miktarına etkileri Şekil 4.15 (birinci yıl) ve Şekil 4.16 (ikinci yıl)'da belirtilmiştir.

Denemenin birinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir Fe içeriğini tüm uygulamalar istatistiki olarak önemli seviyede etkilemiştir. Ortamlar arasında en yüksek Fe içeriğinin Ca^- ortamdaki aşılı asmaların bulunduğu katı+sıvı solucan gübresi (16.40 mg kg^{-1}) uygulamasında belirlenmiş olup, bunu Ca^- ortamdaki aşısız asmaların bulunduğu katı solucan gübresi uygulaması (16.22 mg kg^{-1}) takip etmiştir. En düşük değerler ise Ca^+ ortamda sırasıyla aşısız (7.87 mg kg^{-1}) ve aşılı (8.35 mg kg^{-1}) asmaların bulunduğu kontrol ortamlarından elde edilmiştir.



Şekil 4.15. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl suda çözünabilir Fe miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir Fe içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek Fe miktarı Ca- ortamdaki aşısız asmaların bulunduğu katı solucan gübresi uygulamasında (12.12 mg kg^{-1}) kaydedilirken, bunu çiftlik gübresi uygulaması (11.84 mg kg^{-1}) izlemiştir. En düşük Fe miktarı ise Ca+ ortamda sırasıyla aşısız (3.64 mg kg^{-1}) ve aşılı (3.80 mg kg^{-1}) asmalarının kontrol ortamlarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.16. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl suda çözünabilir Fe miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin her iki yılında da suda çözünebilir Fe içeriği kireç kaynaklı stres ortamlarında daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle kök ortamındaki yüksek kirecin ve bunun neden olduğu yüksek pH'nın, ortamdaki besin elementlerinin yarayışlılığını azaltabileceği kanaati oluşmuştur. Konuyla ilgili literatür bilgileri bu sonucu destekler niteliktedir. Mahdavi ve ark. (2022), Fe, Zn ve Mn gibi besin elementlerinin kireçli ve yüksek pH'ya sahip topraklarda asma kökleri açısından yarayışlılığının azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları, Marschner (2012)'nin da bildirdiği gibi kireçli topraklarda yüksek pH nedeniyle Fe'nin çözünürlüğünün azalması ile ilişkilendirilmiştir. Toprağın bikarbonat miktarı ve yüksek pH seviyesinin, asmaların besin elementlerinden yararlanmasını kısıtladığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Keller, 2015; Karimi ve Salimi, 2021). Kalsiyumun topraklarda fazla bulunması halinde, özellikle mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından alınmasında antagonistik etki yaptığı (Bolat ve Kara, 2017) ve Fe'nin bitkiler açısından yararsız formlara dönüştüğü bildirilmiştir (Boşgelmez ve ark., 2001). Gezgini ve Er (2001), pH'sı 7.4 ile 8.5 arasında ve toplam kireç miktarı %0.4 ile %38.9 arasında değişen bağ topraklarında yarayışlı Fe içeriklerini araştırmışlar ve Fe içeriğinin topraktaki kireç miktarının artmasıyla ters orantılı olarak azaldığını belirlemişlerdir. Shahsavandi ve Eshghi (2021), alkali ve kireçli topraklardaki yüksek bikarbonat konsantrasyonunun, asmalarda Fe klorozuna neden olan önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Organik uygulamaların etkileri incelendiğinde, yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir Fe içeriğini en fazla katı solucan gübresi ve çiftlik gübresinin artırdığı ortaya çıkmıştır. Sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamalarının genel olarak aynı istatistiki harfle en düşük Fe içeren uygulamalar olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, katı solucan gübresi bulunan ortamların çiftlik gübresi uygulamasından daha yüksek suda çözünebilir Fe içerdiği dikkati çekmiştir. Bu durumun, çiftlik gübresinin pH ve kireç düzeyinin katı solucan gübresinden daha yüksek olmasından ve Fe'nin çözünebilirliğini kısıtlamasından kaynaklanabileceği kanaati oluşmuştur. Nitekim yüksek pH ve kirecin, kök ortamındaki Fe'nin çözünebilirliğini kısıtladığı birçok çalışmada vurgulanmıştır (Boşgelmez ve ark., 2001; Marschner, 2012; Keller, 2015; Karimi ve Salimi, 2021; Shahsavandi ve Eshghi, 2021; Mahdavi ve ark., 2022). Bu nedenle çiftçilerin organik gübre kaynaklarını kullanmadan önce bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini analiz ettirmelerinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, organik gübrelerin kaynaklarına göre değişmekle birlikte topraktaki veya

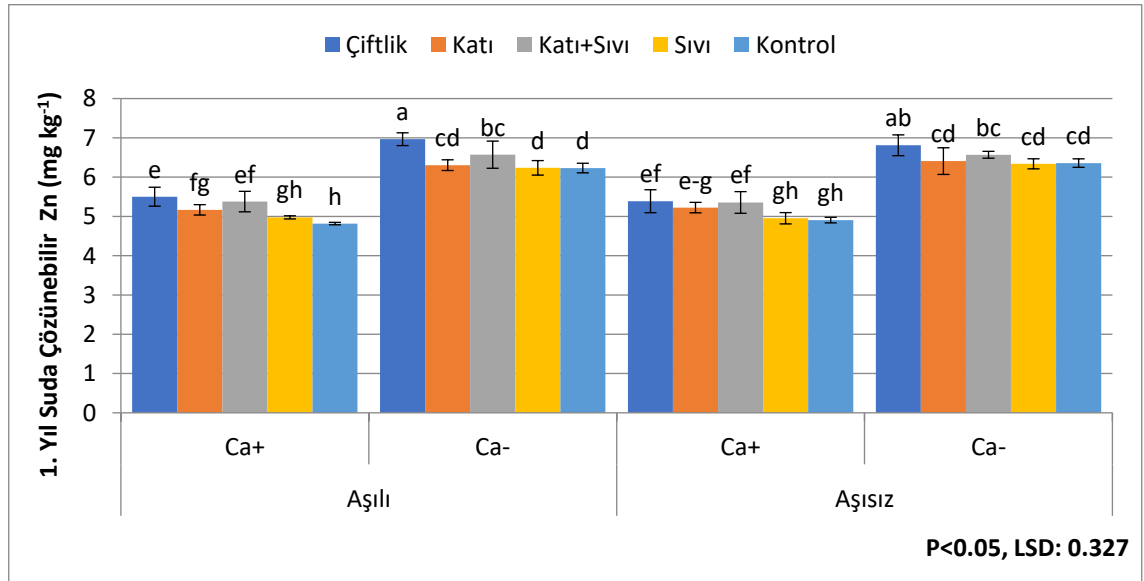
yetiştirme ortamındaki Fe içeriğini artırdığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Tavalı ve ark. (2014), vermikompost ve tavuk gübresinin, Çıtak ve ark. (2011) ise vermikompost ve çiftlik gübresinin toprağın Fe kapsamını kontrole göre artırdığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmanın sonuçları literatür bilgileriyle uyuşmakla birlikte, bazı görüş ayrılıkları da dikkati çekmiştir. Oluşan farklılıkların yetiştirme ortamının topraksız kültür olmasıyla, uygulanan gübrenin ve gübrenin uygulandığı ortamın özellikleriyle alakalı olduğu düşünülmüştür.

4.1.9. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir çinko miktarı (mg kg^{-1})

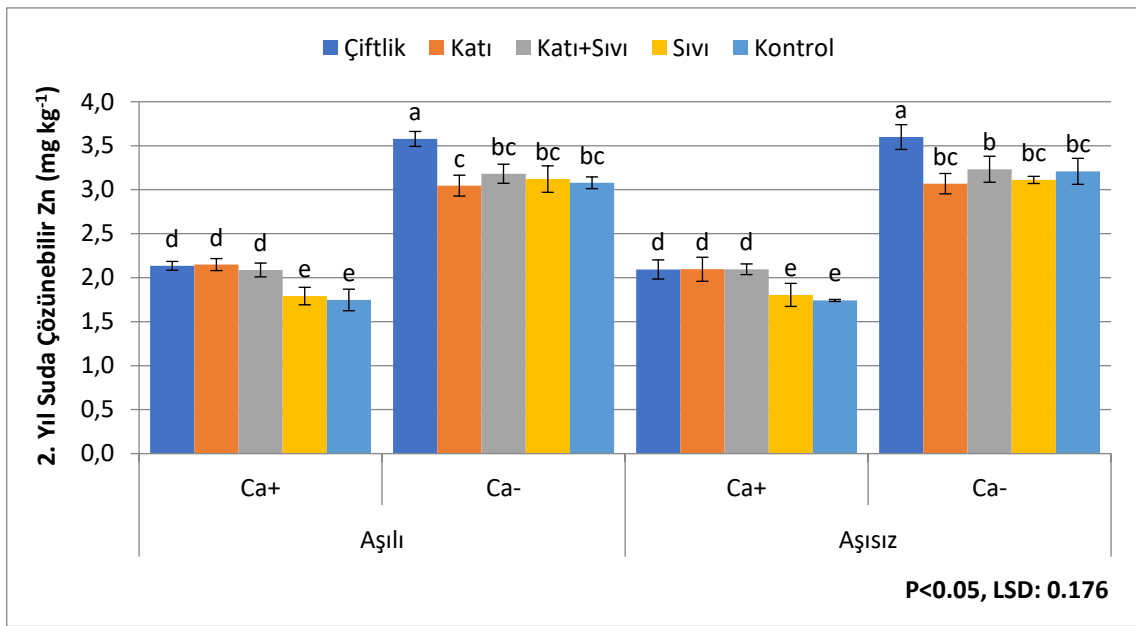
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir çinko (Zn) içeriğine etkileri Şekil 4.17 (birinci yıl) ve Şekil 4.18 (ikinci yıl)'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir Zn içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek Zn içeriği Ca^- ortamdaki aşılı asmaların çiftlik gübresi ortamında (6.97 mg kg^{-1}) kaydedilirken, bunu Ca^- ortamdaki aşısız asmaların çiftlik gübresi uygulaması (6.81 mg kg^{-1}) takip etmiştir. En düşük Zn değerleri ise Ca^+ ortamda, sırasıyla aşılı (4.82 mg kg^{-1}) ve aşısız (4.91 mg kg^{-1}) asmaların bulunduğu kontrol uygulamalarında saptanmıştır.



Şekil 4.17. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl suda çözünebilir Zn miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir Zn içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek Zn içeriği Ca- ortamdaki aşısız asmaların çiftlik gübresi ortamında (3.60 mg kg^{-1}) kaydedilirken, bunu Ca- ortamdaki aşılı asmaların çiftlik gübresi uygulaması (3.58 mg kg^{-1}) izlemiştir. En düşük Zn değeri ise Ca+ ortamda, sırasıyla aşısız (1.74 mg kg^{-1}) ve aşılı (1.75 mg kg^{-1}) asmalarının bulunduğu kontrol uygulamalarında kaydedilmiştir.



Şekil 4.18. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl suda çözünebilir Zn miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin her iki yılında da kireç kaynaklı stres ortamlarında suda çözünebilir Zn miktarının azaldığı fark edilmiştir. Toprağın bikarbonat miktarı ve yüksek pH seviyesinin, asmaların besin elementlerinden yararlanmasını engellediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Keller, 2015; Karimi ve Salimi, 2021). Özellikle Zn'nin kireçli ve yüksek pH'ya sahip topraklarda asma kökleri açısından yarayışlılığının azaldığı Mahdavi ve ark. (2022) tarafından açıklanmıştır.

Çinkonun çoğu toprakta yeterli seviyede bulunmasına rağmen yarayışlılığının azalması nedeniyle bitkilerin yararlanamadığı raporlanmıştır (Karimi, 2020). Estefan ve ark. (2013)'ün bildirdiğine göre toprakta pH'nın, aktif kirecin ve toplam kirecin yüksek olması durumunda Zn'nin çözünebilirliği kısıtlanmaktadır. Marschner (2012) da yüksek pH'da Zn'nin çözünürlüğünün azaldığını bildirmiştir.

Bu çalışmada, kireçli ortamların suda çözünebilir Zn içeriklerinin kireçsiz ortamlara göre daha düşük bulunması, Mahdavi ve ark. (2022), Marschner (2012) ve Estefan ve ark. (2013)'nın bildirdikleriyle uyuşur niteliktedir. Ayrıca ortamların suda çözünebilir Zn içeriği birinci yılda farklı istatistiki harflerle açıklanırken, ikinci yılda özellikle Ca⁺ ortamlar için istatistiki farkın azaldığı görülmüştür. Buna göre, ikinci yılda en yüksek suda çözünebilir Zn içeriği Ca⁻ ortamlarda belirgin bir farkla çiftlik gübresi uygulamasında belirlenirken, Ca⁺ ortamlarda aynı istatistik grubunda yer alan çiftlik gübresi, katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında tespit edilmiştir. İkinci yıl verilerine göre en düşük Zn içeriği ise aynı istatistiki harfle gösterilen kontrol ve sıvı solucan gübresi uygulamalarından elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, birinci ve ikinci yıldaki farklılıklar, ortamdaki CaCO₃'ün birikmesi ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinin genel olarak Ca⁺ ortamların suda çözünebilir Zn içeriğini artırdığı görülmüştür.

Trentin ve ark. (2019), saksı kültüründe bağ toprağına uyguladıkları vermikompost ile toprağın Zn içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Kumar ve ark. (2004), 'Muskat' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bir bağda topraktan uygulanan çinko+çiftlik gübresi uygulamalarının topraktaki Zn miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. Çıtak ve ark. (2011) vermikompost ve çiftlik gübresinin; Tavalı ve ark. (2014) ise vermikompost ve tavuk gübresinin toprağın Zn kapsamını kontrole göre artırdığını bildirmişlerdir. Kireçli ve yüksek pH'ya sahip topraklarda özellikle çok yıllık bitkiler için Zn eksikliği en çok mücadele edilen element noksanlığı olarak ifade edilmiştir (Amiri ve ark., 2016).

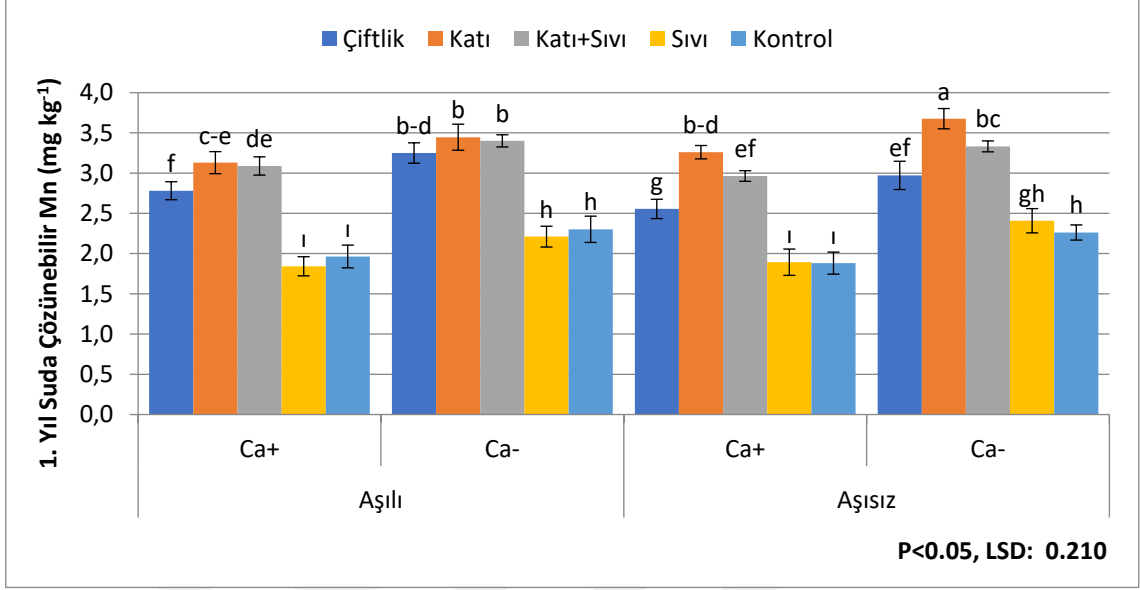
Bu nedenle, organik gübrelerin kireçli topraklarda Zn'nin yarayışlılığına katkı sağlayabileceği ve Zn eksikliği için sürdürülebilir bir yöntem olabileceği kanaati oluşmuştur.

4.1.10. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir mangan miktarı (mg kg⁻¹)

Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir mangan (Mn) miktarına etkileri Şekil 4.19 (birinci yıl) ve Şekil 4.20 (ikinci yıl)'de gösterilmiştir.

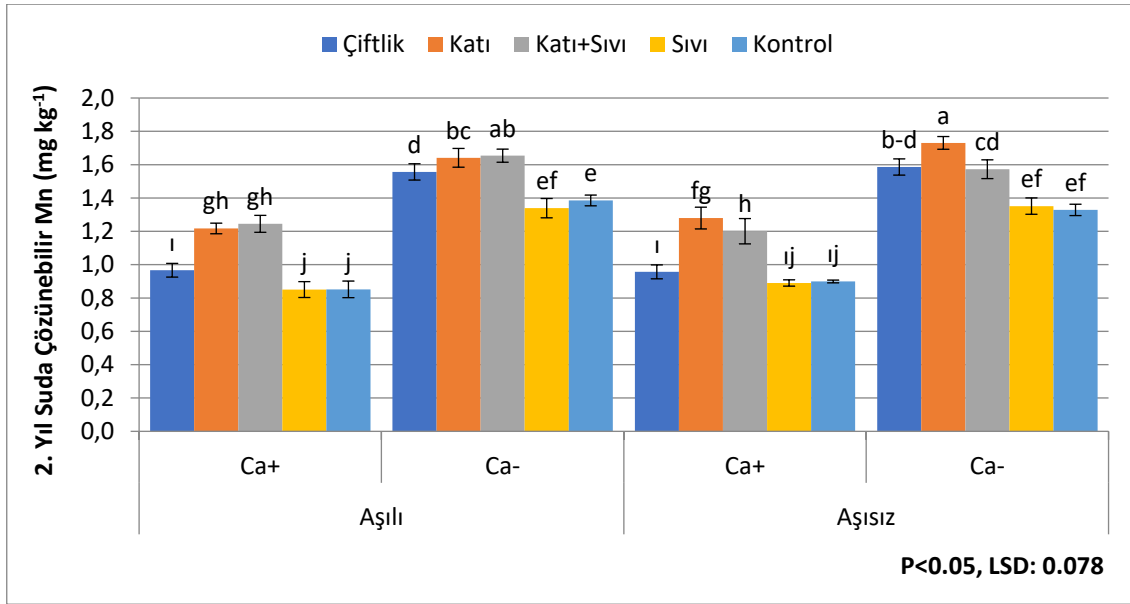
Denemenin birinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir Mn içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek Mn içeriği Ca⁻ ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi (3.68 mg kg⁻¹) uygulamasında görülmüş ve bunu Ca⁻ ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresi

uygulaması (3.45 mg kg^{-1}) izlemiştir. En düşük değer ise Ca^+ ortamdaki aşılı asmalarda sıvı solucan gübresi uygulamasında ölçülmüştür (1.84 mg kg^{-1}).



Şekil 4.19. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl suda çözünabilir Mn miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir Mn içeriğine tüm uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Mn miktarı Ca^- ortamdaki aşısız asmaların bulunduğu katı solucan gübresi uygulamasında (1.73 mg kg^{-1}) tespit edilmiştir. En düşük Mn miktarı ise Ca^+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol ve sıvı solucan gübresi uygulamalarında kaydedilmiştir (0.85 mg kg^{-1}).



Şekil 4.20. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl suda çözünabilir Mn miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin her iki yılında da organik gübrelerin, yetiştirme ortamının suda çözünabilir Mn içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan çiftlik gübresinin suda çözünabilir Mn içeriğinin torf ve katı solucan gübresinden yüksek olduğu belirlenmiş ve Çizelge 3.1, 3.2 ve 3.3'te sunulmuştur. Buna rağmen, Ca+ ortamlardaki katı solucan gübresi uygulamasının suda çözünabilir Mn içeriği çiftlik gübresi bulunan ortamlardan belirgin seviyede yüksek bulunmuştur. Oluşan bu farklılığın, çiftlik gübresinin kireç miktarı ve pH seviyesiyle ilişkili olabileceği; ortama eklenen CaCO_3 ile bu olumsuz etkinin daha fazla tetiklenmiş olabileceği düşünülmüştür. Nitekim, yetiştirme ortamlarının pH'sı, toplam kireci ve aktif kireci incelendiğinde, Ca+ ve Ca- ortamlarda her iki yılda da çiftlik gübresi uygulamasının diğer uygulamalardan daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Estefan ve ark. (2013) kirecin yüksek olduğu durumlarda; Marschner (2012) ise pH'nın yüksek olduğu şartlarda Mn'nin çözünabilirliğinin kısıtlandığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Mahdavi ve ark. (2022) da özellikle Mn'nin kireçli ve yüksek pH'ya sahip topraklarda asma kökleri açısından yararlılığının azaldığını vurgulamışlardır.

Birçok çalışmada toprağın bikarbonat miktarı ve yüksek pH seviyesinin, asmaların besin elementlerinden yararlanmasını kısıtladığı raporlanmıştır (Keller, 2015; Karimi ve Salimi, 2021). Bu nedenle, denemede kullanılan çiftlik gübresinin yüksek pH ve kireç seviyesinin, çiftlik gübresi içeren ortamların pH ve kireç seviyelerini etkileyebileceği ve bu nedenle ortamdaki Mn'nin çözünabilirliğini kısıtlayabileceği

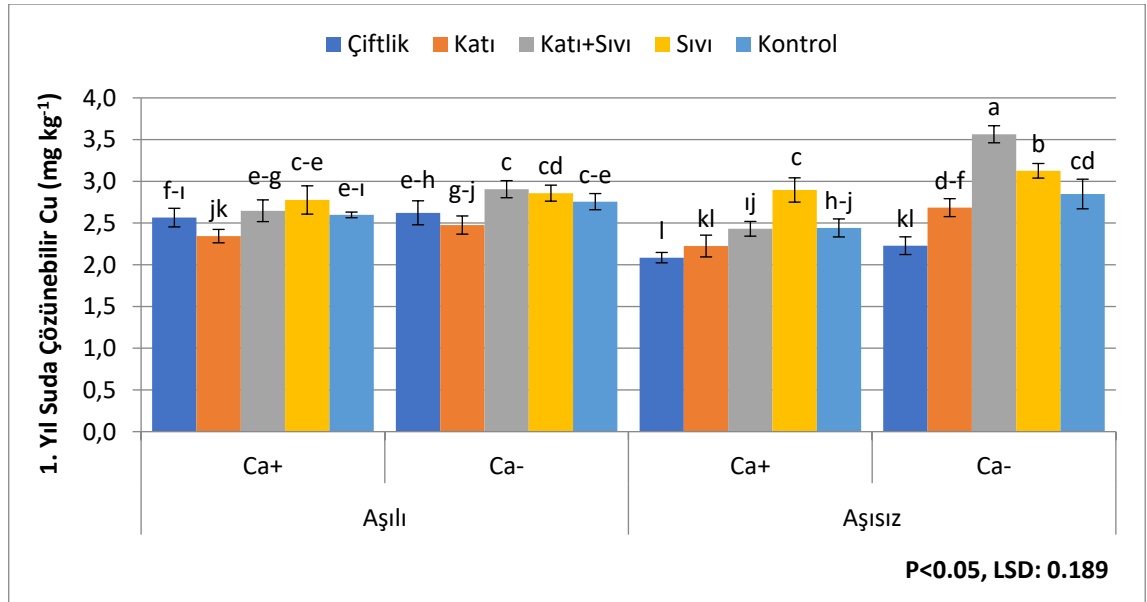
düşünülmüştür. Ayrıca denemenin ikinci yılında Ca^{+} ortamların Mn içeriğindeki belirgin bir azalış fark edilmiştir. Suda çözünebilir Mn miktarındaki bu azalışın, Ca^{+} ortamlarda biriken CaCO_3 'ten kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Çıtak ve ark. (2011) vermicompost ve çiftlik gübresinin; Tavalı ve ark. (2014) ise vermicompost ve tavuk gübresinin; Azarmi ve ark. (2008) vermicompostun toprağın Zn içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

4.1.11. Yetiştirme ortamının suda çözünebilir bakır miktarı (mg kg^{-1})

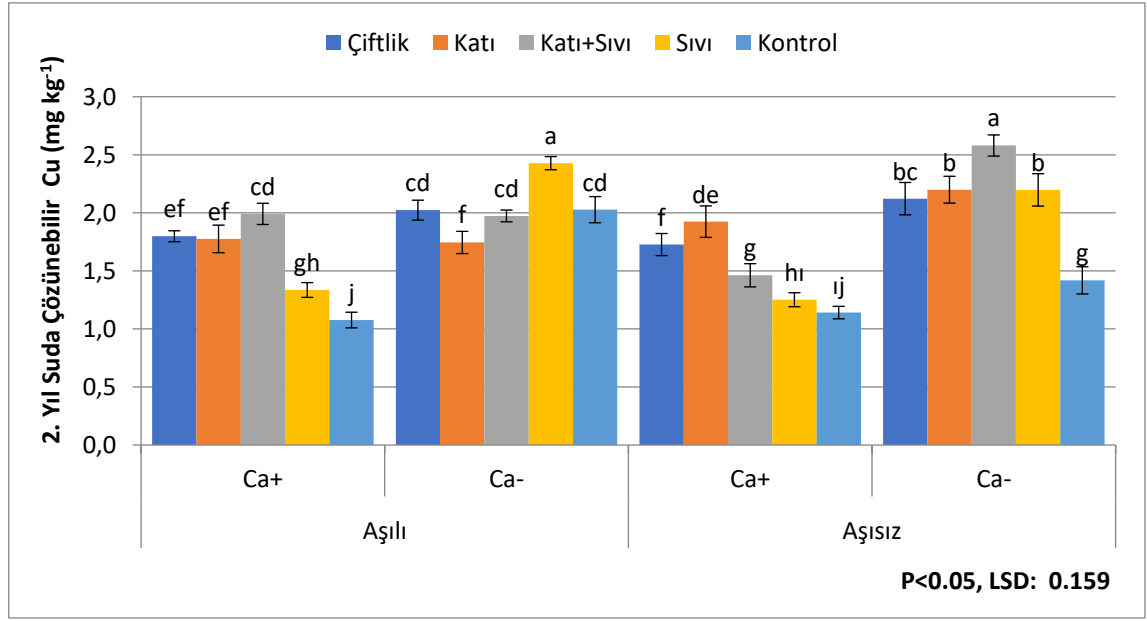
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^{+}) ve kalsiyumsuz (Ca^{-}) yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir bakır (Cu) içeriğine etkileri Şekil 4.21 (birinci yıl) ve Şekil 4.22 (ikinci yıl)'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir Cu içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek Cu içeriği Ca^{-} ortamdaki aşısız asmaların sırasıyla katı+sıvı solucan gübresi (3.56 mg kg^{-1}) ve sıvı solucan gübresi (3.13 mg kg^{-1}) uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük Cu değeri ise Ca^{+} ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında ölçülmüştür (2.09 mg kg^{-1}).



Şekil 4.21. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^{+}) ve kalsiyumsuz (Ca^{-}) yetiştirme ortamlarında 1. yıl suda çözünebilir Cu miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir Cu içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek Cu içeriği Ca- ortamdaki aşısız asmaların katı+sıvı solucan gübresi ortamında (2.58 mg kg^{-1}) kaydedilirken, bunu Ca- ortamdaki aşılı asmaların sıvı solucan gübresi uygulaması (2.43 mg kg^{-1}) izlemiştir. En düşük Cu değeri ise Ca+ ortamda sırasıyla aşılı (1.08 mg kg^{-1}) ve aşısız (1.14 mg kg^{-1}) asmalarının bulunduğu kontrol ortamlarında kaydedilmiştir.



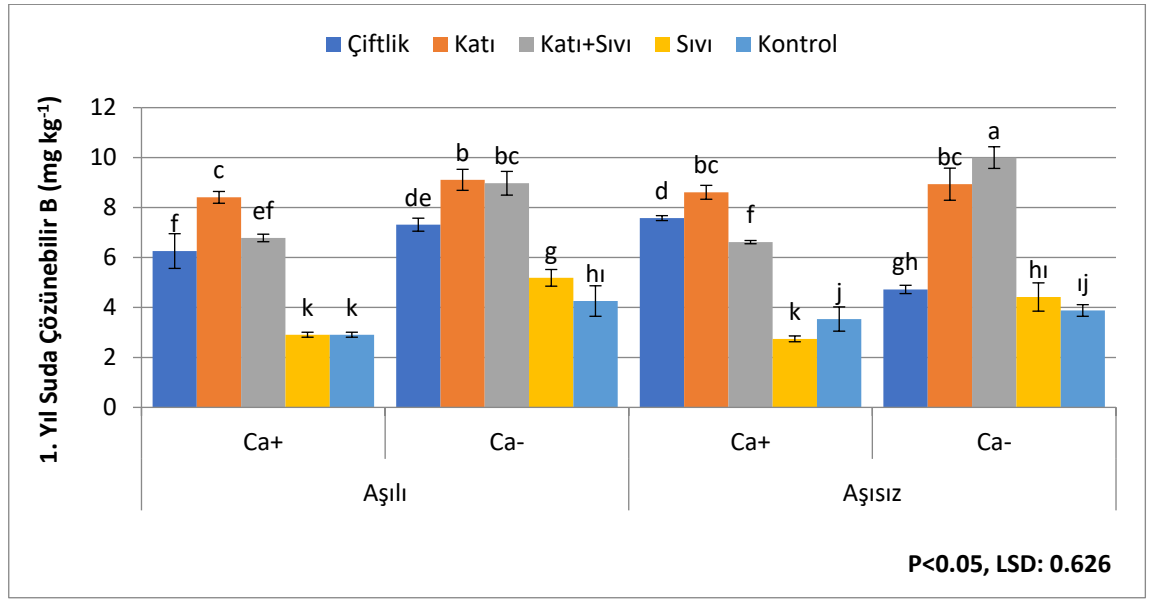
Şekil 4.22. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl suda çözünebilir Cu miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin her iki yılında da yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir Cu içeriklerinin CaCO₃ ilavesinden etkilendiği tespit edilmiştir. Ancak ikinci yılda biriken kireçten ve ortam pH'sının aşırı yükselmesinden dolayı suda çözünebilir Cu'nun daha belirgin düzeyde azaldığı düşünülmüştür. Kök ortamındaki Cu'nun çözünebilirliğinin kireç ve pH artışından olumsuz etkilendiği daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Marschner, 2012; Estefan ve ark., 2013). Bu çalışmada, organik gübrelerin yetiştirme ortamlarının Cu içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Çıtak ve ark. (2011) vermikompost ve çiftlik gübresinin toprağın Cu içeriğini yükselttiğini ifade etmişlerdir.

4.1.12. Yetiştirme ortamının suda çözünabilir bor miktarı (mg kg^{-1})

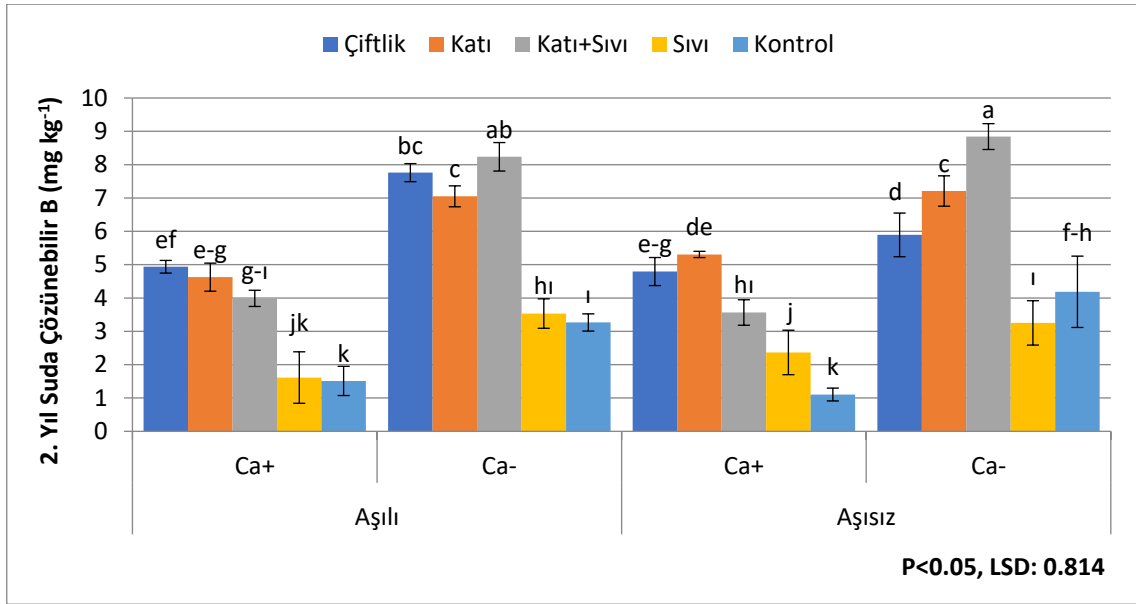
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir bor (B) miktarına etkileri Şekil 4.23 (birinci yıl) ve Şekil 4.24 (ikinci yıl)'te gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir B içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek B içeriği Ca^- ortamda aşısız asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (10 mg kg^{-1}) tespit edilirken, en düşük değer Ca^+ ortamdaki aşısız asmaların bulunduğu sıvı solucan gübresi uygulamasında (2.74 mg kg^{-1}) bulunmuştur.



Şekil 4.23. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl çözünabilir B miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir B içeriğine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek B miktarı Ca^- ortamdaki aşısız asmaların bulunduğu katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (8.84 mg kg^{-1}) belirlenirken en düşük değer Ca^+ ortamdaki aşısız asmaların kontrol uygulamasında (1.10 mg kg^{-1}) kaydedilmiştir.



Şekil 4.24. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl çözünabilir B miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

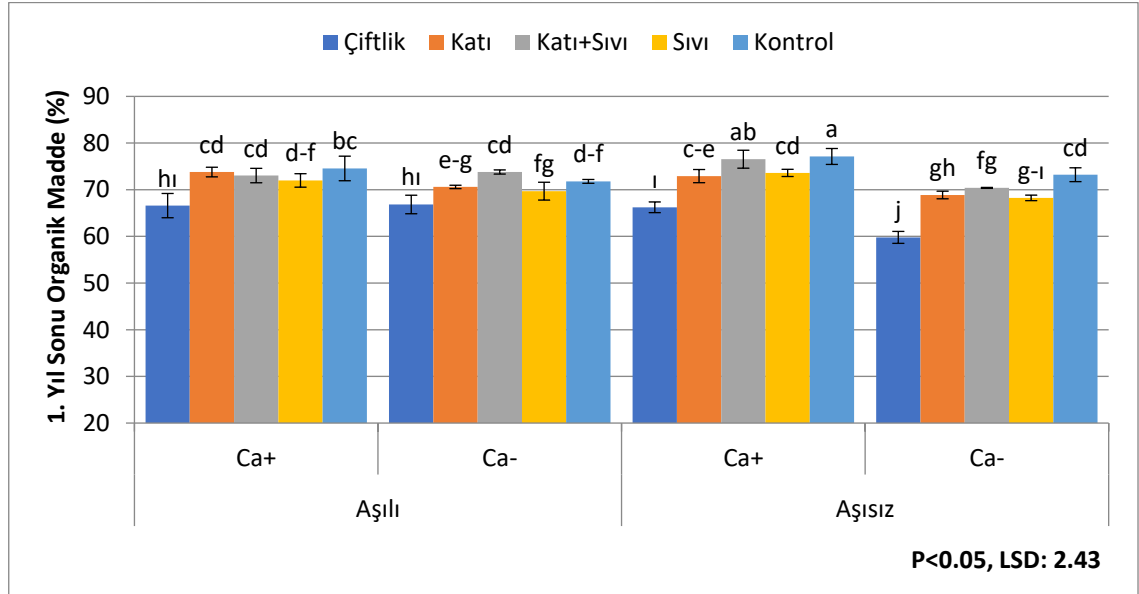
Denemenin her iki yılında da yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir B içeriği Ca+ ortamlarda daha düşük bulunmuştur. Özellikle ikinci yılda suda çözünabilir B miktarının birinci yıla göre daha az bulunması dikkati çekmiştir. Bu sonucun, ortamda artan CaCO₃ nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Daha önce yapılan araştırmalarda B ve Ca arasında antagonistik bir ilişki olduğu (Fox, 1968; Chauhan ve Powar, 1978; Gezgin ve Hamurcu, 2006) ve kireçli topraklarda yüksek pH nedeniyle borun yarayışlılığının azaldığı (Marschner, 2012) bildirilmiştir. Bu çalışmada Ca+ ortamların suda çözünabilir B miktarının düşük olması Fox (1968), Chauhan ve Powar (1978), Gezgin ve Hamurcu (2006) ve Marschner (2012)'in bildirdikleriyle desteklenmektedir. Ayrıca, çiftlik gübresi ve solucan gübresinin yetiştirme ortamlarının B içeriğini artırdığı tespit edilmiştir. Bu durumun Çizelge 3.2 ve 3.3'de sunulduğu üzere, denemede kullanılan organik gübrelerin B içeriğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, aşılı ve aşısız asmaların yetiştirme ortamlarındaki farklılıkların asma kökleri aracılığıyla yetiştirme ortamından kaldırılan B miktarıyla alakalı olabileceği düşünülmüştür.

4.1.13. Yetiştirme ortamının organik madde miktarı (%)

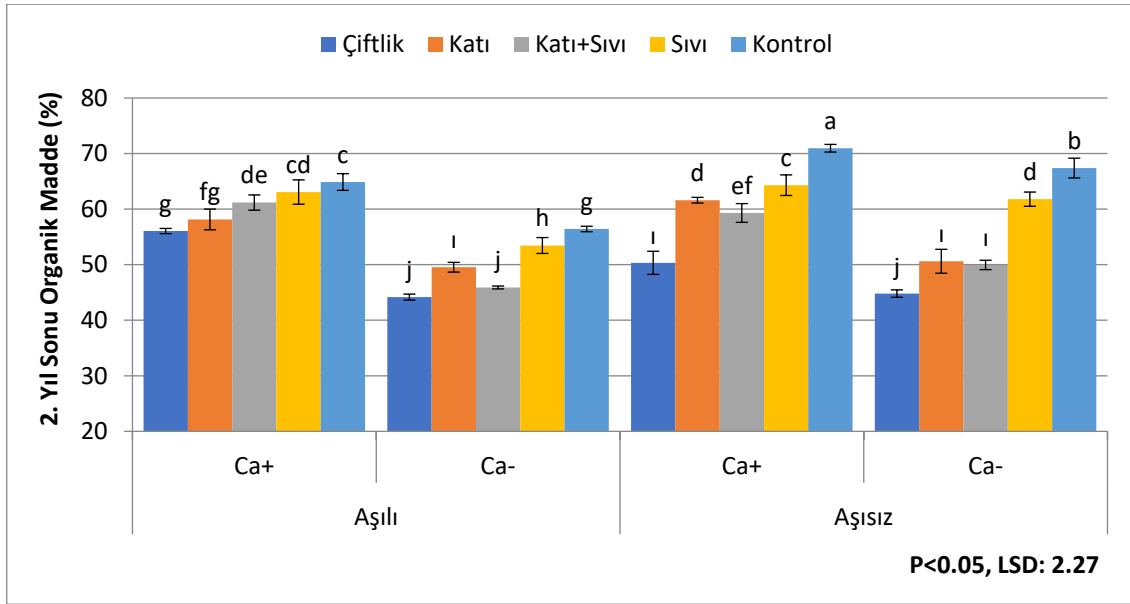
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarının organik madde miktarına etkileri Şekil 4.25 (birinci yıl) ve Şekil 4.26 (ikinci yıl)'da gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında yetiştirme ortamlarının organik madde içeriğine tüm uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek organik madde içeriği Ca+ ortamdaki aşısız asmaların kontrol (%77.13) ortamında görülürken en düşük değer Ca- ortamdaki aşısız asmaların çiftlik gübresi (%59.79) ortamında tespit edilmiştir.



Şekil 4.25. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl organik madde miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında yetiştirme ortamlarının organik madde içeriğine tüm uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek organik madde miktarı Ca+ ortamdaki aşısız asmaların kontrol (%70.96) ortamından elde edilirken en düşük değerler Ca- ortamdaki aşısız ve aşılı asmaların çiftlik gübresi ortamlarında kaydedilmiştir (sırasıyla %44.17 ve %44.80).



Şekil 4.26. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl organik madde miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Yetiştirme ortamları arasında en yüksek organik madde miktarı her iki yılda da kontrol ve sıvı solucan gübresi uygulamalarında belirlenmiştir. Bu sonuçların yetiştirme ortamında kullanılan materyallerin organik madde içeriğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çizelge 3.1, 3.2 ve 3.3'te sunulduğu üzere organik madde miktarları torfta %90.94, çiftlik gübresinde %40.85 ve katı solucan gübresinde %70.10 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle çiftlik gübresi uygulamasının katı solucan gübresi ile katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarından daha düşük organik madde içermesi de nispeten beklenen bir durumdur. Sıvı solucan gübresi asmalara yapraktan uygulandığı için yetiştirme ortamına doğrudan bir etkisi beklenmemiş olup, kontrol ortamı ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kontrol ortamı ile solucan gübresi arasındaki farklılıkların ise ortam içerisinde oluşan mikroorganizma faaliyetleri ile bu mikro organizmaların asma kökleri ile ilişkilerinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Sağlam ve ark. (1993), organik maddenin parçalanması ile ortaya çıkan humus bileşiklerinin toprak asitliğine yardımcı olan bir etken olduğunu, organik maddenin parçalanması sırasında çeşitli organik asitlerin ortaya çıktığını, toprakta bulunan bakteri ve kök faaliyetlerinin artması sonucunda oluşan CO_2 'nin su ile birleşerek H_2CO_3 'ü oluşturduğunu; oluşan organik ve inorganik asitlerin bir H^+ kaynağı olup toprak pH'sının düşmesine neden olduğunu raporlamışlardır. Bu nedenle tüm yetiştirme ortamlarının organik madde miktarındaki farklılığın; organik maddenin kaynağından,

miktarından, mikroorganizmaların ve bitki köklerinin faaliyetlerinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Denemenin ikinci yılında Ca^+ ortamların organik madde miktarı Ca^- ortamlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık, yetiştirme ortamlarında gerçekleşen mikroorganizma ve kök faaliyetleri ile ilişkilendirilmiştir. Mikroorganizma ve kök faaliyetlerinin bir göstergesi ise yetiştirme ortamının solunum miktarıdır. Yetiştirme ortamında meydana gelen solunum, ortamdaki canlılar ve bitki kökleri tarafından sağlanmaktadır. Bu sebeple kök ortamındaki solunum, biyolojik aktivitenin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Hepşen, 2004). Haktanır ve Arcak (1997)'ın bildirdiklerine göre, toprakta oluşan karbondioksitin çok büyük bir kısmını ($2/3$ 'ünü) toprakta yaşayan toprak canlıları meydana getirmekte ve bir kısmını da ($1/3$ 'ü) bitki kökleri üretmektedir. Ortamın pH'sı ise mikroorganizmaların aktivitelerini etkilediğinden dolayı CO_2 salınımında belirgin bir etkiye sahiptir (Yerli ve ark., 2019). Kowalenko ve Ivarson (1978), toprağın pH'sının artışı ile CO_2 salınımının paralel olarak artış gösterdiğini fakat bu artışın pH'nın 7'nin üstünde olduğu durumlarda olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir. Denemenin ikinci yılına ait verileri incelendiğinde; Ca^+ ortamlarda pH'nın 8.16 ile 8.35 arasında değiştiği ve yetiştirme ortamlarının solunumunun azaldığı belirlenmiştir. Bu nedenle yetiştirme ortamlarının pH'sındaki artışın mikroorganizma faaliyetlerini kısıtladığı ve CaCO_3 içeren ortamlardaki organik madde miktarının parçalanma oranının bu nedenle azalmış olabileceği düşünülmüştür.

Organik gübrelerle ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak organik gübrelerin kök ortamındaki organik madde miktarını artırdığı belirtilmekte olup tam tersini bildiren araştırmalar da mevcuttur. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar genel olarak organik maddesi düşük olan topraklarda yapıldığı için, organik gübrelerin toprağın organik madde miktarını artırdığı belirtilmiştir (Karažija ve ark., 2015; Aktaş ve Yüksel, 2020; Abd Elrahman ve Bakr, 2022; Upadhyay ve ark., 2022). Upadhyay ve ark. (2022), bağ toprağına uyguladıkları çiftlik gübresi ile toprağın organik madde miktarının arttığını bildirmişlerdir.

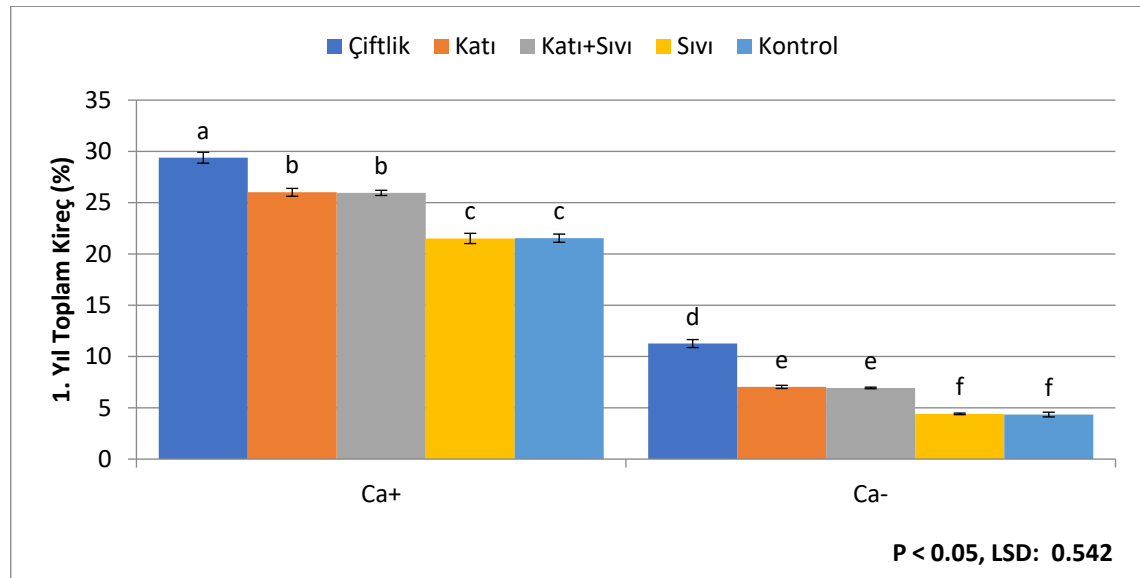
Karažija ve ark. (2015), çiftlik gübresi ve torfun kireçli bağ topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkilerini iki yıl süreyle araştırmışlardır. Söz konusu araştırmada, çiftlik gübresi ve torf uygulamalarının artan dozlarının topraktaki organik madde içeriğini kontrole göre birinci yılda yükselttiği ve ikinci yılda düşürdüğü belirtilmiştir. Abd Elrahman ve Bakr (2022), 'Superior Seedless' üzüm çeşidinin

yetiştirildiği bağ toprağına uyguladıkları vermikompostun, toprağın organik madde miktarını artırdığını ifade etmişlerdir. Bunun aksine, Martínez ve ark. (2018), bağ koşullarında yaptıkları çalışmada, vermikompost uygulamasının bağ toprağının organik madde miktarını azalttığını bildirmişlerdir. Aktaş ve Yüksel (2020), toprağına uyguladıkları beş farklı vermikompost dozunun, doksan günlük inkübasyon sonunda toprağın organik madde miktarını doza paralel olarak artırdığını raporlamışlardır.

4.1.14. Yetiştirme ortamının toplam kireç içeriğı (%)

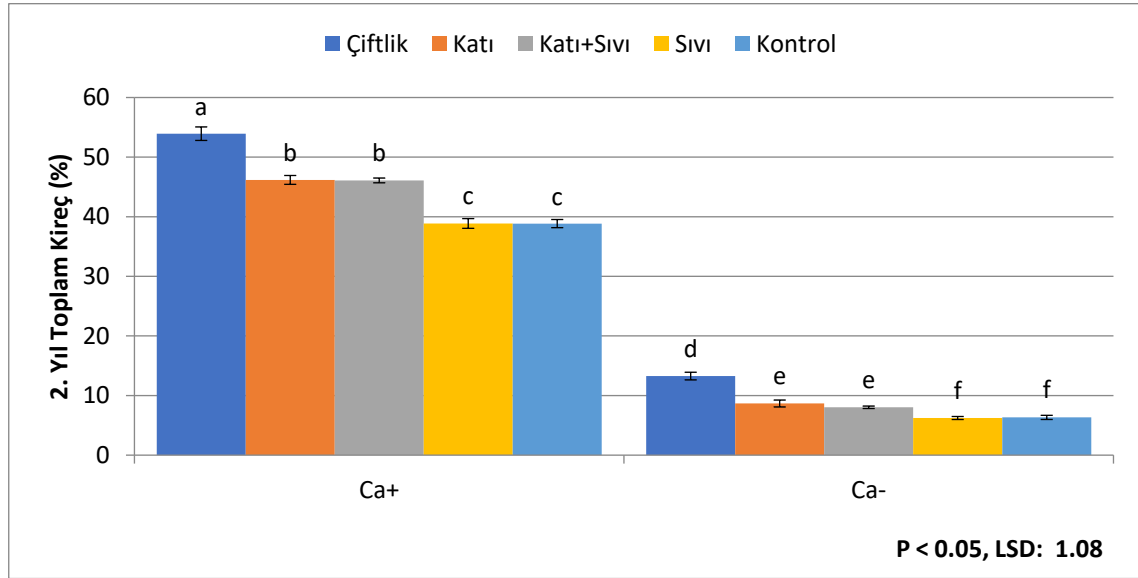
Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının toplam kireç içeriğine etkileri Şekil 4.27 (birinci yıl) ve Şekil 4.28 (ikinci yıl)'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında CaCO_3 uygulamalarının yetiştirme ortamlarının toplam kireç içeriğı üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek toplam kireç içeriğı Ca^+ ortamda sırasıyla çiftlik (%29.39) ve katı solucan gübresi (%26.01) uygulamalarında; en düşük değerler ise Ca^- ortamda kontrol uygulamasında (%4.34) saptanmıştır. Beklendiğı gibi CaCO_3 uygulamaları yetiştirme ortamlarının toplam kireç miktarını artırmıştır.



Şekil 4.27. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl toplam kireç oranına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında CaCO_3 uygulamalarının yetiştirme ortamlarının toplam kireç içeriği üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek toplam kireç içeriği Ca^+ ortamda çiftlik gübresi uygulamasında (%53.93), en düşük değerler ise Ca^- ortamda sıvı solucan gübresi uygulamasında (%6.23) saptanmıştır. Beklendiği üzere, CaCO_3 uygulamaları denemenin ikinci yılında da yetiştirme ortamlarının toplam kireç miktarını artırmıştır.



Şekil 4.28. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl toplam kireç oranına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Dünyada bağcılık genellikle yüksek kireç içeriğine sahip kurak topraklarda yapılmaktadır. Kireç oranı yüksek olan topraklarda yetiştirilen asmalarda özellikle Fe alımı olumsuz etkilenmekte ve bunun sonucunda yapraklarda kloroz görülmektedir. Ayrıca kireçli topraklarda diğer makro ve mikro besin elementlerinin asmalar tarafından kullanılabilirliği de azalmaktadır. Bu sorun çözülmediği takdirde, asma fizyolojisi ve gelişiminin aksayabileceği ve ağır verim kayıplarının meydana gelebileceği ifade edilmiştir (Çetin ve Koç, 2023).

Bitkilerde fizyolojik ve metabolik reaksiyonları aksatarak büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyen, verim ve kaliteyi düşüren faktörler arasında toprağın kireç içeriği ve pH'sının önemli olduğu bildirilmiştir (Fang ve ark., 2021; Wang ve ark., 2022). Dünyadaki toplam arazi varlığının yaklaşık %30'unun, doğal olarak CaCO_3 içeriği yüksek ve kalkerli topraklardan oluştuğu bilinmektedir (Sánchez-Rodríguez ve ark., 2014). Türkiye'de ise toprağı oluşturan ana materyalin jeogenetik karakterinden dolayı

Karadeniz Bölgesi haricinde kireç içeriğinin genellikle yüksek olduğu bildirilmiştir (Çetin ve Koç, 2023). Ayrıca yağışın yetersiz olması da, toprakların kireç konsantrasyonu üzerindeki diğer belirleyici faktör olarak ifade edilmiştir (Al-Dosary, 2022). Nitekim düşük yağışın, kirecin yıkanma oranını azaltarak toprak profilinin bazı katmanlarında kireç birikimine neden olduğu belirtilmiştir (Mancino, 2003).

Konya Kapalı Havzası'nın yarı-kurak iklime sahip olduğu ve yıllık ortalama yağış miktarının 300-350 mm civarında olduğu bilinmektedir. Özellikle 1980'lerden bu yana etkili olan kurak iklim sebebiyle yıllık yağış miktarının 10-25 mm azaldığı ve böylece havzanın ikliminin yarı-kurak iklimden kurak iklim özelliklerine dönüşmeye başladığı araştırmacılar tarafından raporlanmıştır (Doğdu ve ark., 2007). Bu bilgilere göre, Konya'nın mevcut yağış bilgileri ve gelecek tahminleri kuraklığın ve bu nedenle topraktaki kireç miktarının olumsuz etkilerinin artabileceğini ortaya koymaktadır.

Konya'da genel olarak karasal iklim hüküm sürse de dağlık alanlarda yağış miktarının fazla olması ve sıcaklığın düşük olması sebebiyle toprak özellikleri değişkenlik göstermektedir. Dağlık sahalarda bitki örtüsünün zayıf olduğu kesimlerde su erozyonu etkili olmakta, toprak sağlığı, taşlılık gibi problemler ortaya çıkmaktadır. Konya Ovası'nda ise artan sıcaklık ve azalan yağış miktarı nedeniyle toprak profilinde veya yüzeyde kireçlenme görüldüğü bildirilmiştir (Bozyiğit ve Güngör, 2011). Konya Ovası'nda 70 farklı alana ait toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre toprakların alkalın karakterli olduğu ve organik madde kapsamının ortalama % 1.59 olarak belirlendiği bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada analiz edilen alanların %92.9'unun organik madde bakımından fakir olduğu; toplam kireç (CaCO_3) kapsamının ortalama %19.1 olduğu ve %97.1'inin kireçli özellikte olduğu raporlanmıştır (Dursun, 1999). Sağlık (2020), Konya Ovası'nın farklı kısımlarından alınan toprak örneklerinde toplam kireç (CaCO_3) içeriğini toprak derinliğine göre araştırmıştır. Araştırmaya göre, toplam kireç miktarının 0-20 cm derinlikte %81.0'e, 20-40 cm derinlikte %80.2'ye ve 40-60 cm derinlikte %86.9'a kadar ulaştığı rapor edilmiştir.

Beklendiği şekilde, bu çalışmada CaCO_3 uygulamaları yetiştirme ortamlarının toplam kireç içeriğini artırmıştır. Sürdürülebilir toprak verimliliği için bitkisel ve hayvansal kaynaklı organik atıklar yetiştirme ortamlarının fiziksel ve biyolojik yapısına olan katkıları nedeniyle büyük önem taşımaktadırlar (Şahin ve ark., 2020). Abd Elrahman ve Bakır (2022), 'Superior Seedless' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uygulanan vermikompost ile toprağın toplam kireç içeriğinin azaldığını

bildirmişlerdir. Bitkisel üretimde kullanılarak hem toprak yapısını iyileştiren hem de bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini sağlayan çiftlik gübreleri aynı zamanda toprak kirliliğini de azaltmaktadır. Bu özellikleri sebebiyle bu tür geleneksel gübre kaynaklarının kullanımı ve önemi giderek artmaktadır (Khan ve Deepika, 2021). Ancak çiftlik gübrelerinin özellikleri; hayvanın cinsi, türü, beslenme şekli ve çiftliklerde kullanılan altlık materyalleri gibi birçok faktöre göre değişkenlik gösterdiği vurgulanmıştır (Erdal ve ark., 2018).

Solucan gübrelerinin oluşumunda solucan besini olarak kullanılan materyalin içerisinde çiftlik gübresinin kullanıldığı düşünüldüğünde benzer durumun solucan gübreleri için de geçerli olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle kullanılan çiftlik gübrelerinin veya diğer hayvansal kaynaklı gübrelerin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada toplam kireç miktarı genel olarak çiftlik gübresi uygulamasının bulunduğu ortamlarda daha yüksek bulunmuştur. Bu sonucun, çiftlik gübresinin kireç içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim denemede kullanılan çiftlik gübresinin toplam kireç içeriği %35.38 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Yüksek kireç ve yüksek pH besin maddelerinin alımını engelleyerek bitkinin strese girmesine ve bazı tepkiler göstermesine neden olmaktadır. Özellikle kısa vadede kirecin yarattığı bu stresi ortadan kaldırmak kolay ve sürdürülebilir olmamaktadır. S içerikli gübrelemeler ile toprak pH'sı bir miktar düşürülse de bunun zaman alması ve geniş arazilerde uygulanmasının zorluğu, bu uygulamanın sürdürülebilirliğini azaltmaktadır (Mancino, 2003). Organik gübre kullanımının kireç stresinin hafifletilmesinde sürdürülebilir yaklaşımlar arasında olduğu düşünülmüştür.

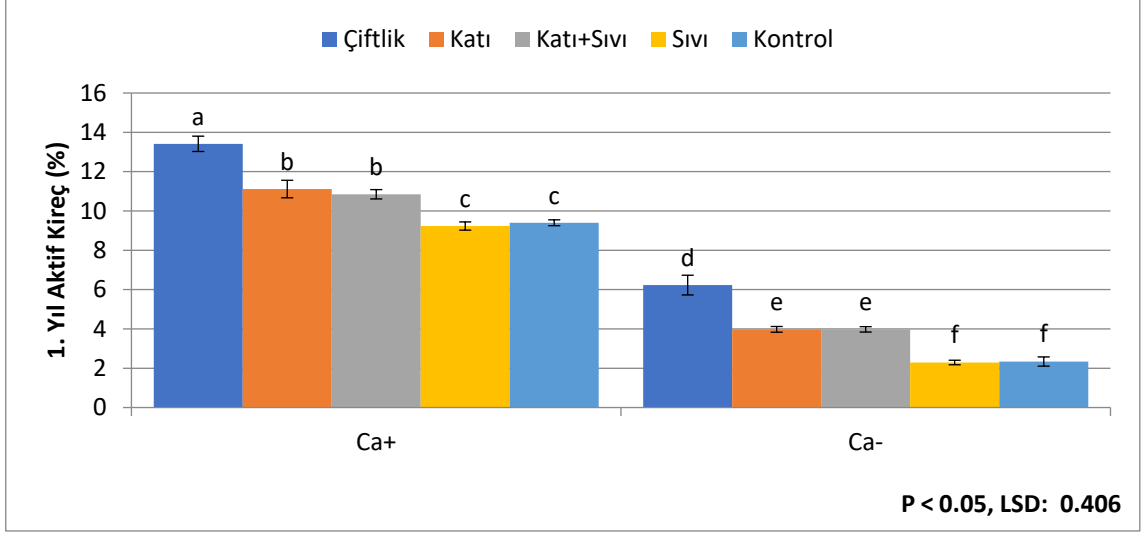
Jackson (1994), çiftlik gübrelerinin %5-15 arasında hümik asit içerdiğini bildirmişlerdir. İlay ve ark. (2021) ise hümik asitin topraktaki CaCO_3 bileşiklerini parçalaması sonucunda karbondioksitin açığa çıkabileceğini, açığa çıkan karbondioksitin su ile birleşerek karbonik asidi (H_2CO_3) oluşturabileceğini öne sürmüş ve bunun neticesinde CaCO_3 miktarında azalmalar olabileceğini bildirmiştir. Araştırmacı, açığa çıkan karbondioksitin bitki gelişiminde gerekli ve etkili olmasının yanı sıra topraktaki besin maddelerinin serbest kalmasında da etkili olabileceğini belirtmiştir. Bu nedenle, asmalarda kireç stresine karşı dayanımı artırabilecek yaklaşımların ortaya konulmasının ve kireç stresi ile ilgili mevcut bilgilerin artırılmasının kritik öneme sahip olduğu kanaati oluşmuştur. Ayrıca ortaya konulan yaklaşımların çiftçiler tarafından sürdürülebilir olması gerektiği düşünülmüştür.

Bu çalışmada yetiştirme ortamına uygulanan organik gübreler, içerdikleri CaCO_3 sebebiyle yetiştirme ortamlarının kireç miktarını artırmışlardır. Ancak bu durumun, yetiştirme ortamını oluşturan torf ve perlit karışımının kireç içeriğinin düşük olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Organik gübreler içerdikleri kireç oranına bağlı olarak yetiştirme ortamlarının toplam kireç miktarlarını artırmış olsalar da kireç stresinin olumsuz etkilerini hafifleterek asma gelişimine olumlu katkılar sağladığı belirlenmiştir. Bu olumlu etkilerinin yanı sıra çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinin çiftçiler açısından kolay bulunabilmesi, üretiminin kolay ve ekonomik olması sebebiyle kireç stresinde önerilebilir organik gübrelerden olduğu düşünülmüştür. Ancak, özellikle kireçli topraklara sahip bölgelerde, tercih edilen çiftlik gübrelerinin kireç miktarları ve pH seviyelerine dikkat edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, bağcılıkta ve diğer bitki türlerinin yetiştiriciliğinde, toprakta bulunan toplam kireç yerine aktif kireç miktarının belirlenmesinin alkalın topraklarda bitki besin elementlerinin yararlılığı açısından daha büyük önem taşıdığı geçmişten günümüze birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Estefan ve ark., 2013; Sünbül, 2018; Lampreave ve ark., 2022). Bu nedenle yetiştirme ortamını oluşturan materyallerin toplam kireç içeriğinden ziyade aktif kireç miktarının bilinmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

4.1.15. Yetiştirme ortamının aktif kireç içeriği (%)

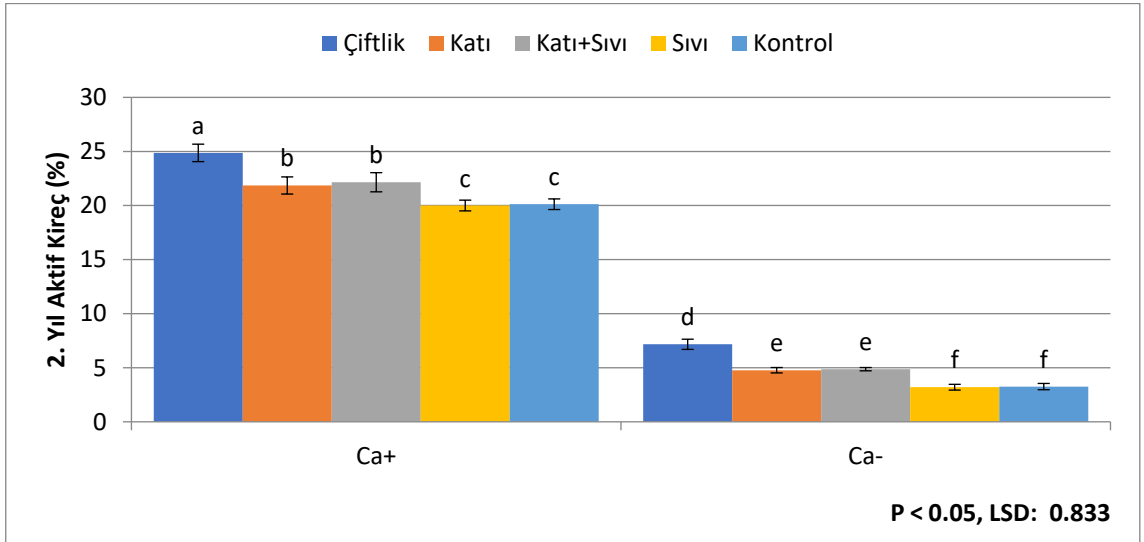
Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının aktif kireç miktarına etkileri Şekil 4.29 (birinci yıl) ve Şekil 4.30 (ikinci yıl)'da sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında CaCO_3 uygulamalarının yetiştirme ortamlarının aktif kireç içeriğine etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek aktif kireç içeriği Ca^+ ortamda çiftlik gübresi (%13.42) uygulamasından elde edilirken, en düşük değerler Ca^- ortamda solucan gübresi uygulamasında (%2.29) saptanmıştır. Beklendiği gibi CaCO_3 uygulamaları yetiştirme ortamlarının aktif kireç miktarını artırmıştır.



Şekil 4.29. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 1. yıl aktif kireç oranına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında CaCO_3 uygulamalarının yetiştirme ortamlarının toplam kireç içeriği üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek aktif kireç içeriği Ca+ ortamda çiftlik gübresi uygulamasında (%24.87), en düşük değerler ise Ca- ortamda sıvı solucan gübresi uygulamasında (%3.20) tespit edilmiştir. Beklendiği gibi, CaCO_3 uygulamaları denemenin ikinci yılında da yetiştirme ortamlarının aktif kireç miktarını artırmıştır.



Şekil 4.30. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında 2. yıl aktif kireç miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Bitkilerin kök ortamında bulunan bazı makro ve mikro besin elementlerinin aktif kireç, toplam kireç ve yüksek pH nedeniyle yarayışsız hale dönüştüğü kabul edilmektedir. Aktif kirecin ise genellikle toplam kireç ile ilişkili olduğu ve toplam kirecin yaklaşık %50'sini oluşturduğu bildirilmiştir (Estefan ve ark., 2013).

Aktif kireç içeriği fazla olan topraklarda yetiştirilen bağlarda görülen en yaygın beslenme noksanlıklarından birisi Fe elementi yetersizliği olarak rapor edilmiştir (Sancan ve Karaca, 2017). Kireçli topraklarda pH'nın yüksek olması, Fe bileşiklerinin çözünememesine ve bitkiler tarafından alınamamasına neden olmaktadır. Bunun yanında kötü havalanma, topraktaki kirecin çözülmesiyle kök bölgesinde ortaya çıkan HCO_3^- iyonlarının artmasına ve bitki dokularının pH'sının yükselmesine neden olmaktadır. Bitkide yükselen pH değerine bağlı olarak üç değerlikli Fe'nin iki değerlikli Fe'ye indirgenmesi engellenmektedir. Dolayısıyla bu süreçte aktif Fe'nin asma kökleri tarafından alımı ve yarayışlılığı da azalmaktadır (Aktaş, 2004).

Kök ortamında değişik etkenler bitki besin elementlerinin yarayışlılığını olumsuz etkilemektedir. Bu etkenlerden biri de ortamda bulunan kireç miktarıdır. Genellikle kurak ve yarı kurak bölge toprakları kireçli özelliğe sahiptir. Hatta kireç bu bölge topraklarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Konya ili de bu bakımdan benzer özellik göstermektedir (Bozyiğit ve Güngör, 2011).

Toprakta bulunan toplam kireç yerine aktif kireç miktarının ölçülmesinin alkalın topraklarda bitki besin elementlerinin yarayışlılığı açısından daha büyük önem taşıdığı geçmişten günümüze birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Alcántara ve ark., 2000; Lampreave ve ark., 2022).

Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine katkılarından dolayı bitki ve hayvanlardan elde edilen organik atıkların günümüzde büyük önem taşıdığı bilinmektedir (Şahin ve ark., 2020). Bu organik gübrelerden biri olan çiftlik gübreleri hem bitkilerin yetiştikleri kök ortamının yapısını iyileştirmekte hem de ihtiyaç duyulan besin elementlerini sağlamaktadırlar. Bu özellikleri sebebiyle bu tür geleneksel gübre kaynaklarının kullanımının ve öneminin giderek arttığı belirtilmiştir (Khan ve Deepika, 2021).

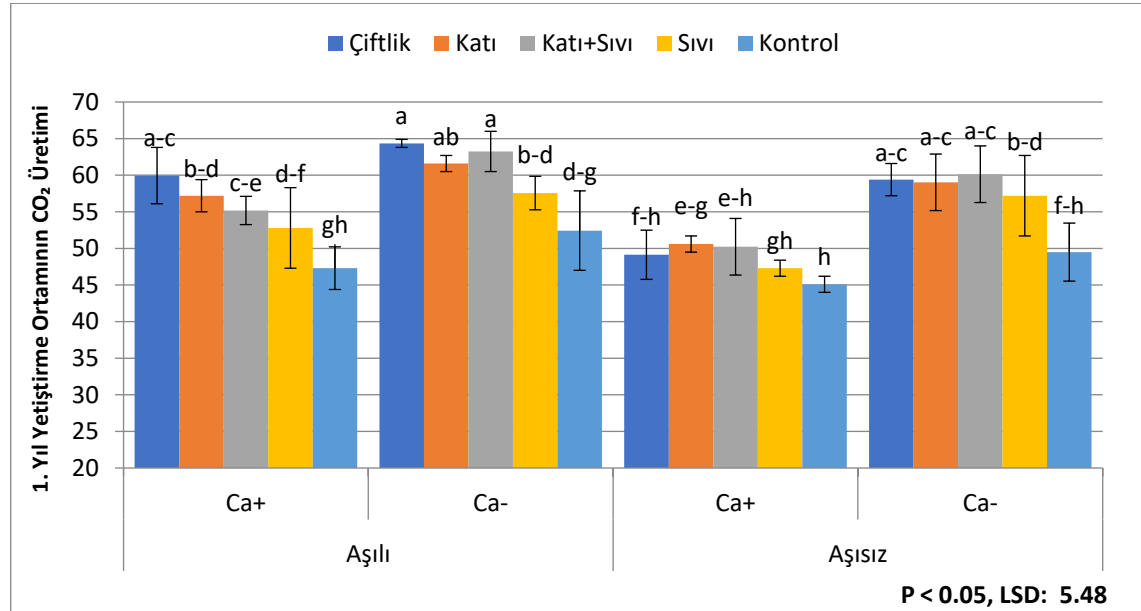
Bu çalışmada, beklendiği gibi CaCO_3 uygulanan ortamlarda aktif kireç içeriği artmıştır. Ancak CaCO_3 uygulanan ve uygulanmayan ortamlarda en yüksek aktif kireç içeriğinin çiftlik gübresinin bulunduğu ortamlardan elde edilmesi dikkati çekmiştir. Bu sonucun, çiftlik gübresinin kireç içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Nitekim denemede kullanılan çiftlik gübresinin aktif kireç içeriği

%13.08 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.2). Erdal ve ark. (2018)'nın da bildirdikleri gibi, çiftlik gübrelerinin özellikleri hayvanların cinsine, türüne, beslenme şekillerine ve çiftliklerde kullanılan altlık materyallerine göre değişebilmektedir. Solucan gübresi üretiminde solucan besini olarak kullanılan karışımın içerisinde çiftlik gübrelerinin bulunması sebebiyle, bu durumun solucan gübreleri için de geçerli olduğu düşünülmüştür. Bu nedenle kullanılan çiftlik veya solucan gübrelerinin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinin iyi bilinmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

4.1.16. Yetiştirme ortamının solunum miktarı (mg CO_2 100 g^{-1} FKT 24 sa^{-1})

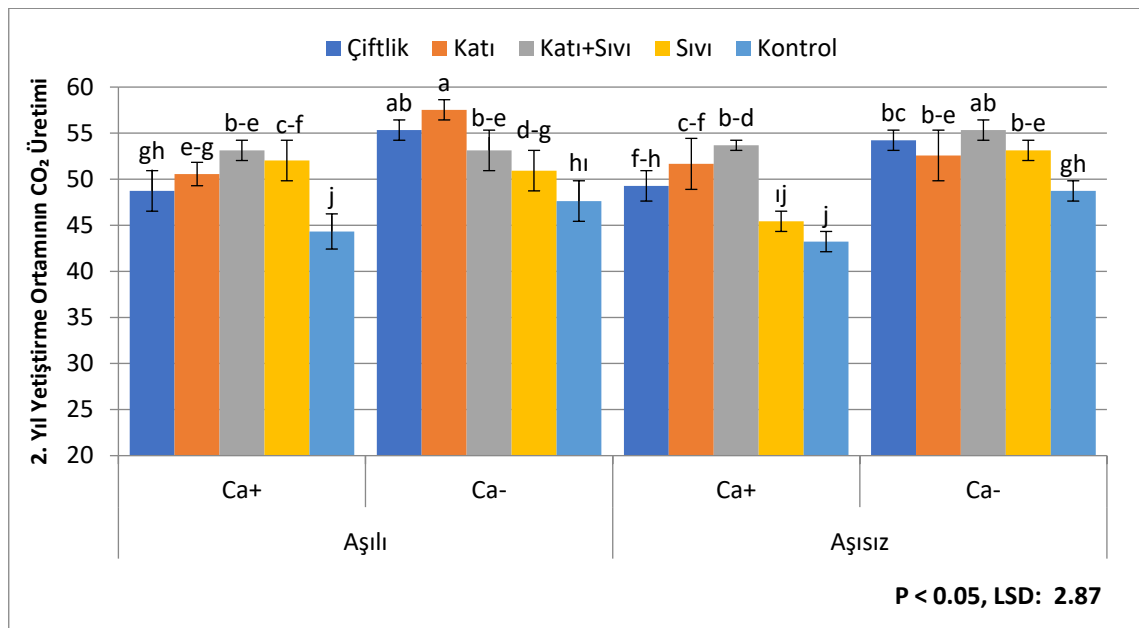
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının solunum miktarına etkileri Şekil 4.31 (birinci yıl) ve Şekil 4.32 (ikinci yıl)'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında uygulamaların yetiştirme ortamının solunumuna etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek CO_2 miktarı Ca^- ortamda aşılı asmalarda çiftlik gübresi ve katı solucan gübresi uygulamalarından elde edilmiştir (sırasıyla 64.35 ve 63.25 mg CO_2 100 g^{-1} FKT 24 sa^{-1}). En düşük solunum miktarı ise Ca^+ ortamda aşısız asmalarda kontrol (45.10 mg CO_2 100 g^{-1} FKT 24 sa^{-1}) uygulamasında bulunmuştur.



Şekil 4.31. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının 1. yıl solunum miktarlarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların yetiştirme ortamlarının CO₂ miktarına etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Buna göre, uygulamalar arasında en yüksek solunum miktarı Ca- ortamda aşılı asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında (57.53 mg CO₂ 100 g⁻¹ FKT 24 sa⁻¹) saptanmıştır. Bu uygulamayı Ca- ortamda aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulaması ve aşısız asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulaması izlemiştir (55.33 mg CO₂ 100 g⁻¹ FKT 24 sa⁻¹). Yetiştirme ortamları arasında en düşük solunum miktarı ise birinci yılda olduğu gibi Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda kontrol (43.23 mg CO₂ 100 g⁻¹ FKT 24 sa⁻¹) uygulamasında belirlenmiş olup, bunu Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulaması takip etmiştir (44.33 mg CO₂ 100 g⁻¹ FKT 24 sa⁻¹).



Şekil 4.32. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarının 2. yıl solunum miktarlarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Ca+ ortamlarda solunum miktarlarının Ca- ortamlara nazaran daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçların CaCO₃ uygulamaları neticesinde yetiştirme ortamında artan pH'dan kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca çiftlik gübresinin uygulandığı yetiştirme ortamlarının solunum miktarının birinci yıla kıyasla ikinci yılda belirgin seviyede azaldığı dikkati çekmiştir. Bu farklılığın çiftlik gübresinin yüksek kireç ve pH içeriğinden kaynaklanmış olabileceği ve ikinci yılda artan ortam pH'sı nedeniyle daha da belirgin hale geldiği düşünülmüştür. Nitekim, yetiştirme ortamlarının pH sonuçları incelendiğinde, en yüksek pH ve kirecin çiftlik gübresi uygulamasında bulunmuştur.

Yüksek pH'nın asma kökleri ve mikroorganizma faaliyetlerini etkileyebileceği ve bu nedenle pH'sı yüksek olan uygulamalarda solunum miktarının azalmış olabileceği düşünülmektedir. Lorenz ve ark. (2001), kirecin mikroorganizma faaliyetini azalttığını bildirmişlerdir. Bu durumun, dolaylı olarak yetiştirme ortamının solunumunu da etkileyebileceği düşünülmüştür. Toprağın biyolojik aktivitesini belirlemek için pek çok araştırmada toprak solunumu (topraktan sentezlenen karbondioksit miktarı) parametresinin değerlendirildiği bilinmektedir (Anderson, 1982; Hepşen, 2004; Salehi Hosseini, 2015).

Topraklarda oluşan CO₂'nin çok büyük bir kısmını (2/3'ünü) toprakta yaşayan canlılar ve bir kısmını da (1/3'ü) bitki kökleri üretmektedir (Haktanır ve Arcak, 1997). Bu nedenle, toprak solunumunu etkileyen faktörlerin başında toprak canlıları ve bitki köklerinin aktiviteleri gelmektedir. Ayrıca yetiştirme ortamının nemi (Elik ve Sakin, 2021), organik madde miktarı (Bellitürk ve ark., 2019) ve pH'sı (Yerli ve ark., 2019) da bitki kökleri ile mikroorganizma faaliyetlerini etkileyerek toprak solunumunu dolaylı yoldan etkileyebilmektedir.

Toprak solunumu ve toprak pH'sı arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada, pH'sı 4 olan toprağın solunumunun pH'sı 3 olan topraktan 2 ile 12 kat daha fazla olabileceği belirtilmiştir (Sitaula ve ark., 1995). Araştırmacılar bu durumu düşük pH'ya sahip toprakların toprak solunum hızının daha düşük olması ile açıklamışlardır. Başka bir çalışmada ise toprağın pH'sının artışına paralel olarak CO₂ üretiminin artış gösterdiği, fakat pH 7'nin üzerine çıktığında toprak solunumunun azaldığı raporlanmıştır (Kowalenko ve Ivarson, 1978). Bu çalışmada, yetiştirme ortamlarının pH'sının artmasına neden olan CaCO₃ uygulamasının, yetiştirme ortamındaki solunum miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, asma köklerinin ve mikroorganizma aktivitelerinin CaCO₃ uygulamasından olumsuz etkilendiği ve bu nedenle yetiştirme ortamının solunum miktarının azalmasına neden olduğu düşünülmüştür.

Ayrıca yetiştirme ortamlarına uygulanan organik gübrelerin hem Ca⁺ hem de Ca- ortamlarda solunum miktarını artırdığı dikkati çekmiştir. Bu artışın, yetiştirme ortamına ilave edilen organik gübrelerin, ortamdaki mikro organizma aktivitelerini ve asmaların kök faaliyetlerini artırmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Toprağa ilave edilen organik materyallerin mikroorganizmalar tarafından kullanıldığı ve bu durumun toprağın solunumunu etkilediği Kızılkaya ve Hepşen (2007) tarafından bildirilmiştir. Tangolar ve ark. (2020)'nin bağ koşullarında yaptıkları çalışmada, toprağa uygulanan çiftlik gübresi ve budama artığı karışımının, toprak solunumunu artırdığı

raporlanmıştır. Manisa-Horozköy (orta seviyede kireçli toprak) ve Alaşehir-Yeşilyurt'da (kireçli toprak) organik yetiştiricilik yapılan bir bağda çiftlik gübresi ve yeşil gübreleme (bakla+fiğ ve arpa+fiğ) uygulamalarının 4 yıl boyunca toprak solunumuna etkileri araştırılmış ve her iki araştırma sahasında da çiftlik gübresinin toprak solunumunu kontrole göre artırdığı bildirilmiştir (Çengel ve ark., 2009).

İspanya'da 12 yaşındaki 'Monastrell' üzüm çeşidinin yetiştirildiği kireçli bağ toprağında 2 yıl süreli bir çalışma yapılmış ve organik gübrelerin toprak solunumuna etkileri araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada, sığır gübresi ile tavuk gübresinin kireçli bağ toprağının solunumunu kontrole göre artırdığı raporlanmıştır (Bustamante ve ark., 2011). Arjantin'de yapılan bir çalışmada ise vermikompost ve kompost uygulamalarının alkalın özellikteki bağ toprağında CO₂ üretimini artırdığı belirtilmiştir (Martínez ve ark., 2018). Çetin ve Gür (2011), kireçli ve yüksek pH'lı topraklarda sığır gübresi, tavuk gübresi, çöp kompostu, mantar kompostu ve kanalizasyon çamurunun farklı inkübasyon sürelerinde (0, 4, 8, 12, 36 ve 45 gün) toprak solunumuna etkilerini araştırmışlar ve 45 günün ortalamasına göre en yüksek toprak solunumunun tavuk gübresinde ve en düşük değerin ise sığır gübresinde olduğunu belirlemişlerdir.

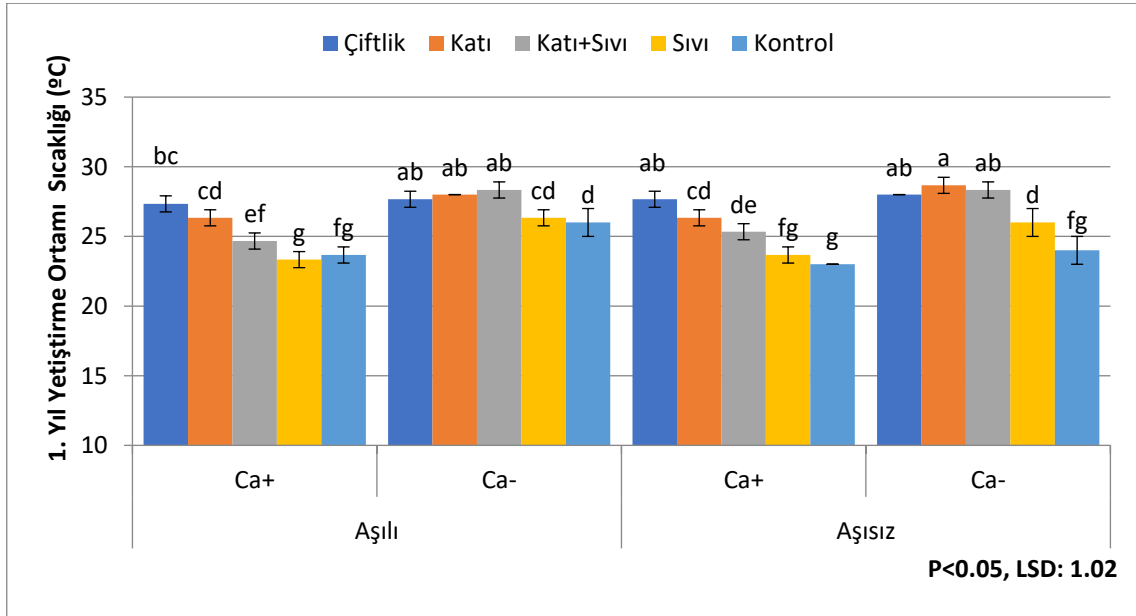
Topraksız kültürde yetiştirme ortamına besin elementlerinin belli aralıklarla kimyasal formda verilmesi sebebiyle, bu alanda yetiştirme ortamına ilave edilen organik gübrelerin etkileri ile ilgili literatürde yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeple literatür taramasında organik gübrelerin toprak özelliklerine etkileri topraksız katı kültüre göre daha baskın kalmıştır. Ancak, toprakta olduğu gibi topraksız katı ortamlarda da mikrobiyal solunum hızlarının karbon kaynaklarının mevcudiyetinden, kalitesinden (Alsanius ve Wohanka, 2019) ve mineral madde miktarlarından etkilenebileceği bildirilmiştir (Heller ve Nunez, 2022).

Sonuç olarak, Ca⁺ ortamların solunum hızlarının düşük olması ve organik gübrelerin yetiştirme ortamlarının solunum hızlarını artırmış olması; yukarıda belirtilen araştırmalarda da bildirildiği gibi ortamın besin içeriği, organik madde miktarı, pH'sı, mikroorganizma faaliyeti ve bitki köklerinin aktivitesi ile ilişkilendirilmiştir.

4.1.17. Yetiştirme ortamının sıcaklığı (°C)

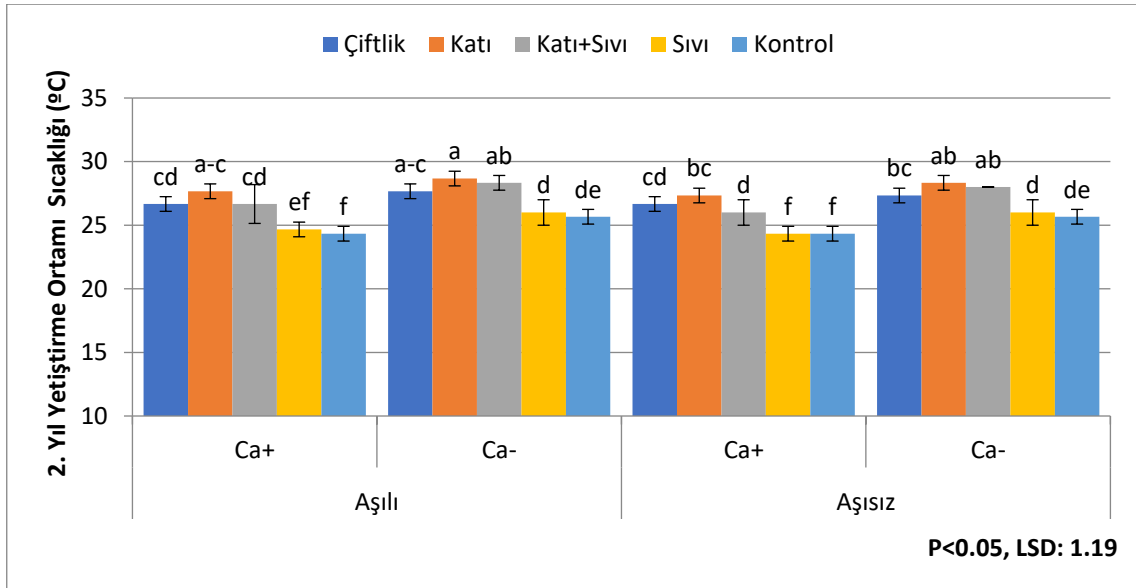
Organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarının sıcaklığı üzerine etkileri Şekil 4.33 (birinci yıl) ve Şekil 4.34 (ikinci yıl)'te sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında, uygulamaların, yetiştirme ortamının sıcaklığını (°C) istatistiki açıdan önemli seviyede etkilediği belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek ortam sıcaklığı Ca- ortamdaki aşısız asmaların katı solucan gübresi ortamında (28.67 °C) görülürken, en düşük sıcaklık Ca+ ortamdaki aşısız asmaların kontrol uygulamasında (23.0 °C) tespit edilmiştir.



Şekil 4.33. Denemenin 1. yılında organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarının sıcaklığı üzerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında yetiştirme ortamının sıcaklığı, uygulamalardan istatistiki açıdan önemli derecede etkilenmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek ortam sıcaklığı Ca- ortamdaki aşılı asmaların katı solucan gübresi ortamında (28.67 °C) saptanmıştır. En düşük sıcaklık ise Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında, Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamasında 24.33 °C olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.34. Denemenin 2. yılında organik uygulamaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarının sıcaklığı üzerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin birinci yılında, Ca+ ortamlarda en yüksek sıcaklık çiftlik gübresi uygulamasında bulunurken, Ca- ortamlarda katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresinin nispeten daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İkinci yılda ise tüm ortamlarda en yüksek sıcaklıklar katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda vermikompostun kök ortamında optimum sıcaklığı sağladığı (Arora ve ark., 2011); çiftlik gübresinin ise kök ortamının sıcaklığını artırdığı (Kacar, 2007) bildirilmiştir.

Tangolar ve ark. (2020) da bağ toprağına uygulanan çiftlik gübresi ve budama artığı karışımının, toprak sıcaklığını artırdığını raporlamışlardır. Bu çalışmada, yetiştirme ortamı sıcaklıklarının literatür değerleri ile uyşur nitelikte olduğu görölmüştür. Ca+ ortamların Ca- ortamlara göre daha düşük sıcaklıklara sahip olması, içeriğinde bulunan fazla nem ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişki; Ca+ ortamların nem miktarlarının Ca- ortamlara göre daha yüksek bulunmasıyla da desteklenmektedir. Yapılan çalışmalarda toprak sıcaklığı ile toprak nemi arasında ters bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Akbolat ve Coşkan, 2020). Toprak sıcaklığı azaldıkça nem artmakta, nem azaldıkça toprak sıcaklığı artmaktadır. Organik maddenin artışıyla yetiştirme ortamının sıcaklığı optimum şartlara ulaşmakta ve biyolojik aktivitenin gelişimi olumlu yönde artmaktadır (Bellitürk ve ark., 2019). Mikrobiyal faaliyetlerin optimum seviyede gerçekleşmesi, devam edebilmesi ve aynı zamanda organik maddelerin parçalanma hızının en üst seviyede olabilmesi için kök ortamında en uygun sıcaklığın 15-30 °C

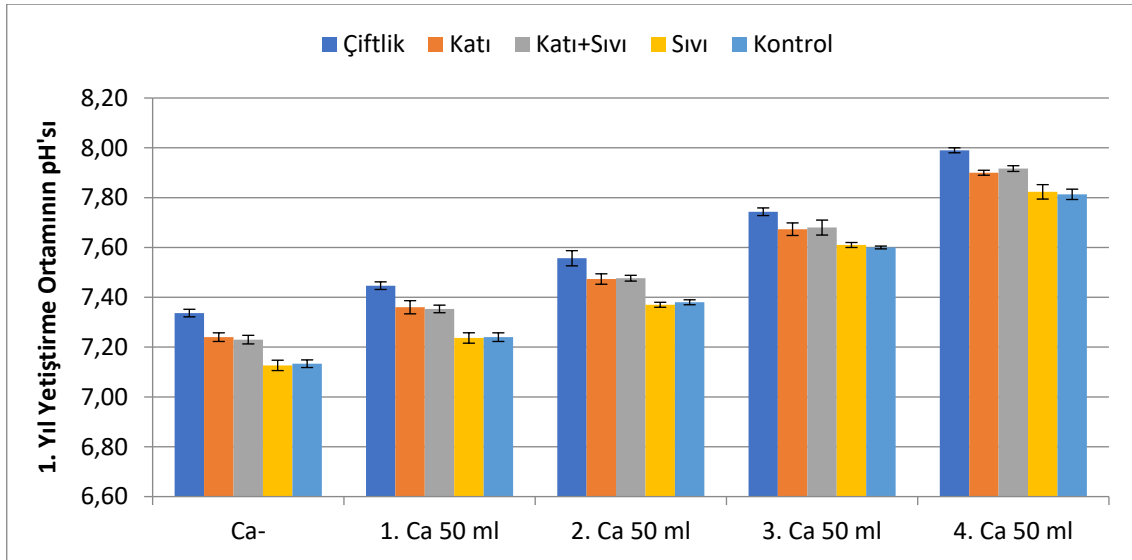
arasında olması gerekmektedir (Rostami ve ark., 2009). Sakin ve ark. (2021), kök ortamının solunumu ve sıcaklığı arasında yüksek oranlarda önemli ve pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, yetiştirme ortamlarının sıcaklıkları ile solunum miktarları arasında da paralellik olduğu dikkati çekmiştir. Bu durum yukarıda belirtilen literatür sonuçları ile uyuşur niteliktedir.

4.1.18. Yetiştirme ortamının reaksiyonu (pH)

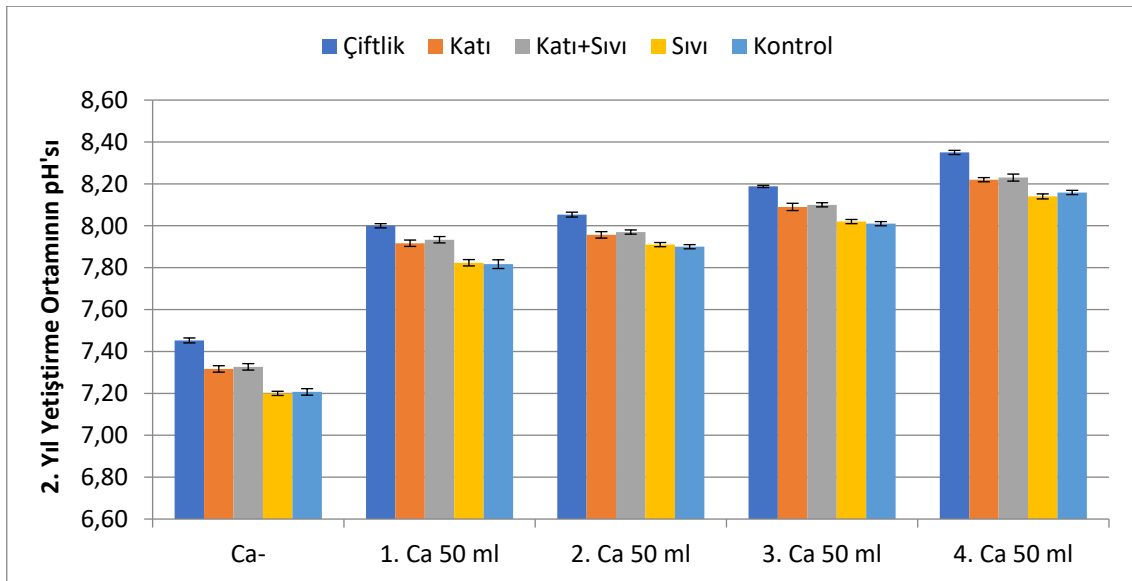
Denemenin birinci ve ikinci yıllarında yetiştirme ortamlarına birer hafta arayla 4'er defa uygulanan kalsiyum karbonat (CaCO_3) solüsyonunun yetiştirme ortamlarındaki etkilerinin belirlenebilmesi için, Ca uygulamalarından 7 gün sonra yetiştirme ortamlarının pH'sı ölçülmüştür. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının pH'sı üzerine etkileri Şekil 4.35 (birinci yıl) ve Şekil 4.36 (ikinci yıl)'da sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında uygulamaların ortam pH'sına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarına ilave edilen CaCO_3 uygulamaları beklendiği gibi ortam pH'sını etkilemiştir. Ca^+ ortamda uygulamalar arasında en yüksek ortam pH'sı dördüncü CaCO_3 uygulamasını takiben yapılan ölçümlerde çiftlik gübresi uygulamasından (7.99) elde edilirken en düşük pH değeri birinci CaCO_3 uygulamasından sonra yapılan ölçümlerde sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamalarından (7.24) elde edilmiştir. Ca^- ortamda da benzer şekilde en yüksek pH değeri çiftlik gübresi uygulamasından (7.34); en düşük pH değeri sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamalarından (7.13) elde edilmiştir.



Şekil 4.35. Organik gübre uygulamalarının 1. yılda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının pH'sı üzerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların ortam pH'sına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarına ilave edilen CaCO_3 beklendiği üzere ortam pH'sını etkilemiştir. Ca^+ ortamda uygulamalar arasında en yüksek ortam pH'sı dördüncü CaCO_3 ilavesinden sonra çiftlik gübresi uygulamasından (8.35) elde edilirken, en düşük pH değeri birinci CaCO_3 uygulamasının ardından yapılan ölçümlerde sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamasında (7.82) belirlenmiştir. Ca^- ortamda ise en yüksek pH değeri çiftlik gübresi uygulamasında (7.45) belirlenirken, en düşük pH sıvı solucan gübresi uygulamasında (7.20) tespit edilmiştir.



Şekil 4.36. Organik gübre uygulamalarının 2. yılda kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarının pH'sı üzerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Şeker ve Karakaplan (1999), Konya Ovası'nın 16 farklı yerinden 1992 yılı Temmuz ayında alınan yüzey toprak örneklerini (0-15 cm) araştırmışlar ve toprak pH'sının 7.55 ile 9.22 arasında değiştiğini raporlamışlardır. Bozyiğit ve Güngör (2011), Konya Ovası topraklarında tedbir almayı gerektiren tuzlu-alkali toprak oranının %10 civarında olduğunu ve ortalama pH değerinin 7.9 olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada en yüksek pH değeri Konya toprakları ile benzer seviyelere ulaşmıştır. Beklendiği üzere CaCO_3 uygulamaları ortam pH'sını artırmıştır. Yetiştirme ortamlarının pH'sı en çok çiftlik gübresi ile artmış olup, bu durumun çiftlik gübresinin yüksek pH'ya sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Çiftlik gübrelerinin yüksek pH'ya sahip olabilecekleri ve ortam pH'sı ile kireç içeriğini etkileyebilecekleri başka çalışmalarda da vurgulanmıştır. Örneğin, yüksek pH'ya sahip çiftlik gübresinin (8.43) kullanıldığı çalışmada; pH'sı 7.71 olan toprağa uygulanan çiftlik gübresinin (4 t da^{-1}) toprak pH'sını birinci vejetasyon sonunda 7.81'e, ikinci vejetasyon sonunda ise 7.78'e yükselttiği bildirilmiştir (Çerçioğlu ve ark., 2017). Söz konusu araştırmada, kullanılan organik gübrelerin yüksek pH'ya sahip olmaları sebebiyle toprağın kireç içeriğini de %143 oranında artırdığı ifade edilmiştir.

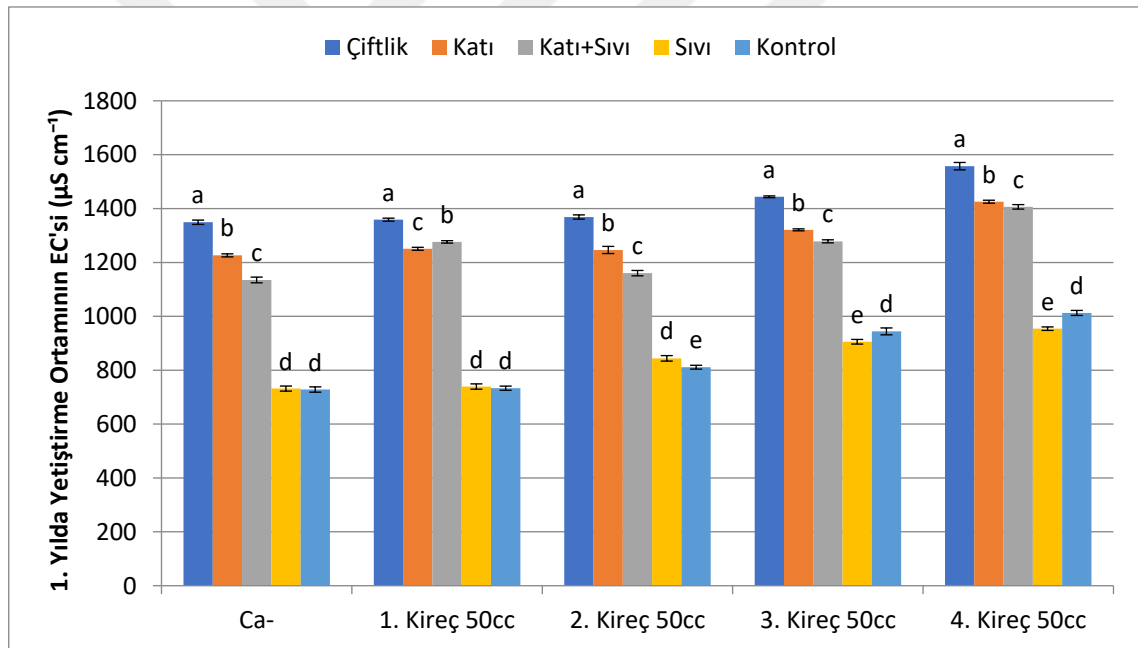
Özenç ve ark. (2006), farklı organik gübrelerin toprağa etkilerini araştırdıkları çalışmada, çiftlik gübresinin toprak pH'sını birinci ve ikinci yıllarda artırdığını belirtmişlerdir. Martínez ve ark. (2018) ise bağ toprağının pH'sının vermikompost uygulaması ile düştüğünü bildirmişlerdir. Abd Elrahman ve Bakr (2022), 'Superior Seedless' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına vermikompost uyguladıktan iki yıl sonra toprağın pH'sının 7.89'dan 7.58'e düştüğünü bildirmişlerdir. Aktaş ve Yüksel (2020), toprağa uyguladıkları beş farklı vermikompost dozunun, doksan günlük inkübasyon sonunda toprağın pH'sını doza paralel olarak azalttığını raporlamışlardır. Gutiérrez-Miceli ve ark. (2007) da koyun gübresinden elde edilen vermikompostun, toprak pH'sını düşürdüğünü raporlamışlardır. Organik gübrelerin ortam pH'sını düzenlediği yapılan bir çok çalışmada bildirilmiştir (Demir ve ark., 2010; Taban ve Turan, 2012).

4.1.19. Yetiştirme Ortamının EC'si ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

Yetiştirme ortamına birinci ve ikinci yılda birer hafta arayla 4'er defa uygulanan kalsiyum karbonat (CaCO_3) solüsyonunun yetiştirme ortamlarındaki etkilerinin

belirlenebilmesi için, Ca uygulamalarından 7 gün sonra yetiştirme ortamlarının EC'si ölçülmüştür. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarının EC'si üzerine etkileri Şekil 4.37 (birinci yıl) ve Şekil 4.38 (ikinci yıl)'de sunulmuştur.

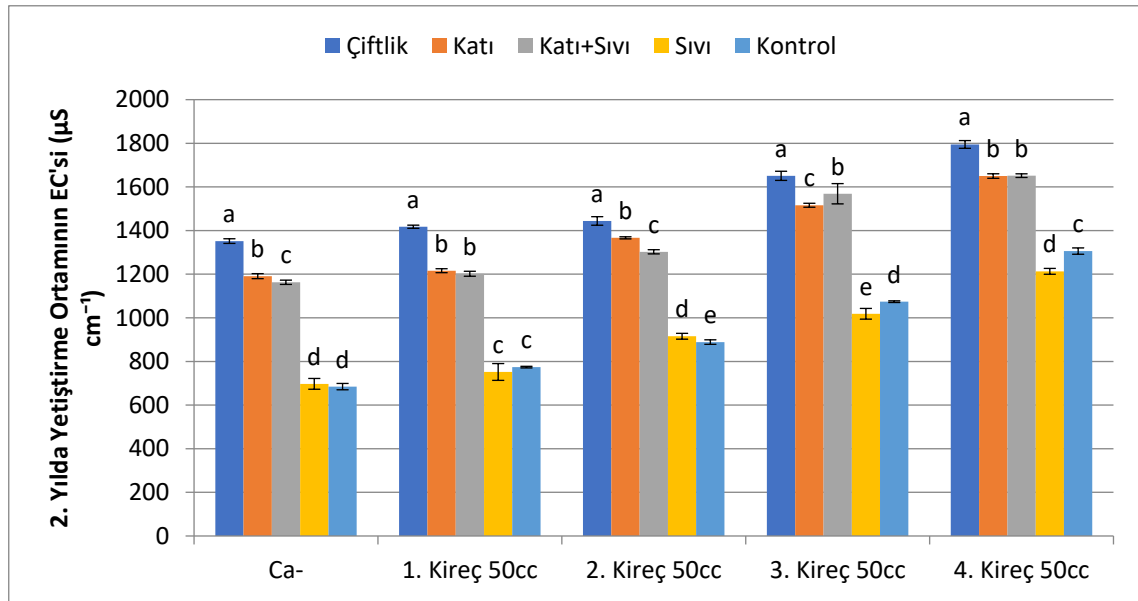
Denemenin birinci yılında, uygulamaların yetiştirme ortamlarının EC'sine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarına ilave edilen Ca uygulamaları beklendiği gibi ortam EC'sini etkilemiştir. Ca+ ortamlarda uygulamalar arasında en yüksek ortam EC'si dördüncü CaCO₃ uygulamasından sonraki ölçümde çiftlik gübresi (1557.40 $\mu\text{S cm}^{-1}$) uygulamasından elde edilirken, en düşük EC değeri birinci CaCO₃ uygulamasını takiben yapılan ölçümde kontrol (733.30 $\mu\text{S cm}^{-1}$) ortamında belirlenmiştir. Ca- ortamda ise en yüksek EC çiftlik gübresi (1349.27 $\mu\text{S cm}^{-1}$) uygulamasında kaydedilirken, en düşük EC değeri kontrol (728.30 $\mu\text{S cm}^{-1}$) ortamında bulunmuştur.



Şekil 4.37. Organik gübre uygulamalarının 1. yılda kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarının EC'si üzerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların yetiştirme ortamlarının EC'sine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yetiştirme ortamına ilave edilen CaCO₃ uygulamaları beklendiği üzere ortam EC'sini etkilemiştir. Ca+ ortamlarda uygulamalar arasında en yüksek ortam EC'si dördüncü CaCO₃ uygulamasından sonraki ölçümde çiftlik gübresi uygulamasında (1794.75 $\mu\text{S cm}^{-1}$) belirlenirken, en düşük EC değeri ilk yapılan CaCO₃ uygulamasından sonraki ölçümde sıvı solucan gübresi uygulamasında

(751.83 $\mu\text{S cm}^{-1}$) saptanmıştır. Ca- ortamlarda en yüksek EC değeri çiftlik gübresi uygulamasında (1351.67 $\mu\text{S cm}^{-1}$), en düşük değer ise kontrol (684.67 $\mu\text{S cm}^{-1}$) ortamında kaydedilmiştir.



Şekil 4.38. Organik gübre uygulamalarının 2. yılda kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarının EC'si üzerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Beklendiği üzere CaCO_3 uygulamaları ortam EC'sini artırmıştır. Ayrıca organik uygulamaların da yetiştirme ortamlarının EC'sini artırdığı tespit edilmiştir. Konya Ovası'nda yapılan bir çalışmada Çumra ve Karatay ilçelerinde bazı noktalardan alınan toprak örneklerinin EC değeri araştırılmış ve 0.113 ile 1839 mmhos cm^{-1} arasında değiştiği bildirilmiştir (Şeker ve Karakaplan, 1999). Elde edilen sonuçlara göre, yetiştirme ortamlarındaki en yüksek EC değeri Konya toprakları ile benzer seviyelere ulaşmıştır. Martínez ve ark. (2018), bağ toprağının EC'sinin vermikompost uygulaması ile azaldığını raporlamışlardır.

Aktaş ve Yüksel (2020), toprağa uyguladıkları beş farklı vermikompost dozunun, doksan günlük inkübasyon sonunda toprağın EC'sini doza paralel olarak artırdığını raporlamışlardır. Romaniuk ve ark. (2011) ise vermikompostun toprak kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada, vermikompostun toprak EC'sini artırdığını belirtmişlerdir. Abd Elrahman ve Bakr (2022), 'Superior Seedless' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına vermikompost uyguladıktan iki yıl sonra toprak EC'sinin 1.98 dS m^{-1} 'den 1.91 dS m^{-1} 'e düştüğünü bildirmişlerdir. Gayretli ve ark. (2023), sakı kültüründe kireçli bağ toprağında yaptıkları çalışmada, farklı dozlarda uygulanan çiftlik gübresinin bağ toprağına etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmada çiftlik

gübresinin dozlarına paralel olarak bağ toprağının EC'sinin arttığı ifade edilmiştir. Kılıç ve Sönmez (2019) de çiftlik gübresi, vermikompost, tavuk gübresi ve leonarditin toprak EC'sine etkilerini araştırmışlar ve organik gübrelerin artan dozlarına paralel olarak toprak EC'sini artırdığını belirlemişlerdir. Çerçioğlu ve ark. (2017) da çiftlik gübresinin toprak EC'sini artırdığını raporlamışlardır.

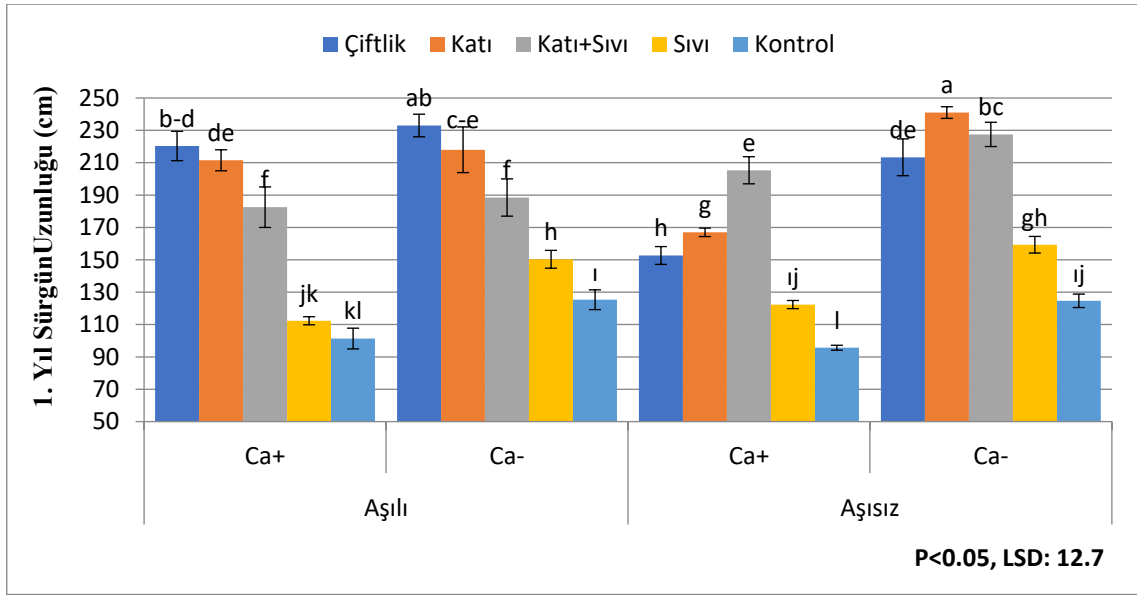
4.2. Asmaların Vejetatif Özelliklerine Ait Bulgular

1103 P anacına aşılı ve kendi kökü üzerinde yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarında kalsiyum stresi ve organik gübre uygulamalarının sürgün uzunluğu, odunsu sürgün uzunluğu, sürgün çapı, budama artığı ağırlığı, yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, yaprak alanı, stoma sayısı, stoma eni, stoma boyu ve stoma alanı üzerine etkileri bu kısımda verilmiştir.

4.2.1. Sürgün uzunluğu (cm)

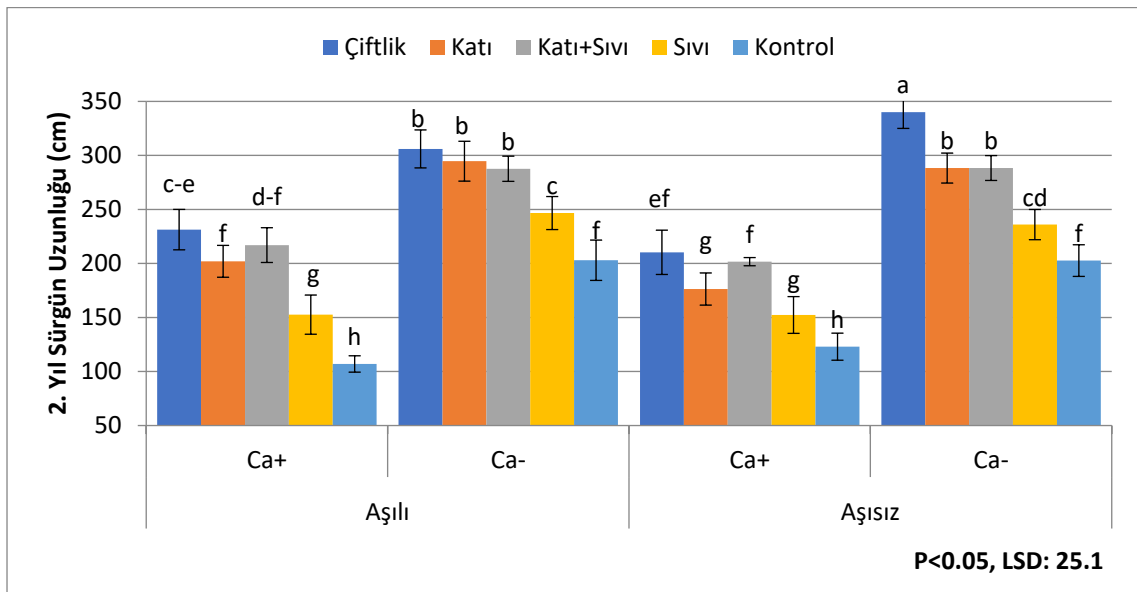
Aşılı ve aşısız asmalarda sürgün uzunluğunun kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına tepkileri Şekil 4.39 (birinci yıl) ve Şekil 4.40 (ikinci yıl)'da sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında uygulamaların sürgün uzunluğuna etkileri önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek sürgün uzunluğu Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi (241 cm) uygulamasında belirlenmiş olup, bunu aşılı asmalarda çiftlik gübresi (233 cm) uygulaması takip etmiştir. En düşük sürgün uzunluğu ise Ca⁺ ortamdaki aşısız (95.67 cm) ve aşılı (101.33 cm) asmalarda kontrol uygulamasında tespit edilmiştir.



Şekil 4.39. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl sürgün uzunluğuna etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların sürgün uzunluğuna etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek sürgün uzunluğu Ca- ortamındaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında (340 cm) belirlenirken, bunu Ca- ortamındaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulaması (306 cm) takip etmiştir. En düşük sürgün uzunluğu ise Ca+ ortamdaki aşılı (107 cm) ve aşısız (123 cm) asmalarda kontrol uygulamasında bulunmuştur.



Şekil 4.40. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl sürgün uzunluğuna etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Elde edilen bulgulara göre, kalsiyum stresinin sürgün uzunluğunu olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bu sonucun, Ca^{+} ortamlardaki besin elementlerinin çözünürlüğünün azalmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim yetiştirme ortamlarında analiz edilen tüm besin elementlerinin kireç kaynaklı stres ortamlarında suda çözünebilirliğinin azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte organik uygulamaların yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir besin elementi içeriklerini artırdığı tespit edilmiştir. CaCO_3 kaynaklı stresin ve organik uygulamaların yetiştirme ortamlarında besin elementlerinin yarayışlılığına etkileri, yetiştirme ortamlarına ait bulgular kısmında tartışılmıştır. Ayrıca aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında Ca ve S haricindeki besin elementlerinin Ca- ortamlarda Ca^{+} ortamlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Denemenin birinci yılında aşılı asmalarda en yüksek sürgün uzunluğu çiftlik gübresinden elde edilirken, aşısız asmalarda katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında kaydedilmiştir. Aşılı ve aşısız asmaların; kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına farklı tepkiler göstermesinin, anaç faktöründen kaynaklanabileceği düşünülmüştür. İkinci yılda ise en yüksek sürgün uzunluğu genel olarak çiftlik gübresi uygulamasından elde edilmiştir.

Açıkbaz (2016b), saksı kültüründe toprak+perlit karışımına farklı oranlarda vermikompost uygulamış ve vermikompostun (114.30 cm) sürgün uzunluğunu kontrole (32.28 cm) göre artırdığını bildirmiştir. Abd Elrahman ve Bakr (2022), ‘Superior Seedless’ üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uyguladıkları vermikompostun (179.5 cm) sürgün uzunluğunu kontrole (151.7 cm) göre artırdığını bildirmişlerdir. Saksı kültüründe kireçli toprakların ‘Yalova İncisi’ çeşidinin sürgün uzunluğuna etkisinin araştırıldığı çalışmada, FeSO_4 +çiftlik gübresi uygulamasının (18.33 cm) sürgün uzunluğunu kontrole (10.10 cm) göre artırdığı raporlanmıştır (Özdemir, 2005).

Saksı kültüründe toprak ve kum karışımı (1:1) ortamda farklı organik gübrelerin 41 B anacının vejetatif gelişmesine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, çiftlik gübresinin (105 cm) sürgün uzunluğunu kontrole (96.8 cm) göre artırdığı belirtilmiştir (Sabır ve ark., 2020). Gayretli ve ark. (2023) saksı kültüründe kireçli toprakta yaptıkları çalışmada, çiftlik gübresinin 3 adet asma genotipinde sürgün uzunluğunu artırdığını bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, en yüksek sürgün uzunluğunun %20 oranında uygulanan çiftlik gübresi uygulaması ile 1103 P (226.7 cm) anacında belirlendiği; en düşük değerlerin ise kontrol uygulamasında ‘Michelle Palieri’ çeşidinde (168.7 cm) kaydedildiği raporlanmıştır. Çetin ve Koç (2023); %0, %10 ve %25 kireç içeren perlit

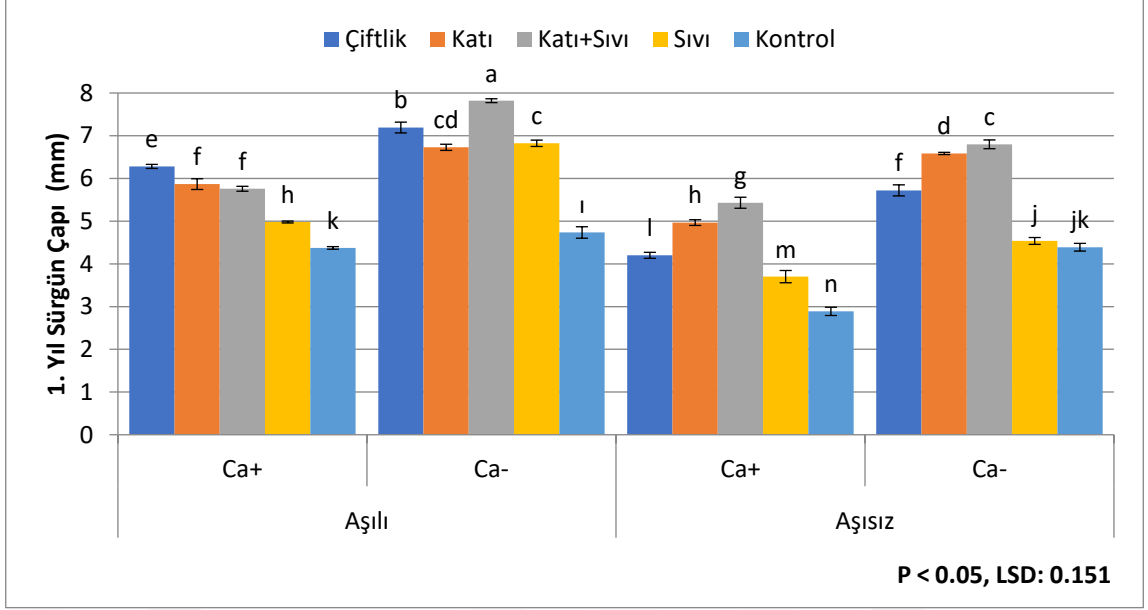
ortamlarında yaptıkları saksı denemesinde, kireç stresinin 1103 P anacına aşılı ‘Hasan Dede’ üzüm çeşidinin sürgün uzunluğunu azalttığını belirlemişlerdir. Daler ve Cangı (2021) saksı kültüründe farklı pH'lara sahip perlit ortamlarında 5 BB ve 41 B asma anaçlarının sürgün uzunluklarının ortam pH'sından etkilendiğini bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, artan pH ile 5 BB anacının sürgün uzunluğunun 25.33 cm'ye, 41 B anacının ise 33.72 cm'ye kadar düştüğü raporlanmıştır.

Shahsavandi ve Eshghi (2021), topraksız kültürde torf ve perlit (1:1) ortamında bikarbonat uygulamalarının ve farklı Fe formlarının dört asma genotipinin vejetatif gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, asmalarda sürgün uzunluğunu azalttığı belirtilmiştir. Sabır ve ark. (2010), topraksız kültürde bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve Fe uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojik ve vejetatif özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamının asmalarda sürgün uzunluğunu azalttığı belirtilirken Fe uygulamalarının sürgün uzunluğunu arttırdığı raporlanmıştır. Lampreave ve ark. (2022), saksı kültüründe kireçli toprakların asmalarda sürgün uzunluklarını olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, kireçli toprakta yetiştirilen asmalarda sürgün uzunluğunu 68.4 cm, kireçsiz toprakta ise 99.2 cm olarak raporlamışlardır.

4.2.2. Sürgün çapı (mm)

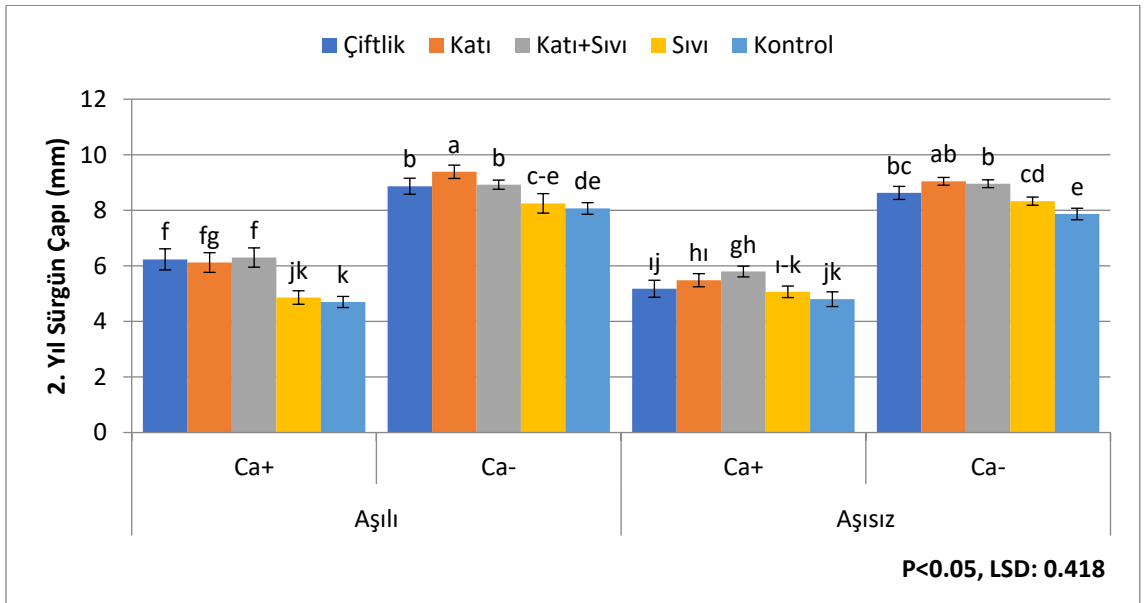
Aşılı ve aşısız asmalarda sürgün çapının kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına tepkileri Şekil 4.41 (birinci yıl) ve Şekil 4.42 (ikinci yıl)'de gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında uygulamaların sürgün çapı üzerine etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. En yüksek sürgün çapı sırasıyla Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi (7.82 mm) ve çiftlik gübresi (7.19 mm) uygulamalarında bulunmuştur. En düşük sürgün çapı ise Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda sırasıyla kontrol (2.89) ve sıvı solucan gübresi (3.70) uygulamalarında belirlenmiştir.



Şekil 4.41. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl sürgün çapına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların sürgün çapı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek sürgün çapı değerleri Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında (9.39 mm) kaydedilirken, bunu Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulaması (9.04 mm) takip etmiştir. En düşük sürgün çapı değerleri ise Ca+ ortamdaki kontrol uygulamalarında, sırasıyla aşılı (4.70 mm) ve aşısız asmalarından (4.80 mm) elde edilmiştir.



Şekil 4.42 Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl sürgün çapına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, Ca^{+} ortamların sürgün çapını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Ca^{+} ortamların sürgün çapı üzerindeki olumsuz etkisi ikinci yılda biriken stres nedeniyle daha belirgin ortaya çıkmıştır. Bu sonucun, Ca^{+} ortamlardaki besin elementlerinin çözünürlüğünün azalmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Nitekim yetiştirme ortamlarında analiz edilen tüm besin elementlerinin kireç kaynaklı stres ortamlarında suda çözünebilirliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte organik uygulamaların yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir besin elementi içeriklerini artırdığı belirlenmiştir. CaCO_3 kaynaklı stresin ve organik uygulamaların yetiştirme ortamlarında besin elementlerinin yarayışlılığına etkileri, yetiştirme ortamlarına ait bulgular kısmında tartışılmıştır. Organik uygulamaların sürgün çapını artırmasının, yetiştirme ortamının içeriğine olan katkısından kaynaklanabileceği kanaati oluşmuştur.

Birinci yılda aşılı ve aşısız asmalarda en yüksek sürgün çapı Ca^{-} ortamda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasından elde edilmiştir. Ca^{+} ortamda ise aşılı asmalarda en yüksek sürgün çapı çiftlik gübresi uygulamasında, aşısız asmalarda ise katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında belirlenmiştir. Aşılı ve aşısız asmaların; kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına farklı tepkiler göstermesinin, anaç faktöründen kaynaklanabileceği düşünülmüştür. İkinci yılda ise en yüksek sürgün çapı genel olarak katı solucan gübresi, katı+sıvı solucan gübresi ve çiftlik gübresi uygulamalarından elde edilmiştir.

Topraksız kültür ortamında ‘Alphonse Lavallée’ üzüm çeşidinde yapılan bir çalışmada yapraktan organik ve inorganik gübreler uygulanmış ve sıvı solucan gübresinin (7.9 mm) kontrole (7.5 mm) göre sürgün çapını artırdığı bildirilmiştir (Sabır ve ark., 2021). Özturan (2018), topraksız katı kültür ortamında 41 B anacına aşılı ‘Alphonse Lavallée’ sofralık üzüm çeşidinde yaptığı çalışmada, yapraktan uygulanan sıvı solucan gübresinin (7.1 mm) sürgün çapını kontrole (6.4 mm) göre önemli düzeyde artırdığını belirtmiştir.

Gayretli ve ark. (2023); saksı kültüründe kireçli toprakta yaptıkları çalışmada, çiftlik gübresinin 3 adet asma genotipinde sürgün çapını artırdığını bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, en yüksek sürgün çapının %20 oranında uygulanan çiftlik gübresi uygulaması ile ‘Michelle Palieri’ (4.33 mm) çeşidinde belirlendiği; en düşük değerlerin ise kontrol uygulamasında 41 B anacında (61.9 cm^2) bulunmuştur. Karaca ve Sabır (2018), topraksız katı kültür ortamında (torf:perlit, 1:1) yaptıkları çalışmada, kalsiyum stresi ve bakteri uygulamalarına asma anaçlarının tepkilerini ölçmeyi amaçlamışlardır.

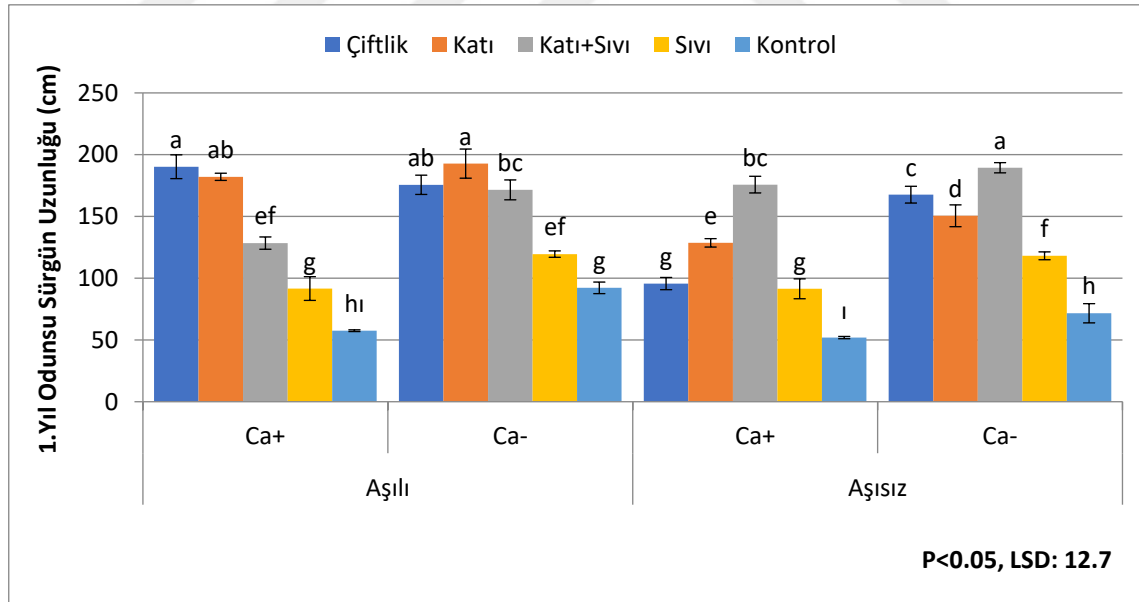
Araştırmacılar yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın 41 B, 140 Ru ve 99 R anaçlarının sürgün çapını azalttığını bildirmişlerdir.

Elde edilen sonuçlara göre, CaCO_3 kaynaklı stres ortamında sürgün çapı değerlerinin 1103 P anacına aşılı asmalarda daha yüksek bulunduğu ve bu sonucun anaçtan kaynaklanabileceği kanaati oluşmuştur.

4.2.3. Odunsu sürgün uzunluğu (cm)

Aşılı ve aşısız asmalarda odunsu sürgün uzunluğunun kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına tepkileri Şekil 4.43 (birinci yıl) ve Şekil 4.44 (ikinci yıl)'te sunulmuştur.

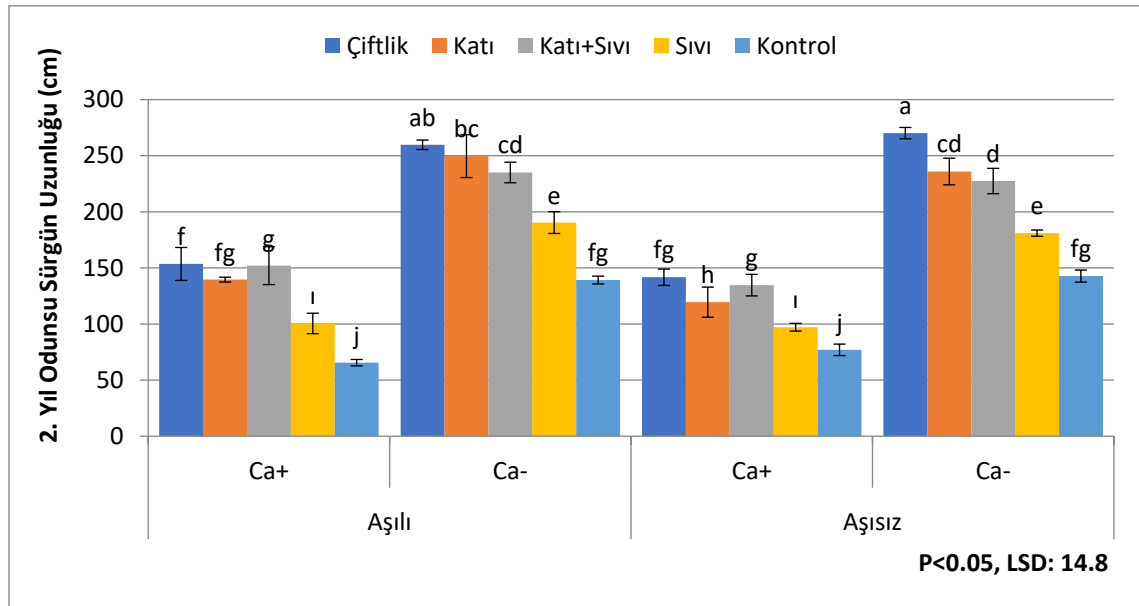
Denemenin birinci yılında uygulamaların odunsu sürgün uzunluğuna etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek odunsu sürgün uzunluğu Ca^- ortamda aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (192.78 cm) belirlenmiş olup, bunu çiftlik gübresi uygulaması (190.25 cm) izlemiştir. En düşük değerler ise Ca^+ ortamda aşısız ve aşılı asmalarda kontrol uygulamasından (sırasıyla 51.92 ve 57.50 cm) elde edilmiştir.



Şekil 4.43. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl odunsu sürgün uzunluğuna etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında, uygulamaların odunsu sürgün uzunluğu üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek odunsu sürgün uzunluğu Ca^- ortamdaki çiftlik gübresi uygulamasında sırasıyla aşısız (270.15

cm) ve aşılı (259.77 cm) asmalardan elde edilmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamındaki kontrol uygulamasında aşılı asmalarda (%65.53) kaydedilmiş ve bunu aynı ortamdaki aşısız asmalar (%76.99) takip etmiştir.



Şekil 4.44. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl odunsu sürgün uzunluğuna etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin birinci yılında aşılı asmaların odunsu sürgün uzunluğu CaCO_3 kaynaklı stres ortamından çok fazla etkilenmezken aşısız asmaların daha belirgin şekilde etkilendiği tespit edilmiştir. Aşılı ve aşısız asmaların odunsu sürgün uzunluğundaki bu farklılığın anaçtan kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise stres ortamının etkisinin hem aşılı hem de aşısız asmalarda daha belirgin olduğu tespit edilmiş ve bu sonucun asmalarda birikmiş stresin etkisiyle meydana geldiği kanaati oluşmuştur. Yetiştirme ortamlarında analiz edilen tüm besin elementlerinin CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında suda çözünürlüğünün azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca organik gübrelerin hem Ca+ hem de Ca- ortamlarda odunsu sürgün uzunluğunu artırdığı belirlenmiştir. Yetiştirme ortamlarının analizlerinde, organik uygulamaların yetiştirme ortamlarının suda çözünür besin elementi içeriklerini artırdığı saptanmıştır. CaCO_3 kaynaklı stresin ve organik uygulamaların yetiştirme ortamlarında besin elementlerinin yararlanılabilirliğine etkileri, yetiştirme ortamlarına ait bulgular kısmında tartışılmıştır.

Gayretli ve ark. (2023) saksı kültüründe kireçli toprakta yaptıkları çalışmada, çiftlik gübresinin 3 adet asma genotipinde odunsu sürgün uzunluğunu artırdığını bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, en yüksek odunsu sürgün uzunluğunun %20

oranında uygulanan çiftlik gübresi uygulamasında 1103 P (175.0 cm) anacında belirlendiği; en düşük değerlerin ise kontrol uygulamasında ‘Michelle Palieri’ çeşidinde (116.7 cm) kaydedildiği raporlanmıştır. Mostafa ve ark. (2008), iki yetiştirme dönemi boyunca, yüksek pH’ya sahip toprakta (pH:8.12), asmaların vejetatif özellikleri üzerine organik gübrelerin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, her iki yılda da sürgün odunlaşma oranının çiftlik gübresinde (sırasıyla, %85.07 ve %83.63) kontrole göre (sırasıyla, %78.00 ve %76.03) daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

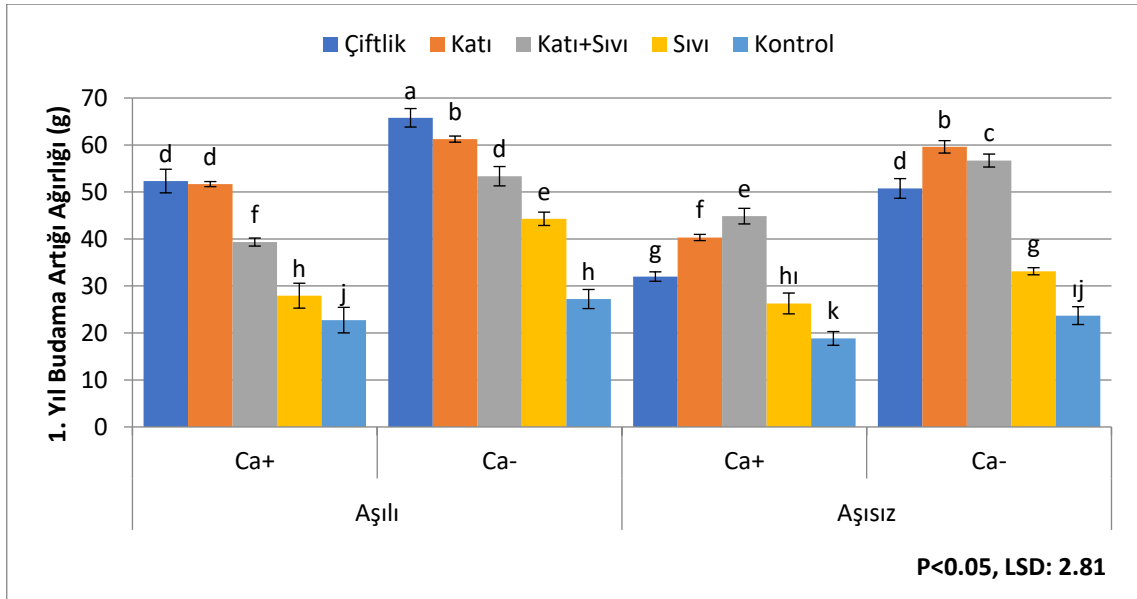
Topraksız kültür ortamında (torf:perlit, 1:1) gerçekleştirilen bir çalışmada, asmalara yapraktan uygulanan sıvı solucan gübresinin (%80.4) sürgün odunlaşma oranını kontrole (%81.9) göre azalttığı belirtilmiştir (Özturan, 2018). Yapılan çalışmalardan da anlaşılabacağı üzere, yetiştirme ortamında artan pH ve kireç odunsu sürgün uzunluğunu azaltmıştır. Ortama ilave edilen organik gübreler ise odunsu sürgün uzunluğunu artırmıştır.

Gayretli ve ark. (2023), odunsu sürgün uzunluğunun sonbahar erken donları ve kış soğuklarına karşı asmaların toleransını artıran önemli bir gösterge olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, vejetasyon süresinin kısa olduğu karasal iklim bölgelerinde sürgün uzunluğundan ziyade odunlaşmış sürgün uzunluğunun öneminin daha büyük olduğunu vurgulamışlardır. Bu nedenle bu çalışma kireçli topraklara sahip karasal iklim bölgeleri açısından büyük önem taşımaktadır.

4.2.4. Budama artığı ağırlığı (g)

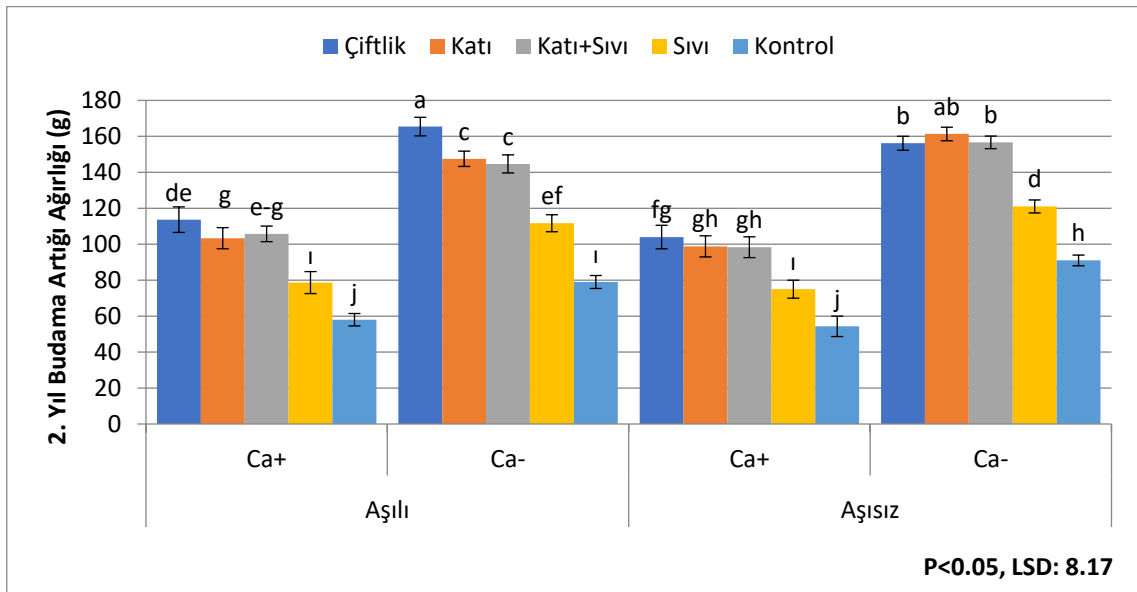
Aşılı ve aşısız asmalarda budama artığı ağırlığının kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına tepkileri Şekil 4.45 (birinci yıl) ve Şekil 4.46 (ikinci yıl)’da sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında uygulamaların budama artığı ağırlığına etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek budama ağırlığı Ca- ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi (65.8 g) uygulamasında kaydedilmiş olup, bunu katı solucan gübresi uygulaması (61.26 g) izlemiştir. En düşük budama ağırlığı ise Ca⁺ ortamda kontrol uygulamasında aşısız ve aşılı (sırasıyla 18.84 g ve 22.73 g) tespit edilmiştir.



Şekil 4.45. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl budama artığı ağırlığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların budama ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek budama ağırlığı aşılı asmalarda Ca- ortamda çiftlik gübresi uygulamasında (165.43 g) kaydedilirken, bunu aşısız asmalarda Ca- ortamda katı solucan gübresi uygulaması (161.33 g) takip etmiştir. En düşük değerler ise aşısız asmalarda Ca+ ortamda kontrol uygulamasında (54.33 g) belirlenmiş olup, bunu aşılı asmalarda Ca+ ortamdaki kontrol uygulaması (58 g) izlemiştir.



Şekil 4.46. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl budama artığı ağırlığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, kireç kaynaklı stres ortamı budama artışı ağırlığını azaltmıştır. Bu sonucun, Ca^+ ortamlardaki besin elementlerinin çözünürlüğünün azalmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Nitekim yetiştirme ortamlarında analiz edilen tüm besin elementlerinin kireç kaynaklı stres ortamlarında suda çözünürlüğünün azaldığı tespit edilmiştir.

Denemenin her iki yılında da organik gübre uygulamaları budama artışı ağırlığını artırmıştır. Bu artış, organik gübrelerin yetiştirme ortamlarının besin içeriğine katkıları ile ilişkilendirilmiştir. Nitekim, organik uygulamaların yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir besin elementi içeriklerini artırdığı belirlenmiştir. CaCO_3 kaynaklı stresin ve organik uygulamaların yetiştirme ortamlarında besin elementlerinin yararlılığına etkileri, yetiştirme ortamlarına ait bulgular kısmında tartışılmıştır. Aşılı asmalarda her iki yılda da en yüksek değerler çiftlik gübresi uygulamasından elde edilirken, aşısız asmalarda özellikle birinci yılda katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamaları öne çıkmıştır. Bu nedenle organik uygulamalar aşılı ve aşısız asmalarda farklı etkilere neden olmuştur. Ayrıca kireç stresinin de aşılı ve aşısız asmaları farklı oranlarda etkilediği dikkati çekmiştir. Bu farklılıkların anaç farkından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

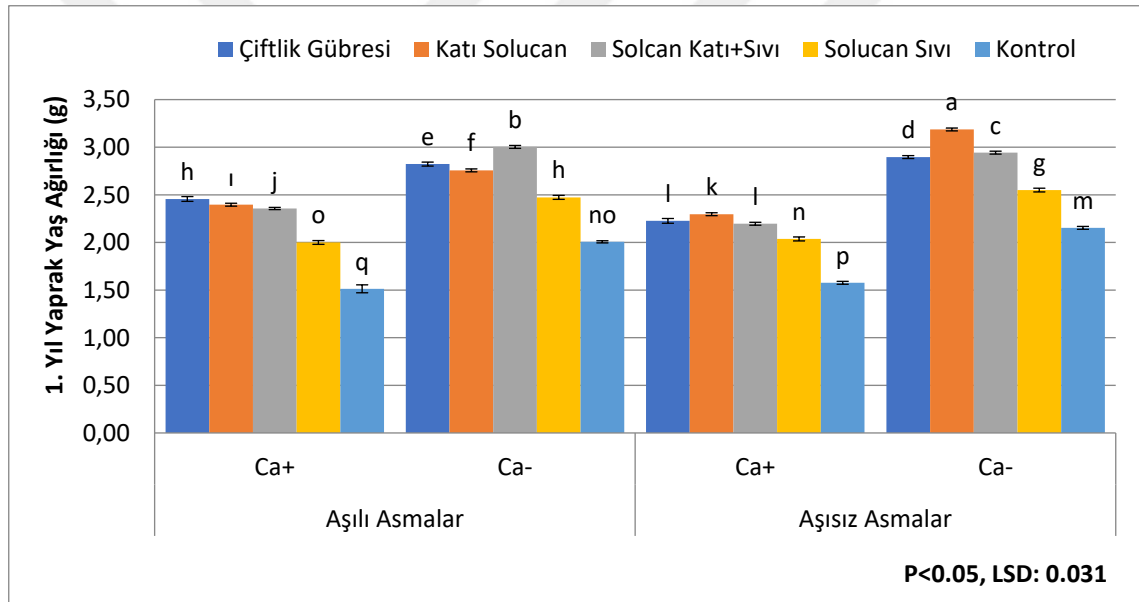
Mostafa ve ark. (2008), toprak pH'sı yüksek olan bağda (pH: 8.12) yaptıkları çalışmada, iki yetiştirme dönemi boyunca 15 yaşındaki asmaların vejetatif özellikleri üzerine organik gübrelerin etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmacılar, her iki yılda da budama artışı ağırlığının çiftlik gübresinde (sırasıyla 1007 g asma^{-1} ve 1053 g asma^{-1}) kontrole göre (sırasıyla 900 g asma^{-1} ve 935 g asma^{-1}) daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki budama ağırlığı değerlerinin diğer çalışmalara kıyasla yüksek veya düşük olmasının, asmaların yaşı, yetiştirme ortamının türü veya kalitesi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Budama ağırlığı asmalarda vejetatif gelişme ve şarj kavramı ile ilgili önemli göstergelerdendir. Asmaların yetiştirme sezonu boyunca elde ettiği depo maddelerini bir sonraki sezonda kullanması, kışlık gözlerin dinlenme periyodu boyunca gelişimi ve kış soğuklarından korunması açısından önem taşımaktadır. Karasal iklim bağıcılığında yağış miktarı az olduğu için topraklardaki kireç yıkanamamakta ve yüksek kireç sebebiyle birçok besin elementinin bitkiler tarafından alınması kısıtlanmaktadır. Bu da asmaların stres faktörlerine dayanımını olumsuz etkilemektedir. Bu bakımdan kullanılan organik gübrelerin etkilerinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

4.2.5. Yaprak yaş ağırlığı (g)

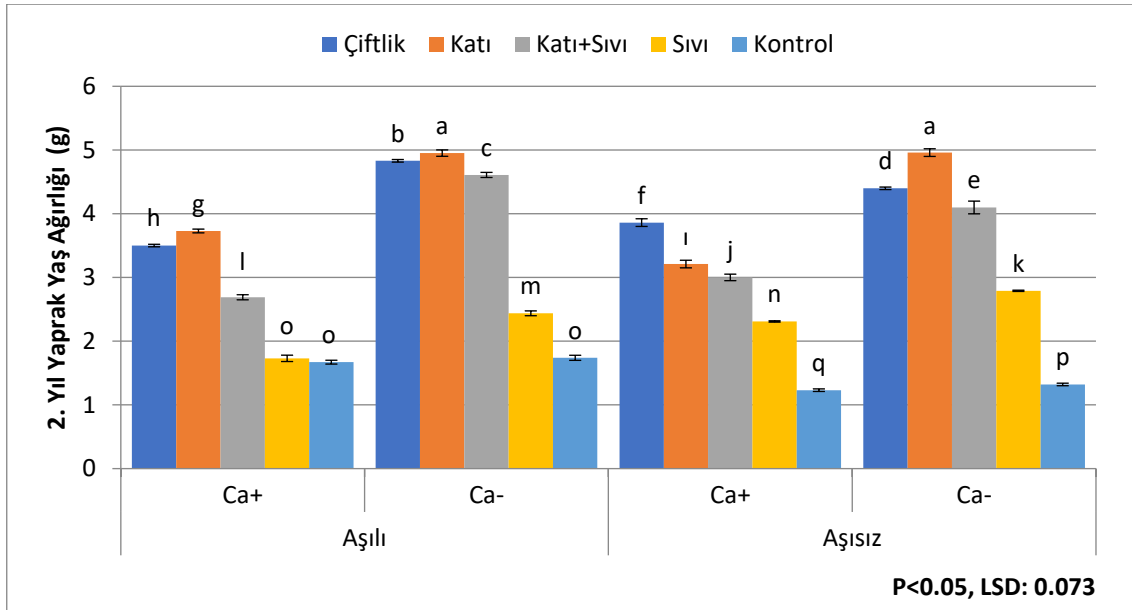
Aşılı ve aşısız asmalarda yaprak yaş ağırlığının kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına tepkileri Şekil 4.47 (birinci yıl) ve Şekil 4.48 (ikinci yıl)'de gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında uygulamaların yaprak yaş ağırlığına etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak yaş ağırlığı Ca- ortamda aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında ve aşılı asmalarında katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında bulunmuştur (sırasıyla, 3.19 ve 3.00 g). En düşük yaprak yaş ağırlığı ise Ca+ ortamda aşılı (1.51 g) ve aşısız (1.58 g) asmalarda kontrol uygulamasında saptanmıştır.



Şekil 4.47. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak yaş ağırlığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların yaprak yaş ağırlığına (g) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak yaş ağırlığı Ca- ortamda katı solucan gübresi uygulamasında sırasıyla aşısız (4.96 g) ve aşılı asmalarında (4.95 g) belirlenmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında (1.23 g) kaydedilirken, bunu Ca- ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulaması (1.32 g) takip etmiştir.



Şekil 4.48. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak yaş ağırlığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Elde edilen sonuçlara göre, denemenin her iki yılında da kireç kaynaklı stres ortamlarının yaprak yaş ağırlığını azalttığı; organik gübre uygulamalarının ise yaprak yaş ağırlığını artırdığı tespit edilmiştir. Yaprak yaş ağırlıkları, denemenin ikinci yılında birinci yıla göre CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarından daha fazla etkilenmiştir. Bu durumun Ca^+ ortamlardaki besin elementlerinin çözünürlüğünün azalmasından ve biriken stresten kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Nitekim yetiştirme ortamlarında analiz edilen tüm besin elementlerinin kireç kaynaklı stres ortamlarında suda çözünürlüğünün azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, organik gübre uygulamalarının yaprak yaş ağırlığını artırması da organik gübrelerin yetiştirme ortamlarına sağladığı katkılar ile ilişkilendirilmiştir. Nitekim, organik gübre uygulamalarının yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir besin elementi içeriklerini artırdığı da bu çalışmada belirlenmiştir. CaCO_3 kaynaklı stresin ve organik uygulamaların yetiştirme ortamlarında besin elementlerinin yararışılılığına etkileri, yetiştirme ortamlarına ait bulgular kısmında tartışılmıştır.

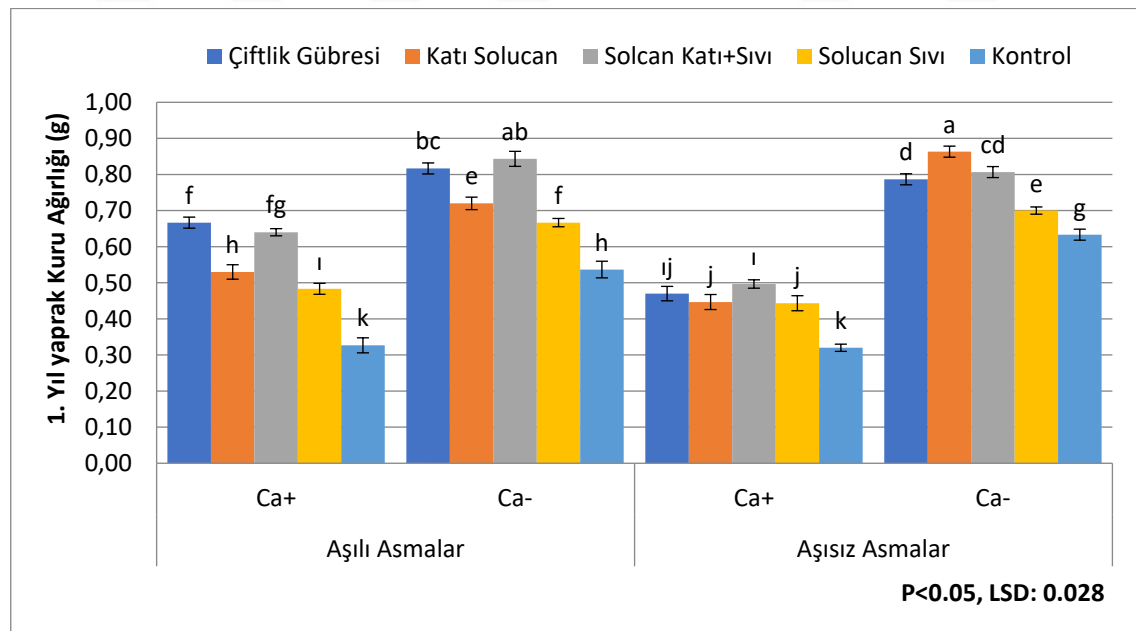
Karaca ve Sabır (2018) katı kültür ortamında 140 Ru, 41 B ve 99 R anaçlarında bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve bakteri uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, bikarbonatın yaprak yaş ağırlığını etkilediği; en düşük yaprak yaş ağırlığının 99 R anacında 1.17 g; en yüksek yaş ağırlığının ise 41 B anacında 1.97 g olarak belirlendiği bildirilmiştir. Topraksız kültür ortamında (torf+perlit) yetiştirilen asmalarda yapılan bir çalışmada, yapraktan uygulanan sıvı solucan gübresinin (5.35 g),

yaprak yaş ağırlığını kontrole (4.18g) göre artırdığı bildirilmiştir (Özturan, 2018). Shamsavandi ve Eshghi (2021), topraksız kültürde, torf ve perlit (1:1) ortamına ilave edilen bikarbonat ve farklı Fe formlarının dört asma genotipinin gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, asmalarda yaprak yaş ağırlığını azalttığı belirtilmiştir.

4.2.6. Yaprak kuru ağırlığı (g)

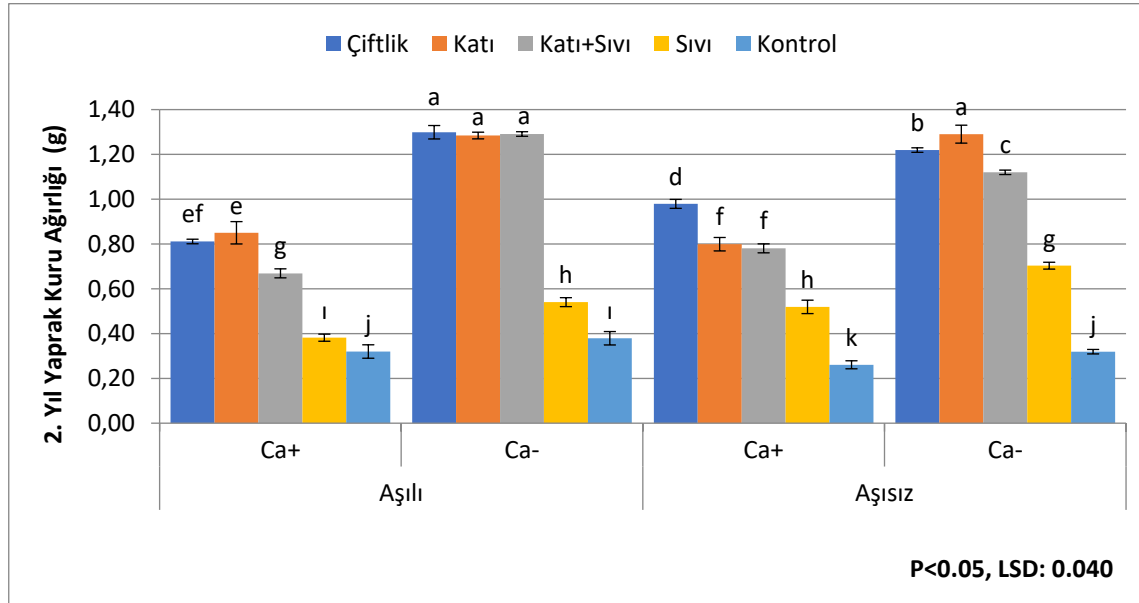
Aşılı ve aşısız asmalarda yaprak kuru ağırlığının kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına tepkileri Şekil 4.49 (birinci yıl) ve Şekil 4.50 (ikinci yıl)'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında uygulamaların yaprak kuru ağırlığına etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek yaprak kuru ağırlığı Ca- ortamda aşısız asmalarda sırasıyla katı solucan gübresi uygulamasında (0.86 g) ve aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (0.84 g) saptanmıştır. En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki kontrol uygulamasında aşısız ve aşılı asmalarda kaydedilmiştir (0.32 ve 0.33 g).



Şekil 4.49. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak kuru ağırlığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların yaprak kuru ağırlığı (g) üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değer Ca- ortamında aşılı fidanlarında sırasıyla çiftlik gübresi uygulaması (1.30 g) ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (1.29 g) saptanmıştır. En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki kontrol uygulaması aşısız fidanlarında (0.26 g) kaydedilmiş olup, bunu 0.32 g ile Ca+ ortamda kontrol uygulamasının aşılı fidanları ve Ca- ortamdaki kontrol uygulamasının aşısız asmaları izlemiştir.



Şekil 4.50. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak kuru ağırlığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin her iki yılında da organik gübrelerin aşılı ve aşısız asmalarda yaprak kuru ağırlığını artırdığı; CaCO₃'ün ise yaprak kuru ağırlığını azalttığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, Ca+ ortamlarda besin elementlerinin çözünürlüğünün azalmasının asmalarda kuru madde birikimini azaltmış olabileceği kanaati oluşmuştur. Nitekim yetiştirme ortamlarında analiz edilen tüm besin elementlerinin kireç kaynaklı stres ortamlarında suda çözünabilirliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Organik gübrelerin kuru madde birikimini artırması ise bu gübrelerin yetiştirme ortamlarına katkıları ile ilişkilendirilmiştir. Nitekim, organik uygulamaların yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir besin elementi içeriklerini artırdığı belirlenmiştir. CaCO₃ kaynaklı stresin ve organik uygulamaların yetiştirme ortamlarında besin elementlerinin yarayışlılığına etkileri, yetiştirme ortamlarına ait bulgular kısmında tartışılmıştır.

Özturan (2018), torf ve perlit karışımından (1:1) oluşturulan topraksız kültür ortamında, 41 B anacına aşılı 'Alphonse Lavellée' çeşidinde yapraktan uygulanan sıvı

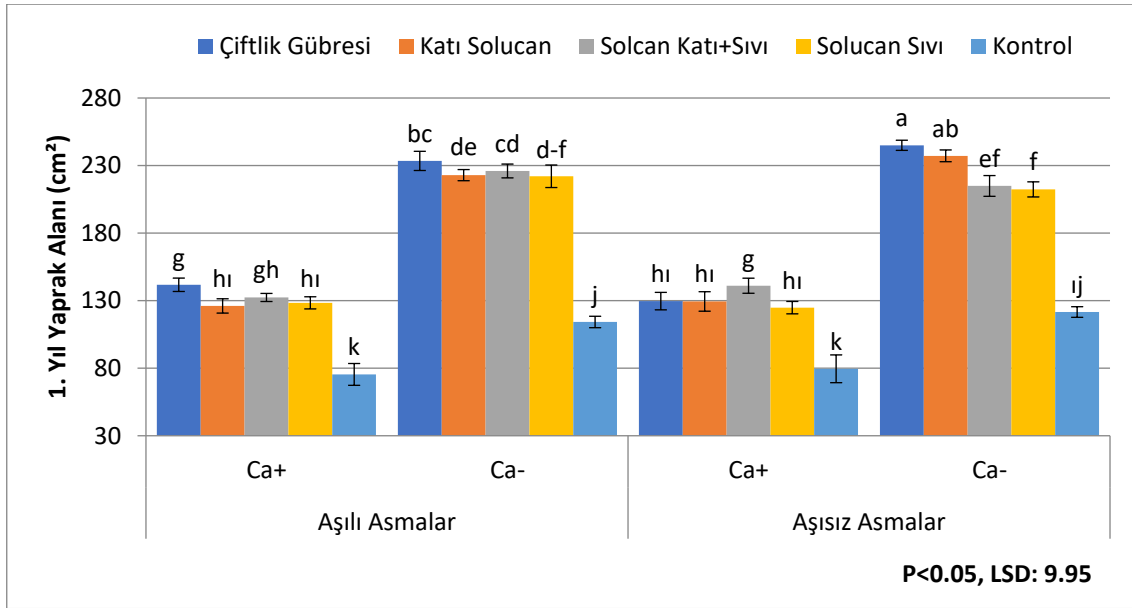
solucan gübresinin yaprak kuru ağırlığını kontrole göre yaklaşık %15 oranında artırdığını bildirmiştir (kontrol: 1.47 g, sıvı solucan gübresi: 1.67 g). Shahsavandi ve Eshghi (2021), topraksız kültürde torf ve perlit karışımı (1:1) yetiştirme ortamında bikarbonat uygulamalarının ve farklı Fe formlarının dört asma genotipinin vejetatif gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, asmalarda yaprak kuru ağırlığını azalttığı belirtilmiştir. Covarrubias ve Rombolà (2013), topraksız kültürde 140 Ru asma anacının bikarbonat kaynaklı strese ve Fe uygulamalarına tepkilerini araştırmışlar ve bikarbonat kaynaklı stresin yaprak kuru ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar yaprak kuru ağırlığını bikarbonat kaynaklı stres ortamında 1 g, kontrol ortamında ise 1.1 g olarak belirlemişlerdir. Topraksız kültürde gerçekleştirilen bir başka çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve bakteri uygulamalarının asma anaçlarının gelişimlerine etkileri araştırılmıştır. 41 B, 99 R ve 140 Ru asma anaçlarının kullanıldığı denemede, bikarbonat kaynaklı stres ortamının yaprak kuru ağırlığını azalttığı; en düşük kuru ağırlığın 0.28 g ile 99 R anacında, en yüksek kuru ağırlığın ise 0.49 g ile 41 B anacında belirlendiği raporlanmıştır (Karaca ve Sabır, 2018).

Kireçli (pH:8.1) ve kirecsiz (pH:6.7) toprakla kurulan saksı denemesinde, 3309 C asma anacına aşılı 'Pinot Blanc' çeşidinin yaprak kuru ağırlığının kireçli toprakta (0.26 g) kirecsiz topraktakilere (0.57 g) göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (Bavaresco ve ark., 2003).

4.2.7. Yaprak alanı (cm²)

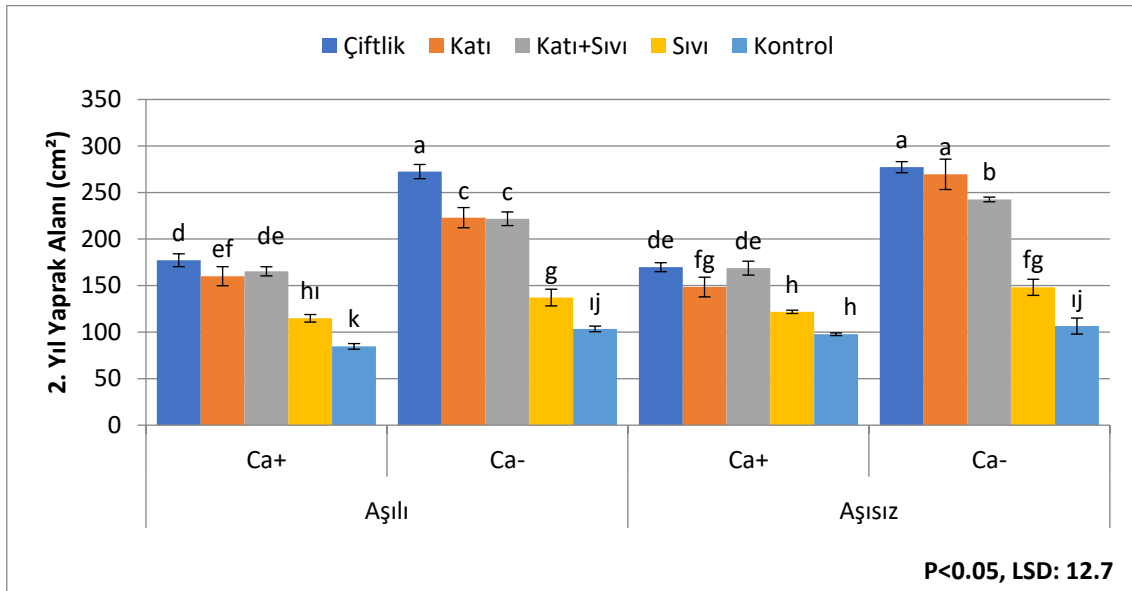
Aşılı ve aşısız asmalarda yaprak alanının kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına tepkileri Şekil 4.51 (birinci yıl) ve Şekil 4.52 (ikinci yıl)'de gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında uygulamaların yaprak alanına etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak alanı Ca- ortamdaki aşısız asmalarda sırasıyla çiftlik gübresi (244.99 cm²) ve katı solucan gübresi (237.18 cm²) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük yaprak alanı ise Ca⁺ ortamda kontrol uygulamasında aşılı (75.40 cm²) ve aşısız (79.55 cm²) asmalarda tespit edilmiştir.



Şekil 4.51. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak alanına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların yaprak alanı (cm²) üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak alanı Ca- ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında (277.21 cm²) elde edilmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında (84.65 cm²) belirlenmiştir.



Şekil 4.52. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak alanına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin iki yılında da CaCO_3 kaynaklı stres ortamının asmalarda yaprak alanını azalttığı tespit edilmiştir. Bu etkinin, yetiştirme ortamına ilave edilen kireçten kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Organik gübre uygulamaları ise tüm ortamlarda yaprak alanını artırmıştır. Her iki yılda da aşılı ve aşısız asmalarda genel olarak çiftlik gübresinin yaprak alanı üzerinde daha etkili olduğu dikkati çekmiştir. Organik gübrelerin yaprak alanı üzerindeki olumlu etkisi, yetiştirme ortamına sağladığı besin elementleri ile ilişkilendirilmiştir.

Bu çalışmada, yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir besin içeriklerinin CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında azaldığı ve organik gübre uygulamalarının yetiştirme ortamının suda çözünabilir besin elementi içeriklerini artırdığı belirlenmiştir. CaCO_3 kaynaklı stresin ve organik gübre uygulamalarının yetiştirme ortamlarında besin elementlerinin yayayışlılığına etkileri, yetiştirme ortamlarına ait bulgular kısmında tartışılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda, asmalarda Fe eksikliğinin yaprak alanını azalttığı bildirilmiştir (Sabır ve ark., 2010; Covarrubias ve Rombolà, 2013). Nitekim bu çalışmada kireç kaynaklı stres ortamında suda çözünabilir Fe miktarının azaldığı ve bu durumun yaprak alanını azalmasına sebep olabileceği kanaati oluşmuştur.

Topraksız katı kültür ortamında (torf ve perlit, 1:1) yapılan benzer bir çalışmada, yapraktan uygulanan sıvı solucan gübresinin yaprak alanını kontrole göre artırdığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada, yaprak alanının sıvı solucan gübresi uygulamasında (255.7 cm^2) kontrolden (219.6 cm^2) daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Özturan, 2018). Yaman (2019), saksı kültüründe toprak+çiftlik gübresi karışımının, 5 BB asma anacında yaprak alanını toprak ve perlit ortamlarına göre artırdığını raporlamıştır. Araştırmaya göre, toprak+çiftlik gübresi uygulamasında yaprak alanı 38.5 cm^2 iken, toprak ortamında 23.4 cm^2 ve perlit ortamında 24.7 cm^2 olarak belirlenmiştir. Popescu ve Popescu (2018) yaptıkları çalışmada, vermikomposttan elde edilen hümitik asidi 5 BB anacına aşılı ‘Feteasca Regala’ ve ‘Riesling’ üzüm çeşitlerine yapraktan uygulamışlar ve kontrole göre artış sağladığını bildirmişlerdir.

Gayretli ve ark. (2023) saksı kültüründe kireçli toprakta yaptıkları çalışmada, çiftlik gübresinin 3 adet asma genotipinde yaprak alanını artırdığını bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, en yüksek yaprak alanının %20 oranında uygulanan çiftlik gübresi uygulamasında 1103 P (96.2 cm^2) anacında belirlendiği; en düşük değerlerin ise kontrol uygulamasında ‘Michelle Palieri’ çeşidinde (61.9 cm^2) kaydedildiği raporlanmıştır. Abd Elrahman ve Bakr (2022), ‘Superior Seedless’ üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uyguladıkları vermikompostun (181.6 cm^2) yaprak alanını kontrole (161.3

cm²) göre artırdığını bildirmişlerdir. Ekbiç ve ark. (2022) tarafından saksı kültüründe yapılan bir çalışmada, toprağa uygulanan fındık zurufu kompostu+çiftlik gübresinin yaprak alanını artırdığı ifade edilmiştir.

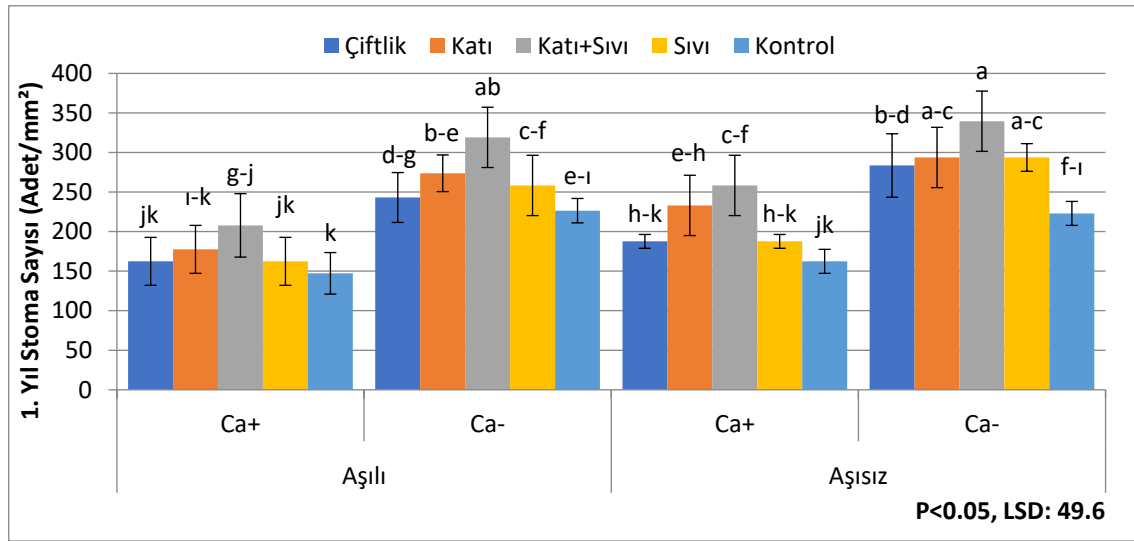
Shahsavandi ve Eshghi (2021), topraksız kültürde torf ve perlit (1:1) ortamında bikarbonat uygulamalarının ve farklı Fe formlarının dört asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, asmalarda yaprak alanını azalttığı belirlenmiştir. Söz konusu araştırmaya göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki asmaların yaprak alanı 24-97 cm² arasında değişirken, kontrol ortamındaki asmalarda 63.3-125.3 cm² arasında bulunmuştur. Cambrollé ve ark. (2014), topraksız kültürde perlit ortamında yabani asma genotipinin kireç stresi ortamına tepkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar yetiştirme ortamına CaCO₃ ilave ederek %20, %40 ve %60 oranında kireç içeren ortamlar oluşturmuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre, yetiştirme ortamlarındaki kireç içeriğinin asmalarda yaprak alanını azalttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, kontrol ortamındaki asmaların yaprak alanını 0.027 m² olarak belirlerken, %60 kireç içeren ortamdaki asmalarda 0.010 m² olarak tespit etmişlerdir. Covarrubias ve Rombolà (2013), topraksız kültürde 140 Ru asma anacının bikarbonat kaynaklı stres ortamına ve Fe uygulamalarına tepkilerini araştırmışlardır. Araştırmaya göre, bikarbonat kaynaklı stresin yaprak alanını azalttığı; Fe uygulamalarının ise yaprak alanını artırdığı raporlanmıştır. Araştırmacılar yaprak alanını bikarbonat kaynaklı stres ortamında 173.6 cm², kontrol ortamında ise 183.9 cm² olarak tespit etmişlerdir. Sabır ve ark. (2010), topraksız kültürde bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve Fe uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojik ve vejetatif özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamının asmalarda yaprak alanını azalttığı belirtilmiş olup, Fe uygulamalarının yaprak alanını artırdığı raporlanmıştır.

4.2.8. Stoma sayısı (adet/mm²)

Aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyum stresi ortamının ve organik gübre uygulamalarının stoma yoğunluğuna etkileri Şekil 4.53 (birinci yıl) ve Şekil 4.54 (ikinci yıl)'de verilmiştir.

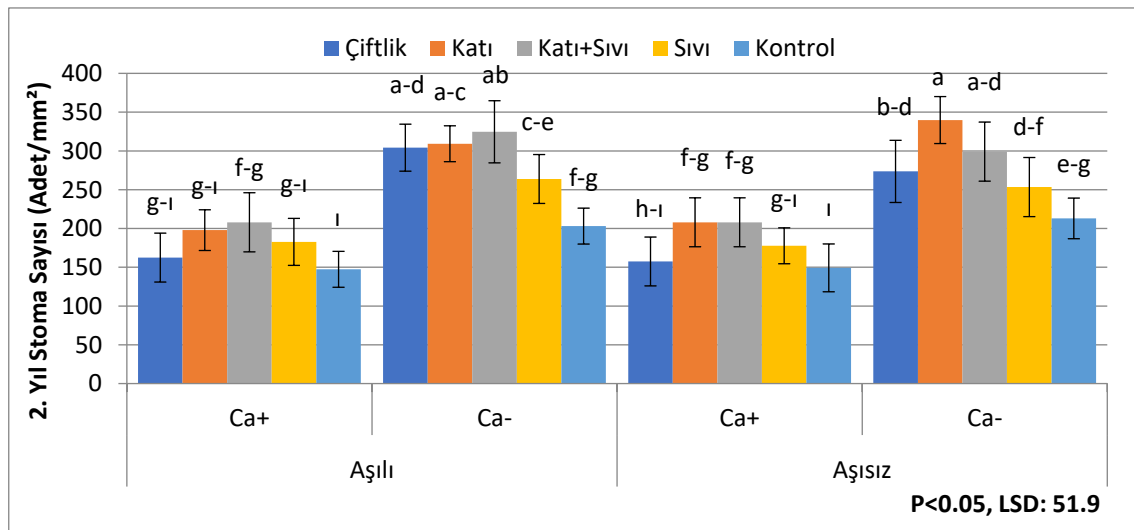
Denemenin birinci yılında uygulamaların stoma sayıları (yoğunluğu) üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek stoma sayısı Ca- ortamda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında sırasıyla

aşısız (339.55 adet/mm²) ve aşılı asmalarda (319.15 adet/mm²) tespit edilmiştir. En düşük stoma yoğunluğu ise Ca⁺ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında (147.25 adet/mm²) saptanmıştır.



Şekil 4.53. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl stoma sayılarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların stoma yoğunluğuna etkileri istatistik açıdan önemli bulunmuştur. Buna göre en yüksek stoma yoğunluğu Ca⁻ ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında (339.80 adet/mm²) belirlenmiş ve bunu aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulaması (324.65 adet/mm²) takip etmiştir. En düşük stoma sayısı ise Ca⁺ ortamdaki kontrol uygulamasında aşılı ve aşısız asmalarda bulunmuştur (sırasıyla 147.35 ve 149.17 adet/mm²).



Şekil 4.54. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl stoma sayılarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin her iki yılında da organik uygulamaların aşılı ve aşısız asmalarda stoma yoğunluğunu artırdığı saptanmıştır. Ancak birinci yılda en yüksek değerler katı+sıvı solucan gübresi uygulamasından elde edilirken ikinci yılda katı solucan gübresinde belirlenmiştir. Her iki yılda da en düşük stoma sayıları kontrol uygulamasında kaydedilirken, kontrole en yakın uygulamaların genellikle çitlik gübresi ve sıvı solucan gübresi olduğu tespit edilmiştir. Nitekim organik gübrelerin stoma yoğunluğunu farklı oranlarda artırdığı sonucuna varılmıştır. Elde ettiğimiz bulgularla uyumlu olarak; organik gübrelerin yetiştirme ortamında fiziksel ve kimyasal özellikleri iyileştirdiği (Kaçar ve Katkat, 2007) ve bitkilerin stoma sayılarını artırdığı bildirilmiştir (Rogiers ve ark., 2011).

Bu denemede kullanılan aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında belirlenen stoma yoğunluklarının 147.25 ile 339.80 adet/mm² arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar asmalarda daha önce yapılan çalışmalarda bildirilen sonuçlarla uyudur niteliktedir (Eris ve Soylu, 1990; Marasalı, 2003; Doğan, 2022). Asmalarda stoma sayılarının, genotipe (Arslan ve ark., 2022), anaca (İşçi ve ark., 2015), ploidi seviyesine (Kara ve ark., 2018a), yetiştirme ortamının nem miktarına (Costa ve ark., 2012; Kara ve ark., 2018b), yetiştirme ortamının sıcaklığına (Rogiers ve ark., 2011) ve diğer çevre koşullarına (Montoro ve ark., 2014) göre değiştiği belirtilmiştir.

Araştırmamızda stoma sayılarının aşılı ve aşısız asmalarda farklılık gösterdiği belirlenmiş ve bu durumun anaçtan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, Rogiers ve ark. (2011), toprak sıcaklığının asmalarda stoma yoğunluğunu etkilediğini belirtmişlerdir. Bu bilgiye paralel olarak, Kacar (2007) organik gübrelerin yetiştirme ortamının sıcaklığını artırdığını bildirmişlerdir. Yetiştirme ortamında yapılan ölçümlerde organik gübrelerin toprak sıcaklığını artırdığı tarafımızca tespit edilmiştir. Bu nedenle stoma sayılarının yetiştirme ortamının sıcaklığından etkilenebileceği düşünülmüştür.

Bitkilerin yeşil dokularında gerçekleşen fotosentez olayında stomaların hayati rol oynadığı bilinmektedir (Sümbül, 2022). Bu bilgiler çerçevesinde yapılan literatür araştırmasında, asmalarda besin eksikliği veya kireç stresinin neden olduğu besin anormalliklerinin stoma sayılarına etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, Aras ve ark. (2021) farklı anaçlara aşılı şeftali fidanlarında yaptıkları çalışmada, Fe içeren ve içermeyen topraksız kültür ortamlarının stomalar

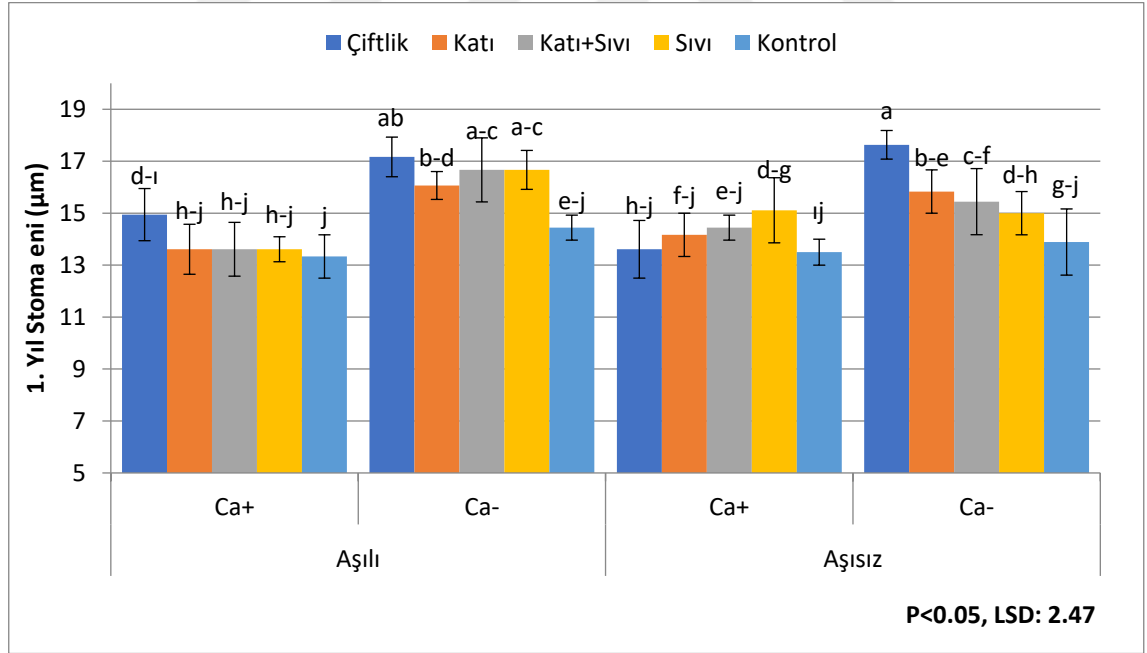
üzerine etkisini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada Fe eksikliğinin stoma sayısında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada, kireç stresinin hem yetiştirme ortamlarında hem de asma yapraklarında makro ve mikro besin içeriğinde azalmalara neden olduğu tespit edilmiş olup bu durumun stoma sayılarında azalmaya neden olabileceği kanaati oluşmuştur.

4.2.9. Stoma eni (μm)

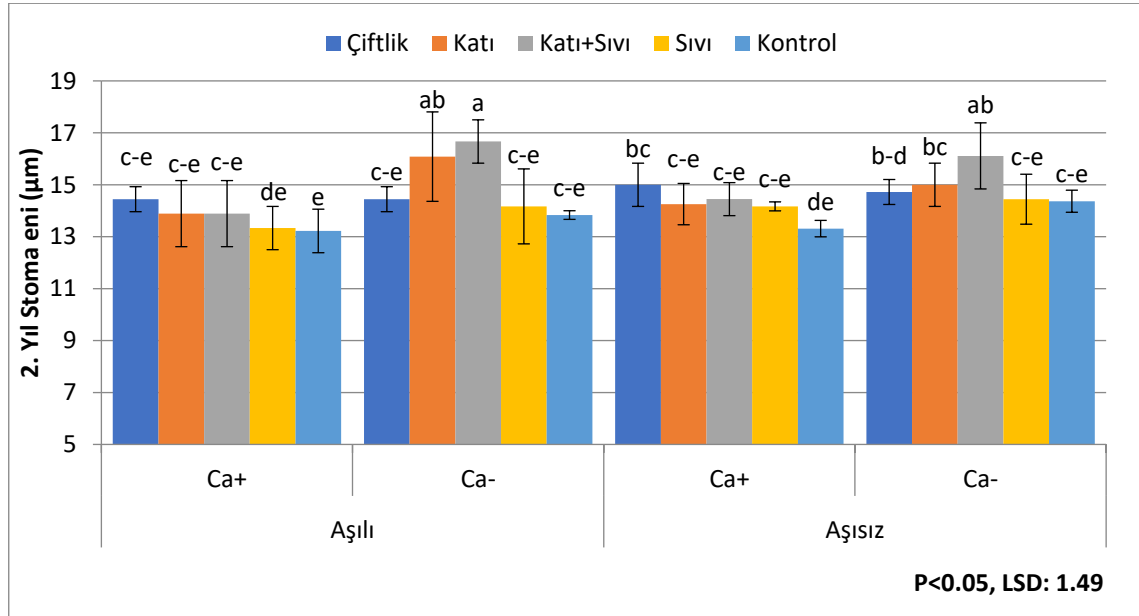
Aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyum stresi ortamının ve organik gübre uygulamalarının stoma enine etkileri Şekil 4.55 (birinci yıl) ve Şekil 4.56 (ikinci yıl)'da sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında, uygulamaların stoma enini istatistiki açıdan önemli seviyede etkilediği belirlenmiştir. Buna göre en yüksek stoma eni Ca^- ortamda çiftlik gübresi uygulamasında aşısız ve aşılı asmalardan elde edilmiştir (sırasıyla $17.63 \mu\text{m}$ ve $17.17 \mu\text{m}$). En düşük stoma eni ise Ca^+ ortamda kontrol uygulamasında aşılı ($13.33 \mu\text{m}$) ve aşısız asmalar ($13.50 \mu\text{m}$) belirlenmiştir.



Şekil 4.55. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl stoma enine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların stoma eni değerlerini istatitiki açıdan önemli oranda etkilediği tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek stoma eni Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (16.67 μm) kaydedilmiştir. En düşük stoma eni ise Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında (13.22 μm) saptanmıştır.



Şekil 4.56. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl stoma enine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Birinci yılda en yüksek stoma eni genel olarak çiftlik gübresi uygulamasından elde edilmiştir. İkinci yılda ise en yüksek stoma eni Ca- ortamlarda katı+sıvı ve katı solucan gübresi uygulamalarında kaydedilirken, Ca+ ortamlarda çiftlik gübresi uygulamasında tespit edilmiştir.

Asmaların stres koşullarına uyum sağlama kabiliyetlerinin anlaşılmasında, stoma boyutlarındaki değişkenlikten yararlanılmaktadır (Bekişli, 2014). Stoma eninin asma genotiplerine (Uyak ve ark., 2016; Sümbül, 2022), çeşitlerin aşılı oldukları anaçlara (Yıldırım ve Dardeniz, 2017) ve yetiştirme ortamının nem durumuna (Kara ve ark., 2018b; Odabaşıoğlu ve Gürsöz, 2019) göre değişiklik gösterdiği yapılan çalışmalarda raporlanmıştır.

Yetiştirme ortamında bulunan bikarbonatın, ortam pH'sını artırdığı ve asmalarda besin alımını azalttığı bilinmektedir (Bavaresco ve Poni, 2003). Rizosferde artan pH'nın özellikle Fe metabolizmasını bozarak kloroza neden olduğu raporlanmıştır (Sabır ve ark., 2010). Besin elementlerindeki eksikliğin ise bitkilerde doğrudan veya dolaylı

olarak fotosentezi sınırlandırdığı belirtilmiştir (Flore, 2011). Bitkilerin yeşil dokularında gerçekleşen fotosentez olayında da stomaların hayati rol oynadığı bildirilmiştir (Sümbül, 2022).

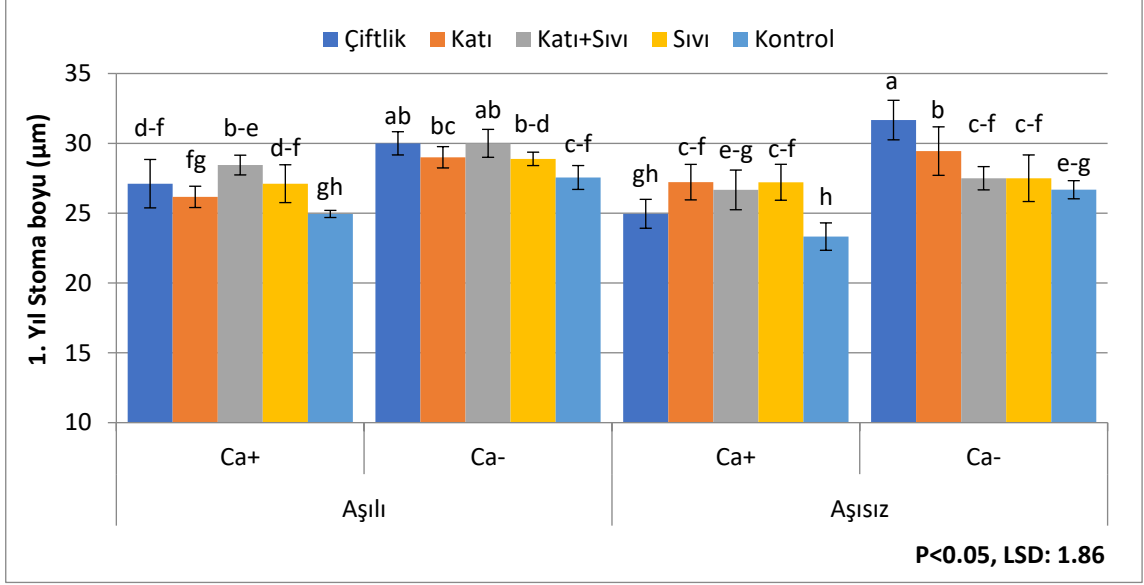
Araştırmamızda, yetiştirme ortamına ilave edilen CaCO_3 'ün hem yetiştirme ortamında hem de asma yapraklarında makro ve mikro besin miktarında azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Bu durumun stoma enini etkileyebileceği düşünülmüştür. Yapılan literatür araştırmasında, asmalarda besin eksikliği veya kireç stresinin stoma özelliklerine etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, Aras ve ark. (2021), Garnem ve GF 677 şeftali anaçlarına aşılı olarak yetiştirilen 'Rich May' şeftali çeşidinde yaptıkları çalışmada, Fe içeren ve içermeyen topraksız kültür ortamlarının stoma enini etkilediğini belirtmişlerdir. Söz konusu çalışmada, Fe eksikliğinin Garnem anacına aşılı şeftali yapraklarında stoma enini artırdığı; GF 677 anacına aşılı şeftali yapraklarında ise stoma enini azalttığı raporlanmıştır.

Bu bilgilere göre, araştırmamızda aşılı ve aşısız asmaların kireç stresine, organik uygulamalara ve anaç faktörüne farklı tepkiler gösterdiği anlaşılmıştır.

4.2.10. Stoma boyu (μm)

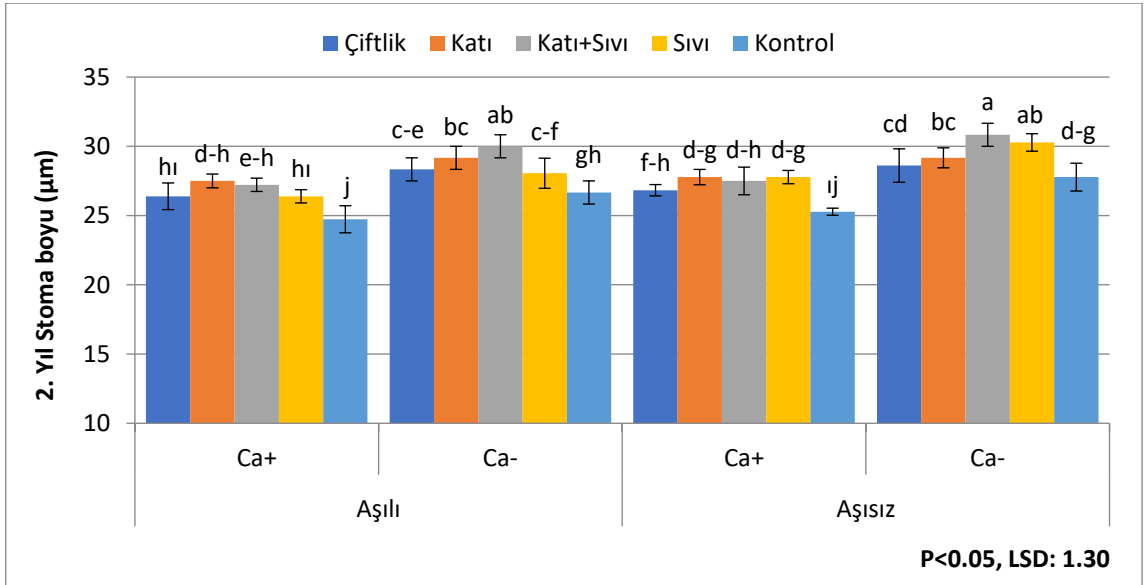
Aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyum stresi ortamının ve organik gübre uygulamalarının stoma boyuna etkileri Şekil 4.57 (birinci yıl) ve Şekil 4.58 (ikinci yıl)'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında uygulamaların stoma boyuna etkilerinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek stoma boyu Ca^{+} ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında ($31.67 \mu\text{m}$) saptanırken, en düşük stoma boyu Ca^{+} ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasından ($23.32 \mu\text{m}$) elde edilmiştir.



Şekil 4.57. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl stoma boyuna etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların stoma boyunu istatistiki açıdan önemli seviyede etkilediği saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek stoma boyu Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (30.83 µm) belirlenirken, en düşük değerler Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında (sırasıyla 24.73 µm) kaydedilmiştir.



Şekil 4.58. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl stoma boyuna etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, her iki yılda da organik uygulamaların stoma boyunda artış sağladığı saptanmıştır. Ancak birinci yılda Ca-ortamdaki aşısız asmalarda katı+sıvı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarındaki artışın çok belirgin olmadığı; ikinci yılda ise katı, katı+sıvı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarının stoma boyunu çiftlik gübresine göre daha fazla artırdığı dikkati çekmiştir. Topraksız kültürde, asmalarda kireç stresi veya besin eksikliğinin stoma boyuna etkilerini inceleyen herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Araştırmamızda, yetiştirme ortamına ilave edilen kirecin hem yetiştirme ortamında hem de asma yapraklarında makro ve mikro besinlerde azalmalara neden olduğu saptanmıştır. Bu etkinin asmalarda stoma boyunu azalttığı düşünülmüştür.

Stoma boyutlarının, asmaların stres şartlarına uyum sağlama kabiliyetinin anlaşılmasında önemli bir parametre olduğu bildirilmiştir (Bekişli, 2014). Covarrubias ve ark. (2014) saksı kültüründe kireçli toprakta yaptıkları çalışmada, asma yapraklarının Fe miktarındaki artışın stoma boyunu ve iletkenliğini artırdığını, N’li gübrelemenin ise asmalarda stoma uzunluğunu azalttığını bildirmişlerdir. Fernández ve ark. (2008), kireçli topraklarda yetiştirilen 14 yaşındaki armut ve şeftali ağaçlarında Fe eksikliğinin stoma uzunluğunu azalttığını ifade etmişlerdir. Aras ve ark. (2021) ise Fe içeren ve içermeyen topraksız kültür ortamlarında, farklı şeftali anaçlarına aşılı olarak yetiştirilen ‘Rich May’ şeftali çeşidinde stoma boyundaki değişimleri araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada Fe eksikliğinin şeftali yapraklarında stoma boyunu azalttığı bildirilmiştir. Yetiştirme ortamının kireç içeriğinin asmalarda Fe metabolizmasının bozulmasına ve Bu nedenle kloroza neden olduğu bilinmektedir (Sabır ve ark., 2017; Shahsavandi ve ark., 2020; Shahsavandi ve Eshghi, 2021; Lampreave ve ark., 2022).

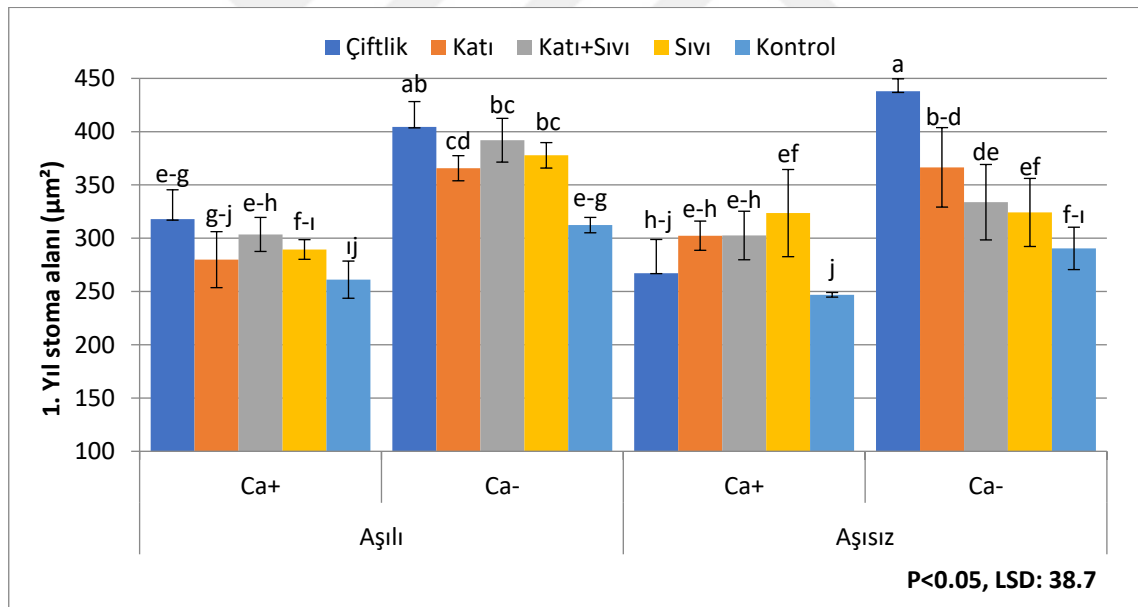
Elde edilen sonuçlara göre, organik gübrelerin kireç kaynaklı stres ortamındaki asmalarda mineral beslenmeye sağladığı katkıların stoma boyutlarını etkileyebileceği kanaati oluşmuştur. Nitekim, CaCO_3 ve organik gübrelerin yetiştirme ortamlarındaki suda çözünebilir besin içeriğine etkileri yetiştirme ortamlarına ait bulgular kısmında tartışılmıştır. Yapılan çalışmalarda yapraklardaki stomaların yoğunluğu ve boyutlarının genotiplere ve çevre şartlarına göre değişebileceği vurgulanmıştır (Lawson ve Blatt, 2014). Stoma boyunun asma genotiplerine (Uyak ve ark., 2016; Arslan ve ark., 2022; Sümbül, 2022), asma anaçlarına (Bekişli ve Gürsöz, 2016), asma genotiplerinin aşılı oldukları anaçlara (Yıldırım ve Dardeniz, 2017), yetiştirme ortamının nem durumuna (Yıldırım ve Dardeniz, 2017; Kara ve ark., 2018b; Odabaşıoğlu ve Gürsöz, 2019) göre değişiklik gösterdiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Bu bilgilere dayanarak

araştırmamızda kullanılan organik gübrelerin ve anaç faktörünün, kireç stresi ortamındaki aşılı ve aşısız asmalarda mineral beslenmeyi etkileyerek stoma boyutlarında farklılıklara neden olduğu düşünülmüştür.

4.2.11. Stoma alanı (μm^2)

Aşılı ve aşısız asmalarda kalsiyum stresi ortamının ve organik gübre uygulamalarının stoma alanı üzerine etkileri Şekil 4.59 (birinci yıl) ve Şekil 4.60 (ikinci yıl)'ta verilmiştir.

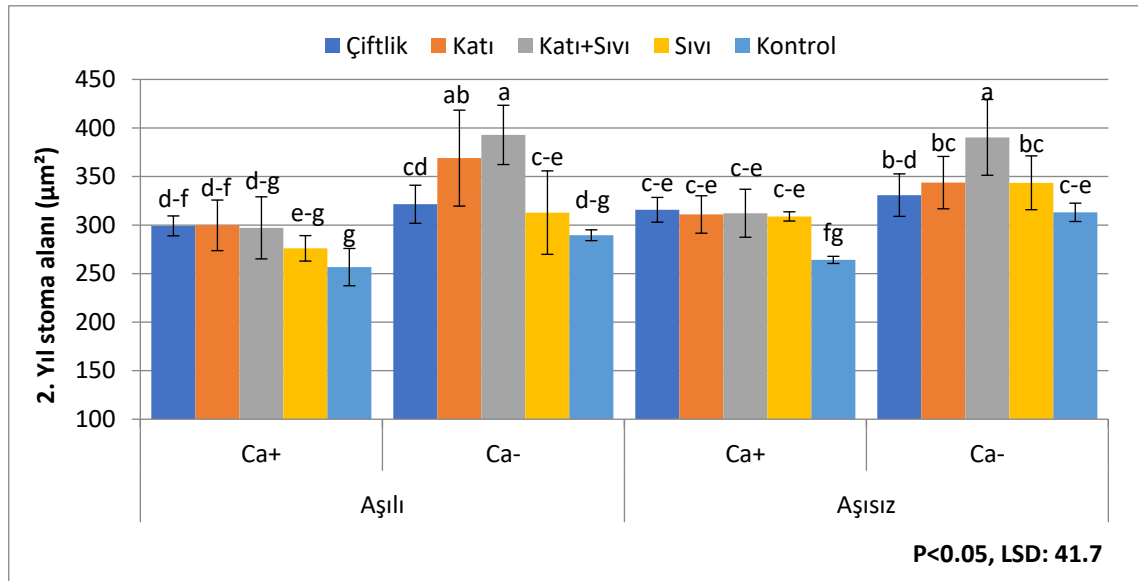
Denemenin birinci yılında uygulamaların stoma alanını istatistiki açıdan önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, en yüksek stoma alanı Ca- ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında ($438.00 \mu\text{m}^2$) belirlenirken, en düşük stoma alanı Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında ($246.90 \mu\text{m}^2$) kaydedilmiştir.



Şekil 4.59. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl stoma alanına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların stoma alanını istatistiki olarak önemli oranda etkilediği tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek stoma alanı Ca- ortamda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında aşılı asmalarda ($392.86 \mu\text{m}^2$) belirlenmiş olup, bunu aynı istatistik grupta yer alan aşısız asmalar ($390.32 \mu\text{m}^2$)

izlemiştir. En düşük stoma alanı ise Ca⁺ ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşılı (256.69 μm^2) ve aşısız (264.11 μm^2) asmalarda bulunmuştur.



Şekil 4.60. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl stoma alanına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Stomalar, bitkilerde fotosentez ve solunum gibi fizyolojik olayların sağlıklı bir şekilde sürdürülmesini sağlayan en önemli yapılar olarak tanımlanmıştır (Franks ve Farquhar, 2007; Montoro ve ark., 2014). Bu nedenle, stoma yoğunluğu ve boyutlarının, asmalarda fotosentezi, verimi ve kaliteyi etkilediği düşünülmekte olup, stoma özelliklerinin belirlenmesinin yetiştiricilik bakımından büyük önem taşıdığı bildirilmiştir (Doğan ve ark., 2020). Bu amaçla bitkilerin çevre şartlarına fizyolojik tepkilerinin anlaşılmasında, stoma sayıları ve morfolojik özellikleri sıklıkla araştırmalara konu olmuştur (Rogiers ve ark., 2011; İşçi ve ark., 2015; Yıldırım ve Dardeniz, 2017). Franks ve Farquhar (2007)'ın da bildirdiği gibi *Vitis* tür ve çeşitlerinde stoma morfolojisi asma fizyolojisinde farklı etkilere neden olmaktadır. Nitekim asmalarda stoma alanının anaçlarda (Bekişli ve Gürsöz, 2016) ve çeşitlerde (Uyak ve ark., 2016; Arslan ve ark., 2022; Sümbül, 2022) farklılık gösterdiği daha önce yapılan çalışmalarda raporlanmıştır. Bununla birlikte çeşitlerin, aşılı oldukları anaçlara göre de stoma alanının değişebileceği bildirilmiştir (Yıldırım ve Dardeniz, 2017).

Son yıllarda anaç ve çeşidin stomalar üzerindeki etkilerinden ziyade farklı çevre koşullarına adaptasyonun stoma özellikleri ile ilişkilendirildiği birçok çalışma dikkati çekmiştir (Gökbayrak ve ark., 2008; Ekbiç, 2010; Rogiers ve ark., 2011; Kunter ve ark.,

2013; İşçi ve ark., 2015; Odabaşıoğlu ve Gürsöz, 2019; Doğan ve ark., 2020). Bu çalışmada, yukarıda belirtilen çevre şartlarından farklı olarak yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de stoma özelliklerini etkileyebileceği düşünülmüştür. Nitekim, yetiştirme ortamındaki kirecin ortam pH'sını yükselterek bazı makro ve mikro besin elementlerinin yarıyışlılığını azalttığı daha önce yapılan çalışmalarda raporlanmıştır (Fransson ve ark., 2003; Nazif ve ark., 2006; Korkmaz ve İbrikçi, 2010; Sabır ve ark., 2017; López-Rayó ve ark., 2019; Çetin ve Koç, 2023). Ayrıca yetiştirme ortamının kireç içeriğinin asmalarda Fe metabolizmasının bozulmasına ve bu nedenle kloroza neden olduğu da bilinmektedir (Sabır ve ark., 2017; Shahsavandi ve ark., 2020; Shahsavandi ve Eshghi, 2021; Lampreave ve ark., 2022).

Elde edilen sonuçlara göre, organik gübrelerin ve anacın kireç stresi ortamındaki asmalarda mineral beslenmeye katkı sağlayabileceği ve stoma boyutlarını etkileyebileceği düşünülmüştür. Yapılan literatür araştırmasına göre, kireç kaynaklı stres ortamında organik veya inorganik gübrelerin, asmalarda stoma alanına etkilerini inceleyen çalışmaların yetersiz olduğu fark edilmiştir.

Covarrubias ve ark. (2014) saksı kültüründe kireçli toprakta yaptıkları çalışmada, asma yapraklarındaki Fe miktarının stoma boyutlarını etkilediğini bildirmişlerdir. Aras ve ark. (2021), Fe içeren ve içermeyen topraksız kültür ortamlarında, farklı şeftali anaçlarına aşılı olarak yetiştirilen 'Rich May' şeftali çeşidinde stoma boyundaki değişimleri araştırmışlardır. Söz konusu araştırmada, Fe eksikliğinin stoma alanını etkilediği, fakat farklı anaçlarda farklı tepkilerin ortaya çıktığı raporlanmıştır.

Yıldırım ve Dardeniz (2017); farklı anaçlara aşılı asmalarda stoma alanının anaçlardan etkilendiğini belirtmişlerdir. Franks ve Farquhar (2007) ise stresin türüne ve şiddetine göre, bitkilerin stoma yoğunluğu ile ilişkili olarak stoma boyutlarını küçülterek etkili bir adaptasyon mekanizması geliştirebileceğini bildirmişlerdir. Lawson ve Matthews (2020), stres koşullarında stomaların stres sinyallerine yanıt verdiğini ve stoma boyutlarındaki azalmanın daha hızlı sinyal iletimi sağladığını vurgulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, CaCO_3 kaynaklı stres ortamının aşılı ve aşısız asmalarda stoma alanını azalttığı ve bu sayede stomaların sinyal iletimindeki rolünün arttığı düşünülmüştür. Nitekim, Aras ve ark. (2021), Fe eksikliği görülen bitkilerin, Fe alım kapasitesini artırmak amacıyla farklı stoma davranışları sergilediğini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulguların literatür bilgileriyle uyduğu düşünülmüştür.

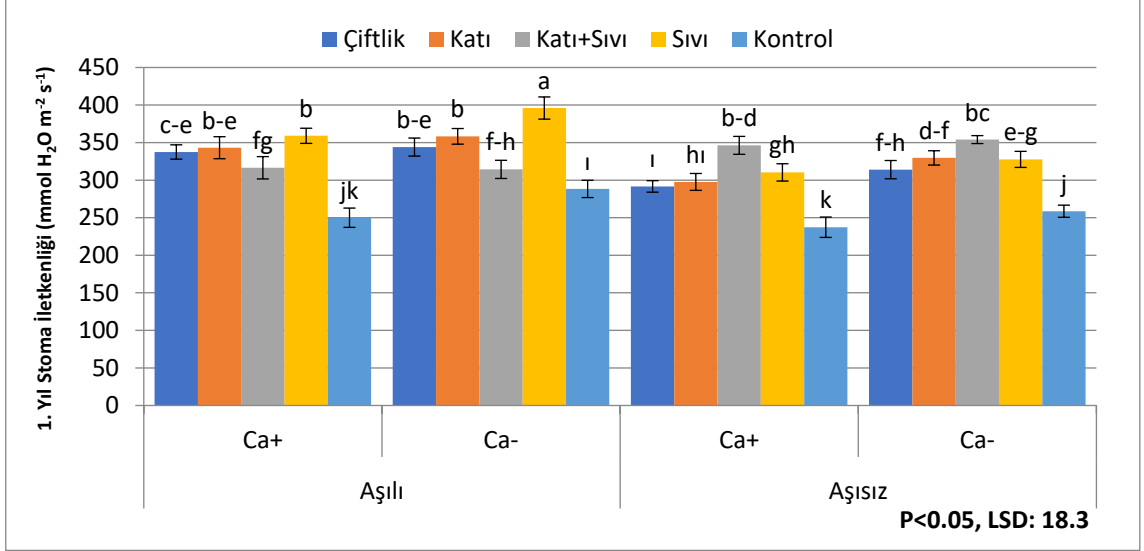
4.3. Asmaların Fizyolojik ve Enzimatik Parametreleri

1103 P anacına aşılı ve kendi kökü üzerinde yetiştirilen ‘Michele Palieri’ asmalarında kalsiyum stresi ve organik gübre uygulamalarının stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı, klorofil indeksi (SPAD), toplam klorofil (a+b), klorofil a, klorofil b, hücre zarı geçirgenliği (elektrolit sızıntısı), lipid peroksidaz miktarı (MDA), demir şelatlama aktivitesi ve antioksidan enzimlerin aktiviteleri (katalaz, glutatyon redüktaz, askorbat peroksidaz) üzerine etkileri bu kısımda verilmiştir.

4.3.1. Stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

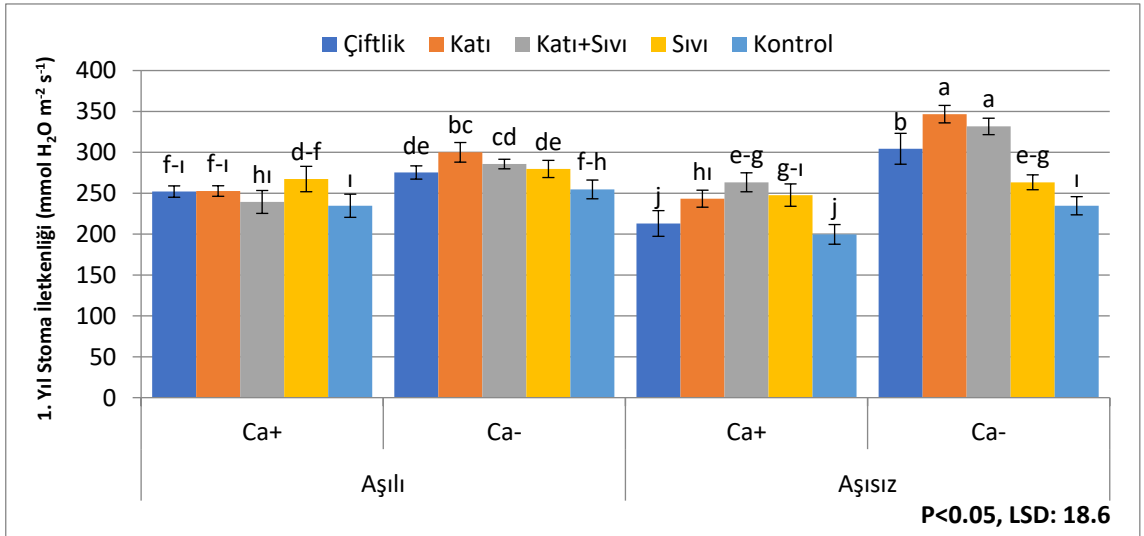
Denemenin birinci (2020) ve ikinci (2021) yıllarında yetiştirme ortamına birer hafta arayla 4'er defa uygulanan kalsiyum karbonat (CaCO_3) solüsyonunun asma fizyolojisine kısa dönemdeki etkilerinin belirlenebilmesi için, Ca uygulamalarından 3 gün sonra stoma iletkenliği kaydedilmiştir. Birinci yılda ölçülen stoma iletkenliği değerleri Şekil 4.61, 4.62 ve 4.63'te; ikinci yılda yapılan stoma iletkenliği değerleri ise Şekil 4.64, 4.65, 4.66 ve 4.67'de sunulmuştur. Birinci yıl son Ca uygulamasını takiben vejetasyon süresinin sona yaklaşması nedeniyle stoma iletkenliğinde önemli düşüşler saptandığından uygulamaların etkileri karşılaştırmaya değer bulunmamıştır.

Denemenin birinci yılında ilk Ca uygulamasından üç gün sonra yapılan stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği aşılı asmalarda Ca^- ve Ca^+ ortamlarda sıvı solucan gübresi uygulamasında (sırasıyla, 396.00 ve 359.06 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) kaydedilmiştir. En düşük stoma iletkenliği değerleri ise Ca^+ ortamda kontrol uygulamasından sırasıyla aşısız (237.33 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve aşılı (250.00 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) asmalardan elde edilmiştir. Bu verilere göre, Ca uygulamasının stoma iletkenliğinde bir miktar azalmaya neden olduğu düşünülmüştür. Ayrıca aşılı ve aşısız asmalarda anaç faktörünün stoma iletkenliğini farklı oranlarda etkilediği dikkati çekmiştir.



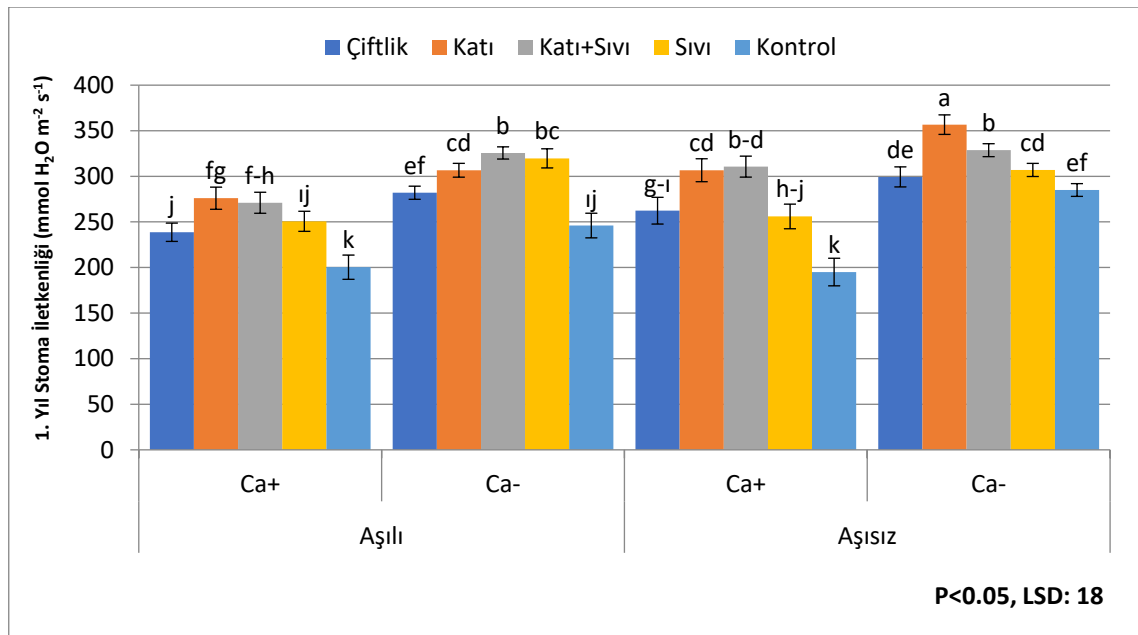
Şekil 4.61. Birinci yılda ilk Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların stoma iletkenliğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin birinci yılında, ikinci Ca uygulamasından üç gün sonra yapılan ölçümlerde tüm uygulamaların stoma iletkenliğine ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği Ca- ortamda sırasıyla aşısız asmalarda katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarından elde edilmiştir (sırasıyla, 346.67 ve 331.67 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$). En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında (199.67 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) belirlenmiş olup bunu çiftlik gübresi uygulaması (213.00 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) izlemiştir. Asmaların ikinci Ca uygulamasına stoma iletkenliğindeki tepkilerinin, bu dönemde bir önceki ölçüme göre daha belirgin olduğu düşünülmüştür.



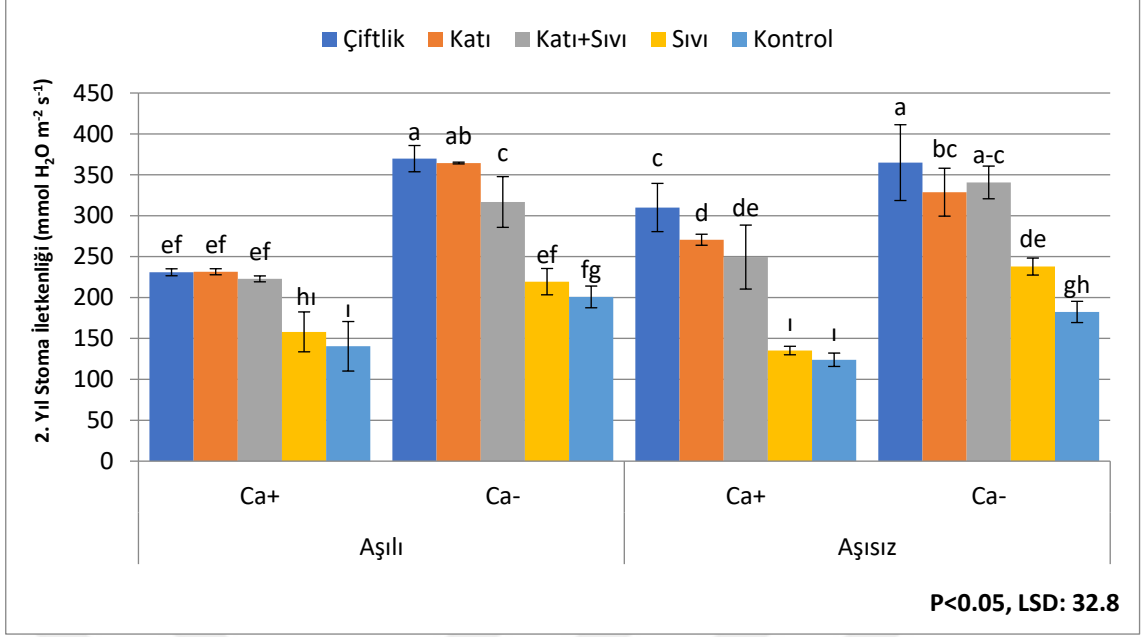
Şekil 4.62. Birinci yılda ikinci Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların stoma iletkenliğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin birinci yılında üçüncü Ca uygulamasından üç gün sonra yapılan ölçümlerde tüm uygulamaların stoma iletkenliğini ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) istatistiki açıdan önemli seviyede etkilediği belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında ($356.67 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) kaydedilmiş olup, bunu katı+sıvı solucan gübresi uygulaması ($328.67 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) takip etmiştir. En düşük stoma iletkenliği ise Ca+ ortamdaki aşısız ve aşılı asmalarda kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (sırasıyla, 195.00 ve $200.33 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$).



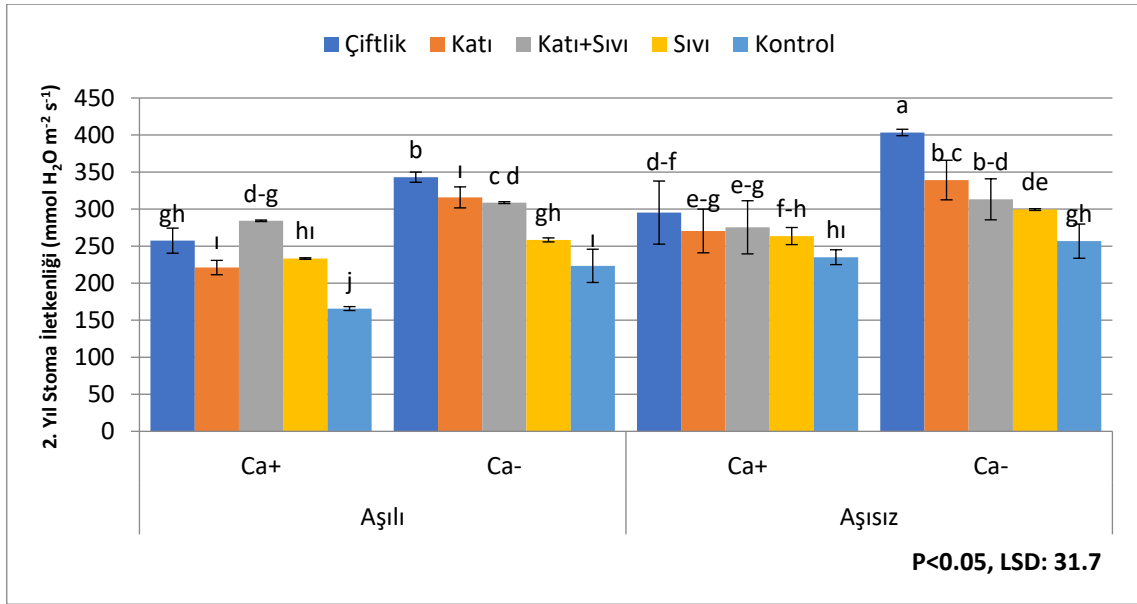
Şekil 4.63. Birinci yılda üçüncü Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların stoma iletkenliğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında birinci Ca uygulamasından sonra yapılan stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği aşılı asmaların Ca- ortamındaki çiftlik gübresi uygulamasında ($369.75 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) görülürken, bunu aşısız asmaların Ca- ortamındaki çiftlik gübresi uygulaması ($364.90 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) takip etmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki kontrol uygulamasının sırasıyla aşısız ($123.97 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve aşılı ($140.43 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) asmalarında görülmüştür. Elde edilen bulgulara göre, çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinin besin içeriği ve mikroorganizma katkısı nedeniyle asma fizyolojisini olumlu etkileyerek stoma iletkenliğini teşvik ettiği kanaati oluşmuştur.



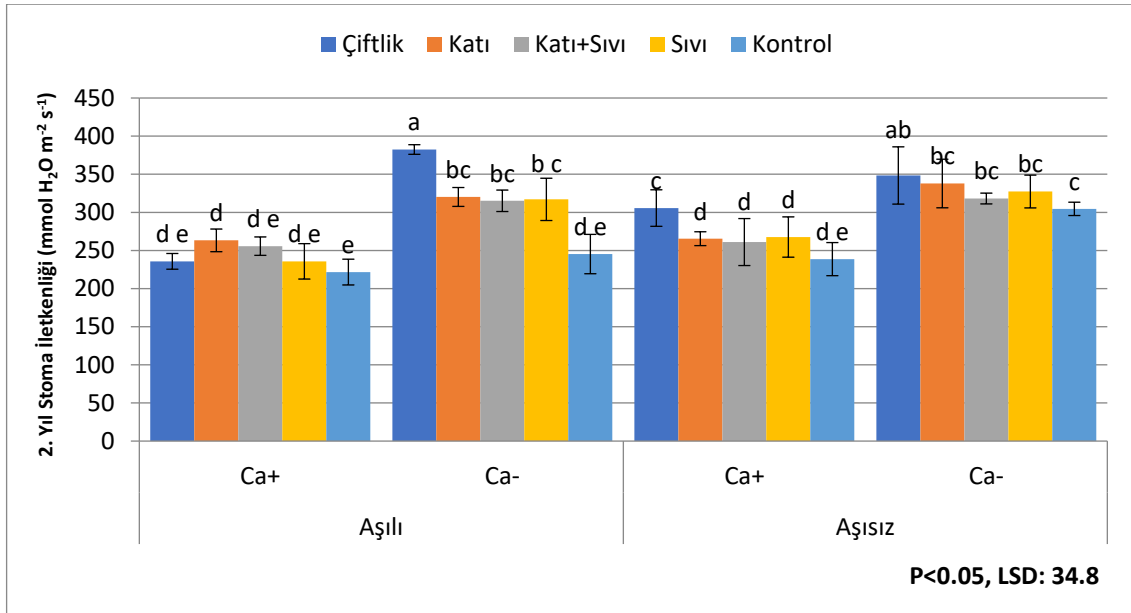
Şekil 4.64. İkinci yılda ilk Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların stoma iletkenliğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında ikinci Ca uygulamasından sonra yapılan stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği Ca- ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında ($403.43 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) belirlenmiş olup, bunu Ca- ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulaması ($343.13 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) izlemiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasından elde edilmiştir ($165.75 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Elde edilen bulgulara göre, en yüksek stoma iletkenliği genel olarak çiftlik gübresi uygulamasında belirlenirken Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasındaki artış dikkati çekmiştir.



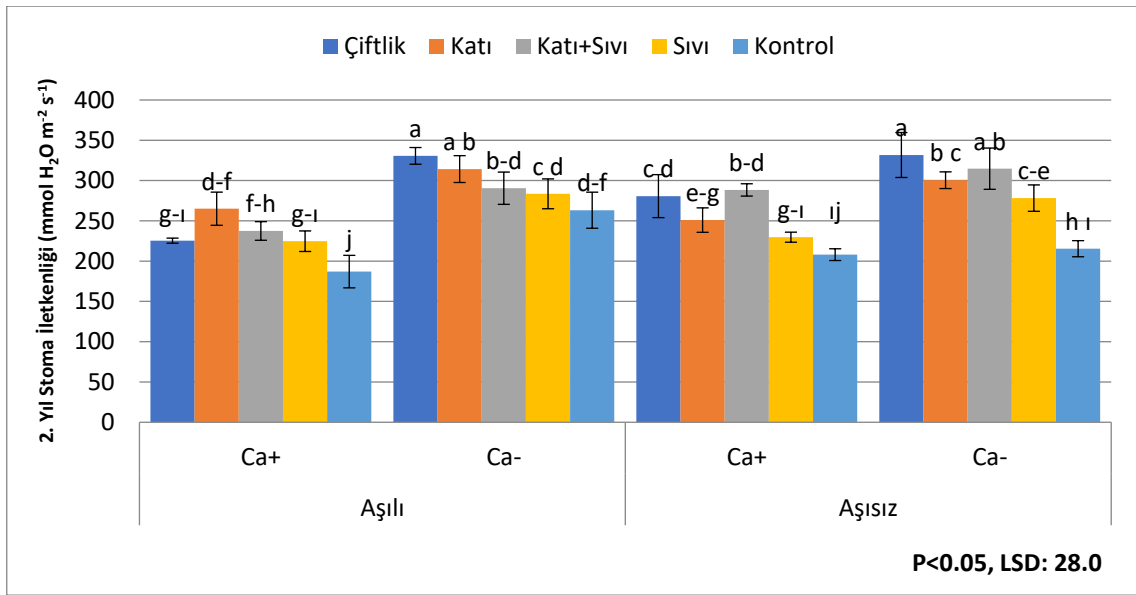
Şekil 4.65. İkinci yılda ikinci Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların stoma iletkenliğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında üçüncü Ca uygulamasından sonra yapılan stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği Ca- ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında ($382.43 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) belirlenmiş olup, bunu Ca- ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulaması ($348.40 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) takip etmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol ($221.67 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamasında belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamaları öne çıkarken, diğer tüm ortamlarda aşılı ve aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasının stoma iletkenliğini artırdığı dikkati çekmiştir.



Şekil 4.66. İkinci yılda üçüncü Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların stoma iletkenliğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında dördüncü Ca uygulamasından sonra yapılan stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği Ca- ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında ($331.73 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) kaydedilirken, bunu aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulaması ($330.65 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) takip etmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşılı ($187.00 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve aşısız asmalardan ($208.03 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) elde edilmiştir. Bu tarihte yapılan ölçümlerde, aşılı asmalarda en yüksek stoma iletkenliği Ca+ ortamda katı solucan gübresi uygulamasından elde edilirken Ca- ortamda çiftlik gübresi uygulamasında belirlenmiştir. Aşısız asmalarda ise en yüksek stoma iletkenliği Ca+ ortamda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında kaydedilirken Ca- ortamda çiftlik gübresi uygulamasında saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, aşılı ve aşısız asmaların CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarına ve organik gübre uygulamalarına gösterdiği tepkilerdeki farklılığın anaçtan kaynaklanabileceği kanaati oluşmuştur.



Şekil 4.67. İkinci yılda dördüncü Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların stoma iletkenliğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Bitki yapraklarının çevresel etmenlere tepkileri; türe, çeşide ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak büyük farklılıklar göstermekte; fotosentez ve terleme gibi önemli fizyolojik fonksiyonları düzenleyerek adaptasyon geliştirmeyi amaçlamaktadır (Nicotra ve ark., 2011; Wang ve ark., 2019a). Fotosentez ve terleme fonksiyonları ise stomalar aracılığı ile düzenlenmekte ve asmaların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmeleri sağlanmaktadır (Bekişli ve Gürsöz, 2016). Yapılan araştırmalarda, stoma iletkenliğinin çevre faktörlerine tepkilerinin asma genotiplerine göre farklılık gösterdiği raporlanmıştır (Gibberd ve ark., 2001; Kara ve Yazar, 2020).

Torf ve perlit karışımından (1:1) oluşan topraksız kültür ortamında, bikarbonat uygulamalarıyla pH'nın kademeli olarak arttırıldığı bir çalışmada, pH seviyesinin 8.0'e yükselmesi ve geçmesi sonucunda stoma iletkenliğinin genotiplere göre farklı seviyelerde azaldığı bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada, stoma iletkenliğinin 150-450 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Sabır ve ark., 2017). Özturan (2018), topraksız kültür ortamında 'Alphonse Lavellée' üzüm çeşidinde yaptığı çalışmada bazı inorganik ve organik uygulamaları yapraklardan uygulamış ve sıvı solucan gübresinin (201.8 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) kontrol uygulamasına (188.1 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) göre daha yüksek sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Gayretli ve ark. (2020); torf ve perlit karışımından (1:1) oluşturdukları yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, 41 B anacına aşılı ve aşısız 'Prima' çeşidinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmada, aşılı asmaların stoma iletkenliğinin kontrol ortamında 154.7 mmol

$\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak belirlendiği; bikarbonat kaynaklı stress ortamında ise 114.1 mmol $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ seviyesine düştüğü bildirilmiştir. Aynı çalışmada, aşısız asmaların stoma iletkenliği kontrol ortamında 159 mmol $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; bikarbonat kaynaklı stress ortamında ise 113.2 mmol $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda çevresel faktörlere karşı asma genotiplerinde stoma iletkenliğinin veya stomaların yapısal özelliklerinin farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Winkel ve Rambal, 1990; Gibberd ve ark., 2001; Sabır ve Yazar, 2015; Kara ve Yazar, 2020). Işık, sıcaklık, CO_2 , hava nemi, rüzgar, toprak sıcaklığı ve nemi, toprak pH'sı, besin elementleri, topraktaki kalsiyum fazlalığı, mikroorganizma faaliyetleri gibi faktörlerin stoma iletkenliğini etkilediği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Ferrini ve ark., 1995; Allen ve Ort, 2001; Yu ve Lee, 2004; Johnson ve ark., 2009; Rogiers ve ark., 2011; Ding ve ark., 2016; Sabır ve ark., 2017; Yavaş ve Ünay, 2018). Ayrıca herhangi bir çalışmada sabit bir çevre faktörünün artmasıyla stoma iletkenliğinin arttığı bildirilirken başka bir çalışmada tam tersi ifadelere rastlanabilmektedir. Örneğin asmalarda yapılan bazı alan denemelerinde, sıcaklık arttıkça stoma iletkenliğinin arttığı (Keller ve ark., 2014), kontrollü ortamlarda yapılan çalışmalarda da benzer artışların olduğu (Sabır ve Yazar, 2015) veya stoma iletkenliğinin azaldığı (Soar ve ark., 2009) ya da herhangi bir yanıt olmadığı (Edwards ve ark., 2011) bildirmiştir.

Çeşitli bitki türlerinde stomaların açılma ve kapanma mekaniğinin anlaşılmasında ilerlemeler olsa da (Aliniaiefard ve van Meeteren, 2014), stomaların çevresel faktörden etkilenebilen karmaşık bir yapı olduğu bildirilmiştir (Zweifel ve ark., 2007). Bu nedenle stoma iletkenliğinin tek bir çevre faktörüne bağımlı olmadığı ve birçok etmenden etkilendiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle daha önce yapılan çalışmalarda stoma iletkenliği ve yaprak sıcaklıkları ile ilgili herhangi bir referans değer verilememiştir. Bu çalışmada elde edilen bulguların ise genel olarak literatür bulgularıyla uyum içinde olduğu düşünülmüştür.

Cambrollé ve ark. (2014), topraksız kültürde perlit ortamında yabani asma genotipinin Kalsiyum stresi ortamına tepkilerini araştırmak amacıyla yetiştirme ortamına CaCO_3 ilave ederek %20, %40 ve %60 oranında kireç içeren ortamlar oluşturmuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre, yetiştirme ortamlarında kireç miktarı arttıkça asmalarda stoma iletkenliğinin azaldığı belirtilmiştir. Söz konusu araştırmacılar, kontrol ortamındaki asmalarda stoma iletkenliğini $65 \text{ m mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, %60 kireç içeren ortamdaki asmalarda ise $25 \text{ m mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Shahsavandi ve ark.

(2020), torf ve perlit (1:1) karışımından oluşturdukları topraksız kültür ortamında bikarbonat uygulamaları ve farklı demir formlarının dört asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamının asmalarda fotosentez oranını azalttığı; demir uygulamalarının ise bikarbonat stresini hafiflettiği ve fotosentez miktarını artırdığı raporlanmıştır.

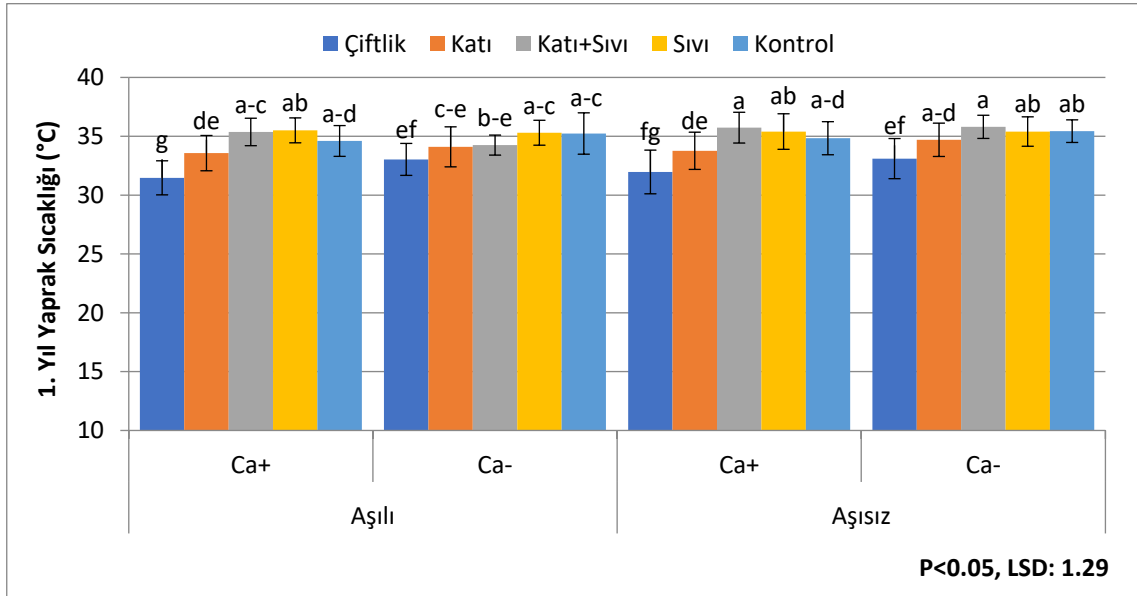
Bu çalışmada, stoma iletkenliğinin CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında azalmasının ve organik gübre uygulamaları ile artmasının yetiştirme ortamlarındaki suda çözünabilir besin elementleriyle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Nitekim, CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarındaki suda çözünabilir besin elementlerinin azaldığı ve organik gübre uygulamalarının yetiştirme ortamındaki suda çözünabilir besin elementlerini artırdığı tespit edilmiştir. Organik gübrelerin ve CaCO_3 uygulamalarının yetiştirme ortamlarının besin içeriklerine etkileri, yetiştirme ortamlarına ait bulgular bölümünde tartışılmıştır. Özellikle Fe, Zn ve Mn gibi birçok besin elementinin fotosentez sisteminde kullanıldığı, magnezyumun klorofilin merkez atomu olduğu ve fotosentez açısından önemli besin elementlerinden olduğu bildirilmiştir (Bolat ve Kara, 2017). Kireç kaynaklı stres ortamlarında bu besin elementlerinin yarayışlılığının azalması sebebiyle asma kökleri tarafından alınamadığı ve bu nedenle fotosentezin aksadığı düşünülmüştür. Söz konusu besin maddeleri ve yetiştirme ortamındaki kirecin etkilediği birçok besin elementi aynı zamanda stres şartlarında antioksidan enzimlerin yapılarında ve aktivitelerinde de etkin görevlere sahiptir. Bu nedenle strese giren asmalarda stoma iletkenliğinin azalmış olabileceği kanaati oluşmuştur. Besin elementlerinin fotosentez sistemindeki ve stres şartlarındaki görevleri ilgili bölümlerde tartışılmıştır.

4.3.2. Yaprak sıcaklığı (°C)

Denemenin birinci (2020) ve ikinci (2021) yıllarında yetiştirme ortamına birer hafta arayla 4'er defa uygulanan kalsiyum karbonat (CaCO_3) solüsyonunun asma fizyolojisi üzerine kısa dönemde etkilerinin belirlenebilmesi için, Ca uygulamalarından 3 gün sonra stoma iletkenliği ile eş zamanlı olarak yaprak sıcaklıkları kaydedilmiştir. Birinci yılda elde edilen yaprak sıcaklıkları Şekil 4.68, 4.69 ve 4.70'te; ikinci yılda elde edilen değerler ise Şekil 4.71, 4.72, 4.73 ve 4.74'te sunulmuştur.

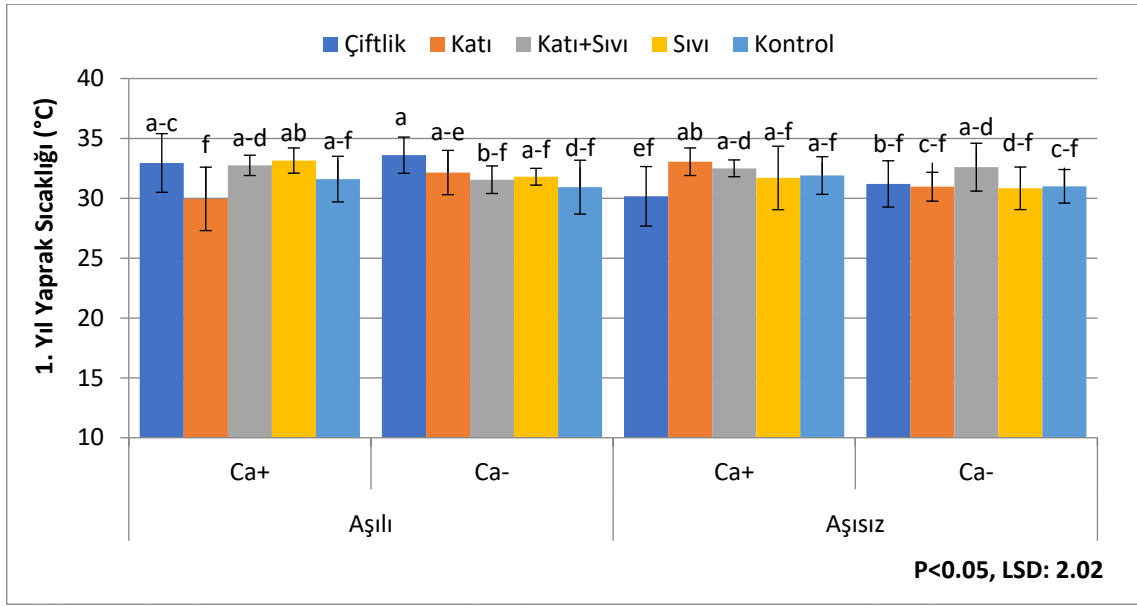
Denemenin birinci yılında birinci Ca uygulamasından 3 gün sonra yapılan ölçümlerde tüm uygulamaların yaprak sıcaklığına (°C) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak sıcaklığı aşısız asmalarda Ca- ve

Ca⁺ ortamlarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında bulunmuştur (sırasıyla, 35.80 ve 35.73 °C). En düşük yaprak sıcaklığı ise Ca⁺ ortamda çiftlik gübresi uygulamasında aşılı (31.47 °C) ve aşısız (31.97 °C) asmalardan elde edilmiştir. Bu ölçüm döneminde çiftlik gübresi ve katı solucan gübresi uygulamalarının yaprak sıcaklığını kontrole göre düşürdüğü, katı+sıvı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarının ise yaprak sıcaklığını yükselttiği dikkati çekmiştir.



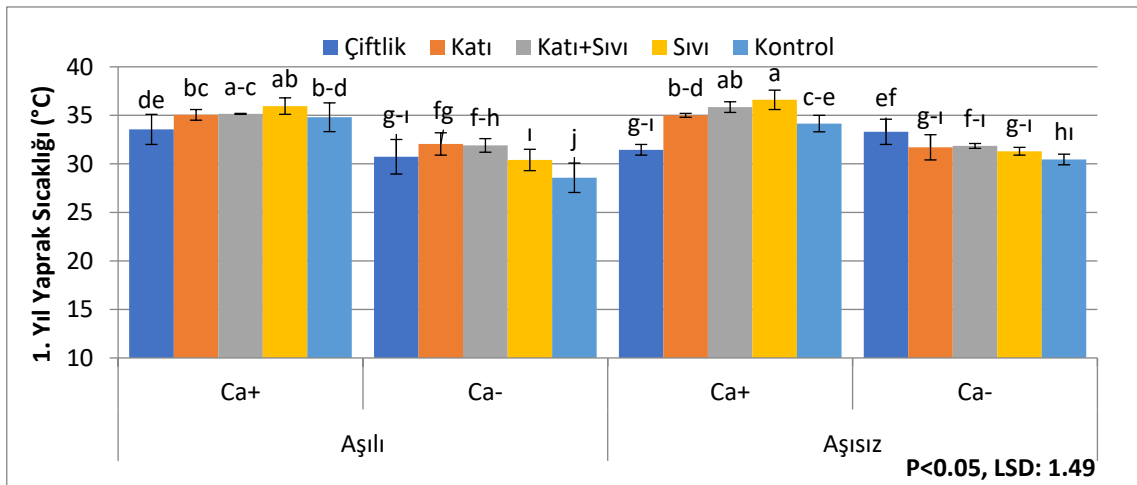
Şekil 4.68. Birinci yılda ilk Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların yaprak sıcaklığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin birinci yılda ikinci Ca uygulamasından sonra yapılan yaprak sıcaklığı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak sıcaklığı Ca⁻ ortamda aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında (33.60 °C) belirlenmiş olup bunu Ca⁺ ortamda aşılı asmalarda sıvı solucan gübresi uygulaması (33.15 °C) takip etmiştir. En düşük yaprak sıcaklığı ise Ca⁺ ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında (29.95 °C) tespit edilmiştir. Bu ölçüm tarihinde bir önceki ölçümlerin aksine çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinin yaprak sıcaklığını genel olarak artırdığı dikkati çekmiştir. Ca⁺ ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresinin, aşısız asmalarda ise çiftlik gübresinin bir önceki ölçümlerle benzer sonuçlar gösterdiği belirlenmiş olup, bu durumun anaç faktörü ve stresin etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.



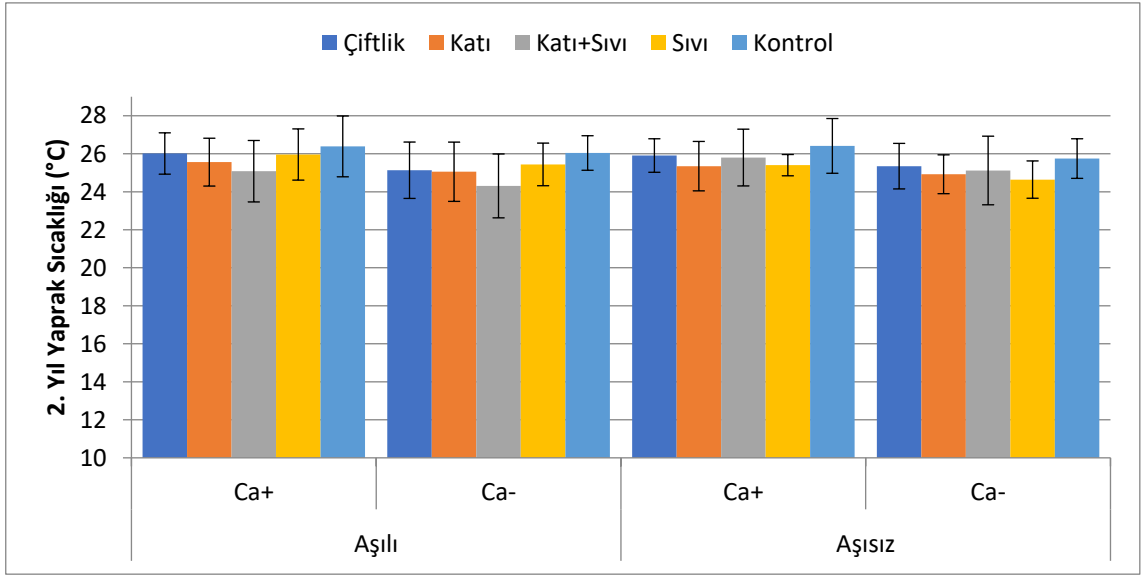
Şekil 4.69. Birinci yılda ikinci Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların yaprak sıcaklığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin birinci yılında üçüncü Ca uygulamasından sonra yapılan yaprak sıcaklığı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak sıcaklığı Ca+ ortamda sıvı solucan gübresi uygulamasında sırasıyla aşısız (36.60 °C) ve aşılı (35.95 °C) asmalarda belirlenmiştir. En düşük yaprak sıcaklığı ise Ca- ortamdaki aşılı asmalarda kontrol (28.57 °C) ve sıvı solucan gübresi (30.40 °C) uygulamalarında kaydedilmiştir. Bu ölçüm döneminde aşılı ve aşısız asmalarda anaç faktörünün etkisi ve kireç stresine verilen tepkideki fark daha belirgin görülmüştür.



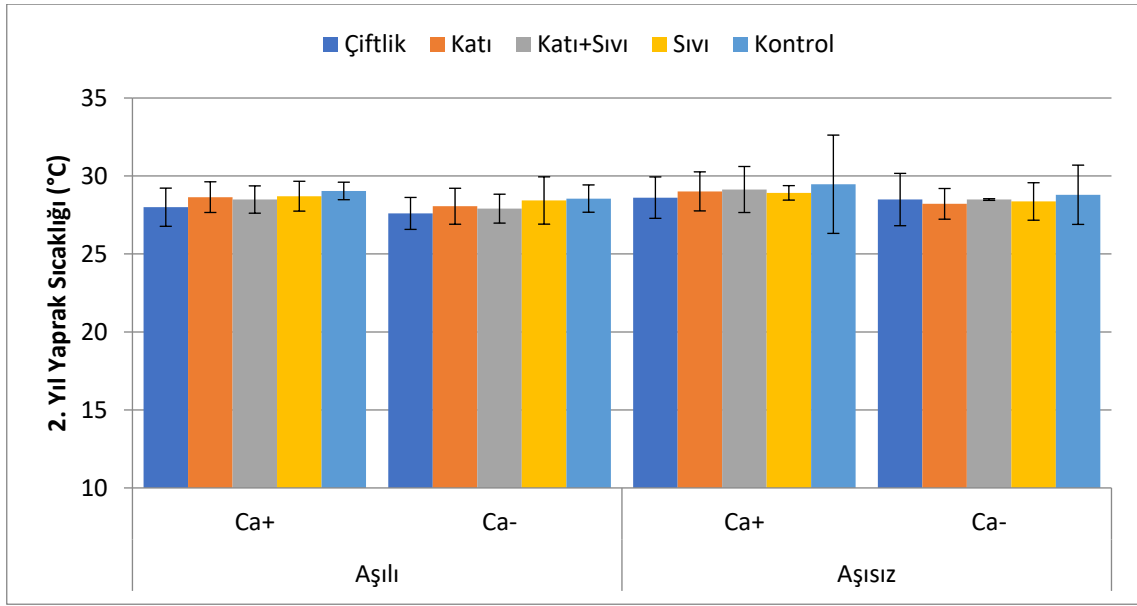
Şekil 4.70. Birinci yılda üçüncü Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların yaprak sıcaklığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında birinci Ca uygulamasından sonra yapılan yaprak sıcaklığı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak sıcaklığı Ca⁺ ortamdaki aşısız (26.41 °C) ve aşılı (26.39 °C) asmalarda kontrol uygulamasında kaydedilmiştir. En düşük değerler ise Ca⁻ ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (24.31 °C) belirlenmiştir.



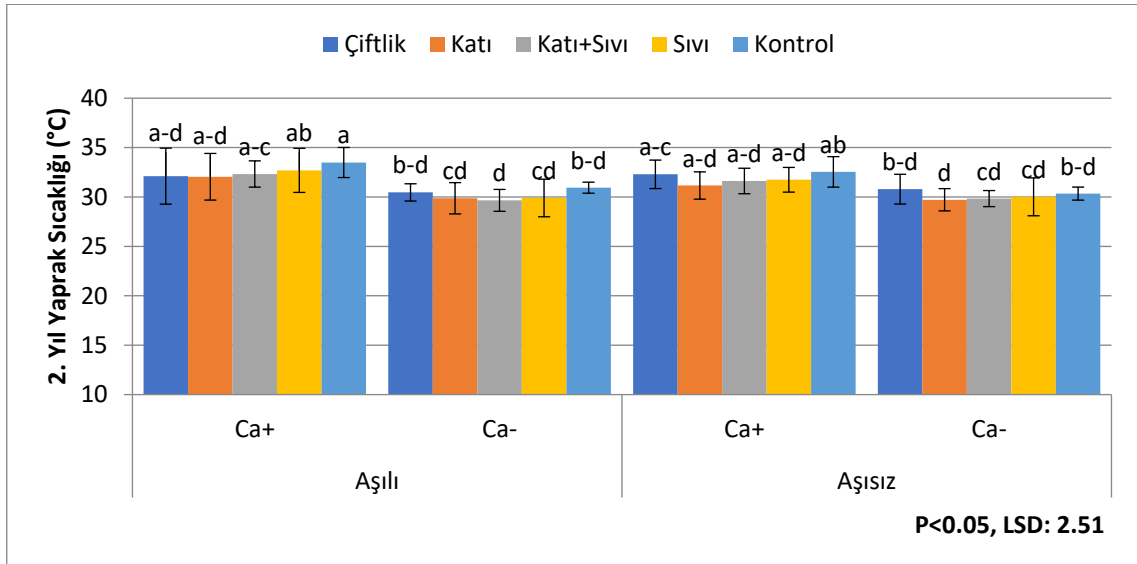
Şekil 4.71. İkinci yılda ilk Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların yaprak sıcaklığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında ikinci Ca uygulamasından sonra yapılan yaprak sıcaklığı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak sıcaklığı Ca⁺ ortamdaki aşısız ve aşılı asmalarda kontrol uygulamasından elde edilmiştir (sırasıyla, 29.47 ve 29.04 °C). En düşük değerler ise Ca⁻ ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında kaydedilmiştir (27.60 °C).



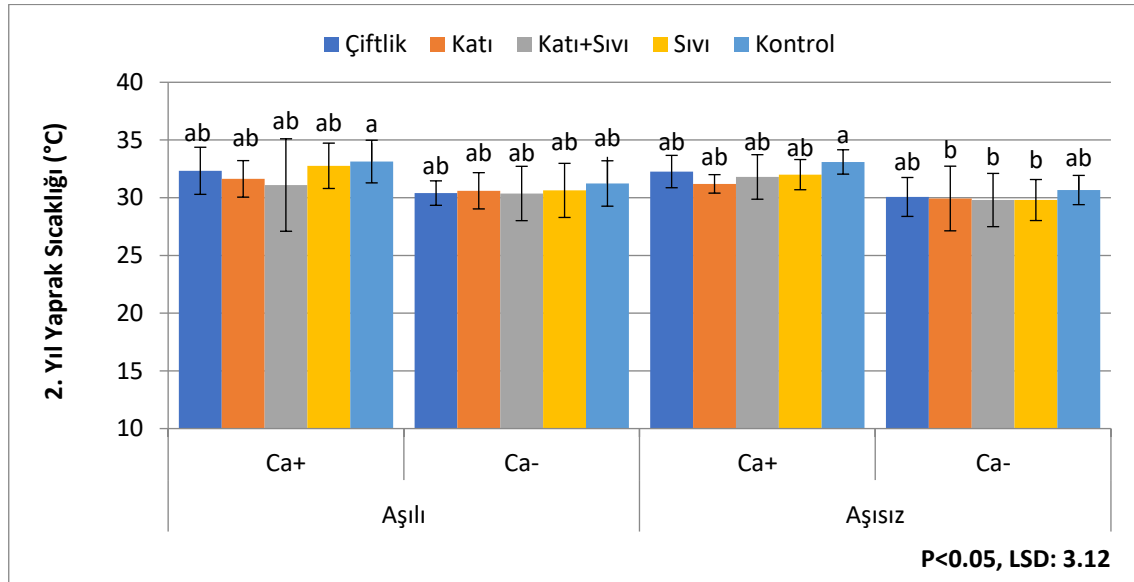
Şekil 4.72. İkinci yılda ikinci Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların yaprak sıcaklığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında üçüncü Ca uygulamasından sonra yapılan yaprak sıcaklığı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değerler Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda sırasıyla kontrol (33.49 °C) ve sıvı solucan gübresi (32.69 °C) uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük yaprak sıcaklığı ise Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasından (29.66 °C) elde edilmiştir.



Şekil 4.73. İkinci yılda üçüncü Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların yaprak sıcaklığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında dördüncü Ca uygulamasından sonra yapılan yaprak sıcaklığı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak sıcaklığı Ca⁺ ortamdaki aşılı (33.13 °C) ve aşısız (33.10 °C) asmalarda kontrol uygulamasında belirlenmiştir. En düşük değerler ise Ca⁻ ortamdaki aşısız asmalarda katı+sıvı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarında tespit edilmiştir (29.80°C).



Şekil 4.74. İkinci yılda dördüncü Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların yaprak sıcaklığına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Yapraklar fotosentez, terleme ve karbon dengesinin kurulması, taç mikro ikliminin düzenlenmesi, bitki ve toprak-su dengesinin kurulması gibi önemli fizyolojik fonksiyonları düzenlemektedir (Nicotra ve ark., 2011; Wang ve ark., 2019a). Liu ve Stützel (2002)'in de bildirdiği gibi asma yapraklarında terleme fonksiyonuyla yaprak sıcaklığında bazı değişimler meydana gelmektedir. Stres koşullarında fotosentezin aksaması sonucunda yaprak sıcaklığı artabilmektedir. Bitkilerin bu durumda terleme yoluyla yaprak sıcaklığını düşürdükleri ifade edilmiştir (Jackson, 1982).

Özturan (2018), topraksız kültürde torf ve perlit karışımından (1:1) oluşturdukları ortamda 'Alphonse Lavellée' çeşidine yapraktan uyguladıkları sıvı solucan gübresinin yaprak sıcaklığını kontrole göre düşürdüğünü belirtmişlerdir. Söz konusu çalışmada yaprak sıcaklıklarının 20°C ile 34°C arasında değiştiği raporlanmıştır.

Kontrollü serada katı kültür ortamında gerçekleştirilen bir çalışmada, yaprak sıcaklığının hava sıcaklığına paralel olarak arttığı ve günlük yaprak sıcaklığındaki

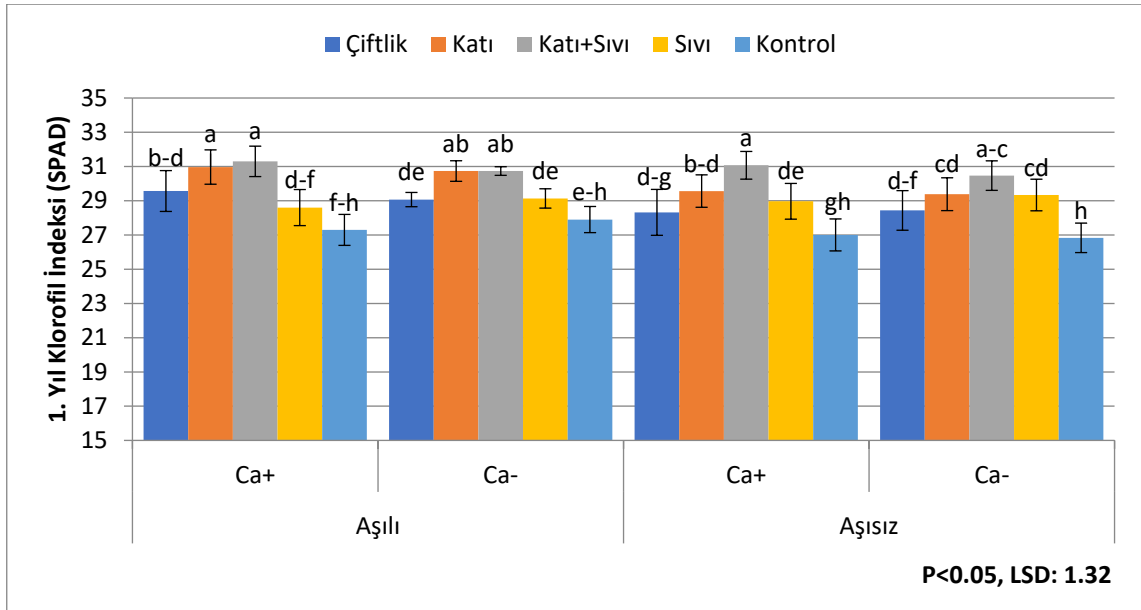
değişimlerin genotiplere göre değişmekle birlikte 24.2-34°C arasında değiştiği bildirilmiştir (Sabır ve Yazar, 2015).

Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre, özellikle denemenin ikinci yılında yaprak sıcaklığının CaCO_3 kaynaklı stres ortamında arttığı dikkati çekmiştir. Bu sonucun, kireç stresindeki asmaların mineral beslenmesi ve fotosentez sistemindeki aksamalar nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmüştür. Elde edilen yaprak sıcaklığı bulguları literatür bilgileri ile uyşur niteliktedir.

4.3.3. Yaprak klorofil içeriği (SPAD indeksi)

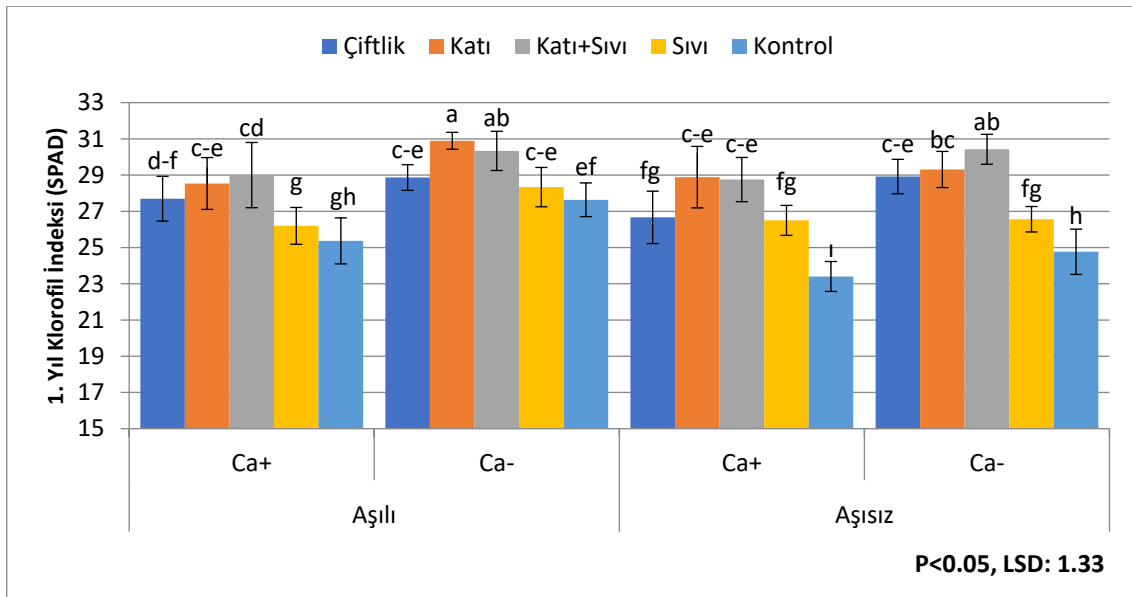
Denemenin birinci (2020) ve ikinci (2021) yıllarında yetiştirme ortamına birer hafta arayla 4'er defa uygulanan kalsiyum karbonat (CaCO_3) solüsyonunun asma fizyolojisi üzerine kısa dönemde etkilerinin belirlenebilmesi için, Ca uygulamalarından 7 gün sonra yaprak klorofil (SPAD) değerleri ölçülmüştür. Birinci yılda ölçülen klorofil değerleri Şekil 4.75, 4.76 ve 4.77'de; ikinci yılda elde edilen veriler ise Şekil 4.78, 4.79, 4.80 ve 4.81'de sunulmuştur. Birinci yıl son Ca uygulamasını takiben vejetasyon süresinin sona yaklaşması nedeniyle yaprak klorofil içeriğinde önemli düşüşler saptandığından uygulamaların etkileri karşılaştırmaya değer bulunmamıştır.

Denemenin birinci yılında birinci Ca uygulamasından sonra yapılan klorofil (SPAD) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil (SPAD) değeri Ca^+ ortamda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında sırasıyla aşılı (31.30) ve aşısız (31.07) asmalarda kaydedilirken, en düşük değer Ca^- ortamda aşısız asmalarda kontrol uygulamasında (26.83) saptanmıştır. Bu dönemde yapılan ölçümlerde, ilk Ca uygulamasının yeterli seviyede stres oluşturmuyarak klorofil değerine çok fazla yansımadığı veya asmaların gösterdiği ilk tepkilerin belirsiz olduğu; oluşan farklılıkların ise anaç ve organik uygulamalardan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Asma yapraklarının klorofil değerleri, katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur.



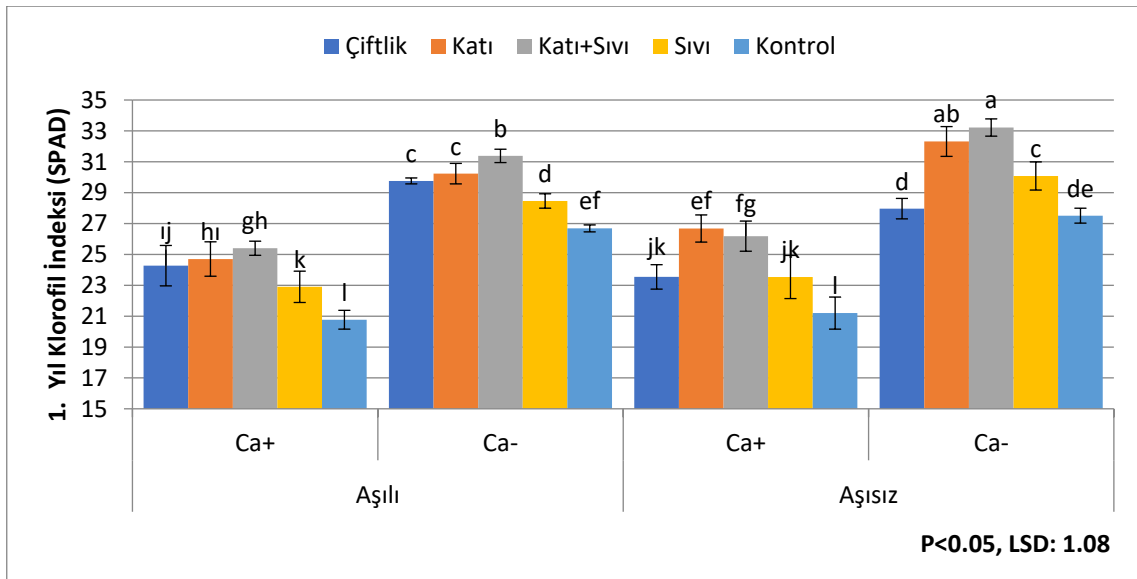
Şekil 4.75. Birinci yılda ilk Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların klorofil (SPAD) değerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin birinci yılında ikinci Ca uygulamasından sonra yapılan klorofil (SPAD) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil (SPAD) içeriği Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresi uygulamasından ve aşısız asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasından elde edilmiştir (sırasıyla, 30.89 ve 30.42). En düşük klorofil değeri ise Ca- ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında (23.40) belirlenmiştir. Bu dönemde yapılan ölçümlerde, bir önceki ölçüm tarihindeki sonuçlara göre CaCO_3 kaynaklı stres ortamının etkisinin ortaya çıktığı düşünülmüştür. Nitekim Ca+ ortamlardaki asmaların klorofil içeriğinin Ca- ortamdakilere göre azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca organik uygulamaların kontrol uygulamasına göre nispeten daha etkili olduğu ve asmaların uygulamalara gösterdiği tepkilerde anacın da etkili olabileceği kanaati oluşmuştur. Ayrıca bir önceki ölçüm tarihinde olduğu gibi katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarının diğer uygulamalardan daha etkili olduğu dikkati çekmiştir.



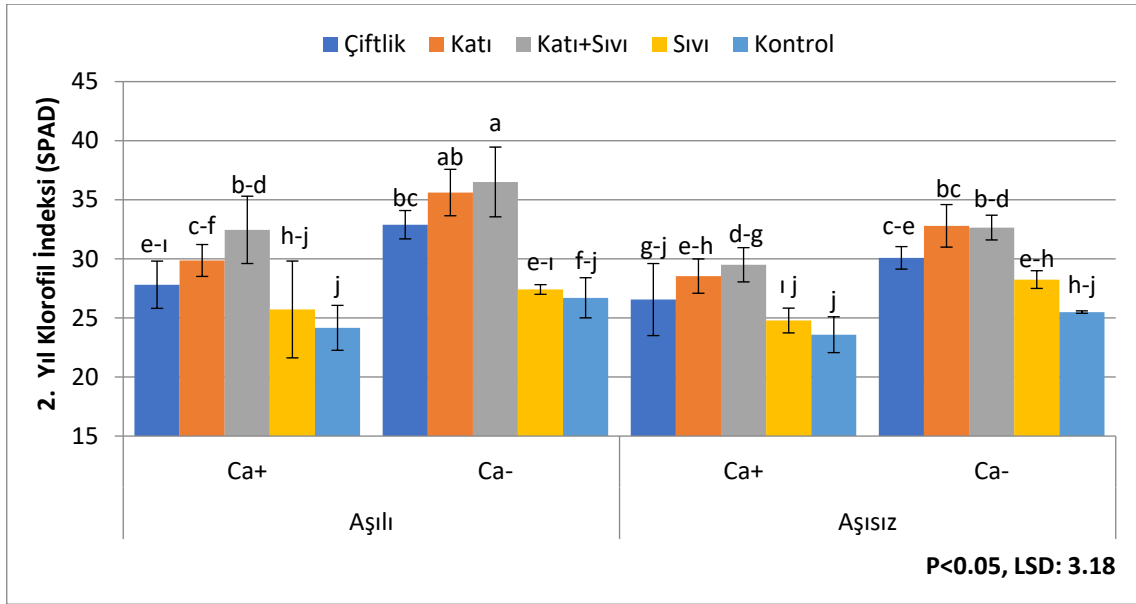
Şekil 4.76. Birinci yılda ikinci Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların klorofil (SPAD) değerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin birinci yılında üçüncü Ca uygulamasından sonra yapılan klorofil (SPAD) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil (SPAD) değeri Ca- ortamdaki aşısız asmalarda sırasıyla katı+sıvı (33.22) ve sıvı solucan gübresi (32.31) uygulamalarında kaydedilirken en düşük klorofil miktarı Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında (20.77) tespit edilmiştir. Bu dönemde yapılan ölçümde daha önceki ölçümlere kıyasla CaCO₃ kaynaklı stres ortamının asma yapraklarının klorofil içeriğini daha belirgin bir farkla azalttığı saptanmıştır. Bu durumun, Ca uygulamalarının neden olduğu stresin birikmesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Organik uygulamaların stres uygulanan ve uygulanmayan ortamlarda kontrol uygulamasına göre daha etkin olduğu tespit edilmiştir. Özellikle katı+sıvı ve katı solucan gübresi uygulamalarının en yüksek klorofil değerlerini sağladığı dikkati çekmiştir. Bununla birlikte, çiftlik gübresinin aşılı asmalarda aşısız asmalara göre daha etkili olduğu belirlenmiş olup, bu farklılığın anaç faktöründen kaynaklanabileceği kanaati oluşmuştur.



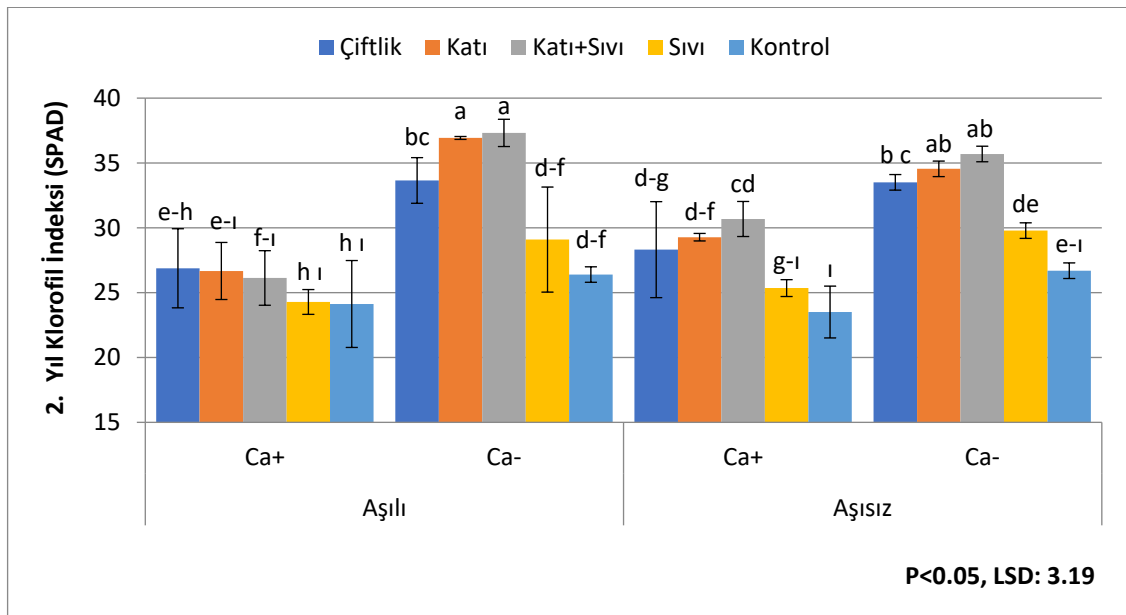
Şekil 4.77. Birinci yılda üçüncü Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların klorofil (SPAD) değerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında birinci Ca uygulamasından sonra yapılan klorofil (SPAD) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil yoğunluğu Ca- ortamdaki aşılı asmalarda sırasıyla katı+sıvı solucan gübresi (36.51) ve katı solucan gübresi (35.61) uygulamalarında tespit edilmiştir. En düşük klorofil değerleri ise Ca+ ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşısız (23.58) ve aşılı (24.16) asmalarda kaydedilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek sonuçların katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarından elde edilmesinin, kullanılan çiftlik gübresinin ortam pH'sını artırmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim yapılan analizlerde, çiftlik gübresinin pH'sının yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2).



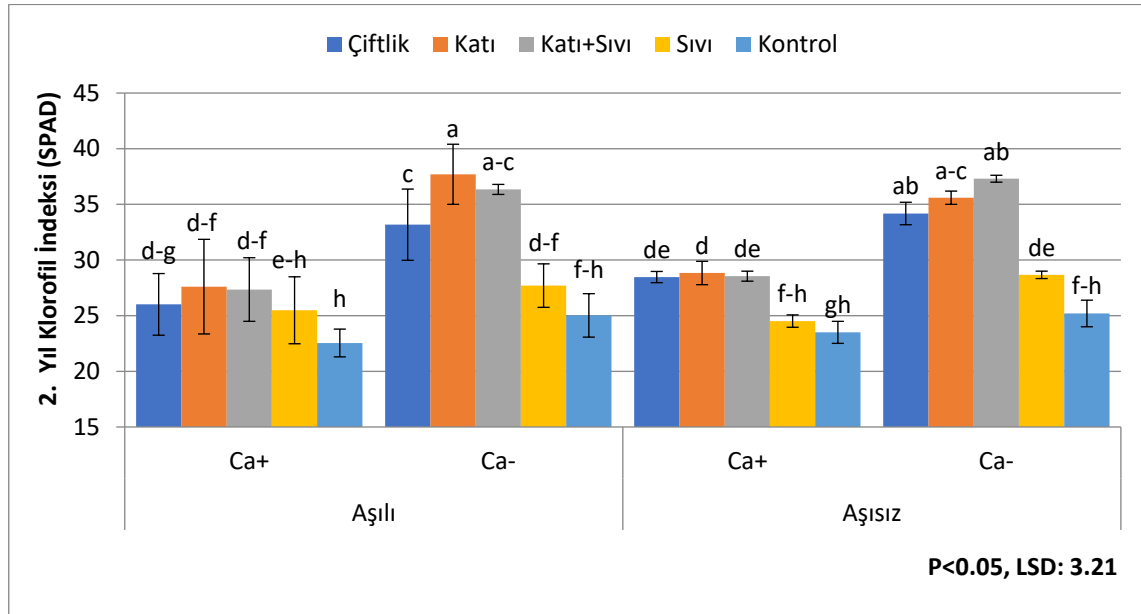
Şekil 4.78. İkinci yılda ilk Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların klorofil (SPAD) değerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında ikinci Ca uygulamasını takiben yapılan klorofil (SPAD) ölçümlerine göre tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil miktarı Ca- ortamdaki aşılı asmalarda sırasıyla katı+sıvı solucan gübresi (37.32) ve katı solucan gübresi uygulamasında (36.93) kaydedilmiştir. En düşük klorofil yoğunluğu ise Ca+ ortamdaki aşısız (23.51) ve aşılı (24.13) asmalarda kontrol uygulamasından elde edilmiştir.



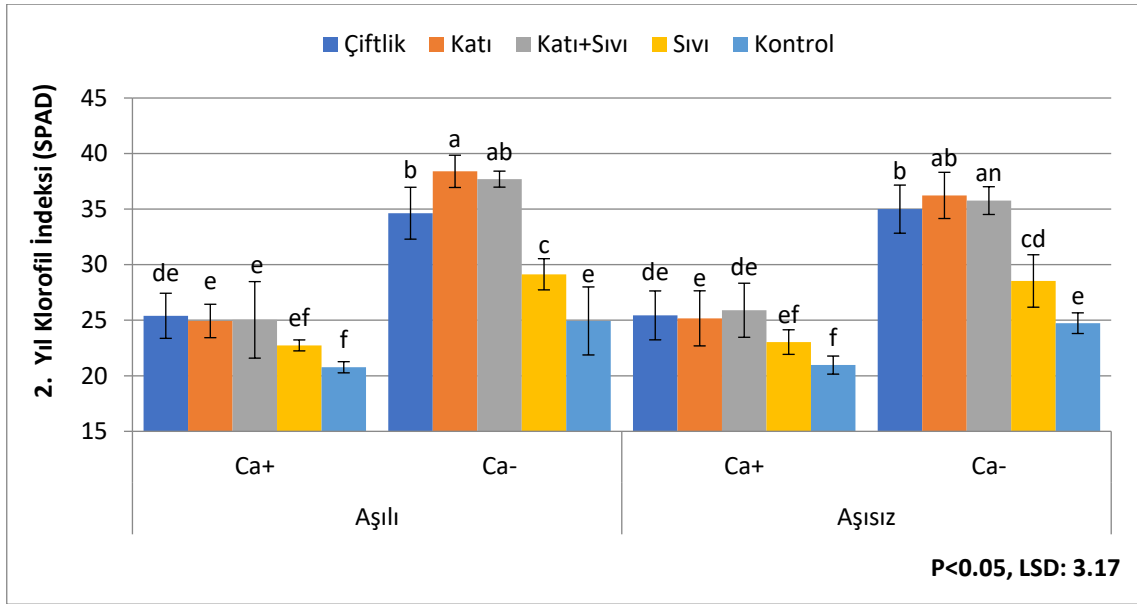
Şekil 4.79. İkinci yılda ikinci Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların klorofil (SPAD) değerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında üçüncü Ca uygulamasından sonra yapılan klorofil (SPAD) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil yoğunluğu Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında (37.70) belirlenirken bunu aşısız asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulaması (37.30) takip etmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşılı (22.54) ve aşısız (23.50) asmalarda kaydedilmiştir.



Şekil 4.80. İkinci yılda üçüncü Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların klorofil (SPAD) değerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında dördüncü Ca uygulamalarını takiben yapılan klorofil (SPAD) ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak klorofil değerleri, Ca- ortamdaki aşılı asmalarda sırasıyla katı solucan gübresi (38.40) ve katı+sıvı solucan gübresi (37.70) uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşılı (20.77) ve aşısız (20.97) asmalarda kaydedilmiştir. Bu dönemde yapılan ölçümlerde, CaCO₃ kaynaklı stresin birikmesi sebebiyle Ca+ ve Ca- ortamlardaki asmaların klorofil miktarları arasındaki farklılık artmıştır.



Şekil 4.81. İkinci yılda dördüncü Ca uygulamasından sonra organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların klorofil (SPAD) değerine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Elde edilen sonuçlara göre, denemenin her iki yılında da organik uygulamaların asmalarda klorofil içeriğini artırdığı tespit edilmiştir. Özellikle katı solucan gübresi uygulamasının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu dikkati çekmiştir. Ayrıca CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında klorofil içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Yetiştirme ortamında bulunan bikarbonatın pH'yı artırdığı ve asmalarda besin alımını etkilediği bilinmektedir (Bavaresco ve Poni, 2003). Rizosferde artan pH'nın özellikle demir metabolizmasını bozarak kloroza neden olduğu raporlanmıştır (Sabır ve ark., 2010). Flore (2011), besin elementlerindeki eksikliğin bitkilerde doğrudan veya dolaylı olarak fotosentezi sınırlandırdığını vurgulamıştır. Bu nedenle CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında besin elementlerinin yarıyışlılığının azalabileceği ve organik gübrelerin Ca+ ve Ca- ortamlarda asmaların besin alımını artırabileceği düşünülmüştür.

Çetin ve Koç (2023), %0, %10 ve %25 kireç içeren perlit ortamlarında yaptıkları saksı denemesinde, kireç stresinin 1103 P anacına aşılı 'Hasan Dede' üzüm çeşidinin yaprak klorofil indeksini (SPAD) azalttığını belirlemişlerdir. Daler ve Cangı (2021) saksı kültüründe farklı pH'lara sahip perlit ortamlarında 5 BB ve 41 B asma anaçlarının klorofil miktarlarının ortam pH'sından etkilendiğini bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada artan pH nedeniyle 5 BB anacının SPAD değerinin 16.11 seviyesine, 41 B anacının ise 14.29 seviyesine kadar düştüğü raporlanmıştır. Benzer bir çalışmada, torf ve perlit (1:1) ortamına uygulanan bikarbonatın 12 adet asma çeşidinde SPAD değerini azalttığı belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki

asmaların klorofil içeriği 5-10 (SPAD indeksi) arasında değişirken, kontrol ortamındaki asmalarda 15-20 (SPAD indeksi) arasında olduğu ifade edilmiştir (Karimi ve Salimi, 2021).

Shahsavandi ve ark. (2020), torf ve perlit (1:1) karışımından oluşturdukları topraksız kültür ortamında bikarbonat uygulamaları ve farklı demir formlarının dört asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamının, asma yapraklarında klorofil miktarını (SPAD) azalttığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki asmalarda SPAD değerleri 17-26 arasında belirlenirken, kontrol ortamında 24.3-33.3 arasında bulunmuştur. Covarrubias ve ark. (2014), topraksız kültürde 140 Ru asma anacının bikarbonat kaynaklı stres ortamına ve demir uygulamalarına tepkilerini araştırmışlar ve bikarbonat kaynaklı stresin yapraklarda klorofil miktarını azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar asma yapraklarının SPAD değerinin bikarbonat kaynaklı stres ortamında 6.5 olduğunu, demir uygulamaları ile klorofil değerinin 10.5'e yükseldiğini belirlemişlerdir.

Sabır ve ark. (2010), topraksız kültürde bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve demir uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamının asma yapraklarında klorofil miktarını düşürdüğü belirlenmiş ve SPAD değerlerinin 20-38 arasında değiştiği raporlanmıştır. Tangolar ve ark. (2008), *in vitro* şartlarda ortama ilave edilen bikarbonat ve demir uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaya göre, bikarbonat stresli ortamlarda asmaların klorofil (SPAD) değerlerinin azaldığı ifade edilmiş olup, en yüksek klorofil içeriğinin Fercal ve 1103 P anaçlarından; en düşük değerlerin ise 1613 C anacı ve 'Perlette' çeşidinden elde edildiği belirtilmiştir. Karaca ve Sabır (2018), topraksız kültürde yaptıkları çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve bakteri uygulamalarının asma anaçlarındaki etkilerini artırmışlardır. Çalışmada, klorofil içeriğinin üç farklı anaçta 28-38 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Gayretli ve ark. (2023) saksı kültüründe kireçli toprakta yaptıkları çalışmada, çiftlik gübresinin 3 adet asma genotipinde klorofil miktarını artırdığını bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, en yüksek klorofil miktarının %20 oranında uygulanan çiftlik gübresi uygulamasında 41 B (34.9 SPAD indeksi) ve 1103 P (34.1 SPAD indeksi) anaçlarında belirlendiği; en düşük değerlerin ise kontrol uygulamasında 'Michelle Palieri' çeşidinde (25.5 SPAD indeksi) kaydedildiği raporlanmıştır. Ekbiç ve ark.

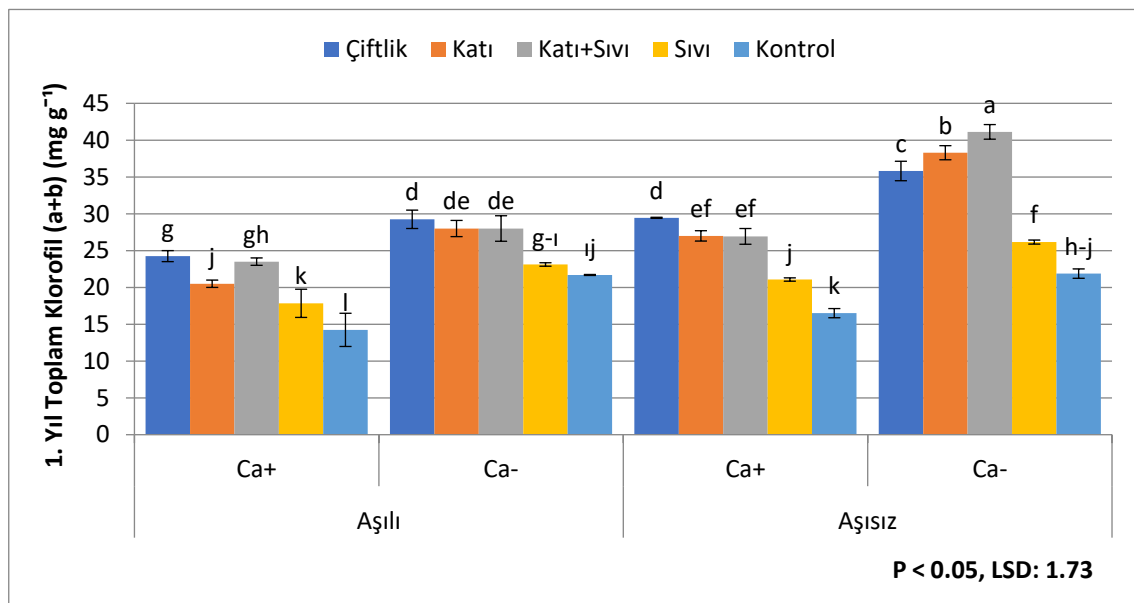
(2022) tarafından saksı kültüründe yapılan çalışmada, toprağa uygulanan çiftlik gübresi+fındık zurufu kompostunun 5 BB anacında klorofil değerini (28.1 SPAD indeksi) artırdığı ifade edilmiştir.

Bazı araştırmalarda elde edilen SPAD değerlerinin bizim sonuçlarımızdan düşük olmasının, kullanılan SPAD cihazının modeli ve ölçüm prensibiyle alakalı olduğu tahmin edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada elde edilen bulguların genel olarak literatür bilgileriyle uyşur nitelikte olduğu kanaati oluşmuştur.

4.3.4. Toplam klorofil (a+b) (mg g⁻¹ YA)

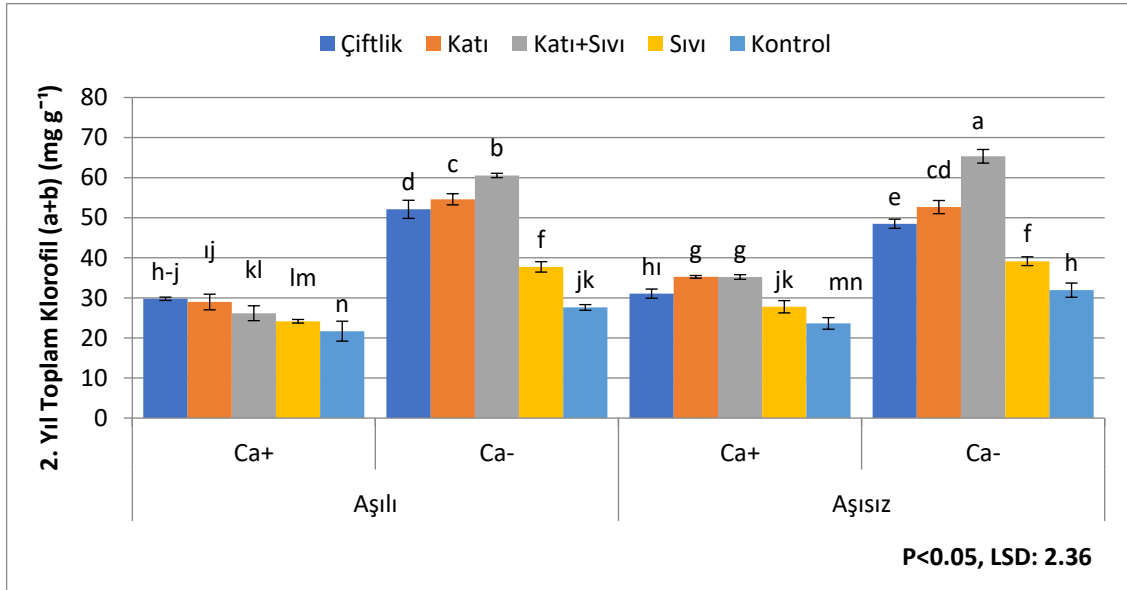
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında analiz edilen toplam klorofil değerleri Şekil 4.82’de, ikinci yıl elde edilen değerler ise Şekil 4.83’te gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında toplam klorofil (a+b) içeriği üzerine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek toplam klorofil içeriği Ca- ortamdaki aşısız asmalarda sırasıyla katı+sıvı solucan gübresi (41.13 mg g⁻¹) ve katı solucan gübresi uygulamasında (38.29 mg g⁻¹) elde edilmiştir. En düşük toplam klorofil içeriği ise Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında belirlenmiş olup, bunu aşısız asmalarda sıvı solucan gübresi uygulaması (sırasıyla, 14.24 ve 16.51 mg g⁻¹) izlemiştir.



Şekil 4.82. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl toplam klorofil (a+b) içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında toplam klorofil (mg g^{-1}) içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek toplam klorofil miktarı Ca^- ortamdaki aşısız asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (65.34 mg g^{-1}) saptanmıştır. En düşük toplam klorofil ise Ca^+ ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşılı (21.69 mg g^{-1}) ve aşısız asmalarda (23.62 mg g^{-1}) tespit edilmiştir.



Şekil 4.83. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl toplam klorofil (a+b) içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Elde edilen sonuçlara göre, organik uygulamaların asmalarda toplam klorofil içeriğini artırdığı tespit edilmiştir. Organik gübre uygulamaları arasında ise katı solucan gübresinin bulunduğu ortamların daha etkili olduğu dikkati çekmiştir. CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarındaki aşılı asmalarda en yüksek değerler çiftlik gübresi ve katı solucan gübresi uygulamalarında belirlenirken aşısız asmalarda katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarından elde edilmiştir. Yaprakların toplam klorofil içeriği incelendiğinde, aşısız asmaların kireç kaynaklı stres ortamına toleransının aşılı asmalara göre daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Aşılı ve aşısız asmaların kireç stresi ortamındaki uygulamalara verdikleri bu farklı tepkilerde anaç faktörünün etkili olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca toplam klorofil içeriğinin Ca^+ ortamlardaki asmalarda Ca^- ortamlardakilere göre azaldığı ve bu azalmanın ikinci yılda daha belirgin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu etkinin, yetiştirme ortamlarına ilave edilen CaCO_3 çözeltisi nedeniyle ortamda artan kireç miktarı ve pH seviyesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Denemenin ikinci yılında toplam klorofil miktarındaki azalmanın daha belirgin olması ise asmalarda biriken kireç stresi ile ilişkilendirilmiştir. Yapılan çalışmalarda yetiştirme ortamının pH'sının artışıyla bitkilerin Fe alımının azaldığı bildirilmiştir (Roosta ve ark., 2015). Fe'nin birçok fizyolojik olayda önemli rol oynadığı (Sabır ve ark., 2010), tüm fotosentetik fonksiyonları, gelişimi ve yapılarını etkilediği raporlanmıştır (Shahsavandi ve ark., 2020). Demirin klorofillerin biyosentetik yolunda yer aldığı ve birçok enzimin önemli kofaktörü olduğu bilinmektedir (Marschner, 2012). Yaprakta bulunan demirin çoğunluğu (yaklaşık %80) kloroplastta bulunmakla birlikte, özellikle %60'ı fotosentetik elektron taşıma zincirinde kullanılmaktadır (Terry ve Low, 1982). Bu nedenle, Fe eksikliği koşulları altında, yaprak Fe konsantrasyonundaki azalmaya genellikle klorofil seviyelerinde belirgin bir azalma eşlik etmektedir (Ranieri ve ark., 2001; Gogorcena ve ark., 2005). Özellikle Fe, Zn ve Mn gibi birçok besin elementinin fotosentez sisteminde kullanıldığı, magnezyumun ise klorofilin merkez atomu olduğu ve fotosentez açısından önemli besin elementlerinden olduğu bildirilmiştir (Bolat ve Kara, 2017).

Shahsavandi ve Eshghi (2023), torf ve perlit karışımından (1:1) oluşan topraksız kültür ortamında bikarbonat uygulamalarının ve farklı demir formlarının aşılı ve aşısız asmaların fizyolojik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmada, 'Sultani Çekirdeksiz ve 'Flame Seedless' üzüm çeşitleri hem kendi kökleri üzerinde hem de birbirlerine aşılanarak (resiprokal aşılama) yetiştirme ortamlarındaki bikarbonat ve demir formlarının etkileri araştırılmıştır. Araştırmaya göre, kendi kökü üzerinde yetiştirilen 'Flame Seedless' çeşidinin toplam klorofil miktarı bikarbonat kaynaklı stres ortamında 1.56 mg g^{-1} YA olarak bulunurken, kontrol ortamında 2.84 mg g^{-1} YA olarak belirlenmiştir. Aynı araştırmada, 'Sultani Çekirdeksiz' çeşidine aşılı olarak yetiştirilen 'Flame Seedless' çeşidinin toplam klorofil içeriği bikarbonat kaynaklı stres ortamında 3.04 mg g^{-1} YA olarak belirlenirken, kontrol ortamında 3.89 mg g^{-1} YA olarak bulunmuştur. Söz konusu çalışmada 'Sultani Çekirdeksiz' çeşidinin anaç olarak kullanılmasıyla bikarbonat kaynaklı stres ortamına dayanımın arttığı belirtilmiştir. Bu çalışmada, Shahsavandi ve Eshghi (2023)'nin bulgularına benzer olarak, aşılı ve aşısız asmalar CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarına farklı tepkiler göstermiştir.

Shahsavandi ve Eshghi (2021), torf ve perlit (1:1) karışımından oluşan topraksız kültür ortamında bikarbonat uygulamalarının ve farklı demir formlarının dört asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, asma yapraklarında toplam klorofil

miktarını azalttığı raporlanmıştır. Cambrollé ve ark. (2014), topraksız kültürde perlit ortamında yabani asma genotipinin CaCO_3 kaynaklı strese tepkilerini araştırmak amacıyla yetiştirme ortamına CaCO_3 ilave ederek %20, %40 ve %60 oranında kireç içeren ortamlar oluşturmuşlardır. Söz konusu araştırmaya göre, yetiştirme ortamlarında kireç miktarı arttıkça asma yapraklarının toplam klorofil miktarının azaldığı saptanmıştır. Bu araştırmacılar, toplam klorofil miktarını kontrol ortamındaki asmalarda $14.5 \mu\text{g g}^{-1}$ YA; %60 CaCO_3 içeren ortamdaki asmalarda ise $4.1 \mu\text{g g}^{-1}$ YA olarak belirlemişlerdir.

Bavaresco ve ark. (1992), kireçli toprakta yetiştirilen 140 Ru, SO4 ve 101-14 asma anaçlarının yapraklarında toplam klorofil miktarının sırasıyla 1.27, 0.98 ve 0.49 mg g^{-1} olarak belirlendiğini; kirecsiz toprakta ise sırasıyla 1.43, 1.13 ve 0.93 mg g^{-1} olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Literatür bulgularına göre, araştırmacıların klorofil içeriği ölçümünde farklı yöntemler ve cihazlar kullandığı belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar yapraklarda klorofilin parçalanmasını sağlayan yöntemler kullanmışlar ve farklı dalga boylarında oluşan renk değerlerinde çeşitli formüller kullanarak toplam klorofil içeriğini hesaplamışlardır. Bu nedenle literatürdeki rakamlarla bizim sonuçlarımızdaki farklılığın yöntem farklılığından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Ayrıca çalışmalarındaki sonuçların farklılık sebeplerinin, kloroplastın stres şartlarına karşı bazı adaptasyon mekanizmalarına sahip olmasından kaynaklanabileceği de bildirilmiştir (Biswal ve Biswal, 1999). Bu nedenle literatürde yöntem farklılıklarından veya çevre şartlarından kaynaklanan farklı değer aralıkları bulunmaktadır.

Bu çalışmada, asma yapraklarının toplam klorofil miktarının CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında azalmasının ve organik gübre uygulamaları ile artmasının yetiştirme ortamlarındaki suda çözünebilir besin elementleriyle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Nitekim, araştırmamızda CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarındaki suda çözünebilir besin elementlerinin azaldığı ve organik gübre uygulamalarının yetiştirme ortamındaki suda çözünebilir besin elementlerini artırdığı tespit edilmiştir. Organik gübrelerin ve CaCO_3 uygulamalarının yetiştirme ortamlarının besin içeriklerine etkileri, yetiştirme ortamlarına ait bulgular bölümünde tartışılmıştır. Özellikle demir, çinko ve mangan gibi birçok besin elementinin fotosentez sisteminde kullanıldığı, magnezyumun klorofilin merkez atomu olduğu ve fotosentez açısından hayati önem taşıdığı bildirilmiştir (Bolat ve Kara, 2017). Kireç kaynaklı stres ortamlarında bu besin elementlerinin yarayışlılığının azalması sebebiyle asma kökleri tarafından alınamadığı ve bu nedenle fotosentezin aksadığı düşünülmüştür. Söz konusu besin elementleri ve yetiştirme

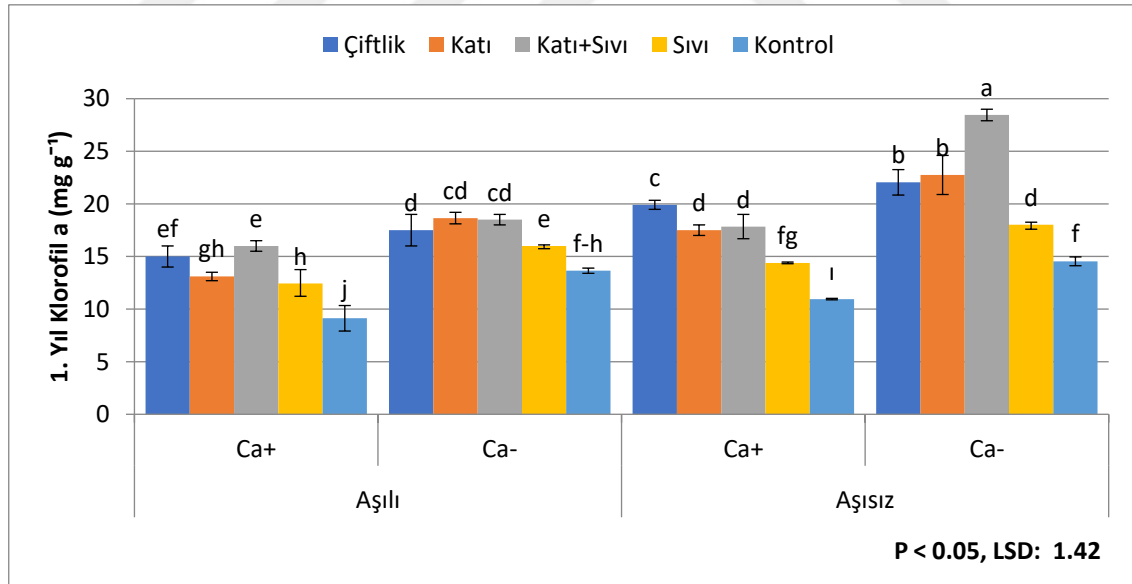
ortamındaki kirecin etkilediği birçok besin elementi aynı zamanda stres şartlarında antioksidan enzimlerin yapılarında ve aktivitelerinde de etkin görevlere sahiptir.

Bu çalışmada, stres ortamlarındaki asmaların MDA miktarı ve iyon sızıntısının da arttığı tespit edilmiştir. Bu durumun, hücre duvarlarındaki zararlanmayı ve bu nedenle klorofil miktarını etkilemiş olabileceği düşünülmüştür. Besin elementlerinin asmaların fotosentez sistemindeki ve stres şartlarındaki görevleri ilgili bölümlerde tartışılmıştır.

4.3.5. Klorofil a (mg g^{-1} YA)

Denemenin birinci yılında asma yapraklarında kaydedilen klorofil a içerikleri Şekil 4.84'te, ikinci yıl elde edilen değerler ise Şekil 4.85'te sunulmuştur.

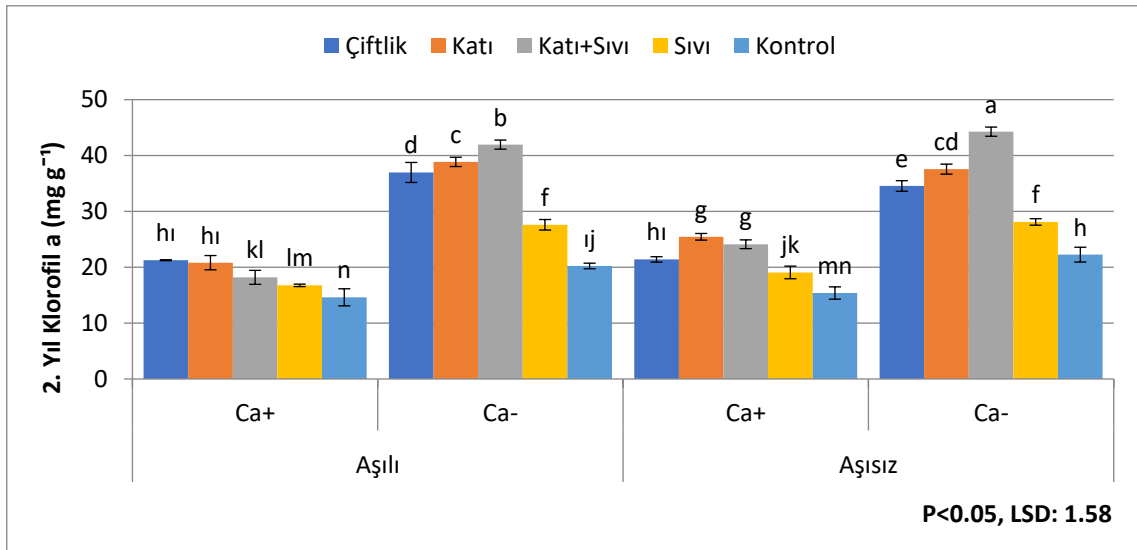
Denemenin birinci yılında asma yapraklarının klorofil a (mg g^{-1}) miktarı üzerine tüm uygulamaların istatistiki açıdan önemli etki gösterdiği saptanmıştır. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil a içeriği Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı+sıvı solucan gübresinden (28.45 mg g^{-1}) elde edilirken, en düşük değerler Ca+ aşılı asmalarda kontrol (9.13 mg g^{-1}) uygulamasında tespit edilmiştir.



Şekil 4.84. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl klorofil a miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında asma yapraklarının klorofil a (mg g^{-1}) miktarı üzerine tüm uygulamaların etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil a miktarı Ca- ortamda sırasıyla aşısız (44.27

mg g⁻¹) ve aşılı (41.96 mg g⁻¹) asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında belirlenmiştir. En düşük klorofil a içeriğinin ise Ca⁺ ortamda aşılı (14.61 mg g⁻¹) ve aşısız (15.38 mg g⁻¹) asmalarda kontrol uygulamasında saptanmıştır.



Şekil 4.85. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak klorofil a miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Elde edilen sonuçlara göre, yapraklardaki klorofil a miktarları, organik gübre uygulamaları ile artmıştır. Ayrıca organik gübreler arasında en etkili uygulamanın katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamaları olduğu belirlenmiştir. Kireç kaynaklı stres ortamlarında da organik gübreler etkili olurken, kireç stresinin klorofil a miktarını azalttığı tespit edilmiştir.

Shahsavandi ve Eshghi (2023), torf ve perlit karışımından (1:1) oluşan topraksız kültür ortamında bikarbonat uygulamalarının ve farklı demir formlarının aşılı ve aşısız asmaların fizyolojik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmada, ‘Sultani Çekirdeksiz ve ‘Flame Seedless’ üzüm çeşitleri hem kendi kökleri üzerinde hem de birbirlerine aşılanarak (resiprokal aşılama) yetiştirme ortamlarındaki bikarbonat ve demir formlarının etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmaya göre, kendi kökü üzerinde yetiştirilen ‘Flame Seedless’ çeşidinin klorofil a içeriği bikarbonat kaynaklı stres ortamında 1.24 mg g⁻¹ YA olarak bulunurken, kontrol ortamında 2.29 mg g⁻¹ YA olarak belirlenmiştir. Aynı araştırmada, ‘Sultani Çekirdeksiz’ çeşidine aşılı olarak yetiştirilen ‘Flame Seedless’ çeşidinin klorofil a miktarı bikarbonat kaynaklı stres ortamında 2.45 mg g⁻¹ YA olarak belirlenirken, kontrol ortamında 3.14 mg g⁻¹ YA olarak bulunmuştur. Söz konusu çalışmada ‘Sultani Çekirdeksiz’ çeşidinin anaç olarak kullanılmasıyla bikarbonat kaynaklı stres ortamına toleransın arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmada,

Shahsavandi ve Eshghi (2023)'nin sonuçlarına benzer olarak, aşılı ve aşısız asmalar CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarına farklı tepkiler göstermiştir.

Shahsavandi ve Eshghi (2021), topraksız kültürde torf ve perlit karışımından (1:1) oluşan ortamda bikarbonat uygulamalarının ve farklı demir formlarının dört asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, asma yapraklarında klorofil a miktarını azalttığı belirlenmiştir.

Shahsavandi ve ark. (2020), torf ve perlit (1:1) karışımından oluşturdukları topraksız kültür ortamında bikarbonat uygulamaları ve farklı demir formlarının dört asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmaya göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamının, asma yapraklarında klorofil a miktarını azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada, demir uygulamalarının bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki asmalarda klorofil a miktarını artırdığı bildirilmiştir.

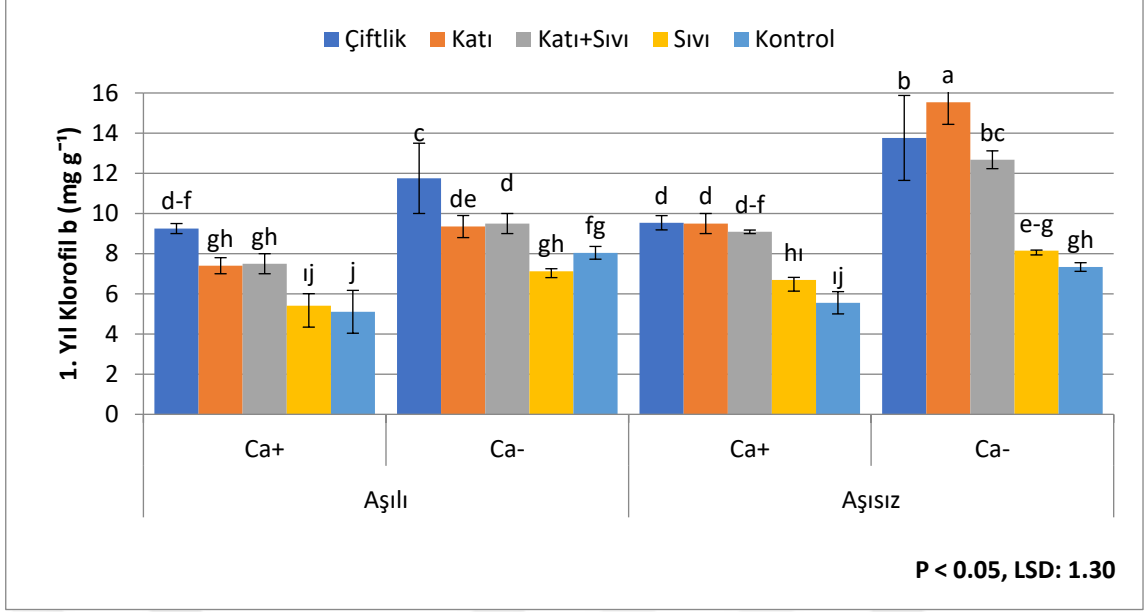
Cambrollé ve ark. (2014), topraksız kültürde perlit ortamında yabani asma genotipinin CaCO_3 kaynaklı strese tepkilerini araştırmak amacıyla yetiştirme ortamına CaCO_3 ilave ederek %20, %40 ve %60 oranında kireç içeren ortamlar oluşturmuşlardır. Bu araştırmaya göre, yetiştirme ortamlarında kireç miktarı arttıkça asma yapraklarının klorofil a miktarının azaldığı saptanmıştır. Söz konusu araştırmacılar, klorofil a miktarını kontrol ortamındaki asmalarda $10 \mu\text{g g}^{-1}$ YA; %60 kireç içeren ortamdaki asmalarda ise $3 \mu\text{g g}^{-1}$ YA olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen bulguların literatür bilgileriyle genel olarak uyduğu, oluşan bazı farklılıkların analiz yönteminden kaynaklandığı düşünülmüştür.

4.3.6. Klorofil b (mg g^{-1} YA)

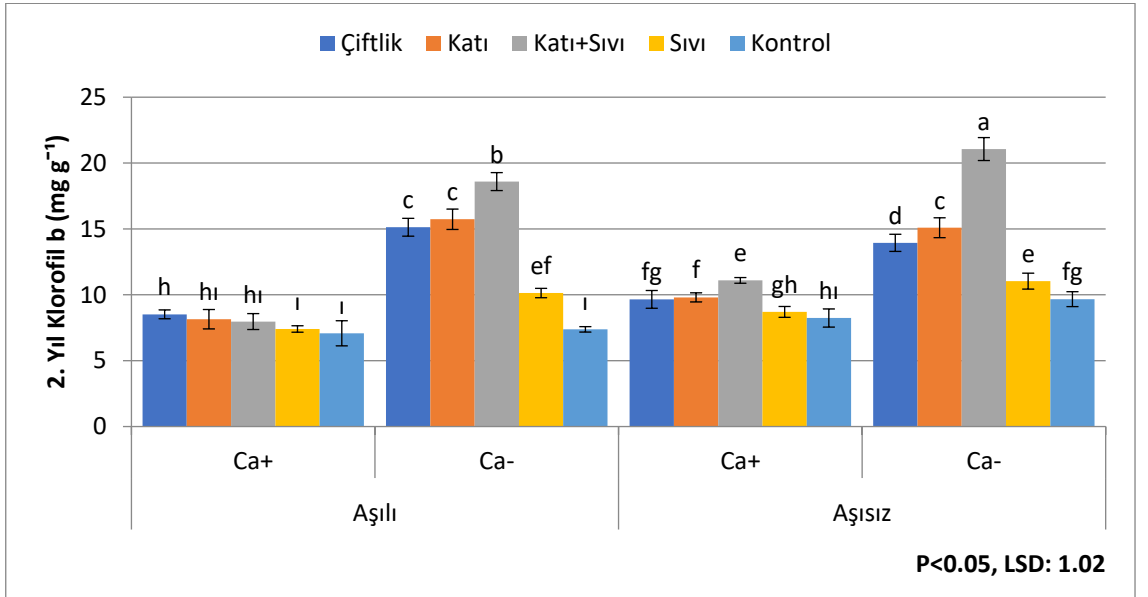
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında belirlenen klorofil b değerleri Şekil 4.86'da, ikinci yıl analiz edilen klorofil b miktarları ise Şekil 4.87'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında asma yapraklarının klorofil b (mg g^{-1}) miktarına tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil b içeriği Ca^- ortamdaki aşısız asmalarda sırasıyla katı solucan gübresi (15.54 mg g^{-1}) ve çiftlik gübresi (13.76 mg g^{-1}) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük klorofil b içeriği ise Ca^+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol ve sıvı solucan gübresi uygulamalarında belirlenmiştir (sırasıyla, 5.11 ve 5.41 mg g^{-1}).



Şekil 4.86. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların birinci yıl yaprak klorofil b miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Denemenin ikinci yılında asma yapraklarının klorofil b (mg g^{-1}) içeriği üzerine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek klorofil b içeriği Ca- ortamda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında aşısız asmalardan (21.16 mg g^{-1}) elde edilmiş olup bunu aynı ortamdaki aşılı asmalar (18.59 mg g^{-1}) izlemiştir. En düşük klorofil b miktarı ise Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol (7.08 mg g^{-1}) uygulamasında tespit edilmiştir.



Şekil 4.87. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak klorofil b miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Elde edilen sonuçlara göre, organik uygulamaların asma yapraklarının klorofil b içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, organik uygulamaların yetiştirme ortamlarına sağladıkları besin maddeleriyle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca Ca^{+} ortamdaki asmaların klorofil b miktarının Ca^{-} ortamdakilere göre daha düşük olduğu belirlenmiş olup, oluşan farklılığın denemenin ikinci yılında daha belirgin olduğu dikkati çekmiştir. Bu etkinin, yetiştirme ortamlarına ilave edilen CaCO_3 çözeltisi nedeniyle ortamda artan kireç miktarı ve pH seviyesiyle ilişkili olduğu ve biriken stresten kaynaklandığı düşünülmüştür.

Zengin ve ark. (2007), CaCO_3 'ün birçok besin elementini yarayışsız hale getirdiğini bildirmişlerdir. Kalsiyumun topraklarda fazla bulunması halinde diğer bazı besin elementlerinin, özellikle mikro besin elementlerinin alınmasında antagonistik etki yaptığı (Bolat ve Kara, 2017) ve K, Fe, P ve diğer elementlerin bitkilerin yararlanamayacağı formlara dönüştüğü bildirilmiştir (Boşgelmez ve ark., 2001). Roosta ve ark. (2015) da yetiştirme ortamının pH'sının artmasıyla birlikte bitkilerde özellikle Fe alımının azaldığını raporlamıştır. Fe eksikliğinin ise genellikle klorofil seviyelerinde belirgin bir azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir (Iturbe-Ormaetxe ve ark., 1995; Ranieri ve ark., 2001; Gogorcena ve ark., 2005). Nitekim, bu çalışmada kullanılan yetiştirme ortamlarının analizlerinde; CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarının kireç miktarı ve pH seviyesinin arttığı, besin maddelerinin suda çözünabilirliğinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında, denemenin her iki yılında da aşısız asmaların klorofil b içeriklerinin aşılı asmalara göre daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Aşılı ve aşısız asmaların kireç stresi ortamındaki uygulamalara verdikleri bu farklı tepkilerde anaç faktörünün etkili olabileceği düşünülmüştür.

Shahsavandi ve Eshghi (2023), torf ve perlit karışımından (1:1) oluşan topraksız kültür ortamında bikarbonat uygulamalarının ve farklı demir formlarının aşılı ve aşısız asmaların fizyolojik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmada, 'Sultani Çekirdeksiz' ve 'Flame Seedless' üzüm çeşitleri hem kendi kökleri üzerinde hem de birbirlerine aşılanarak yetiştirme ortamlarındaki bikarbonat ve demir formlarının etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmaya göre, kendi kökü üzerinde yetiştirilen 'Flame Seedless' çeşidinin klorofil b içeriği bikarbonat kaynaklı stres ortamında 0.32 mg g^{-1} YA olarak bulunurken, kontrol ortamında 0.55 mg g^{-1} YA olarak belirlenmiştir. Aynı araştırmada, 'Sultani Çekirdeksiz' çeşidine aşılı olarak yetiştirilen 'Flame Seedless' çeşidinin klorofil b miktarı bikarbonat kaynaklı stres ortamında 0.58 mg g^{-1} YA olarak belirlenirken, kontrol ortamında 0.75 mg g^{-1} YA olarak bulunmuştur. Söz

konusu çalışmada ‘Sultani Çekirdeksiz’ çeşidinin anaç olarak kullanılmasıyla bikarbonat kaynaklı stres ortamına toleransın arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, Shahsavandi ve Eshghi (2023)’nin sonuçlarına benzer olarak, aşılı ve aşısız asmalar CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarına farklı tepkiler göstermiştir. Shahsavandi ve Eshghi (2021), topraksız kültürde torf ve perlit (1:1) ortamında bikarbonat uygulamalarının ve farklı demir formlarının dört asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, asma yapraklarında klorofil b miktarını azalttığı belirlenmiştir.

Cambrollé ve ark. (2014), topraksız kültürde perlit ortamında yabancı asma genotipinin kalsiyum stresi ortamına tepkilerini araştırmak amacıyla yetiştirme ortamına CaCO_3 ilave ederek %20, %40 ve %60 oranında kireç içeren ortamlar oluşturmuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre, yetiştirme ortamlarında kireç miktarı arttıkça asma yapraklarının klorofil b miktarının azaldığı saptanmıştır. Araştırmacılar, kontrol ortamındaki asmalarda klorofil b miktarını $4.5 \mu\text{g g}^{-1}$ YA; %60 kireç içeren ortamdaki asmalarda ise $1.1 \mu\text{g g}^{-1}$ YA olarak belirlemişlerdir.

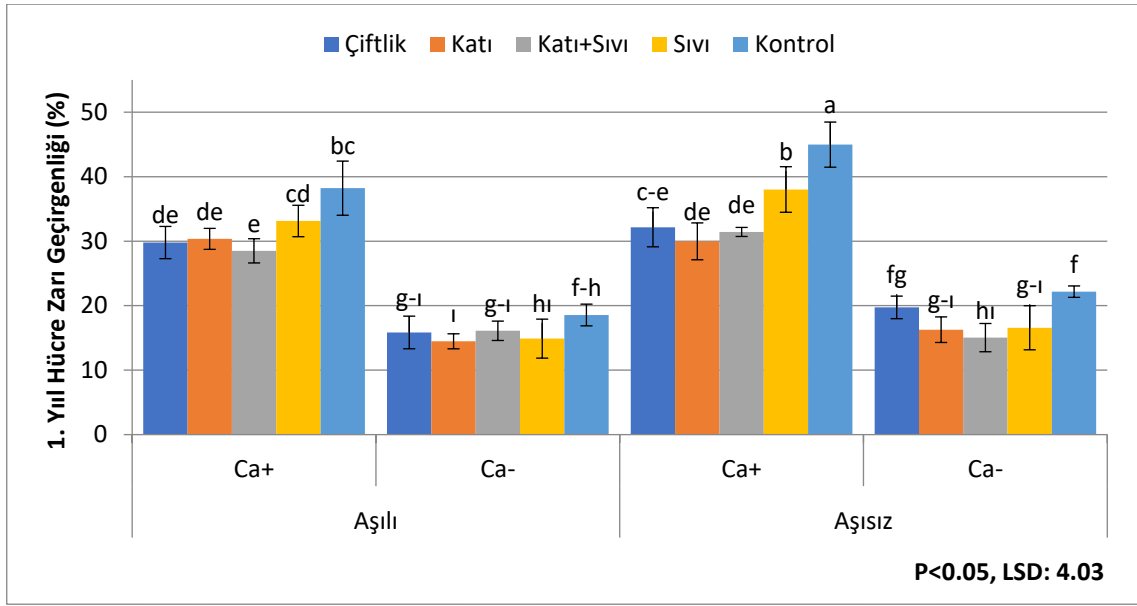
Alkalin (pH:7.89) ve tuzlu özellikteki topraklara sahip bir bağda; SO_4 ve 1103 P anaçlarına aşılı ve kendi kökü üzerinde yetiştirilen ‘Superior Seedless’ çeşidinin klorofil b miktarları iki yıl boyunca çiçeklenme, meyve tutumu, ben düşme ve hasat dönemi olmak üzere 4 dönemde araştırılmıştır. Her iki yılda da dönemlere göre değişiklik göstermekle birlikte klorofil b miktarları 1103 P ve SO_4 anacına aşılı asmalarda daha yüksek bulunmuştur (Lo’ay ve ark., 2021).

Bu çalışmada elde edilen bulguların literatür bilgileriyle uyuşur nitelikte olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3.7. Hücre zarı geçirgenliği (Elektrolit sızıntısı %)

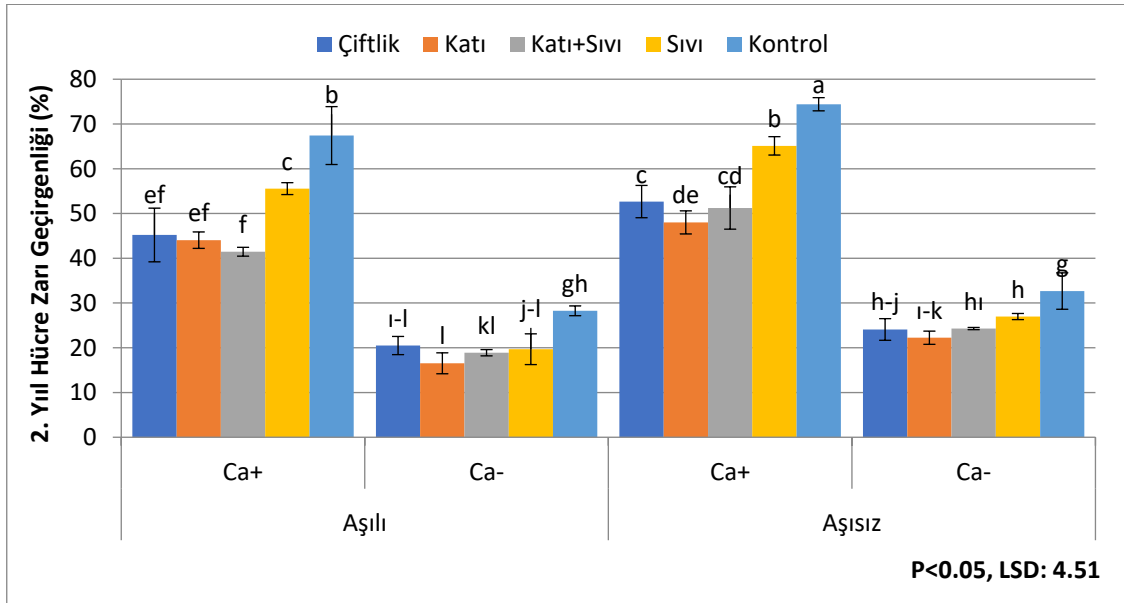
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında analiz edilen hücre zarı geçirgenliği değerleri Şekil 4.88’de, ikinci yıl belirlenen değerler ise Şekil 4.89’da sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında uygulamaların hücre zarı geçirgenliğine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek membran geçirgenliği Ca^{+} ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşısız ve aşılı asmalarda belirlenmiştir (sırasıyla %44.97 ve %38.22). En düşük membran geçirgenliği ise Ca^{-} ortamda aşılı asmalarda katı solucan gübresi (%14.47) uygulamasında kaydedilmiştir.



Şekil 4.88. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl membran geçirgenlik indeksine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında hücre membran geçirgenliğinde uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek membran geçirgenliği Ca+ ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşısız (%74.41) ve aşılı (%67.41) asmalarda kaydedilmiştir. En düşük membran geçirgenliği ise bir önceki yılda olduğu gibi Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresi (%16.53) uygulamasında belirlenmiştir.



Şekil 4.89. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl membran geçirgenlik indeksine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Bitkilerde fizyolojik olayların normal olarak devam edebilmesinde membran sistemleri önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, membran sistemindeki değişimler fizyolojik süreçteki değişimleri tetiklemektedir. Hücre membranında meydana gelen zararlanmalar nedeniyle hücre içindeki sitoplazma kayıpları elektrolit sızıntısı veya iyon sızıntısı olarak adlandırılmaktadır (Fan ve ark., 2003). İyon sızıntısı hücre membranının bütünlüğüne zarar veren oksidatif hasarı yansıtmakta ve stres şartlarında artmaktadır. Bu nedenle membranda yer alan hücresel işlevlerde bozulmalara neden olduğu belirtilmiştir (Assaha ve ark., 2016). Bitkilerde stres sonucu bu eriyiklerin sızıntı miktarının belirlenmesi, doku zararlanmalarının ve tolerans seviyesinin tespitine olanak sağlamaktadır (Bat ve ark., 2020). Bu çalışmada, kelime tekrarını önlemek için bu parametre; membran geçirgenliği, hücre zarı geçirgenliği, iyon sızıntısı ve elektrolit sızıntısı olarak ifade edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında her iki yılda da hücre zarı geçirgenliği artmıştır. Bu artışın özellikle ikinci yılda daha fazla olduğu dikkati çekmiştir. Bu durumun asmalarda biriken CaCO_3 stresinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Ayrıca organik uygulamaların iyon sızıntısını azalttığı belirlenmiştir. Asmaların organik uygulamalara verdikleri bu olumlu tepkinin, organik uygulamaların yetiştirme ortamına sağladığı besin elementleri ile ilişkilendirilmiştir. Nitekim bu çalışmada; yetiştirme ortamına uygulanan organik uygulamaların, yetiştirme ortamındaki suda çözünebilir besin maddelerini artırdığı belirlenmiştir.

Shahsavandi ve Eshghi (2021) topraksız kültür koşullarında yaptıkları çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamlarına uygulanan farklı demir formlarının, asmalarda hücre zarı geçirgenliğini azalttığını vurgulamışlardır. Bu çalışmada, organik uygulamaların yetiştirme ortamlarına sağladığı mineral maddelerin iyon sızıntısına etkileri ile ilgili tahminlerimiz, Shahsavandi ve Eshghi (2021)'nin bildirdikleriyle uyumaktadır.

Elde edilen bulgulara göre; yetiştirme ortamına uygulanan organik gübrelerin, ortamın besin elementi içeriğini artırdığı tespit edilmiştir. Bu etkisinden dolayı asmalarda iyon sızıntısını düşürmüş olabileceği düşünülmüştür. Kireçli ortamlarda yükselen pH ve CaCO_3 ın diğer besin elementlerinin yararıslılığını olumsuz etkilediği bilinmektedir. Artan pH'nın özellikle demir alımını azalttığı (Roosta ve ark., 2015) ve yaprak Fe konsantrasyonundaki azalmanın genellikle klorofil miktarında bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Gogorcena ve ark., 2005). Ayrıca demirin tüm fotosentetik fonksiyonları ve yapıları etkilediği belirtilmiştir (Shahsavandi ve ark., 2020).

İtalya’da yapılan bir çalışmada, Fe uygulanan (Fe+) ve uygulanmayan (Fe-) kireçli topraklarda yetiştirilen asmaların membran stabilitesindeki değişimler araştırılmıştır. Fe- toprakta asmaların klorofil içeriği düşük iken membran geçirgenliğinin yüksek olduğu; Fe+ toprakta asmaların klorofil miktarı yüksek iken membran geçirgenliğinin düşük olduğu bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada, demir eksikliğinde fotosentez fonksiyonlarının aksadığı ve hücre membranının zarar görerek iyon sızıntısının arttığı belirtilmiştir (Bertamini ve Nedunchezian, 2005). Klorofil içeriğinin aynı zamanda Mg ile alakalı olduğu, magnezyumun klorofil molekülünün bir parçası olduğu, birçok enzimatik reaksiyona kofaktör olarak katkı sağladığı ve asmalarda bu elementin eksikliğinin kloroz semptomlarına neden olduğu bildirilmiştir (Çakmak ve Yazıcı, 2010). Ortam pH’sı arttıkça belli bir seviyeye kadar yapraktaki Mg artsa da ortamdaki Ca seviyesinin artışıyla Mg alımı bitkiler tarafından azalmaktadır (Çoga ve ark., 2008). Toprak çözeltisinde yüksek miktarda bulunan kalsiyumun, Mg alımını azaltarak noksanlığa neden olduğu ifade edilmiştir (Aktaş, 2004).

Yüksek pH’ya sahip (pH:7.89) toprakta yetiştirilen ‘Superior Seedless’ çeşidinde farklı formlarda Mg uygulamalarının membran stabilitesine etkileri iki yıl boyunca çiçeklenme, meyve tutumu, ben düşme ve hasat dönemi olmak üzere 4 dönemde araştırılmıştır. Her iki yılda da Mg uygulamalarının asma yapraklarında iyon sızıntısını kontrole göre azalttığı belirtilmiştir (El-Ezz ve ark., 2022). Elde edilen bulgulara göre, organik uygulamaların besin içerikleri ve yetiştirme ortamının pH’sına olumlu etkileri nedeniyle hücre zarı geçirgenliğini azalttığı kanaati oluşmuştur.

Çetin ve Koç (2023), %0, %10 ve %25 kireç içeren perlit ortamlarında yaptıkları saksı denemesinde, CaCO₃ kaynaklı stres ortamının 1103 P anacına aşılı ‘Hasan Dede’ üzüm çeşidinin hücre zarı geçirgenliğini artırdığını belirlemişlerdir. Söz konusu çalışmada hücre zarı geçirgenliği kireç içermeyen ortamdaki asmalarda %16.96 iken, %25 kireç içeren ortamdaki asmalarda %29.10 olarak belirlenmiştir.

Karimi ve Salimi (2021) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, torf ve perlit (1:1) ortamına uygulanan bikarbonatın 12 adet asma çeşidinde iyon sızıntısını artırdığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, iyon sızıntısının bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki asmalarda %30-55 arasında değiştiğini; kontrol ortamındaki asmalarda ise %15-20 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, en yüksek iyon sızıntısının bikarbonat kaynaklı stres ortamında ‘Rishbaba’ çeşidinde (%55) belirlendiği ve en düşük değer kontrol ortamında ‘Perlette’ (%15) çeşidinde saptandığı belirtilmiştir. Shabsavandi ve Eshghi (2021), torf ve perlit karışımından (1:1) oluşan topraksız kültür

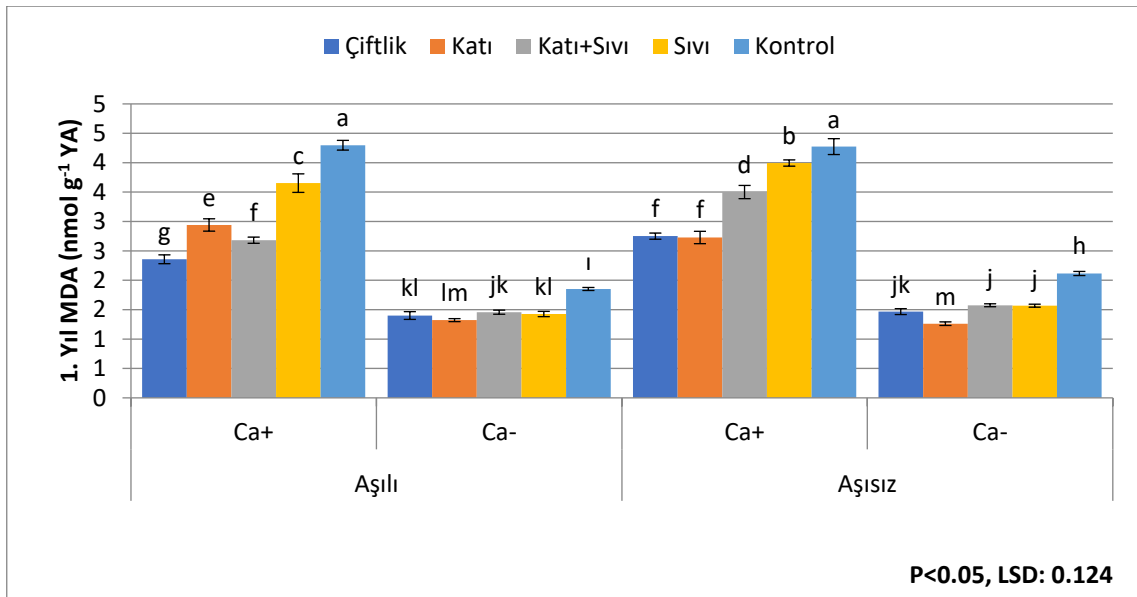
ortamında bikarbonat uygulamalarının ve farklı demir formlarının dört asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, asma yapraklarında hücre zarı geçirgenliğini artırdığı raporlanmıştır. Söz konusu çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki asmalarda iyon sızıntısı %29.06-%13.40 arasında iken, kontrol ortamındaki asmalarda %9.9-%15.76 arasında bulunmuştur.

Hücre zarı geçirgenliği değerleri incelendiğinde, aşılı asmaların kireç kaynaklı stres ortamına toleransının aşısız asmalara göre daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Asmalarda kireç stresinin birikmesi sebebiyle ikinci yılda daha belirgin görülen bu farklılığın anaç kaynaklı olabileceği kanaati oluşmuştur. Elde edilen sonuçların literatür bilgileriyle uyuşur nitelikte olduğu düşünülmüştür.

4.3.8. Lipid peroksidaz aktivitesi (MDA, nmol g⁻¹ YA)

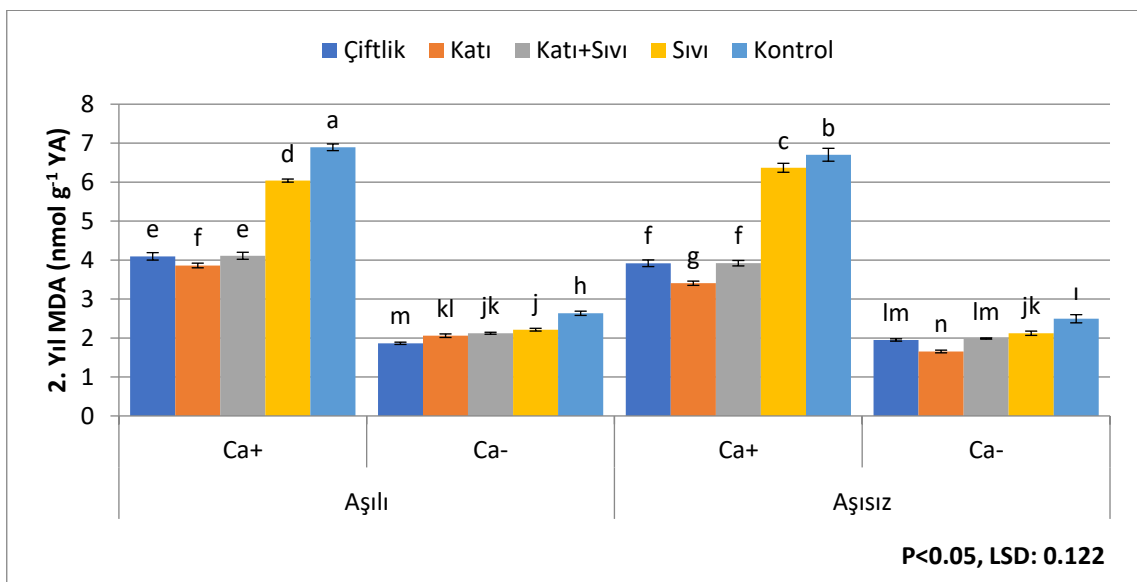
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında belirlenen lipid peroksidaz (MDA) aktiviteleri Şekil 4.90'da, ikinci yıl kaydedilen değerler ise Şekil 4.91'de gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında, tüm uygulamaların asma yapraklarındaki MDA (nmol g⁻¹ YA) miktarına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek MDA miktarı Ca⁺ ortamda sırasıyla aşılı (4.30 nmol g⁻¹ YA) ve aşısız asmalarda (4.27 nmol g⁻¹ YA) kontrol uygulamasından elde edilmiştir. En düşük değerler ise Ca⁻ ortamdaki katı solucan gübresi uygulamasında aşısız asmalarda (1.26 nmol g⁻¹ YA) belirlenmiştir.



Şekil 4.90. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl MDA miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında, tüm uygulamaların asma yapraklarındaki MDA (nmol g⁻¹ YA) miktarına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek MDA değerleri Ca+ ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşılı (6.89 nmol g⁻¹ YA) ve aşısız (6.70 nmol g⁻¹ YA) asmalardan elde edilmiştir. En düşük MDA miktarı ise Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında saptanmıştır (1.65 nmol g⁻¹ YA).



Şekil 4.91. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl MDA miktarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Malondialdehit (MDA), oksidatif stresin olduğu durumlarda membran lipidlerinin zarar görmesi sonucunda çoklu doymamış yağ asitlerinin parçalanması ile meydana gelmektedir (Mittler, 2002; Halliwell ve Gutteridge, 2015). Bu bilgiye göre MDA miktarındaki artış, hücre duvarındaki zararlanmayı göstermektedir. Elde edilen göre bulgulara, Ca- ve Ca+ ortamlarda organik uygulamalar asma yapraklarının MDA miktarını azaltmıştır. Ayrıca CaCO₃ kaynaklı stres ortamlarındaki asmaların MDA miktarlarının birinci yıla kıyasla ikinci yılda daha yüksek seviyelere ulaştığı tespit edilmiştir. Bu farklılığın, Şahin ve ark. (2017)'nin da bildirdiği gibi birikmiş stresin etkisinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Stresin etkisinin daha belirgin olduğu ikinci yıl verilerine göre; CaCO₃ kaynaklı stres ortamlarında en düşük MDA miktarı aşılı asmalarda çiftlik gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında belirlenirken; aşısız asmalarda en düşük değerler katı solucan gübresi uygulamasında saptanmıştır. Bu durumun anaç farkından kaynaklanabileceği kanaati oluşmuştur.

Topraksız kültür ortamında yapılan bir çalışmada, farklı oranlarda kireç içeren perlit ortamlarında kireç stresinin 1103 P anacına aşılı 'Hasan Dede' üzüm çeşidinde MDA miktarını artırdığı rapor edilmiştir (Çetin ve Koç, 2023). Söz konusu çalışmada, MDA miktarı kireç içermeyen ortamdaki asmalarda 0.54 nM/g iken, %25 kireç içeren stres ortamındaki asmalarda 1.25 nM g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Topraksız kültür ortamında gerçekleştirilen bir çalışmaya göre, torf ve perlit (1:1) karışımından oluşturulan yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, 12 adet asma çeşidinde MDA miktarını artırdığı bildirilmiştir. Bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki asmalarda MDA miktarı 30-60 nmol g⁻¹ YA arasında iken, kontrol ortamındaki asmalarda 15-20 nmol g⁻¹ YA arasında bulunduğu bildirilmiştir (Karimi ve Salimi, 2021). Shahsavandi ve Eshghi (2021) topraksız kültürde torf ve perlit (1:1) ortamında yaptıkları çalışmada, bikarbonat kaynaklı stresin ve farklı demir formlarının dört asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, yetiştirme ortamına ilave edilen bikarbonatın, asma yapraklarının MDA içeriğini artırdığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki asma yapraklarında MDA miktarı 6.3-13.2 nmol g⁻¹ YA arasında bulunurken, kontrol ortamında 5.3-11.8 nmol g⁻¹ YA arasında değiştiği raporlanmıştır.

Şahin ve ark. (2017)'nin saksı kültüründe yaptıkları iki yıllık denemede, kireç stresinin MM106 elma anacına aşılı 'Royal Gala' çeşidinin MDA seviyesine etkileri araştırılmıştır. Denemenin birinci yılında kontrol ortamındaki elma fidanlarında MDA

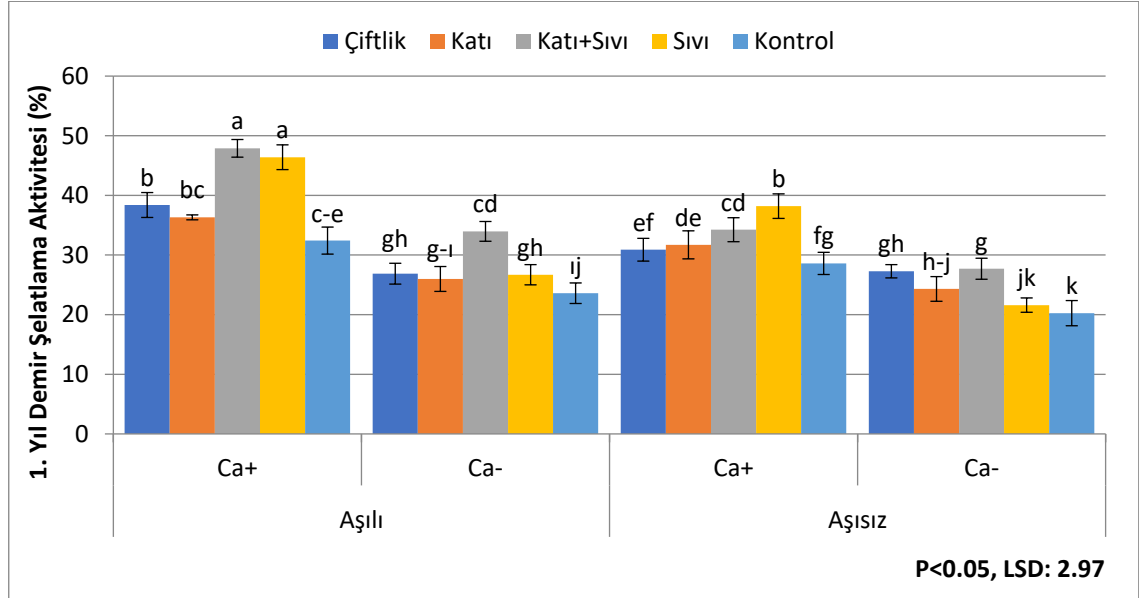
miktarı $0.96 \text{ nmol g}^{-1} \text{ YA}$ bulunurken, kireç kaynaklı stres ortamındaki fidanlarda $1.55 \text{ nmol g}^{-1} \text{ YA}$ olarak belirlenmiştir. Söz konusu çalışmanın ikinci yılında kireç kaynaklı stres ortamındaki fidanların MDA miktarının $6.03 \text{ nmol g}^{-1} \text{ YA}$ seviyesine yükseldiği belirlenmiş olup, bu artışın biriken stresten kaynaklanabileceği vurgulanmıştır.

Yukarıda belirtilen literatür bilgilerinin bu çalışmada elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu düşünülmüştür.

4.3.9. Demir şelatlama aktivitesi (%)

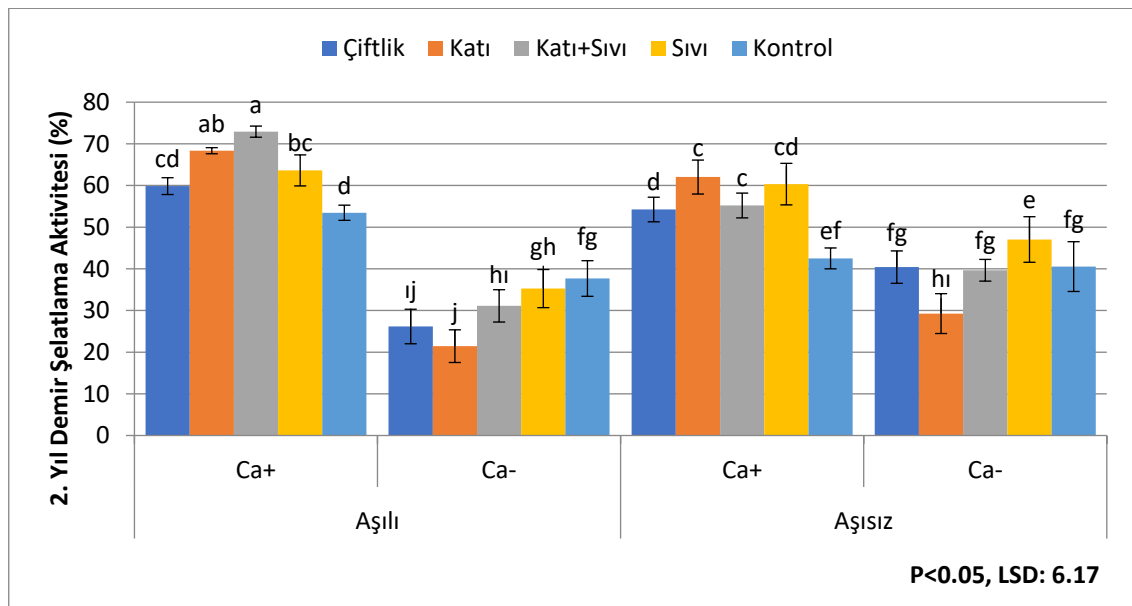
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında belirlenen demir şelatlama aktivitesi Şekil 4.92’de, ikinci yıl kaydedilen değerler ise Şekil 4.93’te sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında uygulamaların asma yapraklarının demir şelatlama aktivitesine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek demir şelatlama aktivitesi Ca^+ ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarında kaydedilmiştir (sırasıyla %47.89 ve %46.39). En düşük demir şelatlama aktivitesi ise Ca^- ortamdaki aşısız asmalarda kontrol (%20.25) uygulamasında saptanmıştır. Bu verilere göre, demir şelatlama aktivitesinin stres koşullarında arttığı; organik uygulamaların olumlu etkiler gösterdiği ve anacın asma yapraklarındaki demir şelatlama aktivitesini etkilediği düşünülmüştür.



Şekil 4.92. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yapraklarının demir şelatlama aktivitesine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında, asma yapraklarının demir şelatlama aktivitesine tüm uygulamaların etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. En yüksek demir şelatlama aktivitesi Ca^+ ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı ve katı solucan gübresi uygulamalarından elde edilmiştir (sırasıyla %72.93 ve %68.35). En düşük demir şelatlama aktivitesi ise Ca^- ortamdaki aşılı asmalarda sırasıyla katı solucan gübresi (%21.44) ve çiftlik gübresi (%26.16) uygulamalarında belirlenmiştir. Bu dönemde asmalarda stres birikiminin etkileri daha belirgin görülmüştür. Ayrıca Ca^+ ortamdaki aşılı ve aşısız asmaların organik uygulamalara tepkilerinde farklılıklar olduğu dikkati çekmiştir.



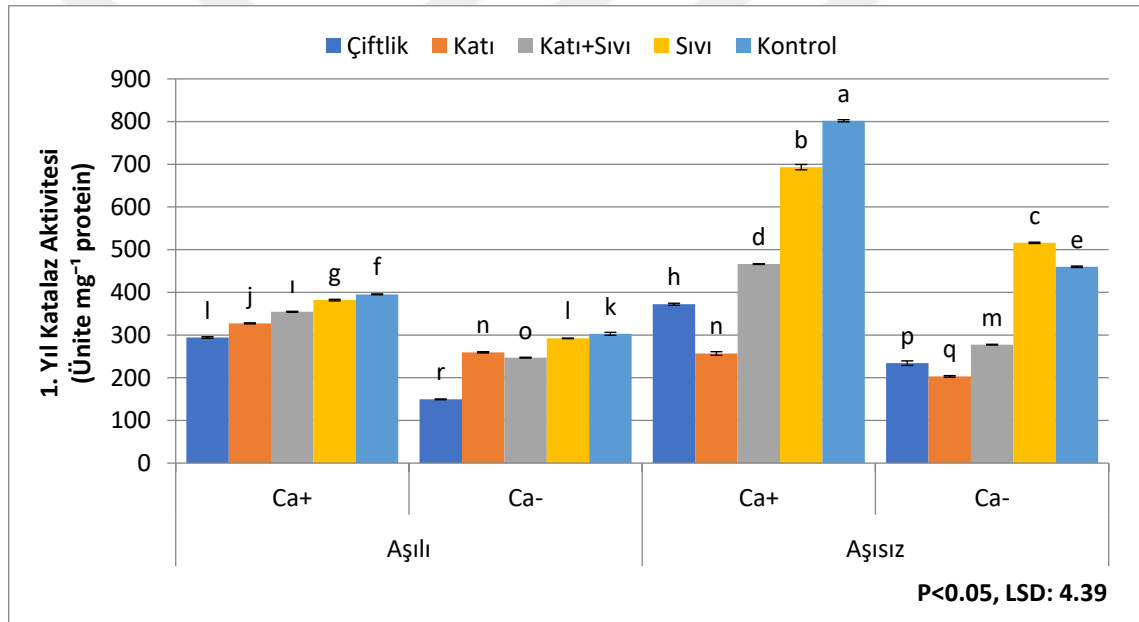
Şekil 4.93. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yapraklarının demir şelatlama aktivitesine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Asmaların demir şelatlama aktiviteleri incelendiğinde, aşılı asmaların kireç kaynaklı stres ortamına toleransının aşısız asmalara göre daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Bu sonucun anaç kaynaklı olabileceği kanaati oluşmuştur. Ayrıca organik gübre uygulamalarının da demir şelatlama aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Demir şelatlama aktivitesi ve diğer antioksidan enzim aktiviteleri (katalaz, glutatyon redüktaz ve askorbat peroksidaz) birbirleriyle olan ilişkileri nedeniyle askorbat peroksidaz enziminin yorumlandığı bölümde tartışılmıştır.

4.3.10. Katalaz (KAT) enzim aktivitesi (ünite mg^{-1} protein)

Denemenin birinci yılında asma yapraklarında belirlenen katalaz enzim aktiviteleri Şekil 4.94'te, ikinci yıl kaydedilen değerler ise Şekil 4.95'te sunulmuştur.

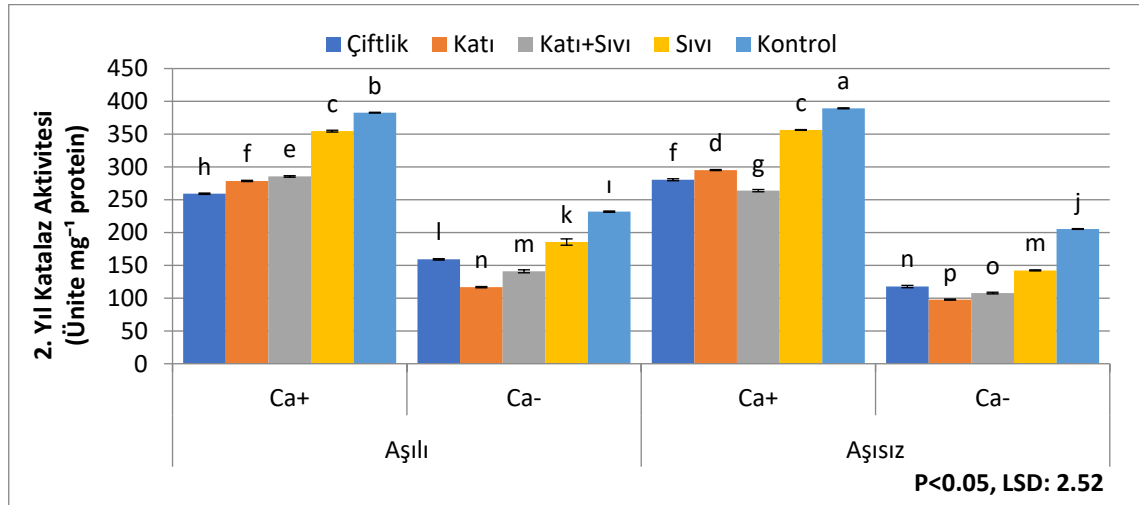
Denemenin birinci yılında uygulamaların asma yapraklarının katalaz aktivitesine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek KAT aktivitesi Ca^+ ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında ($801.91 \text{ ünite } \text{mg}^{-1} \text{ protein}$) belirlenmiş olup bunu sıvı solucan gübresi uygulaması ($693.24 \text{ ünite } \text{mg}^{-1} \text{ protein}$) izlemiştir. En düşük KAT aktivitesi ise Ca^- ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında ($149.34 \text{ ünite } \text{mg}^{-1} \text{ protein}$) saptanmıştır. Bu dönemde stres şartlarına tepki olarak KAT aktivitesi artmış olup, organik uygulamaların KAT enzim aktivitesini azalttığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.94. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl katalaz enzim aktivitesine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında uygulamaların asmaların katalaz enzim aktivitesinde önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek KAT aktivitesi Ca^+ ortamdaki aşısız ($389.34 \text{ ünite } \text{mg}^{-1} \text{ protein}$) ve aşılı ($382.77 \text{ ünite } \text{mg}^{-1} \text{ protein}$) asmalarda kontrol uygulamasında belirlenmiştir. En düşük KAT aktivitesi ise Ca^- ortamdaki aşısız asmalarda katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında belirlenmiştir (sırasıyla 97.77 ve $107.77 \text{ ünite } \text{mg}^{-1} \text{ protein}$). Bu dönemde Ca^+

ortamlardaki asmalarda stres birikiminin etkilerinin daha belirgin olduğu ve organik uygulamaların KAT miktarını düşürdüğü dikkati çekmiştir.



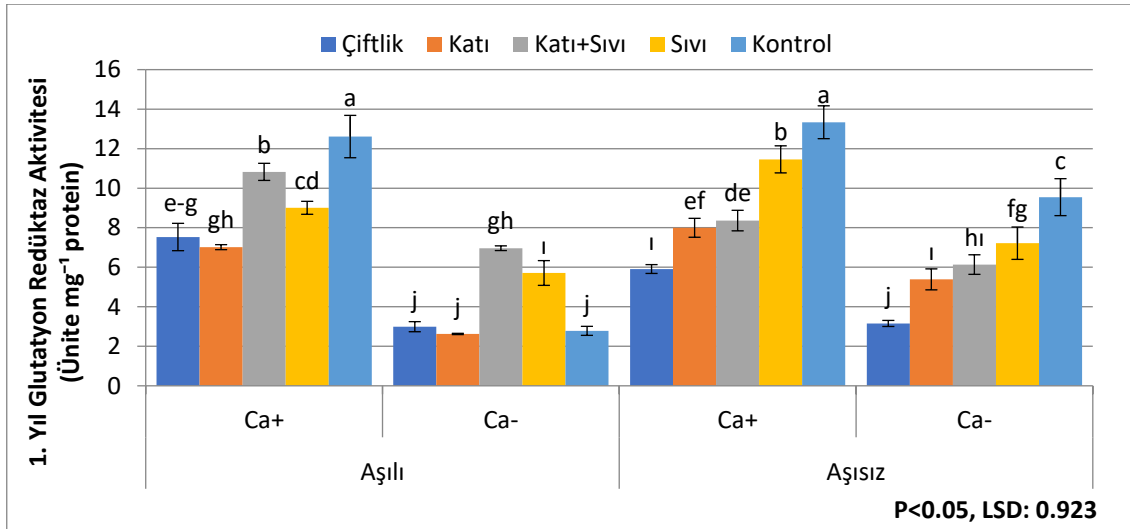
Şekil 4.95. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl katalaz enzim aktivitesine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

Katalaz enzim aktivitesi ve diğer antioksidan enzim aktiviteleri (glutasyon redüktaz ve askorbat peroksidaz) birbirleriyle olan ilişkileri nedeniyle askorbat peroksidaz enzimi ile birlikte tartışılmıştır.

4.3.11. Glutasyon redüktaz (GR) enzim aktivitesi (ünite mg⁻¹ protein)

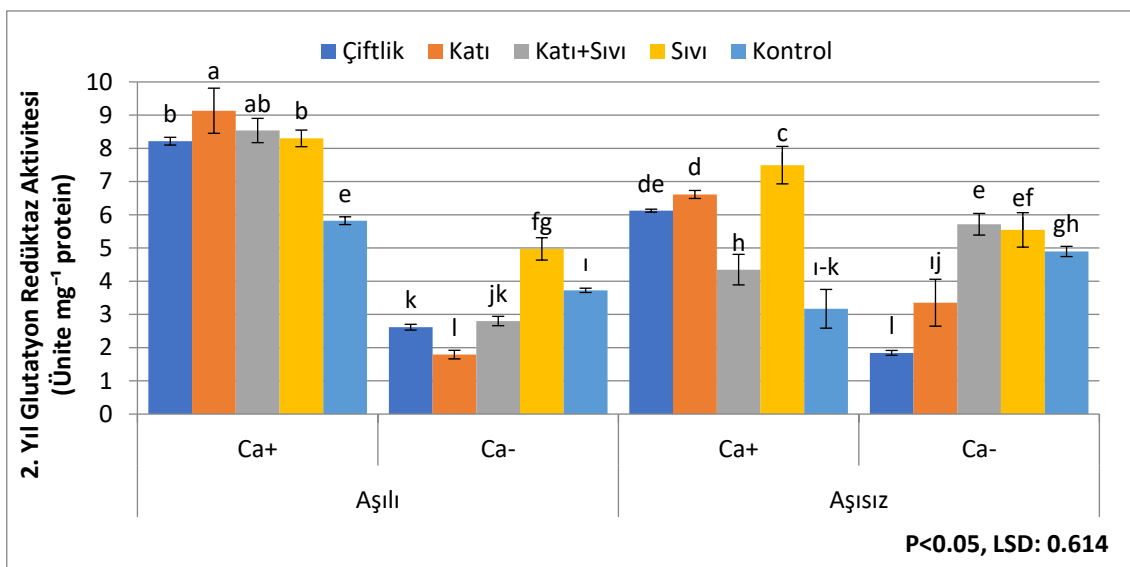
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında tespit edilen glutasyon redüktaz aktiviteleri Şekil 4.96'da, ikinci yıl belirlenen değerler ise Şekil 4.97'de gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında, asma yapraklarının glutasyon redüktaz aktivitesine uygulamaların etkileri istatistik olarak önemli bulunmuştur. En yüksek GR aktivitesi Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda kontrol (13.34 ünite mg⁻¹ protein) uygulamasında belirlenmiş olup bunu aşılı asmalarda kontrol (12.61 ünite mg⁻¹ protein) uygulaması izlemiştir. En düşük GR aktivitesi ise Ca- ortamdaki aşılı asmalarda sırasıyla katı solucan gübresi (2.62 ünite mg⁻¹ protein) ve kontrol (2.78 ünite mg⁻¹ protein) uygulamalarında saptanmıştır. Bu dönemde CaCO₃ kaynaklı stres ortamlarına tepki olarak asmaların GR aktivitesinin arttığı, organik uygulamaların ise GR aktivitesini azalttığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.96. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl glutatyon redüktaz enzim aktivitesine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında, glutatyon redüktaz aktivitesine uygulamaların etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek GR aktivitesi Ca+ ortamda katı solucan gübresi (9.13 ünite mg⁻¹ protein) ve katı+sıvı solucan (8.54 ünite mg⁻¹ protein) uygulamalarında kaydedilmiştir. En düşük GR aktivitesi ise Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresi (1.79 ünite mg⁻¹ protein) uygulamasında bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında, asmalarda stres birikiminin etkisinin daha belirgin olduğu fark edilmiş ve organik uygulamaların CaCO₃ kaynaklı stres ortamındaki asmalarda GR aktivitesini artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca aşılı asmaların stres uygulamasına daha fazla toleranslı olduğu dikkati çekmiştir.



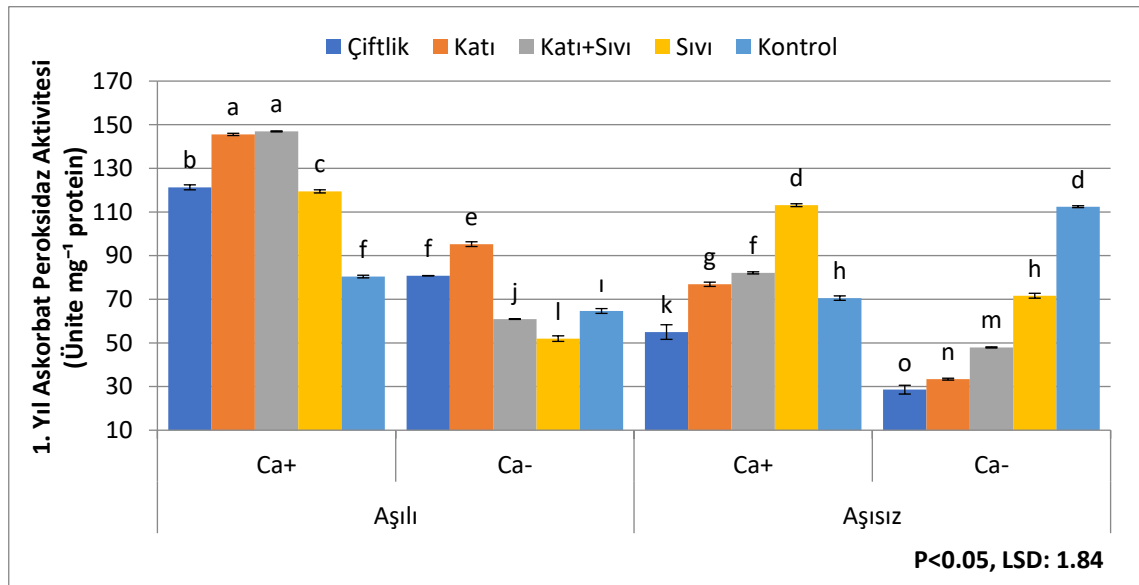
Şekil 4.97. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl glutatyon redüktaz enzim aktivitesine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Glutasyon redüktaz enzimi ve diğer antioksidan enzim aktiviteleri (katalaz ve askorbat peroksidaz) birbirleriyle olan ilişkileri nedeniyle askorbat peroksidaz enziminin yorumlandığı bölümde tartışılmıştır.

4.3.12. Askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi (ünite mg^{-1} protein)

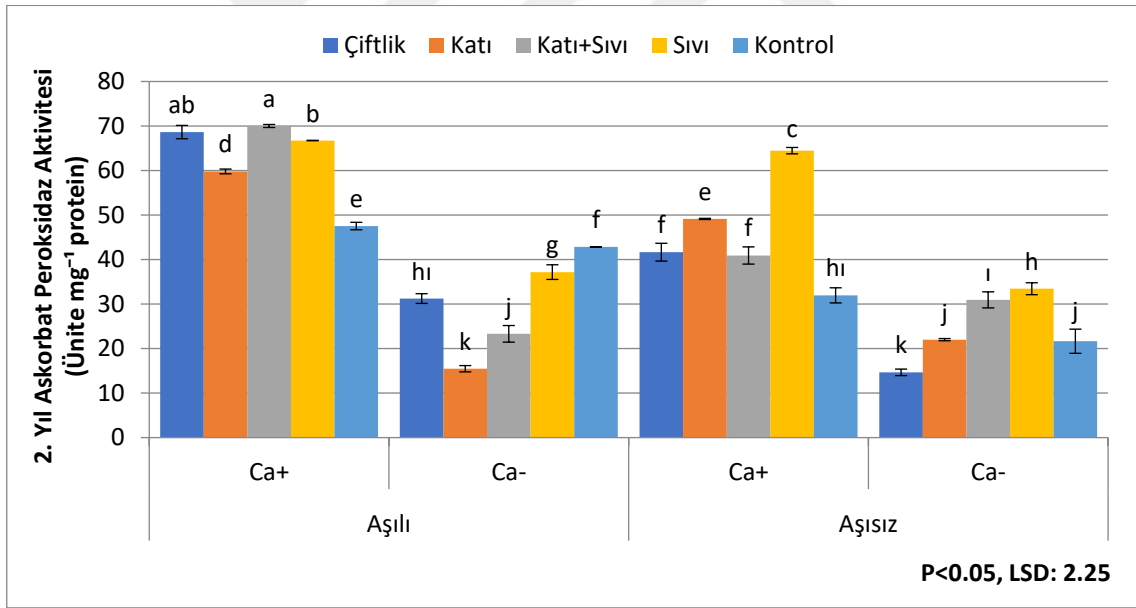
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında analiz edilen askorbat peroksidaz aktiviteleri Şekil 4.98’de, ikinci yıl kaydedilen değerler ise Şekil 4.99’da belirtilmiştir.

Denemenin birinci yılında askorbat peroksidaz aktivitesine uygulamaların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek APX aktivitesi Ca^{+} ortamdaki aşılı asmalarda katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında saptanmıştır (sırasıyla 146.93 ve 145.55 ünite mg^{-1} protein). En düşük APX aktivitesi ise Ca^{-} ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında (28.60 ünite mg^{-1} protein) belirlenmiş olup bunu katı solucan gübresi uygulaması (33.40 ünite mg^{-1} protein) izlemiştir. Bu dönemde APX aktivitesinin CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarına tepki olarak arttığı ve organik uygulamaların stres ortamlarında APX aktivitesini kontrole göre yükselttiği tespit edilmiştir. Ayrıca CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında aşılı asmaların APX aktiviteleri aşısız asmalara göre daha yüksek bulunmuştur. Buna göre anaç faktörünün asmalarda APX aktivitesini etkilemiş olabileceği düşünülmüştür.



Şekil 4.98. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^{+}) ve kalsiyumsuz (Ca^{-}) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl askorbat peroksidaz enzim aktivitesine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında, APX aktivitesi üzerine uygulamaların etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek APX aktivitesi Ca^+ ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (70.01 ünite mg^{-1} protein) kaydedilmiş olup, bunu çiftlik gübresi uygulaması (68.64 ünite mg^{-1} protein) izlemiştir. En düşük APX aktivitesi ise Ca^- ortamda aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında (14.66 ünite mg^{-1} protein) ve aşılı asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında (15.48 ünite mg^{-1} protein) saptanmıştır. Bu dönemde CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarına tepki olarak asmaların APX aktivitesinin arttığı ve organik uygulamaların stres ortamlarında APX aktivitesini kontrole göre yükselterek adaptasyonu artırdığı düşünülmüştür. Buna göre asmaların APX enzim aktivitesinin anaç faktöründen etkilendiği kanaati oluşmuştur. Ayrıca CaCO_3 kaynaklı stres ortamındaki aşısız asmalarda; bir önceki yılda olduğu gibi sıvı solucan gübresinin diğer uygulamalara göre daha yüksek çıkması dikkati çekmiştir.



Şekil 4.99. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl askorbat peroksidaz enzim aktivitesine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Bu bölümde, asma yapraklarında analiz edilen demir şelatlama aktivitesi, katalaz enzim aktivitesi, glutatyon redüktaz enzim aktivitesi ve askorbat peroksidaz enzim aktivitesi, birbirleriyle olan ilişkileri nedeniyle birlikte tartışılmıştır.

Biyotik ve abiyotik stres şartlarında, fotosentez süreci içerisinde yer alan elektron taşınımı sırasında gerçekleşen reaksiyonlar, aktif oksijen türlerinin oluşum

mekanizmasını hızlandırmaktadır. Bu reaksiyonlar sonucunda elektronlar hedef molekül yerine oksijene aktarılmaktadır. Stresin devam etmesiyle birlikte, zincirleme reaksiyonlar başlayarak bitki hücrelerinde hidrojen peroksit, singled oksit, süperoksit ve hidroksil gibi aktif oksijen türleri birikmektedir. Oldukça reaktif olan bu aktif oksijen türleri, antioksidan savunma sistemi ile etkisiz hale getirilemezse hücresel bileşenlerde zararlara neden olmaktadır (Doğru, 2020). Oksidatif stres olarak adlandırılan bu olay sonucunda hücre duvarı zarar görerek iyon sızıntısı ve malondialdehit miktarı artmaktadır.

Abiyotik stres şartlarında bitkiler, oksidatif stresin oluşturacağı hasarı önleyebilmek amacıyla antioksidan savunma sistemlerini kullanmaktadır. Bitkiler tarafından üretilen antioksidanlar, enzimatik (katalaz, glutatyon redüktaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz vb) ve enzimatik olmayanlar (glutatyon, askorbik asit, fenolik bileşikler vb) olarak iki gruba ayrılmıştır (Gill ve Tuteja, 2010; Pandey ve ark., 2017).

Elde edilen bulgulara göre; asmaların antioksidan enzim aktivitelerinin, yetiştirme ortamlarına ve anaca farklı tepkiler gösterdiği anlaşılmıştır. Bu tepkilerde yetiştirme ortamlarının besin içeriğinin ve asma köklerinin bu besinlerden yararlanabilme kabiliyetinin etkili olabileceği düşünülmüştür. Ahmad ve Anjum (2023) tarafından yapılan çalışmada; besin elementlerinin, antioksidan enzimlerin üretiminde, hidrojen peroksit ve reaktif oksijen türlerinin kararlı formlara dönüştürülmesinde ve böylece membran zararlanmasının önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, CaCO_3 ilave edilen yetiştirme ortamlarında suda çözünebilir besin maddelerinin azaldığı ve asmaların mineral beslenmesinin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Ayrıca yetiştirme ortamlarına uygulanan organik gübrelerin, ortamdaki besinlerin suda çözünebilirliğini artırdığı saptanmıştır.

Denemenin ikinci yılında organik gübre uygulamalarının, Ca^{2+} ortamdaki asmaların demir şelatlama kapasitesini, GR ve APX enzimlerinin aktivitesini azalttığı, Ca^{2+} ortamdaki asmalarda ise artırdığı belirlenmiştir. KAT enzim aktivitesinin ise hem Ca^{2+} hem de Ca^{2-} ortamlarda organik uygulamaların etkisiyle azaldığı saptanmıştır. Enzim aktivitelerinin stres şartlarında artış ve azalışları tek başına değerlendirildiğinde kesin sonuçlar vermemektedir. MDA içeriği ve hücre membran geçirgenliği gibi diğer fizyolojik parametrelerle karşılıklı değerlendirildiğinde, uygulamaların etkileri daha net anlaşılabilir. Özellikle CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında organik uygulamaların

asmalarda enzim aktivitelerini daha fazla artırarak, hücre duvarının hasar oranını azaltmış olabileceği düşünülmüştür.

Kök ortamında CaCO_3 miktarı fazla ise besin elementlerinin, özellikle de mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından alınmadığı (Bolat ve Kara, 2017); K, Fe, P ve diğer elementlerin bitkilerin yararlanamayacağı formlara dönüştüğü (Boşgelmez ve ark., 2001; Aktaş, 2004) yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Kök ortamında kalsiyum miktarının artışıyla magnezyumun yarayışlılığı ve bitkiler tarafından alımı azalmaktadır (Çoga ve ark., 2008). Ayrıca ortamın pH seviyesinin artışıyla, bitkilerin özellikle demiri alamadığı da vurgulanmıştır (Roosta ve ark., 2015).

Abiyotik stres şartlarında N'nin, yapraklardaki MDA içeriğini azaltarak savunma mekanizmasına katkı sağladığı (Saneoka ve ark., 2004); P'nin hem MDA miktarını azalttığı hem de iyon sızıntısını önlediği (Awad ve ark., 1990); K'nın protein sentezi ve enzim aktivitesini artırarak süperoksit radikalının ve diğer reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engellediği (Shin ve Schachtman, 2004); Mg'nin klorofil molekülünün bir parçası olduğu ve birçok enzimatik reaksiyona kofaktör olarak katkı sağladığı (Marschner, 2012) ve oksidatif stresi azalttığı (Ahmad ve Anjum, 2023); S'nin ise proteinlerin, enzimlerin ve glutatyon üretiminin artmasını sağlayarak reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engellediği (Rausch ve Wachter, 2005) raporlanmıştır.

Zn'nin enzim aktivitesi ve protein sentezinde hayati rol oynadığı (Cakmak, 2000; Osredkar ve Sustar, 2011); H_2O_2 oluşumunu, elektrolit sızıntısını ve membran geçirgenliğini azalttığı (Ahmad ve ark., 2017) ifade edilmiştir. Mangan (Bolat ve Kara, 2017) ve bakırın (Yruela, 2009; Alloway, 2013) antioksidan enzimlerin yapısında yer aldığı ve hücre duvarının oksidatif zarardan korunmasını sağladığı rapor edilmiştir. Borun, enzimatik olan ve olmayan maddelerin üretimini artırdığı ve reaktif oksijen türlerini kararlı yapılara dönüştürdüğü (Keleş ve ark., 2011); eksikliğinde ise hücre duvarı zararlanmasının (Ardic ve ark., 2009) ve MDA miktarının arttığı (Keleş ve ark., 2011) bildirilmiştir.

Demirin ise enzimlerin yapısında görev aldığı ve antioksidan enzimlerin aktivitesini artırdığı; eksikliğinde ise reaktif oksijen türlerinin (ROS) artarak oksidatif strese neden olduğu ve böylece membran zararının arttığı belirtilmiştir (Lombardi ve ark., 2003). Molassiotis ve ark. (2006), antioksidan enzim aktivitelerinin, bitkilerin Fe içeriğinin biyokimyasal göstergeleri olarak kullanılabileceğini raporlamıştır.

Bu çalışmada analiz edilen besin elementleri arasında Ca ve S haricindeki tüm besin elementlerinin hem kireç kaynaklı stres ortamlarında hem de stres ortamındaki

asmaların yapraklarında azaldığı belirlenmiştir. Bu nedenle bu çalışmada, kireç stresinin asmaların beslenmesini olumsuz etkilediği ve bu yüzden oksidatif stres ile antioksidan enzim aktivitelerinin de etkilenmiş olabileceği düşünülmüştür.

Elde edilen verilere göre, her iki yılda da kireç kaynaklı stres ortamındaki asmalarda demir şelatlama aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir. Bu artışın denemenin ikinci yılında daha fazla olduğu fark edilmiştir. Bu durumun asmalarda biriken streten kaynaklandığı düşünülmüştür. Ayrıca Ca^{+} ortamdaki aşılı asmalarda demir şelatlama aktivitesinin her iki yılda da aşısız asmalardan daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Organik gübrelerin Ca^{-} ortamlarda demir şelatlama aktivitesini azalttığı, Ca^{+} ortamlarda ise artırdığı saptanmıştır. Ca^{+} ortamlardaki asmalarda demir şelatlama aktivitesinin artması, asmalarda meydana gelen oksidatif stres ile ilişkilendirilmiştir. Organik gübrelerin içerdiği besin maddelerinin CaCO_3 kaynaklı stres ortamındaki asmaların savunma mekanizmasında kullanılarak demir şelatlama aktivitesini artırmış olabileceği düşünülmüştür.

Bitkilerde oksidatif stres sonucunda oluşan süperoksit radikali, Fe^{+3} iyonlarını Fe^{+2} formuna indirgemektedir. İndirgenmiş aktif demir ise hidrojen peroksit ile reaksiyona girerek hidroksil radikalini oluşturmaktadır (Doğru, 2020). Becana ve Moran (1998) serbest haldeki Fe^{+2} iyonunun, bitki hücrelerinde fenton reaksiyonu sonucunda oluşan reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunu hızlandırdığını belirtmişlerdir. Serbest haldeki demirin şelatlanarak kararlı halde tutulması ve oksidatif stresin engellenmesi metal şelatlama aktivitesi olan antioksidanlar sayesinde gerçekleştirilmektedir. Oksidatif stresi engellenmek amacıyla bitkilerde metal şelatlama özelliğine sahip olan antioksidanlar serbest haldeki demiri bağlayarak etkisizleştirmektedir. Bu mekanizma sayesinde fenton reaksiyonları sonucunda meydana gelen hidroksil ve peroksit gibi radikallerin oluşumu engellenmektedir (Geçibesler, 2013; Güneş, 2017). Ayrıca aktif demirin, oksidasyon ve solunum (respirasyon) zincirinde elektron taşıyıcısı olarak rol aldığı ve katalaz enziminin reaksiyonunu katalizlediği ve böylece peroksidin zararlı etkilerini önlediği bildirilmiştir (Kacar ve ark., 2009).

Bu bilgilere göre, serbest haldeki demirin artması ile hem demir şelatlama aktivitesi artmakta hem de katalaz seviyesi artmaktadır. Böylece artan stres koşullarında serbest haldeki demirin bir kısmı şelatlanarak kararlı hale gelmekte ve bir kısmı da katalaz tarafından kullanılarak aktif oksijen türleri temizlenmektedir. Aksi halde dokularda artan kararsız demir formu oksijen türleriyle reaksiyona girerek reaktif

oksijen türlerinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca demirin, birçok enzimin kofaktörü olduğu da çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Lombardi ve ark., 2003).

Asmalarda stres şartlarında demir şelatlama aktivitesi ile ilgili daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, Gülen (2013) *in vitro* koşullarda asma ve yonca yapraklarının antioksidan özelliklerini araştırmış ve iki bitkinin demir şelatlama aktivitelerini karşılaştırmıştır. Söz konusu çalışmada asmanın metanol ekstraktlarının demir şelatlama aktivitesinin %14.06 olarak bulunduğu bildirilmiştir. Güneş (2017), tuz ve kuraklık stresinde anasonun demir şelatlama kapasitesinin arttığını tespit etmiştir. Araştırmacı, stres şartlarına bağlı olarak demir şelatlama aktivitesinin %9.67 ile %65.60 arasında değişiklik gösterdiğini ve demir şelatlama aktivitesinin artışına paralel olarak antioksidan kapasitesinin de arttığını raporlamıştır. Elde edilen verilere göre, kireç stresi ortamlarındaki asmalarda demir şelatlama aktivitesindeki artışa paralel olarak antioksidan enzim aktivitelerinin de arttığı ve bu sonuçların Güneş (2017)'in bildirdikleriyle uyduğu tespit edilmiştir. Demir şelatlama aktivitesi serbest radikallerin oluşumunu engellediği için antioksidan enzimlerle birlikte artış göstermesi de beklenmektedir. Nitekim beklendiği gibi demir şelatlama aktivitesinin antioksidan enzim aktivitelerine paralel olarak arttığı tespit edilmiştir.

Bitkilerde oksidatif stresin, reaktif oksijen türlerinin artmasına neden olduğu ve antioksidan enzimler aracılığıyla temizlendiği bildirilmiştir (Türkhan ve ark., 2021). GR enzimi reaktif oksijen türlerini uzaklaştırmak amacıyla oksidasyon sırasında okside olmuş glutasyonu indirgeyerek tekrar glutatyona dönüştürmektedir (Kalefetoğlu, 2006). APX ise askorbatın hidrojen peroksit ile tepkimeye girmesini katalizlemektedir. Bu amaçla askorbat peroksidaz askorbata elektron vererek, hidrojen peroksitin askorbat tarafından suya indirgenmesini sağlamaktadır (Demiral, 2003). Düşük yoğunlukta bile çok zararlı olan hidrojen peroksitin etkisiz hale getirilmesi oldukça önemlidir.

Katalaz enzimi de hidrojen peroksitin su ve oksijene indirgenmesini sağlayan ve yapısında demir bulunan bir antioksidan enzim olarak tanımlanmıştır (Chaudière ve Ferrari-Iliou, 1999). Katalaz enziminin, hidrojen peroksitin suya indirgenmesinde çok etkili olduğu ve membranlarda oluşturabileceği geri dönüşümsüz zararları engellediği raporlanmıştır (Karadağ, 2013). Bununla birlikte, antioksidan enzimler aktif oksijen türlerini yok etme aşamasında birbirlerini tamamlayan görevlere de sahiptir. Örneğin; katalaz enzimi kloroplastlarda bulunmadığı için, kloroplastlarda hidrojen peroksiti

temizleme görevinin askorbat ve askorbat peroksidaz tarafından gerçekleştirildiği rapor edilmiştir (Kalefetoğlu, 2006).

Karimi ve ark. (2019) İran'da yüksek pH'ya sahip topraklarda kendi kökü üzerinde ticari olarak yetiştirilen 'Sultani Çekirdeksiz' üzüm çeşidinde farklı oranlarda demir ve azotlu gübre uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Demir ve azot uygulanan asmaların kontrole göre daha yüksek GR, APX ve KAT aktivitesi gösterdiği belirtilmiş olup, artan dozların aktiviteyi bir miktar azalttığı bildirilmiştir. Bu çalışmada da organik gübrelerin yetiştirme ortamlarına ve bu nedenle asmalara besin elementi sağladığı düşünülmüştür. Nitekim yapraklarda analiz edilen besin elementlerinin organik gübre uygulamaları ile arttığı ve ortama ilave edilen CaCO_3 ın yapraklarda analiz edilen S ve Ca haricindeki tüm besin elementlerini azalttığı belirlenmiştir. Bu nedenle özellikle kireç stresindeki asmalarda organik uygulamaların antioksidan enzim aktivitesini artırdığı kanaati oluşmuştur.

Ksouri ve ark. (2007) da asmalarda demir eksikliğinin genotiplere göre farklılık göstermekle birlikte KAT aktivitesini etkilediğini raporlamışlardır. Karimi ve Salimi (2021) topraksız kültür ortamına bikarbonat uygulamışlar ve 12 adet üzüm çeşidinde antioksidan enzim aktivitesine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki asmaların KAT ve APX enzim aktivitelerinde kontrole kıyasla 2 kattan fazla bir artış görüldüğü bildirilmiştir. Bu çalışmada, stres ortamındaki asmaların diğer asmalara göre 2 ila 3 kat fazla antioksidan enzim aktivitesi gösterdiği ve bu sonucun Karimi ve Salimi (2021)'nin bildirdikleriyle uyumlu olduğu düşünülmüştür. Bu nedenle kireç stresinin etkisiyle antioksidan enzimlerde artış olduğu tespit edilmiştir.

Sonuçlar genel olarak incelendiğinde aşılı asmalarda kireç stresine toleransın daha fazla olduğu dikkati çekmiştir. Ayrıca membran stabilitesi, lipid peroksidaz aktivitesi ve antioksidanlar birlikte değerlendirildiğinde organik uygulamaların stres tepkilerini hafifleterek hücre duvarındaki zararlanmayı azalttığı kanaati oluşmuştur.

4.4. Asma Yapraklarında Besin Elementi Konsantrasyonları

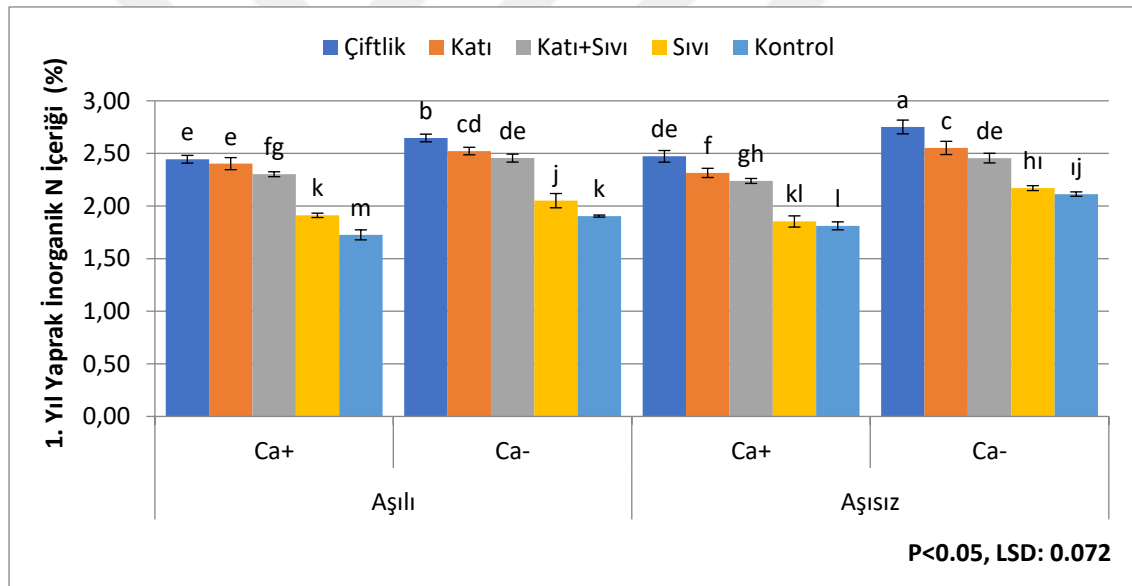
1103 P anacına aşılı ve kendi kökü üzerinde yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarında kalsiyum stresi ve organik gübre uygulamalarının yapraklarda makro (inorganik azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt) ve mikro (toplam

demir, aktif demir, çinko, mangan, bakır, bor) elementler üzerine etkileri bu kısımda verilmiştir.

4.4.1. Yaprakların inorganik azot içeriği (%)

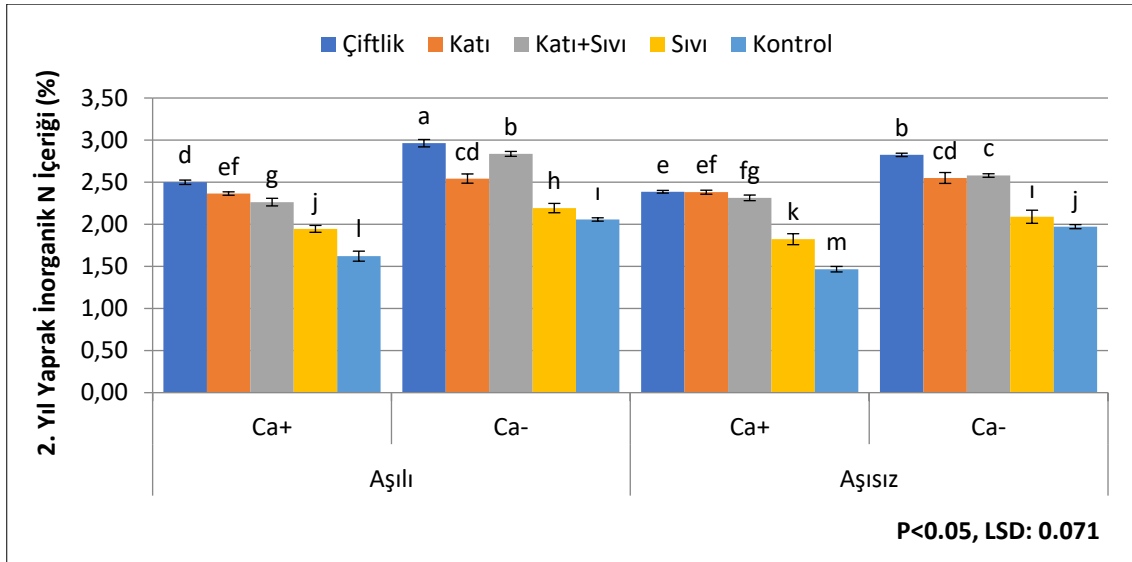
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında belirlenen inorganik azot (N) miktarları Şekil 4.100'de, ikinci yıl tespit edilen değerler ise Şekil 4.101'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında yaprakların inorganik N içeriği üzerine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak N miktarı Ca- ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasından (%2.75) elde edilirken, bunu Ca- ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulaması (%2.65) takip etmiştir. Yapraklarda en düşük N miktarı Ca+ ortamdaki aşılı ve aşısız asmaların kontrol uygulamasında kaydedilmiştir (sırasıyla %1.73 ve %1.81).



Şekil 4.100. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak inorganik N içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında yaprakların inorganik N miktarlarına uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak N miktarı Ca- ortamdaki aşılı asmalarda sırasıyla çiftlik gübresi (%2.96) ve katı solucan gübresi (2.84) uygulamalarında görülürken, en düşük N miktarı Ca+ ortamdaki aşısız ve aşılı asmalarda kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (sırasıyla %1.47 ve %1.62).



Şekil 4.101. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak N içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Elde edilen sonuçlara göre denemenin her iki yılında da asma yapraklarının N içeriği CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında azalmıştır. Ancak bu azalmanın ikinci yılda daha belirgin olduğu fark edilmiştir. Bu etkinin CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında artan kireç miktarı ve yükselen pH'dan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca organik gübrelerin hem Ca+ hem de Ca- ortamlardaki asmalarda besin içeriğini artırdığı dikkati çekmiştir. Bu durumun, organik uygulamaların yetiştirme ortamına ve asmalara sağladığı besin maddelerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

Karimi ve Salimi (2021), topraksız kültüründe torf ve perlit karışımı (1:1) ortamda bikarbonat uygulamasının 'Perlette' çeşidinde yaprak N miktarını etkilediğini tespit etmişlerdir. Söz konusu araştırmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamında yetiştirilen 'Perlette' üzüm çeşidinde N miktarı %2.14, kontrol ortamında yetiştirilenlerde ise %2.43 bulunmuştur. Aynı çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki 'Rishbaba' çeşidinin yapraklarında N miktarı %0.83 iken kontrol ortamında %1.10 olarak belirlenmiştir. Cambrollé ve ark. (2014), topraksız kültürde perlit ortamında yabani asma genotipinin CaCO_3 kaynaklı stresine tepkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar yetiştirme ortamına CaCO_3 ilave ederek %20, %40 ve %60 oranında kireç içeren ortamlar oluşturmuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre, yetiştirme ortamındaki kirecin asma yapraklarında N içeriğini azalttığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, kontrol ortamındaki asmalarda yaprak N miktarını 35 mg g^{-1} olarak

belirlerken, %60 kireç içeren ortamdaki asmalarda N miktarının 28 mg g⁻¹ seviyesine düştüğünü ifade etmişlerdir.

Torf+perlit+toprak karışımı ortamda yapılan bir saksı denemesinde, vermikompost uygulamalarının asma yapraklarında N miktarını artırdığı bildirilmiştir. Araştırmaya göre kontrol uygulamasında yaprak N miktarı %2.29 bulunurken, vermikompostun artan dozlarına paralel olarak %3.10'a kadar yükseldiği tespit edilmiştir (Açıkbaş ve Bellitürk, 2016). Abd Elrahman ve Bakr (2022), 'Superior Seedless' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uyguladıkları vermikompostun (%2.09), asma yapraklarının N içeriğini kontrole (%1.93) göre artırdığını bildirmişlerdir. Koç ve ark. (2021), 'Alphonse Lavallée' çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına (pH:7.65) uyguladıkları vermikompostun (%2.30) asma yapraklarında N içeriğini kontrole (%1.89) göre artırdığını raporlamışlardır. Upadhyay ve ark. (2022) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Dodridge anacına aşılı 'Sultani Çekirdeksiz' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uygulanan çiftlik gübresinin, asma yapraklarında N miktarını artırdığı bildirilmiştir. Özdemir (2005), saksı kültüründe kireçli topraklarda gerçekleştirdiği çalışmada, asma yapraklarındaki N miktarının FeSO₄+çiftlik gübresi uygulaması ile %1.45'e yükseldiği, kontrol uygulamasında ise %1.07 olarak belirlendiği bildirilmiştir.

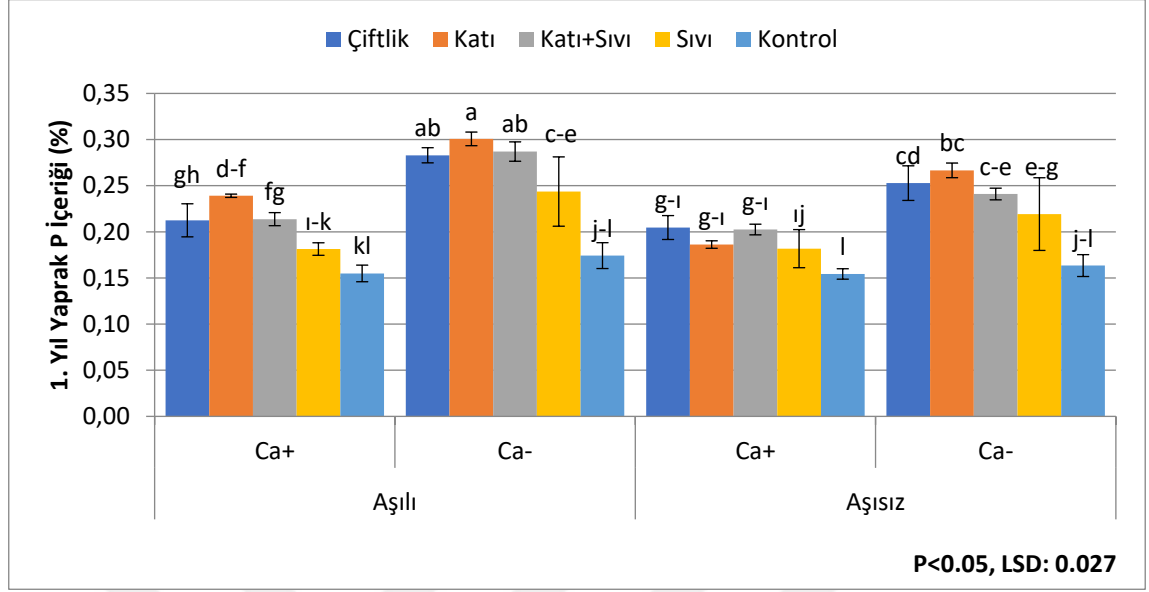
Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen N değerleri, asmalar için belirlenen referans değerlerle (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) karşılaştırıldığında; Ca- ve Ca+ ortamlardaki aşılı ve aşısız asmaların N miktarları her iki yılda da çiftlik gübresi, katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında yeterlilik sınır değerlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamalarında ise ikinci yılda Ca+ ortamlardaki aşılı ve aşısız asmalarda sınır değerlerin altında düştüğü saptanmıştır.

4.4.2. Yaprakların fosfor içeriği (%)

Denemenin birinci yılında asma yapraklarında tespit edilen fosfor (P) miktarları Şekil 4.102'de, ikinci yıl belirlenen miktarlar ise Şekil 4.103'te gösterilmiştir.

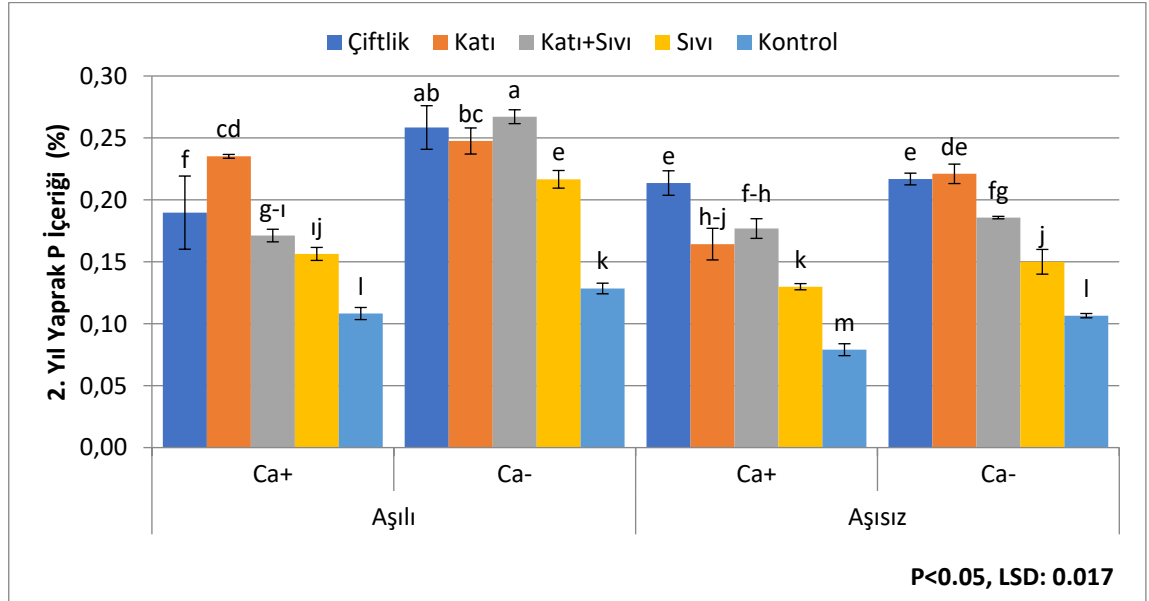
Denemenin birinci yılında yaprakların P içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek P içeriği Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresi uygulamasından (%0.30) elde edilmiş olup, bunu katı+sıvı solucan gübresi uygulaması (%0.29) takip etmiştir. En düşük

değerler Ca^{+} ortamdaki aşısız ve aşılı asmalarda (%0.15) kontrol uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.102. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^{+}) ve kalsiyumsuz (Ca^{-}) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak P içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yaprakların P içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek P içeriği Ca^{-} ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (%0.27) tespit edilmiştir. En düşük değerler ise Ca^{+} ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında (%0.08) saptanmıştır.



Şekil 4.103. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^{+}) ve kalsiyumsuz (Ca^{-}) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak P içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin her iki yılında da asma yapraklarının P içeriğinin organik uygulamalarla arttığı tespit edilmiştir. Bunun aksine CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarının yaprakların P içeriğini azalttığı belirlenmiştir. Bu sonuca göre, yetiştirme ortamına ilave edilen CaCO_3 'ün asma köklerinin P alımını engellediği kanaati oluşmuştur. Nitekim CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında suda çözünabilir P miktarının azaldığı ve pH'nın arttığı saptanmıştır.

Tangolar ve ark. (2019), bağ toprağına uygulanan farklı organik gübre karışımlarının asmaların beslenme durumuna etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmacılar, asma yapraklarındaki P içeriğinin; bağ toprağına uygulanan çiftlik gübresi+pomza+saman uygulamasında %0.50 olarak belirlendiğini, kontrolde ise %0.38 bulunduğunu raporlamışlardır. Ateş ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada çiftlik gübresi+yeşil gübreleme (arpa+fiğ+bakla) uygulamalarını konvensiyonel uygulamalarla karşılaştırmışlar ve asma yaprağındaki P içeriğini çiftlik gübresinde %0.36 olarak; konvensiyonel uygulamada ise %0.28 olarak belirlediklerini bildirmişlerdir.

Abd Elrahman ve Bakr (2022), 'Superior Seedless' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uyguladıkları vermikompostun (%0.28) asma yapraklarının P içeriğini kontrole (%0.17) göre artırdığını belirtmişlerdir. Koç ve ark. (2021), pH'sı 7.65 olan toprakta yaptıkları çalışmada vermikompostun farklı dozlarının 'Alphonse Lavallée' çeşidinin beslenmesine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, asma yapraklarının P içeriğinin kontrol uygulamasında %0.13; vermikompost uygulamasında %0.17 bulunmuştur. Saksı kültüründe gerçekleştirilen bir çalışmada, 5 BB anacına aşılı 'Trakya İlkeren' üzüm çeşidinin yetiştirme ortamına %10 oranında vermikompost uygulandığında yaprakların P içeriğinin %0.40 olarak belirlendiği, kontrol uygulamasında ise %0.28 olarak bulunduğu belirtilmiştir (Açıkbaş ve Bellitürk, 2016).

Bavaresco ve ark. (2003), saksı kültüründe kireçli (aktif kireç: %19.3) ve kireçsiz (aktif kireç: %2.1) toprakta gerçekleştirdikleri çalışmada, 3309 C ve 41 B anaçlarına aşılı 'Pinot Blanc' çeşidinin yapraklarının besin içeriklerini araştırmışlardır. Kireçli toprakta 3309 C anacına aşılı çeşitte P içeriği %0.38 iken, kireçsiz toprakta %0.41 olarak bulunmuştur. 41 B anacına aşılı çeşitte ise kireçli toprakta yaprak P içeriği %0.32 iken kireçsiz toprakta %0.36 bulunduğu bildirilmiştir. Cambrollé ve ark. (2014), topraksız kültürde perlit ortamında gerçekleştirdikleri çalışmada, yabani asma genotipinin Kalsiyum stresi ortamına tepkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar yetiştirme ortamlarına CaCO_3 ilave edilerek %20, %40 ve %60 oranında kireç içeren

ortamlar oluşturmışlardır. Söz konusu çalışmanın sonuçlarına göre, yetiştirme ortamlarında kireç miktarı arttıkça asma yapraklarının P içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, kontrol ortamındaki asmaların yapraklarında P miktarını 5 mg g^{-1} ; %60 kireç içeren ortamdaki asmalarda ise 3 mg g^{-1} olarak belirlemişlerdir. Sabır ve ark. (2010), topraksız kültürde bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve demir uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojik ve vejetatif özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmaya göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamının asmalarda P içeriğini azalttığı saptanmış olup, demir uygulamaları ile asma yapraklarında P içeriğinin arttığı raporlanmıştır.

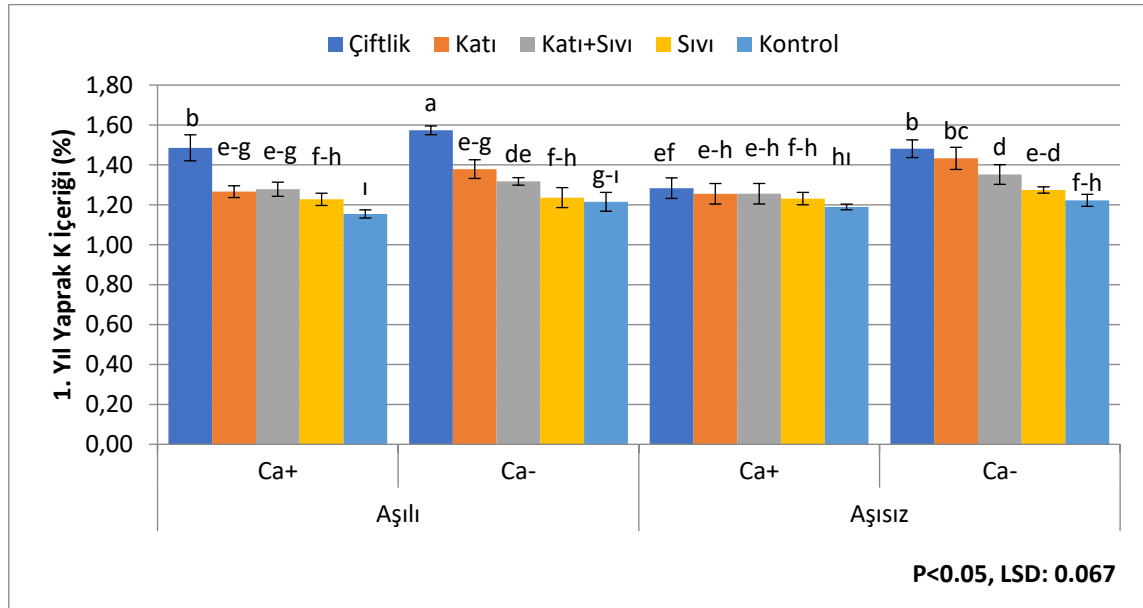
Aşılı ve aşısız asmalarda analiz edilen P içerikleri, araştırmacılar tarafından belirlenen sınır değerlere (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) göre incelendiğinde; birinci yılda Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında asma yapraklarının P içeriklerinin sınır değerlerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Birinci yılda bu uygulama dışındaki diğer uygulamalarda ve ikinci yılda ise tüm uygulamalarda Ca+ ve Ca- ortamlardaki aşılı ve aşısız asmaların P içerikleri referans değerlerin altında bulunmuştur. Ancak bu konuda farklı araştırmacıların belirttiği referans değerler de mevcuttur. Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen P değerleri, Beyers (1962)'in asmalar için belirttiği referans değerlerle karşılaştırıldığında; birinci yıl tüm uygulamalarda yaprak P değerinin yeterlilik sınır değerinin üzerinde olduğu saptanmıştır. İkinci yılda ise Ca+ ve Ca- ortamlardaki aşılı ve aşısız asmaların P miktarları tüm organik gübre uygulamalarında söz konusu sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. İkinci yılda kontrol uygulamaları incelendiğinde, Ca- ortamdaki aşılı asmalar dışındaki tüm asmalarda kontrol uygulamasında P değeri belirtilen sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur.

4.4.3. Yaprakların potasyum içeriği (%)

Denemenin birinci yılında asma yapraklarında analiz edilen potasyum (K) içerikleri Şekil 4.104'te, ikinci yıl belirlenen değerler ise Şekil 4.105'te sunulmuştur.

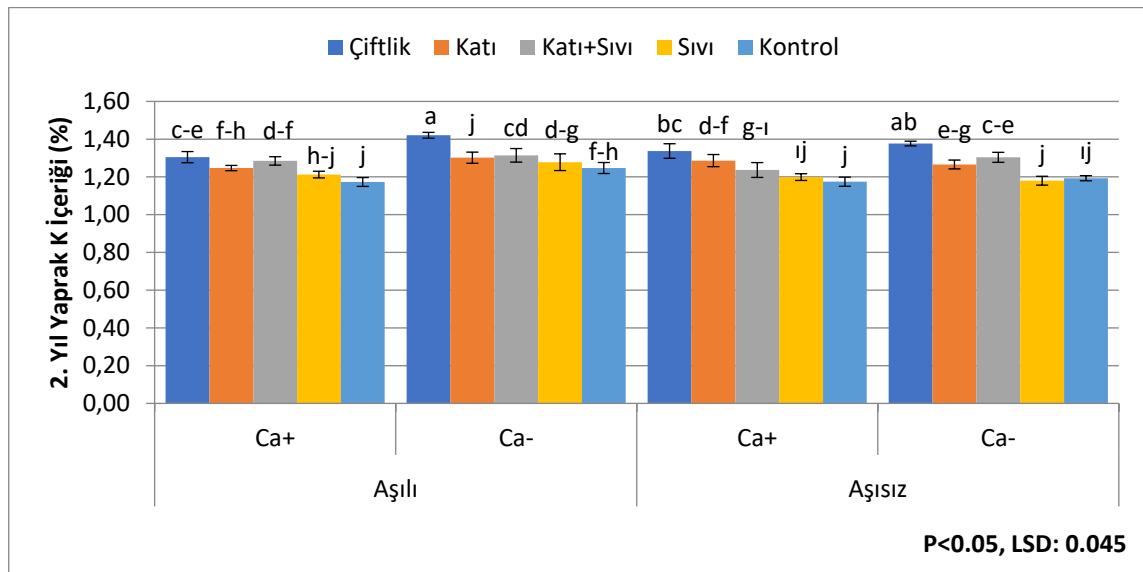
Denemenin birinci yılında yaprakların K içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değer Ca- ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulamasından (%1.57) elde edilmiş olup bunu Ca+ ortamda aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulaması (%1.49) takip etmiştir. En

düşük değerler Ca^+ ortamdaki aşılı (%1.15) ve aşısız asmalarda (%1.19) kontrol uygulamasında tespit edilmiştir.



Şekil 4.104. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak K içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yaprakların K miktarına tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değer Ca^- ortamdaki aşılı ve aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında tespit edilmiştir (sırasıyla, %1.42 ve %1.38). En düşük P içeriği ise Ca^+ ortamdaki aşılı ve aşısız asmalarda kontrol uygulamalarında belirlenmiştir (%1.17).



Şekil 4.105. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak K içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin her iki yılında da organik uygulamaların asma yapraklarında K miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Ancak birinci yılda aşılı asmalarda çiftlik gübresi diğer uygulamalara göre belirgin farkla yüksek bulunurken, aşısız asmalarda birbirine yakın değerler tespit edilmiştir. Bu farklılığın anaç faktöründen kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarının asmalarda K miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Kalsiyumun bazı besin elementleri üzerine antagonistik etki gösterdiği bilinmektedir (Bolat ve Kara, 2017). Ayrıca toprağın kalsiyum içeriğinin yüksek olması, bitkilerin K alımını da engellemektedir (Boşgelmez ve ark., 2001; Aktaş, 2004). Bu çalışmada, Ca^{+} ortamdaki asma yapraklarının K miktarının Ca -ortamdakilere göre daha düşük olması literatür bilgileriyle uyumaktadır.

Hafif alkali toprak koşullarında organik (çiftlik gübresi+yeşil gübreleme) ve konvansiyonel tarım uygulamalarının asmaların beslenmesine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; asma yapraklarının K içeriğinin çiftlik gübresi+yeşil gübreleme uygulamasında (%1.01) konvansiyonel uygulamalara (%0.96) göre daha yüksek bulunduğu raporlanmıştır (Ateş ve ark., 2018). Hafif alkali toprakta farklı organik gübrelerin ‘Çiloreş’ üzüm çeşidinin yaprak K içeriğine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, yaprakların K içeriğinin çiftlik gübresinde (%0.65) kontrole (%0.59) kıyasla daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir (Özdemir ve ark., 2008). Upadhyay ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, Dodridge anacına aşılı ‘Sultani Çekirdeksiz’ üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uygulanan çiftlik gübresinin, asma yapraklarında K miktarını artırdığı bildirilmiştir. Karažija ve ark. (2011), kireçli toprakta (pH:8.02) yaptıkları çalışmada çiftlik gübresi uygulamasının K içeriğini artırdığını, ancak farklı dönemlerde farklı artışların tespit edildiğini bildirmişlerdir. Çalışmada; çiftlik gübresi uygulaması (4 t da^{-1}) ile yapraktaki K değeri çiçeklenme döneminde %1.22, çiçeklenme ve ben düşme döneminden 2 hafta sonra sırasıyla %1.20 ve %0.95 olarak belirlenmiştir. Söz konusu araştırmacılar, üç analiz döneminde de yaprakların K içeriğinin kontrole göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Hafif alkali özellikteki toprakta (pH:7.65) vermikompostun ‘Alphonse Lavallée’ çeşidinin mineral beslenmesine etkileri araştırılmış ve yaprakların K içeriğinin vermikompost uygulamasında (%1.10) kontrole (%0.78) göre daha yüksek bulunduğu raporlanmıştır (Koç ve ark., 2021). Abd Elrahman ve Bakr (2022), ‘Superior Seedless’ üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uyguladıkları vermikompostun (%1.45), asma yapraklarının K içeriğini kontrole (%1.31) göre artırdığını bildirmişlerdir. Sakı

kültüründe gerçekleştirilen bir çalışmada, 5 BB anacına aşılı 'Trakya İlkeren' üzüm çeşidinin yaprak K içeriğinin vermikompost uygulamasında (%2.26) kontrole (%1.53) daha yüksek bulunduğu rapor edilmiştir (Açıkbaş ve Bellitürk, 2016). Literatür değerleriyle uyuşmayan bazı sonuçların, bitkinin yaşına, yetiştirme koşuluna, beslenme durumuna, yaprak konumuna ve örnek alma dönemine göre değişiklik göstermesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bu bilgiye örnek olarak; Karažija ve ark. (2011)'nın farklı dönemlerdeki yaprak örneklerinden elde ettikleri farklı değerler gösterilebilir.

Karimi ve Salimi (2021), torf ve perlit karışımından (1:1) oluşan topraksız kültür ortamında bikarbonat kaynaklı stresin 12 adet üzüm çeşidinin yapraklarında K içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Yaprakların K miktarlarının; bikarbonat kaynaklı stres ortamında %0.83-1.33 arasında olduğu, kontrol ortamında ise %1.12-1.59 arasında değiştiği raporlanmıştır. Cambrollé ve ark. (2014), topraksız kültürde perlit ortamında yabani asma genotipinin CaCO_3 kaynaklı strese tepkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar yetiştirme ortamına CaCO_3 ilave ederek %20, %40 ve %60 oranında kireç içeren ortamlar oluşturmuşlardır. Söz konusu çalışmaya göre, yetiştirme ortamlarında kireç miktarı arttıkça asma yapraklarının K içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, kontrol ortamındaki asmaların yapraklarında K miktarını 27 mg g^{-1} ; %60 kireç içeren ortamdaki asmalarda ise 22 mg g^{-1} olarak belirlemişlerdir.

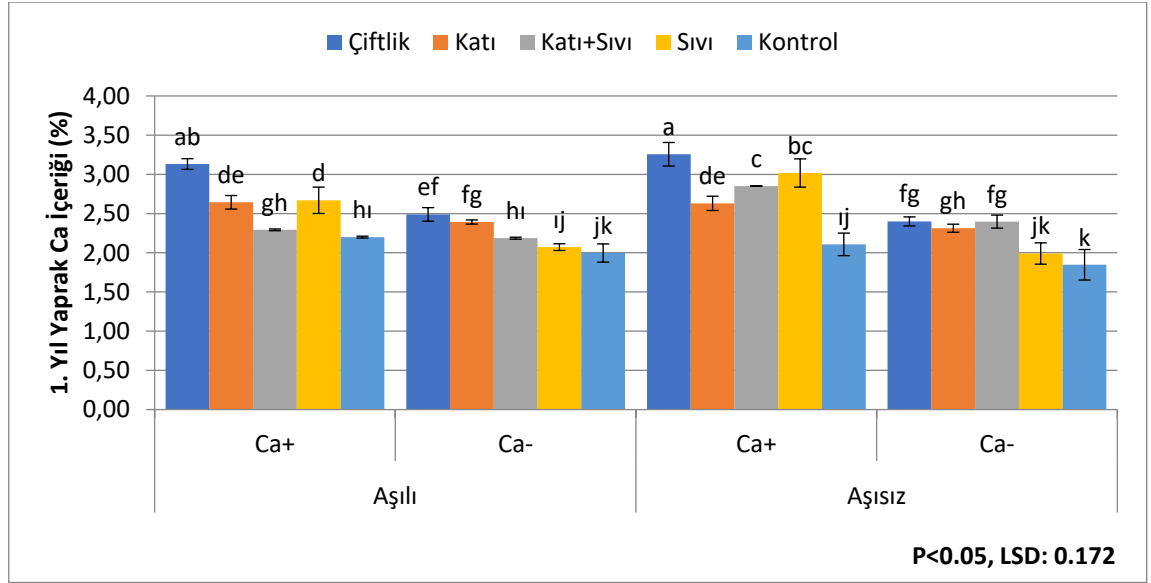
Bavaresco ve Poni (2003); az kireçli (aktif kireç: %3) ve çok kireçli (aktif kireç: %17) topraklarda saksı kültüründe yaptıkları çalışmada, SO_4 anacına aşılı 'Aurora' üzüm çeşidinin yaprak K içeriğini araştırmışlardır. Denemeye göre; çok kireçli toprakta yetişen asmaların K içeriği %1.22 bulunurken, az kireçli toprakta yetişenlerde %1.40 olarak belirlenmiştir.

Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen K değerleri, asmalar için belirlenen referans değerlerle (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) karşılaştırıldığında; her iki yılda da Ca- ortamda aşılı ve aşısız asmalarda çiftlik gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında aşılı ve aşısız asmaların K içerikleri sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Ca- ortamda katı solucan gübresi uygulamasında aşısız asmaların K içeriği söz konusu sınır değerinin altında iken aşılı asmalarda sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Sıvı solucan gübresi ve kontrol uygulamalarında ise her iki yılda da aşılı ve aşısız asmaların K miktarlarının sınır değerlerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

4.4.4. Yaprakların kalsiyum içeriği (%)

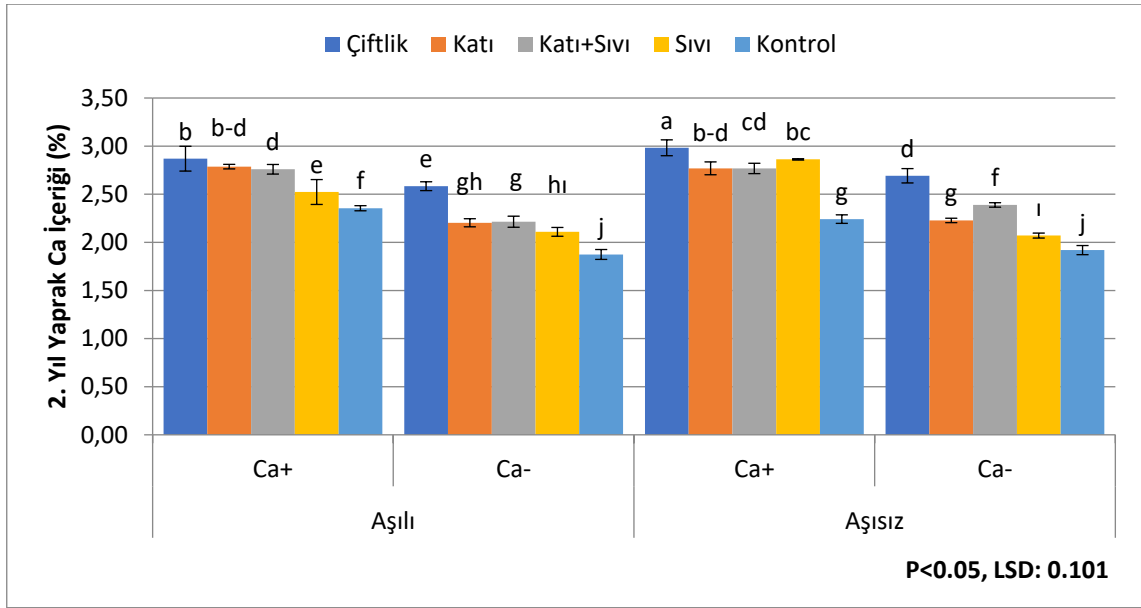
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında belirlenen kalsiyum (Ca) içerikleri Şekil 4.106'da, ikinci yıl elde edilen değerler ise Şekil 4.107'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında yaprakların Ca içeriği üzerine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değer Ca+ ortamdaki aşısız ve aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulamasından elde edilmiştir (sırasıyla, %3.26 ve %3.13). En düşük değerler ise Ca- ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (%1.85).



Şekil 4.106. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak Ca içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında yaprakların Ca içerikleri üzerine tüm uygulamaların etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Ca miktarları Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik uygulamasında (%2.98) belirlenmiştir. En düşük değerler ise Ca- ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında bulunmuştur (%1.87).



Şekil 4.107. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak Ca içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin iki yılında da organik gübreler asma yapraklarının Ca içeriğini artırmıştır. Bununla birlikte CaCO_3 kaynaklı stres ortamının da asmaların yapraklarında Ca oranını artırdığı belirlenmiştir. Bu artışların ortama ilave edilen organik gübrelerden ve CaCO_3 uygulamalarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Sala ve Blidariu (2012) çiftlik gübresinin farklı dozlarının bağ koşullarında asmaların beslenmesine etkilerini araştırmışlar ve çiftlik gübresinin uygulama dozlarına paralel olarak yapraklarda Ca içeriğini artırdığını ifade etmişlerdir. Söz konusu çalışmaya göre, çiftlik gübresi uygulamasında dozlara bağlı olarak yaprak Ca içeriğinin %2.64-2.83 arasında değiştiği; kontrol uygulamasında ise %1.87 olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Koç ve ark. (2021)'nin hafif alkali topraklarda (pH:7.65) gerçekleştirdiği çalışmaya göre, vermikompostun 'Alphonse Lavallée' çeşidinde yaprakların Ca içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, yapraklardaki Ca miktarının vermikompost uygulamasında (%2.35) kontrole (%1.48) göre daha yüksek bulunduğunu raporlamışlardır.

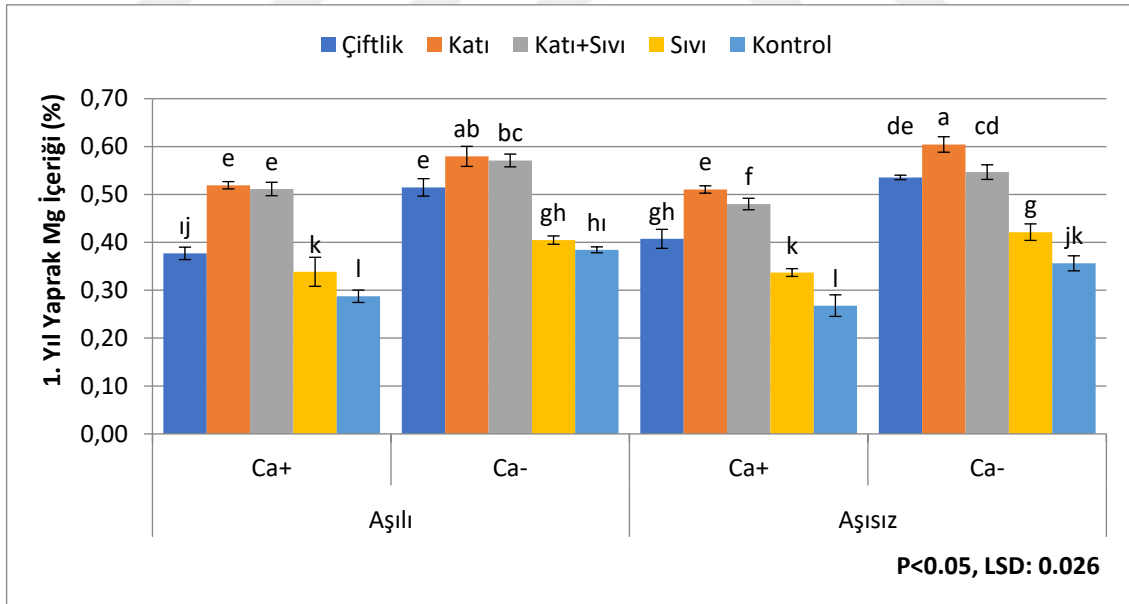
Karimi ve Salimi (2021), torf ve perlit karışımından (1:1) oluşturdukları topraksız kültür ortamında, bikarbonat uygulamasının 12 adet üzüm çeşidinin tamamında yaprakların Ca içeriğini artırdığını belirlemişlerdir. Yaprakların Ca miktarının, bikarbonat kaynaklı stres ortamındaki asmalarda %1.01-2.34 arasında olduğu, kontrol ortamındaki asmalarda ise %0.59-1.64 arasında değiştiği raporlanmıştır.

Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen Ca değerleri, asmalar için belirlenen referans değerlerle (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) karşılaştırıldığında; birinci yılda Ca- ortamdaki aşısız asmalarda, ikinci yılda ise Ca- ortamda hem aşılı hem de aşısız asmalarda Ca miktarı kontrol uygulamasında sınır değerinin altında bulunmuştur. Bunun dışındaki tüm uygulamalarda aşılı ve aşısız asmaların Ca içeriğinin referans değerlerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

4.4.5. Yaprakların magnezyum içeriği (%)

Denemenin birinci yılında asma yapraklarında tespit edilen magnezyum (Mg) içerikleri Şekil 4.108’de, ikinci yıl belirlenen değerler ise Şekil 4.109’da gösterilmiştir.

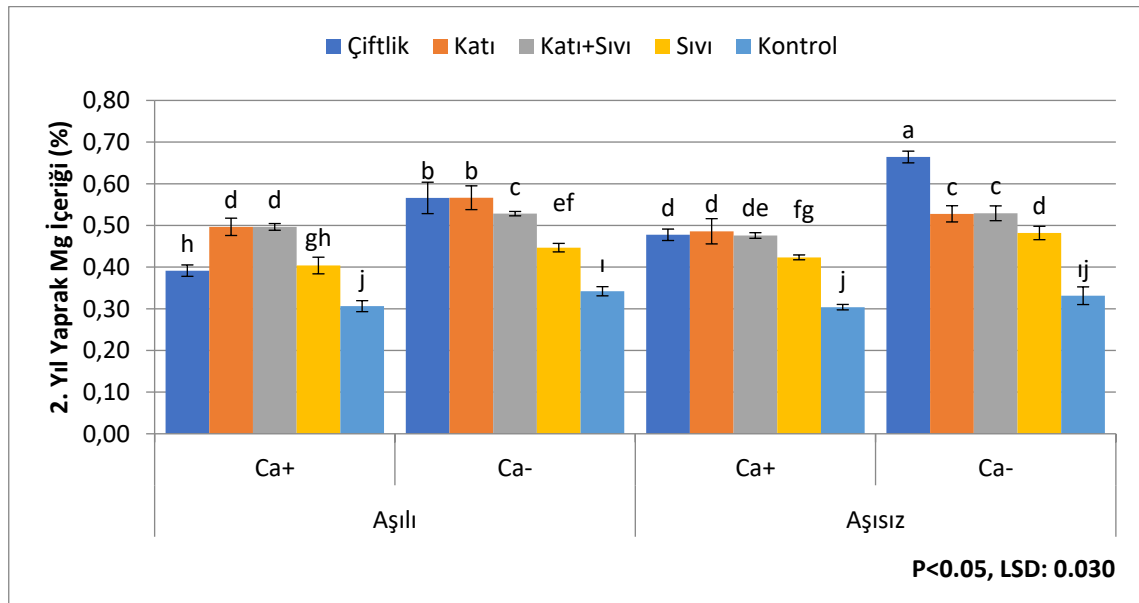
Denemenin birinci yılında yaprakların Mg içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Mg değerleri Ca- ortamındaki aşısız ve aşılı asmalarda katı solucan gübresi uygulamasından elde edilmiştir (sırasıyla %0.60 ve %0.58). En düşük Mg miktarı ise Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında belirlenmiştir (%0.27).



Şekil 4.108. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak Mg içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında yaprakların Mg miktarı üzerine tüm uygulamaların etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Mg değeri Ca- ortamda aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında (%0.66) belirlenirken en

düşük değerler Ca^+ ortamdaki aşısız ve aşılı asmalarda kontrol uygulamasından elde edilmiştir (sırasıyla, %0.30 ve %0.31).



Şekil 4.109. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak Mg içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarının asma yapraklarının Mg miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Toprak pH'sı ile besin ilişkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, pH'nın artmasıyla yapraktaki Mg'nin arttığı tespit edilmiş, ancak çalışmadaki pH seviyesinin en yüksek 7.27 olduğu bildirilmiştir. Ortam pH'sı arttıkça belli bir seviyeye kadar yapraktaki Mg artsa da ortamdaki Ca seviyesinin artışıyla bitkiler tarafından Mg alımının azaldığı vurgulanmıştır (Čoga ve ark., 2008).

Denemenin her iki yılında da organik uygulamaların asma yapraklarında Mg içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Organik gübrelerin 'Sultani Çekirdeksiz' üzüm çeşidinin besin alımına etkilerinin incelendiği bir çalışmada, çiftlik gübresi+arpa+fiğ+bakla karışımının (%1.3) yapraklarda Mg oranını kontrole (%1.15) göre artırdığı belirlenmiştir (Ateş ve ark., 2018). Farklı organik uygulamaların ayrı ve birlikte uygulanması ile 'Çiloreş' üzüm çeşidinin beslenmesine etkilerinin incelendiği bir araştırmada; çiftlik gübresinin ilk yıl asmaların Mg içeriğini kontrole göre azalttığı (çiftlik: 0.43 mg kg^{-1} , kontrol: 0.49 mg kg^{-1}); ikinci yıl ise artırdığı (çiftlik: 0.30 mg kg^{-1} , kontrol: 0.28 mg kg^{-1}) raporlanmıştır (Özdemir ve ark., 2008). Upadhyay ve ark. (2022), Dodridge anacına aşılı 'Sultani Çekirdeksiz' üzüm çeşidinin yetiştirildiği bağ toprağına uygulanan çiftlik gübresinin, asma yapraklarında Mg miktarını artırdığını bildirmişlerdir.

Hafif alkali özellikteki toprakta (pH:7.65) katı solucan gübresinin ‘Alphonse Lavallée’ üzüm çeşidinin besin içeriklerine etkileri araştırılmış ve katı solucan gübresinin (%0.35) kontrole (%0.32) kıyasla yaprakların Mg içeriğini artırdığı bildirilmiştir (Koç ve ark., 2021). Açıkbaş ve Bellitürk (2016), saksı kültüründe gerçekleştirdikleri çalışmada, yetiştirme ortamına uygulanan vermikompostun 5 BB anacına aşılı ‘Trakya İlkeren’ üzüm çeşidinin besin içeriklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, yaprakların Mg içeriğinin vermikompost (%0.11) uygulamasında kontrole (%0.10) göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

Bavaresco ve Poni (2003) saksı kültüründe gerçekleştirdikleri çalışmada az kireçli (aktif kireç: %3) ve çok kireçli (aktif kireç: %17) toprağın SO₄ asma anacına aşılı ‘Aurora’ üzüm çeşidinde mineral beslenmeye etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, az kireçli topraktaki asmalarda Mg içeriği %0.18; çok kireçli topraklarda %0.19 olarak belirlenmiştir.

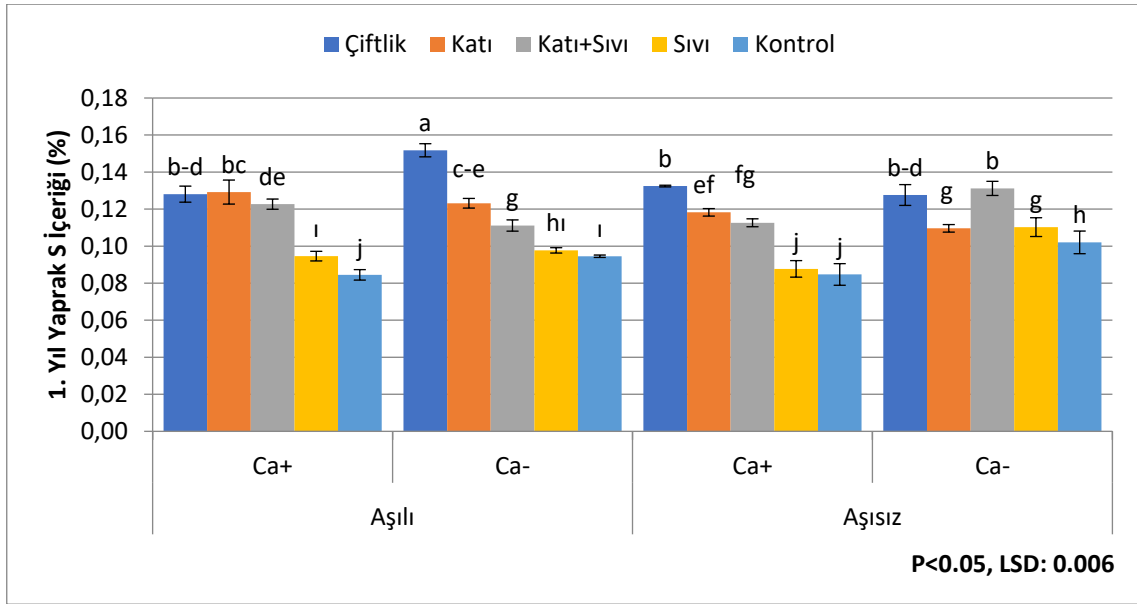
Sabır ve ark. (2010), topraksız kültürde bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve demir uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojik ve vejetatif özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmaya göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamının asmalarda Mg içeriğini azalttığı; Fe uygulamalarının ise asma yapraklarında Mg içeriğinin arttığı raporlanmıştır.

Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen Mg miktarları, asmalar için belirlenen sınır değerlerle (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) karşılaştırıldığında; her iki yılda da Ca⁻ ve Ca⁺ ortamlarda aşılı ve aşısız asmaların Mg içeriklerinin referans değerinin üzerinde olduğu saptanmıştır.

4.4.6. Yaprakların kükürt içeriği (%)

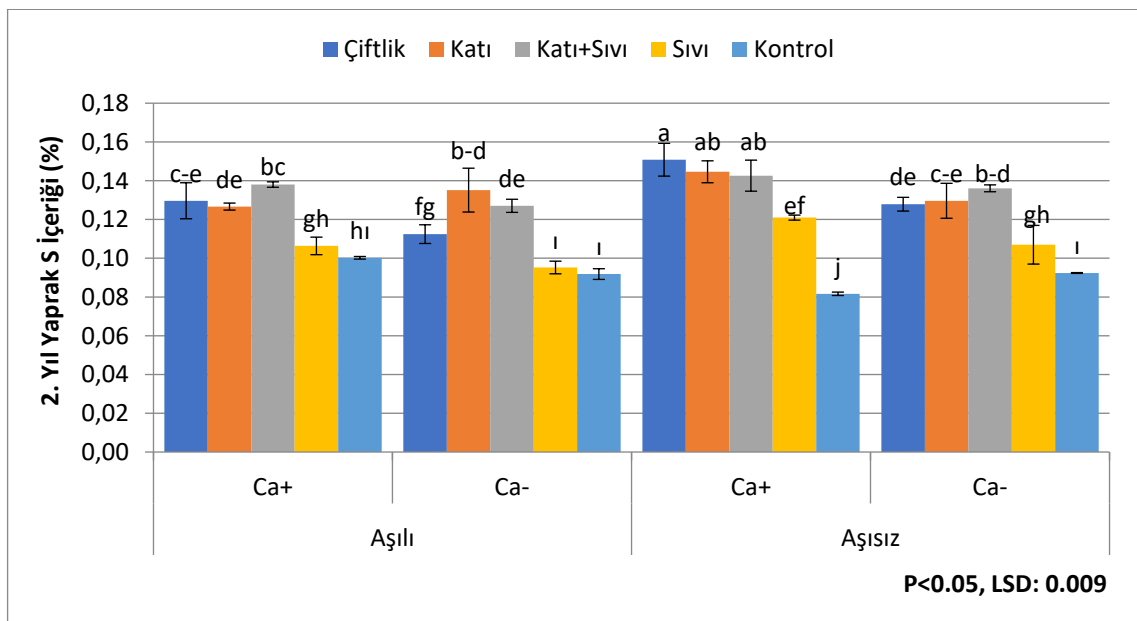
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında belirlenen kükürt (S) içerikleri Şekil 4.110’da, ikinci yıl tespit edilen değerler ise Şekil 4.111’de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında yaprakların S (%) içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değer Ca⁻ ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulamasından (%0.15) elde edilirken, en düşük değerler Ca⁺ ortamdaki aşılı ve aşısız asmalarda kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (%0.08).



Şekil 4.110. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak S içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında, yaprakların S miktarına tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değer Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasından (%0.15) elde edilirken en düşük değer Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda sıvı solucan gübresi uygulamasında (%0.08) belirlenmiştir.



Şekil 4.111. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak S içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin her iki yılında da organik uygulamaların asma yapraklarının S içeriğini artırdığı saptanmıştır. Organik gübrelerin bu etkilerinin, içerdikleri besin maddeleriyle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Benzer şekilde her iki yılda da asma yapraklarındaki S miktarı CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında artmıştır. Ancak aşılı ve aşısız asmalarda S içeriği bakımından farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığın anaç faktöründen kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Bitkilerde vitamin, protein, enzim ve klorofil sentezinin gerçekleşmesi ve fizyolojik olayların normal ilerlemesi için kükürdün zorunlu olduğu bildirilmiştir (Ahmad ve Anjum, 2023). Kükürt aynı zamanda abiyotik streslere maruz kalan bitkilerde reaktif oksijen türlerinin temizlenmesinde rol alan glutatyon üretimini de artırmaktadır (Rausch ve Wachter, 2005; Ahmad ve Anjum, 2023). Bu yönüyle, bu çalışmada kullanılan organik gübrelerin asmalarda S miktarının artmasında ve CaCO_3 kaynaklı stresin olumsuz etkilerinin azalmasında etkili olabileceği düşünülmüştür.

Saksı kültüründe yapılan bir çalışmada, farklı vermikompost dozlarının 5 BB asma anacına aşılı ‘Trakya İlkeren’ çeşidinin besin elementi içeriğine etkileri araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada, kontrol ortamındaki asmaların yapraklarındaki S içeriği %0.20 bulunurken; %10 vermikompost içeren ortamdaki asmalarda %0.22 olarak belirlendiği bildirilmiştir (Açıkbaş ve Bellitürk, 2016). Trentin ve ark. (2019), bağ toprağına uyguladıkları vermikompostun, 1103 P asma anacının sürgünlerinin S içeriğini kontrole göre artırdığını ifade etmişlerdir.

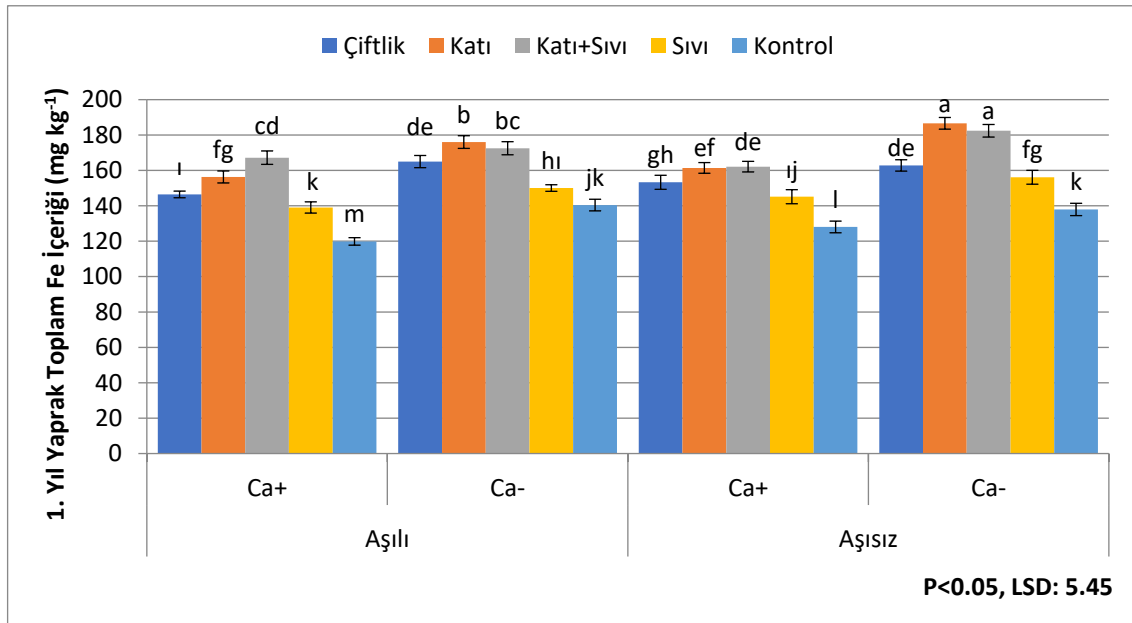
Hillin ve ark. (2021), saksı kültüründe gerçekleştirdikleri çalışmada toprağına uyguladıkları bikarbonatın 43 adet asma genotipinin besin içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada 31 adet Muskadin varyetesi, 5 adet hibrit çeşit ve 6 adet anaç kullanılmıştır. Söz konusu çalışmaya göre, anaçların yapraklarındaki S içeriğinin, Muskadin varyeteleri ve hibrit çeşitlere göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

4.4.7. Yaprakların toplam demir içeriği (mg kg^{-1})

Asma yapraklarında denemenin birinci yılında analiz edilen toplam demir (Fe) miktarları Şekil 4.112’de, ikinci yılda belirlenen değerler ise Şekil 4.113’te gösterilmiştir.

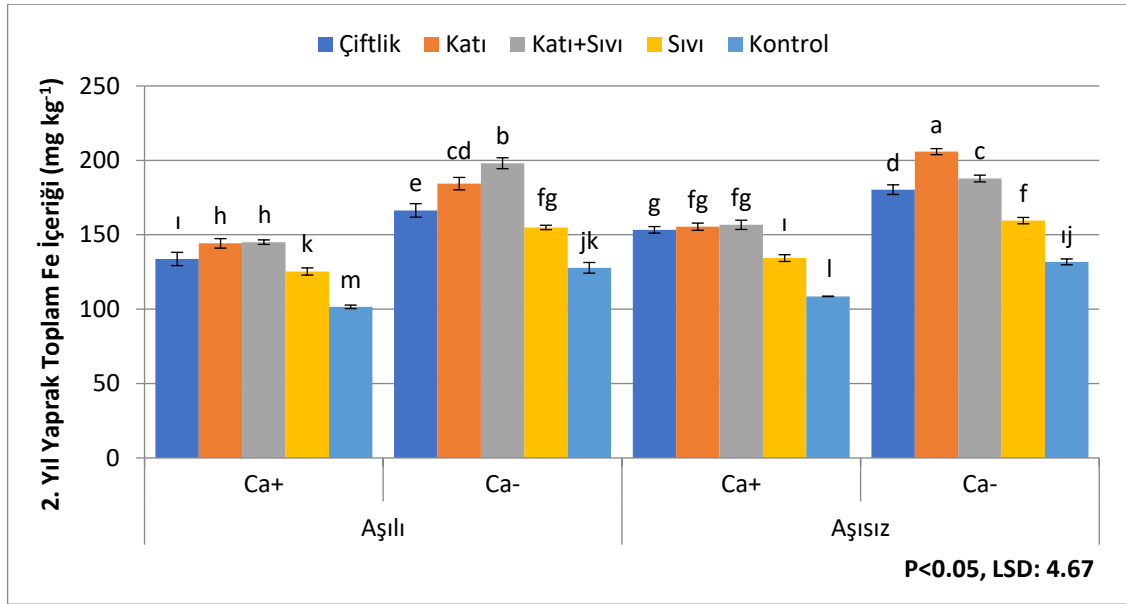
Denemenin birinci yılında yaprakların toplam Fe içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek toplam Fe içeriği Ca- ortamdaki aşısız asmalarda sırasıyla katı solucan gübresi ($186.64 \text{ mg kg}^{-1}$) ve

katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarından ($182.42 \text{ mg kg}^{-1}$) elde edilmiştir. En düşük değerlerin ise Ca^+ ortamdaki aşılı ve aşısız asmalarda kontrol uygulamasında tespit edilmiştir (sırasıyla, $119.89 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $128.06 \text{ mg kg}^{-1}$) elde edilmiştir.



Şekil 4.112. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca^+) ve kalsiyumsuz (Ca^-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak toplam Fe içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yaprakların toplam Fe içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek toplam Fe miktarı Ca^- ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında ($205.85 \text{ mg kg}^{-1}$) belirlenmiş ve bu uygulamayı Ca^- ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulaması ($198.06 \text{ mg kg}^{-1}$) takip etmiştir. En düşük toplam Fe miktarı ise Ca^+ ortamdaki aşılı ve aşısız asmalarda kontrol uygulamasında (sırasıyla $101.56 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $108.58 \text{ mg kg}^{-1}$) saptanmıştır.



Şekil 4.113. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak toplam Fe içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin iki yılında da organik uygulamaların asma yapraklarında toplam Fe miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Ancak her iki yılda da katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarının asmalarda toplam Fe miktarını diğer uygulamalara göre daha belirgin artırdığı dikkati çekmiştir. Yetiştirme ortamına ilave edilen çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinin suda çözünebilir Fe miktarları incelendiğinde birbirine yakın değerlere sahip oldukları anlaşılmıştır (Çizelge 3.2 ve 3.3). Buna rağmen asma yapraklarındaki etkilerinin farklılık göstermesi, söz konusu gübrelerin pH ve kireç içerikleri ile yetiştirme ortamında oluşturdukları etkilerle ilişkilendirilmiştir.

Yetiştirme ortamları incelendiğinde; en yüksek pH ve kirecin, çiftlik gübresinin bulunduğu ortamlarda olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarının asma yapraklarında toplam Fe miktarını azalttığı saptanmıştır. Bu etkinin; ortama ilave edilen CaCO_3 'ün, yetiştirme ortamının pH ve kireç içeriğini artırmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Kök ortamının pH'sı arttıkça Fe'nin bitkiler tarafından alımının kısıtlandığı; 4'ün üzerindeki pH'nın artan her birimi için Fe alımının 1000 kat azaldığı ve pH'nın 7.4-8.5 aralığında olduğu ortamlarda Fe alımının en az seviyede olduğu bildirilmiştir (Byrne ve Rouse, 1995).

Aktaş (2004), kireç içeriği %20'den fazla olan topraklara kurulan bağlarda, Fe eksikliğinin yaygın olarak görüldüğünü raporlamıştır. Birçok araştırmacı da kireçli topraklara sahip bağlarda en yaygın beslenme bozukluğunun Fe klorozu olduğunu

bildirmişlerdir (Özdemir, 2005; Sabır ve ark., 2010; Sabır ve ark., 2017; Shahsavandi ve ark., 2020; Shahsavandi ve Eshghi, 2021; Lampreave ve ark., 2022).

Karimi ve Salimi (2021); topraksız kültürde torf ve perlit karışımı (1:1) ortamda bikarbonat uygulamasının, 12 adet üzüm çeşidinin yapraklarında toplam Fe içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, yaprakların toplam Fe miktarlarının bikarbonat kaynaklı stres ortamında 50-100 mg kg⁻¹ arasında, kontrol ortamında ise 125-200 mg kg⁻¹ arasında değiştiği raporlanmıştır. Cambrollé ve ark. (2014), topraksız kültürde perlit ortamında yabancı asma genotipinin Kalsiyum stresi ortamına tepkilerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmacılar tarafından yetiştirme ortamına CaCO₃ ilave ederek %20, %40 ve %60 oranında kireç içeren ortamlar oluşturulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, yetiştirme ortamlarında kireç miktarı arttıkça asma yapraklarının Fe içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, kontrol ortamındaki asma yapraklarının toplam Fe miktarının 90 mg kg⁻¹ olduğunu, %60 kireç içeren ortamdaki asmalarda ise 70 mg kg⁻¹ olarak belirlendiğini bildirmişlerdir. Sabır ve ark. (2010), topraksız kültürde bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve Fe uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojik ve vejetatif özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmaya göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamının asmalarda toplam Fe içeriğini azalttığı belirlenmiş olup en yüksek toplam Fe içeriğinin Fercal asma anacından (160 mg kg⁻¹), en düşük değerin ise 99 R asma anacından elde edildiği raporlanmıştır. Tangolar ve ark. (2008), *in vitro* şartlarda ortama ilave edilen bikarbonat ile Fe uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaya göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamlarında asmaların toplam Fe içeriklerinin azaldığı ifade edilmiştir.

Bavaresco ve ark. (2003), saksı kültüründe kireçli (aktif kireç: %19.3) ve kireçsiz (aktif kireç: %2.1) toprakta 3309 C ve 41 B anaçlarına aşılı 'Pinot Blanc' üzüm çeşidinin yapraklarındaki besin miktarlarını araştırmışlardır. Çalışmada, kirece hassas olan 3309 C anacına aşılı asmaların Fe içeriği kireçli topraklarda (84 mg kg⁻¹) kireçsiz topraklardakilere (116 mg kg⁻¹) göre daha düşük bulunmuştur. Kirece toleranslı olan 41 B anacına aşılı asmaların toplam Fe içeriği ise kireçli toprakta 92 mg kg⁻¹ bulunurken, kireçsiz toprakta 111 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Özdemir ve ark. (2008), hafif alkali toprakta farklı organik gübrelerin 'Çiloreş' üzüm çeşidinin yapraklarındaki besin miktarına etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, asma yapraklarındaki toplam Fe içeriğinin, çiftlik gübresi (107.7 mg kg⁻¹) uygulamasında kontrole (99.7 mg kg⁻¹) göre daha yüksek bulunduğunu

raporlamışlardır. Çiftlik gübresinin farklı dozlarının asma yapraklarında besin elementi içeriğine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, yapraklarda toplam Fe içeriğini artırdığı sonucuna varılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, kontrol uygulamasında toplam Fe içeriği 21.43 mg kg^{-1} iken, çiftlik gübresinde 28.22 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Sala ve Blidariu, 2012). Koç ve ark. (2021), pH seviyesi 7.65 olan hafif alkali bağ toprağında gerçekleştirdikleri çalışmada, vermikompostun asma yapraklarının besin içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, asma yapraklarının toplam Fe içeriklerinin vermikompost (150.5 mg kg^{-1}) uygulamasında kontrole (93.92 mg kg^{-1}) göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

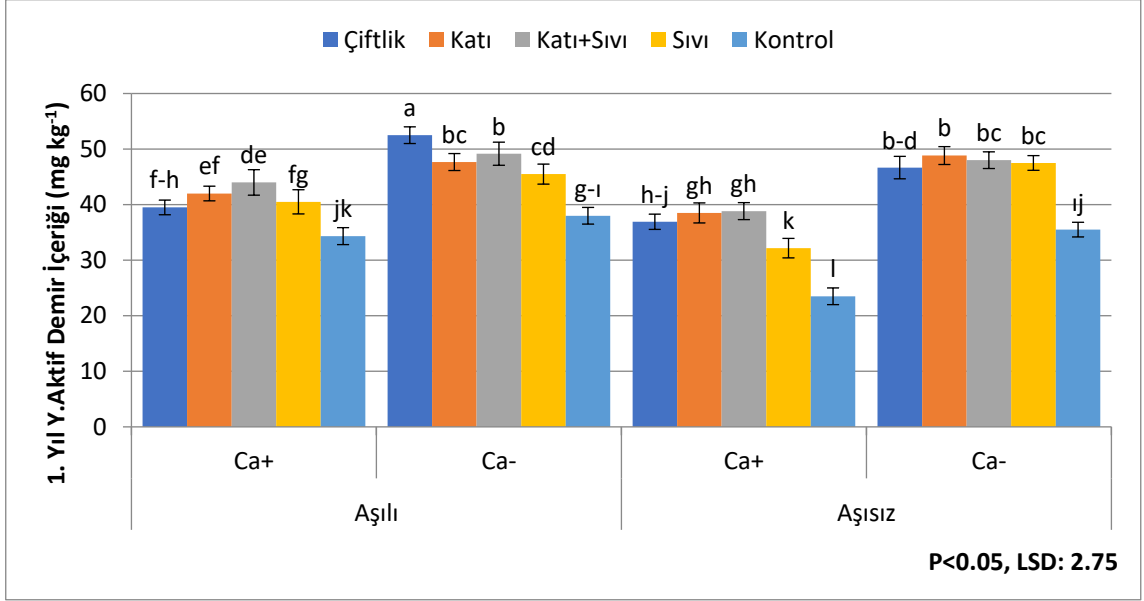
Nikolic ve Römheld (2002), kök ortamındaki bikarbonatın yaprak apoplastındaki Fe miktarına etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, %33 kireç içeren toprakta yetiştirdikleri asmaların kloroz belirtisi gösteren yapraklarındaki Fe miktarının yeşil renkteki yapraklardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmacılar, köklere uyguladıkları bikarbonatın yaprak apoplastının pH'sını yükselttiğini ve bu nedenle yapraklardaki Fe'nin fizyolojik açıdan yararlanılabilirliğinin azaldığını raporlamışlardır.

Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen toplam Fe miktarları, asmalar için belirlenen sınır değerlerle (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) karşılaştırıldığında; her iki yılda da Ca^{2+} ve Ca^{+} ortamlarda aşılı ve aşısız asmaların toplam Fe içeriklerinin referans değerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Kireç kaynaklı stres ortamlarında asma yapraklarının toplam Fe içeriği diğer besin elementleri gibi önemli olmakla birlikte, kireç stresinin etkilerinin belirlenmesinde kesin sonuçlar vermemektedir. Bavaresco ve ark. (1999), asmalarda kloroz belirtisi gösteren yaprakların belirti olmayan yapraklardan daha fazla toplam Fe içerebileceğini ve bu nedenle kireç kaynaklı stres çalışmalarında aktif Fe'nin daha belirleyici olduğunu belirtmişlerdir. Söz konusu araştırmacılar bu olayı 'demir paradoksu' olarak adlandırmışlardır. Bu konu yaprakların aktif Fe bulgularının yorumlandığı bölümde tartışılmıştır.

4.4.8. Yaprakların aktif demir içeriği (mg kg^{-1})

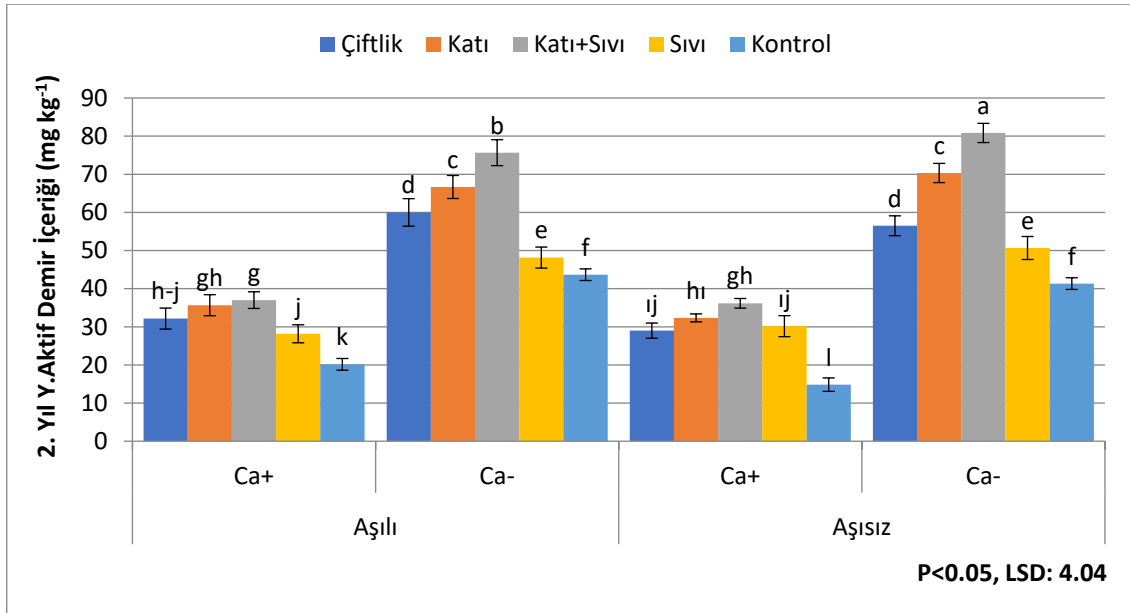
Asma yapraklarında denemenin birinci yılında belirlenen aktif demir (Fe) içerikleri Şekil 4.114'te, ikinci yılda elde edilen bulgular ise Şekil 4.115'te gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında, asma yapraklarının aktif Fe içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek aktif Fe içeriği Ca- ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulamasından (52.50 mg kg^{-1}) elde edilmiş ve bunu Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulaması (49.17 mg kg^{-1}) izlemiştir. En düşük aktif Fe içeriği ise Ca+ ortamdaki aşısız ve aşılı asmalarda kontrol uygulamasında kaydedilmiştir (sırasıyla, 23.50 mg kg^{-1} ve 29.33 mg kg^{-1}).



Şekil 4.114. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak aktif Fe içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında asma yapraklarındaki aktif Fe içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek aktif Fe içeriği Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulamasından (80.83 mg kg^{-1}) elde edilmiş ve bunu Ca- ortamdaki aşılı asmalarda katı+sıvı solucan gübresi uygulaması (75.67 mg kg^{-1}) takip etmiştir. En düşük aktif Fe içeriği ise Ca+ ortamdaki aşısız ve aşılı asmalarda kontrol uygulamasında kaydedilmiştir (sırasıyla 14.83 mg kg^{-1} ve 20.17 mg kg^{-1}).



Şekil 4.115. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak aktif Fe içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin iki yılında da organik uygulamaların asma yapraklarının aktif Fe içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Ancak her iki yılda da katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamaları ile asma yapraklarının aktif Fe miktarları diğer uygulamalara göre yüksek bulunmuştur. Çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinde yapılan analizlerde suda çözünebilir Fe içeriklerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.2 ve 3.3). Buna rağmen asma yapraklarındaki etkilerinin farklılık göstermesi, söz konusu gübrelerin pH ve kireç içerikleri ile yetiştirme ortamında oluşturdukları etkilerle ilişkilendirilmiştir.

Yetiştirme ortamları incelendiğinde; en yüksek pH ve kirecin, çiftlik gübresinin bulunduğu ortamlarda olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, CaCO₃ kaynaklı stres ortamlarının asmalarda aktif Fe miktarını azalttığı saptanmıştır. Bu sonucun; ortama ilave edilen CaCO₃'ün etkisiyle artan pH ve kireç seviyesinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Konuyla ilgili olarak Nikolic ve Römhald (2002) köklere uygulanan bikarbonatın yaprak apoplastının pH'sını yükselttiğini ve bu nedenle yapraklardaki Fe'nin fizyolojik açıdan yarıyışlılığının azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca toprak çözeltisindeki bikarbonatın fazla olması, toprak pH'sını artırmaktadır (Mengel, 1994).

Artan pH, kök ortamındaki iki değerlikli Fe'nin okside olarak üç değerlikli Fe'ye yükseltgenmesine ve demir hidroksit (Fe(OH)₃) formunda çökelmesine neden olmaktadır (Byrne ve Rouse, 1995). Bu nedenle kireçli topraklarda artan pH, topraktaki Fe bileşiklerinin çözünmesini ve bitki kökleri tarafından alınmasını engellemektedir.

Ayrıca kök ortamındaki yetersiz havalanma, toprak solüsyonundaki kirecin çözünmesine ve HCO_3 iyonlarının yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. Artan bikarbonat miktarı, bitki dokularının pH'sını yükseltmekte ve dokulardaki Fe^{+3} ün Fe^{+2} ye indirgenmesini kısıtlamaktadır. Bu nedenle toprak çözeltisindeki kireç, aktif Fe'nin asma kökleri tarafından alınmasını ve kök ortamındaki yarayışlılığını olumsuz etkilemektedir (Aktaş, 2004). Kök ortamının pH'sı arttıkça Fe'nin bitkiler tarafından alınma miktarının düştüğü; 4'ün üzerindeki pH'nın artan her birimi için Fe alımının 1000 kat azaldığı; pH'nın 7.4-8.5 aralığında olduğu şartlarda Fe alımının en az seviyede olduğu bildirilmiştir (Byrne ve Rouse, 1995).

Karimi ve Salimi (2021), saksı kültüründe torf ve perlit karışımından oluşturdukları ortamda, 12 asma genotipinin yetiştirme ortamına uygulanan bikarbonata tepkilerini araştırmışlar ve genotiplerin aktif Fe içeriklerinin bikarbonat uygulanan ortamlarda daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Söz konusu araştırmacılar, aktif Fe içeriğinin bikarbonat kaynaklı stres şartlarında $25-75 \text{ mg kg}^{-1}$ YA arasında olduğunu; kontrol ortamında ise $65-90 \text{ mg kg}^{-1}$ YA arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tangolar ve ark. (2008), *in vitro* şartlarda ortama ilave edilen bikarbonat ile Fe uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojisine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, bikarbonat kaynaklı stres ortamlarının asmalarda aktif Fe miktarını azalttığı belirlenmiştir. Saksı kültüründe kum ortamında yapılan bir çalışmada, ortama ilave edilen bikarbonatın on adet asma genotipinde aktif Fe içeriğini düşürdüğü tespit edilmiş olup, elde edilen değerlerin $30-70 \text{ mg g}^{-1}$ KA arasında değiştiği raporlanmıştır (Ksouri ve ark., 2005).

Bavaresco ve ark. (2003), saksı kültüründe kireçli (aktif kireç: %19.3) ve kireçsiz (aktif kireç: %2.1) toprağın asmalarda aktif Fe içeriğine etkilerini araştırmışlar ve kireçli toprakta yetişen 140 Ru anacının aktif Fe içeriğinin (36 mg kg^{-1} YA) kireçsiz topraktakilere (42 mg kg^{-1} YA) göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Gezgün ve Er (2001), toprak pH'sı 7.4 ile 8.5 arasında değişen bağlarda, asma yapraklarının kloroz seviyelerini ve Fe içeriklerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, aktif Fe içeriğinin yeşil renkli yapraklarda 85.1 mg kg^{-1} YA; ciddi kloroz görülen yapraklarda ise 5.2 mg kg^{-1} YA olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Saksı kültüründe siltli-kumlu toprak ortamında yapılan bir çalışmada; ortama ilave edilen bikarbonatın Tunus'a ait beş yöresel asma çeşidinde aktif Fe içeriğini azalttığı tespit edilmiş olup, elde edilen değerlerin $25-60 \text{ mg g}^{-1}$ KA arasında değiştiği bildirilmiştir (Ksouri ve ark., 2007).

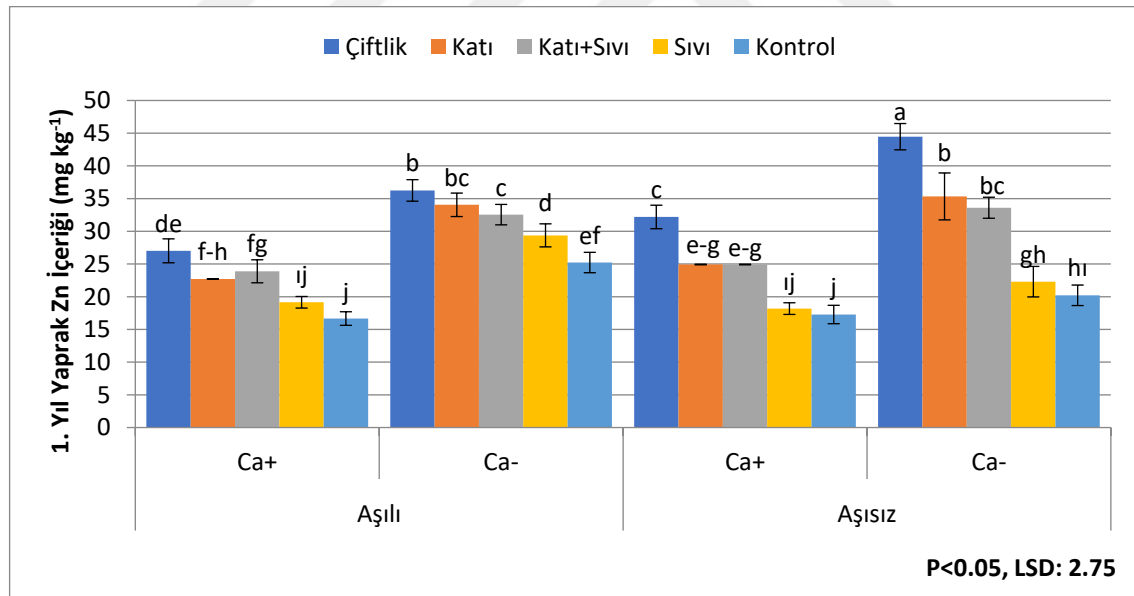
Bavaresco ve ark. (1993a), Gezgin ve Er (2001), Ksouri ve ark. (2005), Römheld (2008), Karimi ve Salimi (2021); bağ toprağındaki yüksek kireç içeriğinin asmaların aktif Fe konsantrasyonlarında düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir.

Yaprakların aktif Fe içerikleri incelendiğinde, aşılı asmaların kireç kaynaklı stres ortamına toleransının aşısız asmalara göre daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Bu sonucun anaç kaynaklı olabileceği kanaati oluşmuştur.

4.4.9. Yaprakların inko içeriği (mg kg^{-1})

Asma yapraklarında denemenin birinci yılında tespit edilen inko (Zn) içerikleri şekil 4.116'da, ikinci yılda belirlenen değerler ise şekil 4.117'de sunulmuştur.

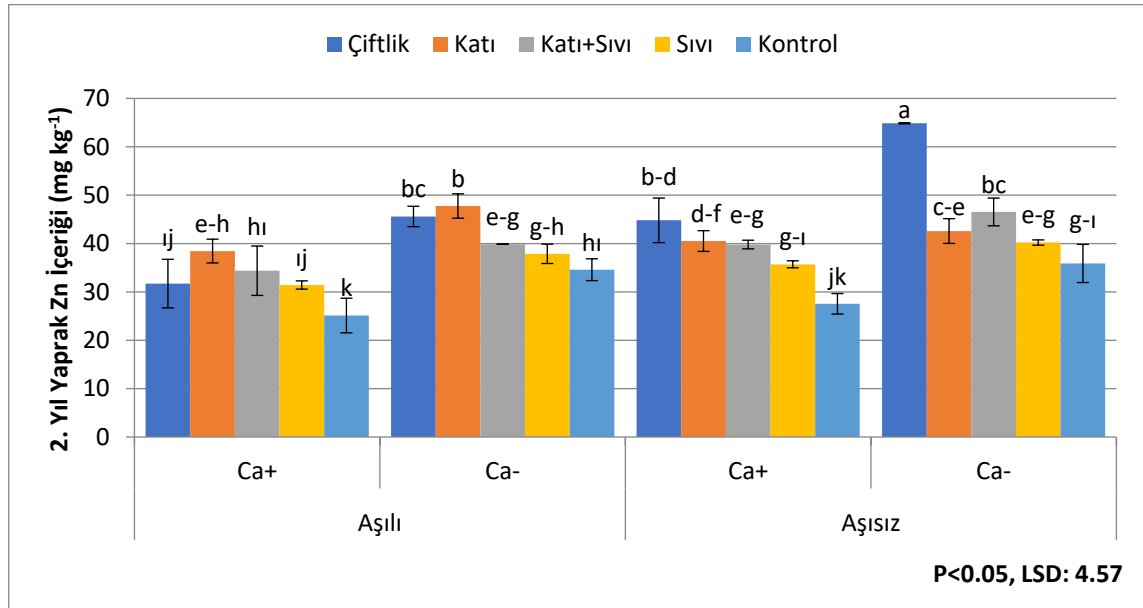
Denemenin birinci yılında yaprakların Zn miktarına tüm uygulamaların etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Zn miktarı Ca- ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında (44.46 mg kg^{-1}) belirlenirken en düşük değerler Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında saptanmıştır (16.66 mg kg^{-1}).



şekil 4.116. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak Zn içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yaprakların Zn içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Zn miktarı Ca- ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında tespit edilmiştir (64.86 mg kg^{-1}).

¹). En düşük Zn miktarı ise Ca⁺ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasından (25.12 mg kg⁻¹) elde edilmiştir.



Şekil 4.117. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca⁺) ve kalsiyumsuz (Ca⁻) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak Zn içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin iki yılında da organik uygulamaların asma yapraklarının Zn içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca aşısız asmalarda her iki yılda da en yüksek Zn içeriği çiftlik gübresi uygulamasından elde edilmiştir. Aşısız asmalarda ise en yüksek Zn miktarı birinci yılda çiftlik gübresi uygulamasında belirlenirken, ikinci yılda katı solucan gübresi uygulamasında saptanmıştır. Bu farklılığın anaç faktöründen kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bununla birlikte, CaCO₃ kaynaklı stres ortamlarının asmalarda Zn içeriğini azalttığı tespit edilmiştir. Bu sonuçların, CaCO₃ uygulaması sonucunda yetiştirme ortamının pH ve kireç miktarının artmasından kaynaklandığı kanaati oluşmuştur. Toprağın bikarbonat miktarı ve yüksek pH seviyesinin, asmaların besin elementlerinden yararlanmasını engellediği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Keller, 2015; Karimi ve Salimi, 2021). Özellikle Zn'nin kireçli ve yüksek pH'ya sahip topraklarda asma kökleri açısından yararlılığının azaldığı Mahdavi ve ark. (2022) tarafından da açıklanmıştır.

Ateş ve ark. (2018), organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğin asmaların beslenmesine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmanın sonuçlarına göre, asmalarda Zn içeriğinin çiftlik gübresi+arpa+fiğ+bakla uygulamasında (93.99 mg kg⁻¹) kontrole (71.57 mg kg⁻¹) göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Mostafa ve ark. (2008), 8.12 pH'ya sahip bağ toprağına çiftlik gübresi ve mineral gübrelerin birlikte ve

ayrı ayrı uygulanmasının asma yapraklarının Zn içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Yapraklardaki Zn oranının çiftlik gübresinde (45.67 mg kg^{-1}) kontrole (34.33 mg kg^{-1}) göre daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir. Karažija ve ark. (2011), organik uygulamaların asmaların farklı fenolojik dönemlerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Söz konusu araştırmacılar; çiçeklenme döneminde yaprakların Zn içeriğinin çiftlik gübresi uygulamasında (32.53 mg kg^{-1}) kontrolden (26.17 mg kg^{-1}) daha yüksek bulunduğunu; ben düşme döneminde ise bu durumunun tam tersi sonuçların elde edildiğini belirtmişlerdir.

Koç ve ark. (2021); pH seviyesi 7.65 olan hafif alkali bağ toprağında vermikompostun etkilerini araştırdıkları çalışmada, asma yapraklarının Zn içeriğinin vermikompost uygulamasında (10.92 mg kg^{-1}) kontrolden (6.81 mg kg^{-1}) daha yüksek bulunduğunu rapor etmişlerdir.

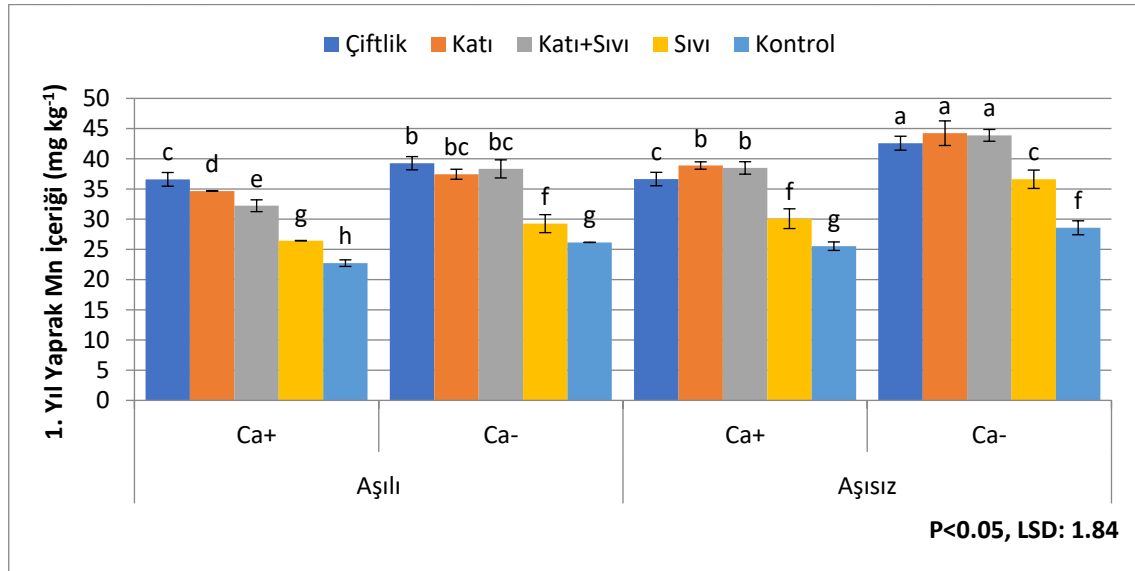
Karimi ve Salimi (2021), topraksız kültürde torf ve perlit karışımı (1:1) ortamda bikarbonat uygulamasının 12 adet üzüm çeşidinin yapraklarında Zn içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmada, asmalarda Zn miktarının bikarbonat kaynaklı stres ortamında ($30\text{-}50 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında) kontrol ortamından ($60\text{-}80 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında) daha düşük bulunduğu belirtilmiştir. Sabır ve ark. (2010), topraksız kültürde bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve demir uygulamalarının 4 adet asma genotipinin besin içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmaya göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamının asmalarda Zn içeriğini azalttığı; demir uygulamaları ile asma yapraklarında Zn içeriğinin arttığı ifade edilmiştir.

Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen Zn miktarları, asmalar için belirlenen referans değerlerle (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) karşılaştırıldığında; her iki yılda da Ca- ortamlarda aşılı ve aşısız asmaların Zn içeriklerinin referans değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ca⁺ ortamlarda ise birinci yılda aşılı ve aşısız asmaların Zn miktarları çiftlik gübresi uygulamasında referans değerlerin üzerindeyken diğer organik gübre uygulamalarında referans değerinin altında olduğu saptanmıştır. Ca⁺ ortamlarda ikinci yılda tüm uygulamalarda asmaların Zn miktarının söz konusu referans değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

4.4.10. Yaprakların mangan içeriği (mg kg⁻¹)

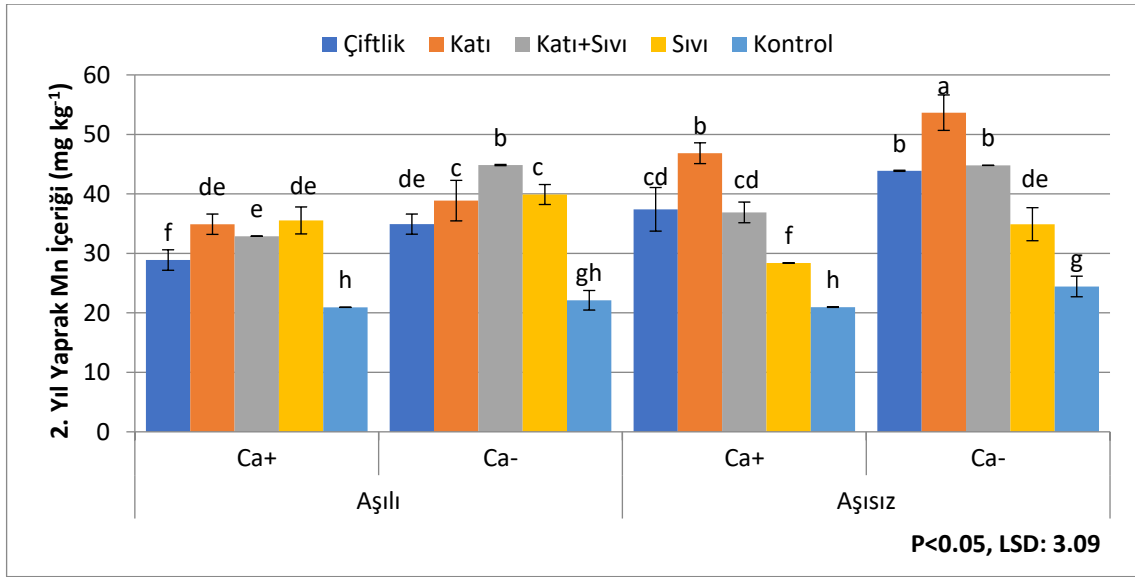
Asma yapraklarında denemenin birinci yılında kaydedilen mangan (Mn) içerikleri Şekil 4.118’de, ikinci yılda belirlenen değerler ise Şekil 4.119’da gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında yaprakların Mn (mg kg⁻¹) içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Mn değeri Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulamasından (44.24 mg kg⁻¹) elde edilmiş ve bunu katı+sıvı solucan gübresi uygulaması (43.88 mg kg⁻¹) takip etmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki aşılı ve aşısız asmalarda kontrol uygulamasında belirlenmiştir (sırasıyla 22.72 mg kg⁻¹ ve 25.53 mg kg⁻¹).



Şekil 4.118. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak Mn içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin ikinci yılında yaprakların Mn içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Mn miktarı Ca- ortamdaki aşısız asmalarda katı solucan gübresi uygulamasında belirlenmiştir (53.65 mg kg⁻¹). En düşük Mn miktarı ise Ca+ ortamdaki aşılı ve aşısız asmalarda kontrol uygulamasında bulunmuştur (sırasıyla, 20.93 mg kg⁻¹ ve 20.95 mg kg⁻¹).



Şekil 4.119. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak Mn içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Denemenin birinci ve ikinci yıllarında organik uygulamaların asma yapraklarında Mn içeriğini artırdığı belirlenmiştir. CaCO₃ kaynaklı stres ortamlarının ise asma yapraklarının Mn miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Mn miktarındaki azalmanın, yetiştirme ortamına ilave edilen CaCO₃ nedeniyle olabileceği düşünülmüştür. Nitekim yetiştirme ortamı analizlerimizde, CaCO₃ kaynaklı stres ortamlarında suda çözünebilir Mn miktarının azaldığı ve pH'nın arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç da kireç kaynaklı stres ortamındaki asmaların yapraklarındaki Mn miktarındaki azalmayı desteklemektedir. Toprağın bikarbonat miktarı ve pH seviyesinin yüksek olması, asmaların besin elementlerinden yararlanmasını kısıtlamaktadır (Keller, 2015; Karimi ve Salimi, 2021). Kireçli ve yüksek pH'ya sahip topraklarda özellikle Mn'nin asma kökleri açısından yararlılığının azaldığı belirtilmiştir (Mahdavi ve ark., 2022).

Mostafa ve ark. (2008); yüksek pH'ya sahip topraklarda (pH: 8.12) çiftlik gübresi ve mineral gübrelerin birlikte ve ayrı ayrı uygulanması sonucunda 'Sultani Çekirdeksiz' üzüm çeşidinin yapraklarındaki Mn içeriğini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmacılar, yaprakların Mn içeriğinin kontrolde 24.00 mg kg⁻¹ iken çiftlik gübresi uygulamasında 37.00 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Açıkbaş ve Bellitürk (2016), yaptıkları çalışmada 5 BB anacına aşılı 'Tırakya İlkeren' üzüm çeşidinde vermikompost uygulamalarının yaprakların Mn içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmaya göre, asma yapraklarının Mn içeriğinin

vermikompost (29.59 mg kg^{-1}) uygulamasında kontrol (26.56) grubundan daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

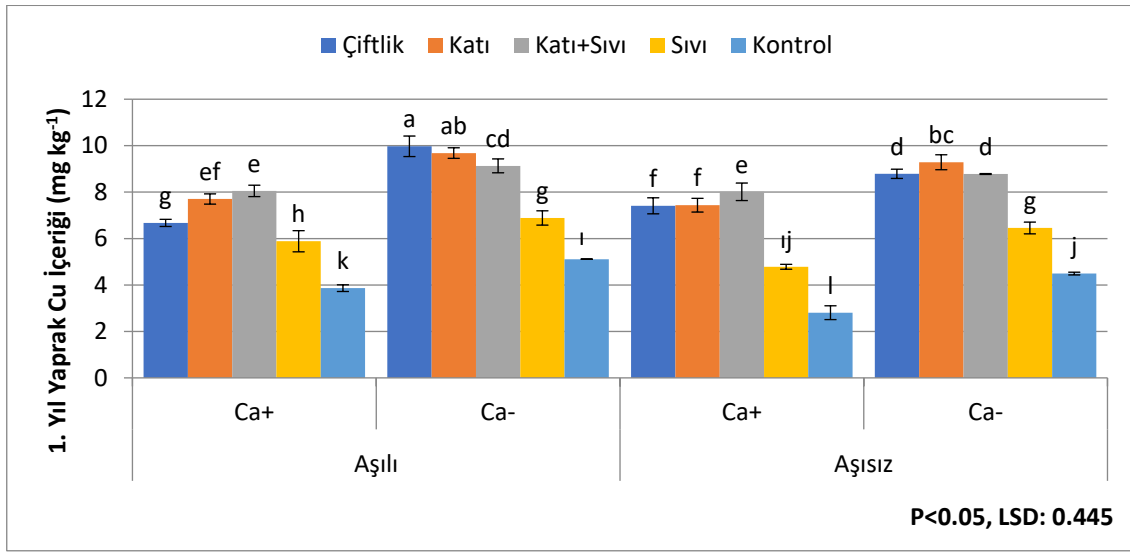
Sabır ve ark. (2010), topraksız kültürde bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve demir uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojik ve vejetatif özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmaya göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamında 'Alphonse Lavellée' çeşidi ve 1613 C anacında yaprakların Mn içeriğinin arttığı; Fercal ve 99 R anaçlarında ise Mn miktarının azaldığı raporlanmıştır. Lampreave ve ark. (2022); saksı kültüründe kireç içerikleri farklı olan üç tip toprakta asmaların besin konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Denemede kullanılan topraklar toplam kireç miktarlarına göre kontrol ($\%11.61$), orta ($\%32.63$) ve yüksek ($\%43.50$) kireçli olarak gruplandırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, asma yapraklarında belirlenen en yüksek Mn içerikleri sırasıyla kontrol ($68.94 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KA}$), orta ($64.14 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KA}$) ve yüksek ($29.39 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KA}$) kireçli toprak koşullarında belirlenmiştir.

Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen Mn miktarları, asmalar için belirlenen sınır değerlerle (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) karşılaştırıldığında; birinci yılda Ca- ve Ca+ ortamlardaki aşılı asmalarda Mn içeriği çiftlik gübresi, katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında; aşısız asmalarda ise çiftlik gübresi, katı solucan gübresi, katı+sıvı solucan gübresi ve sıvı solucan gübresi uygulamalarında referans değerin üzerinde bulunmuştur. İkinci yılda Ca- ortamda aşılı ve aşısız asmaların Mn miktarlarının kontrol haricindeki tüm uygulamalarda referans değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. İkinci yılda Ca+ ortamlardaki aşılı asmalarda ise Mn miktarının katı solucan gübresi, katı+sıvı solucan gübresi ve sıvı solucan gübresi uygulamalarında; aşısız asmalarda ise çiftlik gübresi, katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarında referans değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

4.4.11. Yaprakların bakır içeriği (mg kg^{-1})

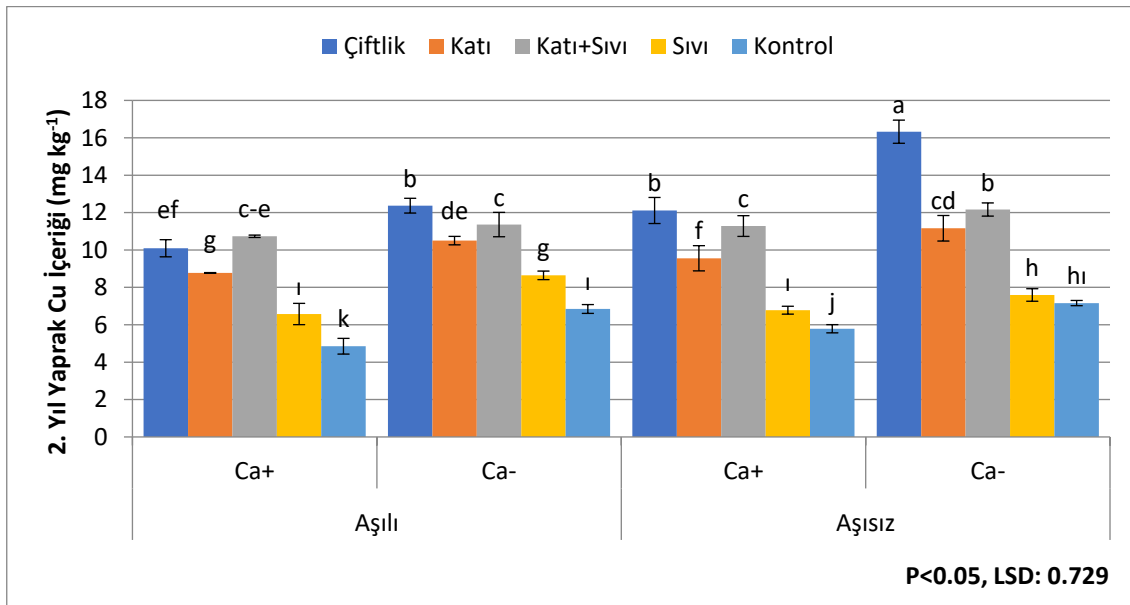
Asma yapraklarında denemenin birinci yılında tespit edilen bakır (Cu) içerikleri Şekil 4.120'de, ikinci yıl elde edilen değerler ise Şekil 4.121'de sunulmuştur.

Denemenin birinci yılında yaprakların Cu miktarına tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Cu değeri Ca- ortamdaki aşılı asmalarda sırasıyla çiftlik gübresi (9.97 mg kg^{-1}) ve katı solucan gübresi uygulamalarından (9.68 mg kg^{-1}) elde edilmiştir. En düşük değerler ise Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında saptanmıştır (2.81 mg kg^{-1}).



Şekil 4.120. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak Cu içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yaprakların Cu içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek Cu miktarı Ca- ortamdaki aşısız asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında tespit edilmiştir (16.33 mg kg^{-1}). En düşük Cu miktarı ise Ca+ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasından elde edilmiştir (4.85 mg kg^{-1}).



Şekil 4.121. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak Cu içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin birinci ve ikinci yıllarında organik gübre uygulamalarının aşılı ve aşısız asmalarda yaprakların Cu içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Asmaların en yüksek Cu içerikleri; birinci yılda katı solucan gübresi ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarından; ikinci yılda ise çiftlik ve katı+sıvı solucan gübrelerinden elde edilmiştir. CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarının ise asma yapraklarının Cu miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Bu etkinin denemenin ikinci yılında daha belirgin olduğu dikkati çekmiştir. CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarındaki asmaların Cu içeriğinin azalması, yetiştirme ortamına ilave edilen CaCO_3 ile ilişkilendirilmiştir. Nitekim, denemenin her iki yılında da yetiştirme ortamlarının suda çözünabilir Cu içeriklerinin CaCO_3 ilavesinden etkilendiği tespit edilmiştir. Ancak ikinci yılda yetiştirme ortamında artan kireç ve yükselen pH'dan dolayı suda çözünabilir Cu'nun daha belirgin düzeyde azaldığı düşünülmüştür. Yetiştirme ortamında analiz edilen bu değerler ile asma yapraklarındaki Cu miktarlarının birbirlerini destekler nitelikte olduğu dikkati çekmiştir. Kök ortamındaki Cu'nun çözünürlüğünün kireç ve pH artışından olumsuz etkilendiği daha önce yapılan çalışmalarda da ifade edilmiştir (Marschner, 2012; Estefan ve ark., 2013).

Sabır ve ark. (2010), topraksız kültürde bikarbonat kaynaklı stres ortamı ve demir uygulamalarının 4 adet asma genotipinin fizyolojik ve vejetatif özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmaya göre, bikarbonat kaynaklı stres ortamının asmalarda Cu içeriğini azalttığı saptanmış olup, demir uygulamaları ile asma yapraklarının Cu miktarının arttığı raporlanmıştır.

Sala ve Blidariu (2012); bağ toprağına uygulanan çiftlik gübresinin asmaların besin elementi içeriklerine etkilerini araştırmışlar ve çiftlik gübresinin asmaların Cu içeriğini artırdığını belirlemişlerdir. Söz konusu çalışmada elde edilen bulgulara göre, kontrol uygulamasında asmaların Cu içeriği 1.16 mg kg^{-1} bulunurken, çiftlik gübresinde 2.16 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Özdemir ve ark. (2008), farklı organik gübrelerin hafif alkali özellikteki bağ toprağında yetiştirilen 'Çiloreş' üzüm çeşidinin Cu içeriği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, asmaların Cu içeriğinin çiftlik gübresi uygulamasında (6.03 mg kg^{-1}) kontrole (3.63 mg kg^{-1}) göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Koç ve ark. (2021)'nin hafif alkali bağ toprağında gerçekleştirdikleri çalışmada, asma yapraklarının Cu içeriğinin vermikompost (7.96 mg kg^{-1}) uygulamasında kontrole (4.33 mg kg^{-1}) göre daha yüksek bulunduğu raporlanmıştır.

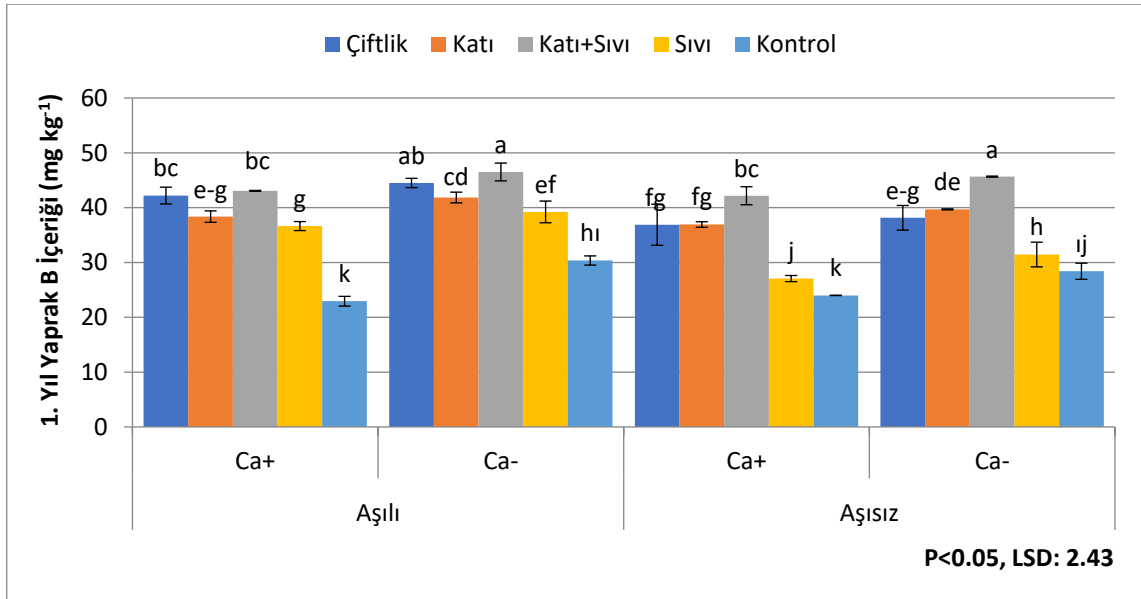
Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen Cu miktarları, asmalar için belirlenen sınır değerlerle (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) karşılaştırıldığında; birinci yılda Ca⁺ ortamdaki aşılı ve aşısız asmalarda; Ca⁻ ortamda ise sadece aşısız asmalarda kontrol uygulamasında referans değerlerin altında bulunmuştur. Bunun dışındaki tüm uygulamalarda aşılı ve aşısız asmaların yapraklarının Cu içeriklerinin referans değerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Ca⁺ ortamlarda aşılı ve aşısız asmaların Cu içeriklerinin referans değerin üzerinde olduğu saptanmıştır. İkinci yılda ise yalnız Ca⁺ ortamdaki aşılı asmaların yapraklarının Cu içeriği kontrol uygulamasında söz konusu referans değerin altına düşmüştür.

Elde edilen sonuçların literatürdeki çalışmalara göre daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Bu durumun bitkilerin yetiştirme koşullarıyla, yaprak örneklerinin alındıkları dönemle veya yaprak örneklerinin alındığı yaprak konumlarıyla ilgili olabileceği düşünülmüştür. Yapılan çalışmalarda da yaprakların besin miktarının fenolojik dönemlere göre değişebileceği bildirilmiştir (Navarro ve ark., 2008; Tüfenkçi ve ark., 2009).

4.4.12. Yaprakların bor içeriği (mg kg⁻¹)

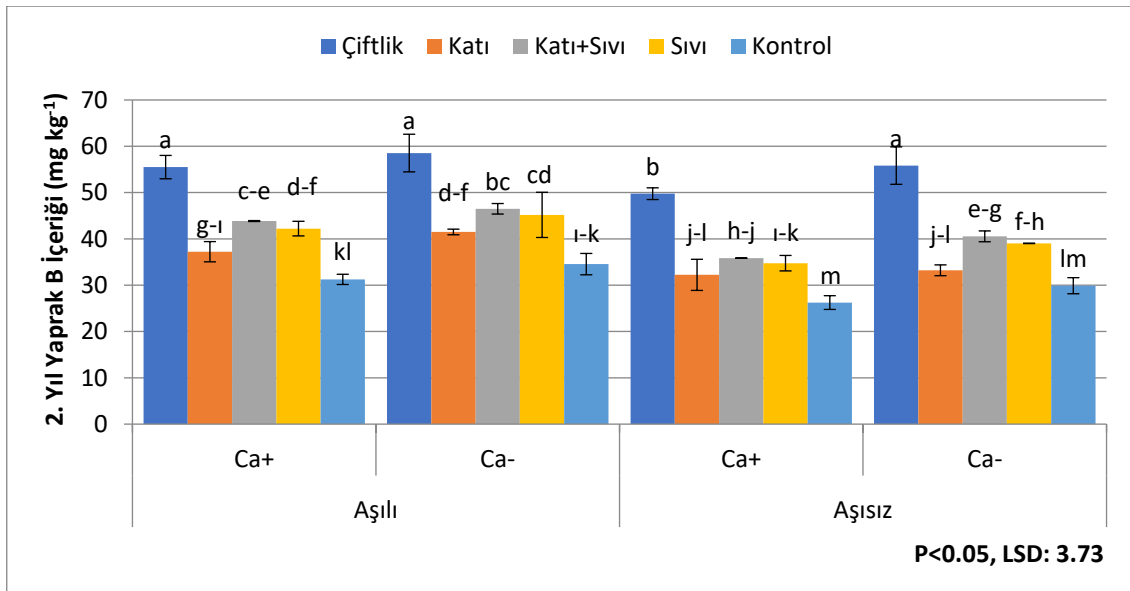
Denemenin birinci yılında asma yapraklarında tespit edilen bor (B) içerikleri Şekil 4.122’de, ikinci yılda belirlenen değerler ise Şekil 4.123’te gösterilmiştir.

Denemenin birinci yılında yaprakların B içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değer Ca- ortamda aşılı ve aşısız asmalarda katı+sıvı uygulamasından elde edilmiştir (sırasıyla, 46.51 mg kg⁻¹ ve 45.66 mg kg⁻¹). En düşük değerler ise Ca⁺ ortamdaki aşılı asmalarda kontrol uygulamasında (22.94 mg kg⁻¹) belirlenmiştir.



Şekil 4.122. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl yaprak B içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin ikinci yılında yaprakların B içeriğine tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek B miktarı Ca- ortamdaki aşılı asmalarda çiftlik gübresi uygulamasında (58.54 mg kg^{-1}) belirlenirken en düşük B miktarı Ca+ ortamdaki aşısız asmalarda kontrol uygulamasında (26.25 mg kg^{-1}) tespit edilmiştir.



Şekil 4.123. Organik gübre uygulamalarının kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl yaprak B içeriğine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

Denemenin birinci ve ikinci yıllarında organik uygulamaların aşılı ve aşısız asmalarda yaprakların B içeriğini artırdığı tespit edilmiştir. Birinci yılda en yüksek B içeriği katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında belirlenirken ikinci yılda çiftlik gübresi uygulamasında saptanmıştır. CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarının ise asma yapraklarının B miktarını azalttığı saptanmıştır. CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarındaki asmaların B miktarındaki azalmalar, yetiştirme ortamına ilave edilen CaCO_3 ile ilişkilendirilmiştir. Nitekim yetiştirme ortamı analizlerimizde, CaCO_3 kaynaklı stres ortamlarında suda çözünebilir B miktarının azaldığı ve pH'nın arttığı tespit edilmiştir. Daha önce yapılan araştırmalarda B ve Ca arasında antagonistik bir ilişki olduğu (Chauhan ve Powar, 1978) ve kireçli topraklarda borun yarayışlılığının azaldığı (Soylu ve ark., 2005; Marschner, 2012) bildirilmiştir.

Bavaresco ve Poni (2003); saksı kültüründe az kireçli (aktif kireç: %3) ve çok kireçli (aktif kireç: %17) toprağın SO_4 asma anacına aşılı 'Aurora' üzüm çeşidinin yapraklarının B içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, asma yapraklarının B içeriği az kireçli toprakta 25 mg kg^{-1} ; çok kireçli toprakta ise 22 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Bavaresco ve ark. (2003), saksı kültüründe kireçli (aktif kireç: %19.3) ve kireçsiz (aktif kireç: %2.1) toprakta 3309 C ve 41 B anacına aşılı 'Pinot Blanc' üzüm çeşidinin yapraklarındaki besin miktarlarını araştırmışlardır. Çalışmada, kireçli toprakların her iki anaca aşılı çeşitte de B miktarını azalttığı belirtilmiştir.

Torf+perlit+toprak karışımı ortamda gerçekleştirilen bir saksı denemesinde vermikompost uygulamalarının asmaların besin içeriğine etkileri araştırılmış ve vermikompostun asmaların B miktarını azalttığı bildirilmiştir (Açıkbaş ve Bellitürk, 2016). Bu çalışmada ise solucan gübresi kontrole kıyasla yaprak B miktarını artırmıştır. Ancak çiftlik gübresinin etkisi ile kıyaslandığında, çiftlik gübresi kontrole göre neredeyse %90'a yakın bir artış sağlarken, solucan gübresi yaklaşık %25'lik bir artış sağlamıştır.

Aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında analiz edilen B miktarları, asmalar için belirlenen referans değerlerle (Jones ve ark., 1991; Robinson, 1992) karşılaştırıldığında; birinci yılda Ca^+ ortamdaki aşılı ve aşısız asma yapraklarının B içerikleri kontrol uygulamasında referans değerlerin altında bulunmuştur. Bunun dışındaki tüm uygulamalarda aşılı ve aşısız asmaların yapraklarının B içeriklerinin referans değerinin üzerinde olduğu saptanmıştır. İkinci yılda ise Ca^+ ve Ca^- ortamlarda aşılı ve aşısız asmaların B içeriklerinin tüm uygulamalarda referans değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçların literatür bilgileriyle genel itibariyle uyumlu olduğu düşünülmüştür. Ancak bizim sonuçlarımızla uyuşmayan çalışmalarda; yetiştirme ortamları, asmaların yaşı, çevre koşulları, yaprak örneklerinin alınma dönemleri gibi faktörlerin etkili olabileceği düşünülmüştür. Yapılan çalışmalarda yaprakların besin miktarının fenolojik dönemlere göre değişebileceği bildirilmiştir (Navarro ve ark., 2008; Tüfenkçi ve ark., 2009).



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

İklim değişikliğinin etkileri altında artan çevresel stres faktörleri dünyada bağıcılık yapılan ekolojilerde üzüm verim ve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak ekolojilerde, tarımsal uygulamalarda yapılan yanlışlarla birlikte çoraklaşma, çölleşme, tuzluluk ve erozyon gibi başlıca tarımsal sorunların yetiştiricilikte olumsuz etkileri her geçen gün daha fazla gerçekleşmektedir. Üretimin artırılmasına yönelik uygulanan yoğun tarım uygulamaları ise toprak yapısının bozulması, topraklarda ve ürünlerde toksik kimyasal maddelerin birikmesi, bitki besin elementlerinin bitki tarafından alınabilirliğinin azalması ve toprak kaynaklı zararlı canlıların yoğunlaşması gibi olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Coğrafi konumu, jeolojik yapısı ve iklim kuşağından dolayı ülkemizin toprakları yüksek kireç içermekte ve bu da pH'nın yüksek olmasına neden olmaktadır. Hatta bazı bölgelerimizde sulama suyu pH'sının da yüksek olduğu bilinmektedir. Bu özellikteki topraklarda birçok makro ve mikro besin elementinin bitkiler tarafından alınması engellenmektedir.

Bu çalışmada, asmalarda kireç stresine toleransın artırılmasına yönelik olarak uygulanan bazı organik kökenli gübrelerin yetiştirme ortamının ve asmaların gelişme özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çevresel faktörlerin etkilerinin mümkün olduğunca azaltılması suretiyle uygulamaların etkinliklerine odaklanması amacıyla oluşturulan topraksız kültür ortamında, torf ve perlit ortamına uygulanan çiftlik gübresi, katı solucan gübresi ve yapraktan uygulanan sıvı solucan gübresinin ortama ve bitkilere etkileri araştırılmıştır.

Her iki yılda da çiftlik gübresi uygulanan yetiştirme ortamının oransal nem içeriğinin kontrole göre düşük çıkması, yetiştirme ortamının ana materyali olan torfun su tutma kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmada kullanılan yetiştirme ortamlarında bitki besin elementlerinin miktarı incelendiğinde, çiftlik ve katı solucan gübre uygulamalarının genellikle makro (inorganik N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (toplam Fe, aktif Fe, Zn, Mn, Cu, B) besin elementlerini artırdığı saptanmıştır. Özellikle, katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarının her iki yılda da aşılı ve aşısız asmaların Ca⁺ ve Ca⁻ ortamlarda inorganik N, suda çözünebilir Mg ve Mn miktarlarını belirgin şekilde arttırdığı belirlenmiştir. Bu elementler bakımından, sıvı solucan gübresi uygulamasına ait

asmaların sonuçları kontrol grubuna oldukça benzer olup, bu uygulamanın beklendiği üzere yetiştirme ortamına etkisinin bulunmadığı görülmüştür. Yine beklendiği üzere, Ca^+ stres ortamında yaprakların Ca içeriği Ca^- ortama göre önemli oranda yüksek bulunmuştur. Bu değişim aşılı ve aşısız asmalarda benzerlik göstermiş olup, Ca uygulamaları arasındaki farklılık ikinci yılda Ca birikimi nedeniyle daha belirgin hale gelmiştir. Yapraklarda en yüksek Ca ve Mg miktarı her iki ortamda da çiftlik gübresi uygulamasında belirlenirken, katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamaları Ca ve Mg miktarını sıvı solucan ya da kontrole göre önemli derecede artırmıştır. Aşılı ve aşısız asmalarda Ca^+ stres ortamı, özellikle araştırmanın ikinci yılında yaprakların B miktarında azalmalara neden olmuştur. Ancak çiftlik, katı solucan ve katı+sıvı solucan uygulamaları benzer etkiler göstermek suretiyle B içeriğinde önemli artışlar sağlamıştır. Benzer değişimler, bitkilerde fotosentez için başlıca elementlerden olan Fe ve Zn 'de de gerçekleşmiştir. Aşılı ve aşısız asmaların bu özellikler bakımından tepkileri büyük benzerlik göstermiştir.

CaCO_3 uygulamaları yetiştirme ortamının toplam ve aktif kireç içeriklerinde önemli artışlara neden olmuştur. En yüksek toplam ve aktif kireç içerikleri her iki yılda da çiftlik gübresi uygulanan ortamlarda belirlenmiştir. Katı solucan gübresi bulunan ortamlarda da kontrole göre kireç kapsamalarında kısmi artışlar belirlenmiştir. Ancak araştırmada analiz edilen bazı parametrelere göre, bu artışların ortamda bitki besin maddelerinin alımını engelleyerek bitkinin strese girmesine ve bazı olumsuz fizyolojik tepkiler göstermesine neden olabilecek seviyelerde olmadığı düşünülmektedir.

Topraklarda ya da bitki yetiştirme ortamlarında asma kökleri ve mikroorganizma faaliyetlerinin etkinliğini gösteren parametrelerden olan solunum miktarı (mg CO_2 100 g^{-1} FKT 24 sa^{-1}), aşılı ve aşısız asmaların her iki araştırma yılında da Ca^+ stres ortamında düşüş eğilimi göstermiştir. Bu durum, ortamdaki yüksek pH koşullarına bağlı olarak mikroorganizma ve asmalarda kök aktivitelerinde azalmanın olabileceğini işaret etmiştir. Organik gübre uygulamaları genel olarak solunum miktarında kontrole oranla arttırıcı etki göstermiştir.

Yetiştirme ortamının sıcaklığı dikkate alındığında, birinci yılda genel olarak çiftlik ve katı solucan gübresinin etkinliği ön plana çıkarken, ikinci yılda tüm koşullarda en etkili uygulama katı solucan gübresi olmuştur. En düşük yetiştirme ortamı sıcaklığının ise kontrol grubuna ait ortam örneklerinde olduğu dikkati çekmiştir. Bu durumun erken turfanda üzüm yetiştiriciliğinde dikkate değer bir husus olabileceği düşünülmektedir.

Yetiştirme ortamlarına ilave edilen CaCO_3 uygulamaları beklendiği gibi ortam pH'sını kademeli olarak arttırmıştır. En yüksek artışlar her iki yılda da çiftlik gübresi ilave edilen ortamda gerçekleşmiş olup, bunu katı solucan gübresi uygulanan ortam takip etmiştir. Yetiştirme ortamının EC değerleri de pH değişimine oldukça benzer bir durum ortaya koymuştur.

Yetiştirme ortamına eklenen kalsiyum, araştırmanın birinci yılında aşısız asmaların sürgün uzunluğu ve odunsu sürgün uzunluğunda önemli azalmalara neden olmuştur. İkinci yılda ise aşılı ve aşısız sürgünlerin uzunluğu ve odunsu sürgün uzunluğu Ca^+ stres ortamında belirgin bir şekilde gerilemiş ve uygulamaların olumlu etkileri saptanmıştır. Özellikle ikinci yılda çiftlik gübresi uygulamasının toplam ve odunsu sürgün uzunluğunu arttırıcı etkisi dikkati çekmiştir. Katı solucan gübresi ve yapraktan uygulanan sıvı solucan gübresi de sürgün uzunluğunda kontrole göre önemli artışlar sağlamıştır.

Asmaların sürgün çapı gelişimi de uygulamalara göre sürgün uzunluğuna benzer değişimler göstermiştir. Araştırma kapsamındaki tüm uygulamalar aşılı ve aşısız asmaların her iki yetiştirme ortamında da sürgün çapını arttırmış olup, genel olarak katı solucan gübresinin diğer uygulamalardan daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Asmalarda vejetatif gelişme kuvvetinin belirlenmesinde en önemli ölçütlerden olan budama artığı ağırlığı, aşılı ve aşısız asmalarda özellikle ikinci yılda Ca^+ stres ortamından önemli oranda olumsuz etkilenmiştir. Aşılı ve aşısız asmaların budama artığı değerleri büyük oranda benzerlik göstermiş olmakla birlikte, her iki yılda da yapılan uygulamalar budama artığı ağırlığını arttırıcı etki göstermiştir. Sürgün özelliklerine ait bulgulara benzer şekilde, budama artığında da genellikle en yüksek değerler her iki ortamda da çiftlik gübresinden elde edilirken (aşısız asmaların Ca - ortam hariç), katı solucan gübresinin de benzer olumlu etkileri saptanmıştır.

Yaprak yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak alanı özelliklerindeki değişimler aşılı ve aşısız asmalarda benzer şekilde gerçekleşmiş ve bu parametreler ortama eklenen CaCO_3 çözeltisinden belirgin şekilde olumsuz etkilenmiştir. Bitkilerde oluşan strese bağlı ortaya çıkan bu olumsuzlukların azaltılmasında en etkili uygulamalar yine sırasıyla çiftlik ve katı solucan gübresinin olduğu belirlenmiştir. Ca^+ stres ortamında yetişen asmaların yaprak alanı, Ca - ortama göre yaklaşık iki kat azalmıştır. Tüm uygulamalar, asmalarda yaprak alanını arttırıcı yönde etki göstermiş olup, özellikle kalsiyum stresine karşı sağlıklı bir yaprak alanı ve buna bağlı fotosentez aktivite alanının oluşturulmasına yönelik olarak bu uygulamaların önemli olduğu kanaati oluşmuştur.

Aşılı ve aşısız asmalarda yetiştirme ortamına eklenen CaCO_3 , stoma sayısı, stoma eni ve stoma alanında önemli azalmalara neden olurken, stoma uzunluğunun bu parametreler kadar belirgin etkilenmediği saptanmıştır. Her iki ortamda da katı ve/veya sıvı solucan gübrelerinin asma yapraklarında stoma sayısını arttırıcı etkileri belirlenirken, çiftlik gübresi ve katı solucan gübresinin de genel olarak stoma eni ve alanını arttırıcı yönde etkisi görülmüştür.

Yetiştirme ortamına kademeli olarak eklenen CaCO_3 , aşılı ve aşısız asmaların stoma iletkenliğinde de kademeli azalmalara neden olmuştur. Her iki yılda da üçer farklı tarihte yapılan ölçüm sonuçlarına göre, Ca^+ stres ortamının stoma iletkenliğinde neden olduğu stresin azaltılmasında ilk yılda uygulamaların genellikle benzer olumlu etkiye sahip olduğu ve yaz sonuna doğru topraktan ve/veya yapraktan solucan gübrelerin daha etkili olduğu belirlenmiştir. İkinci yılda ise, bazı istisnalarla birlikte, çiftlik gübresinin belirgin olumlu etkileri saptanmıştır. Asmaların yaprak sıcaklığı değerlerinde uygulamalara göre kayda değer değişimler saptanmamıştır.

SPAD metre ve yaprak klorofil ekstraksiyonu yöntemlerinden elde edilen genel bulgulara göre, aşılı ve aşısız asmaların yaprak klorofil içeriği yetiştirme ortamındaki kalsiyumun artışına bağlı olarak önemli azalmalar göstermiştir. Bulgular genel olarak dikkate alındığında klorofil yoğunluğunun arttırılmasında katı+sıvı solucan gübresinin etkinlik bakımından ön plana çıktığı, katı solucan ya da çiftlik gübresinin de her iki ortamdaki asmalarda genellikle yaprak klorofil yoğunluğunu arttırdığı belirlenmiştir.

Bitkiler çevresel stres faktörlerine maruz kaldığı zaman, hücre membranında meydana gelen zararlanmalar nedeniyle hücre sitoplazma kayıpları gerçekleşir. Elektrolit sızıntısı veya iyon sızıntısı olarak adlandırılan bu olumsuzluk, bitki fizyolojisi ve gelişimini doğrudan etkilemektedir. Ca^+ stres ortamında asmaların hücre membran geçirgenliği, ikinci yılda daha belirgin olmak üzere her iki yılda da artış göstermiştir. Her iki yılda da uygulamalar genellikle benzer etki oranlarıyla hücrede iyon sızıntısını azaltmıştır.

Bitkilerde strese bağlı olarak miktarsal artış gösteren bir diğer sekonder metabolit de malondialdehit (MDA)'tir. MDA, hücre membranında yağ asitlerinin strese bağlı olarak lipid peroksidaz aktivitesiyle parçalanması neticesinde ortaya çıkmaktadır. Her iki yılda da Ca^+ stres ortamında aşılı ve aşısız asmalarda benzer oranda MDA artışı ortaya çıkmıştır. Asmalarda Ca^+ stres ortamından kaynaklanan MDA artışına karşı çiftlik ve katı solucan gübrelerinin etkili olduğu saptanmıştır.

Toprakta yüksek oranda bulunan CaCO_3 ve benzeri stres faktörleri bitki hücrelerinde zincirleme reaksiyonlar başlatması sonucunda hidrojen peroksit, singlet oksit, süperoksit ve hidroksil gibi reaktif oksijen türleri birikerek hücrel bileşenlere zarar vermektedir. Bitkiler reaktif oksijen türlerine karşı enzimatik (katalaz, glutatyon redüktaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz gibi) ve enzimatik olmayanlar (glutatyon, askorbik asit, fenolik bileşikler gibi) yollarla antioksidan madde üreterek savunma sistemini güçlendirirler. Bu çalışmada Ca^{+} stres ortamı aşılı ve aşısız asmalarda bu tür fizyolojik reaksiyonları belirgin bir şekilde etkilemiştir. Aşılı ve aşısız asmalarda Ca^{+} stres ortamında demir şelatlama, katalaz, glutatyon redüktaz ve askorbat peroksidaz aktivitelerinde her iki yılda da artış tespit edilmiştir. Kullanılan anaç ve özellikle solucan gübrelerinin kullanımının hücrede demir şelatlama fizyolojisini teşvik ettiği belirlenmiştir. Çiftlik ve katı solucan gübresi uygulamaları, hücrelerde katalaz enzim aktivitesini azaltmıştır.

Bu araştırma kapsamında asma yapraklarında analiz edilen besin elementleri arasında kalsiyum ve kükürt dışındaki besin elementlerinin hem kireç kaynaklı stres ortamlarında hem de stressiz ortamdaki asmaların yapraklarında azaldığı belirlenmiştir. Aşılı ve aşısız asmaların Ca^{+} ve Ca^{-} ortamlar ile organik gübre uygulamalarına tepkileri Zn ve Mn içeriği bakımından farklılıklar gösterirken, diğer elementler bakımından genel olarak benzerlikler saptanmıştır. Aşılı ve aşısız asmaların her iki ortam koşulu ve yıllarında yapraklarda en yüksek N, K, Ca ve Zn içeriği çiftlik gübresi uygulamasında saptanmış ve katı ve/veya sıvı solucan gübrelerinin de N, K ve Ca içeriğini kontrole göre genellikle önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir. Yapraklarda en yüksek P, Mg, Fe, Mn içeriği bakımından katı solucan gübresinin ön plana çıktığı saptanırken, ikinci yılda çiftlik gübresi yapraklardaki Cu ve B elementlerini arttırıcı etkiyle dikkati çekmiştir.

Asma anaçları bağcılıkta filoksera zararına karşı halen dünyada bilinen tek çözüm önerisidir. Ancak bağcılıkta kullanılan anaçlar diğer stres faktörlerine karşı üzerine aşılana çeşidin fizyolojisinde ve büyüme özelliklerinde genellikle olumsuz etkilere sahip olabilmektedir. Bu araştırma şartlarında kullanılan 1103 P anaçı, Ca^{+} ve Ca^{-} ortamlarda üzerine aşılana 'Michele Palieri' üzüm çeşidinin genel özelliklerini belirgin şekilde olumsuz etkilemediği söylenebilir. Ülkemizde ve dünya genelinde bağcılık yapılan tarım topraklarında yaygın görülen yüksek kireç ve buna bağlı yüksek pH koşullarının kademeli olarak oluşturulduğu bu çalışmada, yükselen pH şartlarına bağlı olarak asmalarda fizyolojik ve morfolojik stres tepkilerinin meydana geldiği ve bu

olumsuzlukların giderilmesine yönelik uygulanan organik gübrelerin etkili olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasında çiftlik ve katı solucan gübrelerin genel olarak benzer oranlarda olumlu sonuçlar verdiği saptanmıştır.

5.1. Öneriler

Sürdürülebilir tarımda başlıca uygulamalar kapsamında yer alan ve çevre sağlığının ön planda yer aldığı günümüz koşullarında önerilen uygulamalardan çiftlik gübresi ve solucan gübrelerinin topraksız kültür koşullarında CaCO_3 kullanılarak oluşturulan kalsiyum stresinde yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Michele Palieri’ asmalarından elde edilen genel sonuçlara göre aşağıdaki şekilde öneriler geliştirilmeye çalışılmıştır.

1. 1103 P anacına aşılı asmaların Ca^{+} ve Ca^{-} ortamlarda fizyolojik ve vejetatif gelişme özelliklerindeki değişimler, bazı istisnalar olmakla birlikte, büyük oranda aşısız asmalara benzerlik göstermiştir. Birçok asma anacının, topraktaki yüksek kireç oranı gibi bazı abiyotik stres şartlarında çeşitler üzerindeki olumsuz etkileri yaygın bilinmektedir. Bu nedenle, filoksera ya da anaçların kök sistemlerinin dayanıklılığı ve uzun ömürlülüğü dikkate alındığında bu çalışmada kullanılan 1103 P anacının benzer şartlarda tercih edilebileceği kanaati oluşmuştur.
2. Yetiştirme ortamlarına uygulanan çiftlik ve katı solucan gübreleri, genellikle makro (inorganik N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (toplam Fe, aktif Fe, Zn, Mn, Cu, B) besin elementlerini arttırmıştır. Özellikle, katı ve katı+sıvı solucan gübresi uygulamalarının her iki yılda da aşılı ve aşısız asmaların Ca^{+} ve Ca^{-} ortamlarda inorganik N, suda çözünebilir Mg ve Mn miktarlarını belirgin şekilde arttırdığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ortamda bulunan fazla kirece bağlı abiyotik stres şartlarında çiftlik ve katı solucan gübresinin sürdürülebilir bağcılıkta kullanımının önemini vurgulamaktadır.
3. CaCO_3 uygulamaları yetiştirme ortamının toplam ve aktif kireç içeriklerinde önemli artışlara neden olmuştur. En yüksek toplam ve aktif kireç içerikleri çiftlik gübresi uygulanan ortamlarda belirlendiğinden, kalsiyum stresinin ileri seviyelerde olduğu şartlarda kullanılması düşünülen çiftlik gübresinin Ca içeriği bakımından analiz edilmesi ve buna bağlı tedbirlerin dikkate alınması önerilmektedir.

4. Yetiştirme ortamına eklenen kalsiyum, araştırmanın birinci yılında aşısız asmaların sürgün uzunluğu, sürgün çapı, odunsu sürgün uzunluğu, budama artığı ağırlığı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak alanı gibi vejetatif gelişme parametrelerinde önemli azalmalara neden olmuştur. Özellikle Konya ve benzeri ekolojilerde yaygın görülen yüksek kalsiyum sorununa karşı, nitelikli solucan ve çiftlik gübrelerinin doğru zaman ve miktarda kullanımı önerilebilir.
5. Araştırma kapsamındaki asmaların yaprak klorofil içeriği yetiştirme ortamındaki kalsiyumun artışına bağlı olarak önemli azalmalar göstermiştir. Yaprak klorofil yoğunluğunun arttırılmasında katı+sıvı solucan gübresinin etkinlik bakımından ön plana çıktığı, katı solucan ya da çiftlik gübresinin de her iki ortamdaki asmalarda genellikle yaprak klorofil yoğunluğunu arttırdığı belirlenmiştir. Dünya bağcılığında yaygın görülen kalsiyum kaynaklı kloroza karşı solucan ve çiftlik gübresi uygulamalarının olumlu katkıları ile ilgili olarak üreticilere daha fazla tanıtım faaliyetlerinin uygulanması önerilebilir.
6. Asmalarda hücre membran geçirgenliğine bağlı gerçekleşen elektrolit sızıntı Ca^{+} stres ortamında Ca^{-} ortama göre artış göstermiştir. Her iki yılda da uygulamalar genellikle benzer etki oranlarıyla hücrede elektrolit sızıntıyı azaltmıştır. Yine Ca^{+} stres ortamı aşılı ve aşısız asmalarda MDA, demir şelatlama, katalaz, glutatyon redüktaz ve askorbat peroksidaz aktivitelerinde artışına neden olmuştur. Asmalarda Ca^{+} stres ortamından kaynaklanan bu tür olumsuz reaksiyonlara karşı çiftlik ve katı solucan gübrelerinin etkili olduğu ve yüksek kalsiyum içeren şartlarda asma fizyolojisinin desteklenmesi amacıyla bu gübrelerin çevre dostu sürdürülebilir tarım uygulamaları olarak önerilebileceği sonucu ortaya çıkmıştır.
7. Asma yapraklarında analiz edilen besin elementleri arasında kalsiyum ve kükürt dışındaki besin elementlerinin stresli ortamlardaki asmaların yapraklarında azaldığı belirlenmiştir. Diğer taraftan, asmaların her iki ortam koşulu ve yıllarında çiftlik gübresi yapraklarda N, K, Ca ve Zn; katı ve/veya sıvı solucan gübrelerinin de N, K ve Ca içeriğini kontrole göre genellikle önemli oranda arttırmıştır. Buradan elde edilen bulgular, kalsiyum stresi altında bağcılıkta çevreye dost sürdürülebilir gübreleme programlarında solucan ve çiftlik gübrelerinin dikkate alınmasının faydalı olacağını işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

- AACC, C., 2004, Approved methods of the American association of cereal chemists, St. Paul, MN, USA.
- Abd Elrahman, M. M. A. ve Bakr, A. A. E., 2022, Effect of using vermicompost and biofertilizers as partial alternatives for chemical fertilizers on growth and fruiting of Superior grapevines, *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, 4 (1), 23-32.
- Açıkbaş, B., 2016a, Vermikompostun Trakya İlkeren/5 BB aşısı kombinasyonundaki asma fidanlarının bitki besin elementi içerikleri üzerine etkisi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (4).
- Açıkbaş, B., 2016b, Vermikompostun 5 BB üzerine aşılı Trakya İlkeren asma fidanlarının bitki besin elementi içerikleri ve vejetatif gelişmesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, 66.
- Açıkbaş, B. ve Bellitürk, K., 2016, Vermikompostun 5 BB/Trakya İlkeren aşısı kombinasyonundaki asma fidanlarının kök gelişimine etkisi, *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31 (3), 179-184.
- Ahmad, P., Ahanger, M. A., Alyemeni, M. N., Wijaya, L., Egamberdieva, D., Bhardwaj, R. ve Ashraf, M., 2017, Zinc application mitigates the adverse effects of NaCl stress on mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern & Coss] through modulating compatible organic solutes, antioxidant enzymes, and flavonoid content, *Journal of Plant Interactions*, 12 (1), 429-437.
- Ahmad, R. ve Anjum, M. A., 2023, Mineral nutrition management in fruit trees under salt stress: A review, *Erwerbs-Obstbau*, 65 (2), 397-405.
- Akbolat, D. ve Coşkan, A., 2020, Farklı toprak sıcaklıkları ile azalan toprak neminin toprağın CO₂ üretimine etkisi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 192-198.
- Akkurt, M., Şenses, İ. M. ve Erdoğan, Ü., 2018, Organic viticulture recent status in turkey and development opportunities, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6 (11), 1511-1516.
- Aktaş, M., 2004, Bitkilerde beslenme bozuklukları ve tanınmaları, *Türkiye*, 3, 11-13.
- Aktaş, T. ve Yüksel, O., 2020, Effects of vermicompost on aggregate stability, bulk density and some chemical characteristics of soils with different textures, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (1), 1-11.
- Al-Dosary, N. M. N., 2022, Evaluation of soil characteristics for agricultural machinery management and cropping requirements in AL Aflaj Oasis, Saudi Arabia, *Sustainability*, 14 (13), 7991.
- Alcántara, E., Romera, F., Canete, M. ve De la Guardia, M., 2000, Effects of bicarbonate and iron supply on Fe (III) reducing capacity of roots and leaf chlorosis of the susceptible peach rootstock "Nemaguard", *Journal of plant nutrition*, 23 (11-12), 1607-1617.
- Aliniaiefard, S. ve van Meeteren, U., 2014, Natural variation in stomatal response to closing stimuli among Arabidopsis thaliana accessions after exposure to low VPD as a tool to recognize the mechanism of disturbed stomatal functioning, *Journal of Experimental Botany*, 65 (22), 6529-6542.
- Allen, D. J. ve Ort, D. R., 2001, Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants, *Trends in Plant Science*, 6 (1), 36-42.
- Alloway, B. J., 2013, Heavy metals and metalloids as micronutrients for plants and animals, *Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability*, 195-209.

- Alonso-Villaverde, V., Boso, S., Santiago, J.-L., Gago, P., Rodríguez-García, M. I. ve del Carmen Martínez, M., 2011, Leaf thickness and structure of *Vitis vinifera* L. CV. albarino clones and its possible relation with susceptibility to downy mildew (*Plasmopara viticola*) infection, *OENO ONE*, 45 (3), 161-169.
- Alsanius, B. W. ve Wohanka, W., 2019, Root zone microbiology of soilless cropping systems, In: *Soilless Culture*, Eds: Elsevier, p. 149-194.
- Amiri, A., Baninasab, B., Ghobadi, C. ve Khoshgoftarmanesh, A., 2016, Zinc soil application enhances photosynthetic capacity and antioxidant enzyme activities in almond seedlings affected by salinity stress, *Photosynthetica*, 54, 267-274.
- Anderson, J. P. E., 1982, Soil respiration. In: *Methods of soil analysis*, part 2, chemical and microbiological properties. In Ed. A. L. Madison, Wisconsin, USA: ASA-SSSA., 831-871.
- Anonim, 1995, "TS 3981 Tüplü Asma Fidanı" TSE- Ankara, 10 s.
- Aras, S., Keles, H. ve Bozkurt, E., 2021, Stomatal behaviors and physiological responses affected by iron deficiency in peach plants grafted onto garnem and gf 677, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 303-311.
- Ardic, M., Sekmen, A. H., Turkan, I., Tokur, S. ve Ozdemir, F., 2009, The effects of boron toxicity on root antioxidant systems of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars, *Plant and Soil*, 314, 99-108.
- Arora, V., Singh, C., Sidhu, A. ve Thind, S., 2011, Irrigation, tillage and mulching effects on soybean yield and water productivity in relation to soil texture, *Agricultural Water Management*, 98 (4), 563-568.
- Arslan, T., Doğan, A., Cüneyt, U. ve Güzel, D. U., 2022, Bazı yerel üzüm çeşitlerinde (*Vitis vinifera* L.) stoma özellikleri ile fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkiler, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25 (2), 243-252.
- Assaha, D. V. M., Liu, L., Ueda, A., Nagaoka, T. ve Saneoka, H., 2016, Triveni enterprises, *Journal of Environmental Biology*, 37, 107-114.
- Atalan, M., 2020, Topraksız kültürde yetiştirilen early cardinal üzümünde farklı ortam, kimyasal ve organik gübre uygulamalarının verim ve kaliteye etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, Adana, 123.
- Atasay, A., İşçi, M., Uçgun, K., Öztürk, G., Kaymak, S. ve Akgül, H., 2011, Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen M9 anaçlı bazı elma çeşitlerinde farklı besin uygulamaların bitkinin morfolojik gelişimi üzerine etkileri, *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 1-6.
- Ateş, F., Yağmur, B. ve Takma, Ç., 2018, Effect of organic and conventional grape growing methods on plant nutrition content on grapevine, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6 (4), 464-470.
- Awad, A., Edwards, D. ve Campbell, L., 1990, Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato, *Crop science*, 30 (1), 123-128.
- Azarmi, R., Giglou, M. T. ve Taleshmikail, R. D., 2008, Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field, *African Journal of Biotechnology*, 7 (14).
- Bat, M., Tunçtürk, R. ve Tunçtürk, M., 2020, Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) bitkisinde kuraklık stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (1), 99-107.

- Bavaresco, L. ve Fogher, C., 1992, Effect of root infection with *Pseudomonas fluorescens* and *Glomus mosseae* in improving Fe-efficiency of grapevine ungrafted rootstocks, *Vitis*, 31 (3), 163-168.
- Bavaresco, L., Fregoni, H. ve Frascini, P., 1992, Investigations on some physiological parameters involved in chlorosis occurrence in grafted grapevine, *Journal of plant nutrition*, 15 (10), 1791-1807.
- Bavaresco, L., Frascini, P. ve Perino, A., 1993a, Effect of the rootstock on the occurrence of lime-induced chlorosis of potted *Vitis vinifera* L. cv. 'Pinot Blanc', *Plant and Soil*, 157, 305-311.
- Bavaresco, L., Fregoni, M. ve Gambi, E., 1993b, In vitro method to screen grapevine genotypes for tolerance to lime-induced chlorosis, *Vitis*, 32 (3), 145-148.
- Bavaresco, L., Giachino, E. ve Colla, R., 1999, Iron chlorosis paradox in grapevine, *Journal of plant nutrition*, 22 (10), 1589-1597.
- Bavaresco, L., Colla, R. ve Fogher, C., 2000, Different responses to root infection with endophytic microorganisms of *Vitis vinifera* L. cv. pinot blanc grown on calcareous soil, *Journal of plant nutrition*, 23 (8), 1107-1116.
- Bavaresco, L. ve Lovisolo, C., 2000, Effect of grafting on grapevine chlorosis and hydraulic conductivity, *Vitis*, 39 (3), 89-92.
- Bavaresco, L., Giachino, E. ve Pezzutto, S., 2003, Grapevine rootstock effects on lime-induced chlorosis, nutrient uptake, and source-sink relationships, *Journal of plant nutrition*, 26 (7), 1451-1465.
- Bavaresco, L. ve Poni, S., 2003, Effect of calcareous soil on photosynthesis rate, mineral nutrition, and Source-Sink ratio of table grape, *Journal of plant nutrition*, 26 (10-11), 2123-2135.
- Bayraç, H. N. ve Doğan, E., 2016, Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 23-48.
- Becana, M. ve Moran, J., 1998, Iron-dependent oxygen free radical generation in plants subjected to environmental stress: toxicity and antioxidant protection, *Plant and Soil*, 201 (1), 137-147.
- Bekişli, M. İ., 2014, Harran ovası koşullarında yetiştirilen bazı asma çeşitleri ile amerikan asma anaçlarının yaprak ve stoma özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa*, 96.
- Bekişli, M. İ. ve Gürsöz, S., 2016, Harran Ovası koşullarında yetiştirilen bazı amerikan asma anaçlarının yaprak ve stoma özelliklerinin incelenmesi, *Bahçe*, 45 (2), 857-861.
- Bellitürk, K., Turan, S., Göçmez, S., Adiloğlu, A., Solmaz, Y. ve Karakaş, Ö., 2017, Zeytin fidanı yetiştiriciliğinde vermikopost kullanımı, *Bilimsel Araştırma Projesi*.
- Bellitürk, K., Kuzucu, M., Baran, M. F. ve Çelik, A., 2019, Antep Fıstığında (*Pistacia vera* L.) kuru koşullarda gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 251-259.
- Bergmeyer, H., 1970, Standardization of methods for estimation of enzyme activity in biological fluids, *Z. Klin. Chem. Biochem.*, 8, 658-660.
- Bertamini, M. ve Nedunchezian, N., 2005, Grapevine growth and physiological responses to iron deficiency, *Journal of plant nutrition*, 28 (5), 737-749.
- Beyers, E., 1962, Diagnostic leaf analysis for deciduous fruit, *South African Journal of Agricultural Science*, 5 (2), 315-329.

- Biswal, B. ve Biswal, U., 1999, Photosynthesis under stress: stress signals and adaptive response of chloroplasts, *Handbook of plant and crop stress*, 2, 315-336.
- Bolat, İ. ve Kara, Ö., 2017, Plant nutrients: sources, functions, deficiencies and redundancy, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 218-228.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S. ve Paslı, N., 2001, Ekoloji-II (Toprak), *Kızılay-Ankara, Başkent Kışe Matbaacılık*, p.
- Bozyiğit, R. ve Güngör, Ş., 2011, Konya Ovası'nın toprakları ve sorunları, *Marmara coğrafya dergisi* (24), 169-200.
- Brancadoro, L., Vanoli, M. ve Zocchi, G., 1995, Adaptive responses to high concentration of HCO₃ in 'Cabernet Sauvignon', *Strategies to Optimize Wine Grape Quality*, 427, 75-82.
- Bremner, J. M., 1965, Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, p.
- Brohi, A., Aydeniz, A. ve Karaman, M., 1995, Toprak verimliliği, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 5, 217.
- Burg, P., Masan, V., Cizkova, A. ve Badalikova, B., 2019, Impact of compost application in vineyards on changes of physical properties of soil, *Engineering for Rural Development*, 22.
- Bustamante, M., Said-Pullicino, D., Agulló, E., Andreu, J., Paredes, C. ve Moral, R., 2011, Application of winery and distillery waste composts to a Jumilla (SE Spain) vineyard: Effects on the characteristics of a calcareous sandy-loam soil, *Agriculture, ecosystems & environment*, 140 (1-2), 80-87.
- Byrne, D. ve Rouse, R., 1995, Tolerance of citrus rootstocks to lime-induced iron chlorosis, *Subtropical Plant Science: Journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society (USA)*, 47, 7-11
- Cakmak, I., 2000, Tansley Review No. 111 Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species, *The New Phytologist*, 146 (2), 185-205.
- Cambrollé, J., García, J., Figueroa, M. E. ve Cantos, M., 2014, Physiological responses to soil lime in wild grapevine (*Vitis vinifera ssp. sylvestris*), *Environmental and Experimental Botany*, 105, 25-31.
- Chaudière, J. ve Ferrari-Iliou, R., 1999, Intracellular antioxidants: From chemical to biochemical mechanisms, *Food and chemical toxicology*, 37 (9-10), 949-962.
- Chauhan, R. ve Powar, S., 1978, Tolerance of wheat and pea to boron in irrigation water, *Plant and Soil*, 50, 145-149.
- Čoga, L., Slunjski, S., Herak Ćustić, M., Gunjača, J. ve Ćosić, T., 2008, Phosphorus dynamics in grapevine on acid and calcareous soils, *Cereal research communications*, 36, 119-122.
- Costa, J. M., Ortuño, M. F., Lopes, C. M. ve Chaves, M. M., 2012, Grapevine varieties exhibiting differences in stomatal response to water deficit, *Functional Plant Biology*, 39 (3), 179-189.
- Covarrubias, J. I. ve Rombolà, A. D., 2013, Physiological and biochemical responses of the iron chlorosis tolerant grapevine rootstock 140 Ruggeri to iron deficiency and bicarbonate, *Plant and Soil*, 370, 305-315.
- Covarrubias, J. I., Pisi, A. ve Rombolà, A., 2014, Evaluation of sustainable management techniques for preventing iron chlorosis in the grapevine, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20 (1), 149-159.
- Çakır, B. ve Atalay, Y., 2018, The effect of different pH on growth and mineral content of grapevine and rootstocks, *XXX International Horticultural Congress*

- IHC2018: International Symposium on Viticulture: Primary Production and Processing*, 247-250.
- Çakmak, I. ve Yazıcı, A. M., 2010, Magnesium: a forgotten element in crop production, *Better Crops*, 94 (2), 23-25.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y., Fidan, Y., Marasalı, B. ve Söylemezoğlu, G., 1998, Genel Bağcılık. Sun Fidan AŞ Mesleki Kitaplar Serisi: I. Fersa Matbaacılık San Tic. Ltd. Şti. Necatibey Cad. Elgün Sok. No: 4-B, Ankara, 253 s.
- Çelik, H., 2006, Üzüm Çeşit Kataloğu, Sun Fidan AŞ Mesleki Kitaplar Serisi: 3, 165s, Ankara.
- Çelik, H., Çelik, S., Kunter, B. M., Söylemezoğlu, G., Boz, Y., Özer, C. ve Atak, A., 2005, Bağcılıkta gelişme ve üretim hedefleri. VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, . Ankara.
- Çelik, S., 1998, Bağcılık (Ampeloloji) Cilt-1, 426 s.
- Çelik, S., 2011, Bağcılık (Ampeloloji) Cilt 1 (3. Baskı), *Anadolu Matbaa San. ve Tic. Ltd. Şti., Tekirdağ*, , 428 s.
- Çengel, M., Okur, N. ve Yılmaz, F. I., 2009, Organik bağ topraklarında yeşil gübre bitkileri ve çiftlik gübresi uygulamalarının topraktaki mikrobiyal aktiviteye etkileri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46 (1), 25-31.
- Çerçioğlu, M., Yağmur, B., Kara, R. S. ve Bulent, O., 2017, Agro-endüstriyel kompost ve ahır gübresinin biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliğinde toprağın bazı kimyasal özellikleri ile verim üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (1), 71-77.
- Çetin, E. S. ve Koç, B., 2023, Physical and biochemical changes induced by strigolactones on calcareous environments in grapevine, *Erwerbs-Obstbau*, 1-13.
- Çetin, Ü. ve Gür, K., 2011, Various organic waste some of the soil physical, chemical and biological properties of the effect, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25 (3), 9-16.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F. ve Yasin, S., 2011, Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri, *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28 (1), 56-69.
- Daler, S. ve Cangı, R., 2021, Sulama suyu pH'sının asma anaçlarının biyokütle, köklenme, kök ve sürgün gelişimi üzerine etkisi, *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 2 (2), 276-288.
- Daler, S., Çetin, E. S. ve Seren, S., 2022, Farklı amerikan asma anaçlarında kurşun stresi üzerine salisilik asit uygulamalarının etkileri, *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (1), 129-156.
- Demir, H., Polat, E. ve Sönmez, İ., 2010, Ülkemiz için yeni bir organik gübre: solucan gübresi, *Tarım aktüel*, 14, 54-60.
- Demiral, T., 2003, Genç pirinç fidelerine dışarıdan glisinbetain uygulanmasıyla tuza (NaCl) toleransının artırılmasında antioksidan enzim aktivitesinin rolünün araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı*, İzmir, 72.
- Demiryürek, K., 2016, Organik tarım ve ekonomisi, *T.C. Kalkınma Bakanlığı Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı*, 112 s.
- Dilli, Y. ve Kader, S., 2008, Sofralık, şaraplık ve kurutmalık üzüm çeşitleri, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/manisabagcilik/Belgeler/genelbagcilik/UZUM%20CESITLERI%20YILDIZ%20DILLI.pdf>: [24.09.2023].
- Dinç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., Derici, R., Yeşilsoy, M., Yeşingil, I., Sari, M. ve Kaya, Z., 1988, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) 1.

- Harran Ovası TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Grubu GÜDÜMLÜ Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu. Proje No: TOAG-534, Ankara: TÜBİTAK.
- Ding, X., Jiang, Y., He, L., Zhou, Q., Yu, J., Hui, D. ve Huang, D., 2016, Exogenous glutathione improves high root-zone temperature tolerance by modulating photosynthesis, antioxidant and osmolytes systems in cucumber seedlings, *Scientific reports*, 6 (1), 1-12.
- Dinis, T. C., Madeira, V. M. ve Almeida, L. M., 1994, Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers, *Archives of biochemistry and biophysics*, 315 (1), 161-169.
- Dionisio-Sese, M. L. ve Tobita, S., 1998, Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress, *Plant science*, 135 (1), 1-9.
- Doğan, A., Uyak, C., Akçay, A., Keskin, N., Şensoy, R. İ. G., Çelik, F., Kunter, B., Çavuşoğlu, Ş. ve Özrenk, K., 2020, Hizan (Bitlis) koşullarında yetiştirilen üzüm çeşitlerinin klorofil miktarları ve stoma yoğunluklarının belirlenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (4), 652-665.
- Doğan, O., 2022, Azot protoksit ve orizalinin 41 B ile Fercal asma anaçlarında mutajenik etkileri, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, 130.
- Doğdu, M., Toklu, M. ve Sağnak, C., 2007, Konya Kapalı Havzası'nda yağış ve yeraltı suyu seviye değerlerinin irdelenmesi, *Türkiye İklim Değişikliği Kongresi*, 11, 13.
- Doğru, A., 2020, Bitkilerde aktif oksijen türleri ve oksidatif stres, *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3 (2), 205-226.
- Drouineau, G., 1942, Dosage rapide du calcaire actif du sol: Nouvelles données sur la separation et la nature des fractions calcaires, *Ann. Agron*, 12, 441-450.
- Dursun, N., 1999, Konya Ovası topraklarında şeker pancarının beslenme sorunlarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı*, 59.
- Düring, H. ve Loveys, B., 1996, Stomatal patchiness of field-grown Sultana leaves: Diurnal changes and light effects, *Vitis*, 35 (1), 7-10.
- Düzenli, S. ve Ağaoğlu, Y., 1992, *Vitis vinifera* L.'nin bazı çeşitlerinde stoma yoğunluğu üzerine yaprak yaşının ve yaprak pozisyonlarının etkisi, *Doğa-Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 16, 63-72.
- Edwards, E., Smithson, L., Graham, D. ve Clingeffer, P. R., 2011, Grapevine canopy response to a high-temperature event during deficit irrigation, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17 (2), 153-161.
- Ekbiç, H. B., 2010, Trakya İlkeren ve Flame Seedles üzüm çeşitlerinde Co60 ve kolhisin kullanılarak mutasyon ve poliploidi oluşturma olanakları, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana*, 131.
- Ekbiç, H. B., Yaman, E., Özenç, D. B. ve Ekbiç, E., 2022, Effects of hazelnut husk compost and tea residue compost on quality and performance of 5 BB American grapevine rootstock saplings, *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 21 (5), 15-23.
- El-Ezz, S. F. A., Al-Harbi, N. A., Al-Qahtani, S. M., Allam, H. M., Abdein, M. A. ve Abdelgawad, Z. A., 2022, A Comparison of the effects of several foliar forms of magnesium fertilization on 'Superior Seedless' (*Vitis vinifera* L.) in saline soils, *Coatings*, 12 (2), 201.

- Elik, N. ve Sakin, E., 2021, Toprağa uygulanan farklı nem ve biyoçarın CO₂-C emisyonuna ve NO₃-NH₄ içeriğine etkisi, *ADYÜTAYAM*, 9 (1), 1-12.
- Epstein, E. ve Bloom, A., 2005, Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. , *Sinauer Associates. , Inc.* Sunderland, Mass, No. 631.8/E64.
- Erdal, İ., Küçükyumuk, Z., Şimşek, K., Basır, M. ve Baysal, G. D., 2018, Farklı hayvan gübrelere domatesin gelişimi ve mineral beslenmesine etkisi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 295-302.
- Eris, A. ve Soylu, A., 1990, Stomatal density in various Turkish grape cultivars, *Vitis* (Special issue), 382-389.
- Erşahin, Y. Ş., 2007, Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2007 (2), 99-107.
- Estefan, G., Sommer, R. ve Ryan, J., 2013, Methods of soil, plant, and water analysis: a manual for the West Asia and North Africa region, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Eyüpoğlu, F., 1999, Türkiye topraklarının verimlilik durumu, *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları* (T-67), 122.
- Fan, X., Niemira, B. ve Sokorai, K., 2003, Use of ionizing radiation to improve sensory and microbial quality of fresh-cut green onion leaves, *Journal of food science*, 68 (4), 1478-1483.
- Fang, S., Hou, X. ve Liang, X., 2021, Response mechanisms of plants under saline-alkali stress, *Frontiers in plant science*, 12, 667458.
- FAO, 2023, FAOSTAT: Crops and livestock products, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>: [23.06.2023].
- Fernández, V., Eichert, T., Del Río, V., López-Casado, G., Heredia-Guerrero, J. A., Abadía, A., Heredia, A. ve Abadía, J., 2008, Leaf structural changes associated with iron deficiency chlorosis in field-grown pear and peach: physiological implications, *Plant and Soil*, 311, 161-172.
- Ferrini, F., Mattii, G. ve Nicese, F., 1995, Effect of temperature on key physiological responses of grapevine leaf, *American Journal of Enology and Viticulture*, 46 (3), 375-379.
- Flore, J., 2011, Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit, *Horticultural Reviews*, 11, 111-157.
- Fox, R. H., 1968, The effect of calcium and pH on boron uptake from high concentrations of boron by cotton and alfalfa, *Soil Science*, 106 (6), 435-439.
- Foyer, C. H. ve Halliwell, B., 1976, The presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts: a proposed role in ascorbic acid metabolism, *Planta*, 133, 21-25.
- Franks, P. J. ve Farquhar, G. D., 2007, The mechanical diversity of stomata and its significance in gas-exchange control, *Plant Physiology*, 143 (1), 78-87.
- Fransson, A.-M., van Aarle, I. M., Olsson, P. A. ve Tyler, G., 2003, *Plantago lanceolata* L. and *Rumex acetosella* L. differ in their utilisation of soil phosphorus fractions, *Plant and Soil*, 248 (1-2), 285-295.
- Gallet, A., Flisch, R., Ryser, J. P., Frossard, E. ve Sinaj, S., 2003, Effect of phosphate fertilization on crop yield and soil phosphorus status, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166 (5), 568-578.
- Gardner, W. H., 1986, Water content, *Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Methods*, 5, 493-544.
- Gargin, S. ve Altindisli, A., 2014, A Research on the affinity coefficients of Red Globe grape variety with 140 R, 41 B rootstocks, *BIO Web of Conferences*, 01004.

- Gayretli, Y., Abdulhadi, S. ve Sabır, A., 2020, Bicarbonate induced calcium stress impairs the physiology of grafted and nongrafted 'Prima' grapevines in nursery, *IV. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress*, 93-98.
- Gayretli, Y., Abdulhadi, S. A. A., Türkoğlu, İ. ve Sabır, A., 2023, Farklı dozlarda çiftlik gübresi uygulamalarının asma genotiplerinde fizyolojik ve vejetatif özelliklere etkileri, *Bahçe*, 52 (Özel Sayı 1), 202-213.
- Geçibesler, İ. H., 2013, Bingöl ve çevresinde yetişen ve tıbbi değer taşıyan bazı bitki taksonlarının fitokimyasal ve biyolojik aktivitelerinin araştırılması, Doktora Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı*, 182.
- Gezgin, S. ve Er, F., 2001, Relationship between total and active iron contents of leaves and observed chlorosis in vineyards in Konya-Hadmalada region of Turkey, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32 (9-10), 1513-1521.
- Gezgin, S. ve Hamurcu, M., 2006, Bitki beslemede besin elementleri arasındaki etkileşimin önemi ve bor ile diğer besin elementleri arasındaki etkileşimler, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 20 (39), 24-31.
- Gibberd, M. R., Walker, R. R., Blackmore, D. H. ve Condon, A. G., 2001, Transpiration efficiency and carbon-isotope discrimination of grapevines grown under well-watered conditions in either glasshouse or vineyard, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 7 (3), 110-117.
- Gill, S. S. ve Tuteja, N., 2010, Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants, *Plant Physiology and Biochemistry*, 48 (12), 909-930.
- Gogorcena, Y., Abadía, J. ve Abadía, A., 2005, A new technique for screening iron-efficient genotypes in peach rootstocks: elicitation of root ferric chelate reductase by manipulation of external iron concentrations, *Journal of plant nutrition*, 27 (10), 1701-1715.
- Gökbayrak, Z., Dardeniz, A. ve Bal, M., 2008, Stomatal density adaptation of grapevine to windy conditions, *Trakia journal of sciences*, 6 (1), 18-22.
- Gruber, B. ve Kosegarten, H., 2002, Depressed growth of non-chlorotic vine grown in calcareous soil is an iron deficiency symptom prior to leaf chlorosis, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165 (1), 111-117.
- Gruda, N., Savvas, D., Colla, G. ve Roupael, Y., 2018, Impacts of genetic material and current technologies on product quality of selected greenhouse vegetables—A review, *European Journal of Horticultural Science*, 83 (11).
- Gupta, C., Prakash, D., Gupta, S. ve Nazareno, M. A., 2019, Role of vermicomposting in agricultural waste management, *Sustainable green technologies for environmental management*, 283-295.
- Gutiérrez-Miceli, F. A., Santiago-Borraz, J., Molina, J. A. M., Nafate, C. C., Abud-Archila, M., Llaven, M. A. O., Rincón-Rosales, R. ve Dendooven, L., 2007, Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*), *Bioresource Technology*, 98 (15), 2781-2786.
- Gül, A., 2019, Topraksız tarım. *Hasad Yayıncılık*. 146 s.
- Gülen, S., 2013, Asma ve yonca yapraklarının in vitro antioksidan özellikleri, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı*, 107.
- Günen, E. ve Altındışli, A., 2017, 'Cabernet Sauvignon' üzüm çeşidinin bazı Amerikan asma anaçları ile aşı kombinasyonlarının örtü altı ve açıkta yetiştiricilik koşullarında tüplü fidan performanslarının değerlendirilmesi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (1), 91-99.

- Güneş, H., 2017, Strese maruz bırakılan anasonda (*Pimpinella anisum*) antioksidan mekanizma ve biyoaktif bileşiklerdeki değişimin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı*, 108.
- Gürsöz, S. ve Bekişli, M., 2016, Bağcılıkta anaç kullanımının önemi ve yaygın kullanılan anaçlar. İzmir, *Tarım Gündem Dergisi*, 80-84.
- Haktanır, K. ve Arcak, S., 1997, Toprak Biyolojisi. Ankara, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*: 1486.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, J. M., 2015, Free radicals in biology and medicine, *Oxford University Press*, USA, 331-332.
- Heller, C. R. ve Nunez, G. H., 2022, Preplant fertilization increases substrate microbial respiration but does not affect southern highbush blueberry establishment in a coconut coir-based substrate, *HortScience*, 57 (1), 17-21.
- Hepşen, F. Ş., 2004, Farklı düzeylerde atık çamur uygulamasının toprağın ve solucan (*Lumbricus terrestris* L.) dışkısının biyolojik özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı*, Samsun, 57.
- Hillin, D., Helwi, P. ve Scheiner, J., 2021, Tolerance of Muscadine grapes (*Vitis rotundifolia*) to alkaline soil, *OENO ONE*, 55 (2), 227-238.
- Hızalan, E. ve Ünal, H., 1966, Soil chemical analysis, *University of Ankara Agriculture Faculty Publics*, 273.
- İlay, R., Aktaş, M., Aslantekin, N. B. ve Özcan, H., 2021, Farklı kaynaklardan elde edilen organik materyalin kumlu tın bünyeli toprağın bazı özellikleri üzerine etkileri, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9, 30-38.
- IPGR, 1997, Descriptors for Grapevine (*Vitis Spp.*), *International Plant Genetic Resources Institute*, 19.
- Isermayer, H., 1952, Eine einfache methode zur bestimmung der bodenatmung und der karbonate im boden, *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 56 (1-3), 26-38.
- İşçi, B., Altındişli, A. ve Kacar, E., 2015, Farklı anaçlar üzerine aşılı farklı üzüm çeşitlerinde stoma dağılımı üzerine araştırmalar, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1), 35-39.
- Iturbe-Ormaetxe, I., Morán, J. F., Arrese-Igor, C., Gogorcena, Y., Klucas, R. ve Becana, M., 1995, Activated oxygen and antioxidant defences in iron-deficient pea plants, *Plant, Cell & Environment*, 18 (4), 421-429.
- Jackson, R. D., 1982, Canopy temperature and crop water stress, *Advances in Irrigation*, 1, 43-85.
- Jackson, R. W., 1994, Enviro consultant service of evergreen, *Humic, fulvic and Microbial Balance: Organic soil Conditioning*, *National First Place Nonfiction Award from Writer's Digest Journal*, Colorado, 329.
- Johnson, D. M., Woodruff, D. R., McCulloh, K. A. ve Meinzer, F. C., 2009, Leaf hydraulic conductance, measured in situ, declines and recovers daily: leaf hydraulics, water potential and stomatal conductance in four temperate and three tropical tree species, *Tree physiology*, 29 (7), 879-887.
- Jones, J. B., Wolf, B. ve Mills, H. A., 1991, Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide, *Micro-Macro Publishing, Inc.*, 23-27.
- Kacar, B., 1994, Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III. toprak analizleri, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları*, 3, 1-705.

- Kacar, B., Katkat, A. ve Öztürk, Ş., 2009, Bitki Fizyolojisi, *Nobel Yayın No: 848, Fen Bilimleri*, 28, *Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 46, Ankara.*, p. 545.
- Kacar, M., 2007, Farklı su ve gübre sistemlerinin pamuk bitkisinde su stres indeksinin değişiminin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsa Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı*, 54.
- Kadıoğlu, B., 2021, Toprak kirliliği ile kimyasal gübre kullanımı arasındaki olası bağlantıların incelenmesi, *Muş Alparslan University Journal of Agriculture and Nature*, 1 (2), 26-38.
- Kalefetoğlu, T., 2006, Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşit ve hatlarının kuraklık stresine karşı dayanıklılığının karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı*, 159.
- Kalkan, H., Gözükara, G. ve Kaplan, M., 2017, Sera güzlük domates yetiştiriciliğinde yeni eğilim: sıvı organik gübre tüketimi, *Academia Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2 (3), 92-100.
- Kamas, J., Labay, A. ve Scheiner, J. J., 2020, Evaluation of grapevine rootstocks on slightly acidic and strongly alkaline Texas Hill Country soils, *Catalyst: Discovery into Practice*, 4 (2), 39-52.
- Kara, Z., Yazar, K., Doğan, O., Sabır, A. ve Özer, A., 2018a, Induction of ploidy in some grapevine genotypes by N2O treatments, *XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Viticulture: Primary Production and Processing*, 239-246.
- Kara, Z., Yazar, K., Doğan, O., Sabır, A., Özer, A. ve Koç, F., 2018b, İtalya (*Vitis vinifera* L.) sofralık üzüm çeşidinde kısıtlı sulamanın yaprak ve stoma özelliklerine etkileri, *Bahçe*, 47 (Özel Sayı 1), 677-682.
- Kara, Z. ve Yazar, K., 2020, Bazı üzüm çeşitlerinde in vitro poliploidi uyarımı, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35 (3), 410-418.
- Karaca, U. ve Sabır, A., 2018, Sustainable mitigation of alkaline stress in grapevine rootstocks (*vitis* spp.) by plant growth-promoting rhizobacteria, *Erwerbs-Obstbau*, 60 (3), 211-220.
- Karadağ, F., 2013, Farklı dozlarda selenyum uygulamalarının haşhaş (*Papaver somniferum* L.) yapraklarında antioksidan enzimler üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı*, 89.
- Karadağ, S., Aslan, K. A., Akgün, A., Arpacı, S., Sarpkaya, K., Doğuer Kalkancı, N. ve Çalışkan, M., 2011, Organik Üzüm Yetiştiriciliği, In: *Organik Tarım Araştırma Sonuçları*, Eds: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, p. 43-50.
- Karaman, R., Brhoi, A., Müftüoğlu, N., Öztaş, T. ve Zengin, M., 2007, Sürdürülebilir toprak verimliliği. Ankara: 341.
- Karažija, T., Čosić, T., Horvat, T., Poljak, M. ve Lazarević, B., 2011, Effects of organic fertilization on potassium content and dynamics in grapevine leaf (*Vitis vinifera* L.) on calcareous soil, *46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture*, Opatija, Croatia, 112-115.
- Karažija, T., Čosić, T., Lazarević, B., Horvat, T., Petek, M., Palčić, I. ve Jerbić, N., 2015, Effect of organic fertilizers on soil chemical properties on vineyard calcareous soil, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 80 (2), 79-84.
- Karimi, R., Koulivand, M. ve Ollat, N., 2019, Soluble sugars, phenolic acids and antioxidant capacity of grape berries as affected by iron and nitrogen, *Acta Physiologiae Plantarum*, 41 (7), 117.

- Karimi, R., 2020, The effect of early season nutrition of calcium and zinc on yield, sugar content and enzymatic and non-enzymatic antioxidant capacity of grape, *Iranian Journal of Plant Biology*, 12 (1), 1-22.
- Karimi, R. ve Salimi, F., 2021, Iron-chlorosis tolerance screening of 12 commercial grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars based on phytochemical indices, *Scientia Horticulturae*, 283, 110111.
- Karoglan, M., Radić, T., Anić, M., Andabaka, Ž., Stupić, D., Tomaz, I., Mesić, J., Karažija, T., Petek, M. ve Lazarević, B., 2021, Mycorrhizal fungi enhance yield and berry chemical composition of in field grown “Cabernet Sauvignon” grapevines (*V. vinifera* L.), *Agriculture*, 11 (7), 615.
- Keleş, Y., Ergün, N. ve Öncel, I., 2011, Antioxidant enzyme activity affected by high boron concentration in sunflower and tomato seedlings, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42 (2), 173-183.
- Keller, M., Deyermund, L. S. ve Bondada, B. R., 2014, Plant hydraulic conductance adapts to shoot number but limits shoot vigour in grapevines, *Functional Plant Biology*, 42 (4), 366-375.
- Keller, M., 2015, Grape composition and fruit quality, in the science of grapevines: anatomy and physiology, *Elsevier Academic Press*, 205-242.
- Khan, J. J. ve Deepika, S., 2021, Influence of organic manure and biofertilizers on horticultural crops, *The Pharma Innovation Journal*, 10 (8), 763-766.
- Kılıç, B. ve Sönmez, İ., 2019, Farklı organik gübre ve dozlarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 91-96.
- Kızılkaya, R. ve Hepşen, Ş., 2007, Microbiological properties in earthworm cast and surrounding soil amended with various organic wastes, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38 (19-20), 2861-2876.
- Koç, B., Bellitürk, K., Çelik, A. ve Baran, M. F., 2021, Effects of vermicompost and liquid biogas fertilizer application on plant nutrition of grapevine (*Vitis vinifera* L.), *Erwerbs-Obstbau*, 63 (Suppl 1), 89-100.
- Koral, P., 2006, Topraksız kültürde kullanılabilecek en ucuz ortamlar olan cibre ve cürufun, bitki gelişmesi, verim ve ürün kalitesine etkileri yönünden, perlit ve sera toprağı ile karşılaştırılmaları, Doktora Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, 228.
- Korkmaz, K. ve İbrikçi, H., 2010, Kireçli topraklarda fosfor dinamiğinin belirlenmesi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (1), 44-52.
- Koundouras, S., Hatzidimitriou, E., Karamolegkou, M., Dimopoulou, E., Kallithraka, S., Tsiatas, J. T., Zioziou, E., Nikolaou, N. ve Kotseridis, Y., 2009, Irrigation and rootstock effects on the phenolic concentration and aroma potential of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grapes, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (17), 7805-7813.
- Kowalenko, C. ve Ivarson, K., 1978, Effect of moisture content, temperature and nitrogen fertilization on carbon dioxide evolution from field soils, *Soil Biology and Biochemistry*, 10 (5), 417-423.
- Ksouri, R., Gharsalli, M. ve Lachaal, M., 2005, Physiological responses of Tunisian grapevine varieties to bicarbonate-induced iron deficiency, *Journal of plant physiology*, 162 (3), 335-341.
- Ksouri, R., Debez, A., Mahmoudi, H., Ouerghi, Z., Gharsalli, M. ve Lachaâl, M., 2007, Genotypic variability within Tunisian grapevine varieties (*Vitis vinifera* L.) facing bicarbonate-induced iron deficiency, *Plant Physiology and Biochemistry*, 45 (5), 315-322.

- Kumar, P., Geetha, S., Savithri, P. ve Mahendran, P., 2004, Influence of different micronutrient treatments on nutrient status of the soil, yield, growth and quality parameters in Muscat grapes (*Vitis vinefera* var. L.), *Research on Crops*, 5 (1), 85-95.
- Kunter, B., Çakmak, G., Keskin, N., Karataş, D. D. ve Kunter, B., 2013, İyonize radyasyon uygulamalarıyla elde edilmiş üzüm genotiplerinde stoma özellikleri üzerinde araştırmalar, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 27.
- Kuş, M., 2019, Topraksız tarım biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliğinde farklı vermikompost dozlarının verime etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı*, 64.
- Lampreave, M., Mateos, A., Valls, J., Nadal, M. ve Sánchez-Ortiz, A., 2022, Carbonated irrigation assessment of grapevine growth, nutrient absorption, and sugar accumulation in a 'Tempranillo' (*Vitis vinifera* L.) vineyard, *Agriculture*, 12 (6), 792.
- Lawson, T. ve Blatt, M. R., 2014, Stomatal size, speed, and responsiveness impact on photosynthesis and water use efficiency, *Plant Physiology*, 164 (4), 1556-1570.
- Lawson, T. ve Matthews, J., 2020, Guard cell metabolism and stomatal function, *Annual Review of Plant Biology*, 71, 273-302.
- Lebon, E., Pellegrino, A., Louarn, G. ve Lecoeur, J., 2006, Branch development controls leaf area dynamics in grapevine (*Vitis vinifera*) growing in drying soil, *Annals of Botany*, 98 (1), 175-185.
- Liu, F. ve Stützel, H., 2002, Leaf water relations of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to soil drying, *European journal of agronomy*, 16 (2), 137-150.
- Lo'ay, A., Ghazi, D. A., Al-Harbi, N. A., Al-Qahtani, S. M., Hassan, S. ve Abdein, M. A., 2021, Growth, yield, and bunch quality of 'Superior Seedless' vines grown on different rootstocks change in response to salt stress, *Plants*, 10 (10), 2215.
- Lombardi, L., Sebastiani, L. ve Vitagliano, C., 2003, Physiological, biochemical, and molecular effects of in vitro induced iron deficiency in peach rootstock Mr. S 2/5, *Journal of plant nutrition*, 26 (10-11), 2149-2163.
- López-Rayó, S., Sanchis-Pérez, I., Ferreira, C. M. ve Lucena, J. J., 2019, [S, S]-EDDS/Fe: A new chelate for the environmentally sustainable correction of iron chlorosis in calcareous soil, *Science of the total environment*, 647, 1508-1517.
- Lorenz, K., Feger, K. H. ve Kandeler, E., 2001, The response of soil microbial biomass and activity of a Norway spruce forest to liming and drought, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164 (1), 9-19.
- Mahdavi, S., Karimi, R. ve Valipouri Goudarzi, A., 2022, Effect of nano zinc oxide, nano zinc chelate and zinc sulfate on vineyard soil Zn-availability and grapevines (*Vitis vinifera* L.) yield and quality, *Journal of plant nutrition*, 45 (13), 1961-1976.
- Mancino, C. F., 2003, Is reducing soil pH possible?, *Turfgrass Trends*, 59 (8), 40-48.
- Marasalı, B., 2003, Sulanan ve sulanmayan bağ koşullarında yetiştirilen üzüm çeşitlerinde stoma sayısının karşılaştırılması, *Journal of Agricultural Sciences*, 9 (03).
- Marschner, H., 2012, III. Mineral Metabolism: Role of mineral elements, *Progress in Botany/Fortschritte der Botanik: Morphology· Physiology· Genetics· Taxonomy· Geobotany/Morphologie· Physiologie· Genetik· Systematik· Geobotanik*, 37, 98.
- Martínez, L. E., Vallone, R. C., Piccoli, P. N. ve Ratto, S. E., 2018, Assessment of soil properties, plant yield and composition, after different type and applications

- mode of organic amendment in a vineyard of Mendoza, Argentina, *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 50 (1), 17-32.
- Mengel, K., 1994, Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils, *Plant and Soil*, 165, 275-283.
- Mittler, R., 2002, Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance, *Trends in Plant Science*, 7 (9), 405-410.
- Molassiotis, A., Tanou, G., Diamantidis, G., Patakas, A. ve Therios, I., 2006, Effects of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance, *Journal of plant physiology*, 163 (2), 176-185.
- Mondini, C., Fornasier, F., Sinicco, T., Sivilotti, P., Gaiotti, F. ve Mosetti, D., 2018, Organic amendment effectively recovers soil functionality in degraded vineyards, *European journal of agronomy*, 101, 210-221.
- Montoro, A., López-Urrea, R. ve Fereres, E., 2014, Role of stomata density in the water use of grapevines, *XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014): IV 1115*, 41-48.
- Mostafa, M., Hegazi, A., El-Mogy, M. ve Belal, B., 2008, Effect of some organic fertilizers from different sources on yield and quality of 'Thompson Seedless' grapevines (*Vitis vinifera*, L.), *Journal of Plant Production*, 33 (10), 7421-7439.
- Nakano, Y. ve Asada, K., 1981, Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts, *Plant and cell physiology*, 22 (5), 867-880.
- Navarro, S., León, M., Roca-Pérez, L., Boluda, R., García-Ferriz, L., Pérez-Bermúdez, P. ve Gavidia, I., 2008, Characterisation of Bobal and Crujidera grape cultivars, in comparison with Tempranillo and Cabernet Sauvignon: Evolution of leaf macronutrients and berry composition during grape ripening, *Food Chemistry*, 108 (1), 182-190.
- Nazif, W., Perveen, S. ve Saleem, I., 2006, Status of micronutrients in soils of district Bhimber (Azad Jammu and Kashmir), *Journal of Agricultural and Biological Science*, 1 (2), 35-40.
- Nicotra, A. B., Leigh, A., Boyce, C. K., Jones, C. S., Niklas, K. J., Royer, D. L. ve Tsukaya, H., 2011, The evolution and functional significance of leaf shape in the angiosperms, *Functional Plant Biology*, 38 (7), 535-552.
- Nikolic, M. ve Kastori, R., 2000, Effect of bicarbonate and Fe supply on Fe nutrition of grapevine, *Journal of plant nutrition*, 23 (11-12), 1619-1627.
- Nikolic, M., Romheld, V. ve Merkt, N., 2000, Effect of bicarbonate on uptake and translocation of ⁵⁹Fe in two grapevine rootstocks differing in their resistance to Fe deficiency chlorosis, *Vitis*, 39 (4), 145-150.
- Nikolic, M. ve Römheld, V., 2002, Does high bicarbonate supply to roots change availability of iron in the leaf apoplast?, *Plant and Soil*, 241, 67-74.
- Odabaşoğlu, M. I. ve Gürsöz, S., 2019, Leaf and stomatal characteristics of grape varieties (*Vitis vinifera* L.) cultivated under semi arid climate conditions, *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (11 A), 8501-8510.
- Organik Gübre Yönetmeliği, 2014, Tarım ve Orman Bakanlığı Organik Gübre Yönetmeliği: Tarımda kullanılan organik gübreler organomineral gübreler ve toprak düzenleyiciler ile mikrobiyal, enzim içerikli ve organik kaynaklı diğer ürünlerin üretimi, ithalatı, ihracatı ve piyasaya arzına dair yönetmelik, T.C. Resmi Gazete, Sayı: 28956, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/03/20140329-5.htm>: [23.04.2023].

- Osredkar, J. ve Sustar, N., 2011, Copper and zinc, biological role and significance of copper/zinc imbalance, *Journal of Clinic Toxicol*, 3 (2161), 0495.
- Örs, S., 2004, Perlit ve toprak karışımlarının bazı fiziksel özellikleri ve bu karışımların çilekte vejetatif gelişme üzerine olan etkileri Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı*, Erzurum, 55.
- Özdemir, G., 2005, Farklı kireç içerikli topraklarda yetiştirilen asma genotiplerinde değişik uygulamaların Fe alımı üzerine etkilerinin morfolojik ve fizyolojik yönden incelenmesi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, 204.
- Özdemir, G., Tangolar, S., Gursoz, S., Cakir, A., Tangolar, S. ve Ozturkmen, A., 2008, Effect of different organic manure applications on grapevine nutrient values, *Asian Journal of Chemistry*, 20 (3), 1841.
- Özenç, N. ve Çaycı, G., 2005, The effects of hazelnut husk and other organic materials on hazelnut yield, some soil properties and quality, *Acta Horticulture*, 297-307.
- Özenç, N., Özenç, D. B. ve Çaycı, G., 2006, Effects of hazelnut husk compost, peat, farmyard, and chicken manure on soil organic matter and N nutrition and hazelnut yield, *18 th International Soil Meeting on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology*, 26.
- Özgümüş, A., 1987, Bitkilerde demir klorozu, *Uludağ Üniversitesi Zir. Fak. Derg*, 6, 117-128.
- Özturan, M., 2018, Yapraftan uygulanan bazı maddelerin asmalarda palinolojik, fizyolojik ve gelişme özellikleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı*, 47.
- Pandey, S., Fartyal, D., Agarwal, A., Shukla, T., James, D., Kaul, T., Negi, Y. K., Arora, S. ve Reddy, M. K., 2017, Abiotic stress tolerance in plants: myriad roles of ascorbate peroxidase, *Frontiers in plant science*, 8, 581.
- Paradelo, R., Moldes, A. B. ve Barral, M. T., 2011, Carbon and nitrogen mineralization in a vineyard soil amended with grape marc vermicompost, *Waste Management & Research*, 29 (11), 1177-1184.
- Paranychianakis, N., Nikolantonakis, M., Spanakis, Y. ve Angelakis, A., 2006, The effect of recycled water on the nutrient status of Soultanina grapevines grafted on different rootstocks, *Agricultural Water Management*, 81 (1-2), 185-198.
- Popescu, G. C. ve Popescu, M., 2018, Yield, berry quality and physiological response of grapevine to foliar humic acid application, *Bragantia*, 77 (2), 273-282.
- Prasad, R., Bhattacharyya, A. ve Nguyen, Q. D., 2017, Nanotechnology in sustainable agriculture: recent developments, challenges, and perspectives, *Frontiers in microbiology*, 8, 1014.
- Ranieri, A., Castagna, A., Baldan, B. ve Soldatini, G. F., 2001, Iron deficiency differently affects peroxidase isoforms in sunflower, *Journal of Experimental Botany*, 52 (354), 25-35.
- Rausch, T. ve Wachter, A., 2005, Sulfur metabolism: a versatile platform for launching defence operations, *Trends in Plant Science*, 10 (10), 503-509.
- Robinson, J. B., 1992, Grapevine Nutrition, in *Viticulture Vol 2 Practices*, (Edge Coombe BG & Dry PR, reprinted 2001), *Winetitles, Adelaide*, 178-208.
- Rogiers, S. Y., Hardie, W. J. ve Smith, J. P., 2011, Stomatal density of grapevine leaves (*Vitis vinifera* L.) responds to soil temperature and atmospheric carbon dioxide, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17 (2), 147-152.

- Romaniuk, R., Giuffré, L. ve Romero, R., 2011, A soil quality index to evaluate the vermicompost amendments effects on soil properities, *Journal of Environmental Protection*, 2 (05), 502.
- Roosta, H. R., Pourebrahimi, M. ve Hamidpour, M., 2015, Effects of bicarbonate and different Fe sources on vegetative growth and physiological characteristics of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants in hydroponic system, *Journal of plant nutrition*, 38 (3), 397-416.
- Rostami, R., Nabaey, A. ve Eslami, A., 2009, Survey of optimal temperature and moisture for worms growth and operating vermicompost production of food wastes, *Iranian Journal of Health and Environment*, 1 (2), 105-112.
- Römheld, V., 2008, The chlorosis paradox: Fe inactivation as a secondary event in chlorotic leaves of grapevine, *Journal of plant nutrition*, 23 (11-12), 1629-1643.
- Sabır, A., Ekbiç, H., Erdem, H. ve Tangolar, S., 2010, Response of four grapevine (*Vitis spp.*) genotypes to direct or bicarbonate-induced iron deficiency, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (3), 823-829.
- Sabır, A., Yazıcı, M. A., Kara, Z. ve Sahin, F., 2012, Growth and mineral acquisition response of grapevine rootstocks (*Vitis spp.*) to inoculation with different strains of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (10), 2148-2153.
- Sabır, A. ve Yazar, K., 2015, Diurnal dynamics of stomatal conductance and leaf temperature of grapevines (*Vitis vinifera* L.) in response to daily climatic variables, *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14, 3-15.
- Sabır, A., Karaca, U., Yazar, K., Sabir, F. K., Yazıcı, M. A., Dogan, O. ve Kara, Z., 2017, Vine growth and yield response of Alphonse Lavallée (*V. vinifera* L.) grapevines to plant growth promoting rhizobacteria under alkaline condition in soilless culture, *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 16 (4), 25-32-25-32.
- Sabır, A., Küçükbasımacı, A., Taytak, M., Bilgin, O. F., Jawshle, A. İ. M., Mohammed, M. ve Gayretli, Y., 2018, Sustainable viticulture practices on the face of climate change, *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 17 (556033).
- Sabır, A., Gayretli, Y. ve Abdulhadi, S., 2020, Physiological and vegetative development responses of grapevine rootstock saplings to grape pomace, spent mushroom compost and farmyard manure applications, *IV. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress*, 86-92.
- Sabır, A., Sağdıç, K. ve Sabır, F. K., 2021, Vermicompost, humic acid and urea pulverizations as sustainable practices on the face of climatic extremities to increase grape yield and quality, *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 14 (2), 114-123.
- Sachdeva, S., Kumar, R., Sahoo, P. K. ve Nadda, A. K., 2023, Recent advances in biochar amendments for immobilization of heavy metals in an agricultural ecosystem: A systematic review, *Environmental Pollution*, 120937.
- Sağlam, M., Bahtiyar, M., Cangir, C. ve Tok, H., 1993, Toprak bilimi, *Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları*, Tekirdağ, 127, 162.
- Sağlık, N. C., 2020, Konya Ovası'nda toprakların farklı derinliklerinde bulunan azot formları ve besin elementleri ile ekmeclik buğday bitkisinin verim ve kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı*, 63.

- Sairam, R. K., Rao, K. V. ve Srivastava, G., 2002, Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration, *Plant science*, 163 (5), 1037-1046.
- Sakin, E., Bellitürk, K. ve Çelik, A., 2021, Yarı kurak bölge koşullarında zeytin bitkisinin yetiştiği toprakta karbondioksit emisyonunun ölçülmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 482-493.
- Sala, F. ve Blidariu, C., 2012, Macro-and micronutrient content in grapevine cordons under the influence of organic and mineral fertilization, *Bulletin of University of Agricultural Sciences*, 69 (1), 317-324.
- Salehi Hosseini, P., 2015, Akdeniz Bölgesi koşullarında uzun süreli organik-inorganik gübreleme uygulamalarının toprak mikrobiyal biyokütlesi üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü*, 40.
- Sancan, M. ve Karaca, S., 2017, Van-Erciş ilçesi Bayramlı köyü bağ alanlarının bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (2), 55-62.
- Sánchez-Rodríguez, A., Del Campillo, M., Torrent, J. ve Jones, D., 2014, Organic acids alleviate iron chlorosis in chickpea grown on two P-fertilized soils, *Journal of soil science and plant nutrition*, 14 (2), 292-303.
- Saneoka, H., Moghaieb, R. E., Premachandra, G. S. ve 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 (2), 131-138.
- Savvas, D. ve Gruda, N., 2018, Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry-A review, *European Journal Horticultural Science*, 83 (5), 280-293.
- Scheiner, J. J., Labay, A. ve Kamas, J., 2020, Rootstocks improve 'Blanc du Bois' vine performance and fruit quality on alkaline soil, *Catalyst: Discovery into Practice*, 4 (2), 63-73.
- Shahsavandi, F., Eshghi, S., Gharaghani, A., Ghasemi-Fasaei, R. ve Jafarinia, M., 2020, Effects of bicarbonate induced iron chlorosis on photosynthesis apparatus in grapevine, *Scientia Horticulturae*, 270, 109427.
- Shahsavandi, F. ve Eshghi, S., 2021, Effects of bicarbonate and Fe sources on vegetative growth and physiological traits of four grapevine cultivars, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52 (20), 2401-2413.
- Shahsavandi, F. ve Eshghi, S., 2023, Changes in growth, mineral nutrients, and phenolic compounds in two table grape cultivars and their graft combinations under bicarbonate and Fe deficiency conditions, *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 10 (4), 475-490.
- Sharma, S., Rana, V. S., Rana, N., Sharma, U., Gudeta, K., Alharbi, K., Ameen, F. ve Bhat, S. A., 2022, Effect of organic manures on growth, yield, leaf nutrient uptake and soil properties of kiwifruit (*Actinidia Deliciosa* Chev.) cv. Allison, *Plants*, 11 (23), 3354.
- Shin, R. ve Schachtman, D. P., 2004, Hydrogen peroxide mediates plant root cell response to nutrient deprivation, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101 (23), 8827-8832.
- Singh, S., Zargar, M., Najar, G., Peer, F. ve Ishaq, M., 2011, Integrated use of organic and inorganic fertilizers with bio-inoculants on yield, soil fertility and quality of apple (*Malus domestica*), *Journal of the Indian society of Soil Science*, 59 (4), 362-367.

- Sitaula, B. K., Bakken, L. R. ve Abrahamsen, G., 1995, N-fertilization and soil acidification effects on N₂O and CO₂ emission from temperate pine forest soil, *Soil Biology and Biochemistry*, 27 (11), 1401-1408.
- Soar, C. J., Collins, M. J. ve Sadras, V. O., 2009, Irrigated Shiraz vines (*Vitis vinifera*) upregulate gas exchange and maintain berry growth in response to short spells of high maximum temperature in the field, *Functional Plant Biology*, 36 (9), 801-814.
- Sokol, N. W., Slessarev, E., Marschmann, G. L., Nicolas, A., Blazewicz, S. J., Brodie, E. L., Firestone, M. K., Foley, M. M., Hestrin, R. ve Hungate, B. A., 2022, Life and death in the soil microbiome: how ecological processes influence biogeochemistry, *Nature Reviews Microbiology*, 20 (7), 415-430.
- Soylu, S., Sade, B., Topal, A., Akgün, N., Gezgin, S., Hakkı, E. E. ve Babaoğlu, M., 2005, Responses of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in a low boron calcareous soil, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29 (4), 275-286.
- Sümbül, A., 2022, Determination of stoma characteristics and spad values of some local and commercial grape varieties cultivated in kayseri ecological conditions, *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 15 (2), 556-565.
- Sünbül, H., 2018, Metal mikroelementlerin alınabilirliği üzerine aktif kirecin etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı*, Kahramanmaraş 34.
- Şahin, G., 2013, Organik zeytin yetiştiriciliğinde farklı gübre dozlarının toprak özellikleri, yaprak besin elementi içeriği ve yağ kalitesi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı*, 145.
- Şahin, O., Gunes, A., Taskin, M. B. ve Inal, A., 2017, Investigation of responses of some apple (*Mallus x domestica* Borkh.) cultivars grafted on MM106 and M9 rootstocks to lime-induced chlorosis and oxidative stress, *Scientia Horticulturae*, 219, 79-89.
- Şahin, S. T., Özge, Turan, M. A. ve Akça, H., 2020, Tarımsal üretimde çevre ve atık yönetimi, *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1*, 141.
- Şeker, C. ve Karakaplan, S., 1999, Konya Ovası'nda toprak özellikleri ile kırımla değerleri arasındaki ilişkiler, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29, 183-190.
- Taban, S. ve Turan, M., 2012, Tarımda gübre çevre ilişkileri, *Tarım Türk*, 34, 10-14.
- Tahanian, H. R., Ebadi, A. ve Salami, A. R., 2019, Effect of rootstocks on physiological and biochemical responses of *Vitis vinifera* 'Shahroudi' to salinity and bicarbonate stress conditions, *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 20 (1), 1-10.
- Takkar, P. ve Kaur, N., 1984, HCl [hydrogen chloride] method for Fe²⁺ [iron ion] estimation to resolve iron chlorosis in plants [Mathematical models], *Journal of Plant Nutrition (USA)*, 7 (1/5), 81-90.
- Tangolar, S., Tangolar, S., Torun, A. A., Melike, A. ve Aydın, O., 2019, Bağ toprağına uygulanan organik materyallerin verim, kalite ve besin elementleri alımına etkisi, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 135-140.
- Tangolar, S., Tangolar, S., Torun, A., Ada, M. ve Gocmez, S., 2020, Influence of supplementation of vineyard soil with organic substances on nutritional status, yield and quality of 'Black Magic' grape (*Vitis vinifera* L.) and soil microbiological and biochemical characteristics, *OENO ONE*, 54 (4).

- Tangolar, S., Kaya, K. F., Meşe, N., Ada, M. ve Torun Alkan, A., 2021, Asma anaçlarının in vitro'da büyüme performansları ile besin elementi alım düzeylerinin belirlenmesi, *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36 (2), 325-334.
- Tangolar, S. G., Ünlü, G., Tangolar, S., Daşgan, Y. ve Yılmaz, N., 2008, Use of in vitro method to evaluate some grapevine varieties for tolerance and susceptibility to sodium bicarbonate-induced chlorosis, *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 44, 233-237.
- Tavalı, İ., 2011, Farklı dozlarda uygulanan vermikompostun toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı*, 140.
- Tavalı, İ., Uz, İ. ve Orman, Ş., 2014, The effect of vermicompost and chicken manure on yield and quality of summer squash (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakiz) and some soil chemical properties, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 119-124.
- Teker, T., Simin, U. ve Dolgun, O., 2014, Effects of scion-rootstock combinations on ratio and quality of the potted vine grafts, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (Özel Sayı-2), 1898-1904.
- Terry, N. ve Low, G., 1982, Leaf chlorophyll content and its relation to the intracellular localization of iron, *Journal of plant nutrition*, 5 (4-7), 301-310.
- Toprak, S., 2019, Elmanın beslenmesi üzerine demir zengin organomineral gübrelerin etkisi, *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1 (3), 9-20.
- Trentin, E., Facco, D. B., Hammerschmitt, R. K., Ferreira, P. A. A., Morsch, L., Belles, S. W., Ricachenevsky, F. K., Nicoloso, F. T., Ceretta, C. A. ve Tiecher, T. L., 2019, Potential of vermicompost and limestone in reducing copper toxicity in young grapevines grown in Cu-contaminated vineyard soil, *Chemosphere*, 226, 421-430.
- Turfan, N., 2016, Yerel ceviz çeşidinde (*Juglans regia* L.) abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık mekanizmasının belirlenmesi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31 (3), 321-331.
- Tüfenkçi, Ş., Sönmez, F. ve Gazioğlu Şensoy, R. İ., 2009, Van ili bağlarının beslenme durumlarının belirlenmesi, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (4), 13-22.
- Türkhan, A., Kaya, E. D., Serdar, S., Tohumcu, F. ve Özden, E., 2021, Farklı tuzluluk sınıfındaki topraklarda yetiştirilen domates tohumlarında bazı antioksidan enzim aktivitelerinin belirlenmesi, *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11 (özel sayı), 3406-3415.
- Upadhyay, A. K., Verma, Y., Sharma, J., Mulik, R., Rajput, V. D. ve Minkina, T., 2022, Assessing the effect of application of organic manures and grapevine pruned biomass on 'Thompson Seedless', *Eurasian Journal of Soil Science*, 11 (4), 353-362.
- USDA, N., 2004, Soil survey laboratory methods manual, *Soil survey investigations report*, 42.
- Uyak, C., Keskin, N., Doğan, A., Şensoy Gazioğlu, R. ve Başdinç, A., 2016, Van ekolojisinde yetişen bazı üzüm çeşitlerinin stoma yoğunlukları ve klorofil miktarlarının belirlenmesi, *Bahçe*, 46, 738-742.
- Uz, I. ve Tavalı, I. E., 2014, Short-term effect of vermicompost application on biological properties of an alkaline soil with high lime content from Mediterranean region of Turkey, *The Scientific World Journal*, 2014.
- Uzun, İ., 2011, Asma Anaçları, *İstanbul*, Hasad Yayıncılık, p. 29-32.

- Uzun, T., 2019, 1103 Paulsen anacı üzerine aşılanan bazı sofralık üzüm çeşitlerinin açık köklü fidan randımanlarının belirlenmesi, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23 (3), 287-294.
- Vrsic, S., Pulko, B. ve Kocsis, L., 2015, Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks, *Scientia Horticulturae*, 181, 168-173.
- Wang, C., He, J., Zhao, T.-H., Cao, Y., Wang, G., Sun, B., Yan, X., Guo, W. ve Li, M.-H., 2019a, The smaller the leaf is, the faster the leaf water loses in a temperate forest, *Frontiers in plant science*, 10, 58.
- Wang, N., Yao, C., Li, M., Li, C., Liu, Z. ve Ma, F., 2019b, Anatomical and physiological responses of two kiwifruit cultivars to bicarbonate, *Scientia Horticulturae*, 243, 528-536.
- Wang, N., Fan, X., Lin, Y., Li, Z., Wang, Y., Zhou, Y., Meng, W., Peng, Z., Zhang, C. ve Ma, J., 2022, Alkaline stress induces different physiological, hormonal and gene expression responses in diploid and autotetraploid rice, *International Journal of Molecular Sciences*, 23 (10), 5561.
- Whitham, F., Blaydes, D. ve Devlin, R., 1971, Experiments in plant physiology, New York: D. Van Nostrand Company: 55-58.
- Winkel, T. ve Rambal, S., 1990, Stomatal conductance of some grapevines growing in the field under a Mediterranean environment, *Agricultural and forest Meteorology*, 51 (2), 107-121.
- Yaman, E., 2019, Farklı yetiştirme ortamlarının 5 BB amerikan asma anacının fidan kalitesi ve randımanı üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, 46.
- Yavaş, İ. ve Ünay, A., 2018, The effects of global climate change on photosynthesis, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 95-99.
- Yazıcı, K., Sahin, A., Özkan, C., Sayin, B., Demirtas, E., Öztıp, A., Gölükçü, S. ve Isik, E., 2016, The effect of conventional and organic fertilization on yield and fruit quality of pomegranate (*Punica granatum* L.'Hicaznar'), *III International Symposium on Horticulture in Europe-SHE2016* 1242, 247-254.
- Yerli, C., Şahin, Ü., Çakmakçı, T. ve Tüfenkci, Ş., 2019, Effects of agricultural applications on CO₂ emission and ways to reduce, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7 (9), 1446-1456.
- Yıldırım, E. ve Dardeniz, A., 2017, Farklı anaçların 'Red Globe' üzüm çeşidinde tüplü (kaplı) fidanların stoma özellikleri üzerine etkileri, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1), 125-130.
- Yıldız, M., Gürkan, M. O., Turgut, C., Kaya, Ü. ve Ünal, G., 2005, Tarımsal savaşımında kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları. VI. Teknik Tarım Kongresi, Ankara.
- Yılmaz, F. I. ve Kurt, S., 2018, Biyokömür ve vermikompost uygulamalarının toprağın bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6 (2), 143-150.
- Yruela, I., 2009, Copper in plants: acquisition, transport and interactions, *Functional Plant Biology*, 36 (5), 409-430.
- Yu, D. J. ve Lee, H. J., 2004, CO₂ assimilation and photosystem II activities in 'Campbell Early' and 'Kyoho' grapevine cultivars at various photosynthetic photon flux densities, *Horticulture Environment and Biotechnology*, 45 (2), 83-87.
- Yüksek, T., Atamov, V. ve Türüt, K., 2019, Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen Kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan

- gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi, *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4 (2), 263-271.
- Zareei, E., Zaare-Nahandi, F., Hajilou, J. ve Oustan, S., 2021, Eliciting effects of magnetized solution on physiological and biochemical characteristics and elemental uptake in hydroponically grown grape (*Vitis vinifera* L. cv. Thompson Seedless), *Plant Physiology and Biochemistry*, 167, 586-595.
- Zengin, M., Gökmen, F. ve Gezgin, S., 2007, Karaman yöresi elma bahçelerinin mikro besin elementleri bakımından beslenme durumları, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 21 (42), 96-109.
- Zhang, Y. ve Goss, G. G., 2022, Nanotechnology in agriculture: Comparison of the toxicity between conventional and nano-based agrochemicals on non-target aquatic species, *Journal of Hazardous Materials*, 129559.
- Zweifel, R., Steppe, K. ve Sterck, F. J., 2007, Stomatal regulation by microclimate and tree water relations: interpreting ecophysiological field data with a hydraulic plant model, *Journal of Experimental Botany*, 58 (8), 2113-2131.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :	Yasin GAYRETLİ
Uyruğu :	Türkiye Cumhuriyeti

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise :	Meram 75. Yıl Lisesi Meram/Konya	2006
Üniversite :	Selçuk Üniversitesi	2014
Yüksek Lisans:	Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2017

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2011	Tera Grup A.Ş.	Ziraat Teknikeri
2014-2017	Türk Mühendislik Müşavirlik ve Müteahhitlik A.Ş. (TÜMAŞ)	Ziraat Mühendisi
2023-	Tarım Sigortaları Havuzu İşletmesi A.Ş. (TARSİM)	Ziraat Yüksek Mühendisi / Bitkisel Ürün Eksperi

UZMANLIK ALANI

Bağ Yetiştirme ve Islahı

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

Bitki Koruma Ürünleri Bayilik ve Toptancı İzin Belgesi

Tarım ve Orman Bakanlığı Bitki Koruma Ürünleri Reçete Yazma Belgesi

Tarım Sigortaları Havuzu Eksperlik Belgesi

Uluslararası Platformlarda Geçerli C1 Seviyesinde İngilizce Sertifikası

YAYINLAR

1. **Gayretli, Y.**, Abdulhadi, S.A.A., Türkoğlu, İ. ve Sabır, A. (2023). Farklı Dozlarda Çiftlik Gübresi Uygulamalarının Asma Genotiplerinde Fizyolojik ve Vejetatif Özelliklere Etkileri. *Bahçe*, 52 (Özel Sayı 1): 202-213.
2. **Gayretli, Y.**, Ünal, S., Abdulhadi, S.A.A., Demirköser, Ö.K., Türkoğlu, İ., Sabır, F. ve Sabır, A. (2023). ‘Michele Palieri’ Üzüm Çeşidinde Gübre Uygulamaları ile Hasat Sonrası Farklı Paketleme Şekillerinin Soğukta Muhafaza Süresince Kalite Özelliklerine Etkileri. *Bahçe Dergisi*. *Bahçe*, 52(Özel Sayı 1): 214-220.
3. **Gayretli, Y.** ve Sabır, A. (2022). Bazı Organik Gübrelerin Topraksız Kültür Ortamında Kalsiyum Stresinde Yetiştirilen Aşılı ve Aşısız ‘Michele Palieri’ Asmalarının Stoma Özelliklerine Etkileri. *Alatarım*. 21(2): 79-88.
4. Abdullahi, A., **Gayretli, Y.** ve Sabır, A. (2022). İklim Değişikliğinin Afganistan'ın Üzüm Bağları Üzerindeki Etkileri ve Değişen İklim Uyum Stratejileri. *ICLIC-International Congress of Climate Change Effects on Health, Life, Engineering and Social Sciences*, 27-30 Eylül 2022, Konya. 115-121.
5. Sabır, A., **Gayretli, Y.**, Abdulhadi, S. A. A. ve Karaca, U. C. (2021). Differential Responses of Grapevine Rootstocks (*Vitis* spp.) to Saline Irrigation Water Applications. *Erwerbs-Obstbau*, 63(1): 9-14.
6. Sabır, A., **Gayretli, Y.** ve Abdulhadi, S.A.A. (2020). Physiological and Vegetative Development Responses of Grapevine Rootstock Saplings to Grape Pomace, Spent Mushroom Compost and Farmyard Manure Applications. IV. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, 30-31 Ekim 2020, Online. 86-92.
7. **Gayretli, Y.**, Abdulhadi, S.A.A. ve Sabır, A. (2020). Bicarbonate Induced Calcium Stress Impairs the Physiology of Grafted and Nongrafted ‘Prima’ Grapevines in Nursery. IV. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, 30-31 Ekim 2020, Online. 93-99.
8. Sabır, A., Sabır, F., Kara, Z., **Gayretli, Y.**, Mohammed, O. J. M., Jawshle, A. I. M. ve Kus, A. D. (2019). Berry Set and Quality Response of Soilless Grown ‘Prima’ Grapes to Foliar and Inflorescence Pulverization of Various Substances Under Glasshouse Condition. *Erwerbs-Obstbau*, 61(1): 47-51.
9. **Gayretli, Y.**, Ibrahim, A., Jawshle, M., Kus, A. D., Burak, M., Zengin, H. ve Sabır, A. (2019). Changes in Certain Agronomic Characteristics of Table Grape Cultivar ‘Alphonse Lavallée’ in Response to Water Deficit Under The Different Rootstock Effect. *International Journal of Sustainable Agricultural Research*, 6(2): 110-116.
10. Sabır, A., **Gayretli, Y.**, Küçükbaşmacı, A. ve Özturan, M. (2019). Investigations on the Convenience of Different Cane Diameters for Propagation of Grafted Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Sapling. *Selcuk I. Applied Sciences Congress*, 27 Aralık 2019, Konya. 200-208.
11. Sabır, A., Küçükbaşmacı, H. ve **Gayretli, Y.** (2019). Improvement of Seedling Emergence and Development in Grapevines Generated from Different Genotypic Background. *Selcuk I. Applied Sciences Congress*, 27 Aralık 2019, Konya. 209-213.
12. Sabır, A. ve **Gayretli, Y.** (2019). Physiology and Vegetative Development of Hybrid Grapevine Progenies Generated from the Crossing between ‘Alphonse Lavallée’ and Three Different cultivars. III. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, 17-20 Ekim 2019, Antalya. 1-7.
13. **Gayretli, Y.** ve Sabır, A. (2019). Rootstock Effects on Graft Success and Subsequent Scion Growth of Grapevines under Vineyard Condition. III. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, 17-20 Ekim 2019, Antalya. 8-19.

14. Sabir, A., Kucukbasmaci, A., Taytak, M., Bilgin, O., Jawshle, A., Mohammed, O. J. M. ve **Gayretli, Y.** (2018). Sustainable Viticulture Practices on the Face of Climate Change. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 17(4): 556033.
15. **Gayretli, Y.** ve Akın, A. (2016). The Effects of Cluster Tip Reduction and Boric Acid Applications on Yield and Yield Components of Alphonse Lavallee Grape Cultivar. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2): 15–20.

