

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**FARKLI TUZ SEVİYELERİNDEKİ TOPRAKLARDA YETİŞTİRİLEN
DOMATESİN GELİŞİMİ ve BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE
TOPRAK İYİLEŞTİRİLMESİ ÜZERİNE ARKADAŞ BİTKİLERİN
ETKİLERİ**

SEMA KARAKAŞ DİKİLİTAŞ

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME

**ŞANLIURFA
2013**

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU danışmanlığında, Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ'ın hazırladığı “Farklı Tuz Seviyelerindeki Topraklarda Yetiştirilen Domatesin Gelişimi ve Bazı Fizyolojik Özellikleri İle Toprak İyileştirilmesi Üzerine Arkadaş Bitkilerin Etkileri” konulu bu çalışma 29/11/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Üye: Prof. Dr. Salih AYDEMİR

Üye: Prof. Dr. Tahir POLAT

Üye: Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ

Üye: Prof. Dr. Cengiz KAYA

Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Prof. Dr. Sinan UYANIK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 1029

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Toprak Tuzluluğu ve Nedenleri	4
2.2. Sulama Suyu Kalitesi	6
2.3. Dünyada ve Ülkemizde Toprak Tuzluluğu	7
2.4. Tuzluluğun Bitkilerde Oluşturduğu Stres ve Zararları	8
2.5. Tuz Stresine Karşı Bitkilerin Adaptasyon Mekanizmaları	11
2.6. Bitkilerin Tuza Dayanım Sınıfları	13
2.6.1. Kültür bitkilerinin tuza dayanım durumları	15
2.6.2. Halofit bitkilerinin tuza dayanım durumları	19
2.7. Tuz Stresi Altında Bitkilerde K/Na ve Ca/Na Oranları	20
2.8. Bitkilerde Tuzluluğa Uyumun Fizyolojik ve Biyokimyasal Belirtileri	21
2.8.1. Tuz stresi ve fotosentez	21
2.8.2. Tuz stresi ve klorofil	22
2.8.3. Tuzun bitkilerde prolin birikimine etkisi	22
2.8.4. Tuzun bitkilerde malondialdehid (MDA) birikimine etkisi	24
2.8.5. Plazma membran geçirgenliği ve proteinlere tuz stresinin etkileri	24
2.8.6. Tuz stresi ve bitkilerde enzim mekanizmaları	25
2.9. Tuzlu Toprakların Islahı	27
2.9.1. Bitkilerle toprakların iyileştirilmesi (Phytoremediation)	28
2.9.2. Toprakların iyileştirilmesinde halofit bitkilerin kullanılma olanakları	29
2.9.3. <i>Salsola soda</i> ve <i>Portulaca oleracea</i> bitkileri ve tuz ilişkisi	31
2.9.4. Halofitlerin tuz stresi altında kültür bitkilerine arkadaş bitki olarak kullanımı	33
3. MATERYAL ve YÖNTEM	35
3.1. Materyal	35
3.1.1. Çalışmada yetiştirilecek olan kültür ve halofit bitkileri	35
3.1.2. Farklı tuz içeriğine sahip toprakların araziden alınması	35
3.1.3. Denemede kullanılan toprakların özellikleri	36
3.1.4. Araştırmada kullanılan toprakların saksı nem kapasiteleri	38
3.1.5. Toprakların gübrenmesi ve sulanması	38
3.1.6. Çalışma alanının iklimi	39
3.2. Yöntem	39
3.2.1. Tuz stresi altında arkadaş (halofit) ve domates bitki tohumlarının çimlenme	40
döneminde tuza toleranslarının belirlenmesi	40
3.2.2. Sera koşullarında bitkilerin yetiştirilmesi	42
3.2.3. Bitkisel analizler	45
3.2.3.1. Bitkilerin büyüme ve fizyolojik parametrelerinin değerlendirilmesi	45
3.2.3.2. Biyokimyasal bitki analizleri	47
3.2.3.3. Meyve kalite analizleri	51
3.2.3.4. Bitkilerin mineral madde içeriklerinin belirlenmesi	52
3.2.4. Deneme sonrası toprak analizleri	53
3.2.5. İstatistik analizleri	53
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	54
4.1. Tuz Stresi Altında Farklı Domates ve Arkadaş Bitki Tohumlarının Durumları	54
4.1.1. Domates çeşitlerinin tuz stresi altında tohum çimlenme ve gelişim durumları	54
4.1.2. Arkadaş bitki tohumlarının tuz stresi altında çimlenme durumları	58

4.2. Sera Denemesinde Kullanılan Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	62
4.3. Farklı Tuz İçeren Topraklarda ve Farklı Bitki Kombinasyonlarında Yetiştirilen Domates ve Arkadaş Bitkilerinin Büyüme Parametrelerine Ait Değerler	72
4.3.1. Domates bitki boyu.....	72
4.3.2. Domates bitkisi yaş-kuru ağırlık ve nisbi büyüme oranları.....	78
4.3.3. Domates bitkisi semptom indeksi	86
4.3.4. Domates bitkisi salkım, çiçek ve sayısı.....	87
4.3.5. Domates bitkisi meyve yaş ağırlıkları.....	94
4.3.6. Domates bitkisi gövde çap	99
4.3.7. Bitkilerin membran stabilite indeksi.....	101
4.3.7.1. Domates bitkisi membran stabilite indeksi	101
4.3.7.2. Arkadaş bitkilerinin membran stabilite indeksleri.....	105
4.3.8. Arkadaş bitkilerinin bitki boyu değerleri.....	107
4.3.9. Arkadaş bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri.....	109
4.4. Bitkilerin Biyokimyasal Parametrelerine Ait Değerlerin Analiz Sonuçları	112
4.4.1. Bitkilerin klorofil içerikleri	112
4.4.1.1. Domates bitkisi klorofil değerleri.....	112
4.4.1.2. Arkadaş bitkilerin klorofil değerleri	119
4.4.2. Bitkilerin prolin içeriklerinin belirlenmesi	122
4.4.2.1. Domates bitkisi prolin içerikleri.....	122
4.4.2.2. Arkadaş bitkilerin prolin içerikleri	126
4.4.3. Bitkilerin Antioksidant Enzim İçeriklerinin Belirlenmesi	128
4.4.3.1. Domates bitkisi katalaz (CAT) aktivitesi.....	128
4.4.3.2. Arkadaş bitkilerinin katalaz (CAT) aktivitesi	131
4.4.3.3. Domates bitkisi peroxidaz (POX) aktivitesi.....	133
4.4.3.4. Arkadaş bitki peroxidaz (POX) aktivitesi	136
4.4.3.5. Domates bitkisi protein değeri	138
4.4.3.6. Arkadaş bitki protein değerleri.....	141
4.4.4. Bitkilerin lipid peroksidasyon (MDA) Miktarları.....	143
4.4.4.1. Domates bitkisi MDA miktarı.....	143
4.4.4.2. Arkadaş bitki MDA miktarlar	148
4.5. Meyve Kalite Analiz Sonuçları.....	150
4.5.1. Domates meyve suyu EC değerleri.....	150
4.5.2. Domates meyve suyu pH değerleri.....	153
4.5.3. Domates meyve likopen değerleri	155
4.5.4. Domates meyve vitamin C (Askorbik Asit) içerikleri.....	160
4.6. Domates ve Arkadaş Bitkilerinin Yeşil Aksam ve Kök Aksamı Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi.....	164
4.6.1. Domates bitkisi yeşil aksam sodyum iyonu içerikleri.....	164
4.6.2. Domates bitkisi kök sodyum iyonu içerikleri.....	170
4.6.3. Domates meyvesi sodyum iyonu içerikleri	173
4.6.4. Arkadaş bitkilerinin yeşil aksam sodyum iyonu içerikleri	176
4.6.5. Arkadaş bitkilerinin kök sodyum iyonu içerikleri	179
4.6.6. Domates bitkilerinin yeşil aksam potasyum iyonu içerikleri.....	182
4.6.7. Domates bitkilerinin kök potasyum iyonu içerikleri.....	185
4.6.8. Domates meyve potasyum iyonu içerikleri	188
4.6.9. Arkadaş bitkilerinin yeşil aksam potasyum iyonu içerikleri	191
4.6.10. Arkadaş bitki kökü potasyum iyonu içerikleri.....	194
4.6.11. Domates bitkilerinin yeşil aksam kalsiyum iyonu içerikleri.....	197
4.6.12. Domates bitkilerinin kök kalsiyum iyonu içerikleri.....	200
4.6.13. Domates bitkilerinin meyve kalsiyum iyonu içerikleri	203
4.6.14. Arkadaş bitkilerinin yeşil aksam kalsiyum iyonu içerikleri	206
4.6.15. Arkadaş bitkilerinin kök kalsiyum iyonu içerikleri.....	209
4.6.16. Domates bitkilerinin yeşil aksam magnezyum iyonu içerikleri.....	211
4.6.17. Domates bitkilerinin kök magnezyum iyonu içerikleri.....	214
4.6.18. Domates bitkilerinin meyve magnezyum iyonu içerikleri.....	217
4.6.19. Arkadaş bitkilerinin yeşil aksam magnezyum iyonu içerikleri.....	220
4.6.20. Arkadaş bitkilerinin kök magnezyum iyonu içerikleri.....	222

4.6.21. Domates bitkilerinin yeşil aksam klorür iyonu içerikleri.....	224
4.6.22. Domates bitkilerinin kök klorür iyonu içerikleri.....	229
4.6.23. Domates bitkilerinin meyve klorür iyonu içerikleri.....	232
4.6.24. Arkadaş bitkilerinin yeşil aksam klorür iyonu içerikleri.....	235
4.6.25. Arkadaş bitkilerinin kök klorür iyonu içerikleri.....	237
4.7. Sera Deneme Sonrası Toprakların EC ve pH Durumları.....	239
4.8. Sera Deneme Sonrası Toprakların İyon İçerikleri.....	248
4.8.1. Deneme sonrası toprakların sodyum (Na^+) içerikleri.....	248
4.8.2. Deneme sonrası toprakların potasyum (K^+) içerikleri.....	254
4.8.3. Deneme sonrası toprakların kalsiyum (Ca^{++}) içerikleri.....	259
4.8.4. Deneme sonrası toprakların magnezyum (Mg^{++}) içerikleri.....	264
4.8.5. Deneme sonrası toprakların klorür (Cl^-) içerikleri.....	269
4.8.6. Deneme sonrası toprakların sülfat (SO_4^{--}) içerikleri.....	274
4.8.7. Deneme sonrası toprakların nitrat (NO_3^-) içerikleri.....	277
4.9. Büyüme ve Kalite Parametreleri Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi.....	280
4.9.1. Bitki ve meyve bazında büyüme ve kalite parametrelerine ilişkin sonuçların değerlendirilmesi.....	280
4.9.2. Deneme sonrası toprak parametrelerine ilişkin sonuçlar arasındaki korelasyon.....	288
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	291
5.1. Sonuçlar.....	291
5.2. Öneriler.....	299
KAYNAKLAR.....	301
ÖZGEÇMİŞ.....	312
EKLER.....	315

ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI TUZ SEVİYELERİNDEKİ TOPRAKLARDA YETİŞTİRİLEN DOMATESİN GELİŞİMİ ve BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE TOPRAK İYİLEŞTİRİLMESİ ÜZERİNE ARKADAŞ BİTKİLERİN ETKİLERİ

Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Yıl: 2013 , Sayfa:329

Hızlı nüfus artışına paralel olarak artış gösteren çevre kirliliği sorunları, tarımsal faaliyet alanlarını kısıtladığı gibi tarımsal üretimde beklenen artışı da tehdit eder duruma gelmiştir. Bunun için birim alandan daha fazla verim elde etmek zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Ancak, toprak ve bitki üzerinde yapılacak çalışmalar ile hedeflenen ürün artışında bitki ve toprak limitlerinin zorlandığı düşünülürse yeni ve alternatif bir yöntemin ortaya konması zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada iki ayrı yılda, farklı tuzlu toprak koşullarında (hafif-, orta- ve yüksek tuzlu) tohumdan generatif evreye kadar geçen süre içinde domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. SC2121) bitkisinde ortaya çıkan stres ve verim kaybının, arkadaş bitkiler (*Salsola soda* L. ve *Portulaca oleracea* L.) ile azaltılması hedeflenmiş ve bu süre içinde toprak koşullarında ortaya çıkan iyileştirme de analiz edilmiştir. Çalışma, sera koşullarında saksı ortamında bulunan domates bitkilerinin arkadaş bitkiler ile kombine olarak yetiştirilmesi ile gerçekleştirilmiş olup, kontrol grupları olarak, farklı tuzlu koşullarda ayrı ayrı yetiştirilen domates bitkileri yanında tuzsuz ortamda arkadaş bitkiler ile kombine ve tek başına yetiştirilen domates bitkileri kullanılmıştır. Arkadaş bitkilerinin etkinliği, fizyolojik, biyolojik ve biyokimyasal olarak üç farklı generatif aşamada (50-, 75- ve 100 gün) hem domates hem de arkadaş bitkiler üzerinde incelenmiştir. Arkadaş bitkiler, domates ile birlikte yetiştirildiklerinde domates bitkilerinin boy, bitki yaş ağırlığı, gövde çapı, çiçek sayısı, nispi büyüme oranı, simptom indeksi, membran stabilite indeksi gibi fizyolojik büyüme parametreleri üzerinde olumlu katkıda bulunmuştur. Meyve sayısı ve meyve ağırlığında da arkadaş bitkilerin istatistiksel olarak önemli katkısı olmuştur.

Biyokimyasal analizler (klorofil, prolin, protein, MDA, POX ve CAT) sonucunda tek başına yetiştirilen domates bitkileri artan tuz stresinden oldukça etkilenmiş olup, klorofil ve protein miktarları düşüş gösterirken; prolin, MDA, POX ve CAT değerleri artış göstermiştir. Arkadaş bitkilerin kullanımı ile domates bitkisinde yukarıda bulunan parametrelerin değerlerinde istatistiksel olarak iyileşme tespit edilmiştir. Domates meyvelerinde, EC, pH, likopen ve vitamin C (Askorbik Asit) gibi bazı kalite parametrelerine ilişkin ölçümler de belirlenmiştir. Buna göre; hafif-, orta- ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkisine ait, meyve suyu EC değeri tek başına yetiştirilen domates meyvelerinde kontrol grubuna göre yüksek bulunurken, likopen değerleri ise düşük bulunmuştur. Arkadaş bitkilerin katkısı ile yukarıda belirtilen parametrelerde istatistiksel olarak önemli bir iyileşme tespit edilmiştir. Toprak tuzluluğunun meyve pH ve vitamin C değerleri üzerine önemli bir etkisi bulunmamıştır.

Farklı tuz stresinde ve farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates ve arkadaş bitkilerinin bünyelerine almış oldukları iyonları belirlemek için bitkilerin yeşil aksam, kök aksamı ve meyvelerde her iki yıl ve üç aşamada mineral madde içerikleri tespit edilmiştir. Domates bitkilerinde, genel olarak, tek başına artan tuz konsantrasyonlarına maruz bırakıldıklarında, Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarında, K⁺, Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ iyonlarında düşüş belirlenmiştir. Arkadaş bitki kullanımı ile domates bitkilerinde Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarında alım azalmış, buna karşılık K⁺, Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ iyonlarında artış belirlenmiştir. Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) yeşil aksam ve kök aksamındaki mineral madde içerikleri incelendiğinde ise, her iki arkadaş bitkide de Na⁺ miktarları artan tuz seviyesi ile artış göstermiş, ancak K⁺ ve Ca⁺⁺ iyonlarında düşüş tespit edilmiştir.

Deneme sonrası topraklarda iyon değişim durumu da belirlenmiştir. Arkadaş bitkilerin etkinliği toprakların Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Cl⁻ ve SO₄²⁻ gibi iyonlarının topraktaki deneme öncesi ile deneme

sonrası mevcut durumu arasındaki azalmaların oranı ile dikkati çekmiştir. Bu iyonların konsantrasyonlarında deneme sonrası meydana gelen azalma toprak EC değerini de doğrudan etkileyerek EC değerinde azalmaya neden olmuştur.

Artan tuz seviyeleri ile arkadaş bitkilerden *P. oleracea*'nın olumlu etkisi dereceli olarak azalmış, yüksek tuzlu topraklarda etkinliği neredeyse kaybolmuştur. Ancak *S. soda* tüm tuz koşullarında etkinliğini devam ettirmiş, yüksek tuz seviyesinde domates üzerine etkisi diğer tuz seviyelerine göre az olsa da, hafif ve orta tuzlu topraklarda aktivitesi aynı seviyede devam etmiştir.

Fiziksel, biyolojik, genetiksel ve kimyasal yöntemlere alternatif bir yöntem olarak ortaya konan arkadaş bitkiler ile stres azaltılması aynı zamanda yukarıda bahsedilen yöntemler ile birlikte kullanıldığında onların etkinliğini arttıracak potansiyel özelliklere de sahiptir.

ANAHTAR KELİMELER: Domates, Bitkisel ıslah, Tuz stresi, Halofitler, Arkadaş bitki, *Salsola soda*, *Portulaca oleracea*

ABSTRACT

PhD Thesis

DEVELOPMENT OF TOMATO GROWING IN SOILS DIFFERING IN SALT LEVELS and EFFECTS OF COMPANION PLANTS ON SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS and SOIL REMEDIATION

Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU
Years: 2013, Page:329

Increasing environmental pollution in parallel to an increase in rapid population growth has threatened the proposed crop production as well as causing reduction in agricultural areas. Thus, it has been necessary to obtain higher revenue per particular area. However, aimed crop production upon investigation in soil and crop plants has almost thought to be reached its proposed plateau, therefore, a new alternative method has to be placed. In this study, in two different years, tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. SC2121) plants from seed to the generative stage was evaluated with respect to stress metabolism and crop loss, and the impact of these issues were aimed to be reduced via companion plants (*Salsola soda* L. and *Portulaca oleracea* L.) in soils differing in saline conditions (light-, moderate- and high level of salinity). Meanwhile, the remediation in soil conditions was also evaluated during the growth period. The study was performed in pots of greenhouse conditions in which tomato plants were combined with the companion plants. Tomato plants growing alone in various saline conditions plus tomato plants growing either alone or in combination with the companion plants in non-saline conditions were used as control groups. The efficiency of companion plants were evaluated in three different generative stages (50-, 75- and 100 days) as physiologically, biologically and biochemically in both tomato and companion plants. The companion plants when grown in combination with tomato plants positively contributed to the height, plant fresh weight, stem diameter, number of flowers, relative growth rate, symptom index, membrane stability index. The companion plants significantly increased the fruit-numbers and weight of tomato plants.

After the biochemical analysis (chlorophyll-, proline-, protein, MDA contents and POX and CAT enzyme activities), tomato plants growing alone were severely affected in saline conditions as chlorophyll and protein contents showed decline while proline, MDA, POX and CAT levels significantly increased. With the use of companion plants, the biochemical levels in above parameters were significantly improved. In tomato fruits, some quality parameters such as EC, pH, lycopene and vitamin C (ascorbic acid) were also determined. EC values of tomato fruit collected from the plants grown alone were found higher when compared to the control group while the lycopene content was found lower in light-, moderate and high level of salinity conditions. With the use of companion plants, the level of values in above parameters were significantly improved. The effect of soil salinity was not important on the pH and vitamin C contents of fruit.

To determine the ion contents of tomato and the companion plants grown alone or in combination with the companion plants, the fruits-, above- and below ground parts of the plants were harvested in two different years at three different generative stages. In general, tomato plants had higher contents of Na⁺ and Cl⁻ ions and lower contents of K⁺, Ca⁺⁺ and Mg⁺⁺ ions when exposed to salinity when grown alone. With the use of companion plants, the uptake of Na⁺ and Cl⁻ was reduced while the uptake of K⁺, Ca⁺⁺ and Mg⁺⁺ ions increased. When the mineral contents were evaluated in leaves and roots of the companion plants (*S. soda* ve *P. oleracea*), the Na⁺ ion contents of both companion plants increased with the increase of salinity, while K⁺ and Ca⁺⁺ ion contents declined.

After the experimental trial, ion changes in the soil was also determined. The efficiency of companion plants on the ionic contents of soil such as Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Cl⁻ ve SO₄⁻ were noticed before and after the experimental trial in which a decline in ionic contents were evident. Decrease in concentrations of these ions after the trial positively correlated with the reduction of EC values of the soil.

With the increase of salt concentrations in soil, the positive contribution of *P. oleracea* was lessened in a step-wise manner. In high salinity conditions, its positive effect on tomato was nullified. However, *S. soda* carried out its positive contribution in all saline conditions although its efficiency declined in high saline conditions compared to those of other saline conditions.

A new emerging alternative method with the companion plants to physical, biological, genetical and chemical methods to reduce the impact of stress is a kind of method which has also potential to increase the above methods when used in combination with them.

KEYWORDS: *Lycopersicon esculentum*, Phytoremediation, Salt Stress, Halophytes, Companion Plants, *Salsola soda*, *Portulaca oleracea*

TEŞEKKÜR

Danışmanım Prof. Dr. Mehmet Ali Çullu'ya, Prof. Dr. Salih Aydemir'e, Prof. Dr. Tahir Polat'a, Prof. Dr. Rukiye Tıprıdamaz'a, Prof. Dr. Cengiz Kaya'ya, bu konuyu çalışmamda öneride bulunan Prof. Dr. Mansur Qadir'e, sera ortamının sağlanması ve sulama sistemlerinin kurulmasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Mehmet Şimşek'e, toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde Prof. Dr. Ahmet Ruhi Mermut'a, deneme düzeninin planlanması ve tasarlanmasında Yrd. Doç. Dr. Zeki Doğan'a, fiziksel ve biyokimyasal analizlerin yapılması ve değerlendirilmesinde Yrd. Doç. Dr. Murat Dikilitaş'a, toprak analizlerinin yapılmasında yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Ahmet Almaca'ya, İstatiksel analiz çalışmalarında Yrd. Doç. Dr. Selehattin Kiraz'a, domates bitkisi konusunda verdiği bilgilerinden dolayı Yrd. Doç. Dr. Nuray Çömlekçioğlu'na, merkez laboratuvar analiz sorumlusu Eyüp Yaşar, toprak örneklerinin alınmasında Zir. Müh. Ahmet Yamanca, Zir. Müh. Hasan Tunç, Zir. Yük. Müh. Mehmet Deme, Zir. Müh. Fırat Seçen'e, laboratuvar çalışmalarında Soner Aslan, Uğur Abay, Zir. Müh. Yaşar Gültekin, Zir. Müh. Ayşenur Güzel, Zir. Müh. Halide Yıldıztekin, Zir. Müh. Özge Özgör'e, yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Nefise Eren Ünsal, Yrd. Doç. Dr. Gonca Özmen Özbakır, Yrd. Doç. Dr. İbrahim Tobi, Araş. Gör. Selçuk Söylemez ve Zir. Müh. Ender Şener'e ve büyük sabırlarından dolayı değerli aileme çok teşekkür ederim

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Bitkilerin tuza adaptasyon modelleri.....	14
Şekil 2.2. <i>Salsola soda</i> bitkisi genel görünümü.....	31
Şekil 2.3. <i>Portulaca oleracea</i> bitkisi genel görünümü.....	32
Şekil 3.1. Harran ovası tuzluluk haritası ve farklı tuz içeriğindeki toprakların konumu.....	36
Şekil 3.2. Petri deneme çalışması.....	42
Şekil 3.3. Sera deneme deseni planı.....	43
Şekil 3.4. Sera içi genel görünümü.....	45
Şekil 3.5. L- prolin kalibrasyon standardı.....	48
Şekil 3.6. Protein miktarının tayini için Coomassie blue yöntemi ile protein kalibrasyon standardı.....	50
Şekil 4.1. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına ve <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığında bitki boy durumu.....	77
Şekil 4.2 Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığında bitki yaş ağırlık durumu.....	84
Şekil 4.3. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığında meyve yaş ağırlık durumu.....	98
Şekil 4.4. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığında MSI durumu.....	104
Şekil 4.5. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığında toplam klorofil içerikleri.....	118
Şekil 4.6. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığındaki bitki lipid peroksidasyon (MDA) durumu.....	147
Şekil 4.7. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığındaki meyvelerin likopen içeriği.....	159
Şekil 4.8. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığındaki meyvelerin vitamin C içeriği.....	163
Şekil 4.9. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığındaki domates bitkisi yeşil aksam Na ⁺ miktarı.....	169
Şekil 4.10. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> arkadaşlığındaki domates bitkisi yeşil aksam Cl ⁻ miktarı.....	228
Şekil 4.11. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası EC değerlerinde meydana gelen değişimin oranları.....	247
Şekil 4.12. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası Na ⁺ değerlerinde meydana gelen değişimin oranları.....	253
Şekil 4.13. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası K ⁺ miktarında meydana gelen değişimin oranları.....	258
Şekil 4.14. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası Ca ⁺⁺ değerinde meydana gelen değişimin oranları.....	263
Şekil 4.15. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası Mg ⁺⁺ değerinde meydana gelen değişimin oranları.....	268
Şekil 4.16. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası Cl ⁻ değerinde meydana gelen değişimin oranları.....	273

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Toprak tuzluluğu ile kültür bitkilerinin verimi arasındaki ilişki.....	14
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kültür ve halofit bitkiler ve temin edildiği yerler.....	36
Çizelge 3.2. Tohumlara uygulanan NaCl çözeltisi konsantrasyonları ve EC değerleri	40
Çizelge 3.3. Halofit bitkilerinin ve domates bitkisinin farklı kombinasyonları	44
Çizelge 4.1. Beş domates çeşidinin artan NaCl uygulamasında tohum çimlenme ve gelişim durumları	56
Çizelge 4.2. Domates tohum popülasyonunun %50'sini engelleyen tuz konsantrasyon değerleri	57
Çizelge 4.3. Arkadaş bitki tohumlarının NaCl uygulamasında tohum çimlenme ve gelişim durumları.....	59
Çizelge 4.4. Arkadaş bitki tohum popülasyonunun %50'sini engelleyen tuz konsantrasyon değerleri	60
Çizelge 4.5. Birinci yıl denemesinde kullanılan toprakların saturasyon süzükleri iyon analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.6. İkinci yıl denemesinde kullanılan toprakların saturasyon süzükleri iyon analiz sonuçları.....	64
Çizelge 4.7. Birinci yıl denemede kullanılan toprakların DK ve KDK analiz sonuçları	66
Çizelge 4.8. İkinci yıl denemede kullanılan toprakların DK ve KDK analiz sonuçları	67
Çizelge 4.9. Denemede kullanılan toprakların fiziksel özellikleri	68
Çizelge 4.10. Denemede kullanılan toprakların saksı nem kapasitesi.....	69
Çizelge 4.11. Denemede kullanılan toprakların gübreleme öncesi Azot, Fosfor ve Potasyum içerikleri	70
Çizelge 4.12. Sulama suyu özellikleri.....	71
Çizelge 4.13. Birinci ve ikinci yıl domates bitki boy ölçüm sonuçları.....	75
Çizelge 4.14. Birinci yıl domates bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri	81
Çizelge 4.15. İkinci yıl domates bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri	82
Çizelge 4.16. Farklı tuz stresinde ve farklı bitki kombinasyonlarındaki domates bitkisinin NBO oranı	85
Çizelge 4.17. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi semptom indeksi değerleri.....	86
Çizelge 4.18. Birinci ve ikinci yıl domates bitkilerinin salkım sayısı	89
Çizelge 4.19. Birinci ve ikinci yıl domates çiçek sayısı	90
Çizelge 4.20. Birinci ve ikinci yıl domates bitkilerinin meyve sayısı	93
Çizelge 4.21. Birinci ve ikinci yıl domates meyve yaş ağırlık.....	96
Çizelge 4.22. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi gövde çapı.....	100
Çizelge 4.23. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi membran stabilite indeksi (MSI).....	102
Çizelge 4.24. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin membran stabilite indeksi (MSI).....	106
Çizelge 4.25. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin boy ölçüm sonuçları	108
Çizelge 4.26. Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri	110
Çizelge 4.27. İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri.....	111
Çizelge 4.28. Birinci yıl domates bitkisi klorofil değerleri	115
Çizelge 4.29. İkinci yıl domates bitkisi klorofil değerleri	116
Çizelge 4.30. Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin klorofil içerikleri.....	120
Çizelge 4.31. İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin klorofil içerikleri	121
Çizelge 4.32. Birinci ve ikinci yıl domates bitkilerinin prolin miktarları.....	125
Çizelge 4.33. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin prolin miktarları.....	127
Çizelge 4.34. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi CAT aktivitesi.....	130
Çizelge 4.35. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin CAT aktivitesi.....	132
Çizelge 4.36. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi POX aktivitesi.....	135
Çizelge 4.37. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin POX aktivitesi.....	137
Çizelge 4.38. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi protein değeri.....	140
Çizelge 4.39. Birinci ve ikinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin protein değerleri	142
Çizelge 4.40. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi MDA değerleri	145
Çizelge 4.41. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin MDA miktarları	149

Çizelge 4.42. Birinci ve ikinci yıl domates meyve suyu EC değerleri	152
Çizelge 4.43. Birinci ve ikinci yıl domates meyve suyu pH değerleri	154
Çizelge 4.44. Birinci ve ikinci yıl domates meyve likopen değerleri.....	157
Çizelge 4.45. Birinci ve ikinci yıl domates meyvesi vitamin C değerleri.....	161
Çizelge 4.46. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Na ⁺ iyonu içerikleri	167
Çizelge 4.47. Birinci ve ikinci yıl domates bitki kökü Na ⁺ içerikleri.....	172
Çizelge 4.48. Birinci ve ikinci yıllarının domates meyvesi Na ⁺ içerikleri.....	175
Çizelge 4.49. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Na ⁺ içerikleri.....	178
Çizelge 4.50. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Na ⁺ içerikleri.....	181
Çizelge 4.51. Birinci ve İkinci yıl domates bitkisi yeşil aksam K ⁺ içerikleri	184
Çizelge 4.52. Birinci ve ikinci yıl domates bitki kökü K ⁺ içerikleri	187
Çizelge 4.53. Birinci ve ikinci yıl domates meyvesi K ⁺ içerikleri.....	190
Çizelge 4.54. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam K ⁺ içerikleri.....	193
Çizelge 4.55. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök K ⁺ içerikleri.....	196
Çizelge 4.56. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Ca ⁺⁺ içerikleri.....	199
Çizelge 4.57. Birinci ve ikinci yıl domates bitki kökü Ca ⁺⁺ içerikleri.....	202
Çizelge 4.58. Birinci ve ikinci yıl domates meyvesi Ca ⁺⁺ içerikleri	205
Çizelge 4.59. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Ca ⁺⁺ içerikleri.....	208
Çizelge 4.60. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Ca ⁺⁺ değeri	210
Çizelge 4.61. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Mg ⁺⁺ içerikleri.....	213
Çizelge 4.62. Birinci ve ikinci yıl domates bitki kökü Mg ⁺⁺ içerikleri	216
Çizelge 4.63. Birinci ve ikinci yıl domates meyve Mg ⁺⁺ içerikleri.....	219
Çizelge 4.64. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Mg ⁺⁺ içerikleri.....	221
Çizelge 4.65. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Mg ⁺⁺ içerikleri.....	223
Çizelge 4.66. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Cl ⁻ içerikleri	226
Çizelge 4.67. Birinci ve ikinci yıl domates bitkilerinin kök Cl ⁻ içerikleri	231
Çizelge 4.68. Birinci ve ikinci yıl domates meyvesi Cl ⁻ iyon içerikleri	234
Çizelge 4.69. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Cl ⁻ içerikleri.....	236
Çizelge 4.70. <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Cl ⁻ içerikleri	238
Çizelge 4.71. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprakların pH değerleri	241
Çizelge 4.72. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprakların EC değerleri.....	244
Çizelge 4.73. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak Na ⁺ içeriği.....	250
Çizelge 4.74. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak K ⁺ içeriği	256
Çizelge 4.75. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak Ca ⁺⁺ içeriği	261
Çizelge 4.76. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak Mg ⁺⁺ içeriği.....	266
Çizelge 4.77. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak Cl ⁻ içeriği.....	271
Çizelge 4.78. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak SO ₄ ⁻ içeriği.....	276
Çizelge 4.79. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak NO ₃ ⁻ içeriği.....	279
Çizelge 4.80. Farklı tuz seviyelerinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinin büyüme ve kalite parametreleri arasındaki korelasyon	282
Çizelge 4.81. Farklı tuz seviyelerinde <i>S. soda</i> arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisindeki büyüme ve kalite parametreleri arasındaki korelasyon.....	285
Çizelge 4.82. Farklı tuz seviyelerinde <i>P. oleracea</i> arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin büyüme ve kalite parametreleri arasındaki korelasyon	287
Çizelge 4.83. Farklı tuz seviyelerinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinin deneme sonrası toprak parametreleri arasındaki korelasyon	288
Çizelge 4.84. Farklı tuz seviyelerinde <i>S. soda</i> arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin deneme sonrası toprak parametreleri arasındaki korelasyon	289
Çizelge 4.85. Farklı tuz seviyelerinde <i>P. oleracea</i> arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin deneme sonrası toprak parametreleri arasındaki korelasyon	290

SİMGELER DİZİNİ

B	Bor
Ca ⁺⁺	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CAT	Katalaz
Cl ⁻	Klor
cm	Santimetre
D	Domates
D+P	Domates ve <i>P. oleracea</i> kombinasyonu
D+SS	Domates ve <i>S. soda</i> kombinasyonu
DK	Değişebilir katyonlar
ESP	Değişebilir sodyum yüzdesi
F	İstatistik değer
Fe	Demir
g	Gram
GPS	Küresel konumlama sistemi
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
K ⁺	Potasyum
K.A	Kuru ağırlık
KDK	Katyon değişim kapasitesi
meq	Miliekivalan
MDA	Malondialdehit
Mg ⁺⁺	Mağnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimol
µmol	Mikromol
MSI	Membran stabilite indeksi
Na ⁺	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NBO	Nispî büyüme oranı
NO ₃ ⁻	Nitrat
OM	Organik Madde
<i>P</i>	Olasılık
P	<i>Portulaca oleracea</i>
POX	Peroksidaz
ROS	Reaktif Oksijen Türler
SO ₄ ⁻	Sülfat
SS	<i>Salsola soda</i>

1. GİRİŞ

Tüm ülkelerin gıda ihtiyaçlarının giderilmesinde ve ekonomik gelişimlerinde önemli bir yeri olan tarımsal üretim, dünya nüfusunun giderek artmasına paralel olarak önemli bir sektör olarak güncelliğini korumaktadır. Gıda üretimi ve tüketimi arasındaki dengenin kurularak tarımsal üretimin artırılması ve beslenmenin sürdürülebilirliği bütün ülkelerin birincil hedefi olmuştur. Bir taraftan artan nüfus, buna karşılık mevcut tarım alanlarının arttırılamaması, hatta azalması, diğer taraftan giderek dünyanın ısınması ve temiz su kaynaklarının azalması toprakların verimliliğini kaybetmesine yol açmıştır.

Dünyada işlenebilir tarım arazilerinin miktarı 3.19 milyar hektardır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)' ne göre kişi başına düşen tarım arazisi 0.23 hektar olup bu miktar 2050 yılında 0.15 hektara düşecektir (Angın, 2010).

Tuzluluk ve sodiklik kurak ve yarıkurak alanlarda tarımsal faaliyetleri sınırlandıran en önemli sorunlardan biridir (Qadir ve ark., 2006). Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünebilir tuzlar, kılcal yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabilirler. Evaporasyonun yüksek oluşu nedeni ile toprak yüzeyinden kaybolan su buharı, beraberinde taşıdıkları tuzları da toprak yüzeyine veya yüzeye yakın kısımlara bırakmaktadır. Bu gibi bölgelerdeki tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların yetersiz, buna karşılık evaporasyonun yüksek olması şeklinde açıklanabilir (Richards, 1954). Netice itibari ile toprak yüzeyinde oluşan tuz, bitkilerde oluşturduğu stres nedeni ile tarımsal üretimi kısıtlayan en önemli çevresel faktörlerden biri olmuş, ekonomik öneme sahip bitkilerin verimini ciddi oranda düşürmüştür.

Glikofit olarak adlandırılan tuza hasas bitkilerin tuzlu koşullarda yaşamaları oldukça kısıtlı olup, maruz kaldıkları tuzun şiddetine ve süresine göre tepkileri de değişmektedir. Maruz kaldıkları tuz konsantrasyonları kısmen düşük seviyelere indirildiğinde (EC 4-6 dS/m) veya çimlenme ve çiçeklenme gibi tuza hassas oldukları dönemleri daha az stresli koşullarda geçirilmesi sağlandığında, bu bitkilerden ürün alınabilmekte, hatta strese dayanıklı çeşitlerinin kullanımı ile tarımsal faaliyetlerde başarı elde edilebilmektedir. Bu nedenle, birçok toprak ıslah

yöntemleri faaliyete geçirilmiş, topraklardan ürün alınmasına çalışılmıştır. Bu yöntemlerin içinde fiziksel ıslah (derin sürüm, kumlama, vs), kimyasal ıslah, genetiksel ıslah, bitki ile müdahale, suya dayalı müdahale sıralanabilir (Qadir ve ark., 2007).

Başarılı ıslah çalışmalarının uzun ve yorucu bir süreç aldığı, hatta kimi zaman istenilen başarıyı getirmediği birçok çalışmada rapor edilmiş olup çok azı ticari başarı elde edebilmiştir. Bitkilerde fizyolojik, genetik ve biyokimyasal faaliyetlerin çok karmaşık oluşu, bu alanda strese dayanıklı bitki üretimini güçleştiren en önemli faktör olmuştur (Flowers, 2004). Günümüze kadar yapılan ana ıslah çalışmaları ya genetik ya da kimyasal yollardan olmuş; bunlar, ya sadece bitkiyi ya da sadece toprağın fiziksel ve kimyasal yollardan iyileştirilmesini hedef almışlardır. Hem bitki hem de toprak üzerine kombine bir ıslah çalışması çok az bölgede ve çok az ürün deseni üzerinde yapılmıştır. Tuzlanmış veya çevresel faktörlerle kirlenmiş alanlardan verim alınmasını mümkün kılacak bir ıslah metodu ya da böyle bir kombine metodun bir parçasının hayata geçirilmesi kısa vadede ürün elde edilmesine, uzun vadede ise toprak ıslahına katkı sağlayacaktır.

Toprakta mevcut tuz konsantrasyonları uygun drenaj veya kimi zaman kaliteli su kullanımı ile azaltıldığı gibi, son yıllarda “bio-reclamation” ya da “phytoremediation” adı verilen ve uluslararası bilimsel çalışmalarda sıkça kullanılan bir yöntem olan “canlı kullanarak ıslah” ya da “bitki kullanarak ıslah” yöntemleri de bu alanda kullanılan yöntemlere ilave edilmiştir. Tuza oldukça dayanıklı olan halofit bitki türlerinin kullanılması bu yöntemin temelini oluşturmaktadır. Diğer yöntemlerde olduğu gibi bu yöntemde de sodyumun topraktaki değişim komplekslerinden uzaklaştırılması esas alınmakta ve sodyumun topraktan uzaklaştırılması halofit bitkilerle olmaktadır. Bu ıslah yöntemi diğerlerine oranla daha az maliyetli olduğundan önemi giderek artmaktadır. Tuzluluğun sorun olduğu veya olması muhtemel alanlarda yetiştirilen bitkilerin tuzdan en az şekilde etkilenmesi için klasik ıslah yöntemlerinin (kimyasal ve biyolojik) yanında bu gibi yeni yöntemlerin kullanılması ve araştırılması ve mevcut ıslah yöntemlerine entegrasyonu bu alanda yapılacak çalışmalara önemli bir açılım olacaktır.

Bu çalışmada farklı tuz içeriğine sahip topraklarda *Salsola soda* ve *Portulaca oleracea* halofit bitki türlerinin domates *Lycopersicon esculentum* (SC2121) ile

birlikte aynı ortamda arkadaş bitki kapsamında bitkilerin farklı kombinasyonlarda yetiştirilerek etkinliği, fizyolojik, biyolojik ve biyokimyasal araştırma çerçevesinde incelenmiştir. Ayrıca bu halofitin topraktan almış oldukları tuz iyon durumları, domates ile yetiştirildiğinde rekabete girip girmediği, ve hangi aşamalarda daha etkin bir arkadaşlık sergilediği araştırılmıştır. Yine yapılan biyokimyasal kalite analizleri (vitamin C ve likopen) ile domates üzerindeki etkileri tartışılmıştır.

Daha önce yapılmış olan çalışmalarda “companion plant” olarak adlandırılan bu yöntem bizim çalışmamızda “arkadaş bitki ” olarak adlandırılmış ve bu terim ilk kez bizim çalışmamızda yer almıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Toprak Tuzluluğu ve Nedenleri

Toprak tuzluluğu, kurak ve yarı kurak bölgelerde üretimi sınırlayan önemli çevresel streslerden biridir (Shannon, 1998; Allakhverdiev ve ark., 2000a). Dünyada yağışın az olduğu kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde çözünebilir tuzların yıkanarak yeraltı suyuna karışması ve taban suyunun yükselmesi sonrasında yüksek sıcaklık ile kapillarite yoluyla toprak yüzeyine tuz solusyonu çıkmakta ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılması ile toprağın yüzeye yakın bölümünde tuz birikmesiyle topraklarda tuzlulaşma kaçınılmaz olmaktadır (Kwiatowsky, 1998; Kara, 2002; Dikilitaş ve Karakaş 2010).

Tuzlulukta etkili olan unsurlardan biriside okyanuslardır. Bunlar daha çok sahil kesimlerinde ve okyanus kenarlarındaki delta ovalarında tuzluluğun ana kaynağıdır. Okyanusların tuzlu suyu, gel-git olayları, deniz serpintileri ile arazilere nüfuz etmesi ile topraklara ulaşır ve buharlaşma sonunda toprak yüzeyinde tuz birikmesi olur.

Dünyada tuzluluğun oluşmasında en önemli unsurlardan bir diğeri anamateryallerdir. Yüzey veya tabansuyu akışı esnasında anamateryalde bulunan çözünebilir tuzların yeraltı ve yerüstü sularına karışarak tuzluluğun oluşmasına neden olurlar. Ana materyalde tuz iki şekilde bulunabilir; Bunlardan birincisi deniz orijinli kayalar olup, daha önce deniz tabanı olan ve jeolojik olaylar sonucu suyu çekilen bölgelerde yıllarca tuzlu deniz suyuna maruz kalan kayalar tuzluluk kaynağıdır. Bir diğeri ise mineral ayrışmalarıdır. Ana kayada mevcut bulunan tuzlar, sular ve diğeri bazı kimyasal ve fiziksel etkilerle ayrışırlar ve tuzluluğa sebep olurlar.(Terry, 1997).

Tuzluluğun oluşmasında önemli bir faktör de topoğrafyadır. Kapalı havzalar genellikle tuzlulaşma eğilimindedir. Özellikle taban suyu akışını engelleyen geçirimsiz tabakalar yüksek taban suyunun ve dolayısıyla tuzluluğun başta gelen sebeplerindedir (Ergene, 1982; Terry, 1997). Bir diğeri önemli faktör de iklimdir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde sorun olmaktadır. Yağışlı bölgelerde fazla yağışla yeraltı suyuna karışan tuzlar akarsularla denizlere taşınırlar. Ancak kurak ve yarı

kurak bölgelerde yikanan tuzların taban suyuna karışması yetersizdir ve denizlere taşınmaz, bulunduğu yerde birikir. Yüksek sıcaklık ve buharlaşma bu bölgelerde tuzluluğun oluşumuna neden olur (Ergene, 1982).

Toprak tuzluluğu, aşırı sulama yapılan ve drenaj problemi olan bölgelerde de önemli problem olabilmektedir (Flowers, 1999). Yine tuzluluk sadece açık alanlarda değil, sera ve geliştirme odaları gibi yerlerde de aşırı gübreleme sonucu ortaya çıkmaktadır (Epstein ve ark., 1980; Albaho ve Green, 2000). Bütün bunların neticesinde, tuzlulaşma ciddi sorun olarak karşımıza çıkmakta, yüksek buharlaşma, uygun olmayan sulama miktarı ve yönetimi, yetersiz drenaj ve elverişsiz topoğrafik yapı bir araya geldiğinde sorun daha da artmakta ve toprakların yüzeylerinde ve farklı derinliklerinde tuz birikmeleri oluşmaktadır (Bresler ve Charter, 1982).

Toprakta bulunan çözünebilir tuzlar genellikle Na^+ , Ca^{++} , ve Mg^{++} katyonları ile Cl^- ve SO_4^{--} anyonlarını içermektedirler (Neumann, 1997). Katyon K^+ ve anyon HCO_3^- , CO_3^- and NO_3^- ise düşük miktarlarda yer almaktadır. Na^+ ve Cl^- iyonlarının konsantrasyonları arttığında bitkilerde özellikle de glikofitlerde toksisiteye neden olduklarından en önemli tuz grubunu oluşturmaktadırlar (Levitt, 1972). Öte yandan makrobesin elementi olarak kullanılmalarının yanısıra Ca^{++} ve Mg^{++} gibi katyonlar bazen tuzluluğa da katkıda bulunmaktadırlar (Flowers ve Yeo, 1986; Taiz ve Zeiger, 1991). Genellikle tuzluluk denildiği zaman, toprakta fazla miktarda NaCl birikimi anlaşılmaktadır (Nui ve ark., 1995; Ashraf, 2009).

Toprak tuzluluğu genelde, elektriksel iletkenlik (EC) değeri arasındaki sıkı ilişki nedeniyle toprak ekstraktında EC değeri olarak ölçülür. Tuzlu topraklar Richards, (1954) tarafından EC değeri dışında pH ve değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) değerine göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırma sistemine göre;

Tuzlu Toprak: Toprak süzüğü 25 °C'de EC' si 4 dS/m' den büyük, ESP' si %15' in altındadır. Toprak pH değeri ise 8.5' dan düşüktür.

Tuzlu-Alkali (Sodik) Toprak: Toprak çözeltisinde 25 °C'de EC' si 4 dS/m' den fazla olup, ESP' si % 15' in üzerindedir. Toprak pH değeri ise 8.5' dan yüksektir.

Alkali (Sodik) Toprak: Toprak çözeltisinin 25 °C'de EC değeri 4 dS/m den az olup, ESP % 15'in üzerindedir. Toprak pH değeri ise 8.5-10 arasındadır. Alkali topraklarda hakim katyon sodyumdur. Yüksek sıcaklık ve buharlaşma sonucunda toprak solüsyonunun konsantrasyonunu artarak kalsiyum (Ca^{++}) ve magnezyum

(Mg⁺⁺) tuzlarının (CaCO₃, MgCO₃, CaSO₄) çözünerek çökelmeleri sonucunda ortamdaki sodyumun miktarı artar (Richards, 1954).

Alkalilik toprakların fiziksel özelliklerini etkileyen önemli bir faktördür. Topraklarda sodyum miktarı arttığında toprakların yüzeyinde dispersiyona (dağılma) neden olabilmektedir. Bunun sonucu olarak toprak strüktürü bozulur ve geçirgenliği düşer (Israelsen ve Hansen, 1965).

2.2. Sulama Suyu Kalitesi

Dünyada artan gıda ihtiyacı mevcut tarım alanlarının yoğun şekilde kullanımını gerektirmektedir. Arazilerin yoğun kullanılması ise daha fazla sulama yapılmasını zorunlu kılmaktadır (Rhoades, 1992). Yapılan sulama uygulamaları tarımsal verimliliği arttırmasının yanı sıra toprak tuzluluğuna da katkıda bulunmuş, özellikle aşırı sulama ve yetersiz drenaj tuzluluğun hakim olduğu tarımsal bölgelerde kendini göstermiştir (Boyer, 1982; Shannon, 1997). Tarımsal öneme sahip bitkilerin, kentsel ve tarımsal alanlar arasındaki rekabet yüzünden marjinal su ile sulanmaları, kaliteli suların artan kentleşme ile birlikte içme suyu olarak kullanılması, bitkilerin tuzdan kaçmasını neredeyse imkansız hale getirmiştir (Wainwright, 1984). İyi kalitedeki sulama suyu bile çok düşük konsantrasyonlarda tuz içermektedir. Yetersiz drenaj ve yükselen taban suyu seviyesi ile aşırı buharlaşma tuzu yukarı doğru çıkararak kökleri çok derinlere inmeyen kültür bitkileri için önemli tehdit oluşturmaktadır (Bridges, 1997).

Dünyada sulama yapılan birçok alanda yetiştiriciler yeterli miktarda kaliteli su olmadığından dolayı tuzlu su kullanmaktadırlar (Villora ve ark., 2000). Kalitesiz suların kullanımı zamanla toprakta biriken tuz miktarında artışa neden olmakta, sonuçta ürünün verim ve kalitesinde azalmalar ortaya çıkmaktadır. Sulama sularının kalitesi içermiş oldukları tuz miktarına göre sınıflandırılmaktadır (Al-Rawahy ve ark., 1992).

2.3. Dünyada ve Ülkemizde Toprak Tuzluluğu

Dünyada modern tarımsal tekniklerin gelişmesi ile tuz stresi, tarımın belli başlı en büyük sorunlarından biri haline gelmiştir (Rivero ve ark, 2003). Bu sorun sadece gelişmekte olan ülkelerin sorunu değil, aynı zamanda tarımda ileri teknoloji kullanan ülkelerin de sorunudur (Serrano ve ark, 2002).

Dünyada her yıl tuzluluğa maruz kalan alanların on milyon hektardan fazla olduğu tahmin edilmektedir (Kwiatowsky, 1998). Dünyada toplam tarım alanlarının %6'sı tuzluluktan etkilenmekte olup önümüzdeki 20 yıl içinde artan nüfus ile birlikte geleceğimiz için de önemli bir tehdittir (Ghassemi ve ark., 1995).

Dünyada kurak ve yarı kurak bölgeler toplam alanın yaklaşık %46' sını kaplamaktadır. Bu iklim bölgelerinde sulanan alanların yaklaşık % 50' sinde değişik düzeylerde tuzluluk sorunu bulunmaktadır. Yukarıda verilen değerler, dünya üzerinde 800 milyon hektardan fazla karasal alanın tuzluluktan etkilendiğini göstermektedir. Buna ilave olarak, kuru tarım yapılan 150 milyon hektarlık alanın 32 milyon hektarı da çeşitli oranlarda tuzluluk tehdidi altındadır. Sulama yapılan 230 milyon hektar alanın ise 45 milyon hektarı tuzdan etkilenmektedir (Munns, 2002). Dünya toprak haritası verilerine dayanarak, FAO/UNESCO tarafından hazırlanan raporlarda, Afrika' da 80.5 milyon, Avrupa' da 50.8 milyon, Avustralya'da 357.3 milyon, Amerika' da 146.9 milyon ve Asya kıtasında 319.3 milyon hektar tuzdan etkilenmektedir (Szabolcs, 1991).

Ülkemizdeki ilk toprak etüdüleri 1954 yılında yapılmış ve yaklaşık 3.171.499 ha arazide tuzluluk ve drenaj sorunu olduğu belirlenmiştir. Türkiye Toprakları çalışmasından sonra yoklama kademesinde yapılan Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Etüdlerinden (1966-1971) bulgular derlenerek Türkiye Arazi Varlığı Envanteri hazırlanmıştır (1978). Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası etüdlerinde kullanılan tuzluluk ve alkalilik kriterlerine göre Türkiye'de 1 518 722 ha alanda tuzluluk ve alkalilik (çoraklık) sorunu tespit edilmiştir. Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Etüdlerinden sonra geçen yaklaşık 20 yıllık süreçte tarla içi geliştirme hizmetleri, yapılan yatırımlar ve çiftçi uygulamalarıyla toprak özelliklerinde ve arazi kullanma şekillerinde önemli değişimler olmuştur. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün il arazi varlığı raporlarına göre 2000'li yıllarda yapılan

değerlendirmeler çerçevesinde, arazilerin kullanma şekilleri itibariyle Türkiye’de kuru tarım alanlarının 163 638 hektarında, sulu tarım alanlarının 449 709 hektarında, bağ-bahçe alanlarının 9050 hektarında, çayır-mera kullanım alanlarının 733 422 hektarında, Orman-funda alanlarının 11 436 hektarında çoraklık sorunu vardır (Sönmez, 2004).

2.4. Tuzluluğun Bitkilerde Oluşturduğu Stres ve Zararları

Bitkisel üretimde stres, bitkinin yaşadığı ortamda bir veya birden fazla etkenin, büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyerek, verim düşüklüğü ile sonuçlanan ve gerilemeye neden olan durumdur (Gürel ve ark., 2001). Bitkide strese neden olan etmenler; biyotik kökenli olabildiği gibi (virüs, bakteri, fungus ve böcekler); tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksiklik veya fazlalıkları gibi abiyotik kökenli de olabilmektedir (Mahajan ve ark., 2005). Bitkiler tuz stresine gösterdikleri tepkiler yönünden farklılık gösterirler. Bitkilerin yetiştiği ortamda tuzluluk seviyesi arttıkça bitkiler ya tuzdan kaçınma ya da tuzu absorbe etme yollarına giderler. Absorbe edilen tuz, bitki tarafından tolere edilemez ise bu durumda tuzun negatif etkileri açığa çıkar. Bitkiler üzerinde tuzluluğun zararlı etkileri verimlilikte azalma veya bitki ölümü olarak tüm bitki seviyesinde gözlenebilmektedir (Muranaka ve ark., 2002a, b; Murphy ve ark., 2003; Mensah ve ark., 2006). Tuz stresi yoğunluk ve süresine bağlı olarak bitkilerde büyüme, gelişme, çimlenme, hücre bölünmesi, fotosentez gibi bir çok biyolojik olaya etki etmektedir (Bressan, 2008).

Toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttığında su potansiyeli azalır. Bu da bitki hücrelerinin ozmotik potansiyelin düşmesine neden olur. Böylece bitki hücrelerinin bölünmesi ya da uzaması birden yavaşlar. Stres koşulları altında bitkide stomalar kapanır ve bunun sonucu olarak fotosentez azalır. Stres koşullarının devam etmesi halinde bitki büyümesi tamamen durabilir (Ashraf, 1994). Tuzlu koşullarda büyüyen bitkilerin büyüme hızı düşük olup bodur bir yapı sergilemektedirler. Yapraklar ise çoğunlukla küçük ve koyu yeşildir. Tuz stresinde hücre büyümesi ve bölünmesindeki yavaşlamanın, sitokin miktarının azalması sonucu ortaya çıktığı ileri sürülmektedir. Hormon dengesinde ortaya çıkan değişikliklerin tohum

çimlenmesi üzerinde de etkide bulunduğu, azalan sitokin sentezlenmesinin sonucu olarak çimlenme oranında azalma olduğu rapor edilmiştir (Mangal ve Lal, 1990; Awank ve ark., 1993).

Bitkilerde tuz stresinde genel olarak karşılaşılan farklılıklar arasında kök, gövde ve sürgün uzunluğunda azalma; bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma; yaprak alanı ve sayılarında azalma; klorofil miktarında azalma; verimde azalma, meyve tat ve renklerinde bozulma kaydedilmiştir. Bitki uzun süre tuzluluk stresi altında kaldığında, yaşlı yapraklarda iyon toksisitesi ve su noksanlığı, genç yapraklarda ise karbonhidrat noksanlığı ve buna bağlı belirtilerin ortaya çıktığı kaydedilmektedir (Greenway ve Munns, 1980; Franco ve ark., 1993; Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu, 1997).

Tuzluluk, bitki gelişmesini üç temel prensip çerçevesinde engellemektedir: Osmotik etki, Na^+ ve Cl^- iyonlarının fazla miktarda alınması nedeniyle oluşan iyon toksisitesi, iyon taşınımında ortaya çıkan besin dengesizliği ve mineral yapısının bozulması (Marschner, 1995; Ashraf, 2004). Bitkinin biyokimyasal aktiviteler ve fiziksel gelişimi üzerine etki eden bu faktörler ürün verimi ve kalitesini etkilemektedir (Ashraf ve Sarwar, 2002; Munns ve James, 2003).

1. Osmotik etki: Osmotik stres Na^+ iyonlarının doğrudan bir etkisi olmayıp bitkinin yeterince suyu alamamasından kaynaklanmaktadır (Munns, 2002). Toprak çözeltisinde tuz konsantrasyonu arttığında su potansiyeli düşmektedir. Bitkinin bu suyu alabilmek için harcamak zorunda olduğu enerji miktarı artmaktadır. Böylece tuzluluk arttıkça bitkinin su kullanımı da azalır ve bitki fizyolojik kuraklık stresine de maruz kalmaktadır (Levitt, 1980; Fitter ve Hay, 1987; Romero ve Maranon, 1994; Bressan, 2008). Fizyolojik kuraklık durumunda toprakta su yeterli durumda olabilir ancak toprak çözeltisi tarafından osmotik olarak kuvvetli bağlanan su, bitkiler tarafından alınmaz (Jacoby, 1994). Tuz stresi altındaki bitkilerde osmotik düzenlemeler nedeniyle metabolik değişimler meydana gelir. Stres süresince bitkilerde hücre içerisinde serbest amino asitler, inorganik iyonlar veya organik maddeler (şekerler ve prolin) yüksek miktarda biriktirilir (Marschner, 1995).

2. İyon toksisitesi ve iyon alımındaki dengesizlik: Yüksek konsantrasyonlarda Na^+ , Cl^- ve SO_4^- gibi iyonların birikimine spesifik iyon toksisitesi adı verilmektedir. Tuz iyonlarının yüksek konsantrasyonlarda olması, hücre içinde Na^+ , Cl^- gibi iyonların aşırı birikmesi, bitki büyümesindeki değişimler, mineral bozukluklar, kalsiyum iyonlarının yerine sodyum iyonlarının geçmesiyle hücrede iyon dengesizliği oluşmaktadır (Mugdall ve ark., 2010). Toksik iyonlar, membran stabilitesinin bozulmasının yanında elektrolit sızıntıya da yol açarak hücrenin gelişimi için gerekli olan proteinlerin ve metabolitlerin sentezlenmelerini engellemektedir (Marschner, 1986; Mengel ve Kirkby, 2001).

Ortamin sodyum klorürün fazla olması durumunda, genellikle sodyumun potasyumla olan rekabeti nedeniyle K^+ noksanlığı açığa çıkmaktadır (Kaya ve ark., 2002). Yine yüksek tuz konsantrasyonları, bitkinin kalsiyum alımını ve taşınımını azaltmakta, kalsiyum yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olmaktadır (Cramer ve ark., 1986, Huang ve Redmann, 1995).

3. Membran geçirgenliği: Stres altındaki bitkilerde hücre içi ve hücre dışı ozmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizliği olarak ifade edilmektedir (Munns, 2002; Ghoulam ve ark., 2002). Hücre içinde Na^+ iyonunun K^+ ve Ca^{++} oranlarından fazla oluşu membran kalitesini etkilemektedir (El-Iklil ve ark., 2002). Tuz stresi hücre zarının yapısındaki lipid kompozisyonunun değişimini tetikleyerek hücre zarında da hasarların oluşumuna neden olmaktadır. Lipid kompozisyonundaki değişimler, lipidlerin sentezlenmesinde görev alan enzimlerin aktivitesindeki değişimler ve degradasyonlar (parçalanma, yıkılma) sonucunda oluşur (Huang, 2006) ve bu durum, zarın akışkanlığını, geçirgenliğini ve zar proteinlerinin aktivitesini etkiler (Wu ve ark., 1998).

Bitkilerde tuzluluk stresinden kaynaklanan birçok belirtiler olup bunlar; yaprakların sukkulent bir yapıya dönüşmesi, kloroz, yaprak kaybı, nekroz, kök ölümü, solgunluk, cüceleşme ve ürün azalımı şeklinde kendini gösterir (Johnson, 2000; Dikilitaş, 2003). Na^+ elementi bitkinin birçok organeli üzerinde olumsuz etkide bulunmaktadır. Bu etki daha çok yaşlı yaprak uçlarından başlayıp, yaprak ayası ve sapına doğru ilerleyerek nekrotik lekeler kadar dönüşen belirtiler şeklinde görülmektedir (Aktaş, 2002).

Tuzluluk, çoğunlukla yapraklarda erken yaşlanmaya da neden olmaktadır (Sahu ve Mishra, 1987; Yeo ve ark., 1991). Yaprak yaşlanması genellikle protein veya klorofil konsantrasyonundaki azalma (Chen ve Kao, 1991; Chen ve ark., 1991) ve hücre zarı geçirgenliğindeki artışla ifade edilmektedir. Tuz stresinin neden olduğu yapraklardaki erken yaşlanma ile lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehit (MDA) arasında pozitif bir korelasyon olduğu, MDA birikimindeki artışın iyon sızması ile paralellik gösterdiği ortaya konmuştur (Tuna ve ark., 2008).

Yüksek tuz konsantrasyonlarının yeşil aksam ve kök gelişimi, su kullanım etkinliği gibi parametreleri de olumsuz etkilediğini bilinmekte ancak bu durum tuza dayanıklı bitki türlerinde daha düşük düzeyde seyretmektedir (Grewal, 2010).

2.5. Tuz Stresine Karşı Bitkilerin Adaptasyon Mekanizmaları

Bitkilerin tuz stresine karşı göstermiş oldukları adaptasyon yüksek tuz konsantrasyonlarında büyüebilme ve yaşam döngülerini tamamlayabilme yeteneği olarak belirlenmektedir (Parida ve Das, 2005). Doğadaki her türlü biyotik ve abiyotik kökenli strese karşı bitkiler savunma mekanizmaları geliştirerek büyüme ve gelişmelerini olumsuz koşullara uyum sağlayarak devam ettirmeye çalışmaktadırlar. Bitkilerde tuza dayanıklılık, ya protoplazmada ulaşılan aşırı tuz miktarının düzenlenmesi ile yani tuz regülasyonu yolu ile tuzdan kaçınma ya da artan iyon konsantrasyonu ile biraraya gelen toksik ve osmotik etkileri tolere etme yeteneği ile sağlanabilmektedir. Adaptasyon mekanizmaları genellikle üç şekilde ortaya çıkmaktadır (Dajic, 2006).

Bu mekanizmalar;

Tuzun bünyeye alınmaması (Na pompaları): Bu mekanizmada kök ve sürgünlerdeki tuz taşımının engellenmesi söz konusudur. Bu engellenme köklerde ultrafiltrasyon denilen filtre sistemi vasıtasıyla gerçekleştirilir (Botella ve ark., 2005). Örneğin, köklerdeki taşınım bariyerleri tarafından oluşturulan ultrafiltrasyon, iletim sisteminde tuzluluğun çok yüksek hale gelmesini önlemektedir. Bazı bitkiler, kökleri ile topraktan Na^+ almasına rağmen fazla Na^+ 'u kök, gövde ve yapraklarında depolayarak, genç yapraklara ve genç meyvelere tuz taşınım miktarını azaltırlar (Larcher, 1995). Kökten tuzu uzaklaştırmanın bir diğer yolu da, bitkilerin, kök hücrelerindeki Na^+ pompaları ile fazla sodyumu ortama geri vermesi böylece

sitoplazmadaki sodyum konsantrasyonunu kendilerine uygun durumda tutmaya çalışmalarıdır (Yang ve ark., 1990). Tuz stresi altında bulunan glikofitler genelde Na^+ ve K^+ iyonlarının geçişlerini engelleyerek kendilerini tuz stresine karşı koruma eğilimindedir. Tuza dayanıklı bitkilerin tuzdan korunmanın ilk yeri köklerdir. Yüksek tuz konsantrasyonunda bitki tuzları ya içeri almamakta veya bünyesine giren tuzu, enerji kullanarak dışarı atarak kurtulmaktadır (Cheeseman, 1988; Murata ve ark., 1994).

Tuzun eliminasyon (eleme, atma) veya vakuollerde biriktirilmesi ile uzaklaştırılması: Bitkiler fazla tuzdan tuz içeren yaprakların dökülmesi ile uzaklaşırlar. Bu uzaklaştırma yapraklarda lokalize tuz salgı tüyleri ve tuz bezleri tarafından gerçekleştirilir (Muns ve Tester, 2008). Tuz salgı bezleri tuzu dışa salgılamakta, tuz tüyleri fazla tuzu vakuollerinde biriktirir. Her iki durumda da tuz aktif dokulardan uzaklaştırılır (Breckle, 2002) Halofitler ve tuzlu topraklarda yaşayan bitkiler, hücre özsularında tuz biriktirerek osmotik potansiyellerini azaltırlar ve turgorlarını korumaya çalışırlar. Munns (2002) tuza toleranslı bitkilerin hassas olanlara göre bünyelerine aldıkları Na^+ ve Cl^- gibi toksik iyonları vakuollerde biriktirilerek hücre duvarı ve sitoplazmada oluşabilecek yıkımların engellendiğini, böylece tuz toksitesinden kendilerini koruduklarını bildirmiştir.

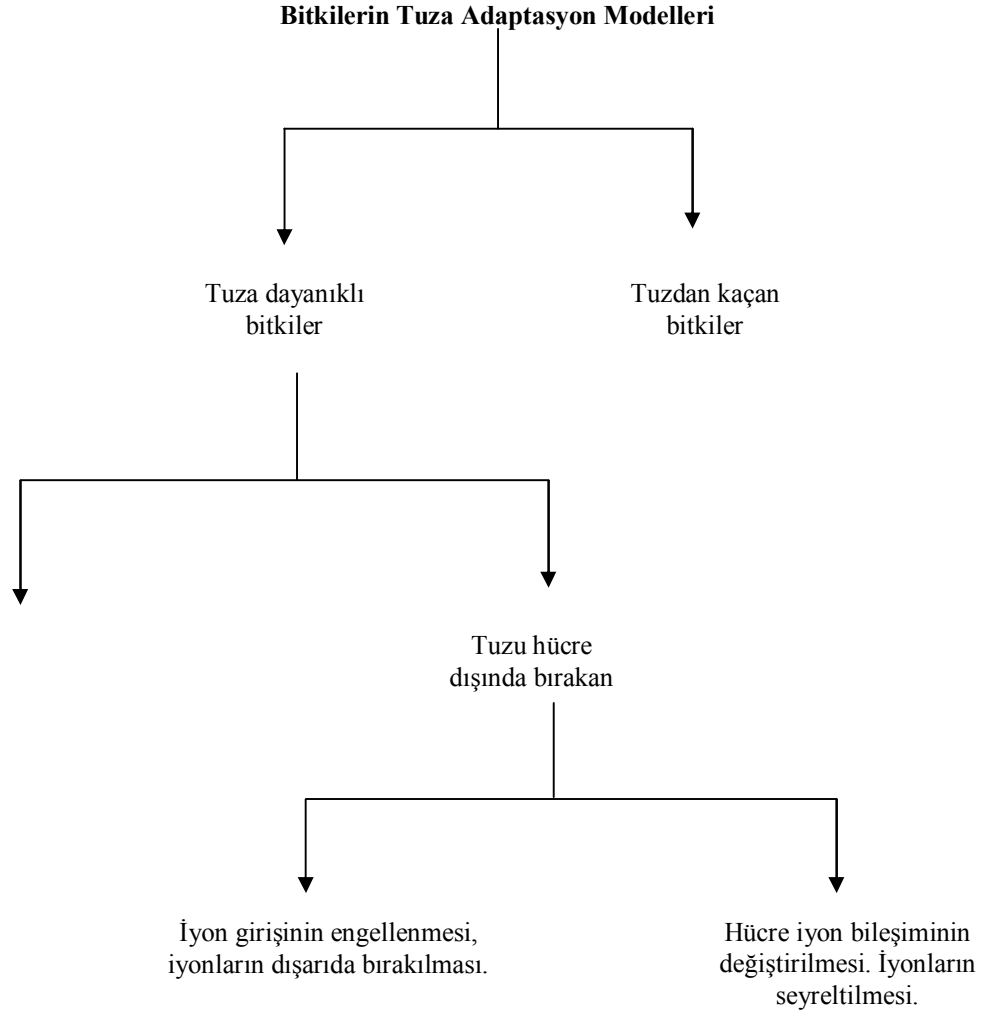
Bitki dokularında suculenlik kazanma veya Hızlı büyüme ile tuzun seyreltilmesi: Succulentlik, yaprak dokusundaki fazla tuzun seyreltilmesini sağlayan mekanizmadır (Glenn ve ark., 1999). Succulent yapı, halofitik bitkilerde sünger ve su içeren depo parankiması oluşturan hücrelerin hacimlerinde ve yaprak kalınlığında artış ve stoma sayısında azalmadır (Dajic, 2006). Hızlı büyümede ise, bitkiler tuz stresine karşı birim hacimde alınan tuzu bünyede seyrelterek tuzu tolere etmeye çalışırlar (Tal, 1983; Tattini ve ark., 1994).

2.6. Bitkilerin Tuza Dayanım Sınıfları

Bitkiler tuza hassasiyet durumuna göre glikofitler ve halofitler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Yüksek tuz konsantrasyonuna sahip toprakların doğal bitki örtüsü halofitler olarak adlandırılır (Jennings ve ark., 1980). Halofitlerin önemli özellikleri NaCl tuzunu osmotik madde olarak kullanması yani hücre içindeki su potansiyelini korumak için tuzu iyonlarına ayırarak depolamasıdır (Maathuis ve ark., 1992). Bu bitkiler, fazla miktarda bulunan Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarını alıp yapraklarında biriktirme yoluyla tuzluluğa karşı drenaj gösterirler. Yapraklarda biriken tuzları topraktaki düşük ozmotik potansiyeli ayarlamak için kullanılırlar. Bu ozmotik ayarlamamanın önemli bir yanı, biriken tuzların hücre vakuollerinde izole edilmesidir. Böylelikle, tuzun sitoplazma ve organeller de düşük oranlarda tutularak metabolizma ve enzim aktivitesine zarar vermesi engellenir (Lauchi ve Epstein, 1984; Dikilitaş, 2003). Bazı halofitler ise, iyonları kese ya da baloncuk adı verilen özel dokusal yapılarda depolayarak tuzu bitki hücrelerinin dışında tutmaktadırlar. Örneğin, *Spartina*, *Armeria*, *Limonium* ve *Glauca* (Deniz süt otu) türleri saatte yaklaşık 0.5 µl tuz solusyonunu baloncuklarda depolayarak hücre dışına atabilmektedirler (Long ve Mason, 1983). Örneğin, Avustralya'ya özgü tuz çalısı olarak da adlandırılan bir bitki Na⁺ and Cl⁻ iyonlarını dokularında kontrol edebilen bir mekanizma geliştirmiş, bu mekanizmaya göre yaprakların yaşı ile hücre içindeki tuz konsantrasyonları paralellik göstermekte olup mevsim sonuna doğru düşen yapraklar ile bitkide bulunan tuz da atılabilir hale gelmektedir. Böyle bitkilerin yapraklarını dökmeden önce hasat edilmesi toprakta mevcut tuz konsantrasyonunu azaltmaya yönelik çalışmada kullanılacağı gibi elde edilen hasadın hayvan yemi olarak kullanılması da mümkün görünmektedir.

Glikofitler, tuza hasas bitkiler olup yüksek tuz konsantrasyonlarına adapte olamazlar (Yılmaz ve ark., 2011). Tuzluluğa hassas glikofit bitkilerin verim kaybı olmaksızın en fazla 1.5 dS/m EC değerine dayanabildikleri ve kademeli olarak her bir birim artışının bitkilerde farklı oranlarda verim kaybına yol açtığı rapor edilmiştir. Değerin 8 dS/m'ye ulaşmasının genelde bu bitkilerde verimin sifıra indiği, dayanıklı bitkilerde (halofitler) ise 10.0 dS/m'ye kadar verim kaybının olmadığı belirlenmiştir (Maas, 1985).

Bitkilerin tuza dayanımı durum aşağıdaki şekilde özetlenmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Bitkilerin tuza adaptasyon modelleri (Waisel, 1991).

2.6.1. Kültür bitkilerinin tuza dayanım durumları

Her bir kültür bitkisinin tuz stresine karşı göstermiş oldukları direnç birbirlerinden farklı olsa da kültür bitkilerinin neredeyse tamamı tuza duyarlıdır. Genellikle 100 mM NaCl' ün üzerinde tuza dayanıklı kültür bitkisi yok denecek kadar azdır. Örneğin, meyveler çok hafif tuzluluğa dayanıklıyken, domates orta tuzluluğa dayanıklıdır, arpa, şeker pancarı, pamuk gibi bazı tarla bitkilerinin ise tuza dayanıklı olduğu bilinmektedir (Maas, 1986). Bazı bitki çeşitlerinin sınır EC değerleri ve bu değerlerin üzerinde ürün azalması aşağıdaki çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Toprak tuzluluğu ile kültür bitkilerinin verimi arasındaki ilişki (Chinnusamy, 2005).

Bitki Çeşidi	EC (eşik değeri) dS/m	Verimdeki Nispi Kayıp (Her dS/m'deki % kayıp)
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (Fasulye)	1.0	19.0
<i>Solanum melongena</i> L. (Patlıcan)	1.1	6.9
<i>Allium cepa</i> L. (Soğan)	1.2	16.0
<i>Capsicum annuum</i> L. (Biber)	1.5	14.0
<i>Zea mays</i> L. (Mısır)	1.7	12.0
<i>Solanum tuberosum</i> L. (Patates)	1.7	12.0
<i>Brassica oleracea</i> L. (Lahana)	1.8	9.7
<i>Lycopersicon esculentum</i> mill. (Domates)	2.5	9.9
<i>Oryza sativa</i> L. (Çeltik)	3.0	12.0
<i>Arachis hypogaea</i> L. (Yerfıstığı)	3.2	29.0
<i>Soja hispida</i> Moench. (Soya fasulyesi)	5.0	20.0
<i>Triticum sp.</i> L. (Buğday)	6.0	7.1
<i>Beta vulgaris</i> L. (Şeker pancarı)	7.0	5.9
<i>Gossypium sp.</i> L. (Pamuk)	7.7	5.2
<i>Hordeum vulgare</i> L. (Arpa)	8.0	5.0

Bitkilerin birçoğunda toprakta tuz miktarı arttıkça verim düşmekte ve tuzsuz toprağa kıyasla hafif tuzlu topraklarda verim %10, orta tuzlu toprakta %25 ve yüksek tuzlu toprakta %50 civarında azalmaktadır (Dinç, 1998).

Trajkova ve ark. (2006), Na^+ , Cl^- ve Ca^{++} tuzlarının hıyar bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, bitkilerin bir kısmına EC 3.0 ve 5.0 dS/m olacak şekilde NaCl, diğerine ise CaCl_2 tuzları kullanarak 134 gün süresince tuz stresine maruz bırakmış ve araştırma sonunda her iki tuz stresi karşısında bitkilerin yaş ağırlık, kuru ağırlık ve meyve veriminde azalma meydana geldiğini belirtmiştir. NaCl kullanılarak oluşturulan tuz ortamında bitkilerin genç ve yaşlı yaprak dokularında Na^+ ve Cl^- iyon konsantrasyonlarında artış, K^+ ve Mg^{++} iyon konsantrasyonlarında ise azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Güneş ve ark. (1996), tuz stresi uyguladıkları biber bitkilerinde tuzluluğun kuru madde ağırlığında azalmaya neden olduğunu, büyüme ve gelişmenin engellendiğini bildirmişlerdir.

Yurtseven ve Bozkurt (1997) yaptıkları bir çalışmada dört farklı sulama suyu tuzluluğu ve iki farklı sodyum absorpsiyon oranının (SAR) marul bitkisinde verim ve kaliteye etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucu olarak sulama suyu tuzluluğu ve sodyumluluğundaki artışa bağlı olarak marul veriminde önemli azalmalar olduğunu belirtmişlerdir.

Yurtseven ve Baran (2000) brokoli bitkisi için sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının verim ve mineral madde içeriğine etkisini araştırmışlardır. Bitki verimi üzerine sulama suyu tuzlulukları ile sulama suyu miktarlarının her ikisi de etkili olurken, kuru madde ve toplam kül değerleri üzerinde sadece tuzluluklar etkili olmuştur. Verimde 6 dS/m düzeyinden itibaren önemli azalmalar olmuş, sulama suyu miktarındaki artış da verimi azaltmıştır.

Yurtseven (2000) tuzluluğun patlıcan bitkisinin bitki su tüketimine etkisini araştırmış ve tuzluluk artışı ile bitki su tüketiminin azaldığını belirlemiştir. Bu azalma toprak ortamındaki çözelti konsantrasyonunun sulama suyu ile iletilen tuzlar nedeniyle artması ve bunun bir sonucu olarak ozmotik basıncın yükselmesinin bitki su alımını zorlaştırmasından kaynaklanmıştır.

Yurtseven ve ark. (1996) biber bitkisinde sulama suyu tuzluluklarının etkilerini çimlenme ve fide oluşumu dönemleri ile sonraki bitki gelişme dönemlerinde

incelemişlerdir. Biberde çimlenme üzerine 3 dS/m lik tuzluluk düzeyinin önemli bir etki oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Meloni ve ark. (2001) farklı NaCl seviyelerinin (50, 100 ve 200 mM) pamuk bitkisinde kök, gövde ve yaprak biyokütlesinde önemli düzeyde azalışa neden olduğunu yüksek tuz seviyelerinde bitkide Na^+ ve Cl^- iyon içerikleri artarken K^+ iyon içeriklerinin azaldığını bildirmişlerdir. Yüksek tuz seviyesinde kontrole oranla prolin içeriğinin %36 oranında arttığını bu durumun tuz stresine karşı bitkinin göstermiş olduğu tepkiden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Domates ve Tuz İlişkisi

Anavatanı Orta ve Güney Amerika olan domates bitkisi *Lycopersium esculentum* mill. türüne giren kültür bitkilerinin taze meyveleridir. MÖ 5000 yılından beri Perulular tarafından kullanılmaktadır. Domatesin Meksika'dan diğer ülkelere yayıldığı tahmin edilmekte ve tarımının da 1900' lü yıllarda ağırlık kazandığı bilinmektedir (Jenkins, 1948).

Toprak tuzluluğu etkileri diğer bitkilerde olduğu gibi domates bitki gelişimi ve verimi üzerinde de olumsuz etkiye sahiptir. Domates bitkisinde en önemli tuz zararı verimde azalmalar şeklinde kendisini göstermektedir. Domates, verimde azalma olmaksızın 2.5 dS/m' e kadar tolerans göstermektedir (Maas, 1986). Domates için 2.5 dS/m olan eşik tuzluluk düzeyinin bir birim artışı için verimde %9.9 azalmanın olduğu saptanmış ve tuzluluğa orta derecede duyarlı bir bitki olduğu rapor edilmiştir (Hoffman ve ark., 1992).

Orta tuzlu (8-9 dS/m) koşullarda yetişen domateste ise verim kayıpları %50 seviyesine kadar ulaştığı belirtilmiştir (Bernstein ve ark., 2001).

Hajer ve ark. (2006) artan tuz konsantrasyonunda domates bitkilerinin kök, gövde ve yaprak kuru ağırlığında azalmaların görüldüğünü, artan tuz dozlarının su ve iyon alımını değiştirdiğini ve bunun da bitki köklerinde büyüme, fizyolojik ve morfolojik değişimlere sebep olduğunu tespit etmişlerdir.

Yine yapılan başka bir çalışmada bitkilerde tuz stresi altında kuru ağırlıkların azalma nedeninin Na^+ ve Cl^- iyonlarının etkisi ve osmotik düzenlemeye bağlı olabileceği ifade edilmiştir (Al-Rawahy ve ark. 1992; Mulholland ve ark. 2003). Meyve sayısının azalması salkım sayısındaki çiçeklenmenin azalması ile

gerçekleştiği belirtilmiştir (Gonzalez ve ark., 1993; Grunberg ve ark., 1995). Bunun en önemli nedenlerinden biri tuzlu koşullarda, çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme başlangıcındaki su alımının sınırlı olması, potasyum alımındaki azalmalar sonucu çiçek oluşumunun azalması olarak gösterilmektedir (Menary ve Van Stalen, 1976, Adams ve Ho, 1992). Düşük tuz konsantrasyonlarında ise bitkideki meyve sayısı aynı kalırken, meyve büyüklüğü azalmaktadır. Yüksek tuz konsantrasyonlarında ise hem meyve sayısı hem de meyve büyüklüğü azalarak verim düşmektedir (Cuartero ve Soria, 1997).

Yurtseven ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada 0.25, 2.5, 5.0, ve 10 dS/m tuzlu sulama sularıyla domates yetiştirilmiş ve tuzluluğun artmasıyla birlikte verimde düşüşler belirlenmiştir. Tuzluluğun 0.25 dS/m'den 10 dS/m yükseltilmesi bitki başına verimin 1830 gramdan 268 grama düşüşüne neden olmuştur. Söz konusu çalışmada tuzlulukla birlikte verim düşüşlerinin 2.5 dS/m sulama suyu tuzluluk düzeyinden itibaren görüldüğü belirtilmiştir.

Yüksek tuz içeriğine sahip topraklarda yetiştirilen domates bitkilerinde, köklerle birlikte yüksek oranda Na^+ iyonu alınmakta ve bu iyonun bitki organlarına taşınması ile bünyedeki miktarı artmaktadır. K^+ ve Ca^{++} miktarı ise alımlarındaki ve taşınımındaki azalma ile organlardaki oranları düşmektedir. K^+ ve Ca^{++} iyonları fizyolojik olaylarda anahtar rol oynarken, Na^+ iyonunun besin elementi olarak etkisi yoktur. Ayrıca Na^+ iyonunun K^+ ve Ca^{++} iyonlarına karşı artış göstermesi iyon dengesizliğine neden olmaktadır (Al-Karaki, 2000).

Petersen ve ark. (1998) tuzlu koşullarda yetiştirilen domates meyvelerinin karotenoid miktarının yüksek olduğunu bildirmiştir. Domateste toplam karoten ve likopen seviyelerinde 4.4 dS/m'ye kadar artış tespit edilmiş, ancak bu seviyeden sonra karoten ve likopende tuzluluktaki artış ile azalmalar olduğu bulunmuştur (Pascale ve ark., 2001).

2.6.2. Halofit bitkilerin tuza dayanım durumları

Halofit terimi “halo” tuz ve “phytos” bitki kelimelerinin birleşmesinden meydana gelmiştir ve tuzu seven, tuzlu yerlerde yaşayan bitkiler anlamında kullanılır (Waisel, 1972; Glenn, 1999). Halofitler genel olarak 200 mM ve üzeri NaCl eş değeri tuzlu koşullarda yaşayabilen ve yaşam döngüsünü devam ettiren bitkilerdir. Bazı halofit bitki türleri ise üst sınır olarak kabul edilen deniz suyu seviyesine yakın (40-50 dS/m) EC değerine sahip sulama sularında veya tuzlu topraklarda (yaklaşık 400-550 mM NaCl eş değeri) yaşamlarını sürdürebilirler (Colmer ve Flowers, 2008).

Halofitlerin tuzluluğa toleransı genel bitki fizyolojisi kapsamında ele alınmış, daha çok tuzun alınımı transferi ve hücrelerde depolanması konularını içermiştir (Flowers ve Colmer, 2008). Fizyolojik ve biyokimyasal çalışmalar tuzluluğa toleransın fizyolojik adaptasyon ile yakından ilgili olduğunu göstermiş, bunlar iyonların ayrıştırılması (Blits ve Gallagher, 1991), osmolit üretimi (Lutts ve ark., 2004), çimlenme tepkileri, osmotik adaptasyon, sukkulent yaprak durumu, seçici taşınım, iyon alınımı, enzim tepkileri ve tuzun hücrelerden atılması ve genetik kontrol (Flowers, 2004) kapsamında ele alınmıştır. Bazı halofit türleri ise topraktan tuzu absorbe ederek vakuollerinde ve yaşlı yapraklarında muhafaza ettiği gibi topraktan aldığı suyu bünyesinde bulunan tuz ve diğer zararlı iyonları çözmek için kullanır veya yüksek miktarlarda salgıladığı absisikasit ile yaşlı yaprakların kopmasına neden olarak tuzu bünyesinden dolaylı olarak uzaklaştırır. Bazı yalancı halofit türleri ise (halofite yakın türler veya kültür bitkilerinin yabancı türleri) özel kök ve iletim sistemi yapıları ile topraktaki tuzu düşük oranlarda alır ve bitkinin üst kısımlarına taşır ve bu sayede aşırı tuz stresinden kurtulmuş olur.

2.7. Tuz Stresi Altında Bitkilerde K/Na ve Ca/Na Oranları

Sodyum klorürün ortamda fazla olması hücrelerde Na^+ ve Cl^- iyonlarının konsantrasyonunun artmasına ve hücresel sistemlerde bozulmalara neden olmaktadır. Sodyum bitkide hem floem hem de ksilem iletim demetleri içinde hareket edebilme yeteneğine sahiptir. Bu da diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açmaktadır (Bohra ve Döffling, 1993; Marschner, 1997; Kuşvuran, 2004). Genellikle NaCl 'ün artması ile potasyum iyonunun eksikliği görülmektedir (Naidu, 1994). Tuzlu şartlarda köklerden yeşil aksama potasyum transferi daha güç olmasının yanısıra bitki bünyesine daha fazla alınan potasyum, sodyum tuzluluğuna karşı engelleyici bir etki yaratmaktadır (Botella ve ark., 1997). Potasyum protein sentezinde ve osmotik düzenlemede de önemli bir makro elementir ve bitkinin içerdiği yüksek K^+ miktarı tuz toleransını arttırmaktadır (Alfocea ve ark., 1993).

Domates ve kırmızı lahanada yapılan çalışmalarda; tuzlu koşullarda K^+ iyonu eksikliğinin, Na^+ iyonunun rekabetinden kaynaklandığı, yani Na^+ iyonun K^+ iyonu alımını engellediği saptanmıştır (Guerrier, 1984). Tuz konsantrasyonunun yüksek olduğu ortamlarda sadece K^+ alımının azalmadığı, bunun yanında Ca^{++} ve Mg^{++} iyonlarının alımının da önemli derecede azaldığı domates, kavun ve patlıcanlarda yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir. Bu iki besin elementinin eksikliğinde ortamdaki yüksek miktarda bulunan Na^+ iyonlarının etkisi yüksek bulunmuştur (Savvas ve Lenz, 2000).

Bitkilerde K/Na, Ca/Na oranının yüksek olması tuza toleransı arttırmaktadır. K/Na oranının yüksek olması demek bitkilerin Na^+ yerine K^+ tercih ettiğini göstermektedir (Al-Karaki, 2000).

Yang ve ark. (1990) iki farklı sorgum genotipinde yapmış oldukları çalışmada tuza toleranslı genotipin kök ve yeşil aksamda K/Na oranı yüksek bulunurken, tuza duyarlı genotipe K/Na oranını düşük bulmuşlardır.

2.8. Bitkilerde Tuzluluğa Uyumun Fizyolojik ve Biyokimyasal Belirtileri

Bitkiler büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyebilecek biyotik ya da abiyotik stresle karşılaştıklarında biyokimyasal ve fizyolojik olarak çeşitli tepkiler vermektedir (Bray ve ark., 2000; Dikilitaş ve ark., 2009). Bitkilerde tuz stresi birçok olumsuzluklara sebep olmaktadır. Bunlar, bitki büyümesindeki değişimler, iyon toksisitesi, artan solunum oranı, azalan fotosentez etkinliği (Hasegawa ve ark., 2000; Munns, 2002; Kao ve ark., 2003) mineral bozukluklar, kalsiyum iyonlarının yerine sodyum iyonlarının geçmesiyle sonuçlanan membran kararsızlığı (Marschner, 1986), membran geçirgenliği (Gupta ve ark., 2002), hayati enzimlerin (özellikle antioksidant enzimlerin) yapılarının bozulması (Murguia ve ark., 1995), gibi fizyolojik işlevleri etkilemektedir.

Genellikle bitkilerin potasyum, çözülebilir şeker, prolin ve betain gibi ozmo regülatörler ile tuz stresine adaptasyonun sağlandığı belirtilmiştir (Hong- Bo ve ark., 2006b; Kaya ve ark., 2007).

2.8.1. Tuz stresi ve fotosentez

Bitki büyümesinin sürdürülmesinde en önemli fizyolojik işlev fotosentezdir. Büyüme etkileyen çevresel stresler fotosentezi de etkilemektedir (Parida ve Das, 2005). Fotosentetik aktivite, yüksek tuz konsantrasyonunda zarar görür. Bunun nedeni, stomaların kapanmasına bağlı olarak gerçekleşen stoma kaynaklı sınırlamalar olabilmektedir (Shannon, 1998; Hare ve ark., 1997; Ashraf, 2004). Tuz stresi ortamın osmotik basıncını artırarak kullanılabilir su içeriğini azaltır. Bu durumla karşı karşıya kalan bitkiler transpirasyon yoluyla su kaybını engellemek için stomalarını kapatırlar. Kapanan stomalarda stoma iletkenliği azalır (Munns ve Tester, 2008). Stoma iletkenliğinin azalması sonucunda kloroplastlara giren CO₂ miktarı sınırlandırılır. Tuz toksisitesi, stomaların kapanmasına ve CO₂ alımının azalmasına yol açtığından, CO₂'e karşı permeabiliteyi azaltan hücre membranlarının dehidrasyonu, sitoplazmada bulunan enzim aktivitesindeki değişiklikler, bitkinin erken yaşlanmasına neden olmaktadır. (Iyengar ve Reddy, 1996).

2.8.2. Tuz stresi ve klorofil

Tuz stresi bitki yapraklarında klorofil içeriğini etkilemektedir (Fedina ve ark., 2003). Bu parametreler bitki türü (Dubey, 1994) stresin şiddeti ve süresi (Mishra ve ark., 1997) ile ilişkilidir. Bitkilerin yaprak dokusundaki toplam klorofil ve karotenoid içeriği tuz stresi altında genellikle azalmaktadır (Agastian ve ark., 2000; Tuna ve ark., 2008). El-Tayeb (2005) artan tuz konsantrasyonunun arpa fidelerinde fotosentetik pigmentlerin (klorofil *a*, *b* ve karotenoidler) miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Yine, Turan ve ark. (2007) mercimek (*Lens culinaris* L. var. Sultan) fidelerinin toplam klorofil içeriğinin kontrole göre tuz uygulamalarında önemli düzeyde azaldığını rapor etmişlerdir.

Hajer ve ark. (2006) üç domates çeşidinde (Trust, Grace ve Plitz) farklı deniz suyu konsantrasyonlarının klorofil *a* ve *b* içeriklerini azalttığı, buna karşın klorofil *a* içeriğinin klorofil *b*'ye göre daha düşük olduğu bildirilmişlerdir. Klorofil *a/b* oranındaki artışın tuza dayanıklılık ile ilgili önemli bir parametre olduğu vurgulanmıştır (Öncel ve Keleş, 2002).

Seemann ve Critchley (1985) ile Aranda ve Syvertsen (1996) yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar olduğunu ve azalan fotosentez etkinliği nedeniyle bitki gelişiminde gerilemelerin ortaya çıktığını rapor etmişlerdir.

2.8.3. Tuzun bitkilerde prolin birikimine etkisi

Tuz stresine maruz kalan bitki hücrelerinde çoğunlukla ölçülen metabolit prolindir (Jones ve ark., 1993). Prolin genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşen, bitkinin dayanım yeteneğini sağlaması bakımından bir indikatör görevi yapan, suda çözünebilir bir aminoasittir (Bian ve ark., 1988). Osmolit olarak görev yapmasının yanında, hücrelerin stabilizasyonu, sitozolik pH'nın ayarlanması ve hidroksil radikallerinin düzenlenmesinde etkili bir organik maddedir (Matysik ve ark., 2002).

Yapılan çeşitli araştırmalarda birçok bitkinin tuza dayanıklı çeşitlerinde prolin konsantrasyonu duyarlı olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Örneğin, tuza

duyarlı (*L. esculentum* Mill. cv. Falcon 82) ve tuza-dayanıklı (*L. pennelli* Corell) iki domates fidesinin NaCl uygulamasının farklı konsantrasyonlarda (50, 100 ve 150 mM) yaprak dokularındaki prolin miktarlarını 24, 48 ve 72. saatlerde arttırdığı belirtilmiştir (Porgalı, 2001).

Misra ve Gupta (2005) Mungo fasulyesinde (*Phaseolus aureus*), tuz stresi karşısında prolin birikiminin belirlenmesine yönelik yaptıkları bir çalışmada, tuza tolerant T-44 ve tuz stresine hassas SML-32 çeşitlerini kullanmışlardır. Bitkiler tuz içermeyen kontrol ve farklı tuz konsantrasyonlarına (50 ve 100 mM NaCl) maruz kaldıklarında her iki çeşidinde prolin birikimi görülmesine rağmen, T-44 çeşidinde prolin miktarı daha yüksek bulunmuştur. Tuz stresi karşısında çeşitlerin yaprak dokularında glisinbetain içerikleri bakımından meydana gelen değişimlerin incelendiği çalışmada tolerant olan T-44 çeşidinin stres süresince bünyesinde daha fazla glisinbetain biriktirdiği belirlenmiştir. Ayrıca prolin ve glisinbetain gibi organik maddelerin turgorun korunmasında önemli rol oynadığı, böylece tuza toleransı arttırmada etkili olacağı ifade edilmiştir.

Turan ve ark. (2009) mısır bitkisinde yaptıkları bir çalışmada 100 mM NaCl uygulayarak bitkileri tuz stresine maruz bırakmışlardır. Tuz uygulanan bitkilerde, kontrol bitkilerine oranla biyomas, fotosentez oranları, K miktarı ve K/Na oranı ile klorofil miktarı bakımından azalmalar meydana gelmiştir. Çalışmada bitkiler prolin içerikleri bakımından da değerlendirilmiş, tuz uygulaması mısır bitkilerinde prolin konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. Araştırmacılar toprak tuzluluğunun bitki gelişimini olumsuz etkilediğini, prolin gibi ozmoregülatörlerin tuz stresi karşısında arttığını, prolin ve Na⁺ arasında oluşturulacak korelasyonların tuz stresi çalışmalarında hücrel mekanizmaların çözümlenmesi için önemli parametreler olabileceğini vurgulamışlardır.

Biber (*Capsicum annum*) üzerinde yapılan bir çalışmada NaCl uygulaması ile bitkide prolin içeriğinin arttığı buna karşılık klorofil içeriğinin azaldığı belirlenmiştir (Güneş ve ark., 1996).

Ancak durum halofitler bakımından daha farklıdır. Örneğin tuz gölünde bulunan halofitlerinden *Frankenia hirsuta* L. (86.63 dmol prolin g⁻¹ taze ağırlık), *Artemisia herba-alba* Asso (40.19 dmol prolin g⁻¹ taze ağırlık) ve *Zygophyllum*

fabago L. (37.29 dmlol prolin g⁻¹ taze ağırlık) çok daha yüksek miktarlarda prolin sentezlemişlerdir (Çakırlar ve ark., 1987).

2.8.4. Tuzun bitkilerde malondialdehid (MDA) birikimine etkisi

Malondialdehid (MDA); membranlarda doymamış yağ asitlerinin parçalanması sonucu meydana gelen bir ürün olup stres koşullarında artması nedeniyle MDA miktarının belirlenmesi, toleransın belirlenmesinde önemli bir parametredir (Dolatabadian ve ark., 2008).

Kuşvuran ve ark. (2007b) tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılığın ortaya konulması amacı ile bitki biomas değerleri, yapraklarda iyon birikimi ve MDA miktarındaki artışı incelenmişlerdir. Araştırmada, kavunda tuz stresi zararının Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının toksik etkisinden kaynaklandığı, bu iyonları bünyelerinde az bulunduran genotiplerin tuza toleransının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan MDA ölçümleri sonucunda tuza tolerant kavunların MDA miktarlarında azalma meydana geldiği, hassas genotiplerde ise MDA miktarında artışların fazla olduğunu bildirmişlerdir.

2.8.5. Plazma membran geçirgenliği ve proteinlere tuz stresinin etkileri

Abiyotik stres faktörlerinin ilk belirtilerinden birisi spesifik membranların hasar görmesidir (Holmberg ve ark., 1998). Tuzdan ilk etkilenen kısım olan plazma membranı geçirgenliği, farklı genotiplere ait hücrelerde farklılık göstermektedir. Tuzluluk şartlarında, hücre zarı hasarının tuza duyarlı bitkilerde daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Mansour ve ark., 2004).

NaCl tuzluluğunun membran yapısında sebep olduğu değişimlerle ilgili yapılan çalışmada, *Dactylis glomerata L.* (domuz ayrığı)'da 200 mM NaCl uygulamasının plazma membranında bozulmalara ve yapraklarda kıvrılmalara neden olduğu; hücrelerin sitoplazmalarında membrana bağlı keseciklerin gözlendiği ifade edilmiştir (Gupta, 2007). Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde ise membran geçirgenliği artmış ve bağıl su içeriği azalmıştır (Yakit ve ark., 2006).

Tuz stresi nedeniyle enzim sentezi olumsuz yönde etkilenmekte olup protein yapımı azalmaktadır (Robinson ve ark., 1983; Tuna ve ark., 2008). Yüksek Na⁺, protein sentezinde çeşitli aksaklıklara neden olmaktadır (Parvaiz, ve Satyawati, 2008). 100 mM NaCl içeren kum kültüründe yetiştirilen nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinin gelişmekte olan fidelerinde protein seviyesinde belirgin bir azalma belirlenmiştir (Murumkar ve Chavan, 1986).

2.8.6. Tuz stresi ve bitkilerde enzim mekanizmaları

Tuz stresi, bitkilerde ozmotik etki oluşturarak su eksikliğine neden olmakta ve su eksikliğinde serbest oksijen radikallerinin oluşumunu tetiklemektedir (Parida ve ark., 2005). Bitkiler stres koşullarında su kaybını en az düzeye indirebilmek için stomalarını kapatmakta ve su kullanım aktivitesi sağlamaya çalışmaktadırlar. Ancak stomaların kapanması ile yeteri kadar CO₂ fiksasyonu sağlanamamaktadır. CO₂ indirgenmesinde kullanılmayan elektronlar, O₂'nin indirgenmesinde rol oynamakta ve böylece serbest oksijen radikallerinin oluşumuna neden olmaktadır (Asada, 1994; Foyer ve ark., 1994; Makela ve ark., 1999).

Bitkiler oksidatif zararın yol açtığı yıkıcı etkilerden korunmak için, değişik miktarlarda antioksidanlara ve antioksidatif enzimlere sahiptir (Asada ve Takahashi, 1987; Yeo ve ark., 2000). Koruyucu mekanizmalar bu zararlı reaksiyonların etkilerini en aza indirebilecek şekilde çalışırlar. Bu savunma hem enzimatik hem de enzimatik olmayan mekanizmaları kapsamaktadır (Scandalios, 1997; Dikilitaş ve Karakaş, 2010).

Enzimatik olmayan antioksidanlar; tripeptid olan glutasyon, sistin, hidrokinonlar, askorbat (Vitamin C), lipofilik, vitamin E (α - tokofenol), flavonidler, karotenoid pigmentler, alkaloidler gibi genellikle ufak moleküllerdir (Larson, 1988; Dikilitaş ve ark., 2012).

Enzimatik antioksidanlar; kloroplastlardaki ve mitokondrideki H₂O₂'yi temizleyen askorbat peroksidaz (APX) ve glutayon redüktaz (GR), H₂O₂'yi etkili bir şekilde yok eden katalaz (CAT) ve süperoksit anyonlarını temizleyen süperoksit dismutazı (SOD) içine alır (Scandalios, 1997). Stres sonucu bitki hücrelerinde oluşan süperoksit radikalleri, süperoksit dismutaz (SOD) enziminin reaksiyonu ile hidrojen

peroksidi (H_2O_2) dönüştürülür (Altınışık, 2000; Mittiova ve ark., 2002). SOD'un katalizlediği reaksiyon sonucu oluşan ve kuvvetli bir oksidant olan H_2O_2 'nin hücrede birikimi, katalaz ya da askorbat- glutatyon döngüsü ile önlenir. Detoksifikasyonun enzimatik mekanizması, dehidroaskorbat redüktaz, glutatyon redüktaz ve diğer enzimleri içermektedir (Shalata ve Tal, 1998; Dixit ve ark., 2001; Dikilitaş ve ark., 2009). APX, askorbat – glutatyon döngüsünde hidrojen peroksidi suya indirgemekle görevlidir. Dolayısıyla enzimatik antioksidantlar ve enzimatik olmayan antioksidantlar stresin seviyelerini indirgemekle görevlidirler. Tuzluluğun, farklı bitkilerde antioksidatif sistem üzerine etkileri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu mekanizmaların araştırıldığı kanola bitkisinde 200 mM NaCl uygulamasının altıncı gününde yapraklara 25 mM askorbik asit uygulaması yapılmıştır. Yaprak ve köklerde protein içeriği, klorofil içeriği, prolin birikimi, lipid peroksidasyonu, SOD, CAT ve APX aktiviteleri incelenmiştir. Araştırmacılar tuz stresine bağlı olarak SOD dışındaki bütün enzimlerin kök ve yapraklarda aktivitelerinin arttığını, protein içeriğinin ise azaldığını ancak askorbik asit uygulaması yapılan bitkilerde protein miktarı bakımından artışlar meydana geldiği belirtilmiştir. Tuz stresi süresince MDA miktarı kök ve yapraklarda artış gösterirken, klorofil içeriği de kontrol bitkilerine oranla kayıplar meydana gelmiştir (Dolatbadian ve ark., 2008). Yine Li (2009), 300 mM NaCl uygulaması gerçekleştirilen domates bitkilerinde SOD, CAT, POD ve APX enzim aktivitelerinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Çalışma sonucunda oksijen radikallerinde meydana gelen artışa bağlı olarak bitkilerde enzim aktivitelerinin artış gösterdiği ifade edilmiştir.

Karpuzda 100 mM NaCl uygulaması sonucunda CAT, SOD, APX ve GR enzim aktivitelerinde artış olduğu ifade edilmiştir (Yaşar ve ark., 2008).

Hıyarda yapılan bir çalışmada tuz stresi karşısında bitki bünyesinde Na^+ ve Cl^- iyonlarında artış meydana geldiğini ve buna bağlı olarak MDA miktarı ile birlikte SOD, POD, CAT ve APX enzim aktivitelerinde artış görüldüğü bildirilmiştir. Aynı çalışmada prolin uygulamaları MDA miktarında azalmayı sağlarken, SOD enzim aktivitesinde de azalma meydana geldiğini, yaprak su içeriği ile birlikte POD enzim aktivitesinde artış sağlanırken, CAT ve APX enzim aktivitelerinde herhangi bir değişim oluşturmadığı saptanmıştır (Huang ve ark., 2009). Zhu ve ark. (2004) kabak bitkisinin tuz stresinde CAT ve DHAR enzim aktivitelerinin azaldığını, buna karşın

SOD, APX, POD aktivitelerinin arttığını bildirmiştir. Yine yapılan başka bir araştırmada mısır bitkisinin duyarlı ve toleranslı genotiplerine 100 mM NaCl uygulanmış her iki çeşidin yapraklarında SOD, APX, GPX ve GR enzim aktiviteleri kontrole oranla artmıştır. Enzim aktivitesindeki bu artış toleranslı genotiplerde daha belirgin olup, CAT aktivitesi, toleranslı genotiplerde önemli artış göstermezken tuza duyarlı genotiplerde ise azalmıştır (Neto ve ark., 2006). Domates, buğday, bezelye ve darıda yapılan çalışmalarda tolerant çeşitlerin hassas olanlara göre daha yüksek enzim aktivitesine sahip olduğu ortaya konmuştur (Hernandez ve ark., 2000; Sreenivasasulu ve ark., 2000; Sairam ve ark., 2002; Mittova ve ark., 2004; Sairam ve ark., 2005).

2.9. Tuzlu Toprakların Islahı

Toprakların tuz seviyelerinin azaltılmasında kimyasal ve bitkisel ıslah alanında çeşitli yaklaşımlar ortaya konmuştur. Son yüzyıl içinde tuzlu toprakların ıslahında farklı yaklaşımlar (kimyasal uygulamaları, toprak işleme uygulamaları, bitkisel uygulamalar) kullanılmıştır (Oster ve ark., 1999). En yaygın olarak kimyasal uygulamalar kullanılmıştır. Drenajın yeterliliği tuzluluğun kontrolünde mutlak sağlanması gereken konulardan birisidir. Profil tuzluluğunun kontrolünde gerçekleştirilecek yıkama, sulanan alanlarda tuzluluk yönetiminde en önemli uygulamalardır. Sorunlu toprakların iyileştirilmesi, kök bölgesindeki çözünebilir tuzların yıkanarak, bitkiler için zararlı olmayan düzeylere düşürülerek, topraktan uzaklaştırılması temeline dayanır. İşlem, çözünebilir tuz kapsamı, bitkilerin zarar göremeyeceği düzeye indiğinde tamamlanır. Bunun için saturasyon ekstraktı elektriksel iletkenliği (EC) 4 dS/m, sodyumluluk için ESP=%10-%15 olması gerekmektedir (Sönmez ve ark., 1996). Tuzluluğun belli düzeylerin altına düşürülemediği alanlarda, ekonomik düzeyde ürün elde edebilmek açısından tuza dayanıklı bitki çeşidi seçimi önem kazanmaktadır.

Son on yıl içinde bitki temelli bir yaklaşım olan phytoremediation (bitki ile ıslah) toprakların iyileştirilmesinde öne sürülmüştür (Robbins, 1986a; Ghaly, 2002). Kimyasal işlemlere göre çok ucuz olan bitkisel ıslah metodu birçok gelişmekte olan

ülkelerin küçük işletmeleri için iyi bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Qadir ve Oster, 2004).

Hindistan yarımadasındaki çifçiler tuza dayanıklı otlar ve ağaçlar yetiştirerek tuzlu toprakların yönetiminde önemli bir adım atmışlardır. Toprakların onarımında kullanılan çeşitli ot ve yem türlerinden Bermuda yerel çim olarak bilinen Dub çim, Kallar veya *Leptochloa fusca* (L.); yem kamışı (*Saccharum spontaneum* L.) yerel adı Kans çimi ve *Sesbania* (*Sesbania bispino* Jacq.) tuzlu topraklarda kullanılmıştır (Singh, 1998).

2.9.1. Bitkilerle Toprakların İyileştirilmesi (Phytoremediation)

Phytoremediation (Bitkisel İslah) kirlenmiş alanların ıslahında maliyeti düşük olan alternatif bir ıslah tekniğidir. (Erickson ve ark., 1994; Schnoor, 1997). Phyto eski Yunancada bitki anlamına gelmekte olup remediation ise denge, onarma, düzenleme anlamındadır. Çevresel sorunların giderilmesinde bitkiler kullanılarak kirlenici maddelerin ortadan kaldırılması ve sorunun giderilmesidir. Bu yöntemle bazı bitkiler kullanılarak toprakta ve suda bulunan çeşitli kirleniciler (tuzlar, ağır metaller vb.) bulunduğu ortamdan kolayca ve çok düşük maliyetli bir şekilde uzaklaştırılır ve ortamın onarılması sağlanır (Salt ve ark., 1998; Arthur ve ark., 2005).

Dünyada artan nüfus nedeniyle beslenme gereksinimini karşılamak için önümüzdeki 50 yıl içerisinde üretimde en az iki kat artış gerekmektedir (Howell ve ark., 2001). Dünyada artan nüfus ile beraber artan gıda tüketimi tarım alanlarının en iyi şekilde kullanım ve değerlendirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Yapılan bir çok araştırmada tuza dayanıklı halofitlerin bitkisel ıslahda başarılı bir şekilde yetiştirilebileceği belirlenmiştir. Bu alanların tuza dayanıklı yem bitkisi yetistirciliği ile değerlendirilmesi ile hayvansal üretim için önemli oranda yem kaynağı sağlanabilirliği belirlenmiştir (Glenn ve Watson, 1993).

2.9.2. Toprakların iyileştirilmesinde halofit bitkilerin kullanılma olanakları

Doğada halofitler, toprak tuzluluğunun aşırı miktarda yüksek olduğu alanlarda, deniz kenarlarındaki durgun sularda, sığ göllerin çevrelerinde bulunabildiği gibi karaların iç kesimlerinde de habitat alanları vardır. Bu bitkiler, yiyecek, yem bitkileri, çevre güzelliği gibi farklı yerlerde kullanılmaktadır (Flowers ve Yeo, 1986; Flowers ve Yeo, 1988).

Chenopodiacea familyasına ait çok sayıda halofit bitki bulunmakla birlikte kaba yem üretimine en uygun olan Atriplexlerin 400'den fazla türü deniz suyunda dahi yetişebilmektedir. Atriplex türleri genel olarak her toprakta, özellikle iyi drene edilmiş kumlu tepelerde, çöllerde, yüksek kayalıklarda ve eğimli yüzeylerde rahatlıkla yetişebilir. Tuzlu toprakların ıslahında rahatlıkla kullanılabilmesi ve kullanıldığında tadminkar yem verimi sağladığı saptamıştır (Osman ve Ghassaeli, 1997; Hopkins ve Nicholson, 1999).

Günümüzde tuzlu alanların tarımsal faaliyet yapılan alanlarda (tarla, sera vb.) sıkça ön plana çıkması, tuzlulaşma ile mücadeleyi zorunlu hale getirmiş olup, bunun için çok çeşitli kontrol mekanizmaları öne sürülmüştür. Bunlardan birçoğu (genetik, biokimyasal ve fiziksel) güncelliğini korumakla beraber istenilen başarıyı sağlayamamıştır. Tuzun sürekli doğada var oluşu ve bitkilerin sulama yapılan her bölgede yetersiz drenaj sonucu tuza maruz kalmaları alternatif mücadele yöntemlerini de gündeme getirmiştir. Bu alanda yapılan en son alternatif çalışmalar kısa vadede tarla ya da sera koşullarında tuzluluğa maruz kalan bitkilerden mümkün olduğunca çok verim almak, bu alanları yeniden tarımsal faaliyet alanlarına katmak, yapılacak iyileştirme (mikoriza kullanarak iyileştirme) çalışmalarına destek vermek, genetik veya biyokimyasal olarak desteklenmiş bitkilerden daha fazla ürün elde edebilmek ve toprağı iyileştirmek olarak özetlenebilir. Örneğin, *Suaeda salsa* bitkisi tuzlu topraklarda yaklaşık 120 gün boyunca 200 ppm NaCl solusyonu ile sulandıktan sonra hasat edilmiş ve bünyesinde Na⁺ iyonlarını depoladığı ve topraktan istatistik olarak önemli sayılabilecek derecede Na⁺ kaldırdığı tespit edilmiştir (Zhao, 1991). Topraktaki Na⁺ içeriği 20-30 cm derinlikte m² de 15 bitki bulunması durumunda % 4.5 azalmış, 30 bitki bulunduğu ise % 6.7 azalmıştır. Bu durum kültür bitkileri ile sağlanmaya çalışıldığında ise, örneğin *Medicago sativa* kullanıldığında aynı bitki

yoğunluğu ile sadece % 1'lik Na⁺ azalması sağlanmış, hiç ekim yapılmayan topraklarda ise % 3.8'lik Na⁺ artışı saptanmıştır. Bu sonuçlar *Suaeda salsa* bitkisinin açıkça tuz absorbe eden bir bitki olduğunun kanıtıdır.

Dikilitaş ve ark. (2007) *Peganum harmola* üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada, bu bitki türünün sentezledikleri biyokimyasal maddeler ile kültür bitkilerinin tolere edemedikleri tuzlu şartlara dayanabildiklerini rapor etmişlerdir.

Rabhi ve ark. (2008) çok yıllık halofit bitkilerden *Arthrocnemum indicum* (Willd.) Moq., *Suaeda fruticosa* Forsk., ve *Sesuvium portulacastrum* L. fidelerini 170 gün boyunca drenaj yapılmayan tuzlu sera topraklarında yetiştirerek toprağın EC değerini azaltmayı başarmışlardır. Bu türlerden *Sesuvium portulacastrum* L. en üretken olarak bulunmuş ve topraktaki Na⁺ iyonunun yaklaşık % 30 unu bünyesinde biriktirmiştir.

Akıl (2008) Harran ovasında tuzlu-sodik toprakların *Atriplex canescens*, *Lotus corniculatus* ve *Festuca arundinacea* kullanarak toprakların EC ve ESP değerlerinin önemli ölçüde düştüğünü rapor etmiştir.

Tuza dayanıklı bitkiler yüksek oranda kök biyomasi ürettikleri için toprağa önemli miktarda organik madde kazandırır. Bu özellikle toprakta sodikleşmenin olumsuzluklarına engelleme açısından oldukça önemlidir. Çünkü toprakta sodyum biriktikçe strüktür bozulmakta ve geçirgenlik azalmaktadır (Ashraf, 1994).

Bu tür bitkilerden tarımsal alanlarda faydalanmak artan bir trend olduğu gibi (Prof. Mansur Qadir ile kişisel görüşme, ICARDA-Suriye, 2009), bu bitkilerin biyokimyasal ve genetik özellikleri göz önünde bulundurularak, iyon absorbe etme kapasitesinin artırılması yönüne gidilerek tarımsal çalışmalar için daha geniş çapta başarı elde edilmesi mümkün olabilecektir. Bu gibi bitkilerin sadece tuzlu alanlarda değil çevre kirliliğine maruz kalmış bölgelerde de kullanımı tarımsal çalışmalar için önemli gelişme olacaktır.

2.9.3. *Salsola soda* ve *Portulaca oleracea* bitkileri ve tuz ilişkisi

Halofit bir bitki olan *S. soda* yaygın olarak tuz bitkisi olarak bilinir. Sukkulent bir yapıya sahip olup tek yıllık bir Akdeniz havzası bitkisidir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. *Salsola soda* bitkisi genel görünümü

Tuza tolerant olması nedeniyle genellikle kıyı bölgelerinde ve tuzlu sularda yetişir (Integrated Taxonomic Information Service, 2007). *S. sodanın* kökeni Avrupa ve Kuzey Afrikadır. İtalya, İspanya ve Sicilyada çok iyi bilinen bir bitkidir. Kuzey Amerikanın pasifik kıyıları boyunca (SMASCH, 2006) ve Kaliforniya'nın tuz bataklıklarında bu bitkiye rastlanır (California Exotic Pest Plant Council, 1999; Baye, 1998). Aynı zamanda Güney Amerika' da da bulunduğu rapor edilmiştir (SMASCH, 2006). Bu bitki tarihte Na₂CO₃ kaynağı olarak büyük öneme sahiptir. İspanya'da 18. yy da barilla olarak bilinen *S. soda*'nın sanayide kullanımı ün kazanmıştır. Özellikle soda yapımında ön plana çıkmıştır (Perez, 1998). Uzun bir geçmişe sahip olan *S. soda* İtalya'da hala sebze olarak hatırı sayılır bir ilgi görmekte ve yetiştirilmektedir. İtalya'da yaygın olarak Barba di Frate, Agretti ve *Liscari sativa* olarak kullanılmaktadır (Mayes, 2000).

Tuzlu topraklarda yetişen *S. soda* kültür bitkileri ile aynı ortamda birlikte yetiştirilerek tuzlu toprakların ıslahında kullanılarak bir kat daha önem kazanmıştır (Colla, 2006). Toprakta yüksek miktardaki sodyumu bünyesine alarak ve diğer mineral maddelere rekabet oluşturmadan bitkilerin daha iyi gelişip ürün alınmasında etkili olmuştur.

P. oleracea bitkisi yaygın olarak semizotu olarak bilinir. Tek yıllık olan bu bitki sukkulent yapıya sahip olup 40 cm yüksekliğe kadar ulaşabilir (Marlena, 2006). Avusturalya, Malezya, Orta Doğu ile Kuzey Afrika'ya uzanan dünyada geniş bir yelpazeye sahiptir. Diğer bitkilere iyi eşlik eden bir bitkidir. Uzun kökleri toprak alt katmanlarına girerek su ve besin maddelerinin alınımında etkilidir (şekil 2.3).



Şekil 2.3. *Portulaca oleracea* bitkisi genel görünümü

Kurak ve tuzlu topraklarda kolayca yetişebilen bir bitki olan *P. oleracea* halofit grubunda yer almaktadır (Aronson, 1989). Semiz otunun klor tuzluluğuna toleransı bu bitkiyi önemli bir halofit adayı yapmıştır. Toprakta yüksek miktarda tuz kaldırarak bünyesinde biriktirme (497 kg ha^{-1}) özelliğine sahiptir. Bu miktar 0-10 cm toprak katmanı içerisindeki eriyebilir tuzların %16,8'ne tekabül etmektedir (Hamidov ve ark., 2007). Özellikle klor tuzluluğuna karşı toleransı göz önünde bulundurulduğunda, semiz otu drenaj sularının yeniden kullanılmasında sadece ümit verici bir aday olmakla kalmaz, sebze ve yağ tohumu olarak kullanıldığında da çok faydalıdır (Grieve ve Suarez, 1997). Eşsiz besin kalitesinin yanı sıra tuza toleransının olması nedeniyle tuzlu alanlarda tarım için gelecek vaat eden bir halofittir. Ancak tuz toleransını içerecek kök fizyolojisi ve morfolojisi ile ilgili hemen hemen hiçbir çalışma yapılmamıştır.

Tuzcul bitkilerin tuza tolerans mekanizmaları prolin birikimleridir. Bu bitkilerin prolin birikimi tuz stresine toleransının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Ramajulu ve Sudhakar, 2001). *S. soda* ve *P. oleracea* halofit bitkilerinin kültür bitkileri ile birlikte aynı koşullarda kültür bitkilerine faydalı olması

amacı ile yetiştirilmesi neticesinde kültür bitkilerinin kısmen stresten kurtulması amaçlanmıştır. Bu bitkilerin potansiyel “tuz kaldırıcı” bitkiler olarak kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Kültür bitkileri ile yetiştirme neticesinde tuzlu koşullarda herhangi bir rekabete rastlanmamış ve bitkilerle arkadaş ya da dost anlamına gelen “companion plants” adı verilmiştir (Dr. G Colla, Pisa Üniversitesi-İtalya ile kişisel görüşme, 2009).

2.9.4. Halofitlerin Tuz stresi altında kültür bitkilerine arkadaş bitki olarak kullanımı

Halofit bitkilerin bazı türleri (*Atriplex* spp., *Suaeda* spp., *Salsola* spp., *Chenopodium* spp., *Portulaca* spp.) tuzlu topraklardan tuzu absorbe ederek metabolik olarak kullanan ve “arkadaş bitki” olarak kullanım durumlarında ürün artışını sağlayan bitkilerdir (McKell, 1994; Grieve ve Suarez, 1997).

Albaho ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada da, “arkadaş bitki” olarak kullanılan *Suaeda salsa*'nın domates bitkisine rekabet etmediği rapor edilmiştir.

Colla ve ark. (2006) yapmış oldukları bir çalışmada ise “arkadaş bitki” olarak *S. soda* bitkisinin etkinliği EC 4.0 ve 7.8 dS m⁻¹ de araştırmış ve *S. soda*'nın varlığının ortamın EC değerini % 45 azalttığı, toplam ürünü, pazarlanabilir ürünü ve toplam biyomas değerlerini ise sırası ile % 26, % 32, ve % 22 arttırdığı rapor edilmiştir. Üstelik, tuzlu koşullarda *S. soda*'nın biber bitkisine rekabet oluşturmadığı da kaydedilmiştir. Ayrıca, biber bitkisinin “arkadaş bitki” ile birlikte yetiştirildiğinde Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarında da düşüş olduğu belirlenmiştir.

Ümit verici olarak görülen fakat tam olarak geniş çaplı araştırılmayan bu alanda öne sürülen en önemli mekanizma halofitlerin topraktan tuzu absorbe ettiği, bünyesinde depoladığı ve kültür bitkisinin kök bölgesinden uzaklaştırdığı, ve toksik iyonları topraktan uzaklaştırdığı için kültür bitkisi aleyhine iyon dengesizliği oluşturmadığı şeklinde özetlenebilir (Zuccarini, 2008).

Tuz stresi altındaki bitkilere karşı yürütülen bu strateji oldukça yeni olup özellikle kimyasal, fiziksel hatta genetiksel olarak kontrol mekanizmalarının pahalı olduğu gelişmekte olan ülkeler için ekonomik çözüm olarak ön plana çıkmaktadır.

Bu yeni trend sadece “arkadaş bitki” kullanımını ön plana çıkarmakla kalmayıp, çok yıllık halofit bitkilerden de yararlanmayı hedef almış, bu sayede tuzlanmış alanları 3-4 yıllık bir ıslah metodu ile tarımsal alanlara kullandırmayı amaçlamıştır (Dr Paolo Zuccarini Pisa Üniversitesi- İtalya ile kişisel görüşme, 2009).

Son yıllarda halofitlerin kullanıldığı çalışmalarda genellikle halofitlerin topraktan ne kadar iyon uzaklaştırdığı kaydedilmiştir, ancak bu bitkilerin biyokimyasal özelliklerinin bilinmesi ve sentezledikleri metabolitlerin özellikleri ve konsantrasyonları ve stresin hangi seviyesine kadar dayanabildikleri bilinmeli ve bu bitkiler için “hızlı belirleyici biyokimyasal tarama testleri – rapid monitoring biochemical assay as a marker” geliştirilmeli, böylece kısa süre içinde hangi tip halofitin yararlı olacağı ve nerede, ne zaman kullanılacağı hemen belirlenmelidir (Prof. Dr. Rukiye Tıprıdamaz, Hacetepe Üniversitesi- Ankara ile kişisel görüşme, 2010).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan kültür ve halofit bitkileri

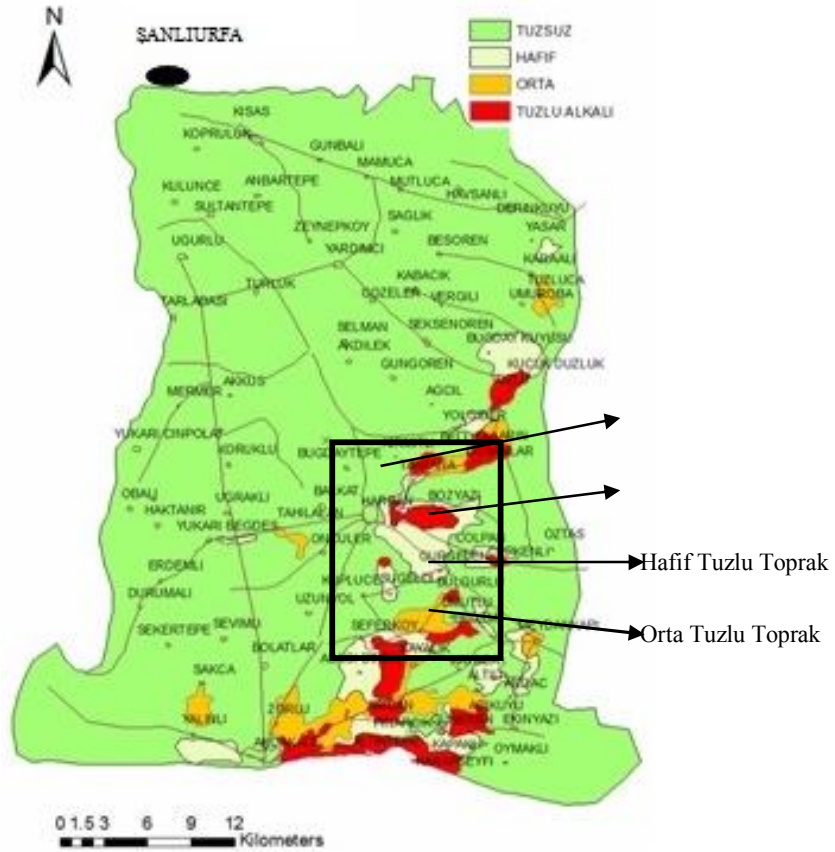
Farklı tuz içeriğine sahip topraklarda yetiştirilmek üzere kültür bitkisi olarak SC2121 domates tohumu ve *S. soda*, *P. oleracea* halofit bitki tohumları temin edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kültür ve halofit bitkiler ve temin edildiği yerler

Bitki Adı	Kaynak	Özellik
<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill. (Domates SC2121)	www.balikesirtohum.com	Glikofit
<i>Salsola soda</i> (Tuz otu)	www.seedsofitaly.com	Halofit
<i>Portulaca oleracea</i> (Semiz otu)	www.fentotohum.com	Halofit

3.1.2. Farklı tuz içeriğine sahip toprakların araziden alınması

Harran Ovası İmambakır Sulama Birliği sınırları içerisinde bulunan farklı tuz konsantrasyonuna sahip topraklar (tuzsuz, hafif tuzlu, orta tuzlu ve yüksek tuzlu) Çullu ve ark. (2010) tarafından yapılan harita yardımı ile seçilmiştir. GPS (Global Positioning System) kullanılarak önceden koordinatları belirlenen alanlara gidilerek buradaki toprakların EC değerleri belirlenmiş ve çalışma için herbir sınıfa ait tuzlu topraklar 0-30 cm derinliğinden alınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Harran ovası tuzluluk haritası ve farklı tuz içeriğindeki toprakların konumu

Daha sonra araziden alınan topraklar kendi tuz kategorileri içerisinde harmanlanarak temiz bir alanda kurutulmuş ve bitkisel deneme için hazırlanmıştır.

Deneme Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kampus alanı içerisinde yer alan cam sera koşullarında 2010 ve 2011 yılı olmak üzere iki farklı yılda yürütülmüştür.

3.1.3. Denemede kullanılan toprakların özellikleri

Araştırmada kullanılacak topraklarda her iki yılda bitkisel deneme öncesi fiziksel ve kimyasal toprak analizleri yapılarak toprakların özellikleri belirlenmiştir. Deneme öncesi topraklarda yapılan analizler;

EC ve pH: Açık havada kurutulmuş, öğütülerek 2 mm' lik elekten geçirilmiş 100 g toprak örnekleri diyonize su ile saturasyon çamuru hazırlandıktan sonra 24 saat bekletilmiştir. Saturasyon çamurlarından ekstraksiyon cihazı ile süzükler elde

edilmiştir (Thomas, 1996). Elde edilen bu süzüklerden pH ve EC değerleri ölçülmüştür.

Çözünebilir iyonlar: Saturasyon süzüklerinde çözünebilir katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , Fe^{++} , B^+ , Zn^+) ICP (İndüklenmiş Plazma Spektroskopisi, Perkin Elmer Optima 5300DV) ile belirlenmiştir. Anyon (Cl^- , NO_3^- ve SO_4^{--}) iyonlarının miktarı ise elde edilen saturasyon ekstraktının UV-1700 Visible Spectrophotometer ile ölçümü sonucu belirlenmiştir (Richards, 1954; Kaçar, 1996).

Tekstür: Önceden analize hazırlanmış örneklerde organik madde, tuz ve karbonatlar giderildikten sonra hidrometre kullanılarak 40' ıncı saniyede kum + silt ve 2' inci saatte ise kil okumaları yapılarak tekstür (% kum, % silt, % kil) belirlenmiştir (Bouyoucus, 1951). Tekstür fraksiyonları okunduktan sonra tekstür üçgeninde sınıfı belirlenmiştir.

Toprakların kireç miktarı (% $CaCO_3$): Hidroklorik asit (HCl) ile reaksiyona giren toprağın çıkardığı karbondioksit miktarı kalsimetre ile belirlenmiştir (Nelson, 1982).

Organik Madde (OM): Bir gram toprak alınıp 500 ml' lik erlen içerisine konmuştur. Daha sonra 10 ml 1 N Potasyum dikromat ve 20 ml sülfürik asit eklenerek karışım 30 dakika bekletilmiştir. 200 ml saf su eklendikten sonra 10 ml ortofosforik asit ilave edilmiştir. Karışıma daha sonra 10-15 damla diphenylamin indikatör eklenmiştir. 5.5 M ferrus ammonium sülfat solusyonu ile titrasyon yapılmış rengi yeşil olduğu andaki değer hesaplanmıştır (Walkey, 1947).

Değişebilir katyonlar (DK): Amonyum asetat çözeltileri ile iyon değiştirme esasına dayanan yöntem ile belirlenmiştir (Jackson M, 1958; Chapman ve Pratt, 1961; Thomas, 1982).

Katyon değişim kapasitesi (KDK): Sodyum asetat ve Amonyum asetat çözeltileri ile iyon değiştirme esasına dayanan yöntem ile belirlenmiştir (Sumner, 1996).

Değişebilir Sodyum Yüzdesi (DSY, ESP): Toprakların KDK ve değişebilir Na iyonlarının oransal ifadesi ESP olarak aşağıda belirtilen formüle göre belirlenmiştir (Soil Conservation Service, 1972).

$$ESP = \frac{Na \times 100}{KDK}$$

3.1.4. Araştırmada kullanılan toprakların saksı nem kapasiteleri

Sekiz litre hacminde plastik saksılar önce boş olarak tartılmış ve daha sonra saksıya 6 kg hava kurusu toprak konularak ağırlığı belirlenmiştir. Herbir saksı büyükçe bir leğene oturtulmuş ve leğenlere belirli miktarda su konmuştur. İçi toprak dolu olan saksıların yüzeyinde nem görüldüğü anda saksılar tartılarak ağırlığı alınmıştır. Daha sonra saksı düz bir zemine bırakılarak bir gün bekletilmiş ve tekrar tartılarak toprağın yaş ağırlığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan toprağın elverişli nem kapasitesi ve dolayısı ile saksı nem kapasitesi bulunmuştur. Nem kapasitesinin hesaplanmasında aşağıda belirtilen formülden yararlanılmıştır.

$$\% \text{ Saksı nem kapasitesi} = \frac{(YA) - (HKA)}{HKA} \times 100$$

YA: Yaş ağırlık

HKA: Hava kuru ağırlık

3.1.5. Toprakların gübrenmesi ve sulanması

Denemede kullanılan topraklara, denemeye başlamadan önce verilmesi gereken gübre ve miktarları belirlenmiştir. Topraklara verilen azot, fosfor ve potasyum gübre miktarları Ertekin (1997)' ye göre dekardan bir ton domates elde edilmesi için gerekli olan saf madde olarak 3.5 kg/da azot, 1.2 kg/da fosfor, 6.5 kg/da potasyum hesaplaması dikkate alınarak saksı toprağına verilecek gübre miktarı gram/saksı olarak belirlenmiştir. Bitki tarafından alınan besin miktarlarından, toprakta mevcut olan miktar çıkartılarak saksılara uygulanan gübre miktarı bulunmuştur. Azotlu gübre olarak amonyum nitrat, potasyumlu gübre olarak potasyum sülfat ve fosforlu gübre olarak ise diamanyum fosfat uygulanmıştır. Dikimden önce fosforlu gübrenin tamamı, azotlu ve potasyumlu gübrenin yarısı verilerek gübre dengelemesi yapılmıştır. Azot ve potasyumlu gübrenin diğer yarısı ise üst gübre olarak verilmiştir.

Araştırmada bitkilerin sulanması için sera alanına damlama sulama sistemi kurulmuştur. Saksılar, saksı nem kapasitesi baz alınarak dozmatik otomatik cihaz ile su miktarı ve süresi ayarlanarak sulanmıştır.

3.1.6. Çalışma Alanının İklimi

Araştırmada sera içi iklim verilerinin elde edilmesinde elektronik sıcaklık ve nem ölçer HOBO data logger cihazı kullanılmıştır. Sera içi sıcaklık ve nem değerleri 1'er saat ara ile otomatik olarak kayıt altına alınmıştır. Sera içinde sisleme yapılarak ortamın nem düzeyi ayarlanmıştır. Böylece bitkiler için gerekli olan nem sağlanmıştır (Ek.1).

3.2. Yöntem

Farklı tuz içeriğine sahip (tuzsuz, hafif tuzlu, orta tuzlu, yüksek tuzlu) toprakların arkadaş bitki kullanarak iyleştirilmesi ve kültür bitkilerinin daha az stresli ortamda yetiştirilmesi için, *S. soda* (tuz otu) ve *P. oleracea* (semiz otu) bitkileri sera koşullarında saksı ortamında iki ayrı yılda tohumdan, generatif sürecin sonuna kadar *L. esculentum* (domates) ile birlikte yetiştirilmiştir. Arkadaş bitkilerin etkilerini test etmek için bitkiler domates ile aynı ve ayrı saksılarda yetiştirilmiştir. Arkadaş bitkilerin etkinliği, üç farklı aşamada bitki ve toprak üzerinde test edilmiştir. Birinci aşama; generatif gelişiminin devam ettiği çiçeklenme ve ilk meyve döneminde (denemenin 50. günü), ikinci aşama; domates meyvelerinin olgunluk döneminde (denemenin 75. günü), üçüncü aşama ise ikincil ürünlerin elde edildiği son hasat döneminde (denemenin 100. günü) gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar, bundan sonraki bölümlerde I.-, II.- ve III. aşama olarak adlandırılmıştır.

Bu çerçevede araştırma üç bölümden oluşturulmuştur. Bunlar;

1. İnkübatör ortamında tuz stresi altında arkadaş bitki ve domates tohumlarının çimlenme potansiyelinin belirlendiği çalışmalar,
2. Sera koşullarında bitkisel deneme çalışmaları,
3. Toprak ve bitki analizleri.

3.2.1. Tuz stresi altında arkadaş ve domates bitki tohumlarının çimlenme döneminde tuza toleranslarının belirlenmesi

Sera koşullarında kullanılacak olan domates çeşidini ve arkadaş bitkilerinin tuz stresine karşı çimlenme ve gelişim durumlarını belirlemek için Petri kaplarında inkübatör ortamında ön deneme çalışması gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Denemede beş farklı domates çeşidi (Falkon, H2274, SC2121, Ayaş Yerli, Rio Grande), iki farklı halofit türüne ait (*S. soda* ve *P. oleracea*) arkadaş bitki tohumları onüç farklı NaCl çözeltisi ile üç tekerürlü olarak muamele edilmiştir.

Çalışmada kullanılan Petri kapları steril edilerek her bir Petri içine su absorbe eden iki adet filtre kağıdı yerleştirmiştir. Her bir Petri kabı içerisine 20 tohum yerleştirilmiştir. Petri kaplarındaki domates tohumları 0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM NaCl ile, arkadaş bitki tohumları ise 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 ve 600 mM NaCl solusyonları ile muamele edilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Tohumlara Uygulanan NaCl çözeltisi konsantrasyonları ve EC değerleri

NaCl Konsantrasyon mM	EC (dS/m)
0	0.01
50	3.58
100	9.48
150	14.34
200	17.92
250	21.40
300	26.30
350	29.20
400	32.84
450	36.16
500	40.50
550	44.35
600	48.20

Petri kapları su kaybının engellenmesi için Parafilm ile sarılmıştır. Daha sonra tohumlar çimlenmek üzere iki hafta süre ile inkübatör ortamına (24±1 °C) bırakılmıştır. Petri kapları günlük olarak kontrol edilerek her bir Petri içerisindeki tohumların günlük çimlenme sayıları belirlenmiş ve ikinci hafta sonunda çimlenen tohumların radikul (kök) uzunluğu, hipokotil (gövde) uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık ölçümleri alınmıştır. Tohumların tuz stresinde çimlenme oranı (Pujol ve ark., 2000),

vigor index parametreleri Hu ve ark. (2005)' na göre hesaplanmıştır. Tohumların çimlenme yüzdesi kontrol grupta çimlenen tohumların sayısı dikkate alınarak hesaplanmış, kontrol grubunda çimlenme yüzdesi 100 olarak kabul edilmiştir.

Buna göre, çimlenme yüzdesi (i), vigor indeks (ii) ve çimlenme indeksi (iii) aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$(i) \quad \text{Çimlenme yüzdesi (\%)} = (\text{Çimlenen tohum sayısı/toplam tohum sayısı}) \times 100$$

$$(ii) \quad \text{Vigor indeks} = \text{Çimlenme yüzdesi} \times [(\text{radikal uzunluğu} + \text{hipokotil uzunluğu})]$$

$$(iii) \quad \text{Çimlenme indeksi} = \Sigma(\text{t gününde çimlenen tohum sayısı/ilgili t günü})$$

Çimlenme değerleri ile tuz konsantrasyonları arasındaki ilişkiler probit analiz yöntemine göre yapılmış (Carlson ve ark., 1983) ve tohumların IC_{50}^* değerleri her bir bitki türü için hesaplanmıştır. Bitki türleri arasında karşılaştırmanın sağlıklı yapılabilmesi için standard sapma değerleri de hesaplanmıştır.

IC_{50} değerleri quadratik analiz yöntemini esas alan bir yöntemle hesaplanmış, Statplus 2009 Professional software programı ile sonuçlar analiz edilmiştir. Buna göre IC_{50} değerleri;

$$Y = ax + b \quad \text{Tipik bir linear regresyon formülü}$$

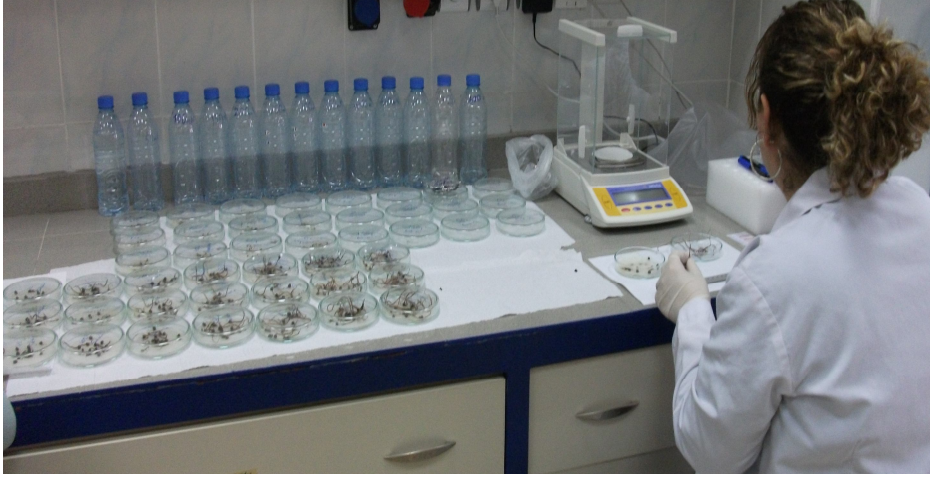
$$Y = ax^2 + bx + c \quad \text{Tipik bir quadratik analiz formülü}$$

$$IC_{50} = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4a(c - 50)}}{2a}$$

$$\text{Standart Hata } (IC_{50}) = \frac{SE\left(\frac{y}{IC_{50}}\right)}{(b + 2aIC_{50})}$$

formüllerini esas alarak hesaplanmıştır.

*Tohum popülasyonunun %50'sinin çimlenmesini engelleyen tuz konsantrasyon değeri.



Şekil 3.2. Petri deneme çalışması

3.2. Sera Koşullarında Bitkilerin Yetiştirilmesi

Çalışmada farklı tuz içeriklerine sahip orjinal tuzlu topraklar kullanılmıştır. Arkadaş bitki olarak *S. soda* ve *P. oleracea* seçilmiş ve SC2121 domates çeşidi ile sera ortamında yetiştirilmiştir.

Deneme tesadüf blokları deneme planına göre yürütülmüştür. Tuz seviyelerine bağlı topraklar dört blok oluşturacak şekilde saksılarda sera ortamında kurulmuştur. Herbir blok içinde beş muamele (D, D+SS, D+P, P, SS)* altı tekerürlü olacak şekilde saksılar yerleştirilmiştir. Tüm denemede $4*5*6=120$ saksı yer almıştır. Deneme deseni planı Şekil 3.3'de belirtilmiştir. Deneme deseni planına göre yerleştirilen saksıların sera içi genel görünüm Şekil 3.4'de verilmiştir.

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyonları					Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyonları				
S1	D R1	D+SS R1	D+P R1	SS R1	P R1	S2	D R1	D+SS R1	D+P R1	SS R1	P R1
	D R2	D+SS R2	D+P R2	SS R2	P R2		D R2	D+SS R2	D+P R2	SS R2	P R2
	D R3	D+SS R3	D+P R3	SS R3	P R3		D R3	D+SS R3	D+P R3	SS R3	P R3
	D R4	D+SS R4	D+P R4	SS R4	P R4		D R4	D+SS R4	D+P R4	SS R4	P R4
	D R5	D+SS R5	D+P R5	SS R5	P R5		D R5	D+SS R5	D+P R5	SS R5	P R5
	D R6	D+SS R6	D+P R6	SS R6	P R6		D R6	D+SS R6	D+P R6	SS R6	P R6
S3	D R1	D+SS R1	D+P R1	SS R1	P R1	S4	D R1	D+SS R1	D+P R1	SS R1	P R1
	D R2	D+SS R2	D+P R2	SS R2	P R2		D R2	D+SS R2	D+P R2	SS R2	P R2
	D R3	D+SS R3	D+P R3	SS R3	P R3		D R3	D+SS R3	D+P R3	SS R3	P R3
	D R4	D+SS R4	D+P R4	SS R4	P R4		D R4	D+SS R4	D+P R4	SS R4	P R4
	D R5	D+SS R5	D+P R5	SS R5	P R5		D R5	D+SS R5	D+P R5	SS R5	P R5
	D R6	D+SS R6	D+P R6	SS R6	P R6		D R6	D+SS R6	D+P R6	SS R6	P R6

D: Domates, D+SS: Domates ve *S. soda*, D+P: Domates ve *P. oleracea*, P: *P. oleracea*, SS: *S. soda*, R1: Birinci tekerür, R2: İkinci tekerür, R3: Üçüncü tekerür, R4: Dördüncü tekerür, R5: Beşinci tekerür, R6: Altıncı tekerür, S1: Tuzsuz (Kontrol) toprak, S2: Hafif tuzlu toprak, S3: Orta tuzlu toprak, S4: Yüksek tuzlu toprak

Şekil 3.3. Sera deneme deseni planı

Her bir saksıya 6 kg toprak konmuş ve arkadaş bitki tohumları ilgili saksılara 40 adet olacak şekilde ekilmiştir. Özel viollerde 45 gün yetiştirilmiş olan SC2121 domates fideleri arkadaş bitkilerin ekiminden bir hafta sonra ilgili saksılara bir adet olacak şekilde şaşırtılmıştır. Arkadaş bitkiler daha sonra ilgili saksıda 30 adet olacak şekilde seyreltilmiştir. Bitki kombinasyonları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Halofit bitkilerinin ve domates bitkisinin farklı kombinasyonları

Toprak Tuz Seviyeleri	I. Halofit Bitki Kombinasyonu	II. Halofit Bitki Kombinasyonu
Tuzsuz (Kontrol)	<i>Salsola soda</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Salsola Soda</i> + Domates	<i>Portulaca oleracea</i> + Domates
	Domates	
Hafif tuzlu	<i>Salsola soda</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Salsola soda</i> + Domates	<i>Portulaca oleracea</i> + Domates
	Domates	
Orta tuzlu	<i>Salsola soda</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Salsola soda</i> + Domates	<i>Portulaca oleracea</i> + Domates
	Domates	
Yüksek tuzlu	<i>Salsola soda</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Salsola soda</i> + Domates	<i>Portulaca oleracea</i> + Domates
	Domates	

Deneme süresince domates ve arkadaş bitkilerinin morfolojik özellikleri (bitki boyu, gövde çap, çiçek sayısı, meyve sayısı, simptom indeks) haftalık olarak izlenmiştir. Denemenin sonlandırılması kademeli olarak üç farklı aşamada gerçekleştirilmiştir.

Bu farklı aşamaların amacı;

- Klasik büyüme parametreleri ile bitkilerdeki iyon alımındaki değişimi ve toprakların EC ve iyon değerinin durumlarını periyodik olarak takip etmek,
- Bitkilerde hem enzimsel hem de diğer metabolitlerin sentezlenmesindeki farklılıkları ve varsa periyotlar arası varsayılan diğer stres faktörlerinin etkilerini görmek,
- Bitkiler arasındaki farklı dönemlerdeki farklı tuz konsantrasyonları altında arkadaşlık durumunun nasıl devam ettiğini ve hangi aşamadan sonra arkadaşlığın olumlu etkisinin durduğunu veya olumsuzla döndüğünü tespit etmektir.

Böylece yaşlanmaya yani generatif döneme doğru yukarıda bahsedilen fiziksel, fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikleri kaydederek arkadaşlık durumunun etkinliği araştırılmıştır.

2010 ve 2011 yıllarında yürütülen bu çalışmada materyal ve yöntem uygulamalarının her iki yılda da aynı olmasına dikkat edilmiştir.



Şekil 3.4. Sera içi genel görünüm

3.2.3. Bitkisel analizler

Deneme sonrası bitkilerde fiziksel, biyokimyasal ve mineral madde analizleri yapılmıştır.

3.2.3.1. Bitkilerin büyüme ve fizyolojik parametrelerinin değerlendirilmesi

Bitki boyu: Farklı aşamalarda (I, II ve III) hasat edilen hem domates hem de arkadaş bitkilerinin boyları alt yüzeyinden başlayıp bitkinin en uç noktası dikkate alınarak (cm) ölçülmüştür.

Gövde çapı : Farklı aşamalarda hasat edilen domates bitkisi gövde çapı dijital kumpast kullanılarak (mm) ölçülmüştür.

Bitki çiçek sayısı: Domates bitkisi üzerindeki çiçeklerin toplam miktarı sayılarak bulunmuştur.

Bitki yaş ve kuru ağırlığı: Her üç hasat döneminde domates ve arkadaş bitkiler, toprak yüzeyinden kesilerek tüm organlarıyla birlikte (yaprak, dal) hassas terazide tartılarak ağırlıkları (g) alınmıştır. Yaş ağırlığı alınan bitkiler daha sonra 70 °C sıcaklıkta etüvde kurutulmuş ve hassas terazide kuru ağırlıkları (g) belirlenmiştir.

Meyve toplam yaş ağırlık: Domates meyvelerinin her birinin ağırlığı dijital hassas terazi ile belirlenmiş ve toplam ağırlığı (g) hesaplanmıştır.

Simptom indeksinin 0-5 skalası ile belirlenmesi: Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini belirlemek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bitkilerin zararlanma derecesine göre 0-5 arasında puanlama yapılmıştır. Tuz stresinde domates bitkilerinin aşağıda belirtilen simtomlara göre 0'dan 5'e kadar puanlama yapılmıştır (Aktaş, 2002).

0: Bitkilerin tuz stresinden hiç etkilenmemesi (kontrol bitkileri)

1: Yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma ve büyümede yavaşlama

2: Yapraklarda sararma ve % 25 oranında nekrotik leke

3: Yapraklarda % 25-50 arasında nekrotik leke görülmesi

4: Yapraklarda % 50-75 oranında nekrozlar ve ölümlerin görülmesi

5: Yapraklarda % 75-100 oranında şiddetli nekrozlar ve/veya bitkinin tamamen ölmesi

Nispî Büyüme Oranı (NBO): Farklı aşamalarda hasat edilen bitkilerin toplam kuru ağırlıkları belirlendikten sonra büyüme oranları g kuru ağırlık/gün olarak tespit edilmiştir.

$$NBO (gün^{-1}) = \frac{[\ln(K.ağ_{final}) - \ln(K.ağ_{ilk})]}{Gün}$$

K.ağ_{final}: En son belirlenen kuru ağırlık,

K.ağ_{ilk}: İlk belirlenen kuru ağırlık

Bitkilerin membran stabilite indeksi (MSI): Bitkilerin membran stabilitesi Premchandra ve ark. (1990) ve Sairam (1994) yöntemine göre belirlenmiştir. Taze bitki yapraklarından 200 mg alınıp 10 ml saf su içerisinde 40 °C de 30 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC₁ değeri ölçülmüştür. Daha sonra 100 °C de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC₂ değeri ölçülerek bitkilerin MSI hesaplanmıştır.

$$\% \text{ MSI} = [1 - (\text{EC}_1 / \text{EC}_2)] \times 100$$

3.2.3.2. Biyokimyasal bitki analizleri

Her bir hasat dönemi sonunda hem domates hem de arkadaş bitkilerde biyokimyasal analizler yapılmıştır.

Bitkilerde klorofil analizi: Klorofil tayini Arnon (1949)'a göre yapılmıştır. Hasat edilen bitki örneklerinden alınan 0.5 g yaprak örneği 5 ml aseton:su (% 80 v/v) karışımında homojenize edilmiş daha sonra kağıt filtreden geçirilerek ışık geçirmeyen tüplere konmuş, klorofil *a* için 663.5 nm, klorofil *b* için 645 nm de % 80 aseton kontrolüne karşı okuma yapılmıştır.

Sonuçlar aşağıdaki formüle göre mg/l taze ağırlık olarak hesaplanmış ve daha sonra mg klorofil g⁻¹ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

Aseton ekstraktlarında klorofil konsantrasyonunun hesaplanması;

$$\text{Toplam klorofil (mg/l)} = 20.2A_{645} + 8.02A_{663.5}$$

$$\text{Klorofil a (mg/l)} = 12.7A_{663.5} - 2.69A_{645}$$

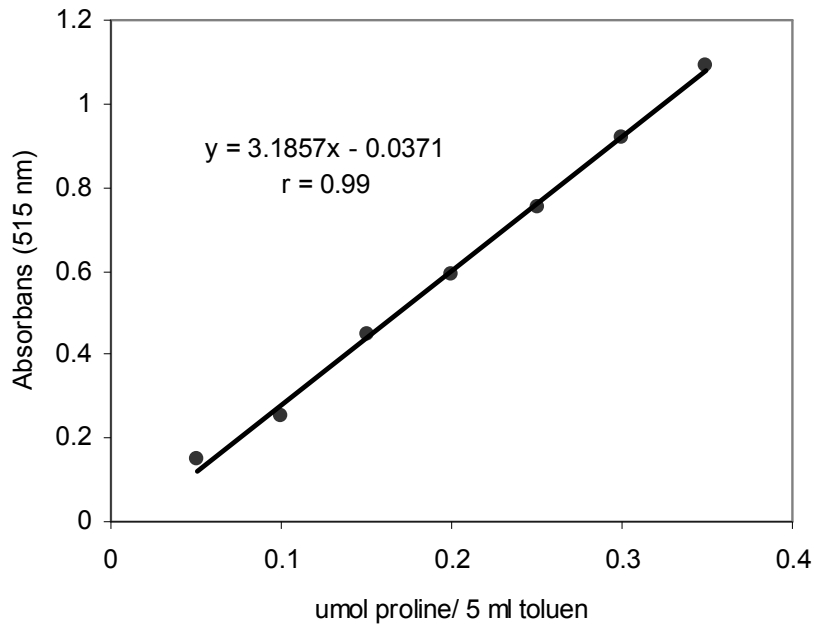
$$\text{Klorofil b (mg/l)} = 22.9A_{645} - 4.68A_{663.5}$$

Bitkilerde prolin analizi: Prolin ekstraksiyonu ve belirlenmesi Bates ve ark. (1973)'e göre yapılmıştır. Acid-ninhydrin karışımı renk maddesi olarak kullanılmıştır. 1.25 g ninhydrin 30 ml glacial asetik asit ve 20 ml 6 M fosforik asit içinde çözülerek reaksiyona girecek karışım hazırlanmıştır (karışım 4 °C de 24 saat stabil kalabilmektedir). Ağırlığı tartılan 0.5 g taze yaprak sıvı azot içinde parçalanmış ve %3'lük 10 ml sulfosalisilik asit içinde homojenize edilmiştir. Ekstrakt daha sonra

filtre kağıdından geçirilerek elde edilen 2 ml'lik karışım 2 ml'lik asit-ninhidrin çözeltisi ile karıştırılarak 100 °C de 1 saat kaynatılmıştır. Reaksiyon daha sonra buz içinde sonlandırılmıştır. Reaksiyon karışımına 5 ml toluen ilave edilerek vortex ile karıştırılmıştır (30 saniye). Daha sonra iki faz oluşması için bir süre bekletilmiştir. Üst faz mikropipet ile alınarak absorbans değerleri spektrofotometrede 515 nm saf toluen kontrolüne karşı okunarak elde edilmiştir. Deneme farklı konsantrasyonlarında L-prolin kıyaslanarak kalibre edilmiştir (Şekil 3.5).

Prolin değerleri kullanılan standart grafikte elde edilen sonuçlar ile kıyaslanmış ve sonuçlar $\mu\text{mol g}^{-1}$ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir. Bu amaçla aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\mu\text{mol prolin g}^{-1} \text{ taze ağı} = \frac{[(\mu\text{g prolin ml}^{-1} \times \text{toluen hacmi (ml)}) / (115.5 \mu\text{g } \mu\text{mol}^{-1})]}{(g \text{ örnek}/5)}$$

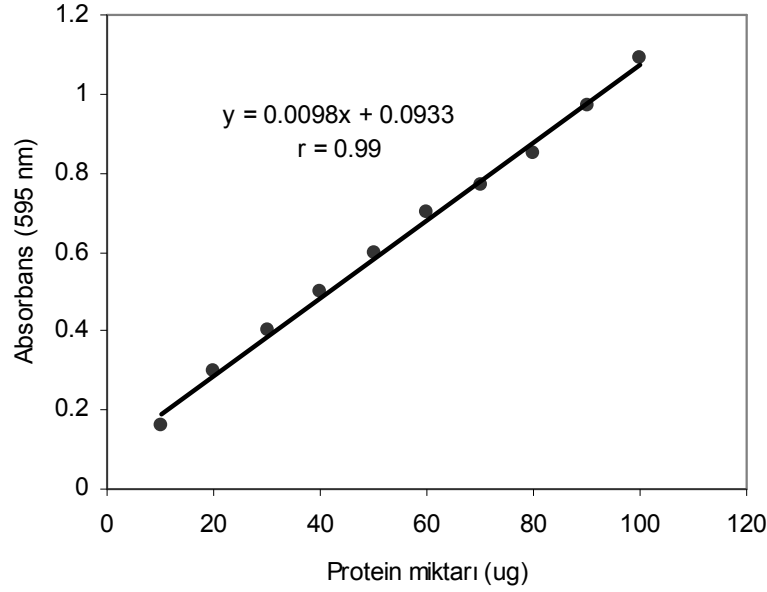


Şekil 3.5. L- prolin kalibrasyon standardı

Bitkilerde peroksidaz analizi (POX, E.C.1.11.1.7): Peroksidaz ölçümü Cvikorová ve ark. (1994) yöntemine göre yapılmıştır. Ağırlığı belirlenen yapraklar (0.5 g) 10 ml 50 mM Na-fosfat tampon çözeltisi içinde homojenize edilmiştir. 100 µl yaprak ekstraktı 3 ml reaksiyon karışımına (13 mM guaiacol, 5 mM H₂O₂ ve 50 mM Na-fosfat (pH 6.5) tampon çözeltisi eklenmiştir. Reaksiyon H₂O₂ ilavesi ile başlatılmış ve 470 nm de 25 °C de 1 dakika ara ile 3 kez okunmuştur. Bir ünite peroksidaz aktivitesi ΔA₄₇₀ nm'de 0.1 absorbans/dakika olarak belirlenmiştir. Sonuçlar ünite/g olarak ifade edilmiştir.

Bitkilerde katalaz analizi (CAT, E.C.1.11.1.6): Katalaz enzimini ölçümü Milosevic ve Slusarenko, (1996) metoduna göre yapılmıştır. Buna göre 50 µl bitki ekstraktı (0.5 g bitki 10 ml sodyum fosfat çözeltisinde) 2.95 ml (10 mM H₂O₂, 50 mM K-fosfat tampon çözeltisi (pH 7.0) ve 4 mM Na₂EDTA) reaksiyon karışımına ilave edilerek, 240 nm de 25°C de 30 sn süre ile ölçülmüştür. Bir ünite katalaz enzim aktivitesi ΔA₂₄₀ nm'de ünite/g protein olarak, bir katalaz enzim ünitesi ise 1 dakika içinde 1 µmol H₂O₂'nin parçalanmasını sağlayan enzim miktarı olarak ifade edilmiştir (Wang ve Han, 2009).

Bitkilerde protein analizi: Bitkilerde protein miktarı Bradford (1976)'a göre yapılmıştır. 100 mg Coomassie Brilliant Blue G-250 50 ml % 95'lik ethanol içinde karıştırılarak çözülmüş ve % 85'lik 100 ml fosforik asit karıştırılarak bir litreye tamamlanmıştır. Yaklaşık 10-100 µg protein içeren 100 µl hacimindeki bitki ekstraktları 5 ml Coomassie blue ile karıştırılıp, örnek içermeyen Coomassie blue'e karşı 595 nm okuma yapılmıştır. Protein standardı olarak farklı konsantrasyonlarda hazırlanan Bovine Serum Albumin Fraksiyon V (Sigma) kullanılmış, protein değerleri 10-100 µg arasında linear olarak bulunmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Protein miktarının tayini için Coomassie blue yöntemi ile (Bradford, 1976) protein kalibrasyon standardı

Bitkilerde lipid peroksidasyonu: Bitkilerde lipid peroksidasyon malondialdehit (MDA) içeriği olarak ifade edilmektedir. Lipid peroksidasyonunun ölçümünde Sariam ve Saxena (2000) tarafından düzenlenen yöntem kullanılmıştır. Bunun için 0.5 g taze yaprak örneği 10 ml % 0.1'lik triklor asetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra 10000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjden alınan 1 ml ekstrakt üzerine 4 ml % 20'lik TCA içinde çözülmüş % 5'lik tiobarbiturik asit (TBA) katılmıştır. Karışım 95 °C'de 30 dakika inkübe edildikten sonra sonra hızla buz banyosu yapılarak soğutulmuştur. 10000 g'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra berrak kısım 532 ve 600 nm'de spektro max cihazında absorbans okumaları yapılarak elde edilen değerlerin MDA miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{MDA (nmol g}^{-1} \text{ taze ag.)} = \frac{\text{Ekstrakt hacmi (ml)} \times [(A_{532} - A_{600}) / (155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1})]}{\text{Örnek miktarı (g)}} \times 10^3$$

3.2.3.3. Meyve kalite analizleri

Likopen Analizi: Barrett ve Anthon (2001) tarafından belirlenen metoda göre yapılmıştır. 1 g domates 10 ml etanol:hekzan (4/3) solusyonunda ekstrakt edilmiştir. Santrifüj edilen karışımdan cam tüp içine 100 µl (0.01 g domates) alınıp üzerine 7 ml etanol:hekzan (4/3) karışımı ilave edilerek vorteks ile karıştırılmıştır. Işıktan uzak bir ortamda bir saat bekletildikten sonra cam tüp içindeki karışıma 1 ml saf su ilave edilerek tekrar vorteks edilmiştir. Daha sonra karanlık ortamda 10 dakika bekletilerek iki faz oluşması beklenmiş ve oluşan hava kabarcıkları kaybolduktan sonra üst faz alınarak 503 nm de hekzan kontrolüne karşı UV-Vis Spektrofotometre’de okunmuştur.

Hekzan kısmında bulunan likopen seviyeleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\mu\text{g likopen/g taze ag.} = \frac{A_{503} \times 2.7}{172 \times (0.1\text{g/ml})} \times 537$$

537 g/mol likopenin mol başına düşen ağırlığı, 2.7 ml ise hekzanın hacmi, 0.1 g ağırlık ise 1 ml hacimde bulunan domatesin ağırlığıdır. Bizim çalışmamızda domates ekstraktından alınan hacim 100 µl olduğu için, ağırlık olarak 0.01 g kullanılmıştır. 172 mM⁻¹ cm⁻¹ ise likopenin molar absorpsiyon katsayısı olarak kullanılmıştır.

Vitamin C (L-Askorbik Asit) tayini: 5 gram taze domates 25 ml oksalik asit içinde homojenize edilmiştir. Karışım daha sonra 5 dakika süre ile 6000g de santrifüj edilmiştir. 1 ml domates oksalik asit karışımına 7 ml %1’lik oksalik asit ve 8 ml boya ilave edilmiştir. Karışım vorteks karıştırıcıdan geçirildikten sonra 518 nm dalga boyunda boya ve oksalik asit karışımına karşı spektro max cihazında okunmuştur. Oksidasyonun engellenmesi ve karışımdaki C vitamininin kaybolmasını engellemek için işlem çok hızlı sürede ışısız ortamda yapılmış ve okunmuştur.

Boya maddesinin hazırlanışı: 84 mg NaHCO₃ kaynayan (80-85 °C) 80 ml saf su içinde 100 mg 2,6-dichloro phenol indophenol (2,6-DCPIP) çözülmüştür. Karışım filtreden geçirildikten sonra soğumaya bırakılmıştır. Sonra çözelti 100 ml’ye tamamlanmıştır. Hazırlanan bu çözülden 25 ml alınarak 500 ml’ye tamamlanmıştır.

Karışım çalkalanarak 4 °C’de kullanıma hazır olarak bekletilmiştir (karışım buzdolabında 1 hafta süre korunabilir). 1 ml’lik %1’lik oksalik asit içinde hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki C vitamini (L-askorbik asit) örnek hazırlama aşamasında olduğu gibi yukarıdaki aşamalardan geçerek standard grafik hazırlanmış ve bu değerlere göre hesaplama yapılmıştır (Öz, 2002).

Meyve suyunda pH-EC: Domatesler blenderdan geçirilerek meyve suları elde edilmiş ve pH-EC değerleri ölçülmüştür (Cemeroğlu,1992).

3.2.3.4. Bitkilerin mineral madde içeriklerinin belirlenmesi

Deneme sonunda bitkilerin yaprak, kök ve meyvelerindeki mineral madde içeriklerinin belirlenmesi kuru yakma Chapman ve Pratt (1961) yöntemine göre yapılmıştır. 0.5 g kuru yaprak örnekleri porselen kroze içine konularak kül fırını içinde 550 °C’ de 5 saat yakılmıştır. Kül haline gelen yaprak örnekleri 2 N 5 ml hidroklorik asit ile karıştırılmıştır. Bir süre bekletilen karışım saf su ile 50 ml’ ye tamamlanmıştır. Filtreden geçirilen karışım ICP cihazında (Na, K, Ca, Mg) iyonları okutulmuştur.

Bitkide klor miktarı Johnson ve Ulrich (1959); Kaçar ve İnal (2008) tarafından bildirilen Mohr yöntemine göre potasyum kromat indikatörü kullanılarak ve AgNO₃ ile titre edilerek yapılmıştır. Kurutulmuş ve öğütülmüş örnekten 0.1 g tartılıp 50 ml hacimli santrifüj tüpüne konularak üzerine 25 ml saf su ilave edilip 10 dakika çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Daha sonra 4000 g’de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Üsteki berrak çözülden 20 ml alınarak çözelti üzerine 1 ml potasyum kromat indikatörü ilave edilmiştir. Standart gümüş nitrat çözeltisi ile titrasyon edilmek sureti ile bitki ekstraktında klor belirlenmiştir ve aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{Cl} = [(\text{Ö}-\text{T})/\text{A}] \times 100$$

Ö=Bitki çözeltisinde bulunan AgNO₃ miktarı, ml

T=Tanık çözelti titrasyonunda kullanılan AgNO₃

A=Bitki miktarı, mg

(1 ml AgNO₃, 1 mg Cl eşdeğerdir)

3.2.4. Deneme sonrası toprak analizleri

Farklı tuz içeriğinde ve farklı bitki kombinasyonuna maruz bırakılan her bir saksı içindeki toprak, bitkilerin hasat edilmesinden sonra temiz bir alanda kurutularak 2 mm'lik elekden geçirilmiştir. Daha sonra bu topraklarda EC, pH ve çözünebilir iyon miktarları belirlenmiştir.

3.2.5. İstatistiksel analizler

Muamelelerin incelenen parametrelere etkilerinin önemli olup olmadığını tespit etmek için verilere istatistik paket programı SPSS kullanarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve elde edilen verilerin Duncan çoklu analiz testi yöntemi ile 0.05 önem düzeyinde farklı olup olmadıkları belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Tuz Stresi Altında Farklı Domates Çeşitlerinin ve Arkadaş Bitki Tohumlarının Tepkileri

4.1.1. Farklı domates çeşitlerinin tuz stresi altındaki tohum çimlenme ve gelişim durumları

İnkübatör ortamında (24 ± 1 °C) farklı konsantrasyonlardaki (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 mM) NaCl solusyonu ile muamele edilen beş farklı domates çeşidinin (Falkon, H-2274, SC2121, Ayaş, Rio Grande) tuz stresine karşı çimlenme ve gelişim durumları belirlenmiştir. Artan NaCl konsantrasyonu, ölçülen büyüme parametrelerinde azalmalara neden olmakla beraber, çeşitler arasında farklılıklara da neden olmuştur. Çeşitler arasındaki karşılaştırmalar, tek yönlü varyans analizi ile incelenmiş, ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Domates çeşitlerinde SC2121, Falkon ve Ayaş Yerli çeşitleri 50 mM NaCl konsantrasyonunda kadar çimlenme bakımından kontrol grubundan farklılık göstermez iken, Rio Grande ve H-2274 çeşitleri test edilen bütün NaCl konsantrasyonlarında hassasiyet göstermişlerdir. Dört domates çeşidinde 200 mM tuz seviyesinde nispeten çimlenme görülürken H-2274 domates çeşidinde hiç çimlenme olmamıştır. Buna göre en hassas çeşidin H-2274 olduğu belirlenmiştir. Tuza tolerans bakımından domates çeşitleri arasında geniş varyasyon olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Foolad, 1996; Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999; Turhan ve Şeniz, 2009). Cuartero ve Fernandez-Munoz (1999) göre tuzlu koşullarda *L. esculentum* çeşitleri arasında çimlenme özellikleri bakımından farklılıklar bulunmuş, bu farklılıkların bitkilerin genetik farklılıklarından ileri geldiğini öne sürmüşlerdir. Domates tohumlarında çimlenme tuz konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak azalmıştır. Ashraf (2004) çimlenme yüzdesinde oluşan azalmanın ve çimlenme için geçen sürenin uzamasının tuzun toksik etkisinden kaynaklandığı gibi, ortamda bulunan serbest tuzun osmotik basıncı yükseltmesi yani su potansiyelinin azalmasından ileri geldiğini bildirmiştir. Bu görüşlere ilave olarak iyon

toksisitesinde çimlenme oranını azaltabilecek potansiyele sahip olduğu öne sürülmüştür (Begum ve ark., 1992; Crosser ve ark., 2001; Essa ve Al-Ani., 2001). Sönmez ve Kaplan (1997); Cuartero ve Fernandez-Munoz (1999) artan tuz konsantrasyonlarının çimlenmeyi geriletmediğini ve yüksek konsantrasyonlarda ise çimlenmenin durduğunu rapor etmişlerdir. Benzer sonuçlar Hajer ve ark. (2009) tarafından rapor edilmiş olup farklı konsantrasyonlardaki deniz suyunun farklı domates çeşitleri (Turust, Grace, Plitz) üzerinde farklı etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Çimlenen tohumlarda radikul (kök) ve hipokotil (gövde) uzunluğu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, çimlenme yüzdesi, vigor indeks ve çimlenme indeksi değerleri incelendiğinde ise, artan tuz stresinin çeşitler üzerine olan etkisi anlamlı bulunmuştur ($P<0.01$). Çimlenme oranları yüksek olan çeşitlerin radikul ve hipokotil uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık gibi özelliklerinin çimlenme oranı düşük olan çeşitlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Beş domates çeşidi üzerindeki artan NaCl uygulaması sonucu elde edilen tohum çimlenme ve gelişim özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Tuz stresi, genel olarak, bitkinin bütün büyüme parametrelerinde azalmaya neden olmasına rağmen, kök üzerinde daha belirgin bir negatif etkiye sahiptir (Çizelge 4.1). Çimlenme aşaması ile kıyaslandığında bu durum daha iyi görülmüştür. Benzer sonuçlar, Jamil ve ark. (2006) tarafından da rapor edilmiş, tuz ile ilk karşı karşıya gelen organların (kök) daha fazla etkilendiğini belirtmişlerdir.

Nawaz ve ark. (2012) yapmış oldukları araştırmalarında iki domates çeşidi üzerinde 0-150 mM konsantrasyonlarındaki tuz stresini uygulamış ve tuz stresinin etkilerini incelemişlerdir. Tuz stresi ile çimlenmenin önemli oranda azaldığını, kök ve gövde yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalar olduğunu belirlemişlerdir.

Tuzluluk genel olarak çimlenme aşamasında oksidatif stresi tetikleyerek dokularda Reaktif Oksijen Türlerinin (H_2O_2 , O_2 , O^- , OH^-) artışına neden olmakta ve bu durum membran geçirgenliğinin artışına yol açtığından çimlenme aşamasında çözünebilir madde miktarı azalacağından çimlenme hızı ve oranı yavaşlayarak, çimlenme süresi ise uzamaktadır (Khan ve Panda, 2008). Çimlenmenin ilerleyen safhalarında tuz stresi besin alımını (iyon alımı) etkilediğinden bitkinin diğer organlarında da etkisini göstermektedir.

Çizelge 4.1. Beş domates çeşidinin artan NaCl uygulamasında tohum çimlenme ve gelişim durumları

Domates çeşidi	NaCl (mM)	Çimlenen tohum sayısı (adet)	Radikül uzunluk (cm)	Hipokotil uzunluk (cm)	Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Çimlenme oranı (%)	Vigor indeksi	Çimlenme indeksi
SC2121	0	18.67±0.66a	6.41±0.58a	6.58±1.03a	0.78±0.03a	0.07±0.00a	93.33±3.33a	1212.43±148.94a	18.83±0.29a
	50	16.33±0.33a	4.95±0.07b	4.95±0.18b	0.66±0.06b	0.05±0.00b	81.67±1.66a	809.85±39.91b	16.23±0.41b
	100	11.67±0.88b	3.03±0.09c	3.03±0.07c	0.56±0.02c	0.02±0.00c	58.33±4.40b	354.95±35.47c	11.63±0.35c
	150	6.33±0.88c	1.13±0.26d	1.13±0.07d	0.24±0.02d	0.02±0.00c	31.67±4.40c	74.40±21.25d	5.44±0.39d
	200	2.67±0.33d	0.26±0.07e	0.17±0.04d	0.08±0.00e	0.01±0.00cd	13.33±1.66d	5.84±1.95d	1.77±0.22e
	250	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00f
Falkon	0	18.67±0.33a	4.50±0.16a	4.14±0.40a	0.83±0.03a	0.04±0.00a	93.33±1.66a	808.35±64.08a	16.89±0.12a
	50	16.33±0.88a	4.35±0.02b	3.47±0.24b	0.64±0.03b	0.04±0.00a	81.67±4.40a	669.62±25.09b	13.46±0.15b
	100	11.67±0.88b	2.97±0.28c	2.73±0.18c	0.45±0.01c	0.03±0.00b	58.33±4.41b	336.77±50.70c	8.23±0.27c
	150	6.33±0.33c	1.14±0.02d	1.29±0.23d	0.24±0.01d	0.03±0.00c	31.67±1.66c	76.13±5.16d	3.86±0.22d
	200	2.00±0.00d	0.17±0.03e	0.10±0.00e	0.08±0.00e	0.00±0.00d	10.00±0.00d	2.70±0.35d	1.06±0.07e
	250	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00f	0.00±0.00d	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00f
Ayaş	0	18.33±0.33a	6.08±0.02 a	5.29±0.24 a	0.75±0.01 a	0.05±0.00 a	91.67±1.66 a	1042.68±20.72a	16.54±0.29 a
	50	16.00±1.00a	5.04±0.23 b	4.42±0.25 b	0.64±0.04 b	0.04±0.01 b	80.00±5.00 a	753.50±17.34 b	14.6±0.80 b
	100	13.33±0.33b	4.03±0.05 c	4.26±0.07b	0.55±0.06 c	0.03±0.03 c	66.67±1.66 b	552.68±19.82 c	8.21±0.28 c
	150	4.00±0.57c	0.19±0.01 d	0.57±0.06 c	0.21±0.03 d	0.01±0.00 d	20.00±2.88 c	15.42±3.23 d	2.87±0.29 d
	200	2.55±0.00d	0.20±0.00d	0.2±0.00cd	0.09±0.01e	0.01±0.00e	12.75±0.00d	4.00±0.00 d	1.36±0.19e
	250	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00f	0.00±0.00f	0.00±0.00e	0.00±0.00 d	0.00±0.00f
Rio Grande	0	18.00±0.57a	4.50±0.26a	4.09±0.24a	0.53±0.02a	0.03±0.00a	90.00±2.88a	772.47±42.22a	16.97±0.73a
	50	15.33±0.33b	4.43±0.06b	3.48±0.32b	0.49±0.01b	0.02±0.00ab	76.67±1.66b	622.05±31.26b	12.67±0.39b
	100	12.33±0.66c	4.08±0.30b	3.32±0.26b	0.47±0.00b	0.02±0.00b	61.67±3.33c	459.83±55.52c	12.08±0.93b
	150	3.00±0.00d	0.13±0.03c	0.11±0.01c	0.08±0.00c	0.02±0.00b	15.00±0.00d	3.55±0.55d	3.44±0.06c
	200	2.33±0.66d	0.10±0.00c	0.10±0.00c	0.02±0.00d	0.00±0.00c	11.67±3.33d	2.33±0.66d	2.41±0.69c
	250	0.00±0.00e	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00d	0.00±0.00c	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00d
H-2274	0	16.67±0.66a	4.44±0.02a	3.87±0.16a	0.62±0.01a	0.05±0.00a	83.33±3.3a	692.60±38.21a	12.85±0.47a
	50	13.00±1.15b	4.54±0.27a	3.31±0.11b	0.54±0.00b	0.04±0.00a	65.00±5.77b	514.65±71.06b	9.95±0.61b
	100	7.00±1.00c	3.50±0.28b	2.78±0.15c	0.41±0.00c	0.03±0.00b	35.00±5.00c	223.30±46.41c	3.92±0.34c
	150	3.00±0.00d	0.10±0.00c	0.10±0.00d	0.03±0.00d	0.01±0.00c	15.00±0.00d	3.00±0.00d	1.58±0.06d
	200	0.00±0.00e	0.00±0.00c	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00e
	250	0.00±0.00e	0.00±0.00c	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00e
300	0.00±0.00e	0.00±0.00c	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00e	

*Aynı sütundaki birbirinden farklı harflerle gösterilen ortalama değerler ($P<0.01$) önem düzeyinde farklı bulunmuştur. Sonuçlar ortalama (\pm) standart hata olarak verilmiştir. n:3.

Farklı domates çeşitlerinin hepsinde artan tuz konsantrasyonlarında çimlenme oranlarında kontrole oranla önemli bir azalma görülmüştür. Artan tuz konsantrasyonuna karşı en toleranslı domates çeşidini belirlemek için domates tohum popülasyonunun %50'sini engelleyen tuz konsantrasyon değerleri (IC_{50}) probit analizi yapılarak hesaplanmıştır.

En yüksek IC_{50} değeri 123.14 ile SC2121 domates çeşidinde görülmüştür. Diğer domates çeşitlerindeki IC_{50} değeri, Falkon çeşidinde 121.04, Ayaş çeşidinde 121.74, Rio Grande'de 115.96 ve H-2274'de 94.37 bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bu sonuçlar göz önüne alınarak sera denemesinde kullanılacak domates çeşidi belirlenmiştir. SC2121, Falkon ve Ayaş çeşitleri tuz stresine karşı en yüksek tolerans sergilemişlerdir. Bu çeşitlerden SC2121 hem bölgede yaygın olarak kullanılan domates çeşidi olması hem de diğer özellikleri bakımından (radikul ve hipokotil uzunluk) diğer domates çeşitlerine kıyasla daha iyi performans sergilemiş olması, vigor indeks kriteri göz önüne alındığında ise hafif tuzlu koşullarda iyi bir performans sergilemesi, bu çeşidin bitkisel denemede domates çeşidi olarak seçilmesinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.2. Domates tohum popülasyonunun %50'sini engelleyen tuz konsantrasyon değerleri

Domates çeşitleri	IC_{50} değerleri
SC2121	123.14
Falkon	121.04
Ayaş	121.74
Rio Grande	115.96
H-2274	94.37

4.1.2. Arkadaş bitki tohumlarının tuz stresi altında çimlenme durumları

İki farklı halofit türüne ait (*S. soda* ve *P. oleracea*) bitki tohumları 0-600 mM NaCl arasında değişen farklı tuz konsantrasyonları ile muamele edilerek bu bitki tohumlarının tuzlu koşullardaki çimlenme ve gelişim özellikleri belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonu çimlenme, radikul uzunluğu, hipokotil uzunluğu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, çimlenme yüzdesi, vigor indeks ve çimlenme indeksi üzerine olan etkileri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Arkadaş bitki tohumlarının NaCl uygulamasında tohum çimlenme ve gelişim durumları

Halofit türü	NaCl (mM)	Çimlenen tohum sayısı (adet)	Radikul uzunluk (cm)	Hipokotil uzunluk (cm)	Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Çimlenme oranı (%)	Vigor indeks	Çimlenme indeksi
<i>S. soda</i>	0	19.67±0.33a	3.96±0.07a	5.08±0.28a	0.66±0.02a	0.12±0.01a	98.33±1.66a	889.52±43.38b	41.27±0.41ab
	50	19.33±0.33a	6.02±0.25b	4.45±0.05ab	0.61±0.03ab	0.12±0.02b	96.67±1.66a	1011.50±11.52a	39.95±0.21b
	100	19.67±0.33a	5.05±0.05c	4.76±0.18a	0.60±0.01ab	0.12±0.01b	98.33±1.66a	964.88±35.78a	41.92±0.33ab
	150	20.00±0.00a	3.01±0.06d	4.39±0.12ab	0.55±0.03bc	0.11±0.01b	100.00±0.00a	740.00±18.44c	42.08±1.70ab
	200	20.00±0.00a	1.56±0.14e	3.89±0.19bcd	0.58±0.01bc	0.12±0.03a	100.00±0.00a	544.33±5.60d	40.02±0.75bc
	250	19.67±0.33a	1.43±0.04e	3.44±0.38bd	0.51±0.04cd	0.11±0.03a	98.33±1.66a	478.97±45.30d	37.83±0.88c
	300	19.67±0.33a	1.13±0.03f	3.67±0.27bcd	0.46±0.02d	0.10±0.01b	98.33±1.66a	472.58±35.37d	34.95±1.48d
	350	14.67±0.33b	0.82±0.03g	2.67±0.33ef	0.35±0.03e	0.11±0.02b	73.33±1.66b	257.12±31.31e	22.65±0.74e
	400	10.67±0.33c	0.13±0.03h	3.37±0.32de	0.23±0.02f	0.11±0.02b	53.33±1.66c	187.33±22.65e	16.54±0.38f
	450	6.00±0.00d	0.13±0.01h	2.50±0.40f	0.11±0.01h	0.01±0.00c	30.00±0.00d	78.90±12.31f	10.38±1.26h
	500	1.33±0.33e	0.10±0.00h	2.00±0.00f	0.04±0.00ı	0.00±0.01c	6.67±1.66e	14.00±3.50f	1.46±0.30ı
	550	0.00±0.00f	0.00±0.00h	0.00±0.00h	0.00±0.00ı	0.00±0.00c	0.00±0.00f	0.00±0.00f	0.00±0.00ı
600	0.00±0.00f	0.00±0.00h	0.00±0.00h	0.00±0.00ı	0.00±0.00c	0.00±0.00f	0.00±0.00f	0.00±0.00ı	
<i>P. oleracea</i>	0	19.67±0.33a	2.17±0.03a	2.33±0.17a	0.28±0.02b	0.02±0.00a	98.33±1.67a	443.80±0.26a	41.98±0.26a
	50	20.00±0.00a	2.33±0.17a	2.50±0.00a	0.31±0.01a	0.01±0.00b	100.00±0.00a	483.33±16.67a	43.25±0.61a
	100	19.67±0.33a	2.17±0.17a	2.33±0.17a	0.25±0.01bc	0.01±0.00b	98.33±1.67a	443.33±34.80a	41.40±0.16a
	150	19.67±0.33a	1.00±0.00b	1.40±0.20b	0.23±0.02c	0.01±0.00b	98.33±1.67a	235.83±20.22b	42.81±0.62a
	200	19.33±0.33a	0.50±0.00c	1.00±0.00c	0.21±0.00c	0.01±0.00b	96.67±1.67a	145.00±2.50c	42.26±0.30a
	250	17.67±0.33b	0.33±0.02cd	0.84±0.01c	0.23±0.01c	0.01±0.00b	88.33±1.67b	93.43±4.29d	37.72±1.18b
	300	15.67±0.33c	0.10±0.00d	0.28±0.02d	0.15±0.01e	0.01±0.00b	78.33±1.67c	30.08±1.92e	28.19±2.46c
	350	5.67±0.33d	0.10±0.00d	0.10±0.00d	0.07±0.01f	0.01±0.00bc	28.33±1.67d	5.67±0.33e	9.62±0.21d
	400	1.33±0.33e	0.09±0.01d	0.08±0.01d	0.04±0.01g	0.00±0.00c	6.67±1.67e	1.20±0.40e	2.05±0.28e
	450	0.67±0.33ef	0.33±0.17cd	0.05±0.02d	0.02±0.01h	0.00±0.00c	3.33±1.67fg	1.90±0.95e	0.59±0.31e
	500	0.00±0.00f	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00h	0.00±0.00c	0.00±0.00g	0.00±0.00f	0.00±0.00e
	550	0.00±0.00f	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00h	0.00±0.00c	0.00±0.00g	0.00±0.00f	0.00±0.00e
600	0.00±0.00f	0.00±0.00e	0.00±0.00d	0.00±0.00h	0.00±0.00c	0.00±0.00g	0.00±0.00f	0.00±0.00e	

*Aynı sütundaki birbirinden farklı harflerle gösterilen ortalama değerler ($P<0.01$) önem düzeyinde farklı bulunmuştur. Sonuçlar ortalama (\pm) standart hata olarak verilmiştir n=3

Halofit bitki türleri, domatese oranla NaCl seviyelerine çok daha yüksek oranlarda tolerans göstermiş, domates çeşitlerinin gösteremediği tuz konsantrasyonlarına herhangi bir belirti vermeden çimlenme özelliğini korumuşlardır. Bu durum *S. soda* bitkisinde 350 mM NaCl, *P. oleracea* bitkisinde 250 mM olarak gerçekleşmiştir. Bu bitkilerden *S. soda* 500 mM, *P. oleracea* ise 400 mM NaCl seviyesinden sonra çimlenme özelliğini kaybetmişlerdir ($P < 0.01$). NaCl toleransının radikul ve hipokotil uzunluğu baz alındığında; *S. soda* için 200 mM, *P. oleracea* için ise, 150 mM NaCl olarak gerçekleştiği görülmüştür. Bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında NaCl toleransı *S. soda* için 150 mM ve *P. oleracea* için 50 mM NaCl olarak belirlenmiştir. Vigor indeks ve çimlenme indeksi değerleri *S. soda* ve *P. oleracea* için 150 ve 250 mM olarak ölçülmüştür ($P < 0.01$). Çimlenme aşamasında 350 ve 250 mM NaCl konsantrasyonlarında tolerans gösteren *S. soda* ve *P. oleracea* halofit türleri, çimlenme sonrası 150 ila 250 mM NaCl arasında (vigor indeks ve çimlenme indeksi) tolerans göstermesi, bu çeşitlerin köklendirildikten sonra da tuzlu ortamlarda rahatlıkla yaşayabileceğini ve kökleri vasıtası ile tuzu bünyelerine alarak toprak tuzluluğunu azaltabilecek kapasiteleri olduğunu ortaya koymuştur.

Artan tuz konsantrasyonuna en toleranslı arkadaş bitkiyi belirlemek için tohum popülasyonunun %50'sini engelleyen tuz konsantrasyon değerleri (IC_{50}) probit analizi yapılarak belirlenmiştir. *S.soda*'nın IC_{50} değeri 454 ve *P. oleracea*'nın IC_{50} değeri 377 bulunmuştur. Buna göre her iki bitkinin de tuza toleranslı olduğu *S. sodanın* tuza toleransının *P. Oleracea*'dan daha fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Arkadaş bitki tohum popülasyonunun %50'sini engelleyen tuz konsantrasyon değerleri (IC_{50})

Arkadaş bitki türleri	IC_{50} değerleri
<i>S. soda</i>	454
<i>P. oleracea</i>	377

Duan ve ark. (2007) halofit bir bitki olan *Suaeda salsa* tohumları üzerinde tuz stresinin farklı dozlarını (0-600 mM) ve farklı tuz çeşitlerini (MgCl, NaCl, NaSO₄, MgSO₄, NaCO₃) uygulayarak çimlenme üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Tüm tuz solusyonlarında artan tuz seviyelerinin çimlenme yüzdelerinde azalmanın önemli olduğunu, tuz nedeniyle çimlenmenin geciktiğini bildirmişlerdir. Tuz stresi nedeniyle çimlenmenin gecikip ve çimlenme yüzdesinde azalmaların olduğu diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Breen ve ark., 1977; Duan ve ark., 2003).

Birçok halofit için optimum çimlenme tuzsuz şartlarda olduğu bildirilmiş olmasına rağmen, belli düzeydeki tuz konsantrasyonu çimlenme için önemli sayılmıştır (Subbaraoa ve ark., 2003). Hatta tuzsuz ortamın halofit gelişmesinde negatif etkiye sahip olduğu öne sürülmüş olmakla birlikte çok yüksek tuz konsantrasyonu (400 mM) halofitlerde strese neden olmuştur (Gao ve ark., 2003).

4.2. Sera Denemesinde kullanılan toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Dört farklı tuz konsantrasyonu sergileyen tarla topraklarından alınan örneklerin birinci yıl ve ikinci yıl sera denemesi öncesi elektiriksel iletkenlik (EC), pH, anyon ve katyon iyon değerleri Çizelge 4.5 de ve 4.6' da verilmiştir. Birinci yıl değerlerine göre, artan EC değerleri pH artışı ile paralellik göstermiş, EC ve pH arasındaki ilişki pozitif bulunmuştur ($r=0.92$, $P<0.05$). Yine aynı şekilde artan iyon konsantrasyonlarında Na^+ ve Ca^{++} iyonlarındaki artış ($r=0.99$, $P<0.05$; $r=0.98$, $P<0.05$) EC değerlerinin artışına katkıda bulunmuş, K^+ ve Mg^{++} iyonlarındaki artış ise ikinci derecede önemli bulunmuştur ($r=0.91$, $P<0.05$; $r=0.96$, $P<0.05$). Anyonların durumu değerlendirildiğinde, Cl^- iyonundaki artış ($r=0.99$, $P<0.05$) EC değerindeki artış ile paralellik göstermiş, SO_4^{--} iyonu ise ($r=0.97$, $P<0.05$) daha az oranda EC değerlerinin artışına katkıda bulunmuştur. NO_3^- iyonu ise tuzluluk durumunda değişiklik sergilememiştir ($r=0.49$, $P= 0.38$). İkinci yıl sonuçları değerlendirildiğinde, sonuçlar birinci yıldan farklı bulunmamıştır. Elde edilen ikinci yıl değerleri birinci yılın sonuçlarının referansı şeklinde olmuş topraklar arasında denemede kullanılan süre içinde istatistik olarak farklılık görülmemiştir.

Tuzlu topraklar üzerine yapılan birçok çalışmalarda da EC, Na^+ ve Cl^- gibi iyonlar arasında önemli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. Örneğin Çullu ve ark. (2010) Harran Ovasının farklı tuz içeriğindeki toprakların EC değerlerinin 0.2-39.7 dS/m arasında olduğunu, pH değerlerinin 7.5-8.00 arasında olduğunu belirlemişler, EC değeri ve Na^+ , K^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} gibi katyonlar ve Cl^- ve SO_4^{--} gibi anyon değerlerinin tuzsuz alanlara göre yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Yine Akıl (2005) Akçakale serisi tuzlu ve tuzsuz topraklarda yapmış olduğu çalışmada tuzsuz toprakların EC, pH, katyon ve anyon miktarının, tuzlu sodik topraklarınkinden düşük olduğunu ifade etmiştir.

Çizelge 4.5. Birinci yıl denemesinde kullanılan toprakların saturasyon süzükleri iyon analiz sonuçları

Tuz seviyeleri	EC dS/m	pH	Na ⁺ (meq/L)	K ⁺ (meq/L)	Ca ⁺⁺ (meq/L)	Mg ⁺⁺ (meq/L)	Cl ⁻ (meq/L)	SO ₄ ⁻ (meq/L)	NO ₃ ⁻ (meq/L)
Tuzsuz	0.84±0.05d	7.75±0.05b	1.24±0.44d	0.44±0.09d	4.17±0.17d	0.50±0.60c	1.38±0.30d	1.32±0.27c	0.02±0.00a
Hafif Tuzlu	3.87±0.12c	7.79±0.08b	7.90±0.97c	0.70±0.05c	17.74±5.67c	3.97±0.13b	5.25±0.65c	3.78±1.03b	0.01±0.00a
Orta Tuzlu	6.85±0.19b	8.14±0.05a	16.71±1.38b	1.03±0.15b	26.55±1.27b	6.52±1.49b	10.90±3.53b	4.11±1.20b	0.02±0.00a
Yüksek Tuzlu	14.33±0.70a	8.27±0.05a	44.27±3.39a	1.13±0.16a	41.15±4.19a	9.20±2.80a	23.65±2.22a	6.55±1.77a	0.01±0.00a
Varyans analiz tablosu									
F	234.38	51.38	493.56	36.20	23.85	27.36	34.06	22.12	1.33
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38
Varyasyon kaynakları (A*B)	**	**	**	**	**	**	**	**	NS

Tuz seviyeleri ve parametreler arasındaki farklı önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. Varyasyon kaynakları Tuz seviye (A)xParametreler (B), *P<0.05 Önemli, **P<0.01 Çok önemli, NS:P>0.05 Önemsiz. (±): standart hata

Çizelge 4.6. İkinci yıl denemesinde kullanılan toprakların saturasyon süzükleri iyon.analiz sonuçları

Tuz seviyeleri	EC dS/m	pH	Na ⁺ (meq/L)	K ⁺ (meq/L)	Ca ⁺⁺ (meq/L)	Mg ⁺⁺ (meq/L)	Cl ⁻ (meq/L)	SO ₄ ⁻ (meq/L)	NO ₃ ⁻ (meq/L)
Tuzsuz	0.90±0.03d	7.73±0.09b	1.15±0.08d	0.40±0.02d	5.10 ±0 .15d	0.42±0.06c	1.22±0.08d	1.36±0.03c	0.02±0.00a
Hafif Tuzlu	4.19±0.72c	7.82±0.03b	8.81±0.87c	0.65±0.05c	17.88±1.04c	4.33±0.50b	5.76±41c	4.18±0.29b	0.01±0.00a
Orta Tuzlu	7.22±0.27b	8.19±0.02a	17.19±0.51b	1.09 ±0.03b	28.17±1.11b	6.25±1.14b	11.17±0.8b	4.36±0.06b	0.02±0.01a
Yüksek Tuzlu	14.05±1.05a	8.20±0.02a	46.84±1.50a	1.20±0.04a	44.97±0.79a	8.72±0.93a	24.16±17a	6.24±0.27a	0.01±0.02a
Varyans analiz tablosu									
F	89.14	41.56	486.09	75.50	386.62	20.14	628.24	100.61	4.68
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
Varyasyon kaynakları (A*B)	**	**	**	**	**	**	**	**	NS

Tuz seviyeleri ve parametreler arasındaki farklı önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. Varyasyon kaynakları Tuz seviye (A)xParametreler (B), *P<0.05 Önemli, **P<0.01 Çok önemli, NS:P>0.05 Önemsiz. (±): standart hata

Denemede kullanılan toprakların değişebilir katyon (DK) ve katyon değişim kapasitesi (KDK) analizleri sera denemesi öncesinde yapıldığında her iki yıl sonuçları arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.7 ve 4.8). Tuz seviyelerine bağlı olarak değişim kapasitesindeki artan Na^+ iyonu konsantrasyonları K^+ iyonunda da artışı beraberinde getirmiş buna bağlı olarak değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) Na^+ iyonu artışı ile paralellik göstermiştir. Topraktaki Na^+ ve K^+ artışına bağlı olarak Ca^{++} iyonunda azalma görülmüştür. ESP yüzdesi 0.75 ila 29 arasında değişmiştir. KDK değerleri ise, tuzluluğa bağlı olarak değişimi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). KDK değerleri 55 ila 46 cmol kg^{-1} arasında bulunmuştur.

Çullu ve ark. (2010) yılında yapmış olduğu çalışmada Harran Ovası tuzlu alanlarının DK tuz seviyelerinin artması ile artış gösterdiğini ve buna bağlı olarak ESP değerlerinin % 0.23-55.25 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Harran serisi üzerinde yapılan bir diğer çalışmada ise KDK miktarı 35-54 cmol kg^{-1} olduğu belirlenmiştir (Dinç ve ark., 1991).

Çizelge 4.7. Birinci yıl denemede kullanılan toprakların DK ve KDK analiz sonuçları

Tuz seviyeleri	DK (cmol kg ⁻¹)				KDK (cmol kg ⁻¹)	ESP (%)
	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺		
Tuzsuz	0.42±0.02d	1.20±0.11c	45.29±5.52a	5.17±0.21a	55.87±1.16a	0.75±0.02d
Hafif Tuzlu	3.7±0.40c	1.37±0.07b	42.75±0.28b	4.93±0.37b	52.19±1.06a	7.03±0.26c
Orta Tuzlu	7.12±0.76b	1.60±0.01b	38.82±3.22b	3.75±0.97b	47.69±2.16b	14.92±0.46b
Yüksek Tuzlu	12.17±0.54a	2.02±0.11a	40.14±0.93b	3.98±0.27b	46.92±1.66b	25.91±1.19a
Varyans analiz tablosu						
F	82.90	12.15	13.59	5.63	5.22	180.49
P	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.00
Varyasyon kaynakları (A*B)	**	**	**	**	NS	**

Tuz seviyeleri ve parametreler arasındaki farklı önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeler ile gösterilmiştir. Varyasyon kaynakları Tuz seviye (A)xParametreler (B), P<0.05 Önemli, **P<0.01 Çok önemli, NS:P>0.05 Önemsiz. (±): standart hata

Çizelge 4.8. İkinci yıl denemede kullanılan toprakların DK ve KDK analiz sonuçları

Tuz seviyeleri	DK (cmol kg ⁻¹)				KDK (cmol kg ⁻¹)	ESP (%)
	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺		
Tuzsuz	0.38±0.01d	1.22±0.02c	47.13±1.25a	4.40±0.29a	53.67±1.27a	0.70±0.02d
Hafif Tuzlu	4.19±0.31c	1.46±0.07b	41.49±0.67b	3.57±0.59b	51.55±0.55a	8.28±0.57c
Orta Tuzlu	6.34±0.35b	1.52±0.04b	40.12±2.29b	4.21±0.10b	46.63±2.87b	13.60±1.16b
Yüksek Tuzlu	11.49±0.30a	1.96±0.03a	38.75±1.08b	3.37±0.17b	47.81±0.89b	24.03±0.61a
Varyans analiz tablosu						
F	277.71	51.16	7.41	7.90	9.80	188.33
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
Varyasyon kaynakları (A*B)	**	**	**	**	NS	**

Tuz seviyeleri ve parametreler arasındaki farklı önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. Varyasyon kaynakları Tuz seviye (A)xParametreler (B), *P<0.05 Önemli, **P<0.01 Çok önemli, NS:P>0.05 Önemsiz. (±): standart hata

Toprakların fiziksel özelliği incelendiğinde farklı tuz seviyelerindeki toprakların kalsiyum karbonat (CaCO_3) içerikleri istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır ($P>0.05$). Toprakların kil, silt ve kum oranları tuzluluk seviyeleri ile ciddi bir değişiklik göstermemiştir ($P>0.05$). Toprakların tekstür içerikleri killi (C) olarak belirlenmiştir. Yine organik madde (OM) içerikleri % 1.26- %0.83 arasında organik madde miktarı açısından düşük bulunmuştur.

Dinç ve ark. (1988). Harran ovası topraklarında yapmış oldukları çalışmada toprakların %25'den fazla CaCO_3 içerdiğini, OM içeriklerinin düşük seviyede olduğunu ve toprak tekstürünün ise killi olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.9. Denemede kullanılan toprakların fiziksel özellikleri

Tuz seviyeleri	CaCO_3 (%)	OM (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür sınıfı
Tuzsuz	33.24±2.09a	1.26±0.24a	16±0.28c	31±0.03a	53±0.24a	C
Hafif Tuzlu	30.25±0.41ab	1.20±0.03a	21±0.81a	28±0.54a	51±0.27a	C
Orta Tuzlu	29.66±1.46ab	1.07±0.01a	18±0.34b	34±0.93a	48±1.28a	C
Yüksek Tuzlu	27.97±0.98b	0.83±0.06a	19±0.89a	33±0.74a	48±0.89a	C
Varyans analiz tablosu						
F	3.69	0.47	3.08	1.86	1.54	
P	0,12	0,71	0.15	0.27	0,33	
Varyasyon Kaynakları (A*B)	NS	NS	NS	NS	NS	

CaCO_3 : kalsiyumkarbonat, OM: organik madde, C: kil. Tuz seviyeleri ve parametreler arasındaki farklı önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. Varyasyon kaynakları Tuz seviye (A)* Parametreler (B), * $P<0.05$ Önemli, ** $P<0.01$ Çok önemli, NS: $P>0.05$ Önemsiz. (±):standart hata

Toprakların saksı nem kapasiteleri (tarla kapasitesi) hesaplandığında yüksek tuzlu toprakların nem kapasitesi diğer grup topraklardan düşük bulunmuştur, Çizelge 4.10. Bu durum birim alandan alınan toprak ağırlığının büyük bir kısmının tuz olduğu ve dolayısı ile tuz moleküllerinin toprak tanecikleri gibi su tutma kapasitelerinin olmadığı bir kanıttır. Toprakların tuzlulaşması ile birlikte bitkiler tarafından su alım durumunun azaldığını dolayısı ile topraklarda iyileştirme çalışmaları yapılacaksa bu seviyenin ciddi olarak esas alınması gerektiği ortaya konulmuştur. Ayers ve Westcot (1989) farklı toprak tuzluluk düzeylerinde killi-tınlı bir toprak için tuzluluk düzeyinin artmasıyla elverişli nem düzeyinde çok önemli bir azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Kanber ve ark. (2010) bitki kök ortamında tuz değişiminin artması ile osmotik basınç yükseldiğini ve mutlak su içeriğinde azalma olmamasına rağmen, bitkiye yarayışlı suyun azaldığını ifade etmişlerdir. Tuzlu koşullarda bitkiler, suyu topraktan daha yüksek absortif kuvvet ile aldığından bitki gerekli içsel düzenleme yapamaz ve gerektiği kadar kuvvet uygulayamaz ise yeterli su alamaz ve su gerilimi dolayısı ile fizyolojik kuraklığa maruz kalır.

Çizelge 4.10. Denemede kullanılan toprakların saksı nem kapasitesi

Tuz seviyeleri	Toprak yaş ağırlık* (g)	Toprak kuru ağırlık (g)	Saksı nem kapasitesi (%)
Tuzsuz	8130	6000	35.49
Hafif Tuzlu	8056	6000	34.27
Orta Tuzlu	7970	6000	32.83
Yüksek Tuzlu	7764	6000	29.41

*Bir gece bekletilen toprağın yaş ağırlığı

Çalışma aşamasında özellikleri belirlenen topraklar, denemeden önce gübreler ile zenginleştirilmiş, tarla topraklarında olduğu gibi ekim öncesi hazırlık yapılmıştır. Buna göre, topraklara azot, fosfor ve potasyum içeren gübreler verilmeden önce, toprakların bu açıdan ölçümü yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir. Artan tuz seviyesi ile topraklarda fosfor içeriği azalırken, potasyum ve azot açısından önemli bir fark görülmemiştir.

Ergene (1987) yüksek pH değerine sahip alkalin topraklarda bitki besin elementlerinden bilhassa fosforun kalsiyum nedeniyle çözünmeyerek kalsiyum fosfatlar halinde bağlanıp yararlı hale gelmeleri bu toprakların pH'ya bağlı olarak ortaya çıkan özellikleri olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.11. Denemede kullanılan toprakların Azot, Fosfor ve Potasyum içerikleri (kg/da)

Tuz seviyeleri	Azot	Fosfor	Potasyum
Tuzsuz	2.88	3.50	14.48
Hafif Tuzlu	3.06	3.66	13.15
Orta Tuzlu	2.62	1.71	14.38
Yüksek Tuzlu	2.45	1.46	17.91

Denemede kullanılan toprakların içerikleri belirlendiği gibi denemede kullanılan sulama suyunun kalitesi de belirlenmiştir. Alınan sonuçlara göre sulama suyunun EC değeri 0.37 dS/m ve pH’sı 7.42 olarak bulunmuştur. Böylece sulama suyunun ideal bir özelliğe sahip olduğu görülmüştür. Na^+ , K^+ , Ca^{++} , iyonlarını çok düşük iz denebilecek oranda içerdiği ve sulama suyunun içilebilir özellikte olduğu görülmüştür (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Sulama suyu özellikleri

Sulama suyu	pH	EC dS/m	Na ⁺ ppm	K ⁺ ppm	Ca ⁺⁺ ppm	Mg ⁺⁺ ppm	Fe ⁺⁺ ppm	B ⁺ ppm
	7.42	0.37	19.52	2.14	2.13	19.47	<0.05	0.25

Deneme öncesi sulama suyunun analizinin yapılması hem su kalitesinin belirlenmesi açısından önemli olduğu gibi, hem de sulama suyu ile potansiyel olarak toprakta birikecek tuz iyonlarının belirlenmesi açısından da önemlidir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, denemede kullanılan sulama suyunda toprakta ilave bir iyon birikmesinin olmayacağı görülmüş, dolayısı ile farklı tuz konsantrasyonlarına sahip topraklardan arkadaş bitki uygulaması ile ne derece iyon alımı gerçekleştirildiği belirlenebilecek ve sulama suyu ile potansiyel olarak toprağa ilave edilecek tuz iyonlarının, arkadaş bitkinin etkinliğini azaltmasının önüne geçilmiş olacaktır.

4.3. Farklı Tuz İçeriğine Sahip Topraklarda ve Farklı Bitki Kombinasyonlarında Yetiştirilen Domates ve Arkadaş bitkilerinin Büyüme Parametrelerine Ait Değerler

Bitki boyu, bitki ağırlığı, gövde çap, çiçek sayısı, nispi büyüme oranı, simptom indeks, membran stabilite indeksi gibi bitkinin büyüme parametrelerine ilişkin ölçüm sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

4.3.1. Domates Bitki Boyu

Farklı tuz seviyelerine sahip topraklarda domates bitkisi SC2121'in tuza karşı tepkisi tek başına ve arkadaş bitkiler (*S. Soda* ve *P. oleracea*) ile yetiştirilerek ölçülmüştür. Her iki yılda da domates bitkileri tek başına ve arkadaş bitkiler ile kombine edilerek yetiştirilmiştir. Buna göre, D (yalnız domates bitkisi), D+SS D (domates ve *S.soda* kombinasyonunda domates bitkisi) ve D+P D (domates ve *P. oleracea* kombinasyonunda domates bitkisi) olarak üç farklı grupta domatesin farklı tuz seviyelerine karşı (tuzsuz, hafif tuzlu, orta tuzlu, yüksek tuzlu) tepkileri çeşitli büyüme parametreleri kullanılarak üç aşamada belirlenmiştir. Aşamaların sınırları materyal ve metot kısmında açıklanmıştır. Bu parametrelerden domates bitki boyu incelendiğinde, kontrol grubunda her üç aşamada bitki kombinasyonları arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.13). Stressiz koşullarda (kontrol) kültür bitkileri ile arkadaş bitkinin birlikte yetiştirildiği koşullarda bitkilerin birbirlerine rekabet oluşturmadığı tespit edilmiştir. Örneğin birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitkisinin boyu her üç aşamada sırası ile yalnız D ortamında 55-, 58-ve 60 cm, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen D+SS D kombinasyonunda 57-, 59- ve 62 cm, D+P D kombinasyonunda 53-, 60- ve 59 cm olarak görülmüştür.

Birinci yıl hafif tuzlu koşullardaki domates bitkisi tek başına yetiştirildiğinde maruz kaldığı tuz stresi, domates ve arkadaş bitki kombinasyonunda bulunan domates bitkisinden daha fazla olmuştur. Domates bitkisinin boy artışına her üç aşamada da her iki arkadaş bitkisi (*S. soda* ve *P. oleracea*) katkıda bulunmasına rağmen *S. soda*'nın etkinliği istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13,

$P < 0.05$). Örneğin hafif tuzlu ortamda domates bitki boyu üç aşamada sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 50-, 53- ve 55 cm, *S.soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 55-, 58- ve 61 cm, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 54-, 56- ve 58 cm olarak ölçülmüştür.

Benzer durum orta düzeyde tuzlu topraklarda da görülmüş her üç aşamada domates bitkisi ile arkadaş bitki kombinasyonu olumlu olarak sonuçlanmıştır. Özellikle *S. soda*'nın etkinliği orta tuz seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13 ve 4.14, $P < 0.05$). Buna göre domates bitki boyu her üç aşama sırası ile yalnız D ortamında 46-, 49- ve 52 cm, *S.soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 54-, 57- ve 59 cm, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 48-, 51- ve 54 cm olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın yüksek tuzlu topraklarında tek başına yetiştirilen D'nin boyu kontrole oranla azalma gösterirken, arkadaş bitkiler, domatesin boy uzunluğu üzerine yine olumlu katkılar yapmış, *P. oleracea*'nin katkısı istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$), *S. soda*'nın katkısı ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur Çizelge 4.13 ve 4.14,. Yüksek tuz seviyesinde domates bitki boyu her üç aşama sırası ile D'de 32-, 35- ve 37 cm, D+SS D'de 47-, 52- ve 54 cm, D+P D'de 34-, 36- ve 37 cm olarak ölçülmüştür.

Benzer sonuçlar, ikinci yıl yapılan çalışmada da görülmüş, orta ve yüksek tuzlu topraklarda arkadaş bitki ile domates bitkisi arasında olumlu bir gelişme kaydedilmiş, domates bitkileri tuzsuz (kontrol) şartlardan daha iyi bir boy uzunluğu sergilemiştir. Bu durum domates ve *S. soda* arkadaşlığında daha belirgin olarak görülmüştür (Çizelge 4.13). Örneğin ikinci yıl kontrol (tuzsuz) ortamda domates bitki boyu her üç aşama sırası ile D'de 58- 65- ve 71 cm, D+SS D'de 64-, 70- ve 74 cm, D+P D'de 56-, 63-, ve 70 cm olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın hafif tuzlu toprağında domates bitki boyu her üç aşama sırası ile D'de 53-, 56- ve 59 cm, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen D+SS D kombinasyonunda 65-, 67- ve 70 cm, D+P D kombinasyonunda 56-, 61- ve 65 cm olarak ölçülmüştür.

Yine ikinci yılda orta tuzlu toprak seviyesinde domates bitki boyu her üç aşama sırası ile D'de 45-, 53- ve 55 cm, D+SS D'de 57-, 65- ve 66 cm, D+P D'de 50-, 59- ve 63 cm olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl yüksek tuzlu toprak seviyesinde domates bitki boyu her üç aşama sırası ile D'de 36, 39- ve 42 cm, *S.soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 50-, 56- ve 59 cm, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 37-, 40- ve 41 cm olarak ölçülmüştür.

Her iki yılda da farklı tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) yetiştirilen domates bitki boyu üzerinde arkadaş bitkilerinin olumlu etkisi tespit edilmiştir. Tek başına yetiştirilen domates bitkisinin boyu, arkadaş bitkiler ile aynı ortamda yetiştirilen domates bitkilerinin boyundan daha düşük olarak ölçülmüştür. *S. soda* ve *P. oleracea*'nın domates üzerine her iki yılda da hem vejetatif hem de generatif periyotta olumlu katkıları görülmüş, topraktan almış oldukları tuz nedeniyle domates bitkisinin tuzlu ortamda gelişmelerine yardım etmişlerdir. Özellikle tuz konsantrasyon seviyeleri arttığında arkadaş bitkilerden *S. soda* her üç aşamada etkinliğini devam ettirmiş, yüksek tuz seviyesinde domates üzerine etkisi diğer tuz seviyelerine göre az olsa da, hafif ve orta tuzlu topraklarda aktivitesi aynı seviyede devam etmiştir. En yüksek bitki boyu *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitkilerinde belirlenmiştir. *P. oleracea*'nin olumu etkisi ise dereceli olarak azalmış, yüksek tuzlu topraklarda etkinliği neredeyse kaybolmuştur.

Çizelge 4.13. Birinci ve ikinci yıl domates bitki boy ölçüm sonuçları

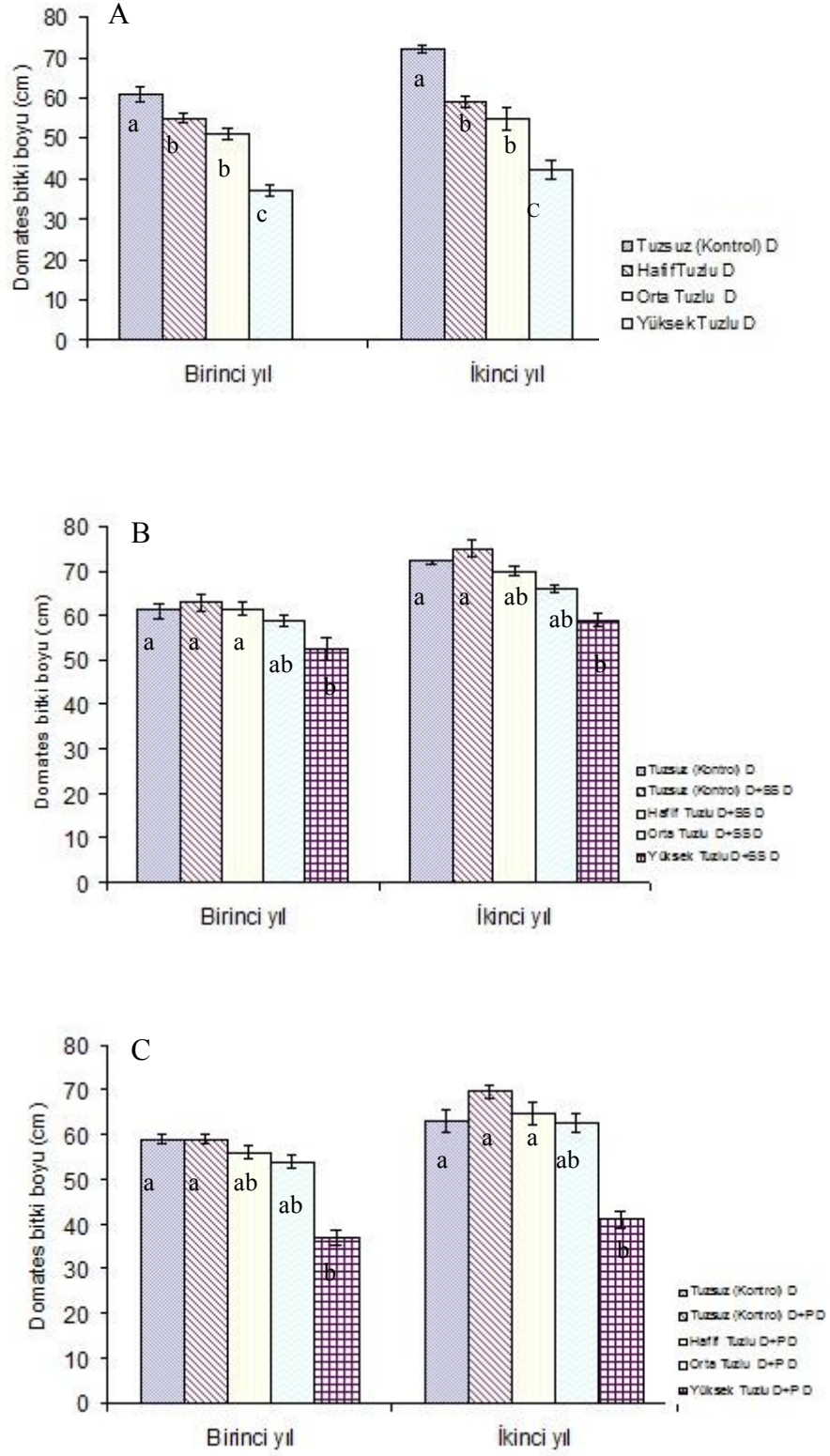
Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitki boyu cm/bitki			İkinci yıl domates bitki boyu cm/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	55±1.60a	58±1.90a	60±1.75a	58±1.10a	65±1.50a	71±1.50a
	D+SS D	57±2.20a	59±1.61a	62±2.10a	64±3.50a	70±1.25a	74±3.00a
	D+P D	53±2.00a	60±1.25a	59±1.00a	56±5.75a	63±2.50a	70±1.50a
Hafif tuzlu	D	50±1.25b	53±0.20b	55±1.00b	53±1.75b	56±1.00b	59±1.25b
	D+SS D	55±1.25a	58±1.20a	61±1.50a	65±1.75a	67±1.00a	70±1.00a
	D+P D	54±1.50ab	56±0.80ab	58±0.75ab	56±3.75ab	61±1.50ab	65±2.50ab
Orta tuzlu	D	46±1.39b	49±1.50b	52±0.50b	45±1.75b	53±1.00b	55±2.75b
	D+SS D	54±0.96a	57±2.25a	59±1.50a	57±1.50a	65±2.75a	66±1.25a
	D+P D	48±2.35ab	51±1.50ab	54±1.25ab	50±3.50ab	59±1.25ab	63±2.00ab
Yüksek tuzlu	D	32±2.15b	35±0.85b	37±1.50b	36±1.00b	39±1.00b	42±2.40b
	D+SS D	47±1.50a	52±2.50a	54±2.00a	50±2.00a	56±1.50a	59±1.50a
	D+P D	34±1.15b	36±1.00b	37±1.50b	37±0.65b	40±1.00b	41±2.00b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Arkadaş bitkilerin etkinliğini belirlemek, arkadaş bitkiler arasındaki farkı görmek için, kontrol yani tuzsuz koşullarda yetiştirilen domates bitkisi ile tuzlu koşullarda yetiştirilen domates bitkilerinin artan tuz stresindeki tepkilerinin durumu, III. aşamadaki sonuçlar esas alınarak bazı seçilmiş parametreler üzerinde regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi yardımı ile farklı bir boyuttan da değerlendirilmiştir.

Buna göre, artan tuz seviyelerinin etkisi incelendiğinde, tek başına yetiştirilen domates bitki boyunun kontrol bitkilerinden istatistiksel olarak önemli sayılabilecek farklılıklar belirlenmiştir, Şekil 4.1, $P < 0.05$. Örneğin, hafif tuzlu topraklarda domates bitkilerinin boyu kontrol grubundakinden istatistiksel olarak farklı bulunmuş, bu durum artan tuz seviyesi ile daha belirgin hale gelmiştir. Bu durum yapılmış olan diğer çalışmalar ile de benzerlik göstermiştir. Örneğin, Hajeer ve ark. (2006) tuz stresindeki artış ile birlikte domates bitkilerinin bodur yapı sergileyip bitki boyunda azalma gösterdiğini bildirilmişlerdir, yine Mer ve ark. (2000) domates bitkilerinde büyüme hızlarının yüksek tuz konsantrasyonları ile ters orantılı olarak düştüğünü belirtmişlerdir.

S. soda ve *P. oleracea* ile birlikte yetişen domates bitkilerinin boyu hafif ve orta tuz seviyelerinde kontrolden farklılık göstermezken, yüksek tuz seviyesinde arkadaş bitki ile yetiştirilen domates bitkilerinin boyu kontrolden farklı bulunmuştur, Şekil 4.1, $P < 0.05$. Domates bitkileri yalnız başına tuz stresine maruz kaldıklarında, arkadaş bitkiler onları hafif ve orta tuzlu koşullarda tuz stresi etkisinden korumuş, ancak yüksek tuz seviyesinde hafif ve orta tuz seviyesindeki kadar etkili olmamakla beraber, *S. Soda* bitkisi *P. oleracea*' ya kıyasla domates bitki boyu artışına ciddi oranda katkı sağlamıştır. Buna göre yukarıda özetlenen bu durum, normal ve stresli koşullarda domates bitkisinin arkadaş bitkiler (*S. soda* ve *P. oleracea*) ile rekabete girmediğini hatta onlardan olumsuz etkilenmediğini göstermiştir. Glokofitler ile halofitlerin birlikte yetiştirilmesi üzerinde çalışmalar son yıllarda artış göstermiş olup özellikle glokofitler ile aynı ortamda kullanılacak olan halofitlerin sağladığı olumlu katkı yanında rekabet oluşturmaması önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin, Zucarini, (2008) *P. oleracea* ile domates bitkisi arasında yapmış olduğu araştırmasında 5,8 dS/m tuz stresinde *P. oleracea*' nin domates bitkisinin gelişim ve verimi üzerinde olumlu katkıları olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.1. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığında bitki boy durumu.

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

4.3.2. Domates bitkilerinin yaş-kuru ağırlık ve nisbi büyüme oranları

Domates bitkisine ait yaş ve kuru ağırlıklar incelendiğinde, kontrol grubunda her üç aşamada bitki kombinasyonları arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Artan tuz seviyesi ile birlikte yalnız domates ortamında bulunan domates bitkisinin en düşük yaş ağırlığa sahip olduğu, arkadaş bitkiler ile yetiştirilen domates bitkisinin yaş ağırlık üzerine olumlu etkileri olduğu görülmüştür (Çizelge 4.14). Örneğin domates bitkilerinin yaş ağırlığı birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta yalnız D’de her üç aşamada sırası ile 70.40-, 86.81- ve 98.77 g/bitki olarak görülmüştür. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin yaş ağırlığı ise D+SS D kombinasyonunda her üç aşama sırası ile 72.08-, 89.10-ve 101.85 g/bitki, D+P D kombinasyonundaki domates bitkisi yaş ağırlığı 68.23-, 83.99-, ve 95.64 olarak ölçülmüştür.

Hafif tuzlu koşullarda birinci yılda tek başına yetiştirilen domates bitkisinin yaş ağırlığı arkadaş bitki kombinasyonunda bulunan domates bitkisinden daha az olmuştur. Örneğin hafif tuzlu ortamda domates bitki yaş ağırlığı her üç aşamada yalnız D ortamında sırası ile 65.55-, 72.20- ve 77.85 g/bitki olarak görülmüştür. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin yaş ağırlığı ise D+SS D kombinasyonunda her üç aşama sırası ile 68.70-, 81.29- ve 92.40 g/bitki olup, D+P D kombinasyonundaki domates bitki yaş ağırlığı 65.88-, 74.86- ve 80.92 g/bitki olarak görülmüştür. *S. soda* arkadaşlığında domatesin yaş ağırlığına katkısı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Benzer durum orta düzeyde tuzlu topraklarda da görülmüş her üç aşamada arkadaş bitki kombinasyonu domates bitkisini olumlu etkilemiştir, özellikle *S. soda*’nın etkinliği orta derecede tuz koşullarında önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Örneğin orta tuz seviyesinde domates bitki yaş ağırlığı her üç aşamada yalnız D ortamında sırası ile 50.53-, 57.30- ve 61.25 g/bitki olarak görülmüştür. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin yaş ağırlığı ise D+SS D kombinasyonunda her üç aşama sırası ile 62.07-, 71.33- ve 83.17 g/bitki olup, D+P D kombinasyonundaki domates bitki yaş ağırlığı 56.87-, 59.93- ve 69.22 g/bitki olarak görülmüştür.

Yüksek tuz seviyesinde ise arkadaş bitkiler domatesin yaş ağırlığı üzerine yine olumlu katkılar yapmış *P. oleracea*’nın katkısı istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$), *S. soda*’nın etkinliği ise istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Örneğin

yüksek tuzlu ortamda bulunan domates bitki yaş ağırlığı her üç aşamada yalnız D ortamında sırası ile 35.72-, 38.89- ve 43.26 g/bitki olarak görülmüştür. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin yaş ağırlığı ise D+SS D kombinasyonunda her üç aşama sırası ile 49.85-, 62.88- ve 69.53 g/bitki olup, D+P D kombinasyonundaki domates bitki yaş ağırlığı 34.80-, 36.66- ve 42.43 g/bitki olarak görülmüştür.

İkinci yıl yapılan çalışmada da benzer durum görülmüştür (Çizelge 4.15). Örneğin domates bitkilerinin yaş ağırlığı ikinci yıl yalnız D ortamında her üç aşamada sırası ile 77.26-, 107.50- ve 114.70- g/bitki, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'nin yaş ağırlığı üç aşama sırası ile 94.19-, 113.60- ve 120.19 g/bitki, *P. oleracea* arkadaşlığında D+P D'nin 75.12, 100.80, ve 106.68 olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl hafif tuzlu ortamda domates bitki yaş ağırlığı her üç aşamada yalnız D' de 67.45-, 77.18- ve 98.11 g/bitki, D+SS D kombinasyonunda her üç aşama sırası ile 89.20-, 104.65- ve 115.05 g/bitki olup, D+P D kombinasyonunda 68.10-, 80.61- ve 100.02 g/bitki olarak görülmüştür.

İkinci yılın orta tuz seviyesinde domates bitki yaş ağırlığı her üç aşamada yalnız D'de 52.94-, 66.82- ve 76.54 g/bitki olarak görülmüştür. D+SS D kombinasyonunda her üç aşama sırası ile 83.23-, 92.22- ve 110.65 g/bitki olup, D+P D kombinasyonunda 57.55-, 74.37- ve 81.70 g/bitki olarak tespit edilmiştir.

İkinci yıl yüksek tuzlu ortamda bulunan domates bitki yaş ağırlığı yalnız D ortamında her üç aşama sırası ile 37.42-, 38.10- ve 46.49 g/bitki olarak görülmüştür. D+SS D kombinasyonunda üç aşama sırası ile 54.01-, 69.16- ve 72.52 g/bitki, D+P D kombinasyonunda ise 33.43-, 39.96- ve 44.70 g/bitki olarak belirlenmiştir.

Arkadaş bitkilerinin domates bitkisi yaş ağırlığı üzerine etkisi her iki yıl ve her üç aşamada da olumlu görülmüş, domatesin tuzlu koşullarda gelişmelerini sağlamışlardır. Artan tuz seviyeleri ile arkadaş bitkilerden *P. oleracea*'nın olumu etkisi dereceli olarak azalmış, yüksek tuzlu topraklarda etkinliği neredeyse kaybolmuştur. Ancak *S. soda* ise her üç aşamada ve tuz seviyesinde etkinliğini devam ettirmiş, hafif ve orta tuzlu topraklarda aktivitesi aynı seviyede devam etmiştir. Yüksek tuzlu topraklarda ise domates üzerine çok iyi sayılabilecek katkı sağlamıştır.

Domates bitkisi kuru ağırlıkları belirlendiğinde, hafif ve orta tuz seviyelerindeki toprakta arkadaş bitkiler, tek başına yetiştirilen domates bitkisinin kuru ağırlığı her üç aşamada da kontrole yakın değerler göstermiş, istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir, Çizelge 4.15, $P>0.05$. Yüksek tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates kuru ağırlık değerlerinde kontrole oranla azalmalar göstermiştir. Domates bitkisi orta derecede tuza toleranslı olup EC değeri 2.5 dS/m' den sonra bitki gelişimi etkilenmektedir (Chinnusamy, 2005). Bilindiği gibi, tuzlu ortamda yetiştirilen bitkilerden elde edilen kuru madde miktarı daha az olmaktadır. Yetiştirme ortamında artan ozmotik potansiyelden dolayı, bitkinin suyu yeteri kadar kullanamaması veya tuzlu ortamda yüksek oranda bulunan Na ve Cl gibi iyonların sebep olduğu toksik etki ve iyon dengesindeki bozulmalar kuru ağırlığın temel kaynağı olan organik maddenin azalmasında etkili olduğu rapor edilmiştir (Lewitt, 1980).

Grafienberg ve ark. (2003), çalışmalarında 6.5 dS/m tuz seviyesindeki sulama suyu ve farklı oranlardaki *S. soda* (50 g/m² ve 75 g/m²) ve *P. oleracea* (10-15 g/m²) bitkilerinin domates bitkisi ile birlikteliğini incelemiş ve *S. soda* miktarındaki artış domatese rekabet oluşturmazken, *P. oleracea* oranındaki artış domates üzerinde rekabet oluşturmuştur. 6.5 dS/m düzeyindeki tuzlu sulama suyu tek başına bulunan domates bitkisinde yeşil aksam yaş ağırlığının azalmasına neden olmuş, ancak *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin bulunduğu domates bitkisinde verimin arttığı rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermiş olup, bizim çalışmamızda farklı tuz seviyeleri ve özellikle de yüksek tuz seviyesindeki birlikteliğin durumu incelenmiş ve arkadaşlığın devam edip etmediği çok yönlü olarak araştırılmıştır.

Çizelge. 4.14. Birinci yıl domates bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi yaş ağırlık g/bitki			Birinci yıl domates bitkisi kuru ağırlık g/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	70.40±19.00a	86.81±10.48a	98.77±6.27a	7.71±3.31a	8.07±4.31a	9.05±0.95a
	D+SS D	72.08±2.98a	89.10±5.75a	101.85±6.85a	7.45±0.56a	7.94±0.45a	9.11±1.89a
	D+P D	68.23±3.03a	83.99±3.01a	95.64±4.68a	6.48±0.57a	7.81±5.66a	8.91±8.41a
Hafif tuzlu	D	65.55±17.55a	72.20±1.30a	77.85±1.15b	6.53±1.72a	7.45±0.28a	7.48±1.33a
	D+SS D	68.70±4.90a	81.29±6.49a	92.40±4.20a	7.10±3.87a	7.96±6.42a	8.01±0.75a
	D+P D	65.88±7.90a	74.86±0.97a	80.92±4.42b	7.13±0.33a	6.74±0.53a	8.71±1.31a
Orta tuzlu	D	50.53±1.89b	57.30±2.40b	61.25±2.66b	5.03±0.17a	6.02±0.46a	7.82±1.19a
	D+SS D	62.07±2.48a	71.33±1.68a	83.17±5.20a	6.63±0.58a	7.37±0.39a	7.48±0.99a
	D+P D	56.87±5.01ab	59.93±1.83b	69.22±3.90ab	5.61±0.52a	5.27±0.55a	5.69±0.99a
Yüksek tuzlu	D	35.72±3.94b	38.89±2.51b	43.26±2.69b	3.13±0.72b	3.50 ±0.30b	4.12±0.34b
	D+SS D	49.85±3.50a	62.88±1.89a	69.53±4.33a	5.81±0.09a	5.61±0.41a	6.96±0.47a
	D+P D	34.80±1.20b	36.66±1.84b	42.43±2.03b	4.06±0.04a	4.28±0.11b	4.35±0.39b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

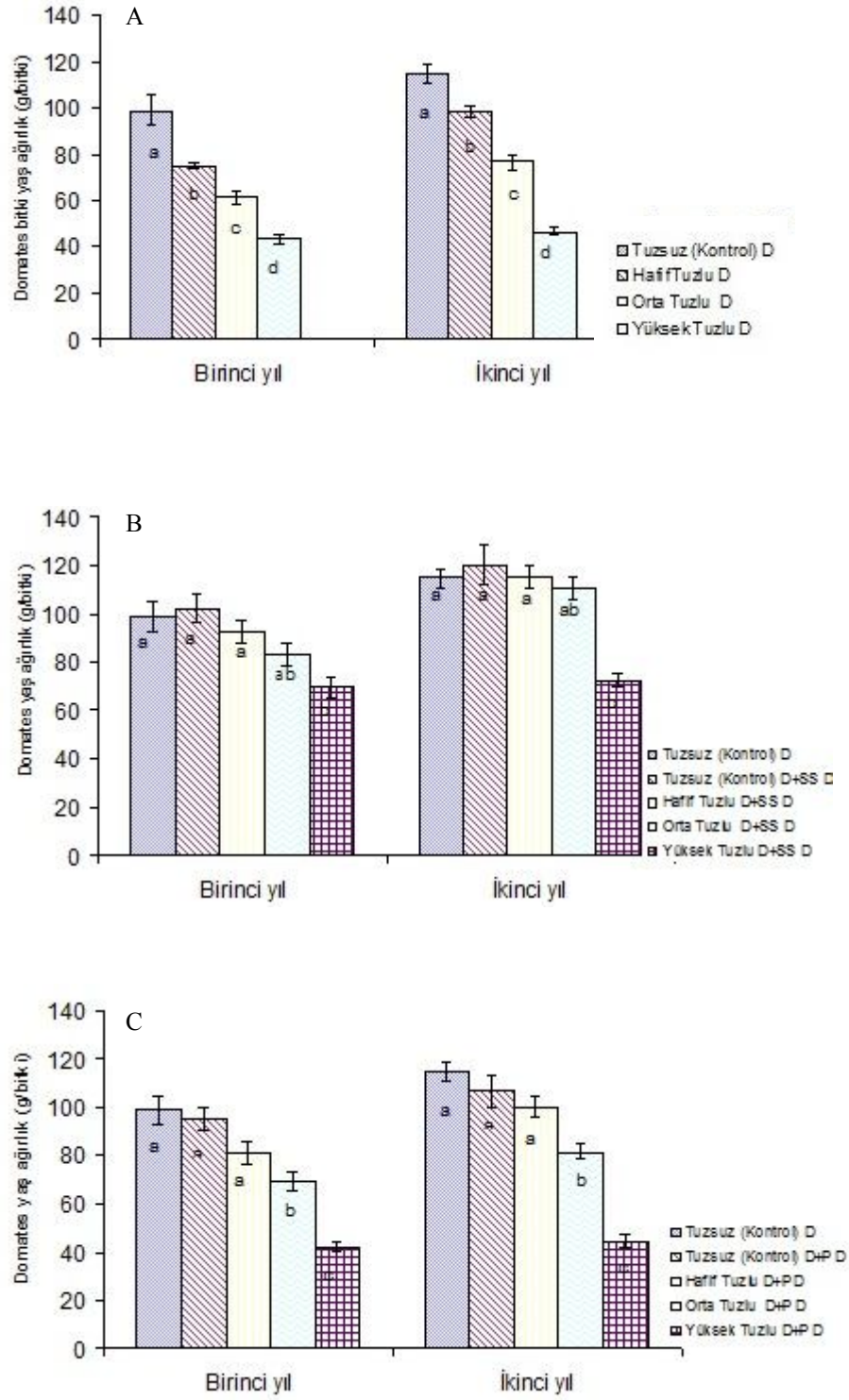
Çizelge. 4.15. İkinci yıl domates bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	İkinci yıl domates bitkisi yaş ağırlık g/bitki			İkinci yıl domates bitkisi kuru ağırlık g/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	77.26±2.86a	107.50±14.08a	114.70±3.99a	9.27±0.71a	11.97±0.72a	14.16±0.40a
	D+SS D	94.19±6.34a	113.60±23.63a	120.19±8.28a	10.25±0.70a	11.48±3.52a	13.41±0.87a
	D+P D	75.12±2.88a	100.80±8.84a	106.68±6.69a	7.72±0.37a	9.80±0.87a	11.94±0.74a
Hafif tuzlu	D	67.45±1.86a	77.18±3.46a	98.11±2.46b	9.45±2.44a	10.16±2.51a	10.75±1.25a
	D+SS D	89.20±8.90a	104.65±14.25a	115.05±4.51a	10.67±0.20a	9.23±0.37a	12.58±2.28a
	D+P D	68.10±1.80a	80.61±3.81a	100.02±4.16b	7.16±0.59a	7.40±0.90a	10.91±1.14a
Orta tuzlu	D	52.94±5.38b	66.82±2.58b	76.54±3.21b	6.23±0.07a	8.02±0.83ab	11.50±1.35a
	D+SS D	83.23±1.07a	92.22±3.76a	110.65±4.87a	8.65±1.52a	10.91±0.77a	12.02±0.87a
	D+P D	57.55±2.02b	74.37±5.96ab	81.70±3.10ab	5.30±0.31a	7.27±0.14ab	8.96±0.56a
Yüksek tuzlu	D	37.42±1.35b	38.10±0.43b	46.49±1.47b	4.87±0.45b	4.90±0.43b	7.45±0.77b
	D+SS D	54.005±1.57a	69.16±1.71a	72.52±2.52a	6.04±0.37a	8.55±0.26a	9.69±0.12a
	D+P D	33.43±0.63b	39.96±4.54b	44.70±2.66b	3.53±0.39b	6.63±0.44b	7.58±0.08b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Domates bitkisi yaş ağırlığı üzerine farklı tuz stresinin etkileri ve arkadaş bitkilerin etkinliği her iki yılın en son aşaması olan III. aşama sonuçları değerlendirmeye alınarak, tuzsuz (kontrol) ortamda yetiştirilen domates bitkisi ile tuzlu koşullarda yetiştirilen domates bitkilerinin durumu, regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir (Şekil 4.2). Tek başına strese maruz kalan domates bitkisinin yaş ağırlığında kontrol bitkilerinden istatistik olarak önemli sayılabilecek farklılıklar görülmüştür. En düşük yaş ağırlık yüksek tuz seviyesinde (43.26) g/bitki belirlenmiştir, (Şekil 4.2, $P<0.05$). *S. soda* ile birlikte yetişen domates bitkilerinin yaş ağırlığı hafif ve orta tuzlu topraklarda kontrolden farklılık göstermez iken, yüksek tuzlu topraklarda yaş ağırlığı (69.53) g/bitki ile kontrolden farklı bulunmuştur, Şekil 4.2 $P<0.05$. *P. oleracea* ile birlikte yetiştirilen domates bitkileri hafif tuzlu topraklarda kontrole yakın değerler göstermiş, orta tuz seviyesinde (59.93) g/bitki ve yüksek tuz seviyesinde (36.66) ile yaş ağırlıklarda istatistiksel olarak azalmalar göstermiştir, (Şekil 4.2, $P<0.05$).

İkinci yıl sonuçları istatistiksel olarak birinci yıla benzer sonuçlar vermiştir. Tek başına yetiştirilen domates bitkisinin artan tuz stresi ile birlikte yaş ağırlığı azalmış, en düşük yaş ağırlık yüksek tuz seviyesinde (37.42) g/bitki görülmüştür Şekil 4.2, $P<0.05$. *S. soda* ile birlikte yetişen domates bitkilerinin yaş ağırlığı hafif ve orta tuzlu seviyesinde istatistiksel olarak farklılık göstermez iken, yüksek tuzlu seviyesinde yaş ağırlığı kontrolden farklı bulunmuştur (72.52) g/bitki, Şekil 4.2 $P<0.05$. *P. oleracea* ile birlikte yetiştirilen domates bitkileri ise orta ve yüksek tuz seviyesinde yaş ağırlıkları istatistiksel olarak azalmalar göstermiştir, (Şekil 4.2, $P<0.05$).



Şekil 4.2. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığında bitki yaş ağırlık durumu.

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

Domates bitkisi nisbi büyüme oranı (NBO) hesaplandığında, her iki yılda da kontrol grubunda her üç aşamada bitki kombinasyonları arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.16). Hafif tuzlu koşullarda birinci ve ikinci yılda tek başına yetiştirilen domates bitkisinin NBO değeri arkadaş bitki kombinasyonunda bulunan domates bitkisinden daha az olmuştur. Benzer durum orta düzeyde tuzlu topraklarda da görülmüş, her üç aşamada arkadaş bitki kombinasyonu domates bitkisini olumlu etkilemiştir. Özellikle *S. soda*'nın etkinliği orta ve yüksek derecede tuzlu koşullarda kendini göstermiştir. *P. oleracea* arkadaşlığında bulunan domates bitkisinin, *S. soda* arkadaşlığından daha az bir NBO sergilediği, tuz konsantrasyon seviyeleri arttığında ise *P. oleracea*'nin olumlu etkisinin dereceli olarak azaldığı belirlenmiştir.

Li (2009) yılında yapmış olduğu araştırmada tuz stresinin artması ile yaş ağırlık, kuru ağırlık oranlarının azaldığını belirtmiştir. Böylece nisbi büyüme oranlarında azalma tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı tuz stresinde ve farklı bitki kombinasyonlarındaki domates bitkisinin NBO oranı

Tuz Seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi NBO gün ⁻¹			İkinci yıl domates bitkisi NBO gün ⁻¹		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	0.10	0.07	0.07	0.13	0.12	0.11
	D+SS D	0.09	0.07	0.07	0.15	0.12	0.11
	D+P D	0.07	0.07	0.07	0.10	0.09	0.10
Hafif tuzlu	D	0.07	0.06	0.05	0.13	0.14	0.10
	D+SS D	0.09	0.07	0.06	0.16	0.13	0.12
	D+P D	0.09	0.05	0.06	0.09	0.10	0.09
Orta tuzlu	D	0.04	0.04	0.04	0.07	0.07	0.09
	D+SS D	0.08	0.06	0.06	0.14	0.11	0.09
	D+P D	0.06	0.03	0.03	0.05	0.06	0.06
Yüksek tuzlu	D	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03	0.04
	D+SS D	0.06	0.04	0.04	0.06	0.08	0.07
	D+P D	0.03	0.02	0.02	0.01	0.05	0.05

D: Yalnız domates bitkisi. D+SS D: Domates ve *S. soda* kombinasyonunda domates bitkisi. D+P D: Domates *P. oleracea* kombinasyonunda domates bitkisi. NBO hesaplanmasında I. Aşama gün sayısı 50. II. Aşama gün sayısı 75. III. Aşama gün sayısı 100 alınmıştır. Başlangıç domates kuru ağırlık her iki yıl için 0.28 gram alınmıştır.

4.3.3. Domates Bitkilerinin Simptom indeksi

Domates bitkisi simptom indeks değerleri (0-5) skala değeri kullanılarak incelenmiştir. Kontrol grubunda her iki yıl ve her üç aşamada simptom indeks değerleri sıfır alınmış deneme süresi boyunca gözle görülen bir simptom artışına rastlanmamıştır. Artan tuz seviyesi ile birlikte simptom indeks değerleri artmış, hafif, orta ve yüksek tuzlu koşullarda en yüksek simptom indeks değeri tek başına yetiştirilen domates bitkisinde görülmüş, en düşük simptom indeks değeri ise *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitkisinde görülmüştür. Simptom indeks değerleri her iki yılda da birbirine paralelik göstermiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi simptom indeks değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl simptom indeksi			İkinci yıl simptom indeksi		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	D+SS D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	D+P D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hafif tuzlu	D	0.75	1.15	1.50	0.60	0.75	1.70
	D+SS D	0.25	0.45	0.50	0.30	0.35	0.50
	D+P D	0.40	0.65	0.90	0.50	0.60	0.75
Orta tuzlu	D	1.75	2.25	2.75	1.30	2.00	2.10
	D+SS D	0.50	0.75	0.85	0.35	0.60	0.75
	D+P D	0.75	1.15	1.75	0.75	1.00	1.35
Yüksek tuzlu	D	2.40	2.50	3.50	2.25	2.45	3.25
	D+SS D	0.90	1.05	1.50	0.85	0.90	1.25
	D+P D	1.95	2.15	2.75	1.45	1.75	2.25

D: Yalnız domates bitkisi. D+SS D: Domates ve *S. soda* kombinasyonunda domates bitkisi. D+P D: Domates *P. oleracea* kombinasyonunda domates bitkisi.

Benzer sonuçlar Öztekin ve Tuzel (2011), tarafından ifade edilmiş olup artan NaCl konsantrasyonu domates bitkisinde yaprak klorozunu artırdığını dolayısı ile simptom indeks değerinin arttığını belirtmişlerdir.

4.3.4. Domates bitkilerinin salkım, çiçek ve meyve sayısı

Bu aşamaya kadar elde edilen parametrelerdeki benzer sonuçlar, domates bitkilerinin salkım, çiçek ve meyve sayılarında da kendini göstermiştir. Hafif, orta ve yüksek tuzlu koşullarında *S. soda* arkadaşlığı domates bitkilerine ciddi oranda salkım, çiçek ve meyve artışı kazandırmıştır. Örneğin, birinci yıl her üç aşamada elde edilen verilere göre tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu toprakta bulunan farklı bitki kombinasyonlarındaki domates bitkisi salkım sayısı istatistiksel olarak önemli bulunmasa bile, artan tuz seviyesi ile birlikte orta ve yüksek tuz seviyelerinde üçüncü aşamada yalnız domates bulunan domates bitkisinde salkım sayısı 3 ve 2 adet/bitki olarak gerçekleşirken, *S. soda* arkadaşlığında 6 ve 5 adet/ bitki olarak gerçekleşmiş, *P. oleracea* arkadaşlığında ise 4 ve 2 adet/bitki olarak gerçekleşmiştir, Çizelge 4.18. Benzer durum ikinci yıl domates bitki salkım sayısı incelendiğinde de görülmüştür. Tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu ortamdaki bitkilerin salkım sayıları her üç aşamada da birbirine yakın değerler göstermiş, orta ve yüksek tuz seviyesinde yalnız domates bulunan domates bitkisinde salkım sayısı üçüncü aşamada 5 ve 2 adet/bitki olarak gerçekleşirken, *S. soda* arkadaşlığında 9 ve 5 adet/ bitki olarak gerçekleşmiş, *P. oleracea* arkadaşlığında ise 6 ve 3 adet/bitki olarak sayılmıştır, (Çizelge 4.18).

Yine, çiçek sayısı üzerindeki arkadaş bitkilerin etkisi istatistiksel olarak her iki yıl için incelenmiş kontrol ve hafif tuz seviyelerinde çiçek sayısı farklı bitki kombinasyon uygulamalarında önemsiz görülmüştür, $P>0.05$. Orta ve yüksek tuz seviyelerinde ise bitki kombinasyonunun çiçek sayısı üzerindeki etkisi ise önemli bulunmuştur, (Çizelge 4.19, $P<0.05$).

Buna göre birinci yıl orta tuz seviyesinde çiçeklenme sayısı her üç aşamada sırası ile D'de 9 -, 14 - ve 16 adet/ bitki olarak bulunurken, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 16 -, 25-ve 31 adet/ bitki, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 15-, 20 ve 24 adet/ bitki olarak sayılmıştır.

Birinci yıl yüksek tuz seviyesinde çiçek sayısında her üç aşamada sırası ile tek başına yetiştirilen D' de 3-, 4- ve 5 adet/ bitki, *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D' de 10-, 16- ve 19 adet/ bitki ve *P. oleracea* ile arkadaş olarak bulunan D+P D'de 2-, 3 ve 5 adet/ bitki olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl çalışmasında da benzer bulgular görülmüştür. İkinci yıl orta tuz seviyesinde domates bitkisi çiçek sayısı her üç aşamasında sırası ile D’de 11-, 20 ve 21 adet/bitki, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D’ de 16-, 32- ve 36 adet/bitki, D+P D kombinasyonundaki domates bitkisinde 17-, 25- ve 29 adet/bitki olarak sayılmıştır.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesindeki domates bitkisi çiçek sayısı her üç aşama sırası ile D’de 5-, 7- ve 8 adet/ bitki, *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D’de 14-, 22- ve 26 adet/ bitki, ve *P. oleracea* ile arkadaş olarak bulunan D+P D’de 5-, 6- ve 8 adet/ bitki olarak ölçülmüştür.

Her iki yılda da artan tuz seviyesi ile tek başına yetiştirilen domates bitkisinde çiçek sayısında azalma olduğu ve en düşük çiçeklenme sayısının tek başına bulunan D’ de sayıldığı tespit edilmiştir. Buna karşın, arkadaş bitkilerin çiçek sayısı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu her iki yılda da görülmüştür. Özellikle *S. soda* ile arkadaşlık eden domates bitkisinde en yüksek çiçek sayısı belirlenmiştir.

Satti ve ark. (1994), yaptıkları bir çalışmada domates bitkisinde çiçeklenme ve meyve tutumunun tuzluluktan olumsuz yönde etkilendiğini ve kontrole oranla çiçek sayısının azaldığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar yapmış olduğumuz çalışmada özellikle tek başına yetiştirilen domates bitkisinde görülmüştür.

Yine Nashadi ve ark. (2013), tarafından benzer sonuçlar ifade edilmiş olup, tuzluluğun ve tuzlu sulamanın domateste gövde çapı, bitki boyu, çiçek ve meyve sayısını azalttığını belirtmişlerdir. Artan tuz konsantrasyonu yaprak alanında azalmalara neden olmuş ve verim kaybıda beraberinde gelmiştir.

Çizelge. 4.18. Domates bitkilerinin birinci ve ikinci yıl salkım sayısı

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi salkım sayısı adet/bitki			İkinci yıl domates bitkisi salkım sayısı adet/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	4±0.00a	6±1.00a	8±1.00a	4±0.50a	7±0.50a	8±0.50a
	D+SS D	5±1.00a	6±0.00a	8±0.00a	5±0.50a	7±0.50a	9±0.50a
	D+P D	4±1.00a	6±0.00a	7±1.00a	4±1.00a	7±0.50a	8±0.50a
Hafif tuzlu	D	3±1.00a	5±0.00a	5±0.00b	3±0.00b	4±0.50b	6±0.50b
	D+SS D	5±1.00a	6±0.50a	7±0.00ab	6±1.00a	6±0.00a	9±0.50a
	D+P D	4±1.00a	5±1.00a	6±1.00ab	4±0.50a	5±0.00a	6±0.50b
Orta tuzlu	D	2±0.00b	3±0.50b	3±0.50b	2±1.00ab	4±0.50b	5±1.00b
	D+SS D	4±0.50a	5±0.50a	6±1.00a	4±0.00a	7±0.50a	9±1.50a
	D+P D	3±0.50ab	3±0.00ab	4±1.00ab	3±0.50ab	5±0.50ab	6±0.00ab
Yüksek tuzlu	D	1±0.50b	2±0.50b	2±0.50b	2±0.50ab	2±0.50b	2±0.00b
	D+SS D	3±0.00a	4±0.50a	5±0.00a	3±0.00a	5±0.50a	5±0.00a
	D+P D	1±0.00b	2±0.00b	2±0.00b	2±0.50ab	2±0.50b	3±0.50b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.19. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi çiçek sayısı

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi çiçek sayısı adet/bitki			İkinci yıl domates bitkisi çiçek sayısı adet/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	20±2.00a	35±3.50a	39±3.00a	19±1.00a	40±1.50a	44±2.00a
	D+SS D	22±2.50a	36±1.50a	41±2.00a	21±0.50a	42±2.00a	47±2.00a
	D+P D	19±3.00a	32±1.50a	36±1.50a	23±1.50a	38±1.50a	45±1.50a
Hafif tuzlu	D	16±6.00a	29±1.50a	33±2.00a	14±1.00b	25±2.00a	38±1.00a
	D+SS D	20±3.50a	34±2.00a	39±2.50a	22±2.00a	35±3.00a	43±2.00a
	D+P D	18±2.00a	32±1.00a	36±2.00a	19±1.50a	29±1.50a	41±2.00a
Orta tuzlu	D	9±1.00b	14±1.00b	16±2.00b	11±01.00b	20±1.00b	21±1.50b
	D+SS D	16±2.00a	25±2.00a	31±2.50a	16±0.50a	32±3.00a	36±2.00a
	D+P D	15±1.00a	20±3.00ab	24±2.00ab	17±1.00a	25±2.50ab	29±1.50a
Yüksek tuzlu	D	3±0.50b	4±0.50b	5±2.00b	5±1.00b	7±0.50b	8±0.50b
	D+SS D	10±1.50a	16±3.00a	19±2.00a	14±1.50a	22±1.00a	26±1.50a
	D+P D	2±0.00b	3±0.00b	5±1.00b	5±0.50b	6±0.50b	8±1.00b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Farklı tuz seviyesi ve farklı bitki kombinasyonlarının domates bitkisi meyve sayısı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak her iki yılın üç aşamasında da incelenmiş, kontrol ve hafif tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkisinin meyve sayısı üzerinde farklı bitki kombinasyon uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, Çizelge 4.20, $P>0.05$. Orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkisinin meyve sayılarında ise bitki kombinasyonunun etkisi önemli bulunmuştur, Çizelge 4.20, $P<0.05$. Buna göre birinci yıl orta tuz seviyesinde meyve sayısı her üç aşamada sırası ile yalnız D' de 4-, 5- ve 6 adet/ bitki, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D' de 6-, 8- ve 9 adet/ bitki, *P. oleracea* ile arkadaş olarak bulunan D+P D' de 5-, 6 ve 7 adet/ bitki olarak sayılmıştır. Buna göre birinci yılın orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve sayısı en fazla *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D' de, en düşük ise tek başına bulunan D' de bulunmuştur.

Yüksek tuz seviyesinde domates meyve sayısında yalnız D bulunan bitkilerinde I. ve II. aşamada domates meyvesi görülmemiş, III. aşamada sadece 1 adet/bitki meyve ile en düşük meyve sayısı tespit edilmiştir. *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D kombinasyonundaki domates bitkisinde ise meyve tutumu gözlenmiş olup her üç aşamada sırası ile 4-, 5- ve 5 adet/ bitki ile bu tuz seviyesinde en yüksek meyve sayısı bu bitki kombinasyonunda belirlenmiştir. *P. oleracea* arkadaşlığında D+P D' de üç aşamada da meyve görülmemiştir.

İkinci yıl çalışmasında da meyve sayısı bakımından birinci yıla benzer sonuçlar görülmüş olup, hafif tuz seviyesinde farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkisinin meyve sayısı birbirine yakın değerler göstermiş, en yüksek değer *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitkilerinde her üç aşama sırası ile 8-, 12 ve 15 adet/ bitki ile görülmüştür.

İkinci yılın orta tuz seviyesinde domates bitkisi meyve sayısı her üç aşama da sırası ile tek başına yetiştirilen D' de 5-, 7- ve 8 adet/ bitki, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D kombinasyonunda 7-, 9- ve 11 adet/ bitki, D+P D kombinasyonunda bulunan domates bitkisinde 6-, 8- ve 10 adet/ bitki olarak belirlenmiştir. İkinci yılın orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinde de en fazla meyve *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D bitki kombinasyonunda belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve sayısı incelendiğinde, yalnız D ortamında ve D+P D kombinasyonunda bulunan domates

bitkisinde düşük meyve sayısı görülürken, D+SS D kombinasyonu *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitkisinde her üç aşama sırası ile 5, 6- ve 7 adet/bitki ile en yüksek meyve sayısı belirlenmiştir.

Artan tuz stresi, tek başına yetiştirilen D' i negatif olarak etkilemiş olup özellikle yüksek tuz stresinde etkisi çok belirgin bir şekilde görülmüştür. Ancak arkadaş bitkiler ile aynı ortamda yetiştirilen domates bitkileri özellikle *S. soda* arkadaşlığında çok iyi bir sonuç sergilemiş, yüksek tuz seviyesinde arkadaşlığının olumlu etkisi net bir şekilde görülmüştür. *P. oleracea* kombinasyonunda orta tuz seviyesinde arkadaşlık olumlu olmuş ancak yüksek tuz ortamında faydalı etki kaybolmuştur.

Cucci ve ark. (2000), dört farklı sulama suyu tuzluluğu (0.5, 4.0, 8.0 ve 12 dS/m), iki SAR değeri (2 ve 10) ve iki yıkama oranı kullanarak iki farklı toprakta (killi tın ve kumlu tın) domates yetiştirmişlerdir. Yükselen su tuzluluğunun meyve verimini ve meyve büyüklüğünü azalttığını, SAR değerlerinin verim üzerine herhangi bir etkiye neden olmadığını ancak meyve kuru madde miktarının önemli derecede etkilediğini belirtmişlerdir.

Çizelge. 4.20. Birinci ve ikinci yıl domates bitkilerinin meyve sayısı

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi meyve sayısı adet/bitki			İkinci yıl domates bitkisi meyve sayısı adet/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	7±0.50a	10±1.5 0a	12±0.50a	8±1.00a	12±1.50a	13±1.50a
	D+SS D	7±0.00a	11±1.00a	13±1.00a	8±1.50a	12±0.50a	14±1.00a
	D+P D	8±0.50a	10±0.50a	12±1.50a	8±0.50a	13±1.50a	14±1.00a
Hafif tuzlu	D	7±0.50a	9±0.50a	10±0.50a	7±0.50a	11±1.00a	12±1.00a
	D+SS D	7±1.00a	11±1.00a	12±1.00a	8±0.50a	12±1.00a	14±0.50a
	D+P D	7±0.50a	10±0.50a	12±1.50a	7±1.00a	12±0.50a	13±1.50a
Orta tuzlu	D	4±0.50b	5±0.50b	6±0.50b	5±0.50b	7±0.50b	8±0.50b
	D+SS D	6±0.50a	8±0.50a	9±0.50a	7±0.00a	9±0.00a	11±0.50a
	D+P D	5±0.00ab	6±0.50ab	7±0.00ab	6±0.00a	8±0.50ab	10±0.50ab
Yüksek tuzlu	D	-	-	1±0.50	1±0.50	1±0.00	2±0.50b
	D+SS D	4±1.00	5±0.50	5±0.50	5±0.50	6±0.50	7±0.50a
	D+P D	-	-	-	-	-	3±0.50b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisinde farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.3.5. Domates bitkilerinin meyve yaş ağırlıkları

Tuz stresinin domates meyve yaş ağırlık üzerindeki etkisi diğer parametrelerde olduğu gibi her iki yıl da incelenmiş, kontrol ve hafif tuz seviyelerinde farklı bitki kombinasyonlarındaki domates bitkisinin meyvelerinin yaş ağırlıklarında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir, $P>0.05$. Orta ve yüksek tuz seviyelerinde ise bitki kombinasyonunun meyve yaş ağırlık üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, ($P<0.05$, Çizelge 4.21).

Birinci yıl orta tuz seviyesinde farklı bitki kombinasyonlarındaki domates bitkisi meyvelerinin yaş ağırlıkları üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 137.49-, 196.85- ve 265.11 g adet/ bitki, *S. soda* ile arkadaş olarak bulunan D+SS D'de 264.26-, 375.34- ve 459.92 g/ bitki, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 201.83-, 271.82- ve 373.22 g/ bitki olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve yaş ağırlığı incelendiğinde, tek başına yetiştirilen D'nin I. ve II. aşamalarında meyve görülmediğinden yaş ağırlık alınamamış, sadece III. aşamada 18.53 g/bitki olarak çok düşük bir meyve ağırlığı saptanmıştır. Buna karşın *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D'nin meyve yaş ağırlığı her üç aşamada sırası ile 98.80-, 164.41- ve 202.79 g/bitki ile bu tuz seviyesinde iyi bir meyve gelişimi sergilemiştir. *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de ise üç aşamada da meyve olmadığından yaş ağırlık ölçülememiştir.

İkinci yıl çalışmasında da benzer bulgular görülmüş olup, orta tuz seviyesinde bulunan domates bitkilerinin meyve yaş ağırlığı her üç aşamasında sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 168.94-, 204.65- ve 295.73 g adet/ bitki, *S. soda* ile arkadaş olarak bulunan D+SS D'de 230.38-, 351.79- ve 564.70 g/ bitki, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 197.51-, 234.72- ve 462.98 g/ bitki olarak belirlenmiştir. En yüksek meyve yaş ağırlığı *S. soda* arkadaşlığında bulunan domateste, en düşük ise tek başına yetiştirilen D'de belirlenmiştir.

İkinci yılda yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinin meyve yaş ağırlığı incelendiğinde, tek başına yetiştirilen D'nin meyve gelişimi yüksek tuzdan oldukça etkilenmiş ve üç aşama sırası ile 12.19-, 13.68- ve 20.27 g/bitki ile çok düşük meyve ağırlığı ölçülmüştür. Buna karşın yüksek tuz seviyesinde bulunan *S.*

soda arkadaşlığındaki D+SS D'de üç aşama sırası ile 66.56-, 187.15- ve 229.65 g/bitki ile en yüksek değer olarak ölçülmüştür. *P. oleracea* kombinasyonunda yüksek tuz seviyesine kadar uyumlu olan arkadaşlığın etkisi yüksek tuz seviyesinde kaybolmuştur. *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de I. ve II. aşamalarda meyve görülmediğinden yaş ağırlık ölçülememiştir, III. aşamada 23.58 g/bitki olarak ölçülmüştür.

Yokaş ve ark. (2007), domates bitkisine uyguladıkları (30-60 ve 90 mM) konsantrasyonundaki NaCl, (20- 40 ve 60 mM) NaSO₄ ve CaCl₂ tuzlarının etkisini incelemişlerdir. Artan tuz stresinin domates sayısı ve verimi üzerinde önemli azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu azalmanın nedeninin bitkide yüksek oranda Na⁺ ve düşük oranda Ca⁺⁺, K⁺ ve N kaynaklı olabileceğini belirtmişlerdir.

Colla (2006) *S. sodanın* etkinliğini biber bitkisi üzerinde (4.0 ve 7.8 dS/m) tuz seviyesinde araştırmış ve *S. soda* birlikteliğinin verim üzerinde önemli olduğunu, toplam üründe %26 oranında artış olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.21. Birinci ve ikinci yıl domates meyve yaş ağırlık

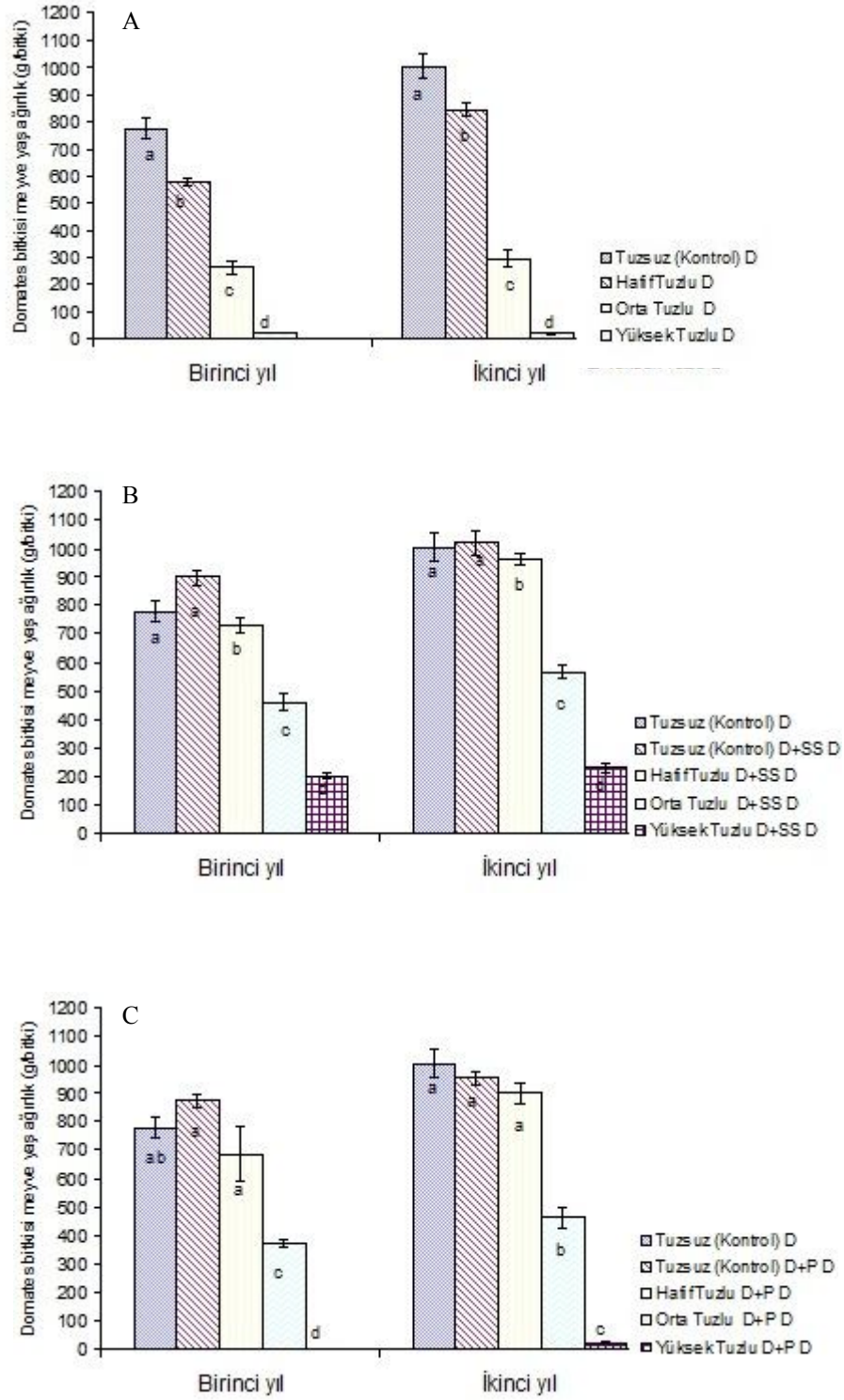
Tuz seviyeleri	Bitki Kombinasyon	Birinci yıl meyve yaş ağırlık gram/bitki			İkinci yıl meyve yaş ağırlık gram/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	358.90±24.10a	675.12±49.87a	777.61±37.61a	475.47±22.74a	722.92±41.27a	1004.43±48.81a
	D+SS D	381.07±37.32a	712.72±26.47a	896.40±28.20a	456.98±10.42a	763.40±50.40a	1020.13±42.20a
	D+P D	374.00±15.60a	623.26±52.46a	871.92±20.65a	439.55±14.57a	730.83±27.89a	952.56±21.64a
Hafif tuzlu	D	309.60±10.72a	514898±83.42a	580.20±14.45b	398.66±19.38a	540.56±31.12a	845.16±24.12a
	D+SS D	350.80±35.40a	639.81±22.39a	731.33±26.92a	425.40±34.30a	596.07±59.41a	962.83±18.33a
	D+P D	322.56±17.56a	579.73±23.42a	685.55±94.80a	376.93±11.37a	553.44±22.06a	896.66±35.39a
Orta tuzlu	D	137.49±10.69c	196.85±20.35b	265.11±25.94b	168.94±13.70b	204.65±12.58b	295.73±33.25b
	D+SS D	264.26±11.49a	375.34±22.92a	459.92±27.63a	230.38±4.77a	351.79±18.98a	564.70±21.07a
	D+P D	201.83±16.85b	271.82±37.33ab	373.22±12.13a	197.51±6.70ab	234.72±26.07b	462.98±38.92a
Yüksek tuzlu	D	-	-	18.53±0.00	12.19±0.00	13.18±4.41	20.27±5.77b
	D+SS D	98.80±13.20	164.41±21.59	202.79±7.96	66.56±6.40	187.15±16.40	229.65±17.85a
	D+P D	-	-	-	-	-	23.58±3.45b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Arkadaş bitkilerinin meyve verimi üzerine etkinliğini belirlemek için tuzsuz (kontrol) koşullarda yetiştirilen domates bitkisi ile tuzlu koşullar altında yetiştirilen domates bitkilerinin III. aşamadaki meyve yaş ağırlık sonuçları esas alınarak regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi ile de değerlendirilmiştir. Bu verilere göre, artan tuz seviyelerinde domates bitkisi tek başına strese maruz kaldığında kontrol bitkilerinden istatistik olarak önemli sayılabilecek azalmalar göstermiştir, Şekil 4.3, $P < 0.05$. Tek başına yetiştirilen D'nin tuzsuz (kontrol) toprağına yetiştirilen domates bitkisinden edilen meyve verimi ile tuz stresinde bulunan bitkilerin meyve verimi kıyaslandığında verimdeki azalmanın oranı, birinci ve ikinci yıl sırası ile, hafif tuzlu topraklarda %25.39, %15.86, orta tuzluda %65.90, %70.56, yüksek tuzda ise %97.61, %97.98 olarak hesaplanmıştır. Buna göre D'nin orta ve yüksek tuzlu koşullarda verim düşüşü yüksek oranlarda bulunmuş ve en düşük verim yüksek tuz seviyesinde belirlenmiştir.

S. soda ve *P. oleracea* ile birlikte yetişen domates bitkilerinin meyve yaş ağırlığı hafif ve orta tuz seviyelerinde kontrolden farklılık göstermezken, yüksek tuz seviyesinde arkadaş bitki ile yetiştirilen domates bitkilerinin meyve yaş ağırlığı kontrolden farklı bulunmuştur, Şekil 4.3, $P < 0.05$. Domates bitkileri tuz stresine maruz kaldıklarında, arkadaş bitkiler onları hafif ve orta tuz stresinin etkisinden korumuş, yüksek tuz seviyesinde özellikle *S. Soda* bitkisi domates meyvesinin yaş ağırlığı artışına katkıda bulunmuştur. *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'nin meyve verimindeki azalma tuzsuz (kontrol) ile kıyaslandığında birinci ve ikinci yıl sırası ile hafif tuz seviyesinde %18.41, %5.61, orta tuz seviyesinde %48.69, %44.64, yüksek tuzluda ise %77.38, %77.49 olarak belirlenmiştir.

P. oleracea arkadaşlığının etkinliği ise hafif ve orta tuz seviyesinde iyi görülmüş ancak yüksek tuz seviyesinde etkili olmamıştır. Tuzsuz (kontrol) oranla D+P D'nin meyve verimindeki azalma hesaplandığında birinci ve ikinci yıl sırası ile hafif tuz seviyesinde %21.37, %5.87, orta tuz seviyesinde %45.55, %51.39 olarak hesaplanmıştır. Yüksek tuz seviyesinde birinci yılda meyve verimi gözlenmemiş, ikinci yılda %97.52 oranında verimde azalma görülmüştür.



Şekil 4.3. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığında meyve yaş ağırlık durumu

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

4.3.6. Domates bitkisi gövde çap

Domates bitkisi gövde çapı her iki yıl ve üç aşamada incelendiğinde, kontrol grubunda ve hafif tuzlu koşullarda bitki kombinasyonları arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir, Çizelge 4.22. Orta tuzlu toprakta yetiştirilen domates bitkisi gövde çapı arkadaş bitki kombinasyonunda iyi gelişim göstermiş, özellikle *S. soda*'nın etkinliği orta tuz seviyesinde önemli bulunmuştur Çizelge 4.22, $P < 0.05$. Örneğin orta tuz seviyesinde domates bitkisi gövde çapı her üç aşama sırası ile D'de 9.58-, 10.21- ve 11.10 mm, D+SS D'de 10.70-, 12.55- ve 13.66 mm, D+P D'de 9.80-, 10.59, ve 11.90 mm olarak ölçülmüştür. Buna göre birinci yılın orta tuz seviyesinde en yüksek gövde çapı *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisinde, en düşük gövde çap ise tek başına yetiştirilen D'de görülmüştür.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde domates gövde çapı her üç aşama sırası ile yalnız D'de 7.15-, 7.41 ve 8.55 mm, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 9.20, 11.30- ve 11.75 mm, D+P D'de 7.90-, 8.60- ve 8.73 mm olarak görülmüştür. Yüksek tuz seviyesinde en düşük gövde çapı tek başına bulunan D'de, en yüksek D+SS D kombinasyonunda yetiştirilen domates bitki gövdesinde ölçülmüştür.

İkinci yıl yapılan çalışmada, orta ve yüksek tuzlu topraklarda yalnız D'nin gövde çapı tuzsuz (kontrol) oranla azalma göstermiştir, Çizelge 4.22. Örneğin orta tuz seviyesinde her üç aşamadaki gövde çapı sırası ile, D'de 9.66-, 11.01- ve 11.50 mm, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 10.98-, 12.90- ve 13.45 mm, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de ise 10.06-, 11.29- ve 12.11 olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde ise her üç aşamadaki gövde çapı sırası ile, yalnız D'de 7.87-, 8.68- ve 8.81 mm, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 9.66-, 11.04- ve 12.52 mm, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 8.52-, 8.93- ve 9.23 olarak belirlenmiştir.

Her iki yılın tüm tuz seviyelerinde en düşük gövde çapı tek başına yetiştirilen D'de, en yüksek *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de ölçülmüştür. Bu durum en fazla tuz stresinin tek başına yetiştirilen D'de olduğunun önemli bir göstergesidir.

Çizelge 4.22. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi gövde çapı

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi gövde çap mm			İkinci yıl domates bitkisi gövde çap mm		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	11.80±1.00a	12.50±0.98a	13.24±0.14a	12.13±0.04a	13.17±0.41a	13.66±0.02a
	D+SS D	11.70±0.80a	12.93±0.27a	13.40±0.10a	12.18±0.06a	13.15±0.36a	13.75±0.03a
	D+P D	11.40±1.40a	11.80±0.80a	12.78±0.78a	11.95±0.35a	12.45±0.43a	13.62±0.13a
Hafif tuzlu	D	10.60±1.90a	11.20±1.60a	12.10±1.40a	11.37±0.52a	12.63±0.59a	12.93±0.51a
	D+SS D	11.50±1.20a	12.30±1.00a	13.10±0.30a	11.60±0.40a	13.15±0.41a	13.71±0.07a
	D+P D	10.20±0.80a	11.40±0.40a	12.30±1.30a	11.15±0.35a	12.93±0.16a	13.50±0.23a
Orta tuzlu	D	9.58±1.43b	10.21±0.71b	11.10±0.36c	9.66±0.14b	11.01±0.58b	11.50±0.15c
	D+SS D	10.70±0.80a	12.55±0.15a	13.66±0.60a	10.98±0.03a	12.90±0.10a	13.45±0.15a
	D+P D	9.80±1.80b	10.59±0.05b	11.90±0.90b	10.06±0.23ab	11.29±0.19ab	12.11±0.06b
Yüksek tuzlu	D	7.15±1.15b	7.41±0.21b	8.55±0.15b	7.87±0.09b	8.68±0.16b	8.81±0.29b
	D+SS D	9.20±1.10a	11.30±0.40a	11.75±0.25a	9.66±0.13a	11.04±0.11a	12.52±0.22a
	D+P D	7.90±0.90b	8.60±0.80b	8.73±0.23b	8.52±0.29b	8.93±0.06b	9.23±0.11b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.3.7. Bitkilerin membran stabilite indeksi (MSI)

4.3.7.1. Domates bitkisi membran stabilite indeksi (MSI)

Domates bitkisi membran stabilite indeksi değerleri üzerinde farklı bitki kombinasyonlarının etkisi tuzsuz (kontrol) grubunda her iki yıl ve üç aşamada istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Artan tuz seviyesi ile birlikte MSI değerleri artmış, hafif, orta ve yüksek tuzlu koşullarda özellikle yalnız yetiştirilen domates bitkisinde en yüksek MSI belirlenmiş, en düşük MSI ise *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitkisinde görülmüştür, Çizelge 4.23. Örneğin birinci yılın yüksek tuz seviyesindeki domates bitkisinin MSI'si her üç aşamada sırası ile D'de 45.49-, 51.65 - 56.53 ve ile en yüksek değer olarak bulunurken, D+SS D'nin MSI 33.77-, 37.82- ve 39.90 ile en düşük değer olarak bulunmuştur. D+P D'de 35.03-, 39.70, 41.08 ve olarak ölçülmüştür. Yine ikinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi MSI'si her üç aşamada tek başına yetiştirilen D'de 40.72-, 48.47- ve 52.36 *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 24.83-, 30.07- ve 34.57, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 30.66,- 34.40- ve 37.54 olarak belirlenmiştir.

Bu değerler doğrultusunda tüm tuz seviyelerinde (hafif, orta ve yüksek) tek başına yetiştirilen domates bitkisinin MSI değerlerinin en yüksek değer olarak bulunması tuz stresinden bitkilerin daha çok etkilendiğini ifade etmiştir. Arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen ve özellikle de *S. soda'* nın arkadaşlığı sayesinde domates bitkisinde tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltığı söylenebilmektedir.

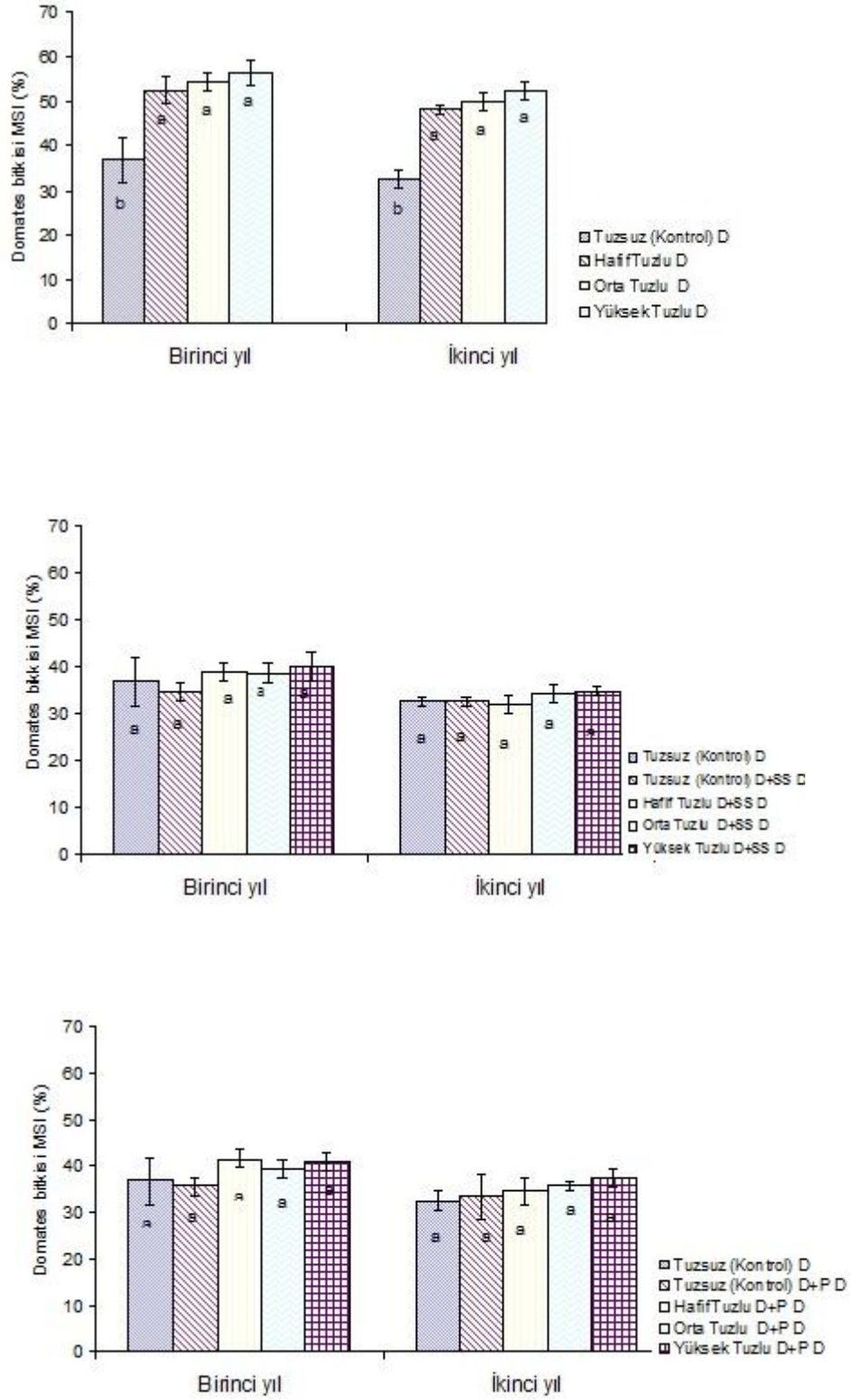
Farooq ve Azam (2006) farklı buğday çeşitlerinde tuz stresinin membran geçirgenliğini artırdığını rapor etmişler, bu durum Serbest Oksijen Türleri kaynaklı MDA artışı ile pozitif korelasyon içinde bulmuşlardır. Bu durum tolerant buğday çeşitlerinde daha düşük MDA ölçümü ile ortaya çıkmış ve membran geçirgenliğinin daha az zarar gördüğünü belirtmişlerdir. Benzer sonuçlar Kaya ve ark. (2002); Tuna ve ark. (2002), yılında çilek ve domates üzerine yapılan çalışmalarda da görülmüştür.

Çizelge 4. 23. Birinci ve ikinci yıllarının domates bitkisi membran stabilite indeksi (MSI)

Tuz seviyeleri	Bitki Kombinasyonu	Birinci yıl domates bitkisi MSI %			İkinci yıl domates bitkisi MSI %		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	33.55±1.17a	35.28±3.27a	36.79±4.66a	31.15±6.92a	30.07±4.07a	32.56±1.02a
	D+SS D	32.74±5.24a	34.24±5.75a	34.70±4.96a	26.19±3.26a	28.87±0.12a	32.43±0.63a
	D+P D	34.35±1.60a	34.30±0.20a	35.61±5.69a	29.22±6.31a	30.91±3.43a	33.38±5.80a
Hafif tuzlu	D	44.41±2.19a	50.84±1.84a	52.45±2.89a	36.73±0.13a	45.41±0.21a	48.17±0.48a
	D+SS D	33.24±0.63b	35.09±2.78b	38.99±1.47b	26.37±0.35b	30.26±1.35b	32.01±2.06b
	D+P D	36.68±1.01b	38.58±1.72b	41.68±1.90b	31.20±0.27ab	32.89±3.63b	34.60±2.59b
Orta tuzlu	D	48.35±0.84a	50.22±2.47a	54.39±2.26a	36.54±1.29a	44.81±0.27a	49.99±1.41a
	D+SS D	33.80±1.31b	35.34±3.23b	38.63±1.52b	28.83±1.61b	30.61±0.22b	34.28±1.77b
	D+P D	32.79±1.05b	37.93±2.19b	39.50±1.83b	30.45±1.63b	31.85±0.36b	35.61±1.13b
Yüksek tuzlu	D	45.49±1.17a	51.65±1.65a	56.53±3.17a	40.72±1.69a	48.47±2.63a	52.36±2.13a
	D+SS D	33.77±1.52b	37.82±2.67b	39.90±2.60b	24.83±2.50b	30.07±2.50b	34.57±1.88b
	D+P D	35.03±1.25b	39.70±2.97ab	41.08±1.96b	30.66±2.00b	34.40±3.56b	37.54±1.79b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Tuzsuz (kontrol) koşullarda yetiştirilen domates bitkisi ile tuzlu koşullarda yetiştirilen domates bitkilerinin MSI durumu, III. aşamadaki sonuçlar esas alınarak regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi ile farklı bir açıdan karşılaştırılmıştır. Bu verilere göre, her iki yılda da tek başına strese maruz bırakılan domates bitkisinin MSI'si tuzsuz (kontrol) bitkilerinden istatistik olarak önemli sayılabilecek farklılıklar görülmüştür. En yüksek MSI'si yüksek tuz seviyesinde belirlenmiştir, Şekil, $P < 0.05$. *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaş bitkileri ile birlikte yetişen domates bitkilerinin MSI'si hafif ve orta tuzlu ve yüksek tuzlu topraklarda kontrolden farklılık göstermemiştir, Şekil 4.5, $P > 0.05$.



Şekil 4.5. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığında MSI durumu

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

4.3.7.2. Arkadaş bitkilerinin membran stabilite indeksleri (MSI)

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) tuz stresine olan dayanıklılığı membran stabilite indeks (MSI) değerleri ile test edilmiştir. Buna göre tüm tuz seviyelerinin etkisi her iki yıl ve her üç aşamada istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur, $P>0.05$.

Artan tuz seviyesinin *S. soda* bitkisini etkilemediği MSI değerlerinin hafif, orta ve yüksek tuzlu koşullarda kontrole yakın değerler göstermesi ile ispat edilmiştir. Yine *P. oleracea* bitkisinde hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde kontrole yakın değerler sergilemiştir, (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin membran stabilite indeksi (MSI)

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin MSI (%)			İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin MSI (%)		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	32.37±11.75a	35.75±1.25a	33.93±1.58a	31.84±2.63a	28.15±4.66a	35.98±10.03a
	Hafif tuzlu	33.85±6.38a	32.33±9.24a	35.06±2.35a	31.36±2.89a	33.56±2.30a	32.30±3.28a
	Orta tuzlu	31.44±1.73a	33.79±1.79a	36.83±1.57a	32.01±0.77a	35.72±0.73a	41.04±7.87a
	Yüksek tuzlu	35.18±1.64a	33.09±1.44a	36.17±1.49a	33.53±0.74a	35.41±3.60a	39.62±5.67a
SS	Tuzsuz	34.72±3.17a	35.75±4.69a	33.78±1.47a	40.05±1.62a	33.57±4.64a	35.28±3.68a
	Hafif tuzlu	32.81±6.14a	34.84±3.30a	34.46±2.32a	35.02±0.22a	37.05±2.04a	38.20±1.94a
	Orta tuzlu	33.42±5.47a	32.19±6.43a	36.05±3.58a	31.93±1.61a	37.40±1.78a	38.52±3.70a
	Yüksek tuzlu	37.25±1.65a	36.31±3.91a	39.08±2.44a	34.70±7.37a	41.05±0.80a	42.36±1.02a
D+P P	Tuzsuz	32.40±0.56a	35.37±1.62a	37.88±1.67a	29.58±1.70a	32.64±1.94a	34.40±4.12a
	Hafif tuzlu	34.25±3.83a	36.54±2.45a	38.82±2.04a	28.92±2.45a	35.06±2.28a	34.15±3.37a
	Orta tuzlu	39.09±3.02a	39.48±2.73a	39.56±1.34a	31.78±1.56a	34.10±1.92a	36.80±1.20a
	Yüksek tuzlu	37.59±1.50a	41.39±1.00a	39.55±3.88a	30.75±3.03a	34.84±1.43a	35.85±1.42a
P	Tuzsuz	28.80±3.01a	36.26±2.51a	36.88±2.90a	30.67±2.10a	32.47±2.17a	34.90±3.55a
	Hafif tuzlu	29.76±3.36a	37.51±2.12a	35.56±0.94a	33.25±1.85a	35.90±2.83a	34.81±4.46a
	Orta tuzlu	32.28±2.28a	39.18±2.43a	35.07±1.43a	33.55±2.78a	35.45±1.62a	34.59±1.75a
	Yüksek tuzlu	33.21±2.64a	38.60±1.96a	35.44±1.97a	33.99±2.14a	37.21±4.55a	37.33±2.98a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi.

P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir.

P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.3.8. Arkadaş bitkilerinin bitki boy değerleri

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) tuz stresinde gelişim durumları bitki boy parametreleri ile de belirlenmiştir. Buna göre tüm tuz seviyelerinin etkisi her iki yıl ve her üç aşamada istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, $P < 0.05$. Artan tuz seviyesinden *S. soda* bitkisinin boy gelişiminin etkilenmediği, hatta hafif, orta ve yüksek tuzlu koşullarda tuzsuz (kontrol) ortamda yetiştirilen bitkiden daha iyi bir boy gelişim sergiledikleri görülmüştür. Bu durum *S. soda*'nın tuzu sevdiğinin önemli bir göstergesi olmuştur. Yine *P. oleracea* bitkisinde artan tuz ile birlikte bitki boyları artmıştır. Hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde tuzsuz (kontrol) ortamında yetiştirilen *P. oleracea*' dan daha yüksek bir boy gelişimi sergilemişlerdir, (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin boy ölçüm sonuçları

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin boyu cm/bitki			İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin boyu cm/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	20.25±1.75c	30.0±2.00b	35.75±1.25b	30.25±1.75b	37.0±1.50c	39.5±1.50c
	Hafif tuzlu	19.5±0.50bc	35.0±6.00b	38.50±3.50b	27.5±0.50b	36.0±2.00b	40.0±0.50bc
	Orta tuzlu	25.0±1.00b	32.0±4.00b	39.00±1.00b	31.00±1.00b	40.0±1.00b	47.90±2.60ab
	Yüksek tuzlu	30.0±1.00a	45.0±6.00a	50.25±2.25a	37.00±2.00a	49.0±1.00a	55.00±4.00a
SS	Tuzsuz	21.25±3.25b	28.0±2.00b	36.50±1.50b	27.0±2.00b	34.0±1.00b	41.00±1.00c
	Hafif tuzlu	22.25±1.25b	33.0±3.00ab	39.50±3.50b	29.50±1.50b	42.5±0.50b	43.8±1.40bc
	Orta tuzlu	25.75±0.75ab	36.5±1.00ab	41.0±1.00ab	37.00±1.00a	45.5±1.50a	48.10±0.90ab
	Yüksek tuzlu	31.0±2.00a	40.0±4.00a	48.50±2.50a	38.00±1.00a	47.5±1.50a	52.25±2.25a
D+P P	Tuzsuz	20.0±1.00ab	30.00±2.00b	35.25±1.25b	24.0±1.00b	33.50±1.5 0b	42.25±1.25b
	Hafif tuzlu	23.0±0.01ab	34.25±3.75a	38.75±1.75b	28.5±2.50bc	38.00±1.00ab	48.50±3.50ab
	Orta tuzlu	26.5±1.50ab	37.50±1.50a	42.75±1.25ab	32.5±2.00b	42.50±1.50ab	49.45±0.75ab
	Yüksek tuzlu	29.0±2.00a	39.25±1.25a	48.00±3.00a	36.8±1.25a	40.00±2.00a	57.50±2.50a
P	Tuzsuz	22.0±1.0b	28.00±3.00b	36.75±3.00b	27.0±1.00c	30.50±1.50b	40.00±1.00b
	Hafif tuzlu	25.0±2.00ab	35.00±2.50ab	37.00±2.00b	26.5±1.50ab	37.50±2.50ab	43.85±1.55b
	Orta tuzlu	28.0±3.00ab	35.50±1.50ab	39.75±0.25ab	31.50±1.00ab	42.50±2.50a	45.50±0.50b
	Yüksek tuzlu	30.0±1.00a	40.00±1.00a	46.75±3.25a	36.0±1.00a	45.00±3.00a	52.80±2.60a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.3.9. Arkadaş bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) tuz stresinde yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Buna göre tüm tuz seviyelerinde arkadaş bitkilerinin yaş ağırlıkları her iki yıl ve her üç aşamada istatikselsel olarak önemli bulunmuştur, $P < 0.05$. Artan tuz seviyesi ile *S. soda* yaş-kuru ağırlıkları hafif, orta ve yüksek tuzlu koşullarda tuzsuz (kontrol) ortamda bulunan bitkiden daha iyi bir gelişim göstermiştir, Çizelge 4.26, 4.27. Yine *P. oleracea* bitkisinde artan tuz ile birlikte bitki yaş-kuru ağırlıklarında artmıştır. Hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde kontrol ortamından daha yüksek bir yaş-kuru ağırlık görülmüştür, Çizelge 4.26, 4.27.

Benzer sonuçlar Sharifabad ve ark. (2006), tarafından salsolanın üç farklı türünde de (*S. orientalis*, *S. dendroides* ve *S. richter*) elde edilmiştir. Artan NaCl stresi ile üç farklı salsola türünde de bitki gövde yaş ve kuru ağırlıkları incelenmiştir. 200 mM' a kadar uygulanan NaCl stresinde bitkilerin gövde yaş ve kuru ağırlıkları kontrole oranla artış göstermiştir. 200 mM'ın üzerindeki NaCl uygulamasında ise bitkilerin gövde yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaya neden olmuştur.

Yazıcı ve ark. (2007) *P. oleracea* bitkisi üzerinde NaCl (70 ve 140 mM) stresinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında *P. oleracea* bitkisinin 18 günlük gelişme periyodunda kontrole oranla bir farklılık göstermediğini ancak 30 günlük süre sonunda 140 mM NaCl stresinin gövde uzunluğu üzerinde negatif etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Buna karşın bizim çalışmamızda (100 gün) *P. oleracea* bitkisi gelişim yönünden tuz stresinden negatif olarak etkilenmemiştir. Bu durum biyokimyasal olarak teyit edilmiştir. Bizim çalışmamızda *P. oleracea* bitkisi tohumdan itibaren tuz stresine maruz kalmış ancak Yazıcı ve ark. (2007) çalışmalarında 2 aylık *P. oleracea* fideleri üzerine farklı tuz stresi uygulamışlardır. Dolayısıyla ile *P. oleracea* bitkisinin uzun dönem tuz stresine tolerans göstermemesinin muhtemel bir nedeni fidenin yaşıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Halofit bitkiler ile yapılacak çalışmalarda kısa dönem vegetatif periyotta gelişen glokofitler göz önüne alındığında belli bir seviyeye gelmiş olan halofit fidelerinin gelişim dönemi uygun görülürken uzun dönem vegetatif gelişim dönemi olan glokofitler için daha düşük yaştaki fide veya tohum olarak halofitlerin kullanılması etkin olacaktır.

Çizelge 4.26. Birinci yıl *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yaş ağırlıkları g/bitki			Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kuru ağırlıkları g/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	58.10±7.40b	73.50±10.50c	129.05±6.85c	6.40±1.33b	10.93±0.27b	17.53±2.66b
	Hafif tuzlu	64.67±9.05b	108.25±17.75b	134.75±16.70bc	7.30±0.82b	18.03±7.31ab	23.52±1.78b
	Orta tuzlu	80.10±7.90b	148.20±17.80b	240.60±25.10ab	7.94±1.16b	19.91±2.91ab	28.53±2.39ab
	Yüksek tuzlu	136.15±4.55a	215.40±7.40a	337.97±45.79a	13.14±0.78a	27.99±1.53a	40.01±5.56a
SS	Tuzsuz	76.50±6.50b	97.50±2.50c	165.40±9.60c	12.29±0.57a	17.99±0.10c	18.77±1.67b
	Hafif tuzlu	105.01±4.99ab	192.30±b39.30b	238.86±7.96b	13.53±2.26a	22.16±1.99c	33.09±2.48a
	Orta tuzlu	130.34±20.34a	270.25±19.75ab	295.80±44.90a	17.18±3.64a	37.13±1.09b	36.35±1.58a
	Yüksek tuzlu	120.30±1.30a	285.20±4.45a	309.50±10.60a	14.51±0.46a	35.79±2.97a	38.26±1.50a
D+P P	Tuzsuz	62.50±2.55c	126.00±8.00b	162.50±7.50b	7.30±0.50b	17.27±2.76b	22.17±1.27c
	Hafif tuzlu	112.51±2.49b	157.50±32.50b	215.45±29.56ab	12.80±1.00ab	17.58±1.95b	29.18±1.48bv
	Orta tuzlu	135.27±15.27ab	255.35±25.35a	319.94±59.81a	13.91±1.85ab	35.13±4.58a	39.62±3.89ab
	Yüksek tuzlu	147.50±2.50a	245.45±4.55a	302.75±17.75a	18.65±3.67a	31.16±6.16ab	42.39±4.38a
P	Tuzsuz	77.10±3.00a	125.62±14.39a	137.43±13.20b	8.25±1.30b	22.73±3.71a	22.21±3.54b
	Hafif tuzlu	155.65±25.65a	210.05±50.05a	229.21±30.98b	17.02±2.87a	25.67±2.79a	23.18±2.42b
	Orta tuzlu	164.25±32.75a	225.40±25.40a	281.65±59.32a	18.36±1.44a	30.37±2.40a	33.85±3.42ab
	Yüksek tuzlu	176.38±26.38a	241.25±21.25a	290.37±10.3a	21.84±1.24a	21.95±6.73a	38.79±2.59a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.27. İkinci yıl *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> yaş ağırlıkları g/bitki			İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> kuru ağırlıkları g/bitki		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	80.12±7.88b	100.53±3.32b	142.62±1.78b	8.21±0.87c	11.63±1.13b	20.46±2.97b
	Hafif tuzlu	87.06±2.87b	128.46±220.12b	153.27±28.13b	8.96±0.35b	15.02±3.52b	18.58±1.85b
	Orta tuzlu	100.47±7.74b	245.61±34.89a	336.31±36.74a	10.63±0.10b	25.34±0.19a	36.50±6.86a
	Yüksek tuzlu	184.44±6.55a	281.72±15.72a	364.24±18.32a	25.14±2.82a	32.34±1.58a	43.37±0.76a
SS	Tuzsuz	113.44±8.46b	152.50±14.50c	191.78±7.52c	11.92±0.96b	16.11±1.54c	22.59±0.58c
	Hafif tuzlu	161.07±37.08ab	236.04±26.46b	285.36±17.50b	15.64±3.51ab	27.04±2.95b	31.71±2.48b
	Orta tuzlu	148.63±2.04a	342.50±20.50a	354.72±22.79a	18.79±1.98a	37.80±6.49a	39.78±0.72a
	Yüksek tuzlu	192.87±8.13a	347.50±3.50a	376.50±3.50a	18.79±1.97ab	45.42±1.69a	43.69±2.06a
D+P P	Tuzsuz	113.15±36.84b	167.50±7.50c	235.10±8.21c	14.42±6.70b	17.01±1.84d	32.26±3.72b
	Hafif tuzlu	150.00±10.25b	260.18±24.67b	280.68±15.68c	17.22±1.35ab	25.47±1.56c	32.13±2.12b
	Orta tuzlu	176.00±38.89b	312.91±13.91ab	383.50±4.52b	19.49±1.78b	29.10±1.71b	42.66±1.60ab
	Yüksek tuzlu	299.40±2.82a	358.50±9.50a	479.50±51.61a	33.89±1.74a	34.91±0.44a	55.20±5.71a
P	Tuzsuz	156.57±23.27b	193.20±1.82b	228.15±13.85c	14.70±4.65b	24.22±1.57c	26.54±1.21b
	Hafif tuzlu	222.37±53.29a	264.50±3.00b	276.18±29.17b	27.57±5.97a	30.85±1.15b	34.26±3.07b
	Orta tuzlu	198.00±33.10a	284.00±22.00b	332.04±2.04a	27.03±2.55a	41.17±3.03a	37.12±1.29a
	Yüksek tuzlu	217.29±6.97a	358.50±9.50a	380.01±30.00a	27.61±1.61a	37.91±1.80a	40.94±2.18a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4. Bitkilerin Biyokimyasal Parametrelerine Ait Değerlerin Analiz Sonuçları

Farklı tuz seviyelerine sahip topraklarda domates bitkisi SC2121'nin tuza karşı tepkisi tek başına ve arkadaş bitkiler (*S. soda* ve *P. oleracea*) ile yetiştirilerek ölçülmüştür. Buna göre, D (yalnız domates bitkisi), D+SS D (domates ve *S.soda* kombinasyonunda domates bitkisi) ve D+P D (domates ve *P. oleracea* kombinasyonunda domates bitkisi) olarak üç farklı kombinasyonda farklı tuz seviyelerine karşı (tuzsuz, hafif tuzlu, orta tuzlu, yüksek tuzlu) göstermiş oldukları tepkileri çeşitli biyokimyasal parametrelerine ilişkin değerleri bazı biyokimyasal analizler yapılarak belirlenmiştir. Ayrıca arkadaş bitkilerin tuz stresinde göstermiş oldukları tepki de incelenmiştir. Domates ve arkadaş bitkiler üzerinde yapılan biyokimyasal incelemeler aşağıda belirli başlıklar altında verilmiştir.

4.4.1. Bitkilerin klorofil içerikleri

4.4.1.1. Domates bitkisi klorofil değerleri

Biyokimyasal parametrelerden biri olan bitki klorofil içeriği birinci ve ikinci yılın üç aşamasında da domates bitkilerin yeşil aksamalarında belirlenmiştir. Buna göre birinci yıl tuzsuz (kontrol) grubunda klorofil içerikleri yönünden bitki kombinasyonları arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir, Çizelge 4.28, $P>0.05$. Örneğin domates bitkilerinin toplam klorofil içerikleri üç aşamada sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 0.68-, 0.56- ve 0.46 mg/g, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 0.74-, 0.61- ve 0.49 mg/g iken, D+P D'de 0.69-, 0.58- ve 0.45 mg/g olarak görülmüştür.

Birinci yıl hafif tuzlu koşullarda tek başına yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam klorofil içeriği arkadaş bitki kombinasyonunda bulunan domates bitkisi klorofil içeriğinden düşük değerler göstermiştir. Domates bitkisinin klorofil değerlerinde özellikle II. ve III. aşamalarda her iki arkadaş bitki de önemli katkıda bulunmuştur, Çizelge 4.28, $P<0.05$. Örneğin hafif tuzlu ortamda domates bitkisi toplam klorofil içeriği üç aşamada sırası ile yalnız D'de 0.43-, 0.31- ve 0.29 mg/g,

D+SS D’de 0.50-, 0.39- ve 0.41 mg/g ile en yüksek değerler ölçülmüştür. D+P D’nin toplam klorofil içeriği üç aşama sırası ile 0.46-, 0.35- 0.35 mg/g olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın orta tuz seviyesinde ise her üç aşamada domates bitkisi ile arkadaş bitki kombinasyonu olumlu olarak sonuçlanmıştır, özellikle *S. soda*’nın etkili olduğu görülmüştür, Çizelge 4.28, $P < 0.05$. Örneğin orta tuz seviyesinde domates bitkisi toplam klorofil içeriği her üç aşamada sırası ile tek başına yetiştirilen D’de 0.29-, 0.26- ve 0.25 mg/g, D+SS D’de 0.42-, 0.39- ve 0.37 mg/g, D+P D’de 0.35-, 0.30- ve 0.28 mg/g olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl yüksek tuzlu topraklarda ise yalnız D ortamındaki domates bitki klorofil içeriği kontrole oranla azalma göstermiş, arkadaş bitkiler domatesin klorofil içeriği üzerine yine olumlu katkılar yaparken *P. oleracea*’nın katkısı istatistik olarak önemsiz $P > 0.05$, *S. soda*’nın etkinliği ise istatistik olarak önemli bulunmuştur Çizelge 4.28, $P < 0.05$. Yüksek tuz seviyesinde domates bitkisi toplam klorofil içeriği yalnız D ortamında üç aşamada sırası ile 0.19-, 0.15- ve 0.13 mg/g ile en düşük değer ölçülmüştür. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domatesin klorofil içeriği D+SS D’de 0.37-, 0.35- ve 0.33 mg/g, D+P D’de 0.25-, 0.21- ve 0.20 mg/g olarak ölçülmüştür.

Benzer sonuçlar, ikinci yıl yapılan çalışmada da görülmüş olup, hafif, orta ve yüksek tuzlu seviyelerinde arkadaş bitki ile domates bitkisi arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur, Çizelge 4.29, $P < 0.05$. Hafif tuzlu koşullarda tek başına yetiştirilen domates bitkisinin klorofil içeriği her üç aşamada, özellikle II. ve III. aşamada, her iki arkadaş bitki istatistik olarak önemli katkıda bulunmuştur, Çizelge 4.46, 4.47 $P < 0.05$. Örneğin hafif tuzlu ortamda domates bitkisi toplam klorofil içeriği her üç aşamada sırası ile yalnız D’de 0.62-, 0.58- ve 0.50 mg/g, D+SS D’de 0.78-, 0.67- ve 0.59 mg/g, D+P D’de 0.78-, 0.64- ve 0.57 mg/g olarak görülmüştür.

İkinci yıl orta tuz seviyesinde domates bitkisi toplam klorofil içeriği her üç aşamada sırası ile yalnız D’de 0.52-, 0.34- ve 0.29 mg/kg, D+SS D’de 0.73-, 0.64- ve 0.50 mg/g, D+P D’de 0.69-, 0.51- ve 0.44 mg/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi toplam klorofil içeriği ise üç aşama sırası ile yalnız D’de 0.38-, 0.33- ve 0.20 mg/g ile en düşük değer bulunmuştur. D+SS D’de 0.66-, 0.52- ve 0.45 mg/g, D+P D’de 0.50-, 0.39- ve 0.28 mg/g olarak ölçülmüştür, (Çizelge 4.29).

Her iki yılda da farklı tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) yetiştirilen domates bitkisi toplam klorofil içeriği üzerinde farklı bitki kombinasyonlarının etkisi görülmüştür. Tek başına yetiştirilen domates bitkisinin klorofil içeriği en düşük değerlere sahipken, arkadaş bitkiler ile aynı ortamda yetiştirilen domates bitkilerinin klorofil içeriği daha yüksek bulunmuş, en yüksek değer *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitkisinde belirlenmiştir. Bu durum tek başına yetiştirilen domates bitkisinin strese daha fazla maruz kalmasından kaynaklanmıştır.

Yapılan birçok araştırmalarda tuz stresinin bitkilerin klorofili üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir. Romero - Aranda ve ark. (2001) domates bitkisinde tuz stresi nedeniyle klorofil içeriğinin önemli oranda azaldığını bildirmişlerdir. Ashraf (2004) yüksek seviyedeki tuz stresinin klorofilin moleküler yapısını bozduğunu ifade etmişlerdir. Yokaş ve ark. (2007)'deki araştırmalarında tuz stresinin domates bitkisi klorofil içeriğini azalttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.28. Birinci yıl domates bitkisi klorofil değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi klorofil içerikleri mg/g								
		I. Aşama			II. Aşama			III. Aşama		
		Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil
Tuzsuz	D	0.43±0.04a	0.25±0.04a	0.68±0.03a	0.38±0.01a	0.21±0.01b	0.56±0.02a	0.32±0.02a	0.13±0.01a	0.46±0.03a
	D+SS D	0.45±0.04a	0.30±0.02a	0.74±0.01a	0.40±0.05a	0.23±0.02a	0.61±0.03a	0.33±0.04a	0.15±0.03a	0.49±0.02a
	D+P D	0.46±0.03a	0.25±0.04a	0.69±0.02a	0.35±0.04a	0.24±0.03a	0.58±0.04a	0.30±0.03a	0.15±0.01a	0.45±0.01a
Hafif tuzlu	D	0.33±0.02a	0.13±0.01a	0.43±0.01a	0.19±0.02b	0.11±0.02b	0.31±0.03b	0.18±0.02a	0.10±0.01a	0.29±0.02b
	D+SS D	0.35±0.04a	0.14±0.02a	0.50±0.03a	0.25±0.02a	0.18±0.02a	0.39±0.02a	0.25±0.05a	0.12±0.02a	0.41±0.03a
	D+P D	0.32±0.02a	0.14±0.02a	0.46±0.01ab	0.22±0.02ab	0.15±0.01ab	0.35±0.02ab	0.20±0.02a	0.13±0.02a	0.35±0.01a
Orta tuzlu	D	0.19±0.02b	0.10±0.01a	0.29±0.01b	0.20±0.01b	0.07±0.01b	0.26±0.01b	0.20±0.01b	0.05±0.01b	0.25±0.01b
	D+SS D	0.33±0.04a	0.13±0.01a	0.42±0.03a	0.28±0.01a	0.14±0.01a	0.39±0.05a	0.28±0.05a	0.10±0.02a	0.37±0.04a
	D+P D	0.23±0.02ab	0.12±0.01a	0.35±0.04ab	0.21±0.02b	0.09±0.02ab	0.30±0.04ab	0.21±0.02ab	0.08±0.01ab	0.28±0.05ab
Yüksek tuzlu	D	0.15±0.01c	0.05±0.01b	0.19±0.01c	0.13±0.01b	0.05±0.01b	0.15±0.02c	0.09±0.05b	0.05±0.02b	0.13±0.03c
	D+SS D	0.28±0.02a	0.10±0.02a	0.37±0.02a	0.24±0.03a	0.10±0.03a	0.35±0.05a	0.23±0.02a	0.12±0.02a	0.33±0.01a
	D+P D	0.20±0.01b	0.06±0.01b	0.25±0.01b	0.18±0.01ab	0.05±0.01b	0.21±0.03b	0.15±0.01b	0.06±0.02b	0.20±0.01b

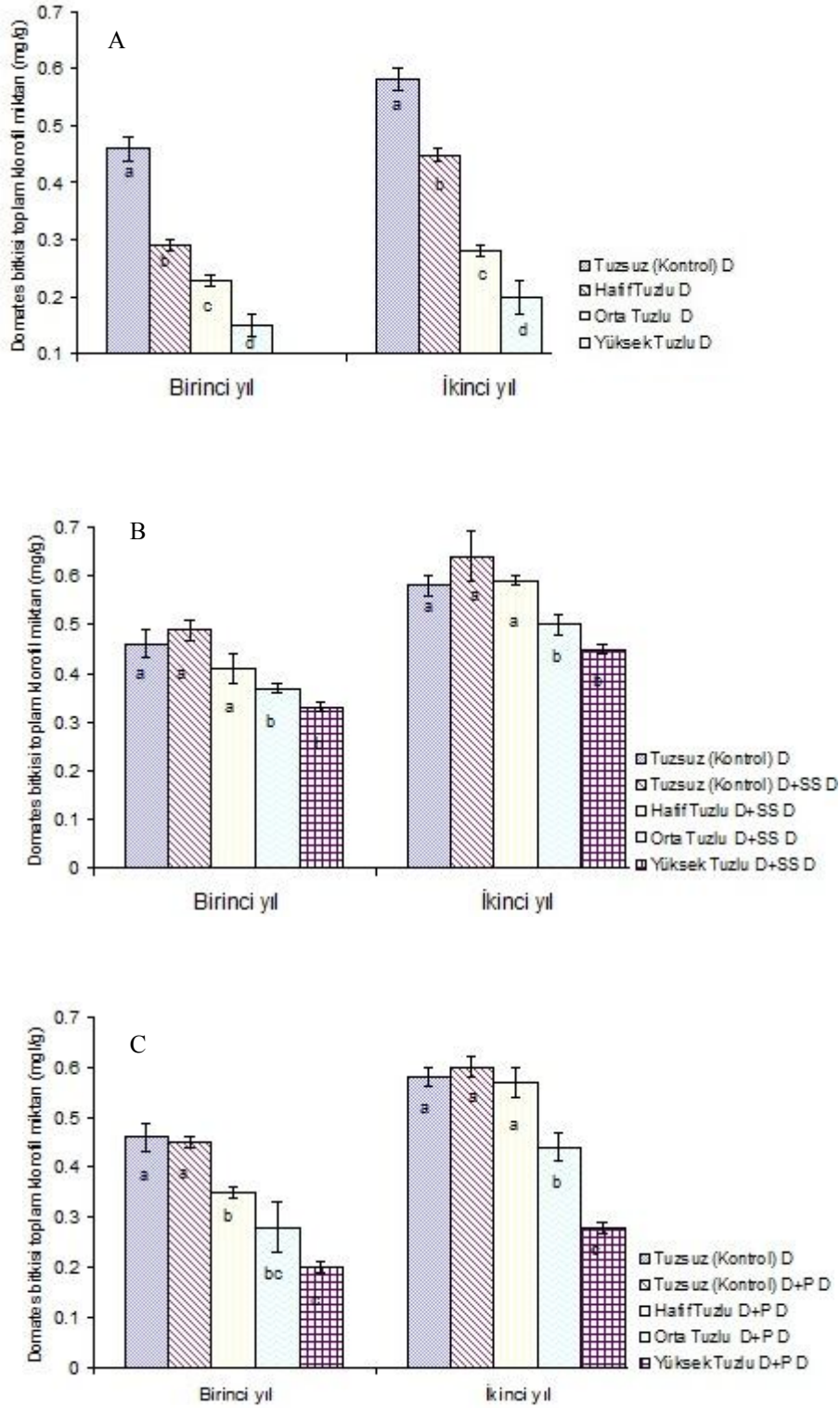
D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.29. İkinci yıl domates bitkisi klorofil değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	İkinci yıl domates bitkisi klorofil içerikleri mg/g								
		I. Aşama			II. Aşama			III. Aşama		
		Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil
Tuzsuz	D	0.64±0.04a	0.32±0.02a	0.97±0.02a	0.59±0.160a	0.26±0.05a	0.85±0.21a	0.44±0.01a	0.16±0.03a	0.58±0.02a
	D+SS D	0.68±0.03a	0.37±0.05	1.05±0.02a	0.61±0.15a	0.30±0.04a	0.91±0.20a	0.47±0.01a	0.18±0.02a	0.64±0.05a
	D+P D	0.67±0.04a	0.35±0.04a	1.02±0.12a	0.58±0.01a	0.33±0.04a	0.88±0.02a	0.43±0.02a	0.16±0.01a	0.60±0.02a
Hafif tuzlu	D	0.49±0.06a	0.13±0.02b	0.62±0.02b	0.45±0.06a	0.15±0.01a	0.58±0.01b	0.36±0.01b	0.11±0.01a	0.50±0.01b
	D+SS D	0.54±0.11a	0.25±0.02a	0.78±0.03a	0.48±0.07a	0.20±0.02a	0.67±0.02a	0.45±0.02a	0.14±0.04a	0.59±0.01a
	D+P D	0.57±0.04a	0.20±0.03a	0.78±0.03a	0.44±0.04a	0.19±0.01a	0.64±0.05a	0.45±0.02a	0.13±0.02a	0.57±0.03a
Orta tuzlu	D	0.41±0.03b	0.18±0.01a	0.52±0.03b	0.23±0.01b	0.10±0.01b	0.34±0.01c	0.20±0.02a	0.07±0.01b	0.29±0.01b
	D+SS D	0.53±0.01a	0.22±0.01a	0.73±0.01a	0.47±0.02a	0.21±0.02a	0.64±0.05a	0.37±0.06a	0.12±0.01a	0.50±0.02a
	D+P D	0.50±0.02a	0.21±0.01a	0.69±0.01a	0.48±0.02a	0.12±0.01b	0.51±0.02b	0.31±0.05b	0.12±0.03ab	0.44±0.03a
Yüksek tuzlu	D	0.31±0.01b	0.10±0.01b	0.38±0.01c	0.22±0.01a	0.12±0.01b	0.33±0.02b	0.12±0.03b	0.07±0.02b	0.20±0.03b
	D+SS D	0.46±0.03a	0.21±0.01a	0.66±0.03a	0.39±0.01a	0.19±0.02a	0.52±0.05a	0.32±0.02a	0.14±0.01a	0.45±0.01a
	D+P D	0.36±0.04ab	0.14±0.01b	0.50±0.01b	0.24±0.04ab	0.16±0.01ab	0.39±0.03ab	0.20±0.01ab	0.08±0.01ab	0.28±0.01b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Domates bitkisinin toplam klorofil değerleri üzerinde arkadaş bitkilerinin etkinliğini, tuzsuz (kontrol) koşullarda yetiştirilen domates bitkisi ile tuzlu koşullarda yetiştirilen domates bitkilerinin durumu, III. aşamadaki sonuçlar esas alınarak üzerinde regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi ile farklı bir boyuttan da karşılaştırılmıştır (Şekil 4.5). Bu verilere göre, tuzsuzda (kontrol) belirlenen klorofil içeriği ile yüksek tuz seviyesindeki belirlenen klorofil içeriği kıyaslandığında kontrol'e oranla yüksek tuz seviyesindeki klorofil azalması bir ve ikinci yıllar sırası ile tek başına yetiştirilen D'de %71-%66 ile en yüksek oranlarda görülürken, *S. soda* ile birlikte yetiştirilen D+ SS D'de %33-%30 ile en düşük oran olarak belirlenmiştir. *P. oleracea* ile birlikte yetişen D+P D'de %56-%53 ile bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Tek başına yetiştirilen domates bitkileri artan tuz stresinden oldukça etkilenmiş ve klorofil içerikleri her iki yılda da en yüksek düşüşü göstermiştir. Buna karşın arkadaş bitkiler domates bitkilerini tuz stresinden etkilenmesini engellemiş ve dolayısıyla klorofil içerikleri daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Özellikle *S. soda* bitkisi çok iyi bir sonuç sergilemiştir.



Şekil.4.5. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığında toplam klorofil içerikleri

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

4.4.1.2. Arkadaş bitkilerin klorofil içerikleri

S. soda ve *P. oleracea* bitkilerinde tuz stresinin klorofil içeriklerine olan etkisi her iki yılın üç aşamasında da incelenmiştir. Tuzsuz (kontrol) ortamda yetiştirilen arkadaş bitkilerin tuz stresinin artmasıyla birlikte klorofil içeriklerinde azalma belirlenmiş olsada, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.30 ve 4.31, $P > 0.05$. Bu durum tuz stresine maruz kalan bu bitkilerin tuzdan etkilenmediğinin bir göstergesidir.

Klorofil durumundaki stabilite durumu bitkinin strese dayanıklılığı ile ifade edilmiştir (Yang ve ark., 2007). Yüksek tuz konsantrasyonlarında klorofil azalmasının sebebi ROS türlerinin oluşumuna bağlanmış olup bu durumun artan MDA miktarı ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Aghaleh, 2009).

Çizelge 4.30. Birinci yıl *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin klorofil içerikleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin klorofil içerikleri mg/g								
		I Aşama			II. Aşama			III. Aşama		
		Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil
D+SS SS	Tuzsuz	0.22±0.05a	0.08±0.03a	0.30±0.08a	0.27±0.05a	0.08±0.01a	0.34±0.05a	0.30±0.01a	0.05±0.01a	0.35±0.01a
	Hafif tuzlu	0.21±0.14a	0.08±0.05a	0.29±0.27a	0.24±0.06a	0.07±0.04a	0.29±0.10a	0.32±0.10a	0.05±0.05a	0.32±0.11a
	Orta tuzlu	0.21±0.04a	0.07±0.02a	0.26±0.08a	0.25±0.01a	0.07±0.01a	0.27±0.01a	0.21±0.11a	0.09±0.04a	0.30±0.12a
	Yüksek tuzlu	0.19±0.01a	0.05±0.01a	0.22±0.03a	0.21±0.04	0.05±0.01	0.21±0.05	0.24±0.05a	0.05±0.01a	0.29±0.05a
SS	Tuzsuz	0.23±0.03a	0.07±0.01a	0.29±0.01a	0.21±0.04a	0.04±0.02a	0.22±0.05a	0.27±0.09a	0.06±0.04a	0.33±0.10a
	Hafif tuzlu	0.20±0.01a	0.03±0.01a	0.23±0.01a	0.23 ±0.03a	0.04±0.01a	0.25 ±0.04a	0.26±0.02a	0.05±0.01a	0.30±0.02a
	Orta tuzlu	0.20±0.07a	0.08±0.05a	0.22±0.13a	0.25±0.09a	0.08±0.03a	0.27±0.10a	0.20±0.02a	0.04±0.01a	0.24±0.02a
	Yüksek tuzlu	0.19±0.04a	0.04±0.01a	0.20±0.02a	0.21±0.08a	0.06±0.03a	0.25±0.11a	0.22±0.07a	0.05±0.01a	0.25±0.07a
D+P P	Tuzsuz	0.18±0.08a	0.06±0.02a	0.24±0.10a	0.17±0.06a	0.08±0.05a	0.26±0.10a	0.20±0.06a	0.08±0.09a	0.29±0.04a
	Hafif tuzlu	0.17±0.07a	0.08±0.04a	0.25±0.10a	0.22±0.05a	0.10±0.03a	0.34±0.09a	0.25 ±0.15a	0.06±0.08a	0.30±0.15a
	Orta tuzlu	0.12±0.06a	0.05±0.03a	0.17±0.09a	0.20±0.03a	0.06±0.01a	0.25±0.04a	0.23±0.10a	0.08±0.05a	0.25±0.13a
	Yüksek tuzlu	0.16±0.04a	0.03±0.02a	0.18±0.04a	0.17±0.03a	0.07±0.02a	0.23±0.05a	0.17±0.03a	0.05±0.02a	0.20±0.04a
P	Tuzsuz	0.16±0.05a	0.08±0.05a	0.23±0.09a	0.18±0.02a	0.05±0.01a	0.19±0.03a	0.15±0.08a	0.05±0.02a	0.21±0.10a
	Hafif tuzlu	0.14±0.05a	0.07±0.02a	0.21±0.07a	0.14±0.01a	0.03±0.01a	0.14±0.01a	0.18±0.01a	0.05±0.01a	0.25±0.02a
	Orta tuzlu	0.17±0.03a	0.06±0.02a	0.22±0.05a	0.12±0.02a	0.03±0.01a	0.13±0.03a	0.15±0.01a	0.05±0.01a	0.20±0.02a
	Yüksek tuzlu	0.14±0.01a	0.05±0.01a	0.18±0.01a	0.15±0.03a	0.05±0.01a	0.17±0.04a	0.14±0.01a	0.04±0.01a	0.18±0.02a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.31. İkinci yıl *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin klorofil içerikleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin klorofil içerikleri mg/g								
		I. Aşama			II. Aşama			III. Aşama		
		Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil
D+SS SS	Tuzsuz	0.29±0.15	0.09±0.02	0.35±0.05a	0.27±0.05a	0.08±0.01a	0.34±0.05a	0.21±0.01a	0.06±0.01a	0.22±0.01a
	Hafif tuzlu	0.33±0.03	0.07±0.01	0.34±0.02a	0.25±0.06a	0.07±0.01a	0.29±0.10a	0.22±0.02a	0.07±0.03a	0.24±0.02a
	Orta tuzlu	0.23±0.02	0.07±0.02	0.27±0.04a	0.20±0.01a	0.07±0.01a	0.26±0.01a	0.22±0.03a	0.10±0.04a	0.25±0.01a
	Yüksek tuzlu	0.20±0.02	0.05±0.01	0.23±0.02a	0.19±0.04a	0.06±0.02a	0.22±0.05a	0.20±0.02a	0.05±0.01a	0.25±0.05a
SS	Tuzsuz	0.26±0.03a	0.04±0.01a	0.30±0.04a	0.23±0.03a	0.05±0.01a	0.28±0.01a	0.26±0.08a	0.06±0.04a	0.27±0.10a
	Hafif tuzlu	0.25±0.02a	0.08±0.06a	0.31±0.02a	0.20±0.03a	0.04±0.01a	0.24±0.01a	0.19±0.03a	0.04±0.01a	0.25±0.02a
	Orta tuzlu	0.25±0.01a	0.07±0.01a	0.34±0.01a	0.22±0.02a	0.06±0.04a	0.29±0.04a	0.19±0.03a	0.04±0.01a	0.20±0.03a
	Yüksek tuzlu	0.17±0.02b	0.04±0.01a	0.21±0.01b	0.22±0.01a	0.05±0.03a	0.26±0.07a	0.20±0.03a	0.06±0.02a	0.21±0.02a
D+P	Tuzsuz	0.23±0.03a	0.06±0.03a	0.28±0.06a	0.19±0.06	0.09±0.05	0.27±0.10a	0.15±0.05a	0.10±0.09a	0.25±0.02a
	Hafif tuzlu	0.22±0.02a	0.08±0.04a	0.30±0.01a	0.21±0.06	0.08±0.04	0.28±0.09a	0.19±0.03a	0.06±0.08a	0.22±0.04a
	Orta tuzlu	0.24±0.05a	0.08±0.04a	0.31±0.04a	0.22±0.01	0.07±0.01	0.29±0.04a	0.16±0.05a	0.05±0.03a	0.21±0.07a
	Yüksek tuzlu	0.12±0.01b	0.04±0.01a	0.16±0.02b	0.18±0.02	0.8±0.02	0.24±0.01a	0.16±0.03a	0.05±0.02a	0.17±0.04a
P	Tuzsuz	0.25±0.04a	0.07±0.03a	0.27±0.05a	0.21±0.03a	0.05±0.01a	0.25±0.04a	0.17±0.01a	0.04±0.02a	0.19±0.03a
	Hafif tuzlu	0.22±0.04a	0.05±0.02a	0.28±0.07a	0.19±0.03a	0.04±0.01a	0.22±0.04a	0.18±0.01a	0.04±0.01a	0.19±0.02a
	Orta tuzlu	0.18±0.05a	0.06±0.03a	0.25±0.05a	0.18±0.02a	0.04±0.01a	0.20±0.03a	0.13±0.01a	0.05±0.01a	0.17±0.02a
	Yüksek tuzlu	0.17±0.01a	0.05±0.01a	0.21±0.02a	0.19±0.02a	0.05±0.01a	0.20±0.02a	0.14±0.02a	0.04±0.01a	0.15±0.02a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4.2. Bitkilerin prolin içeriklerinin belirlenmesi

4.4.2.1. Domates bitkisi prolin içerikleri

Bir diğer biyokimyasal parametre olarak bitkilerin prolin içerikleri ölçümü hem domates bitkisinde hem de *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinde birinci ve ikinci yılda her üç aşamada belirlenmiştir. Buna göre birinci yıl kontrol grubunda her üç aşamada bitki kombinasyonlarında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir, Çizelge 4.32. Örneğin domates bitkilerinin yalnız D ortamında her üç aşama sırası ile 5.30-, 6.60- ve 7.03 $\mu\text{mol/g}$, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin prolin içerikleri her üç aşamada sırası ile D+SS D kombinasyonunda 5.50-, 6.25- ve 6.90 $\mu\text{mol/g}$, D+P D kombinasyonunda 5.00-, 6.40- ve 6.70 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl hafif tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinin prolin içeriği, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkisinden daha yüksek bulunmuştur. Böylece farklı bitki kombinasyonlarının domates bitkisinin prolin içeriği üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, Çizelge 4.32, $P<0.05$. Buna göre birinci yılda hafif tuzlu ortamda yetiştirilen domates bitkisi prolin içeriği her üç aşamada yalnız D'de 14.30-, 15.10- ve 16.90 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenmiştir. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin prolin içeriği ise üç aşamada sırası ile D+SS D'de 5.65-, 6.60- ve 7.15 $\mu\text{mol/g}$, D+P D'de 5.40-, 6.20- ve 7.60 $\mu\text{mol/g}$ olarak görülmüştür.

Birinci yıl orta tuz seviyesinde de benzer durum görülmüş, arkadaş bitki kombinasyonu domates bitkisi prolin miktarında , özellikle *S. soda*'nın etkinliği önemli bulunmuştur, Çizelge 4.32, $P<0.05$. Örneğin yalnız D'de prolin içeriği her üç aşamada sırası ile 13.20-, 15.25- ve 18.55 $\mu\text{mol/g}$, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin prolin değeri her üç aşama sırası ile D+SS D'de 6.55-, 8.20- ve 10.00 $\mu\text{mol/g}$, D+P D'de ise 8.35-, 9.00- ve 10.70 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl yüksek tuzlu topraklarda domates bitkisi prolin içeriği her üç aşama sırası ile yalnız D'de 16.40-, 16.90- ve 18.50 $\mu\text{mol/g}$, D+SS D'de 7.00-, 8.25- ve 8.80 $\mu\text{mol/g}$ iken, D+P D'de ise 10.40-, 12.55- ve 13.00 olarak ölçülmüştür.

Benzer sonuçlar, ikinci yıl yapılan çalışmada da görülmüş olup, hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde arkadaş bitki ile domates bitkisi arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, Çizelge 4.32, $P < 0.05$. Örneğin, ikinci yıl hafif tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinin prolin içeriği her üç aşamada sırası ile 10.40-, 12.50- ve 14.30 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenmiştir. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin prolin içeriği ise her üç aşamada sırası D+SS D' de 5.25-, 5.90- ve 6.20 $\mu\text{mol/g}$, D+P D'de 5.00-, 5.50- ve 6.50 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinin prolin içeriği üç aşama sırası ile D'de 10.05-, 13.70- ve 15.35 $\mu\text{mol/g}$, D+SS D'de 6.00-, 7.20- ve 8.00 $\mu\text{mol/g}$, D+P D'de ise 6.80-, 8.00- ve 9.50 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenmiştir.

Yine ikinci yıl yüksek tuzlu topraklarda yetiştirilen domates bitkisinin prolin içeriği aşama sırası ile D'de 13.50-, 14.20- ve 15.75 $\mu\text{mol/g}$, D+SS D'de 6.50-, 7.60- ve 7.90 $\mu\text{mol/g}$, D+P D kombinasyonunda 8.10-, 9.00- ve 10.05 $\mu\text{mol/g}$ olarak ölçülmüştür.

Bu verilere göre her iki yılın üç aşamasında da farklı tuz seviyelerinde (hafif, orta ve yüksek) en yüksek prolin içeriği tek başına yetiştirilen D'de, arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin prolin içeriği ise daha düşük değerler göstermiştir. En düşük prolin içeriği *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkilerinde görülmüştür. Tek başına yetiştirilen domates bitkilerinin tuzdan etkilenerek strese girdiğinin ve dayanıklılık sergilemeye çalışmasının önemli bir göstergesi olmuştur. Yine arkadaş bitkiler birlikte yetiştirildiği domates bitkilerine olumlu katkı sağlamış ve bu bitkilerinin tuz stresine girmesini engellemiştir.

Bu durumu yapılmış olan diğer çalışmalarda desteklemiş, örneğin, Jones ve ark. (1993) tuz stresine kalan bitki hücrelerinde prolin birikimi olduğunu belirtmişlerdir. Yine Ashraf (1989) tuza duyarlı olan bitkinin dayanıklı bitkiye göre yapraklarında çok daha fazla prolin biriktirdiğini söylemiştir. Mansour ve ark. (2005) 50 mM tuz seviyesinin üzerinde bulunan tuzluluğun prolin seviyesini artırdığını ifade etmişlerdir. Yokaş ve ark. (2008) domates bitkisi üzerinde tuz stresinin etkisini araştırmış ve artan tuz konsantrasyonunda bitkide prolin miktarında artığını belirtmişlerdir.

Prolin birikimi tuz stresine karşı bitkinin göstermiş olduğu diğer yanıtların başlatılmasının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Hasegawa ve ark., 1986).

Strese bağlı olarak prolin miktarında meydana gelen artış, aminoasit sentezindeki artış ile ilgili olduğu öne sürüldüğü gibi protein yapısının parçalanmasıyla da prolin konsantrasyonunda artışa rastlanmıştır (Dikilitaş ve Karakaş, 2012).

Hüseyin ve ark. (2007) stres koşullarındaki amino asit artışının protein fraksiyonlarındaki artışa paralel olduğunu ifade etmişlerdir. Yine, El-Tayyeb ve ark. (2007) amino asit miktarının arpa kök ve yapraklarında tuz stresine bağlı olarak artığını bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda özellikle tek başına yetiştirilen domates bitkisi yapraklarında toplam çözünebilir protein miktarı tuz stresine bağlı olarak azalma göstermiştir. Buna paralel olarak prolin miktarı artmış ve bu artışın hem protein parçalanmasından, hemde amino asit sentezinden ileri geldiği düşünölmektedir.

Çizelge 4.32 Birinci ve ikinci yıl domates bitkilerinin prolin mikrarları

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkilerinin prolin miktarı µmol/g			İkinci yıl domates bitkilerinin prolin miktarı µmol/g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	5.30±0.75a	6.60±0.40a	7.03±0.20a	4.80±0.20a	5.90±0.60a	6.20±0.30a
	D+SS D	5.50±0.30a	6.25±0.20a	6.90±0.10a	5.05±0.15a	5.60±0.60a	6.00±0.10a
	D+P D	5.00±0.50a	6.40±1.40a	6.70±0.20a	4.60±1.00a	5.70±0.30a	5.90±0.50a
Hafif tuzlu	D	14.30±1.11a	15.10±0.60a	16.90±0.90a	10.40±0.60a	12.50±0.40a	14.30±0.60a
	D+SS D	5.65±1.15b	6.60±0.90b	7.15±0.85b	5.25±0.65b	5.90±0.70b	6.20±0.20b
	D+P D	5.40±0.60b	6.200±0.30b	7.60±0.80b	5.00±1.00b	5.50±0.30b	6.50±0.50b
Orta tuzlu	D	13.20±0.60a	15.25±0.75a	18.55±1.25a	10.05±0.5a	13.70±1.00a	15.35±0.95a
	D+SS D	6.55±0.55b	8.20±1.10b	10.00±1.70b	6.00±1.00b	7.20±.80b	8.00±0.30b
	D+P D	8.35±0.95b	9.00±0.60a	10.70±1.10b	6.80±0.6b	8.00±1.00b	9.50±1.00b
Yüksek tuzlu	D	16.40±1.60a	16.90±0.90a	18.50±1.14a	13.50±0.2a	14.20±0.80a	15.75±2.05a
	D+SS D	7.00±0.40b	8.25±0.35b	8.80±0.20c	6.50±0.6b	7.60±0.30b	7.90±0.90b
	D+P D	10.40±1.80ab	12.55±2.35ab	13.00±0.40b	8.10±0.4b	9.00±0.40b	10.05±1.11b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4.2.2. Arkadaş bitkilerin prolin içerikleri

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) artan tuz stresinde prolin içerikleri her iki yıl ve her üç aşamada istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, $P < 0.05$. *S. soda*'nın artan tuz seviyesi ile prolin içeriği artmış, hafif, orta ve yüksek tuz koşullarında tuzsuz (kontrol)'a göre daha yüksek prolin miktarı sergilemiştir. Yine *P. oleracea* hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde tuzsuz (kontrol)'den daha yüksek bir prolin miktarı sergilemiştir, (Çizelge 4.33).

Tuz seviyesindeki artış ile birlikte *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinde prolin artışı tespit edilmiş olup, halofit bitkiler üzerinde yapılan araştırmalarda da bu durum ifade edilmiştir. Yazıcı ve ark. (2007) yılında *P. oleracea* üzerine yapmış oldukları çalışmalarında 70mM ve 140mM tuz stresi uygulandığında bu bitkilerde 18. gün sonunda prolin miktarlarının kontrole göre %73 ve %100 oranında arttığını bildirmişlerdir. Sürenin 30 güne çıktığında ise prolin miktarının üç kat daha arttığını belirtmişlerdir.

Chenopodiaceae ve *Poesea* familyasında glysinebetain ve prolin birikimi tuz stresinin negatif etkisini osmotik olarak dengelemek için ürettiği rapor edilmiştir. Tuz stresine bağlı yüksek prolin birikimi birçok bitki çeşidi için tuza adaptasyonun önemli bir faktördür (Ashraf, 1994; Ashraf ve Haris, 2004; Mansour, 2000). Prolin miktarındaki artış Reaktif Oksijen Türlerinin (ROS) hücreden uzaklaştırılması ile de paralel göstermiş olup stresin etkisini bertaraf etmede önemli bir molekül olduğu bildirilmiştir (Desingh ve ark., 2007)

Çizelge 4.33. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin prolin miktarları

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin prolin miktarı $\mu\text{mol/g}$			İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin prolin miktarı $\mu\text{mol/g}$		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	0.13±0.02b	0.15±0.02c	0.22±0.03b	0.21±0.06b	0.18±0.02bc	0.26±0.08b
	Hafif tuzlu	0.25±0.04b	0.34±0.06b	0.31±0.02b	0.39±0.02b	0.27±0.02b	0.23±0.02ab
	Orta tuzlu	0.83±0.04a	0.76±0.04a	0.78±0.02a	0.65±0.07a	0.60±0.02a	0.61±0.04a
	Yüksek tuzlu	0.86±0.02a	0.80±0.02a	0.82±0.03a	0.61±0.03a	0.63±0.02a	0.67±0.02a
SS	Tuzsuz	0.10±0.03b	0.14±0.03b	0.17±0.02b	0.16±0.04b	0.23±0.02b	0.21±0.07b
	Hafif tuzlu	0.15±0.02b	0.18±0.02b	0.22±0.02b	0.19±0.02b	0.21±0.11b	0.28±0.03b
	Orta tuzlu	0.65±0.04a	0.70±0.04a	0.68±0.05a	0.50±0.03a	0.56±0.03a	0.54±0.02a
	Yüksek tuzlu	0.62±0.03a	0.70±0.02a	0.73±0.03a	0.58±0.08a	0.62±0.04a	0.64±0.04a
D+P P	Tuzsuz	0.26±0.04b	0.48±0.04b	0.41±0.10b	0.28±0.07c	0.34±0.06c	0.32±0.06b
	Hafif tuzlu	0.28±0.02b	0.40±0.05b	0.62±0.04b	0.22±0.02c	0.33±0.04c	0.46±0.04b
	Orta tuzlu	1.42±0.09a	1.15±0.50a	1.52±0.29a	1.53±0.07a	1.61±0.06 a	1.55±0.30a
	Yüksek tuzlu	1.10±0.08a	1.12±0.02a	1.10±0.20a	1.22±0.09b	1.22±0.03b	1.24±0.04a
P	Tuzsuz	0.24±0.02b	0.35±0.02b	0.34±0.12b	0.11±0.04b	0.22±0.03b	0.27±0.03b
	Hafif tuzlu	0.26±0.01b	0.42±0.08b	0.57±0.04b	0.21±0.04b	0.25±0.02b	0.32±0.05b
	Orta tuzlu	1.10±0.11a	1.22±0.02a	1.22±0.04a	1.29±0.06a	1.32±0.03a	1.27±0.07 a
	Yüksek tuzlu	1.13±0.02a	1.20±0.09a	1.18±0.08a	1.30±0.07a	1.34±0.04 a	1.25±0.07 a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4.3. Bitkilerin antioksidant enzim içeriklerinin belirlenmesi

4.4.3.1. Domates bitkisi katalaz (CAT) aktivitesi

Bitkilerin tuz stresi karşısında katalaz (CAT) antioksidant enzim içerikleri hem domates bitkisinde hem de *S.soda* ve *P. oleracea* bitkilerinde her iki yılda ve üç aşamada belirlenmiştir. Buna göre her iki yılın tuzsuz (kontrol) grubunun her üç aşamasında da bitki kombinasyonları arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir, Çizelge 4.34, $P>0.05$. Hafif tuz seviyesinde her iki yılın II. ve III. aşamasında bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemli görülmüştür. Örneğin, tek başına yetiştirilen domates bitkisinin (D) CAT aktivitesi üç aşamada sırası ile 0.65-, 0.94- ve 1.08 ünite/g olarak belirlenmiştir. *S. soda* arkadaşlığındaki (D+SS D) domates bitkisi CAT içeriği her üç aşamada sırası 0.46-, 0.55- ve 0.63 ünite/g, *P. oleracea* arkadaşlığındaki (D+P D) domates bitkisinde her üç aşamada sırası ile 0.54-, 0.70- ve 0.69 ünite/g olarak bulunmuştur.

Birinci yıl orta tuz seviyesinde farklı bitki kombinasyonunun etkisi domates bitkisinin CAT aktivitesi üzerinde üç aşamada da önemli bulunmuştur, $P<0.05$. Buna göre yalnız D'nin 0.95-, 1.35- ve 1.26 ünite/g, D+SS D'nin 0.51-, 0.69- ve 0.64 ünite/g, D+P D'nin 0.65-, 0.67- ve 0.70 ünite/g olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde de farklı bitki kombinasyonlarının etkisi önemli görülmüştür, $P<0.05$. Buna göre tek başına yetiştirilen D'nin CAT aktivitesi üç aşama sırası ile 2.76-, 2.52- ve 2.49 ünite/g, D+SS D'nin 0.65-, 0.77- ve 0.66 ünite /g iken, D+P D'nin ise 0.74-, 0.95- ve 0.83 ünite/g olarak ölçülmüştür, (Çizelge 4.34).

Benzer sonuçlar, ikinci yıl yapılan çalışmada da görülmüş, hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde arkadaş bitki ile domates bitkisi arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, Çizelge 4.34, $P<0.05$. Buna göre, hafif tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen D'nin CAT aktivitesi üç aşamada sırası ile 0.59-, 0.73- ve 0.87 ünite/g olarak belirlenmiştir. Yine arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de üç aşama sırası ile 0.41-, 0.50- ve 0.49 ünite/g, D+P D'de 0.52-, 0.50- ve 0.54 ünite/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl orta tuz seviyesinde yalnız D'nin CAT aktivitesii her üç aşama sırası ile 0.65-, 1.28- ve 1.15 ünite/g, D+SS D'de 0.43-, 0.60- ve 0.55 ünite/g, D+P D' de 0.45-, 0.65- ve 0.59 ünite/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde ise, yalnız D ortamında bulunan domates bitkisi CAT miktarı her üç aşama sırası ile 1.61-, 2.00- ve 2.15 ünite/g, D+SS D'de 0.49, 0.69, 0.57 ünite/g, D+P D'de 0.66-, 0.83- ve 0.75 ünite/g olarak ölçülmüştür, (Çizelge 4.58, 4.59).

Bu verilere göre her iki yılda da tüm tuz seviyelerinde (hafif, orta ve yüksek) en yüksek CAT aktivitesi tek başına yetiştirilen domates bitkisinde bulunmuştur. Arkadaş bitki ile yetiştirilen domates bitkilerindeki en düşük CAT aktivitesi *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkilerinde görülmüştür.

Çizelge 4.34. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi CAT aktivitesi

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl CAT ünite/g			İkinci yıl CAT ünite/g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	0.13±0.02a	0.34±0.04a	0.52±0.02a	0.18±0.08a	0.30±0.05a	0.40 ±0.08a
	D+SS D	0.11±0.01a	0.32±0.09a	0.53±0.3a	0.20±0.05a	0.27 ±0.03a	0.35±0.2a
	D+P D	0.09±0.01a	0.35±0.10a	0.55±0.3a	0.17±0.03a	0.30±0.05a	0.37±0.03a
Hafif tuzlu	D	0.65±0.12a	0.94±0.12a	1.08±0.15a	0.59±0.02a	0.73±0.02a	0.87±0.09a
	D+SS D	0.46±0.06a	0.55±0.5b	0.63±0.03b	0.41±0.06a	0.50±0.06b	0.49±0.06b
	D+P D	0.54±0.09a	0.70±0.04b	0.69±0.04b	0.52±0.04a	0.50±0.03b	0.54±0.01b
Orta tuzlu	D	0.95±0.05a	1.35±0.14a	1.26±0.04a	0.65±0.05a	1.28±0.06a	1.15±0.15a
	D+SS D	0.51±0.09b	0.69±0.4b	0.64±0.03b	0.43±0.02b	0.60±0.05b	0.55±0.07b
	D+P D	0.65±0.04b	0.67±0.05b	0.70±0.2b	0.45±0.05b	0.65±0.05b	0.59±0.03b
Yüksek tuzlu	D	2.76±0.75a	2.52±0.51a	2.49±0.50a	1.61±0.10a	2.00±0.20a	2.15±0.30a
	D+SS D	0.65±0.5c	0.77±0.03b	0.67±0.03b	0.49±0.03b	0.69±0.05b	0.57±0.03b
	D+P D	0.74±0.6b	0.95±0.05b	0.83±0.03b	0.66±0.04b	0.83±0.08b	0.75±0.05b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4.3.2. Arkadaş bitkilerinin katalaz (CAT) aktivitesi

Artan tuz seviyesinin arkadaş bitkilerinin CAT antioksidant enzim üzerine etkileri her iki yıl ve her üç aşamada incelenmiş ve *S. soda* bitkisinin CAT antioksidant enzim içeriği üzerine tuz stresinin etkisi önemli bulunmuştur, Çizelge 4.35, $P < 0.05$. Özellikle orta ve yüksek tuz seviyesindeki D+SS SS bitki kombinasyonunda bulunan *S. soda* bitkilerinin CAT aktivitesi tuzsuz (kontrol) koşullarda bulunan *S. soda* bitkilerinkinden daha yüksek değerler sergilemiştir.

P. oleracea bitkisinde ise artan tuz seviyesi ile CAT antioksidant enzim içeriği arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Her iki yılın üç aşamasında da hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde D+P P kombinasyonunda ve yalnız P ortamında bulunan *P. oleracea* bitkisi tuzsuz ortamda bulunan *P. oleracea*'nın CAT değerlerine yakın değerler bulunmuştur, (Çizelge 4.35, $P > 0.05$)

Olmos ve ark. (1994) CAT ve H_2O_2 parçalayan enzimlerin aktivitesindeki artışın tuzluluğa toleransdaki artış ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda arkadaş bitki olarak yetiştirilen *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin tuz stresinde oldukça toleranslı olduğu özellikle *S. soda* bitkisinin daha yüksek oranda tuz alarak *P. oleracea*' dan daha fazla toleranslı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.35. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin CAT aktivitesi

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin CAT miktarı ünite/g			İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin CAT miktarı ünite/g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	0.02±0.01b	0.03±0.01b	0.03±0.01b	0.01±0.01b	0.03±0.01b	0.02±0.00b
	Hafif tuzlu	0.03±0.01b	0.03±0.01b	0.04±0.00b	0.01±0.01b	0.03±0.01ab	0.02±0.01b
	Orta tuzlu	0.07±0.01a	0.04±0.01b	0.04±0.01b	0.04±0.00a	0.03±0.00b	0.03±0.00b
	Yüksek tuzlu	0.07±0.01a	0.06±0.01a	0.05±0.01a	0.05±0.01a	0.05±0.01a	0.05±0.00a
SS	Tuzsuz	0.03±0.01b	0.02±0.01b	0.03±0.01b	0.04±0.01b	0.03±0.01b	0.02±0.01b
	Hafif tuzlu	0.02±0.01b	0.03±0.01b	0.03±0.00b	0.03±0.01b	0.03±0.01b	0.02±0.01b
	Orta tuzlu	0.04±0.00a	0.03±0.01b	0.04±0.00b	0.06±0.07a	0.03±0.00b	0.04±0.00a
	Yüksek tuzlu	0.05±0.01a	0.04±0.00a	0.06±0.01a	0.06±0.00a	0.05±0.01a	0.04±0.00a
D+P P	Tuzsuz	0.02±0.00a	0.01±0.00b	0.01±0.00a	0.03±0.00a	0.01±0.01b	0.01±0.00a
	Hafif tuzlu	0.02±0.01a	0.01±0.00b	0.02±0.01a	0.03±0.00a	0.03±0.01a	0.01±0.02a
	Orta tuzlu	0.03±0.00a	0.01±0.00b	0.03±0.01a	0.04±0.01a	0.02±0.00a	0.01±0.00a
	Yüksek tuzlu	0.03±0.00a	0.02±0.01a	0.02±0.01a	0.05±0.00a	0.03±0.02a	0.03±0.02a
P	Tuzsuz	0.03±0.00a	0.02±0.01a	0.01±0.00a	0.02±0.01a	0.02±0.00a	0.02±0.00a
	Hafif tuzlu	0.03±0.00a	0.02±0.01a	0.03±0.01a	0.03±0.00a	0.02±0.00a	0.03±0.00a
	Orta tuzlu	0.02±0.00a	0.03±0.00a	0.03±0.01a	0.03±0.01a	0.02±0.00a	0.02±0.00a
	Yüksek tuzlu	0.02±0.01a	0.03±0.01a	0.01±0.01a	0.03±0.00a	0.02±0.01a	0.02±0.00a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemli, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4.3.3. Domates bitkisi peroksidaz aktivitesi

Biyokimyasal parametrelerden biri olan peroksidaz (POX) antioksidant enzim içeriği birinci ve ikinci yılda her üç aşamada domates bitkileri üzerinde belirlenmiş, her iki yılda kontrol grubunda her üç aşamada bitki kombinasyonlarında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir, Çizelge, 4.36, $P>0.05$. Hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde ise domates bitkilerinin POX aktivitesi üzerinde arkadaş bitkilerinin etkisi istatistiksel açıdan önemli görülmüştür, Çizelge 4.36, $P<0.05$. Örneğin birinci yıl verileri incelendiğinde hafif tuzlu ortamda domates bitkisi POX aktivitesi her üç aşamada yalnız D'de 7.91-, 11.54- ve 13.39 ünite/g olarak belirlenmiştir. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin POX aktivitesi ise D+SS D kombinasyonunda her üç aşama sırası ile 4.89-, 6.43- ve 13.39 ünite/g, D+P D'de 3.25-, 4.84- ve 9.85 ünite/g olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi POX aktivitesi her üç aşama sırası ile yalnız D'de 7.99-, 13.46- ve 15.05 ünite/g, D+SS D'de 5.86-, 6.38- ve 7.17 ünite/g, D+P D'de 6.16-, 8.46- ve 9.85 ünite/g olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinde POX aktivitesi her üç aşama sırası ile D'de 10.01-, 14.52- ve 16.99 ünite/g, D+SS D'de 5.03-, 7.29- ve 7.53 ünite/g, D+P D'de 4.41-, 4.78- ve 4.02 ünite/g olarak ölçülmüştür.

Yine ikinci yıl yapılan çalışmada da hafif, orta ve yüksek tuzlu seviyelerinde arkadaş bitkilerinin etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur, Çizelge 4.36. Örneğin hafif tuz seviyesinde domates bitkilerinin POX içerikleri her üç aşama sırası ile yalnız D'de 7.47-, 9.60- ve 11.73 ünite/g, D+SS D'de 4.24-, 5.69- ve 5.31 ünite/g iken, D+P D'de 6.12-, 5.53- ve 6.11 ünite/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl orta tuz seviyesinde ise domates bitki POX aktivitesi her üç aşama sırası ile yalnız D'de 7.23-, 11.33- ve 11.04 ünite/g, D+SS D'de 4.55-, 5.88- ve 5.12 ünite/g, D+P D'de 5.29-, 7.86- ve 7.30 ünite/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinin POX içeriği her üç aşama sırası ile yalnız D'de 9.15-, 11.12- ve 13.60 ünite/g, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen D+SS D kombinasyonunda 5.56-, 6.36- ve 6.59 ünite/g, D+P D kombinasyonunda 6.61-, 5.16- ve 6.05 ünite/g olarak ölçülmüştür.

Her iki yılın üç aşamasında da hafif, orta ve yüksek tuzlu topraklarda tek başına yetiştirilen domates bitkisinin POX aktivitesi tuzsuz (kontrol) oranla artmış ve en yüksek POX aktivitesi bu bitkilerde bulunmuştur. Arkadaş bitkiler ile yetiştirilen domates bitkisinin POX aktivitesi tuzsuz (kontrol) yakın değerler sergilemiştir. Özellikle *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkileri en düşük POX içeriği ile kontrol'e en yakın değerler sergilemiştir.

Tuz stresi ile birlikte osmotik basıncın artması ve iyon dengesizliğinin oluşması hücrelerde ROS artmasına neden olmakta ve bitkide bulunan oksidant ve antioksidant dengesini bozarak hücre geçirgenliğini artırmaktadır. Bu durum metabolik faaliyetlerin yavaşlamasına hatta bozulmasına yol açmaktadır. Bunun dengelenebilmesi için oluşan ROS türlerini hücre dışına çıkartmak veya onları başka moleküllere bağlamak için bir takım enzimler üretirler. Süperositdüsmitaz (SOD), Peroksidaz (POX), Katalaz (CAT), Akskorbikspersidaz (APX) en önemli enzimsel sistemin parçalarıdır. Bunların seviyelerindeki artış ile dayanıklılık arasında ilişki kurulmuştur (Li, 2009).

Bizim çalışmamızda tek başına yetiştirilen domates bitkisinde tuz stresine bağlı olarak CAT ve POX içeriği artmış olması bu bitkilerin tuzdan etkilenmemek için enzim üretiklerinin önemli bir göstergesidir. Buna karşın arkadaş bitkiler ile aynı ortamda yetiştirilen domates bitkilerinde arkadaş bitkiler ortamdaki tuz stresinin azalmasında etkili olmuş ve azalan tuz stresi derecesine bağlı olarak bitkiler daha az strese maruz kaldıklarından CAT ve POX enzimlerinde çok fazla bir artış belirlenmemiştir.

Çizelge 4.36. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi POX aktivitesi

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi POX ünite/g			İkinci yıl domates bitkisi POX ünite/g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	3.21±0.65a	4.70±0.38a	7.45±1.38a	3.89±0.03a	4.32±0.10a	5.69±0.77a
	D+SS D	3.57±1.34a	5.84±1.31a	6.14±0.30a	3.30±0.15a	5.60±0.76a	5.81±0.22a
	D+P D	4.33±0.33a	5.03±0.48a	5.36±0.16a	3.36±0.29a	5.51±0.98a	6.05±0.13a
Hafif tuzlu	D	7.91±0.20a	11.54±0.60a	13.39±1.21a	7.47±0.84a	9.60±0.99a	11.73±1.53a
	D+SS D	4.89±0.76b	6.43±0.08b	7.17±0.19b	4.24±0.57b	5.69±0.12b	5.31±0.10b
	D+P D	3.25±0.40b	4.84±0.58b	9.85±0.94b	6.12±0.12ab	5.53±0.20b	6.11±0.97b
Orta tuzlu	D	7.99±0.07a	13.46±1.04a	15.05±1.98a	7.23±1.03a	11.33±0.69a	11.04±0.77a
	D+SS D	5.86±0.29b	6.38±1.14b	7.17±0.13b	4.55±0.31b	5.88±0.32b	5.12±0.97b
	D+P D	6.16±0.30b	8.46±1.38ab	9.85±0.10b	5.29±0.04b	7.86±1.13ab	7.30±0.82b
Yüksek tuzlu	D	10.01±0.59a	14.52±0.08a	16.99±0.99a	9.15±0.80a	11.12±0.96a	13.60±1.42a
	D+SS D	5.03±0.65b	7.29±0.70b	7.53±0.69b	5.56±0.53b	6.36±1.36ab	6.59±0.71b
	D+P D	4.41±0.34b	4.78±0.28b	4.02±0.05b	6.61±0.25b	5.16±0.58b	6.05±0.95b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4.3.4. Arkadaş bitki peroxidaz (POX) aktivitesi

Artan tuz seviyesinin arkadaş bitkilerinin POX antioksidant enzim üzerine etkileri her iki yıl ve üç aşamada incelenmiştir. Buna gşe, *S. soda* arkadaş bitkisinde tuz stresinin etkisi POX antioksidant enzim iğeriği üzerinde istatistiksel olarak önemsiz görölmüőtür. Yine diğer bir arkadaş bitki olan *P. oleracea* bitkisinde de artan tuz seviyesi ile POX aktivitesi arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur, Çizelge 4.37, $P>0.05$. Bu durum bu bitkilerin tuz stresinde çok fazla POX enzimi üretmediğini göstermiştir.

Çizelge 4. 37. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin POX aktivitesi

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin POX aktiviteleri ünite/g			İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin POX aktiviteleri ünite/g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	1.31±0.8a	1.63±0.09a	1.56±0.11b	1.90±0.15a	1.37±0.31a	2.02±0.27b
	Hafif tuzlu	1.26±0.22a	1.28±0.07a	1.43±0.04b	1.44±0.05a	1.34±0.06a	2.11±0.29b
	Orta tuzlu	1.17±0.03a	1.48±0.17a	1.86±0.04a	1.29±0.14a	1.68±0.12a	2.57±0.06a
	Yüksek tuzlu	1.30±0.16a	1.27±0.10a	1.89±0.06a	1.51±0.13a	1.59±0.02a	2.38±0.17a
SS	Tuzsuz	1.14±0.06a	1.19±0.06b	1.15±0.05a	1.21±0.13a	1.36±0.06a	2.05±0.08a
	Hafif tuzlu	1.12±0.12a	1.14±0.05b	1.35±0.24a	1.53±0.11a	1.44±0.31a	2.21±0.22a
	Orta tuzlu	1.62±0.04a	1.40±0.05ab	1.49±0.03a	1.26±0.06a	1.25±0.09ab	1.73±0.13a
	Yüksek tuzlu	1.71±0.14a	1.69±0.23a	1.74±0.05a	1.38±0.19a	1.30±0.02a	2.18±0.30a
D+P P	Tuzsuz	0.22±0.04a	1.20±0.06a	1.27±0.04a	0.18±0.01a	1.04±0.01a	1.69±0.03a
	Hafif tuzlu	0.17±0.01a	1.28±0.07a	1.20±0.05a	0.12±0.02a	1.21±0.01a	1.72±0.03a
	Orta tuzlu	0.25±0.01a	1.48±0.14a	1.25±0.18a	0.14±0.03a	1.39±0.19a	1.83±0.04a
	Yüksek tuzlu	0.26±0.02a	1.42±0.05a	1.22±0.02a	0.24±0.14a	1.12±0.33a	1.75±0.27a
P	Tuzsuz	0.20±0.05a	1.03±0.10a	1.33±0.01a	0.17±0.03a	1.15±0.04a	1.74±0.21a
	Hafif tuzlu	0.15±0.01a	1.00±0.07a	1.30±0.01a	0.24±0.02a	1.11±0.05a	1.79±0.13a
	Orta tuzlu	0.20±0.01a	1.18±0.04a	1.34±0.01a	0.22±0.03a	1.10±0.01a	1.75±0.07a
	Yüksek tuzlu	0.31±0.05a	1.05±0.13a	1.37±0.02a	0.19±0.01a	1.20±0.08a	1.80±0.02a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4.3.5. Domates bitkisi protein değeri

Farklı tuz seviyelerinin ve farklı bitki kombinasyonlarının domates bitkisinin protein içerikleri üzerine olan etkileri birinci ve ikinci yılda ve üç aşamada belirlenmiştir. Buna göre her iki yılda tuzsuz (kontrol) grubunda her üç aşamada bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz, $P>0.05$, hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde domates bitkilerinin protein içeriği üzerinde bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel açıdan önemli görülmüştür, Çizelge 4.38, $P<0.05$. Birinci yıl verileri incelendiğinde hafif tuzlu ortamda domates bitkisi protein içeriği özellikle II. ve III aşamada arkadaş bitkilerinin etkisi önemli görülmüştür. Örneğin, yalnız D ortamında üç aşamadaki protein içeriği sırası ile 1.44-, 1.39- ve 0.86 mg/g olarak belirlenmiştir. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin protein içeriği ise D+SS D kombinasyonunda üç aşama sırası ile 1.50-, 1.77- ve 1.53 mg/g iken, D+P D kombinasyonunda 1.53-, 1.62- ve 1.40 mg/g olarak görülmüştür.

Birinci yıl orta tuz seviyesinde domates bitkisi protein içeriği yalnız D ortamında üç aşama sırası ile 0.80-, 0.93- ve 0.72 mg/g, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin protein içeriği üç aşama sırası ile D+SS D'de 1.52-, 1.36- ve 1.24 mg/g, D+P D'de 1.48-, 1.13- ve 0.95 mg/g olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl yüksek tuz seviyesinde yalnız D ortamında bulunan domates bitkisinin protein içeriği üç aşama sırası ile 0.55-, 0.36- ve 0.31 mg/g ile en düşük değer bulunmuştur. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin protein miktarları ise her üç aşama sırası ile D+SS D kombinasyonunda 1.50-, 1.22- ve 1.16 mg/g, D+P D kombinasyonunda 1.25-, 1.05- ve 0.94 mg/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl verileri incelendiğinde, hafif tuz seviyesinde yalnız D'nin protein içeriği üç aşama sırası ile 1.15-, 0.95- ve 1.02 mg/g, D+SS D'nin 1.35-, 1.70- ve 1.61 mg/g, D+P D'nin protein değeri 1.26-, 1.56- ve 1.21 mg/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl orta tuz seviyesinde ise domates bitkisi protein içeriği üç aşama sırası ile yalnız D ortamında 0.88-, 0.76- ve 0.67 mg/g, D+SS D'de 1.33-, 1.45- ve 1.30 mg/g, D+P D'de 1.10-, 0.96- ve 0.71 mg/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde domates bitkisi protein içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.76-, 0.55- ve 0.47 mg/g, D+SS D kombinasyonunda 1.40-, 1.31- ve 1.05 mg/g, D+P D kombinasyonunda 1.65-, 0.91- ve 0.85 mg/g olarak ölçülmüştür.

Her iki yılın üç aşamasında tek başına yetiştirilen domates bitkisinin protein içeriği hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde tuzsuz (kontrol) göre düşük değerler göstermiştir. Arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerindeki protein içeriği ise tuzsuz (kontrol) yakın değerler göstermiştir. En yüksek protein içeriği *S. soda* ile arkadaşlık eden domates bitkisinde bulunmuştur.

Tuz stresi bitkilerde proteinde azalmaya neden olmaktadır. Kong-Ngern ve ark. (2005) tuz stresine maruz bırakılan çeltik yapraklarında değişikliğe rastlanmış, protein fraksiyonları artarken, çözünebilir toplam protein miktarının azaldığını göstermişlerdir. Yine, NaCl stresinin arpa yapraklarında protein içeriğinde azalmaya neden olmuştur (Popova ve ark., 1995). Sekmen ve ark. (2005) domates bitkisi üzerinde yapmış oldukları 100 mM tuz stresi uygulamasının 43. gününde domates bitkisinde protein içeriğinin kontrole oranla %60 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da artan tuz stresinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinde benzer durum görülmüş, artan tuz stresi ile kontrole oranla protein miktarı oldukça düşmüştür. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domateslerde ise protein içeriğinde belirgin bir azalma görülmemiştir. Bu durum arkadaş bitkilerinin tuz stresini azaltarak domates bitkisinin daha az strese maruz kalmasından kaynaklı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.38 Birinci ve ikinci yıllarının domates bitkisi protein değeri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyonu	Birinci yıl domates bitkisi protein miktarı ünite/g			İkinci yıl domates bitkisi protein miktarı ünite/g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	1.56±0.08a	2.16±0.11a	1.68±0.13a	1.23±0.39a	2.52±0.06a	1.96±0.38a
	D+SS D	1.54±0.20a	2.27±0.18a	1.71±0.07a	1.36±0.06a	2.27±0.03a	2.00±0.15a
	D+P D	1.51±0.04a	2.33±0.14a	1.79±0.02a	1.28±0.11a	2.16±0.24a	1.83±0.12a
Hafif tuzlu	D	1.44±0.16a	1.39±0.03b	0.86±0.05b	1.15±0.15a	0.95±0.03b	1.02±0.11b
	D+SS D	1.50±0.24a	1.77±0.06a	1.53±0.10a	1.35±0.10a	1.70±0.17a	1.61±0.08a
	D+P D	1.53±0.06a	1.62±0.12a	1.40 ±0.03a	1.26±0.04a	1.56±0.14a	1.21±0.09a
Orta tuzlu	D	0.80±0.03b	0.93±0.02b	0.72±0.02b	0.88±0.07b	0.76±0.04b	0.67±0.02b
	D+SS D	1.52±0.05a	1.36±0.09a	1.24±0.15a	1.33±0.04a	1.45±0.23a	1.30±0.21a
	D+P D	1.48±0.04a	1.13±0.01ab	0.95±0.05a	1.10±0.06ab	0.96±0.06a	0.71±0.08a
Yüksek tuzlu	D	0.55±0.09b	0.36±0.05b	0.31±0.02b	0.76±0.03b	0.55±0.04b	0.47±0.08b
	D+SS D	1.50±0.03a	1.22±0.02a	1.16±0.11a	1.40±0.01a	1.31±0.16a	1.05±0.09a
	D+P D	1.25±0.11a	1.05±0.11a	0.94±0.06a	1.65±0.14a	0.91±0.08a	0.85±0.04a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4.3.6. Arkadaş bitki protein değerleri

Tuz stresinin bitkilerin protein içerikleri üzerine etkileri her iki yıl ve üç aşamada arkadaş bitkiler üzerinde incelenmiştir. Buna göre, *S. soda* arkadaş bitkisinin protein içeriği üzerinde hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür. Artan tuz seviyesi ile *S. soda* bitkisinin protein içeriği tuzsuz (kontrol) ortamda bulunan bitkilere oranla azalmış olsa da, bu azalma istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur, (Çizelge 4.39, $P>0.05$).

Diğer bir arkadaş bitki olarak kullanılan *P. oleracea* bitkisinde her iki yıl ve üç aşamada da tuzsuz (kontrol) ve hafif tuz seviyesinde protein içeriği birbirlerinden farklı görülmemiş ancak orta ve yüksek tuz seviyesinde protein içeriklerindeki azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, Çizelge 4.39, $P<0.05$. Bu durumu *P. oleracea* ile yapılan çalışmalar benzerlik göstermiştir. Örneğin, Rahdari ve ark. (2012) yapmış oldukları araştırmada *P. oleracea* üzerine uyguladıkları tuz stresinde 200 mM NaCl seviyesinden sonra bu bitkilerin protein içeriklerinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.39. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin protein değerleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin protein değerleri ünite/g			İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin protein değerleri ünite/g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	1.38±0.21a	0.92±0.10a	0.84±0.05a	1.12±0.14a	0.96±0.04a	0.82±0.03a
	Hafif tuzlu	1.26±0.04a	0.97±0.11a	0.75±0.03a	0.99±0.08a	0.88±0.08a	0.72±0.09a
	Orta tuzlu	1.20±0.10a	0.89±0.03a	0.78±0.03a	0.76±0.11a	0.87±0.09a	0.70±0.05a
	Yüksek tuzlu	1.11±0.17a	0.83±0.19a	0.68±0.08a	0.95±0.16a	0.75±0.18a	0.61±0.06a
SS	Tuzsuz	1.59±0.16a	1.23±0.21a	1.06±0.02a	1.72±0.22a	1.21±0.07a	0.90±0.31a
	Hafif tuzlu	1.76±0.04ab	1.19±0.16a	1.02±0.03a	1.22±0.16ab	1.09±0.16a	0.85±0.04a
	Orta tuzlu	1.29±0.08ab	1.14±0.08a	0.94±0.09a	0.90±0.04b	0.95±0.02a	0.82±0.03a
	Yüksek tuzlu	1.17±0.17b	0.95±0.02a	0.89±0.03a	0.96±0.12b	0.89±0.03a	0.58±0.08a
D+P P	Tuzsuz	0.56±0.11a	0.33±0.04a	0.28±0.04a	0.71±0.03a	0.38±0.03a	0.39±0.03a
	Hafif tuzlu	0.44±0.06ab	0.36±0.02a	0.25±0.02a	0.57±0.03b	0.41±0.04a	0.40±0.08a
	Orta tuzlu	0.47±0.05ab	0.28±0.02a	0.20±0.03b	0.41±0.02c	0.33±0.02ab	0.24±0.02ab
	Yüksek tuzlu	0.29±0.03b	0.18±0.02b	0.13±0.01b	0.38±0.02c	0.24±0.03b	0.20 ±0.03b
P	Tuzsuz	0.55±0.04a	0.40±0.10a	0.32±0.05a	0.76±0.03a	0.61±0.03a	0.47±0.04a
	Hafif tuzlu	0.59±0.09a	0.53±0.07a	0.41±0.02a	0.72±0.03a	0.60±0.10a	0.38±0.02ab
	Orta tuzlu	0.54±0.02a	0.44±0.01a	0.28±0.03b	0.58±0.02b	0.52±0.05a	0.32±0.03b
	Yüksek tuzlu	0.24±0.01b	0.16±0.02b	0.11±0.02c	0.37±0.04c	0.25±0.02b	0.16±0.02c

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.4.4. Bitkilerin Lipid Peroksidasyon (MDA) miktarları

Farklı tuz stresinde ve farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates ve arkadaş bitkilerin tuz stresi nedeniyle hücrelerinde zararlanma olup olmadığının belirlenmesi amacı ile her iki yılın üç aşamasında yaprak örneklerinde MDA ölçümleri yapılmıştır.

4.4.4.1. Domates bitkisi MDA miktarları

Domates bitkisinin MDA içerikleri üzerine farklı tuz seviyelerinin ve bitki kombinasyonlarının etkileri her iki yıl yapılan çalışma sonucunda belirlenmiştir. Buna göre her iki yılın tuzsuz (kontrol) grubunda üç aşamada da bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, $P>0.05$. Hafif tuz seviyesinde domates bitkilerinin MDA içeriği üzerinde arkadaş bitkilerinin etkisi I. ve II. aşamada önemsiz, III. aşamada istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Orta ve yüksek tuz seviyelerinde ise arkadaş bitkilerin etkisi istatistiksel olarak önemli görülmüştür, Çizelge 4.40. Bu verilere göre birinci yıl verileri incelendiğinde hafif tuz seviyesinde yalnız D ortamında bulunan domates bitkisi MDA üç aşamada sırası ile 4.28-, 6.13- ve 7.26 nmol/g olarak belirlenmiştir. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin MDA içeriği ise D+SS D kombinasyonunda 4.22-, 5.05- ve 5.74 nmol/g, D+P D kombinasyonunda 4.80-, 5.48- ve 5.60 nmol/g olarak görülmüştür.

Birinci yılın orta tuz seviyesindeki domates bitkisi MDA içeriği üç aşama sırası ile yalnız D ortamında 4.77-, 6.47- ve 7.85 nmol/g, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 4.20-, 4.91- ve 5.80 nmol/g, D+P D' de 4.24-, 5.45- ve 6.58 nmol/g olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkilerinin MDA içeriği her üç aşama sırası ile yalnız D'de 6.60-, 9.63- ve 11.21 nmol/g, D+SS D'de 4.51-, 5.58- ve 6.10 nmol/g, D+P D'de 5.66-, 7.57- ve 8.17 nmol/g olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl domates bitkilerin MDA verileri incelendiğinde ise hafif tuz seviyesinde üç aşama sırası ile yalnız D'de 4.89-, 5.13- ve 5.28 nmol/g, D+SS D

kombinasyonunda 4.19-, 4.28- ve 5.12 nmol/g, D+P D'de 3.76-, 4.10- ve 5.78 nmol/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın orta tuz seviyesinde bulunan domates bitkisi MDA içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 5.46-, 6.35- ve 6.57 nmol/g, D+SS D kombinasyonunda 4.28-, 4.34- ve 5.39 nmol/g, D+P D'de 4.19-, 4.48- ve 5.94 nmol/g olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinin MDA içeriği her üç aşama sırası ile yalnız D'de 7.47-, 8.85- ve 9.10 nmol/g, arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 4.30-, 4.73- ve 5.64 nmol/g, D+P D'de 5.14-, 6.51- ve 6.88 nmol/g olarak ölçülmüştür.

Bu verilere göre her iki yılın tüm tuz seviyelerinde (hafif, orta ve yüksek) en yüksek MDA içeriği tek başına yetiştirilen domates bitkisinde, en düşük MDA içeriği *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkilerinde bulunmuştur. Tek başına yetiştirilen domates bitkisinde belirlenen yüksek MDA içeriği bu bitkinin diğer kombinasyonunda bulunan domates bitkilerine göre daha çok strese girdiğini göstermiştir. Yapılmış olan bir çok çalışmada artan tuz stresi ile beraber MDA oranında artışı yönündedir. Örneğin, Li (2009) domates bitkisinde tuz stresine bağlı olarak MDA miktarının artış gösterdiğini bildirmiştir. Demiral ve Türkan (2005) çeltikte yaptıkları tuzluluk çalışmasında artan tuz konsantrasyonu karşısında MDA miktarında artış meydana geldiğini; Azevedo ve ark. (2006) mısırdaki tuz stresinin MDA miktarının kontrol bitkilerine göre % 24 düzeyinde artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Zhu ve ark. (2008) hıyarda yaptıkları bir çalışmada tuz stresi sonucu bitki yapraklarında MDA miktarının artış gösterdiğini ancak tolerant olan çeşitte bu artışın daha sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.40. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi MDA değeri

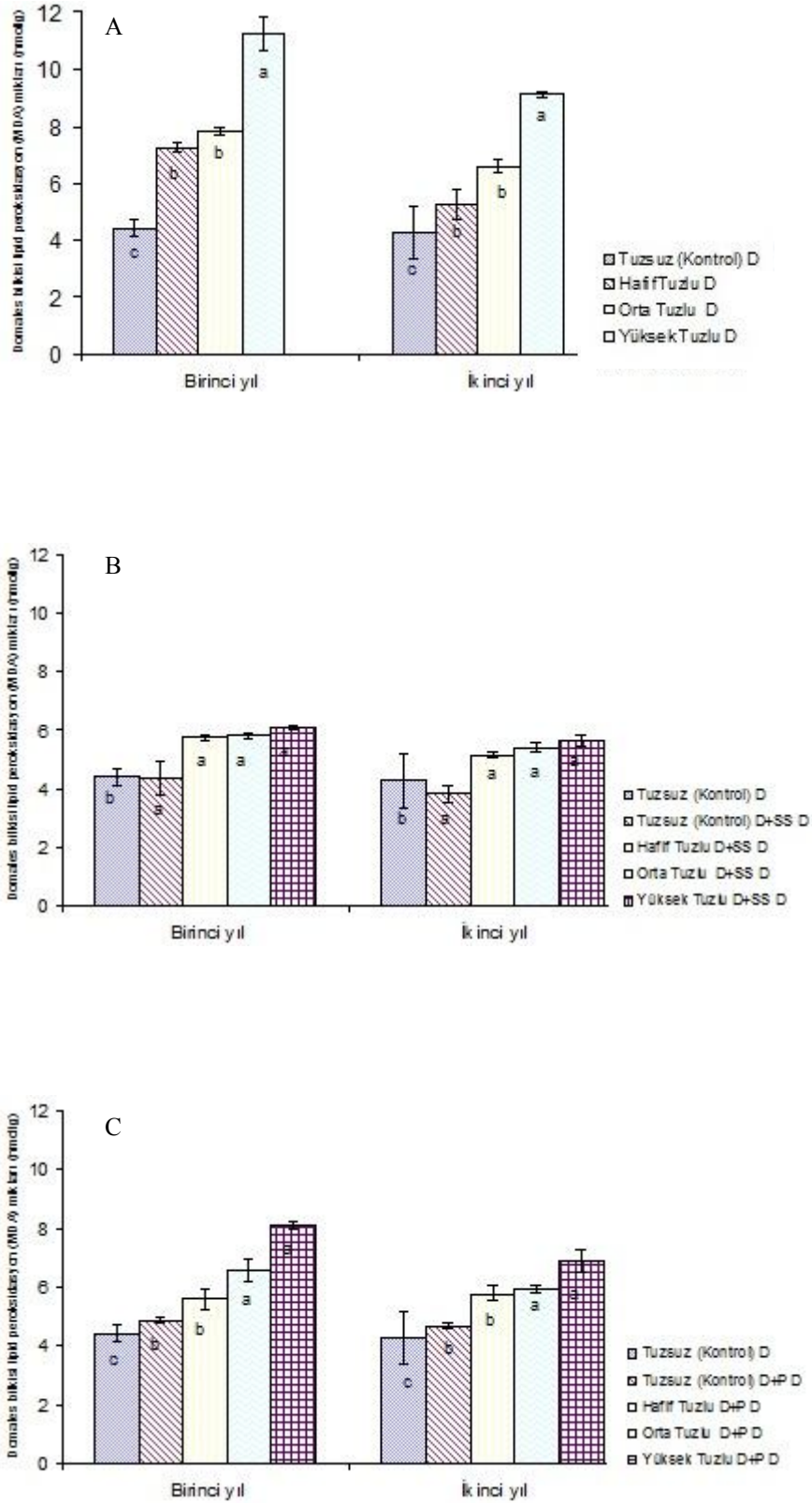
Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyonu	Birinci yıl domates bitkisi MDA nmol/g			İkinci yıl domates bitkisi MDA nmol/g		
		I Aşama	II Aşama	III Aşama	I Aşama	II Aşama	III Aşama
Tuzsuz	D	4.27±0.91a	4.34±0.47a	4.42±0.28a	3.63±0.35a	3.87±0.67a	4.27±0.91a
	D+SS D	3.81±0.39a	4.29±0.24a	4.36±0.57a	3.88±0.64a	3.69±0.61a	3.84±0.27a
	D+P D	4.54±0.07a	3.90±0.20a	4.85±0.11a	3.87±1.61a	4.18±0.24a	4.69±0.14a
Hafif tuzlu	D	4.28±1.52a	6.13±0.84a	7.26±0.16a	4.89±0.12a	5.13±0.49a	5.28±0.52a
	D+SS D	4.22±0.01a	5.05±0.18a	5.74±0.13b	4.19±0.20ab	4.28±0.02a	5.12±0.10a
	D+P D	4.80±0.33a	5.48±0.08a	5.60±0.34b	3.76±0.26b	4.10±0.31a	5.78±0.25a
Orta tuzlu	D	4.77±0.09a	6.47±0.47a	7.85±0.14a	5.46±0.24a	6.35±0.26a	6.57±0.22a
	D+SS D	4.20±0.03b	4.91±0.04b	5.80±0.10c	4.28±0.08b	4.34±0.17b	5.39±0.18b
	D+P D	4.24±0.05b	5.45±0.11ab	6.58±0.37b	4.19±0.34b	4.48±0.35b	5.94±0.13b
Yüksek tuzlu	D	6.60±0.01a	9.63±0.41a	11.21±0.57a	7.47±0.11a	8.85±0.27a	9.10±0.10a
	D+SS D	4.51±0.37b	5.58±0.34c	6.10±0.07c	4.30±0.24b	4.73±0.12c	5.64±0.23c
	D+P D	5.66±0.01c	7.57±0.24b	8.17±0.11b	5.14±0.44b	6.51±0.76b	6.88±0.40b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Artan tuz seviyesinin domates bitkisi üzerindeki etkisi tuzsuz (kontrol) koşullarda yetiştirilen domates bitkisinin MDA içeriği ile tuzlu koşullarda altında yetiştirilen domates bitkilerinin MDA durumu, III. aşamadaki sonuçlar esas alınarak regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi ile kıyaslanmıştır. Artan tuz seviyelerinde domates bitkisi tek başına yetiştirildiğinde hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde domates bitkilerinin MDA miktarı tuzsuz (kontrol) ortamda bulunan domates bitkisine oranla artmış ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur, Şekil 4.4, $P < 0.05$. *S. soda* ve *P. oleracea* ile birlikte yetişen domates bitkilerinin MDA miktarı artan tuz seviyelerinde kontrolden çok farklı görülmemiştir, (Şekil 4.6, $P > 0.05$).

Bu verilere göre, tuzsuzda (kontrol) belirlenen MDA içeriği ile yüksek tuz seviyesindeki belirlenen MDA içeriği kıyaslandığında birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de %153.62, %113.11 oranları ile kontrol'e oranla en yüksek MDA artışı göstermiştir. *S. soda* ile birlikte yetiştirilen D+ SS D'de kontrol'e oranla yüksek tuz seviyesindeki MDA artışı %39.90, %46.87 oranında belirlenmiş ve en düşük artış bu bitki kombinasyonunda bulunmuştur. *P. oleracea* ile birlikte yetişen D+P D'de %68.45, %46.70 oranında olduğu tespit edilmiştir.

Bitkilerin MDA oranındaki artış bu bitkilerin daha çok strese girdiğini belirtmiştir. Domates bitkisinin tek başına yetiştirildiğinde tuz stresi ile birlikte MDA miktarının artmasında daha çok strese girdiğini ifade etmektedir.



Şekil.4.6. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığında bitki lipid peroksidasyon (MDA) durumu.

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

4.4.4.2. Arkadaş bitki MDA değerleri

Arkadaş bitkilerin MDA içerikleri her iki yılın üç aşamasında incelenmiş ve tuz stresinin etkileri araştırılmıştır. Hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinin *S. soda* arkadaş bitkisinin MDA içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür. Artan tuz seviyesi ile *S. soda* bitkisinin MDA içeriği tuzsuz (kontrol) ortamda bulunan bitkilere oranla artmışsada bu artış istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, (Çizelge 4.41, $P>0.05$).

Diğer bir arkadaş bitki olarak kullanılan *P. oleracea* bitkisinde de her iki yılın üç aşamasında MDA ölçümleri yapılmıştır. Tuzsuz (kontrol) ve hafif tuz seviyesinde yetiştirilen bu bitkilerin MDA içerikleri arasında çok bir fark bulunmamıştır. Orta ve yüksek tuz seviyesinde ise MDA içerikleri artış göstermiş ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, Çizelge 4.41, $P<0.05$.

MDA miktarındaki artış aynı zamanda türler arasında tolerans seviyesinin belirlenmesinde de önemlidir. Bizim çalışmamızda *S. soda* bitkisi test edilen tüm tuz seviyelerinde (hafif, orta, yüksek) MDA miktarı tuz stresine bağlı olarak istatistiksel olarak önemsiz bulunması bu bitkinin tuza oldukça toleranslı olduğunu, ancak *P. oleracea* bitkisinde orta ve yüksek tuz stresinde artış gösteren MDA miktarının bu bitkinin tuza toleransının *S. soda* bitkisinden daha az olduğunu göstermiştir. Böylece MDA miktarı tolerans bitkilerinin seviyesinin belirlenmesinde de önemli bir kriter olarak ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.41. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin MDA miktarları

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin MDA miktarları nmol/g			İkinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin MDA miktarları nmol/g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	1.20±0.15a	1.57±0.20a	2.14±0.11a	1,39±0.04a	1.50±0.13a	1.97±0.15
	Hafif tuzlu	1.47±0.14a	1.60±0.28a	2.20±0.19a	1,55±0.09a	1.57±0.04a	2.12±0.07
	Orta tuzlu	1.73±0.31a	1.79±0.11a	2.43±0.18a	1.62±0.07a	1.61±0.02a	2.21±0.02
	Yüksek tuzlu	1.64±0.35a	1.68±0.07a	2.65±0.17a	1.69±0.13a	1.80±0.12a	2.29±0.07
SS	Tuzsuz	1.26±0.05a	1,43±0.14a	1.72±0.21a	1.17±0.10a	1.39±0.25a	1.71±0.15a
	Hafif tuzlu	1.24±0.11a	1.60±0.02a	1.74±0.04a	1,19±0.07a	1.38±0.15a	1.76±0.16a
	Orta tuzlu	1.51±0.10a	1.67±0.04a	2.00±0.13a	1.31±0.06a	1.91±0.03a	1.84±0.09a
	Yüksek tuzlu	1.47±0.02a	1.76±0.10a	2.21±0.10a	1.34±0.06a	2.01±0.11a	1.90±0.06a
D+P P	Tuzsuz	4.19±0.03c	5.35±0.30b	6.74±0.11b	3.61±0.28c	4.75±0.06b	5.52±0.10b
	Hafif tuzlu	4.43±0.14c	5.89±0.29b	7.63±0.13b	4.24±0.14c	5.13±0.44b	5.66±0.08b
	Orta tuzlu	5.32±0.06b	6.30±0.20a	8.88±0.69a	5.10±0.22b	5.95±0.37a	7.47±0.35a
	Yüksek tuzlu	6.40±0.06a	6.61±0.13a	9.32 ±0.60a	6.23±0.09a	6.39±0.29a	8.20±0.02a
P	Tuzsuz	4.66±0.10c	5.39±0.08c	5.75±0.11c	4.05±0.07c	5.28±0.19c	6.22±0.09c
	Hafif tuzlu	5.07±0.54c	5.71±0.07c	6.66±0.32c	4.64±0.19b	5.54±0.16c	6.35±0.14c
	Orta tuzlu	6.18±0.27b	6.84±0.29b	7.57±0.29b	5.52±0.21ab	6.49±0.14b	7.41±0.21b
	Yüksek tuzlu	6.44±0.15a	7.53±0.11a	8.50±0.12a	6.02±0.42a	7.15±0.10a	9.16±0.09a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.5. Meyve Kalite Analiz Sonuçları

Domates meyvelerinde EC, pH, likopen, vitamin C (Askorbik Asit) gibi bazı kalite parametrelerine ilişkin ölçümler yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

4.5.1. Domates meyve suyu EC değerleri

Domates meyve suyunda EC değeri her iki yıl ve üç aşamada ölçülmüş, tuzsuz (kontrol) ve hafif tuz seviyelerinde bitki kombinasyonları arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir, Çizelge 4.42, $P>0.05$. Orta tuz seviyesinde domates meyvelerinin EC değerleri birinci ve ikinci yıllarında önemli bulunmuştur, Çizelge 4.42, $P<0.05$. Orta tuz seviyesinde en yüksek domates meyve suyu EC değerinin tek başına yetiştirilen domates bitkisinde bulunduğu, arkadaş bitkiler ile yetiştirilen domates bitkisinin meyve suyu EC değerinin ise daha düşük değerler gösterdiği görülmüştür. Örneğin birinci yıl orta tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen D'nin meyve suyu EC değeri her üç aşamada sırası ile 9.71-, 9.55- ve 9.03 dS/m olarak görülmüştür. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin domates meyve suyu EC değeri ise D+SS D'de her üç aşama sırası ile 8.33-, 7.40- ve 7.24 dS/m, D+P D'de 8.16-, 8.37- ve 7.73 dS/m olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen D'de I. ve II. aşamada meyve görülmediğinden meyve suyu EC değeri alınmamıştır, III. aşamada meyve suyu EC değeri 18.14 dS/m olarak belirlenmiştir. D+SS D'de meyve suyu EC değeri ise her üç aşamada sırası ile, 12.47-, 11.63- ve 11.85 dS/m olarak ölçülmüştür. Yine D+P D'de her üç aşamada meyve görülmediğinden meyve suyu EC ölçümü yapılamamıştır.

İkinci yıl yapılan çalışmada da benzer durum tespit edilmiş olup, orta tuz seviyesinde bulunan yalnız domates bitkisinin domates meyve suyu EC değerinin arkadaş bitkiler ile yetiştirilen domates bitkisinin meyve suyu EC değerinden daha yüksek değerler gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.42). Buna göre, orta tuz seviyesinde bulunan domates bitkilerinin meyve suyu EC değerleri D'de her üç aşama sırası ile 9.35-, 8.49- ve 8.30 dS/m olarak bulunmuştur. Arkadaş bitki ile

birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin meyve suyu EC değeri ise D+SS D' de her üç aşama sırası ile 7.80-, 7.38- ve 6.92 dS/m, D+P D'de 8.26-, 7.61- ve 7.32 dS/m olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın yüksek tuz seviyesinde D'nin meyve suyu EC değeri 16.80-, 17.67 - ve 17.78 dS/m olarak bulunmuştur. D+SS D'nin meyve suyu EC değeri 11.62-, 10.78- ve 10.55 dS/m olarak ölçülmüştür. Yine D+P D kombinasyonundaki domates bitkisinde I. ve II. aşamada meyve görülmediğinden meyve suyu EC değeri alınmamış, III. aşamada meyve suyu EC değeri 13.71 dS/m olarak belirlenmiştir.

Bu verilere göre hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates meyve suyu EC değeri en yüksek tek başına yetiştirilen D'de, en düşük meyve suyu EC değeri *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de belirlenmiştir.

Al-Yahyai ve ark. (2010) artan tuz konsantrasyonu ile meyve EC değeri arasındaki yapılan çalışmalarında tuzluluk ve meyve EC içerikleri arasında ciddi bir korelasyon bulunmamış, dolayısıyla tuzluluğun meyve EC değeri üzerine etkisine rastlanmamıştır. Yine, Colla ve ark. (2006) farklı tuz stresi ve bitki kombinasyonu uyguladıkları biber bitkisinde meyvelerindeki EC değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulmamışlardır. Bu duruma tuzluluğa neden olan iyonların bitkinin kök, gövde gibi çeşitli organlarında depolanması sureti ile iyonların meyveye geçişini sınırlandırması nedeniyle meyve EC değerinde artış görülmediği tahmin edilmektedir. Ancak yapılan çalışmaların (Al-Yahyai ve ark., 2010; Colla ve ark., 2006) çok yüksek tuzluluğu ihtiva etmemesi nedeniyle daha yüksek tuzluluğun meyve üzerindeki etkisi tespit edilememiştir. Yüksek tuz stresi glokofitlerde daha erken safhalarda kök, gövde ve yapraklarda ölüme neden olması daha sonraki safhalarda ise çiçek dökülmesine neden olmasıyla bu seviyelerde meyve bulmak oldukça zor olmaktadır. Bizim çalışmamızda arkadaş bitkiler ortamın tuz stresini azaltarak orta ve yüksek tuzlu koşullarda domates meyvelerine iyon geçişini azalmasını sağlamış ve böylece domateslerden hem verim elde edilmesini, hem yüksek tuz stresi koşullarında meyve hasat edilmesini sağlamış ve buna bağlı olarak meyve EC değeride daha düşük bulunmuştur. Böylelikle daha yüksek tuz stresinde meyve yetiştirme imkanı ortaya çıkmıştır.

Çizelge. 4.42. Birinci ve ikinci yıl domates meyve suyu EC değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates meyve suyu EC dS/m			İkinci yıl domates meyve suyu EC dS/m		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	6.35±1.15a	5.59±0.30a	5.18±0.31a	5.94±0.35a	5.33±0.21a	5.51±0.34a
	D+SS D	5.75±0.60a	5.38±0.46a	5.12±0.51a	5.49±0.10a	5.15±0.62a	5.03±0.30a
	D+P D	6.55±0.35a	5.60±0.19a	5.75±0.70a	6.42±0.62a	5.37±0.26a	5.58±0.27a
Hafif tuzlu	D	6.76±0.14a	6.78±0.36a	5.96±0.36a	7.25±0.67a	6.70±0.27a	5.91±0.67a
	D+SS D	5.88±0.65a	6.17±0.38a	5.61±0.47a	5.59±0.21a	5.85±0.18a	5.36±0.26a
	D+P D	6.77±0.57a	6.31±0.15a	6.00±0.33a	6.04±1.99a	6.23±0.80a	5.72±0.00a
Orta tuzlu	D	9.71±0.21a	9.55±0.25a	9.03±0.27a	9.35±0.40a	8.49±0.23a	8.30±0.16a
	D+SS D	8.33±0.37b	7.40±0.68b	7.24±0.13b	7.80±0.32b	7.38±0.50b	6.92±0.70b
	D+P D	8.16±0.41b	8.37±0.19ab	7.75±0.06ab	8.26±0.17b	7.61±0.15b	7.32±0.26b
Yüksek tuzlu	D	-	-	18.14±0.00a	16.80±0.00a	17.67±1.72a	17.78±0.68a
	D+SS D	12.47±2.27	11.63±1.56	11.85±1.40b	11.62±0.89b	10.82±0.46b	10.55±0.97c
	D+P D	-	-	-	-	-	13.71±0.00b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.5.2. Domates meyve suyu pH değerleri

Artan tuz stresinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek tuzlu) farklı bitki kombinasyonlarının (Yalnız D, D+SS D, D+P D) etkisi domates meyve suyu pH değeri üzerinde her iki yıl üç aşamasında incelenmiş ve meyve suyu pH değerleri üzerinde tuz stresinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, (Çizelge 4.43, $P>0.05$).

Her iki yılın üç aşamasında da hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde tek başına yetiştirilen domateslerin meyve suyu pH değeri, arkadaş bitkiler ile aynı ortamda yetiştirilen domateslerin meyve sularının pH değerlerine paralel değerler sergilemiştir. Bu durum artan tuz stresinin ve uygulanan farklı bitki kombinasyonlarının meyvelerindeki pH değerini değiştirmedini göstermiştir.

Al-Yahyai ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmalarında artan tuz stresine bağlı olarak (3-6-9 dS/m) meyve suyu pH değerinin değişmediğini bildirmişlerdir.

Zuccarini ve ark. (2008) araştırmalarında tuz stresinin ve farklı bitki kombinasyonlarının meyve suyu pH içeriklerinde etkisiz olduğunu bildirmişlerdir. Yine, Amor ve ark. (2001) yapmış oldukları çalışmalarında 20-40 ve 60 mM NaCl uyguladıkları domateslerin meyve suyu pH değerlerinde tuz stresine bağlı olarak fark olmadığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.43. Birinci ve ikinci yıl domates meyve suyu pH değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi meyve suyu pH			İkinci yıl domates bitkisi meyve suyu pH		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	4.22±0.008a	4.28±0.07a	4.49±0.02a	4.32±0.08a	4.41±0.08a	4.50±0.01a
	D+SS D	4.44±0.25a	4.39±0.04a	4.46±0.19a	4.48±2.61a	4.26±0.01a	4.42±0.02a
	D+P D	4.28±0.13a	4.37±0.01a	4.28±0.14a	4.42±2.75a	4.24±0.03a	4.41±0.11a
Hafif tuzlu	D	4.34±0.016a	4.19±0.03a	4.21±0.03a	4.58±0.08a	4.24±0.04a	4.39±0.07a
	D+SS D	4.56±0.04a	4.34±0.04a	4.55±0.26a	4.41±0.06a	4.26±0.02a	4.50±0.02a
	D+P D	4.22±0.03a	4.20±0.05a	4.27±0.08a	4.39±0.02a	4.25±0.03a	4.30±0.05a
Orta tuzlu	D	4.28±0.16a	4.34±0.17a	4.45±0.01a	4.22±0.14a	4.29±0.05a	4.41±0.06a
	D+SS D	4.33±0.02a	4.20±0.08a	4.22±0.10a	4.54±0.15a	4.27±0.05a	4.34±0.04a
	D+P D	4.25±0.01a	4.28±0.07a	4.59±0.48a	4.41±0.06a	4.31±0.01a	4.35±0.04a
Yüksek tuzlu	D	-	-	4.40±0.00a	4.49±0.00a	4.46±0.16a	4.24±0.01a
	D+SS D	4.36±0.015a	4.38±0.06a	4.53±0.31a	4.33±0.02a	4.23±0.02a	4.41±0.26a
	D+P D	-	-	-	-	-	4.29±0.00a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.5.2. Domates meyve likopen değerleri

Meyve kalite parametrelerinden birisi olan likopen içeriği birinci ve ikinci yılda her üç aşamada belirlenmiştir. Buna göre her iki yılda da tuzsuz (kontrol) grubunda her üç aşamada bitki kombinasyonlarında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. Yine hafif tuz seviyesinde bitki kombinasyonlarının tümünde likopen miktarı kontrole oranla bir miktar artmış, orta ve yüksek tuz seviyesinde ise likopen oranında azalma göstermiştir. Meyve likopen içeriğinde arkadaş bitkilerinin etkisi özellikle orta tuz seviyesinde kendini göstermiştir, Çizelge 4.44, $P>0.05$. Buna göre birinci yıl orta tuz seviyesinde meyve likopen içerikleri yalnız D ortamında her üç aşamada sırası ile 2.66-, 5.81- ve 3.78 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkisi meyvelerinin likopen değerleri D+SS D kombinasyonunda 3.00, 6.27, 6.45 $\mu\text{g/g}$, D+P D kombinasyonunda 2.78, 5.83, 6.36 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde yalnız D ortamında bulunan domates bitkisinde I. ve II. aşamada meyve görülmediğinden likopen değeri alınamamıştır, III. aşamadaki meyve likopen değeri 0.92 $\mu\text{g/g}$ ile düşük bir değer ölçülmüştür. D+SS D kombinasyonunda yetiştirilen domates bitkilerinin meyve likopen değeri ise her üç aşamada sırası ile, 1.34-, 4.11- ve 5.62 $\mu\text{g/g}$ olarak ölçülmüştür. D+P D kombinasyonunda bulunan domates bitkisinin her üç aşamada meyve görülmediğinden likopen ölçümü yapılamamıştır.

Benzer sonuçlar, ikinci yıl yapılan çalışmada da bulunmuştur (Çizelge 4.44). Hafif tuz seviyesinde meyve likopen miktarı kontrole oranla bir miktar artış göstermiştir. Orta tuz seviyesinde domates bitkilerinin meyve likopen değerleri yalnız D ortamında kontrole oranla azalmış olup her üç aşamada sırası ile 1.76-, 3.24- ve 4.05 $\mu\text{g/g}$ olarak ölçülmüştür. Arkadaş bitki ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin meyve likopen değeri ise D+SS D kombinasyonunda her üç aşamada sırası ile 2.80-, 6.70- ve 5.82 $\mu\text{g/g}$, D+P D kombinasyonunda 2.72, 5.57, 5.29 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde yalnız D'nin meyve likopen değeri her üç aşamada sırası ile 0.52-, 0.58- ve 0.51 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur. D+SS D'nin meyve likopen değeri ise 2.16-, 4.94- ve 5.16 $\mu\text{g/g}$, D+P D'nin meyveleri I. ve II. aşamada

görülmendiğinden meyve likopen değeri alınamamıştır, III. aşamada meyve likopen değeri 0.62 µg/g olarak belirlenmiştir.

Tuz stresi meyvelerde likopen içeriğini sınırlandırmış olup benzer çalışma De Pascale ve ark. (2001) tarafında ifade edilmiş, 4 dS/m tuz stresinin domatesteki likopen miktarını oldukça azalttığını belirtmişlerdir. Benzer durum bir Petersen ve ark. (1988) tarafından domates bitkisinde belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda her iki yılın üç aşamasında da hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen domates bitkisi meyve likopen içeriği, arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen domates meyvelerinden düşük değerler sergilemiştir. Bu durum tek başına yetiştirilen domates bitkisinin tuz stresinden etkilendiğini göstermiştir. Arkadaş bitkilerin birlikte yetiştirildikleri domatese olumlu katkısı meyve likopen içeriğinde açıkça görülmüştür. En yüksek likopen içeriği, tüm tuz seviyelerinde *S. soda* arkadaşlığındaki domateslerde bulunmuştur.

Çizelge 4.44. Birinci ve ikinci yıl domates meyve likopen değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates meyve likopen µg/g			İkinci yıl domates meyve likopen µg/g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	2.98±0.29a	7.5±0.85a	11.65±0.61a	1.77±1.26a	10.00±0.87a	12.97±1.83a
	D+SS D	2.82±0.17a	10.19±1.43a	12.54±1.62a	1.92±0.44a	10.14±0.51a	13.50±0.52a
	D+P D	3.07±0.12a	11.50±0.46a	12.32±2.07a	2.20±7.58a	10.49±0.54a	14.99±1.50a
Hafif tuzlu	D	3.52±0.35a	7.21±0.25a	5.81±0.36a	2.40±0.13a	5.32±0.20a	7.28±0.54a
	D+SS D	3.97±0.24a	7.54±0.13a	7.05±0.30a	3.46±0.33a	6.45±1.15a	7.76±0.57a
	D+P D	3.08±0.13a	6.77±0.49a	6.94±0.52a	3.39±0.19a	7.38±0.22a	8.55±0.48a
Orta tuzlu	D	2.66±0.12a	5.81±0.28b	3.78±0.25b	1.76±0.16a	3.24±0.37b	4.05±0.23b
	D+SS D	3.00±0.27a	6.27±0.16a	6.45±0.89a	2.80±0.37a	6.70±1.21a	5.82±0.12a
	D+P D	2.78±0.25a	5.83±0.31a	6.36±0.55a	2.72±0.30a	5.57±0.22a	5.29±0.28a
Yüksek tuzlu	D	-	-	0.92±0.00b	0.52±0.00b	0.58±0.44b	0.51±0.18b
	D+SS D	1.34±0.18	4.11±0.87	5.62±1.30a	2.16±0.15a	4.94±0.47a	5.16±1.84a
	D+P D	-	-	-	-	-	0.62±0.00b

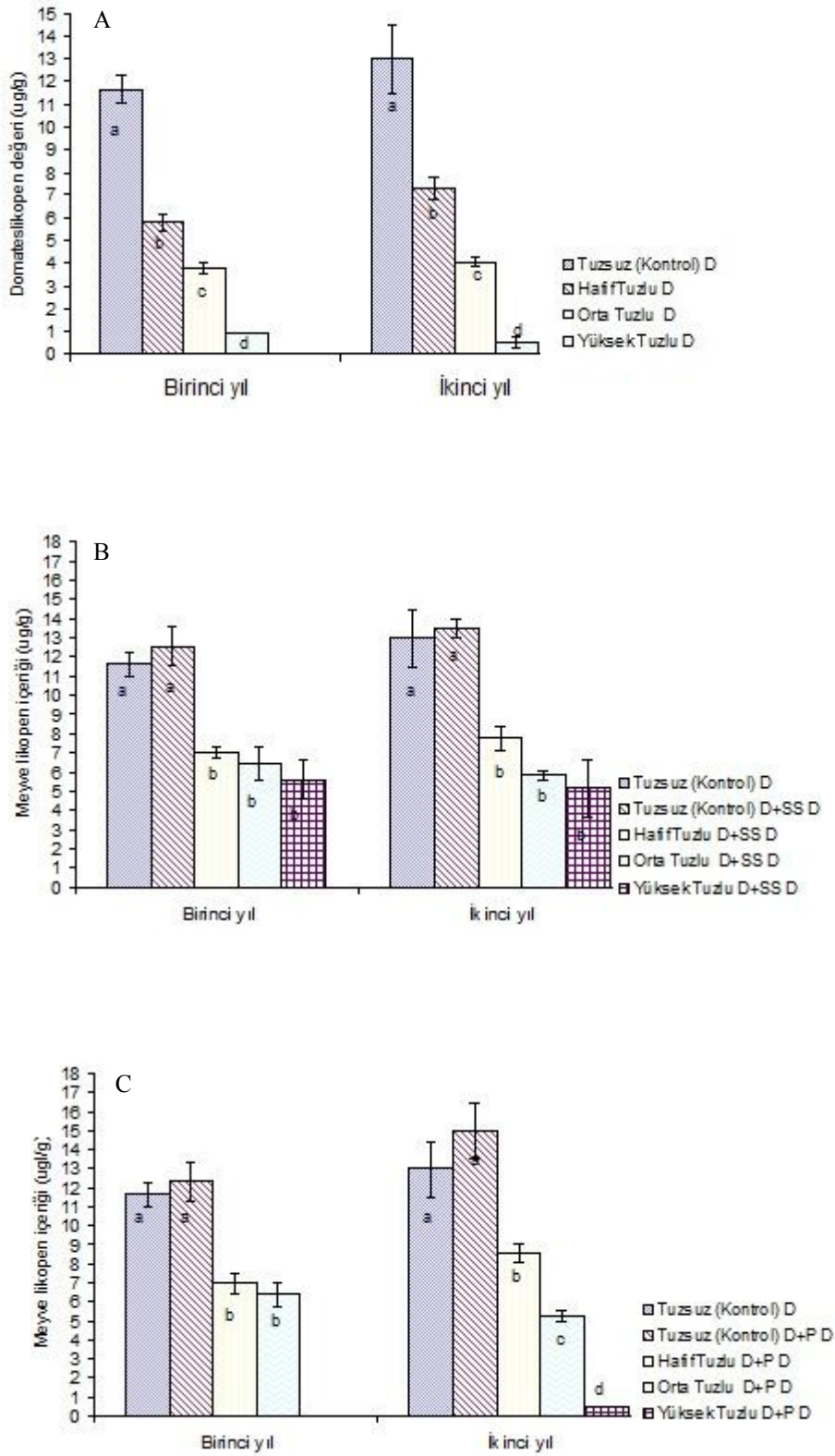
D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Tuzsuz (kontrol) ve tuzlu koşullarda tek başına ve arkadaş bitkiler ile ortak yetiştirilen domates bitkilerinin likopen içeriği üzerinde arkadaş bitkilerinin etkinliğini, III. aşamanın sonuçları esas alınarak regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi ile farklı bir boyuttan da değerlendirilmiştir. Bu verilere göre, artan tuz seviyelerinde domates bitkisi tek başına strese maruz kaldığında kontrol bitkilerinden istatistik olarak önemli sayılabilecek farklılıklar göstermiştir, Şekil 4.7, $P < 0.05$. Tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitkisi meyvelerinin likopen içeriği ile tuz stresi altında bulunan meyvelerin likopen içeriği kıyaslandığında kontrole oranla likopen içeriğinde azalmalar meydana gelmiştir. Bu azalmanın oranı; tek başına yetiştirilen D'de birinci ve ikinci yıl sırası ile, hafif tuzlu topraklarda %50.13, %43.87, orta tuzluda %67.55, %68.77, yüksek tuzda ise %92.10, %96.07 olarak hesaplanmıştır. Buna göre D'nin orta ve yüksek tuzlu koşullarda likopen içeriğinin oldukça düştüğü belirlenmiştir.

S. soda bitkisi ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinin meyvelerindeki likopen değeri hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde birbirlerine yakın değerler sergilemiştir. *S. soda* ile arkadaşlığındaki D+SS D'nin meyve likopen içeriğindeki azalma tuzsuz (kontrol) ile kıyaslandığında birinci ve ikinci yıl sırası ile hafif tuz seviyesinde %43.78, %42.51, orta tuz seviyesinde %48.56, %56.89, yüksek tuzluluk koşullarında %55.18, %61.77 olarak belirlenmiştir.

Yine *P. oleracea* arkadaşlığındaki meyvelerin likopen içerikleri tuz seviyelerine göre farklılıklar göstermiştir. Tuzsuz (kontrol) oranla D+P D'nin meyve likopen içeriğindeki azalma hesaplandığında birinci ve ikinci yıl sırası ile hafif tuz seviyesinde %43.66-%42.96, orta tuz seviyesinde %48.38-%64.70 olarak hesaplanmıştır. Yüksek tuz seviyesinde birinci yılda meyve verimi gözlenmemiştir. İkinci yılın yüksek tuz seviyesinde ise %95.86 ile en düşük likopen azalmasını göstermiştir.

Farklı tuz streslerinde kontrole oranla likopen içeriğinde azalmaların bitki kombinasyonlarına bağlı olarak farklı oranlarda olduğu açıkça görülmüştür. En fazla likopen oranındaki azalmanın tek başına yetiştirilen D'de, en düşük azalmanın ise *S. soda* arkadaşlığında olduğu bulunmuştur. Böylece *S. soda*'nın olumlu arkadaşlığı meyve kalite parametresi olan likopen içeriğinde de kendini göstermiştir.



Şekil 4.7. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığında meyve likopen içeriği

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

4.5.3. Farklı tuz stresinde ve farklı bitki kombinasyonlarında domates meyve vitamin C (askorbik asit) içerikler

Meyve kalite parametrelerden bir diğeri olan meyve vitamin C içeriği birinci ve ikinci yılda her üç aşamada belirlenmiştir. Buna göre her iki yılda da farklı tuz stresi ve farklı bitki kombinasyonlarında domates bitkisi meyvelerinin vitamin C içeriği tek başına yetiştirilen domateslerde daha yüksek değerler gösterirken, arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen domateslerde daha düşük değerler belirlenmiş olsada farklı bitki kombinasyonlarının vitamin C üzerine etkisi istatistiksel olarak görülmemiştir (Çizelge 4.45, $P>0.05$).

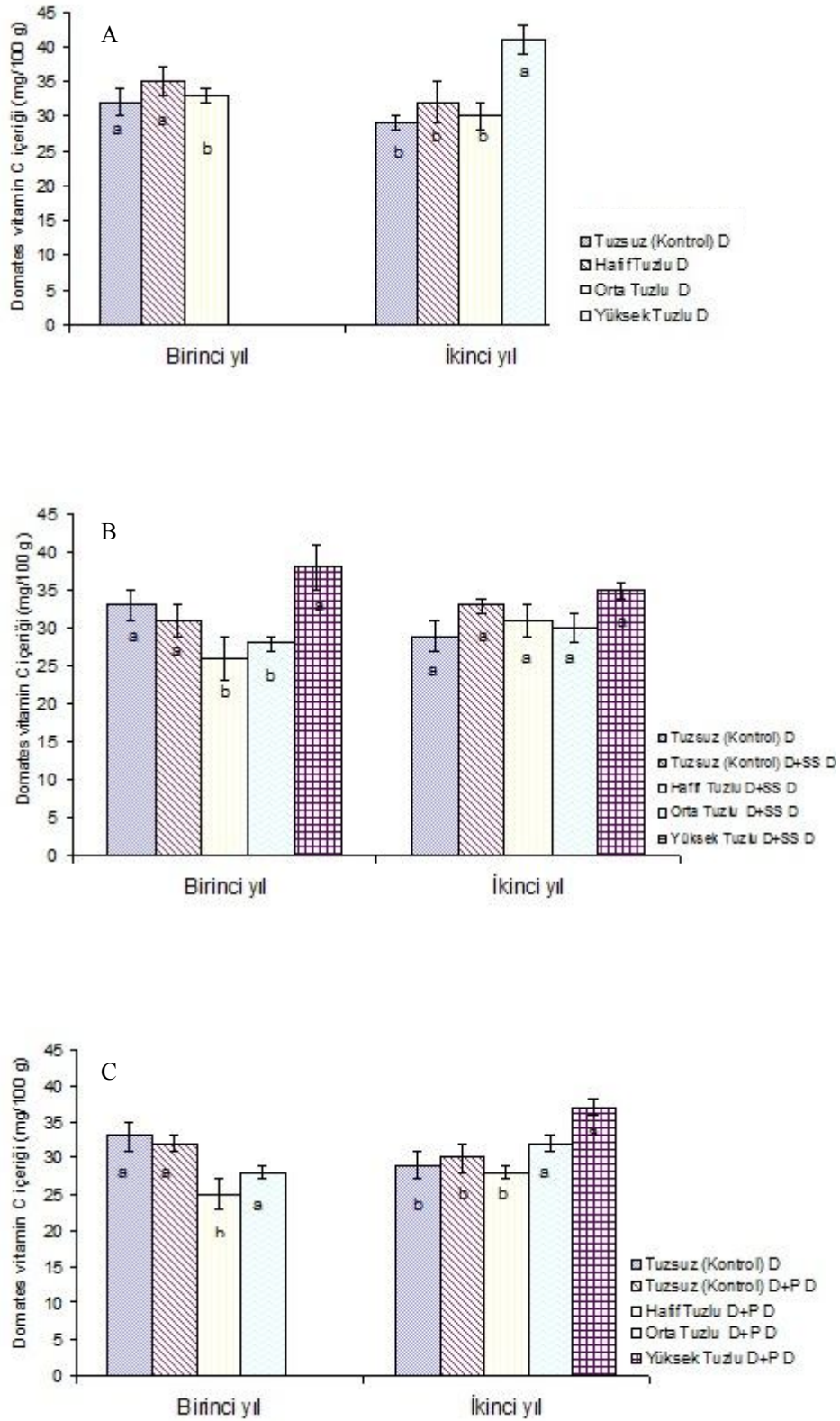
Çizelge 4.45. Birinci ve ikinci yıl domates meyvesi vitamin C değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci domates meyvesi vitamin C değerleri mg/100 g			İkinci domates meyvesi vitamin C değerleri mg/100g		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	37±1.00a	34±1.00a	32±2.00a	32±0.50a	29±1.00a	29±0.50a
	D+SS D	37±2.00a	32±1.00a	31±1.50a	34±1.50a	28±1.00a	33±0.50a
	D+P D	35±1.00a	32±1.00a	32±1.00a	33±4.50a	27±0.50a	29±1.50a
Hafif tuzlu	D	34±3.00a	28±1.50a	35±2.00a	31±1.00a	30±1.00a	32±1.50a
	D+SS D	33±2.50a	27±1.50a	26±2.50a	32±1.50a	29±1.50a	31±1.50a
	D+P D	32±0.50a	27±1.00a	25±1.50a	34±1.50a	31±0.50a	28±0.50a
Orta tuzlu	D	35±0.50a	27±1.00a	30±0.50a	33±1.50a	33±2.50a	33±2.50a
	D+SS D	31±2.50a	25±0.50a	28±0.50a	32±1.00a	29±0.50a	30±1.50a
	D+P D	33±1.00a	26±0.50a	28±0.50a	34±0.50a	30±1.50a	32±1.00a
Yüksek tuzlu	D	-	-	-	42±0.00a	37±1.00a	41±1.00a
	D+SS D	39±1.50	37±1.00	38±2.50	38±2.00a	34±1.50a	35±2.00b
	D+P D	-	-	-	-	-	37±0.50b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Meyve vitamin C içeriği üzerindeki farklı tuz stresinin etkinliğinin belirlemek ve arkadaş bitkiler arasındaki farkı görmek için, tuzsuz (kontrol) şartlarında yetiştirilen domates bitkisi ile tuzlu şartlarda arkadaş bitkiler ile ortak yetiştirilen domates bitkilerinin durumu, III. aşamanın sonuçları esas alınarak regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi ile farklı bir boyuttan da değerlendirilmiştir. Bu verilere göre, artan tuz seviyelerinde domates bitkisi tek başına strese maruz kaldığında birinci yılda tuzsuz (kontrol) ve hafif tuz seviyesinde birbirine yakın değerler göstermiş, orta tuz seviyesinde ise tuzsuz (kontrol)' e oranla azalmış ve istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($P>0.05$). İkinci yılda tek başına yetiştirilen domateslerin vitamin C içeriği tuzsuz (kontrol) oranla hafif ve orta tuzluda bir miktar artma görülmüş, yüksek tuz seviyesinde ise yüksek artış göstererek istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P>0.05$). *S. soda* arkadaşlığındaki domateslerin vitamin C içeriğinde birinci yılda hafif ve orta tuz seviyesinde tuzsuz (kontrol)' e oranla azalmıştır. İkinci yılın domates meyve C vitamin içeriğinde ise tuz stresinin istatistiksel olarak etkisi görülmemiştir. *P. oleracea* arkadaşlığındaki domateslerin vitamin C içeriğinde ise birinci yılın hafif tuz seviyesinde vitamin C içeriği kontrol' e oranla azalırken, orta ve yüksek tuz seviyesinde ise artmıştır, (Şekil 4.8, $P<0.05$).

Tuz stresi ve vitamin C arasındaki ilişki Savvas ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışmada 0.3 ve 22 mM NaCl tuz stresindeki domatesin vitamin C içeriği arasında önemli bir farklılık olmadığını, ancak tuz düzeyinin 45 mM'a yükseltilmesiyle vitamin C arttığını bildirmişlerdir. Signore ve ark. (2008) besin kaynaklı tuzluluk ile NaCl tuzluluğunu karşılaştırdıkları kiraz domatesi denemesinde, tuzluluk kaynağının vitamin C içeriği üzerine etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Huang ve ark. (2009) ise hıyarda yaptıkları bir çalışmada, tuzluluğun Vitamin C üzerine önemli bir etkisinin olmadığını, ancak tuzluluğa dayanıklı anaçların Vitamin C miktarını önemli düzeyde arttırdığını, bundan dolayı meyve kalitesinin iyileştiğini bildirmişlerdir. Petersan ve ark. (1998) tuz stresine bağlı olarak meyvede vitamin C içeriğinin artmasını meyve sertliği ve meyve suyundaki çözünebilir katı madde miktarına bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.8. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığında meyve vitamin C içeriği

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

4.6. Domates ve Arkadaş Bitkilerinin Yeşil Aksam, Kök Aksamı ve Meyve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

Her iki yıl deneme süresince üç farklı aşamada hasat edilen domates bitkilerinin yeşil aksam, kök ve meyvelerinde, arkadaş bitkilerinin yeşil aksam ve köklerinde mineral madde içerikleri belirlenmiştir.

4.6.1. Domates bitkilerinin yeşil aksam sodyum iyonu içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde ve farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam sodyum (Na^+) içerikleri iki yılın üç aşamasında da belirlenmiştir. Birinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Na^+ içeriği incelendiğinde tuzsuz (kontrol) grubunda farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam Na^+ içeriğinde istatistiksel olarak herhangi bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.46, $P>0.05$). Hafif, orta ve yüksek tuzlu koşullarda farklı bitki kombinasyonlarında bulunan domates bitkisi yeşil aksam Na^+ içeriği istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur. Buna göre; tuzsuz (kontrol) toprakta tek başına yetiştirilen domates bitkisinin (D) yeşil aksam Na^+ içeriği her üç aşama sırası ile 1459.15-, 1583.06- ve 2252.96 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D' de 1363.91-, 1505.36- ve 1908.02 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığında bulunan D+P D' de 1218.02-, 1395.13- ve 1744.56 mg/kg olarak bulunmuştur.

Birinci yılın hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Na^+ içeriği incelendiğinde üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 5906.58-, 9194.03- ve 10251 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 3710.97-, 6146.81- ve 5475.33 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 4039.68-, 6581.42- ve 6699.28 mg/kg olarak bulunmuştur.

Birinci yıl orta tuz seviyesindeki domates bitkisi yeşil aksam Na^+ içeriği yalnız D ortamındaki domates bitkisinde üç aşama sırası ile 15566.70-, 18265.24- ve 19730 mg/kg, *S. soda* bitkisi ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 6475.34-, 8284.31- ve 9838.59 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 9698.28-, 13315.82- ve 14494.28 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde domates bitkisi yeşil aksam Na^+ içeriği incelendiğinde üç aşama sırası ile tek başına bulunan D'de 19535.80-, 26140.05- ve 27455.93 mg/kg, D+SS D'de 10761.79-, 13056.02- ve 15821.52 mg/kg, D+P D'de 13795.88-, 15962.06- ve 17861.74 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yapılan çalışmada da arkadaş bitkilerinin etkisi tuzsuz (kontrol) grubunda istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) görülürken, hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde üç aşamada da önemli görülmüştür (Çizelge 4.46, $P<0.05$). Örneğin, tuzsuz (kontrol) toprakta tek başına yetiştirilen D'nin yeşil aksam Na^+ içeriği üç aşamada sırası ile 1270.36-, 1765.54- ve 1976.88 mg/kg, arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen domates bitkisindeki yeşil aksam Na^+ içeriği her üç aşamada sırası ile D+SS D'de 1153.78-, 1435.95- ve 1676.54 mg/kg, D+P D'deki domates bitkisinde ise 1075.90-, 1338.15- ve 1545.80 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın hafif tuz seviyesinde tek başına bulunan D'nin yeşil aksam Na^+ içeriği her üç aşama sırası ile 6009.23-, 8407.73- ve 9862.76 mg/kg, D+SS D'de 3535.61-, 4969.82- ve 5903.31 mg/kg, D+P D'de 4824.99-, 4446.29- ve 6577.12 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın orta tuz seviyesindeki domates bitkisi yeşil aksam Na^+ içeriği üç aşama sırası ile D'de 14385.35-, 14703.49- ve 16352.71 mg/kg, D+SS D'de 7446.01-, 9485.02- ve 9116.47 mg/kg, D+P D'de 8679.38, 10140, 11982.12 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın yüksek tuz seviyesinde domates bitkisi yeşil aksam Na^+ içeriği her üç aşama sırası ile D'de 16595.85-, 20586.96- ve 22166.43 mg/kg, D+SS D'de 8416.78-, 10569.17- ve 11911.67 mg/kg, D+P D'de 10690.89-, 14015.04-ve 15861.76 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Her iki yılın üç aşamasında da hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkilerinde en yüksek yeşil aksam Na^+ içerikleri tek başına yetiştirilen D'de tesbit edilmiştir. Arkadaş bitkiler ile aynı ortamda bulunan domates bitkilerinin yeşil aksam Na^+ içerikleri daha düşük değerler sergilemiştir. Domates bitkisi yeşil aksam Na^+ oranlarındaki artış bitki kombinasyonlarına göre farklılık göstermesi bu bitkilerin yetiştirilme ortamında maruz kaldıkları Na^+ miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Tek başına yetiştirilen domates bitkisi daha çok Na^+ iyonuna maruz kaldığından en yüksek Na^+ bu bitkilerde bulunmuştur. Arkadaş bitkiler aynı

ortamda bulunan domates bitkisini Na⁺ iyonu yönünden rahatlatmış ve daha düşük oranda Na⁺ iyonuna maruz bırakmıőtır. Bu yüzden yeşil aksamlarında tek başına bulunan domates bitkisine göre düşük oranda Na⁺ belirlenmiştir.

Çizelge 4.46. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Na⁺ iyonu içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Na ⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Na ⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	1459.15±110a	1583.06±122a	2252.96±53a	1245.86±104a	1765.54±324a	1976.88±112a
	D+SS D	1363.91±99a	1505.36±26a	1908.02±157a	1153.78±11a	1435.95±231a	1667.54±118a
	D+P D	1218.02±78a	1395.13±144a	1744.56±224a	1075.90±44a	1338.15±58a	1545.80±130a
Hafif tuzlu	D	5906.58±336a	9194.03±782a	10251.19±956a	6009.23±85a	8407.73±311a	9862.76±1072a
	D+SS D	3710.97±384b	6146.81±446b	5475.33±228b	3535.61±382a	4969.82±436b	5903.31±627b
	D+P D	4039.68±539b	6581.42±112b	6699.28±959b	4824.99±495a	4446.29±185b	6577.12±269b
Orta tuzlu	D	15566.70±356a	18265.24±265a	19730.78±699a	14385.35±930a	14703.49±996a	16352.71±1131a
	D+SS D	6475.34±228c	8284.31±964c	9838.59±318c	7446.01±346b	9485.02±290b	9116.47±872b
	D+P D	9698.28±956b	13315.82±315b	14494.28±875b	8679.38±123b	10140.38±1090b	11982.12±1482b
Yüksek tuzlu	D	19535.80±776a	26140.05±1436a	27455.93±1831a	16595.85±1355a	20586.96±854a	22166.43±1136a
	D+SS D	10761.79±1386b	13056.02±143b	15821.52±1200b	8416.78±729b	10569.17±1356b	11911.67±1290b
	D+P D	13795.88±1296b	15962.06±1204b	17861.74±1875b	10690.89±329b	14015.04±1495b	15861.76±1624b

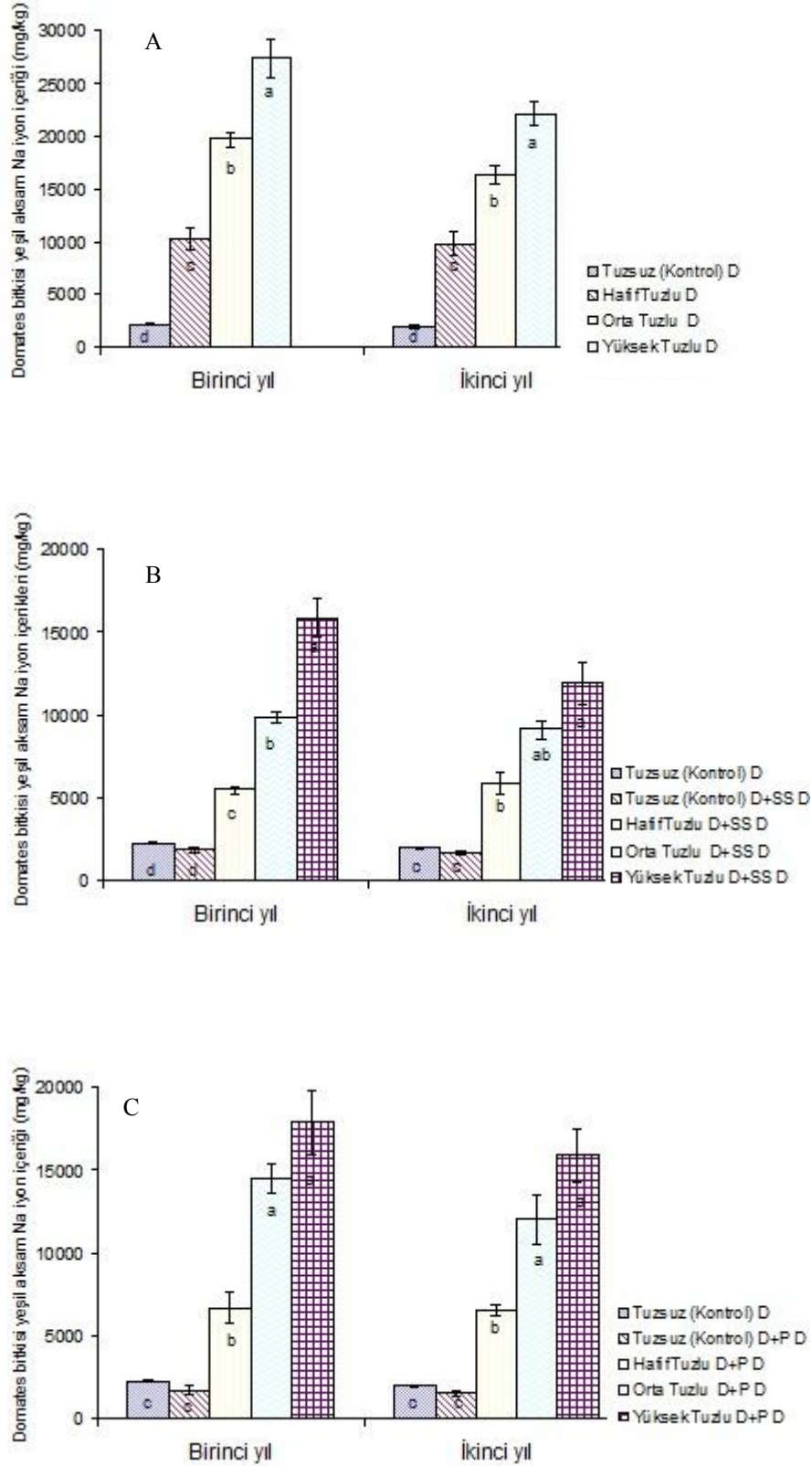
D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Tuzsuz (kontrol) şartlarda yetiştirilen domates bitkisi ile tuzlu koşullarda (hafif, orta ve yüksek) yetiştirilen domates bitkilerinin yeşil aksam Na^+ içeriği üzerinde arkadaş bitkilerinin etkinliği her iki yılın en son aşaması olan III. aşama sonuçları değerlendirmeye alınarak, regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi ile farklı bir açıdan da karşılaştırılmıştır. Artan tuz stresine bağlı olarak domates bitkilerinin yeşil aksam Na^+ içeriği tuzsuz (kontrol) ortamda bulunan domates bitkisine oranla artmış ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur, (Şekil 4.9, $P < 0.05$).

En düşük yeşil aksam Na^+ içeriği tuzsuz (kontrol)' de, yüksek tuz seviyesinde ise en yüksek yeşil aksam Na^+ içeriği belirlenmiştir. Kontrol'e oranla yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Na^+ oranındaki artış belirlendiğinde, en yüksek artış tek başına yetiştirilen D'de birinci ve ikinci yıl sırası ile %1119, %1021 olarak bulunmuştur. En düşük artış *S. soda* ile birlikte yetiştirilen D+ SS D'de birinci ve ikinci yıl sırası ile %729, %614 olarak belirlenmiştir.

Benzer sonuçlar orta tuzlu koşullarda Colla ve ar. (2006) tarafından ifade edilmiş olup halofit bitkilerle yetiştirilen biber bitkisi yapraklarında Na^+ ve Cl^- miktarının düşmesini halofitlerin yüksek oranda Na^+ ve Cl^- alımına bağlamışlardır. Bizim çalışmamızda orta tuz koşullarında benzer sonuçlar bulunmuş, uygulanan yüksek tuz seviyesinde de bu durumun devam ettiği belirlenmiştir. Kullanılan arkadaş bitkilerinin yaşı ve biyomasi ortamdaki tuz alımında çok etkili olmuştur.

Kaklavi ve ark. (2011) üç domates çeşidinde (Rio Tinto, Rio Grande, Nemodor) uyguladıkları tuz stesinde (6.57 dS/m) bünyelerinde Na^+ ve Cl^- iyonunu biriktirdiğini ve Ca^{++} , K^+ ve Mg^{++} içeriklerinin azaldığını ifade etmişlerdir. Topçuoğlu (2000), besin çözeltilisine artan oranlarda uygulanan NaCl çözeltisi ile ilgili olarak domates bitkisi yaprak dokularında Na^+ , Cl^- miktarlarının arttığını, K^+ içeriklerinin düştüğünü belirlemiştir. Benzer durum (Perez-Afocea ve ark., 1996; Al-Karaki, 2000; Daşgan ve ark., 2002; Maggio ve ark., 2004) tuz stresindeki domateslerde belirlemiştir. Yine, NaCl stresinde, Asch ve ark. (1999) pirinç' de, Kaya ve ark. (2001) domateste, Kaya ve ark. (2013) mısır bitkilerinde yaprak ve köklerde Na^+ iyonunun yüksek oranlarda olduğunu bildirmişlerdir



Şekil 4.9. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi yeşil aksam Na miktarı

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

4.6.2. Domates bitki kökü sodyum iyon içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde ve farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkilerinde iki yıl ve üç aşamada kök Na^+ içerikleri incelenmiştir. Tuzsuz (kontrol) seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinin kök Na^+ içeriği üzerinde bitki kombinasyonlarının etkisi önemsiz, $P>0.05$, hafif, orta ve yüksek tuzlu koşullarda ise arkadaş bitkilerin etkisi önemli bulunmuştur, $P<0.05$, Çizelge 4.47. Örneğin; birinci yıl tuzsuz (kontrol) grubunda arkadaş bitkilerinin domates bitki kökü Na^+ içeriği üç aşamada sırası tek başına yetiştirilen D'de 2271.43-, 3122.12- ve 4917.91 mg/kg, D+SS D'de 2384.24-, 2805.45- ve 4778.89 mg/kg, D+P D'de ise 2511.49, 3049.24, 5320.51 mg/kg olarak bulunmuştur.

Yine birinci yıl hafif tuz seviyesindeki domates bitkisinin kök Na^+ içeriği incelendiğinde üç aşamada sırası ile tek başına bulunan D'de 4269.94-, 10345.11- ve 14736.64 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 3326.18-, 5083.07-, 5457.53 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 3625.52-, 5987.22- ve 6841.37 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın orta tuz seviyesindeki domates bitki kökü Na^+ içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 15140.54-, 19419.02- ve 19871.45 mg/kg, *S. soda* ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 6204.98-, 9085.03- ve 8302.21 mg/kg, *P. oleracea* ile birlikte yetiştirilen D+P D'de 9363.31-, 8994.83- ve 9538.43 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde ise domates bitki kökü Na^+ içeriği her üç aşama sırası ile D'de 18516.14-, 27265.31-, 26550.52- mg/kg, D+SS D'de 10055.78-, 10692.10- ve 12140.74 mg/kg, D+P D'de 13306.82-, 14836.13- ve 14357.95, mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl kök Na^+ sonuçları incelendiğinde tuzsuz (kontrol) grubunda üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 2679.41-, 4323.96-ve 4755.43 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 2398.31-, 3602.67-ve 4367.25 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 2449.20-, 4434.58-ve 4460.53 mg/kg belirlenmiştir.

İkinci yılın hafif tuz seviyesinde her üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'nin bitki kök Na^+ içeriği 3744.76-, 8462.69- ve 10493.10 mg/kg, D+SS D arkadaşlığındaki domates bitkisi kök Na^+ miktarı 2680.75-, 4788.05- ve 7430.50

mg/kg, D+P D arkadaşlığındaki domates bitkisi kökünde ise 2859.55-, 6066.44- ve 6952.00 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yılın orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitki kökü Na⁺ içeriği üç aşama sırası ile D'de 10471.05-, 13698.16- ve 15280.93 mg/kg, D+SS D'de 4421.42-, 6679.79- ve 10093.90 mg/kg, D+P D'deki domates bitkisinin kökünde 4208.42-, 10686.06- ve 8467.17 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitki kökü Na⁺ içeriği üç aşama sırası ile D'de 13997.05-, 21956.40- ve 19017.55 mg/kg, D+SS D'de 8311.05-, 8768.15- ve 11405.39 mg/kg, D+P D'de 11430.64-, 15239.36- ve 15755.05 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Kahloavi ve ark. (2011) domates bitki köklerinde Na⁺ iyon içeriğinin oldukça arttığını işaret etmişlerdir. Bizim çalışmamızda tek başına yetiştirilen domates bitkisinde benzer durum görülmüştür. En yüksek domates bitkisi kök Na⁺ içeriği her iki yılın üç aşamasında da tüm tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) tek başına yetiştirilen D'nin köklerinde, en düşük kök Na⁺ içeriği *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitki kökünde belirlenmiştir. Bu durum *S. soda* bitkisinin kök ortamındaki Na⁺ iyonunu alarak ortamın Na⁺ iyonunu düşürmesinden kaynaklı olduğunu söylenebilir.

Çizelge 4.47. Birinci ve ikinci yıl domates bitki kökü Na⁺ içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitki kökü Na ⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitki kök Na ⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	2271.43±82.23a	3122.12±272.64a	4917.91±870.83a	2679.41±13.70a	4323.96±14.05a	4755.43±226.45a
	D+SS D	2384.24±261.81a	2805.45±192.99a	4778.89±366.43a	2398.31±228.80a	3602.67±1871.20a	4367.25±714.75a
	D+P D	2511.49±166.34a	3049.24±765.63a	5320.51±151.77a	2449.20±197.10a	4434.58±544.65a	4460.53±591.95a
Hafif tuzlu	D	4269.94±49.69a	10345.11±668a	14736.64±1765a	3744.76±307.75a	8462.69±591a	10493.10±2090a
	D+SS D	3326.18±252.87b	5083.07±693b	5457.5 3±1067b	2680.75±274.85a	4788.05±533b	7430.50±367b
	D+P D	3625.52±217.53b	5987.22±442b	6841.37±853b	2859.55±268.05a	6066.44±170b	6952.00±60b
Orta tuzlu	D	15140.54±2802a	19419.02±1388a	19871.45±1491a	10471.05±1352a	13698.16±1227a	15280.93±355a
	D+SS D	6204.98±2945b	9085.03±744b	8302.21±782b	4421.42±270b	6679.79±256	10093.90±135b
	D+P D	9363.31±198b	8994.83±803b	9538.43±851b	4208.42±483b	10686.06±1215	8467.17±934b
Yüksek tuzlu	D	18516.14±756a	27265.31±1506a	26550.52±1042a	13997.05±1110a	21956.40±2688a	19017.55±1136a
	D+SS D	10055.78±145c	10692.10±1594b	12140.74±1511b	8311.05±768b	8768.15±1316b	11405.39±1634b
	D+P D	13306.82±446b	14836.13±170b	14357.95±638b	11430.64±926b	15239.36±2307b	15755.05±836b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.3. Domates meyvesi sodyum iyon içerikleri

Farklı tuz stresinde ve bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkilerinin meyve Na⁺ içerikleri üzerine arkadaş bitkilerinin etkisi her iki yıl üç aşamasında da ölçülmüştür. Meyve Na⁺ içerikleri üzerinde arkadaş bitkilerinin etkisi tuzsuz (kontrol) toprakta istatistiksel olarak önemsiz, P>0.05, hafif, orta ve yüksek tuzlu topraklarda ise önemli bulunmuştur, (P<0.05, Çizelge 4.48).

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta bulunan domates bitkisinin meyvelerindeki Na⁺ içeriği araştırıldığında üç aşamada sırası ile tek başına yetiştirilen D'nin 472.05-, 566.46- ve 672.55 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen D+SS D'nin 403.02-, 511.72- ve 624.04 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'nin 450.82-, 591.44- ve 630.82 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve Na⁺ içeriği incelendiğinde üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 1496.10-, 1370.73- ve 1618.64 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen D+SS D'de 597.83-, 797.59- ve 1032.83 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de ise 632.50-, 950.64- ve 1144.39 mg/kg olarak bulunmuştur.

Birinci yılın orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve Na⁺ içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 1266.38-, 1420.44- ve 1599.35 mg/kg, D+SS D'de 823.15-, 905.50- ve 973.15 mg/kg, D+P D'de ise 946.65, 1237.55, 1349.62 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen D'nin I. ve II. aşamalarda meyveleri olmadığından ve III. aşamada bulunan meyvelerin çok küçük olmasından Na⁺ ölçümü yapılamamıştır. *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D'nin meyvelerinin Na⁺ miktarı her üç aşamada sırası ile 882.10-, 980.25- ve 979.44 mg/kg olarak bulunmuştur. Yine *P. oleracea* arkadaşlığında da D+P D'de her üç aşamada meyve olmadığından Na⁺ değeri ölçülemediği görülmüştür.

İkinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitkisinin meyvelerindeki Na⁺ içeriği araştırıldığında ise üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 362.70-, 485.45- ve 605.55 mg/kg, D+SS D'de 317.65-, 487.65- ve 562.45 mg/kg, D+P D'de 355.70-, 580.60- ve 550.30 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve Na⁺ içeriği her üç aşamada sırası ile D'de 874.35-, 889.30- ve 1026.10 mg/kg, D+SS D'de 482.85-, 538.00- ve 827.90 mg/kg, D+P D'de ise 485.10-, 623.15- ve 766.45 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yılın orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinin meyve Na⁺ içeriği üç aşamada sırası ile D'de 1191.45-, 1250.15- ve 1241.90 mg/kg D+SS D'de 687.05-, 886.85- ve 916.55 mg/kg, D+P D'de ise 797.55, 987.25, 964.85 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen D'nin meyve Na⁺ miktarı üç aşamada sırası ile 765.25-, 791.12- ve 789.35 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D'de 639.05-, 656.85- ve 727.70 mg/kg olarak belirlenmiştir. *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de I. ve II. aşamalarda meyve görülmediğinden Na⁺ değeri ölçülememiştir, III. aşamada 774.50 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Her iki yılda da farklı tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) yetiştirilen domates bitkisi meyvelerinin Na⁺ içeriği farklı bitki kombinasyonlarının etkisiyle farklı oranlarda bulunmuştur. En yüksek Na⁺ miktarı tek başına yetiştirilen domates bitkisinde, en düşük meyve Na⁺ içeriği ise *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitkisi meyvesinde ölçülmüştür. Tek başına yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam, kök ve meyvelerinde yetiştirme ortamında maruz kalmış oldukları Na⁺ iyonunu bünyelerinde almış ve depolamışlardır. Arkadaş bitkiler yetiştirilme ortamında Na⁺ iyonunu yüksek oranlarda kullanarak aynı ortamda bulunan domates bitkisinin daha az strese maruz kalmasına neden olmuşlardır. Böylece bu bitkiler yeşil aksam, kök ve meyvelerinde daha az Na⁺ depolamışlardır.

Amor ve ark. (2001) benzer durum ifade edilmiş, bitkilerin yetiştirilme ortamında artan NaCl stresinin meyvelerde Na⁺ iyonunun artmasına, K⁺ iyonunun azalmasına, meyve sayısı ve ağırlığında azalmaların olduğuna ve istenilen düzeyde verim elde edilmesini engellediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.48. Birinci ve ikinci yıl domates meyvesi Na⁺ içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates meyvesi Na ⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates meyvesi Na ⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	472.05±18a	566.46±35a	672.55±73a	362.70±48a	485.45±15a	605.55±24a
	D+SS D	403.02±63a	511.72±29a	624.04±57a	317.65±16a	487.65±47a	562.45±10a
	D+P D	450.82±59a	591.44±17a	630.82±30a	355.70±36a	580.60±36a	550.30±42a
Hafif tuzlu	D	1496.10±202a	1370.73±135a	1618.64±107a	874.35±61a	889.30±47a	1026.10±71a
	D+SS D	597.83±24b	797.59±93b	1032.83±59b	482.85±35b	538.00±19b	827.90±35b
	D+P D	632.50±87b	950.64±97b	1144.39±75b	485.10±35b	623.15±27b	766.45±33b
Orta tuzlu	D	1266.38±38a	1420.44±146a	1599.35±95a	1191.45±135a	1250.15±113a	1241.90±29a
	D+SS D	823.15±96b	905.50±157b	973.15±86b	687.05±74b	886.85±12b	916.55±20b
	D+P D	949.65±91b	1237.55±103b	1349.62±91b	797.55±87ab	987.25±34b	964.85±18b
Yüksek tuzlu	D	-	-	-	765.25±0.00a	771.12±0.00a	789.35±0.00a
	D+SS D	882.10±154	980.25±139	979.44±110	639.05±19b	656.85±26b	727.70±32b
	D+P D	-	-	-	-	-	774.50±0.00b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.4. Arkadaş bitkilerinin yeşil aksam sodyum iyon içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde tek başına ve domates bitkisi ile birlikte yetiştirilen arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) yeşil aksam Na⁺ miktarı her iki yılın üç aşamasında incelenmiştir. Artan tuz seviyesi ile arkadaş bitkilerinin yeşil aksam Na⁺ miktarı artış göstermiş ve tuz seviyesinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli görülmüştür, (P<0.05, Çizelge 4.49).

Birinci yılda hem domates bitkisi ile birlikte ve hemde tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisinde en düşük Na⁺ miktarı tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen *S. Soda* 'da tespit edilmiştir. Buna göre tuzsuz (kontrol) yetiştirilen *S. soda*'nın Na⁺ miktarı her D+SS SS'de üç aşamada sırası ile 12721.33-, 26093.60- ve 30706.59 mg/kg, SS'de 17068.94-, 24876.30- ve 29320.94 mg/kg olarak bulunmuştur. En yüksek Na⁺ miktarı yüksek tuzlu toprakta yetiştirilen *S. soda* ' da bulunmuştur. Yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen *S. soda* 'nın Na⁺ miktarı üç aşama sırası ile D+SS SS'de 70196.51-, 74248.10- ve 78928.17 mg/kg, SS'de 67115.72-, 68591.46- ve 79127.60 olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki Na⁺ miktarı D+SS SS kombinasyonunda ve tek başına yetiştirilen SS'de her üç aşamada belirlenmiştir. Buna göre tuzsuz (kontrol) toprakta domates bitkisi ile birlikte yetiştirilen *S. soda* bitkisinin Na⁺ miktarı D+SS SS'nin Na⁺ miktarı her üç aşama sırası ile 18597.37-, 25555.20- ve 33796.09 mg/kg, tek başına yetiştirilen SS'nin 21709.56-, 24673.89-ve 31999.36 mg/kg ile en düşük seviye olarak bulunmuştur. İkinci yıl yüksek tuzlu toprakta yetiştirilen *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki Na⁺ miktarı D+SS SS'de 61335.71-, 72684.07- ve 78335.71 mg/kg, SS'de 63041.82-, 76655.76- ve 81000.89 mg/kg ile en yüksek miktar olarak bulunmuştur, (Çizelge 4.92 ve 4.94, P<0.05).

Diğer bir arkadaş bitki olarak kullanılan *P. oleracea* bitkisinin yeşil aksamındaki Na⁺ miktarı tüm tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) ve D+P P ve P bitki kombinasyonlarında her iki yılın üç aşamasında da belirlenmiş ve istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur, (Çizelge 4.49, P<0.05).

Birinci yıl domates bitkisi ile birlikte bulunan *P. oleracea* bitkisinin (D+P P) ve tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinin (P) yeşil aksamındaki Na⁺ miktarı tuz seviyesinin artması ile artış göstermiştir. Tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'nin Na⁺

içeriği her üç aşama sırası ile 5572.60-, 6865.76- ve 7021.07 mg/kg, P'nin 6940.78-, 7478.55- ve 7581.57 mg/kg ile en düşük değer olarak bulunmuştur. Birinci yılın yüksek tuzlu toprağında yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinin Na⁺ içeriği her üç aşama sırası ile D+P P' de 22592.52-, 28208.39- ve 32455.12 mg/kg, P'de 19812.55-, 29624.43- ve 33200.21 mg/kg ile en yüksek değer olarak bulunmuştur.

Benzer sonuçlar ikinci yılda da görülmüş olup, domates bitkisi ile birlikte ve tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinin yeşil aksamında bulunan Na⁺ miktarı tuz seviyesinin artması ile önemli oranda artmıştır. Örneğin, tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'deki Na⁺ içeriği her üç aşama sırası ile 63332.49-, 7049.45- ve 7609.93 mg/kg, P'de 6715.05-, 7076.34- ve 7226.68 mg/kg olarak en düşük değer olarak belirlenmiştir. İkinci yılın yüksek tuzlu topraklarda yetiştirilen Na⁺ içeriği her üç aşama sırası ile D+P P'de 20546.72-, 24155.87- ve 34046.72 mg/kg, P'de 21704.66-, 22581.19- ve 35191.29 mg/kg ile yine en yüksek değer olarak bulunmuştur, (Çizelge 4.49, P<0.05).

Her iki arkadaş bitkinin yeşil aksamlarında ölçülen Na⁺ miktarı artan tuz seviyesi ile artış göstermiştir. Bu durum arkadaş bitki olarak kullanılan bu bitkilerin yüksek oranda bünyelerine Na⁺ aldığı önemli bir göstergesi olmuştur. Halofitlerin tuz stresi üzerine yapılan araştırmada, Yeo ve Flowers (1986); Cheeseman (1988) halofit bitkilerin yüksek oranlarda bünyelerine Na⁺ alabileceğini bildirmişlerdir. Halofitlerin Na⁺ iyonu topladığı Moghoieb ve ark. (2004) tarafında ifade edilmiş olup Na⁺ iyonlarını vakuollerde depolayarak daha az düzeyde toksisite oluşturduğu tespit edilmiştir (Khan ve ark., 2000). Genel olarak ele alındığında artan NaCl stresi ile birlikte halofitlerin tuz biriktirme derecelerinin artması, K⁺ birikiminin azalması konusunda iki mekanizmanın önemli olduğu öne sürülmüştür. Birincisi düşük düzeyde Na⁺'un kök sistemleri kontrolü ile alınması, ikincisi ise bitki dokularında bu iyonların depolanması şeklinde ifade edilmiştir (Suhatctman ve Muns., 1992). Üç *salsola* çeşidini (*S. dendrodies*, *S. richteri*, *S. orientalis*) Heidari ve ark. (2006) incelemiş tuzlu koşullarda Na⁺ iyonunun arttığını, K⁺ iyonunun azaldığını, bununla birlikte artan ozmotik basıncı dengelemek için yüksek seviyede prolin sentezlemeleri tuza toleransı artırmada önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir. Benzer görüş Aghaleh ve ark. (2009) tarafında ifade edilmiştir.

Çizelge 4.49. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin yeşil aksam Na⁺ içerikleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Na ⁺ mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Na ⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	12721.33±2578d	26093.60±3152b	30706.59±2397c	18597.37±2988c	25555.20±1544c	33796.09±2211c
	Hafif tuzlu	29578.91±1578c	31439.19±4959b	34802.11±1817c	21238.61±2902c	31260.29±3167c	36258.85±836c
	Orta tuzlu	54358.89±1555b	63738.50±2523a	66105.46±2304b	47389.34±3210b	54979.84±2963b	68808.25±2679b
	Yüksek tuzlu	70196.51±2442a	74248.10±2101a	78928.17±1906a	61335.71±2998a	72684.07±3662a	78335.71±2998a
SS	Tuzsuz	17068.94±1458d	24876.30±4824b	29320.94±1722c	21709.56±1288c	24673.89±2729c	31999.36±1279c
	Hafif tuzlu	30682.18±1953c	31286.60±1213b	34685.20±3014c	25344.27±527c	27700.05±2499c	35436.03±2915b
	Orta tuzlu	54536.99±2460b	63142.79±1527a	72139.79±3305b	52128.17±1328b	64991.27±4989b	70402.46±958b
	Yüksek tuzlu	67115.72±1683a	68591.46±3439a	79127.60±1127a	63041.82±2754a	76655.76±267a	81000.89±1947a
D+P P	Tuzsuz	5572.60±427d	6865.76±279b	7021.07±145c	63332.49±370c	7049.45±138c	7609.93±152c
	Hafif tuzlu	8894.07±531c	13154.53±2918b	17737.00±2737b	9939.89±792bc	1724.75±1219c	20455.50±2234b
	Orta tuzlu	12233.47±931b	26917.53±3917a	29933.47±1066a	14883.21±989b	15334.42±1070b	25432.34±1020ab
	Yüksek tuzlu	22592.52±1159a	28208.39±3799a	32455.12±1066a	20546.72±1193a	24155.87±1746a	34046.72±5306a
P	Tuzsuz	6940.78±440c	7478.55±218c	7581.57±113.23c	6715.05±546d	7076.34±168c	7226.68±141c
	Hafif tuzlu	12707.03±174b	16816.97±1790b	20833.88±773b	10489.17±514c	13566.69±2294bc	16117.82±977b
	Orta tuzlu	16933.47±1933ab	20269.74±1266b	32023.07±1318a	15260.55±529b	17609.58±557ab	25813.61±2417ab
	Yüksek tuzlu	19812.55±1085a	29624.43±2787a	33200.21±1799a	21704.66±1132a	22581.19±907a	35191.29±4381a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.5. Arkadaş bitkilerinin kök sodyum iyon içerikleri

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) köklerinde bulunan Na⁺ miktarı birinci ve ikinci yılın her üç aşamasında da belirlenmiştir.

S. soda bitkisinin kök aksamındaki Na⁺ içeriği üzerinde farklı tuz seviyelerinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur, P<0.05. Örneğin, birinci yıl domates bitkisi ile birlikte yetiştirilen D+SS SS ve tek başına yetiştirilen SS'nin kök Na⁺ içeriği tuzsuz (kontrol) toprakta D+SS SS' de her üç aşama sırası ile 5806.45-, 5494.27- ve 5690.93 mg/kg, SS'de 4051.13-, 4657.22- ve 6229.90 mg/kg ile en düşük değer olarak tespit edilmiştir. Birinci yıl *S. soda* bitkisinde en yüksek kök Na⁺ içeriği yüksek tuzlu toprakta her üç aşamada sırası ile D+SS SS'de 12005.88-, 12169.00- ve 15692.32 mg/kg, SS'de 16371.06-, 16486.71- ve 16588.37 olarak ölçülmüştür, (Çizelge 4.50, P<0.05).

İkinci yılda da *S. soda* bitkisinin kök aksamındaki Na⁺ miktarı D+SS SS ve SS' de üç aşamada belirlenmiş ve artan tuz seviyesi ile kök Na⁺ miktarı artış göstermiştir. Örneğin, tuzsuz (kontrol) toprakta D+SS SS'de kök Na⁺ miktarı her üç aşama sırası ile 4088.40-, 4870.12- ve 5183.30 mg/kg, SS'de 3581.55-, 4957.41- ve 5451.60 mg/kg ile en düşük miktar olarak belirlenmiştir. İkinci yıl *S. soda* bitkisinde en yüksek kök Na⁺ içeriği yüksek tuzlu toprakta bulunmuştur. Buna göre yüksek tuz seviyesinde *S. soda*'nın kök Na⁺ miktarı her üç aşamada sırası ile D+SS SS'de 10416.10-, 12416.18- ve 13483.55 mg/kg, SS'de 13201.75-, 13663.61- ve 14930.55 mg/kg olarak belirlenmiştir, Çizelge 4.50, P<0.05.

Diğer bir arkadaş bitki olan *P. oleracea*'nın kök aksamındaki Na⁺ miktarı D+P P ve P bitki kombinasyonlarında her iki yılın üç aşamasında da belirlenmiş ve artan tuz seviyesinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur, (Çizelge 4.96 ve 4.97, P<0.05).

Birinci yıl domates bitkisi ile birlikte (D+P P) ve tek başına yetiştirilen (P) *P. oleracea* bitkisinin kök aksamındaki Na⁺ miktarı atan tuz seviyesi ile artmıştır. Buna göre, tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinin kök Na⁺ içeriği her üç aşamada sırası ile D+P P'deki 3565.37-, 5748.87- ve 7813.74 mg/kg, P'de 3515.12-, 6395.30- ve 60.44.96 mg/kg ile en düşük değer olarak belirlenmiştir. En yüksek kök Na⁺ içeriği olarak ise yüksek tuzlu toprakta yetiştirilen *P. oleracea* bitki

kökünde bulunmuştur. Buna göre yüksek tuz seviyesinde bulunan *P. oleracea* bitki kökü Na⁺ miktarı her üç aşama sırası ile D+P P'de 16972.62-, 18463.91- ve 22557.95 mg/kg, P'de 14709.65-, 18963.90- ve 17524.44 mg/kg olarak belirlenmiştir, (Çizelge 4.50, P<0.05).

İkinci yıl *P. oleracea* bitkisinin kök aksamında bulunan Na⁺ miktarı tuz seviyesinin artması ile hem D+P P ve hem de P'de önemli oranda artmıştır. Örneğin, tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'nin kök Na⁺ içeriği her üç aşama sırası ile 2283.15-, 4456.11- ve 5457.80 mg/kg, P'de 2463.05-, 5616.24- ve 5481.20 mg/kg ile en düşük değer olarak belirlenmiştir. İkinci yılın yüksek tuzlu toprağında bulunan *P. oleracea*'nin kök Na⁺ içeriği her üç aşama sırası ile ise D+P P'deki 16458.45-, 17342.08- ve 15956.25 mg/kg, P'de 16267.10-, 18319.73- ve 16445.85 mg/kg ile en yüksek değer olarak bulunmuştur, Çizelge 4.50, P<0.05.

S. soda ve *P. oleracea* arkadaş bitkilerinin kök aksamlarında ölçülen Na⁺ miktarının tuz seviyesinin artması tuz stresine olan toleranslarının önemli bir göstergesi olduğuna işaretir.

Çizelge 4.50. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin kök Na⁺ içerikleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Na ⁺ mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Na ⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	5806.45±231c	5494.27±1204b	5690.93±456c	4088.40±202b	4870.12±328c	5183.30±147b
	Hafif tuzlu	5897.95±446c	5989.72±54b	6888.58±250c	4371.80±136b	5277.04±58c	5525.90±106b
	Orta tuzlu	8943.84±858b	8238.89±365b	10944.95±613b	9956.75±91a	10559.27±593b	12104.60±191a
	Yüksek tuzlu	12005.88±992a	12169.00±1414a	15692.32±1306a	10416.10±598a	12416.18±401a	13483.55±917a
SS	Tuzsuz	4051.13±804c	4657.22±379c	6229.90±820c	3581.55±341c	4957.41±580c	5451.60±170c
	Hafif tuzlu	5484.45±95bc	6654.46±946bc	7135.57±841c	3878.65±250c	5706.23±149c	5821.65±275c
	Orta tuzlu	8560.03±229b	7528.99±171b	9560.03±229b	8954.25±135b	9254.07±165b	9811.45±191b
	Yüksek tuzlu	16371.06±1522a	16486.71±585a	16588.37±973a	13201.75±1611a	13663.61±1073a	14930.55±545a
D+P P	Tuzsuz	3565.37±93c	5748.87±186c	7813.74±390c	2283.15±170b	4456.11±427b	5457.80±197b
	Hafif tuzlu	5241.19±340c	6448.22±327c	8170.01±371c	4859.25±214b	5461.04±212b	6165.55±295b
	Orta tuzlu	9404.98±209b	12901.64±1170b	16346.04±743b	16711.60±2187a	16708.10±189a	16029.69±1529a
	Yüksek tuzlu	16972.62±1253a	18463.91±1288a	22557.95±1161a	16458.45±902a	17342.08±642a	15956.25±591a
P	Tuzsuz	3515.12±479c	6395.30±170c	6044.96±179b	2463.05±211c	5616.27±397c	5481.20±141b
	Hafif tuzlu	5804.53±1073bc	6753.28±441c	6393.76±968b	3856.15±280c	5981.33±224c	5640.25±320b
	Orta tuzlu	8524.02±100b	10083.06±988b	14821.82±802a	11244.30±332b	12508.51±690b	12329.65±1572a
	Yüksek tuzlu	14709.65±1119a	18963.90±788a	17524.44±2033a	16267.10±714a	18319.73±581a	16445.85±1892a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.6. Domates bitkilerinin yeşil aksam potasyum iyonu içerikleri

Farklı tuz ve bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam potasyum (K^+) içerikleri her iki yılın üç aşamasında belirlenmiştir. Buna göre, tuzsuz (kontrol) grubunda ve hafif tuzlu koşullarda yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam K^+ içeriği üzerinde bitki kombinasyonları arasında istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur, ($P>0.05$). Orta ve yüksek tuzlu koşullarda ise farklı bitki kombinasyonları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.51, $P<0.05$).

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) grubunda domates bitkisi yeşil aksam K^+ içeriği incelendiğinde tek başına yetiştirilen (D) domates bitkisinin her üç aşamasında sırası ile 11077.78-, 12665.16- ve 17677.72 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisinde (D+SS D) her üç aşama sırası 10789.27-, 15830.03- ve 17632.66 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki (D+P D) domates bitkisinde 10501.64-, 14703.81- ve 17757.41 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam K^+ içeriği yalnız D' de her üç aşama sırası ile 8483.38-, 11628.52- ve 11667.84 mg/kg, D+SS D' de 9373.13-, 13365.78- ve 15183.12 mg/kg, D+P D' de ise 8954.37-, 11678.09- ve 13806.45 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın orta tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen D'deki yeşil aksam K^+ içeriği her üç aşama sırası ile 6811.39-, 9382.68- ve 11750.88 mg/kg, D+SS D' de 9588.64-, 11102.60- ve 14449.74 mg/kg, D+P D' de 8486.75-, 9577.27- ve 13406.45 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen yalnız D ortamındaki domates bitkisinin yeşil aksam K^+ içeriği her üç aşama sırası ile 6994.80-, 8198.79- ve 8563.31 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 9685.90-, 9794.90- ve 10311.15 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığında D+P D'de 8815.18-, 8844.18- ve 9664.29 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yapılan çalışmada tuzsuz (kontrol) grubunda tek başına yetiştirilen D'nin yeşil aksam K^+ içeriği her üç aşama sırası ile 11571.15-, 16231.91- ve 20277.58 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 12158.27-, 18868.77- ve

20856.67 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de ise 12044.31-, 18066.96- ve 19484.16 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam K⁺ içeriği yalnız D'de her üç aşama sırası ile 10110.02-, 14087.93- ve 15579.25 mg/kg D+SS D' de 11887.16-, 16165.56- ve 17906.44 mg/kg, D+P D'de 10507.50-, 14361.91- ve 15590.84 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl orta tuz seviyesinde yetiştirilen yalnız D ortamındaki domates bitkisinin yeşil aksam K⁺ içeriği her üç aşama sırası ile 8521.53-, 10182.81- ve 12641.83 mg/kg, D+SS D'de 10739.98-, 16105.10- ve 16716.15 mg/kg, D+P D'de 9530.38-, 13076.45- ve 15414.25 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen D'nin yeşil aksam K⁺ içeriği her üç aşama sırası ile 7177.44-, 8840.69- ve 9648.26 mg/kg, D+SS D'de 8930.36-, 11634.72- ve 12387.33 mg/kg, D+P D'de 8863.52-, 9997.88- ve 11764.21 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Tuz seviyelerinin artması ile (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) her iki yılın üç aşamasında da tek başına yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksamı K⁺ içeriği en düşük seviyede belirlenmiştir. Buna karşın arkadaş bitkiler ile aynı ortamda yetiştirilen domates bitkilerinin yeşil aksam K⁺ içerikleri daha yüksek değerler sergilemiştir. Bu durum bitkilerin topraktan almış oldukları Na⁺ iyonu ile doğrudan ilişkilidir. Bitkiler tarafından alınan yüksek orandaki Na⁺ iyonu K⁺ iyon alımını azaltmaktadır. Tek başına yetiştirilen domates bitkisinin topraktan yüksek oranda Na⁺ alması bu bitkilerde K⁺ iyonunun daha az seviyede alınmasına neden olmuştur. Oysa arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinde Na⁺ iyon alımı daha düşük olduğundan K⁺ iyon içerikleri bu bitkilerde daha yüksek görülmüştür. Bu durum Na⁺ ile K⁺ arasındaki orana bağlıdır (Al-Khateeb, 2006; Turan ve ark., 2007). Bitkiler tarafından Na⁺ iyonunun gereğinden fazla alınması hem K⁺ iyonunun alımında azalmalara hem de Na⁺ toksitesine neden olmaktadır (Khan, 1993). Domates ve kırmızı lahana üzerine yapılan araştırmada tuzluluk stresinde Na⁺ iyonunun K⁺ iyonu alımını engellediği ve bitkilerde K⁺ iyon eksikliği belirlendiği bununda Na⁺ iyonunun rekabetinden kaynaklandığı, ileri sürülmüştür (Guerrier, 1984).

Çizelge 4.51. Birinci ve İkinci yıl domates bitkisi yeşil aksam K⁺ içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi yeşil aksam K ⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitkisi yeşil aksam K ⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	11077.78±792	12665.16±995a	17677.72±718a	11571.15±290a	16231.91±698a	20277.58±960a
	D+SS D	10789.27±146	15830.03±935a	17632.66±367a	12158.27±230a	18868.77±661a	20856.67±889a
	D+P D	10501.64±974a	14703.81±703a	17757.41±469a	12044.31±241a	18066.96±533a	19484.16±1078a
Hafif tuzlu	D	8483.38±320a	11628.52±180a	11667.84±987b	10110.02±671a	14087.93±755a	15579.25±829a
	D+SS D	9373.13±270a	13365.78±223a	15183.12±198a	11887.16±830a	16165.56±270a	17906.44±491a
	D+P D	8954.37±154a	11678.09±276a	13806.45±406a	10507.50±1248a	14361.91±308a	15590.84±922a
Orta tuzlu	D	6811.39±688b	9382.68±117b	11750.88±441b	8521.53±344b	10182.81±255b	12641.83±791b
	D+SS D	9588.64±301a	11102.60±550a	14449.74±350a	10739.98±694a	16105.10±842a	16716.15±321a
	D+P D	8486.75±286a	9577.27±222ab	13406.45±293a	9530.38±274a	13076.45±766ab	15414.25±375a
Yüksek tuzlu	D	6994.80±253b	8198.79±337b	8563.31±386b	7177.44±259b	8840.69±298b	9648.26±237b
	D+SS D	9685.90±257a	9794.90±359a	10311.15±457a	8930.36±301a	11634.72±225a	12387.33±301a
	D+P D	8815.18±213a	8844.18±299a	9664.29±267a	8863.52±257a	9997.88±875a	11764.21±932a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.7. Domates bitkilerinin kök potasyum iyon içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde ve bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitki kökü K^+ içerikleri her iki yılda ve üç aşamada incelenmiştir. Tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu koşullarda yetiştirilen domates bitkisinin kök K^+ içeriği üzerinde bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsizken $P>0.05$, orta ve yüksek tuzlu koşullarda arkadaş bitkiler ile beraber yetiştirilen domates bitkisinin kök K^+ içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.52, $P<0.05$).

Birinci yılın her üç aşamasında belirlenen kök K^+ içeriği Çizelge 4.100' de verilmiştir. Buna göre; tuzsuz (kontrol) grubunda domates bitki kökü K^+ içeriği incelendiğinde tek başına yetiştirilen domates (D) bitkisinin kök K^+ içeriği her üç aşamada sırası ile 2583.16-, 5456.55- ve 7469.29 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D' nin üç aşamasında sırası 3181.97-, 5895.35- ve 7887.91 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 3379.89-, 5461.18- ve 6975.46 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu tuz grubunda en düşük domates bitki kökü K^+ içeriği D'de, en yüksek D+SS D bitki kombinasyonunda belirlenmiştir.

Birinci yıl hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi kök K^+ içeriği her üç aşamada sırası ile yalnız D'de 2617.99-, 5314.57- ve 6773.04 mg/kg, D+SS D'de 2997.38-, 6550.17- ve 7185.65 mg/kg, D+P D'de 2451.39-, 5818.84- ve 7114.64 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu tuz grubunda da en düşük domates bitkisi kök K^+ içeriği D'de, en yüksek D+SS D bitki kombinasyonunda belirlenmiştir.

Birinci yıl orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi kök K^+ içeriği her üç aşamada sırası ile yalnız D' de 2289.68-, 2867.21- ve 3543.26 mg/kg, D+SS D arkadaşlığındaki 2651.08-, 3587.83- ve 3938.93 mg/kg, D+P D arkadaşlığında 3096.27-, 3271.15- ve 4195.03 mg/kg olarak bulunmuştur. Orta tuz seviyesindeki domates bitkisi kök K^+ içeriği en düşük D'de, en yüksek D+SS D bitki kombinasyonunda belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitki kökü K^+ içeriği yalnız D'de 2044.53-, 2785.89- ve 2748.32 mg/kg, D+SS D'de 2706.65-, 3600.22- ve 3583.54 mg/kg, D+P D'de 2470.77-, 3461.49- ve 3480.39 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yüksek tuz seviyesinde de domates bitki kökü K^+ içeriği en düşük D' e, en yüksek D+SS D arkadaşlığında belirlenmiştir.

İkinci yılın her üç aşamasında belirlenen kök K^+ içeriğinde Çizelge 4.52' de verilmiştir. Buna göre; İkinci yıl sonuçları incelendiğinde tuzsuz (kontrol) ortamda tek başına yetiştirilen D'nin kök K^+ içeriği üç aşamada sırası ile 2230.02-, 6320.70- ve 7904.60 mg/kg, D+SS D'de 2412.30-, 6492.44- ve 8376.50 mg/kg, D+P D'de 2022.55-, 6264.91- ve 7975.30 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl hafif tuz seviyesinde yalnız D'nin kök K^+ içeriği her üç aşamada sırası ile 2219.75-, 6887.80-ve 7042.35 mg/kg, D+SS D'de 2242.92-, 6323.35- ve 7079.62 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 2112.03-, 6111.45- ve 7274.05 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitki kökü K^+ içeriği D'de her üç aşamada sırası ile 1943.91-, 2955.97- ve 3229.05 mg/kg olarak bulunmuştur. *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 2374.11-, 3827.68- ve 4142.65 mg/kg, D+P D'de 2380.55-, 3318.00- ve 3533.32 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitki kökü K^+ içeriği her üç aşamada sırası ile yalnız D'de 1729.04-, 2359.85- ve 2296.90 mg/kg, D+SS D'de 2296.20-, 3188.90- ve 3378.20 mg/kg, D+P D'de 2098.00-, 2951.82- ve 3174.55 mg/kg olarak bulunmuştur.

Yeşil aksamda olduğu gibi kök aksamında da tuz stresine bağlı olarak (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) her iki yılın üç aşamasında da tek başına yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam K^+ içeriği en düşük seviyede belirlenmiştir. En yüksek kök K^+ içeriği *S. soda* arkadaşlığında belirlenmiştir. Bu durumun Na^+ ve K^+ iyonlarının birbirine olan rekabetinden kaynaklandığı söylenebilmektedir. Ortamda Na iyonunun fazla olması K^+ iyon alımını engellemektedir. Benzer bulgular Gradon ve ark. (1999) tarafından da ifade edilmiştir.

Çizelge 4.52. Birinci ve ikinci yıl domates bitki kökü K⁺ iyon içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi kök K ⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitkisi kök K ⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	2583.16±199a	5456.55±198a	7469.29±360a	2230.02±123a	6320.70±216a	7904.60±144a
	D+SS D	3181.97±130a	5895.35±643a	7887.91±363a	2412.30±168a	6492.44±140a	8376.50±245a
	D+P D	3379.89±185a	5461.18±136a	6975.46±199a	2022.55 ±196a	6264.91±195a	7975.30±164a
Hafif tuzlu	D	2617.99±76a	5314.57±132a	6773.04±94a	2219.75±383a	6887.80±591a	7042.35±86a
	D+SS D	2997.38±311a	6550.17±447a	7185.65±417a	2242.92±205a	6323.35±582a	7079.62±261a
	D+P D	2451.39±269a	5818.84±187a	7114.64±471a	2112.03±597a	6111.45±400a	7274.05±159a
Orta tuzlu	D	2289.68±167b	2867.21±170b	3543.26±151b	1943.91±146b	2955.97±88b	3229.05±161b
	D+SS D	2651.08±65a	3587.83±146a	3938.93±130a	2374.11±156a	3827.68±194a	4142.65±257a
	D+P D	3096.27±120a	3271.15±158a	4195.03±100a	2380.55±181a	3318.00±199a	3533.32±56a
Yüksek tuzlu	D	2044.53±62b	2785.89±21b	2748.32±84b	1729.04±196b	2359.85±184b	2296.90±114b
	D+SS D	2706.65±100a	3600.22±120a	3583.54±137a	2296.20±241a	3188.90±207a	3378.20±131a
	D+P D	2470.77±123a	3461.49±219a	3480.39±176a	2098.00±20.7a	2951.82±122a	3174.55±156a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.8. Domates meyve potasyum iyon içerikleri

Domates bitkisi meyve K^+ iyon içerikleri üzerine farklı tuz stresi ve bitki kombinasyonlarının etkisi her iki yılın üç aşamasında da incelenmiştir. Tüm tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) tek başına ve arkadaş bitkiler ile beraber yetiştirilen domates bitkilerinin meyve K^+ içeriklerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür (Çizelge 4.53, $P>0.05$).

Birinci yıl kontrol (tuzsuz) toprakta tek başına yetiştirilen domates bitkisinin (D) meyve K^+ miktarı üç aşama sırası ile 6561.62-, 6142.99- ve 6211.62 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen D+SS D'nin meyve K^+ içeriği üç aşama sırası ile 6675.73-, 7165.41- ve 7170.61 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'nin meyve K^+ içeriği 6442.16-, 8017.27- ve 7492.16 mg/kg olarak bulunmuştur.

Birinci yıl hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve K^+ içeriği her üç aşamada yalnız D'de 5365.60-, 4369.66- ve 4102.60 mg/kg, D+SS D'de 5515.11-, 4900.50- ve 5199.11 mg/kg, D+P D'de 5406.00-, 4704.57- ve 4955.07 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu tuz seviyesindeki meyve K^+ içeriği en düşük D'de, en yüksek D+SS D arkadaşlığındaki meyvelerde belirlenmiştir.

Birinci yılın orta tuz seviyesindeki domates meyvesinin K^+ içeriği yalnız D'de üç aşama sırası ile 4183.40-, 3602.47- ve 3704.28 mg/kg, D+SS D'de 4558.15-, 4732.00- ve 4612.65 mg/kg, D+P D'de 4513.98-, 4568.60- ve 4564.69 mg/kg olarak ölçülmüştür. Orta tuz seviyesindeki meyve K^+ içeriği en düşük D'de, en yüksek D+SS D bitki kombinasyonunda belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde yalnız başına yetiştirilen domates bitkisinin I. ve II. aşamasında meyve olmadığından ve III. aşamada bulunan meyvenin çok küçük olmasından dolayı K^+ ölçümü yapılamamıştır. *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D'de meyve K^+ miktarı üç aşama sırası ile 4226.00-, 4152.16- ve 33333.84 mg/kg olarak bulunmuştur. Yine *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de üç aşamada da meyve olmadığından K^+ değeri ölçülememiştir, (Çizelge 4.53).

Benzer sonuçlar ikinci yıldada görülmüştür. Örneğin ikinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitkisinin meyve K^+ içeriği yalnız D'de üç aşama sırası ile 7822.50-, 8055.00- ve 8207.50 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de

8035.00-, 8085.00- ve 8232.50 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 7883.50-, 8022.00- ve 8268.40 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yılın hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve K⁺ içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 6162.00-, 5638.00- ve 5613.65 mg/kg, D+SS D'de 6499.15-, 6018.50- ve 5955.00 mg/kg, D+P D'de 6203.50-, 5976.50- ve 5765.40 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve K⁺ içeriği her üç aşama da sırası ile yalnız D'de 4043.00-, 5074.50- ve 4589.10 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 5607.50-, 5781.50- ve 5455.30 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de ise 5539.50-, 5313.75- ve 5112.00 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde yalnız başına yetiştirilen domates bitkisinde meyve K⁺ miktarı üç aşama da sırası ile 3318.00-, 4070.00- ve 3940.00 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D'de üç aşama da sırası ile 3766.00-, 4345.25- ve 4156.00 mg/kg olarak belirlenmiştir. *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de I. ve II. aşamalarda meyve görülmediğinden K⁺ değeri ölçülememiştir, III. aşamada 2710.00 mg/kg olarak bulunmuştur.

Her iki yılın farklı tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) yetiştirilen domates bitkisi meyve K⁺ içeriği en düşük D'de, en yüksek ise D+SS D'deki meyvelerde görülmüştür. Bu durumda yine Na⁺ ve K⁺ rekabetinden kaynaklı olup, tek başına yetiştirilen domates bitkisinin meyvesindeki yüksek Na⁺ iyonu K⁺ alımını engellemiştir. Arkadaş bitkiler ile aynı ortamda yetiştirilen domates bitkilerinde meyve Na⁺ içerikleri daha düşük olduğundan K⁺ oranı daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.53. Birinci ve ikinci yıl domates meyve K⁺ iyon içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates meyve K ⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates meyve kök K ⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	6561.62±382a	6142.99±427b	6211.62±232b	7822.50±194a	8055.00±63,0a	8207.50±89.5a
	D+SS D	6675.73±117a	7165.41±382ab	7170.61±387ab	8035.00±741a	8085.00±191a	8232.50±167a
	D+P D	6442.16±134a	8017.27±245a	7492.16±115a	7883.50±404a	8022.00±126a	8268.40±240a
Hafif tuzlu	D	5365.60±180a	4369.66±250a	4102.60±259a	6162.00±594a	5638.00±118a	5613.65±225a
	D+SS D	5515.11±335a	4900.50±150a	5199.11±305a	6499.15±401a	6018.50±57.5a	5955.00±85a
	D+P D	5406.00±56a	4704.57±436a	4955.07±430a	6203.50±303a	5976.50±170a	5765.40±208a
Orta tuzlu	D	4183.40±63a	3602.47±344a	3704.28±208b	4043.00±344a	5074.50±314a	4589.10±210b
	D+SS D	4558.15±254a	4732.00±179a	4612.65±94a	5607.50±299a	5781.50±151a	5455.30±54a
	D+P D	4513.98±235a	4568.60±221a	4564.69±76a	5539.50±391a	5313.75±76.2a	5112.00±48a
Yüksek tuzlu	D	-	-	-	3318.00±0.00b	4070.00±0.00b	3940.00±0.00b
	D+SS D	4226.00±154	4152.16±80	33333.84±2101	3766.00±266a	4345.25±524a	4156.00±1214a
	D+P D	-	-	-	-	-	2710.00±0.00b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.9. Arkadaş bitkilerin yeşil aksam potasyum iyon içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde ve bitki kombinasyonlarında yetiştirilen arkadaş bitkilerin yeşil aksam K^+ miktarı her iki yılın ve üç aşamasında incelenmiş ve tuz seviyesinin arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) K^+ miktarı üzerine etkisi önemli görülmüştür, Çizelge 4.54, $P<0.05$.

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta domates bitkisi ile birlikte (D+SS SS) ve tek başına (SS) yetiştirilen *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki K^+ miktarı üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 23668.48-, 23858.45- ve 23472.43 mg/kg, SS'de 19411.43-, 18382.34- ve 19272.90 mg/kg ile en yüksek değer olarak bulunmuştur. *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki en düşük K^+ miktarı yüksek tuzlu topraklarda yetiştirilen D+SS SS'de üç aşama sırası ile, 14229.81-, 11771.13- ve 12576.37 mg/kg, SS'de 14885.14-, 13542.21- ve 14045.60 mg/kg ile belirlenmiştir.

İkinci yılın tuzsuz (kontrol) toprağında yetiştirilen *S. soda*'nın yeşil aksamındaki K^+ miktarı üç aşama sırası ile D+SS SS'de 21426.40-, 21868.20- ve 20799.02 mg/kg, SS'de 22882.39-, 14767.12- ve 15770.26 mg/kg ile en yüksek değer olarak bulunmuştur. En düşük K^+ miktarı yüksek tuzlu toprakta bulunan *S. soda* bitkisinin yeşil aksamında her üç aşama sırası ile D+SS SS'de 11474.45-, 11014.40- ve 10724.45 mg/kg, SS'de 12895.45-, 12560.07- ve 11786.75 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Diğer bir arkadaş bitki olan *P. oleracea* bitkisi yeşil aksam K^+ miktarı her iki yılın üç aşamasında da tüm tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) hem domates bitkisi ile ortak yetiştirilen *P. oleracea* (D+P P), hemde yalnız yetiştirilen *P. oleracea* (P) bitkisinde belirlenmiş ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, Çizelge 4.54, $P<0.05$.

Birinci yılda tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'deki K^+ içeriği her üç aşamada sırası ile 42228.33-, 4873.94- ve 44223.27 mg/kg, P' de 37399.60-, 46024.82- ve 41099.20 mg/kg ile en yüksek değer olarak bulunmuştur. En düşük K^+ miktarı yüksek tuzlu toprakta bulunan D+P P'de üç aşama da sırası ile 35449.96-, 38819.22- ve, 37854.06 mg/kg, P'de üç aşama sırası ile 30416.67-, 31343.02- ve 29623.16 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Benzer sonuçlar ikinci yılda yetiştirilen *P. oleracea* bitkilerinde de bulunmuştur. Örneğin, tuzsuz (kontrol) toprakta yeşil aksam K^+ içeriği her üç aşama sırası D+P P'deki 39934.25-, 44553.96- ve 41150.78 mg/kg, P'de 40327.12-, 43911.96- ve 42346.16 mg/kg ile en yüksek değerler bulunmuştur. En düşük değer ise yine yüksek tuzlu topraklarda her üç aşama da sırası ile D+P P'de 31563.98-, 32376.83- ve 31563.98 mg/kg, P'de 28278.42-, 27368.83- ve 29895.72 mg/kg olarak bulunmuştur, Çizelge 4.54.

Farklı tuz seviyeleri (tuzsuz, hafif, orta, ve yüksek) ve bitki kombinasyonlarında bulunan arkadaş bitkilerin (*S. soda* ve *P. oleracea*) yeşil aksamlarındaki K^+ miktarı tuz seviyesinin artması ile azalma göstermiştir. Bu azalmanın nedeninin bu bitkilerin topraktan yüksek oranda almış oldukları Na^+ miktarına bağlıdır.

Çizelge 4.54. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin yeşil aksam K⁺ içerikleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> yeşil aksam K ⁺ içerikleri mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> yeşil aksam K ⁺ içerikleri mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	23668.48±1831a	23858.45±1870a	23472.43±2966a	21426.40±1791a	21868.20±682a	20799.02±1583a
	Hafif tuzlu	22448.32±1308a	19728.38±1971a	23242.12±700a	19240.61±1691a	20455.16±824a	19662.11±2169a
	Orta tuzlu	14201.19±1499b	15586.68±963b	14064.06±2435b	12003.70±1086b	12864.02±1942b	12528.40±667b
	Yüksek tuzlu	14229.81±866b	11771.13±1510c	12576.37±2343b	11474.45±812b	11014.40±1405b	10724.45±1937b
SS	Tuzsuz	19411.43±988a	18382.34±744a	19272.90±412a	22882.39±2356a	14767.12±591a	15770.26±344a
	Hafif tuzlu	17825.15±802a	17461.99±1011a	18309.75±509a	18355.61±879a	14386.08±266a	15044.05±779a
	Orta tuzlu	16466.71±836b	15072.92±271b	14913.51±396b	13760.69±800b	12852.83±607b	14144.93±275a
	Yüksek tuzlu	14885.14±1056b	13542.21±1482b	14045.60±1945c	12895.45±1717b	12560.07±103c	11786.75±1004a
D+P P	Tuzsuz	42228.33±1770a	4873.94±2182a	44223.27±993a	39934.25±385a	44553.96±682a	41150.78±1943a
	Hafif tuzlu	35332.86±1604b	37909.83±2583b	41943.86±498a	31810.76±1677b	32987.86±1747b	31806.00±1794b
	Orta tuzlu	36954.81±828b	36745.67±745b	41484.19±2524b	32078.06±705b	32142.41±251b	32304.93±1162b
	Yüksek tuzlu	35449.96±2962b	38819.22±978b	37854.06±1257b	31563.98±476b	32376.83±1856b	31563.98±476b
P	Tuzsuz	37399.60±1199a	46024.82±1524a	41099.20±2342a	40327.12±2861a	43911.96±1316a	42346.16±2169a
	Hafif tuzlu	31031.47±1829b	42339.69±1779a	35930.17±1630a	35369.47±2364a	35734.86±1988a	38541.81±2022a
	Orta tuzlu	30627.00±403b	35404.79±2639b	30082.44±2557a	32112.87±3218a	32312.42±516b	35033.04±348b
	Yüksek tuzlu	30416.67±1152b	31343.02±626c	29623.16±473b	28278.42±309a	27368.83±1408c	29895.72±2311b

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.10. Arkadaş bitki kökü potasyum iyon içerikleri

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) köklerinde bulunan K⁺ miktarı birinci ve ikinci yılların üç aşamasında da belirlenmiştir. Artan tuz seviyesi ile arkadaş bitki köklerindeki K⁺ miktarı azalma göstermiştir. Böylece arkadaş bitkilerinin kök aksamındaki K⁺ miktarı üzerinde tuz seviyesinin etkisi istatistiksel olarak önemli görülmüştür (Çizelge 4.55, P<0.05).

Birinci yıl domates bitkisi ile birlikte (D+SS SS) ve tek başına (SS) yetiştirilen *S. soda* bitkisinin kök aksamındaki K⁺ içeriği tuzsuz (kontrol) toprakta üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 15280.27-, 14571.96- ve 16099.20 mg/kg, SS'de 16237.55-, 14134.25- ve 17110.90 mg/kg ile en yüksek değerler olarak bulunmuştur. Yüksek tuzlu toprakta yetiştirilen *S. soda* bitkisinin kök aksamındaki K⁺ içeriği ise üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 10846.39-, 9616.57- ve 10163.34 mg/kg, SS'de 11053.69-, 10875.10- ve 10429.14 mg/kg ile en düşük değerler olarak ölçülmüştür

İkinci yılda *S. soda* bitkisinin kök aksamındaki K⁺ miktarı tuzsuz (kontrol) toprakta üç aşamada sırası ile D+SS SS'de 14951.80-, 12992.75- ve 12842.55 mg/kg, SS'de 17517.55-, 16608.25- ve 16162.50 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yüksek tuzluda ise üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 9591.00-, 8791.20- ve 9492.63 mg/kg, SS'de 11850.28-, 12184.10- ve 11998.84 mg/kg ile en düşük değerler belirlenmiştir

Diğer bir arkadaş bitki olan *P. oleracea*'nın kök aksamındaki K⁺ miktarı D+P P ve P bitki kombinasyonlarında her iki yılın üç aşamasında belirlenmiş ve artan tuz seviyesinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, Çizelge 4.55, P<0.05.

Birinci yılın domates bitkisi ile birlikte yetiştirilen (D+P P) ve tek başına yetiştirilen (P) *P. oleracea* bitkisinin kök aksamındaki K⁺ miktarı artan tuz seviyesi ile azalmıştır. Örneğin, kontrol (tuzsuz) toprakta D+P P'deki K⁺ içeriği her üç aşama sırası ile 19260.34-, 16916.10- ve 12655.82 mg/kg, P'de 19179.27-, 21127.73- ve 16775.94 mg/kg olarak belirlenmiştir. Birinci yılın yüksek tuzlu topraklarında yetiştirilen *P. oleracea*'nın K⁺ içeriği her üç aşama sırası ile D+P P'de 12232.95-, 8789.37- ve 7996.39 mg/kg, P'de 11309.01-, 10289.36- ve 11580.96 mg/kg ile en düşük değerler ölçülmüştür.

İkinci yıl *P. oleracea* bitkisinin kök aksamında bulunan K^+ miktarı birinci yıl sonuçlarına benzerlik göstermiştir. Domates bitkisi ile birlikte (D+P P) ve tek başına (P) yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinin kök aksamında bulunan K^+ miktarı tuz seviyesinin artması ile azalmıştır. Buna göre; tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'deki K^+ içeriği her üç aşamada sırası ile 16425.50-, 14691.21- ve 11261.31 mg/kg, P' de 14379.20-, 15274.05- ve 14960.95 mg/kg ile en yüksek değer elde edilirken, yüksek tuzlu topraklardaki *P. oleracea* bitkisinin kök K^+ içeriği her üç aşamada sırası ile D+P P' deki 11140.05-, 8801.40- ve 8668.40 mg/kg, P' de 11047.15-, 10013.96- ve 8180.30 mg/kg ile en düşük değerler olarak bulunmuştur.

Tuza toleransta iyon dengesi önemli olup ortamın tuz konsantrasyonunun artması ile bitki dokularındaki K^+ ve Ca^{++} iyonları azalmaktadır (Guerrier, 1984; Al-Karaki, 2000). Bizim çalışmamızda arkadaş bitki olarak kullanılan *S. soda* ve *P. oleracea* bitki kök aksamında K^+ iyon içeriği tuz seviyesinin artması ile azalma göstermiştir. En düşük K^+ miktarı yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen bitkilerde görülmüştür. Bu bitkiler yüksek oranda Na^+ 'u bünyelerine aldıklarından ve K^+ alımı daha az gerçekleştirmiştir.

Çizelge 4.55. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin kök K⁺ değeri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök K ⁺ içerikleri mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök K ⁺ içerikleri mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	15280.27±994a	14571.96±1497a	16099.20±1060a	14951.80±691a	12992.75±551a	12842.55±367a
	Hafif tuzlu	14425.32±73a	10221.37±10b	15131.51±1133a	12968.25±1606a	11890.25±1087a	12960.48±842a
	Orta tuzlu	12109.78±901b	10876.1±1355b	12125.01±2056b	10188.75±877b	11697.80±631a	10927.00±556b
	Yüksek tuzlu	10846.39±1017b	9616.57±704b	10163.34±2334b	9591.00±388b	8791.20±411b	9492.63±339b
SS	Tuzsuz	16237.55±1128a	14134.25±418a	17110.90±507a	17517.55±1773a	16608.25±932a	16162.50±1734a
	Hafif tuzlu	16141.70±738a	13714.04±296a	16282.34±1189a	13512.69±1062a	14026.05±754a	15501.34±759a
	Orta tuzlu	13287.93±463b	13696.06±414a	13287.93±536b	14126.25±626a	12047.05±294b	15497.60±644a
	Yüksek tuzlu	11053.69±540b	10875.10±1031b	10429.14±1193c	11850.28±924b	12184.10±1589b	11998.84±446b
D+P P	Tuzsuz	19260.34±1490a	16916.10±3067a	12655.82±1480a	16425.50±1721	14691.21±869a	11261.31±408a
	Hafif tuzlu	16625.31±1054a	13785.20±2150a	13270.40±159a	14623.56±503	13380.15±739a	12174.25±385a
	Orta tuzlu	13553.35±2005b	14906.36±937a	12170.23±741a	12171.34±571	11454.65±712b	9601.70±851b
	Yüksek tuzlu	12232.95±928b	8789.37±599b	7996.39±538b	11140.05±268	8801.40±527c	8668.40±539c
P	Tuzsuz	19179.27±1804a	21127.73±1797a	16775.94±1546a	14379.20±589a	15274.05±452	14960.95±1539a
	Hafif tuzlu	12732.77±2517a	13051.57±794b	12361.63±274b	13684.25±891a	13011.35±1835	14911.45±649a
	Orta tuzlu	10625.43±395b	11407.26±561b	10896.67±667b	12819.06±656b	9569.74±907	8986.40±887b
	Yüksek tuzlu	11309.01±1137b	10289.36±1099b	11580.96±124b	11047.15±561b	10013.96±861	8180.30±305b

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.11. Domates bitkilerinin yeşil aksam kalsiyum iyon içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde ve farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam kalsiyum (Ca^{++}) içerikleri her iki yılın üç aşamasında da belirlenmiştir. Buna göre, tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu topraklarda bulunan domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriğinde bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür ($P>0.05$). Orta ve yüksek tuzlu topraklarda ise farklı bitki kombinasyonlarının etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.56, $P<0.05$). Örneğin; birinci yıl kontrol (tuzsuz) toprakta yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriği incelendiğinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinde (D) her üç aşama sırası ile 33556.20-, 36921.60- ve 36691.15 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisinde (D+SS D) 36100.60-, 37595.55- ve 38837.18 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığında bulunan domates bitkisinde (D+P D) ise 34569.88-, 36395.09- ve 35863.90 mg/kg olarak bulunmuştur.

Birinci yılın hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam Ca^{++} içeriği tek başına yetiştirilen D'de her üç aşama sırası ile 31646.32-, 34403.94- ve 34311.86 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen D+SS D'de 33149.83-, 36662.12- ve 36043.25 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığında yetiştirilen D+P D'de 35735.28-, 37039.10- ve 35930.21 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu tuz seviyesindeki domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriği en düşük tek başına yetiştirilen D'de belirlenmiştir.

Birinci yıl orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriği her üç aşamada D'de 25295.45-, 25760.23- ve 25715.60 mg/kg D+SS D' de 32254.25-, 34601.74- ve 34662.65 mg/kg, D+P D'de 29739.53-, 34453.72- ve 32286.99 mg/kg olarak belirlenmiştir. Orta tuz seviyesindeki domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriği en düşük tek başına yetiştirilen D'de, en yüksek D+SS D arkadaşlığında bulunmuştur.

Birinci yıl yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriği üç aşamada sırası ile D'de 20488.62-, 22426.63- ve 20459.67 mg/kg, D+SS D'de 28845.60-, 30739.78- ve 32012.38 mg/kg, D+P D'de 29863.03-, 31043.67- ve 30911.36 mg/kg olarak bulunmuştur. Yüksek tuz seviyesinde de domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriği en düşük tek başına yetiştirilen D'de tespit edilmiştir.

İkinci yıl yapılan çalışmada tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam Ca^{++} içeriği üç aşama sırası ile D'de 35113.94-, 36442.35- ve 34321.53 mg/kg, D+SS D' de 38395.57-, 37120.38- ve 36496.37 mg/kg, D+P D'de ise 36905.10-, 36490.08- ve 35708.31 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriği ise D'de her üç aşama sırası ile 28348.65-, 33655.45- ve 32215.64 mg/kg, D+SS D'de 36897.91-, 35630.01- ve 33914.87 mg/kg, D+P D'de 32330.43-, 33403.32- ve 33023.32 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriği üç aşama da sırası ile D'de 27979.25-, 27310.99- ve 26455.23 mg/kg D+SS D'de 34100.98-, 33964.70- ve 32653.30 mg/kg, D+P D'de 32131.49-, 35109.12- ve 32810.48 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Ca^{++} içeriği üç aşamada sırası ile D'de 26046.09-, 25258.30- ve 22973.61 mg/kg, D+SS D'de 34620.37-, 33524.87- ve 32629.52 mg/kg, D+P D'de ise 34681.15-, 32113.30- ve 29947.76 mg/kg olarak bulunmuştur.

Her iki yılın üç aşamasında da tek başına yetiştirilen D'nin yeşil aksamında en düşük Ca^{++} içeriği görülmüştür. En yüksek Ca^{++} içeriği *S.soda* arkadaşlığındaki D+SS D' de ölçülmüştür. Hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen D'nin topraktan yüksek oranda almış oldukları Na^{+} iyonu, Ca^{++} iyon alımını azalmıştır. Bu nedenle tuzsuz (kontrol) bitkilerdeki Ca^{++} miktarına oranla hafif, orta ve özellikle yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen D'nin yeşil aksamındaki Ca^{++} iyon içeriği düşük çıkmıştır. Arkadaş bitkilerin topraktan yüksek oranda Na^{+} almaları aynı ortamda yetiştirilen domates bitkisinin daha az oranda Na^{+} iyonuna maruz bırakarak düşük oranda Na^{+} almasına ve daha yüksek oranda Ca^{++} almasına neden olmuştur.

Tuz stresinde Na^{+} iyonunun baskın olması Ca^{++} alımını azalttığı gibi Ca^{++} iyonunun bitkide hareketinide azaltır. Bu durumdan bitkinin hem vejetatif hemde üretim organları etkilenir (Chow, 1990). Yokaş ve ark. (2007) tuz stresinin sadece Ca^{++} miktarını azaltmadığını, Ca^{++} iletilmesi üzerinde de negatif etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.56. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Ca⁺⁺ içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Ca ⁺⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Ca ⁺⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	33556.20±3401a	36921.60±1234a	36691.15±1434a	35113.94±1825a	36442.35±2511a	34321.53±1644a
	D+SS D	36100.60±3836a	37595.55±3658a	38837.18±1712a	38395.57±2701a	37120.38±529a	36496.37±1376a
	D+P D	34569.88±2122a	36395.09±2062	35863.90±1488a	36905.10±2330a	36490.08±2342a	35708.31±3147a
Hafif tuzlu	D	31646.32±3281a	34403.94±1024a	34311.86±2640a	28348.65±907a	33655.45±1015a	32215.64±4251a
	D+SS D	33149.83±1173a	36662.12±1326a	36043.25±3506a	36897.91±1649a	35630.01±671a	33914.87±7614a
	D+P D	35735.28±1760a	37039.10±1460a	35930.21±1262a	32330.43±3071a	33403.32±926a	33023.32±3179a
Orta tuzlu	D	25295.45±1324b	25760.23±1435b	25715.60±480b	27979.25±1949b	27310.99±1197b	26455.23±923b
	D+SS D	32254.25±1262a	34601.74±1568a	34662.65±1158a	34100.98±774a	33964.70±1208a	32653.30±1147a
	D+P D	29739.53±802a	34453.72±1328a	32286.99±928a	32131.49±1312a	35109.12±418a	32810.48±789a
Yüksek tuzlu	D	20488.62±1854b	22426.63±1101b	20459.67±319b	26046.09±1712b	25258.30±1722b	22973.61±463b
	D+SS D	28845.60±1661a	30739.78±1528a	32012.38±756a	34620.37±920a	33524.87±935a	32629.52±1337a
	D+P D	29863.03±1033a	31043.67±805a	30911.36±2666a	34681.15±1081a	32113.30±1637a	29947.76±1297a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir. Varyasyon kaynakları: Tuz seviye (A) x Bitki kombinasyon (B). *P<0.05 Önemli. **P<0.01 Çok önemli. NS: Önemsiz.

4.6.12. Domates bitkilerinin kök kalsiyum iyon içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde ve farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitki kökü Ca^{++} içerikleri her iki yılın üç aşamasında incelenmiş, tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu topraklarda bulunan domates bitki kökü Ca^{++} içeriği üzerinde arkadaş bitkilerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür ($P>0.05$). Orta ve yüksek tuzlu topraklarda yetiştirilen domates bitki kökü Ca^{++} içeriğinde ise arkadaş bitkilerinin etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur, (Çizelge 4.57, $P<0.05$).

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta tek başına yetiştirilen domates bitkisinin (D) kök Ca^{++} içeriği her üç aşamada sırası ile 13801.27-, 12241.72-, 14496.71 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 15584.72-, 13911.93- ve 15353.28 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de ise 14381.81-, 12459.21- ve 17604.08 mg/kg olarak bulunmuştur.

Birinci yıl hafif tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen domates bitki kökü Ca^{++} içeriği her üç aşamada sırası ile 18466.70-, 10254.68- ve 12482.73 mg/kg, *S. soda* bitkisi ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 21669.76-, 17623.81- ve 15077.22 mg/kg, *P. oleracea* ile birlikte yetiştirilen D+P D'de 21515.67-, 12314.51- ve 17690.46 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu tuz seviyesindeki domates bitkisi kök Ca^{++} içeriği en düşük tek başına yetiştirilen D'de bulunmuştur.

Birinci yıl orta tuz seviyesinde ise domates bitki kökü Ca^{++} içeriği her üç aşamada sırası ile D'de 11612.52-, 9249.85- ve 8417.73 mg/kg olarak, *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D'de 16196.35-, 16233.08- ve 14110.27 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığında bulunan D+P D'de 14738.20-, 15984.64- ve 13596.51 mg/kg olarak belirlenmiştir. Orta tuz seviyesindeki domates bitkisi kök Ca^{++} içeriği en düşük tek başına yetiştirilen D'de belirlenmiştir.

Birinci yıl yüksek tuz seviyesindeki domates bitki kökü Ca^{++} içeriği üç aşamada sırası ile D'de 8700.83-, 8377.78- ve 7954.41 mg/kg, D+SS D'de bulunan domates bitkisinde 12506.37-, 9680.67- ve 9666.19 mg/kg, D+P D'de bulunan domates bitkisinde 9299.08, 9376.62, 9265.08 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yüksek tuz seviyesinde de en düşük domates bitki kökü Ca^{++} içeriği tek başına yetiştirilen D'de belirlenmiştir.

İkinci yıl yapılan çalışmanın tuzsuz (kontrol) toprağında kök Ca^{++} içeriği her üç aşama da sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 14210.31-, 12162.26- ve 14319.10 mg/kg, D+SS D'de 13614.06-, 16258.55- ve 15628.40 mg/kg, D+P D'de 18614.50, 14326.64, 16970.15 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın hafif tuzlu toprağındaki domates bitkisi kök Ca^{++} içeriği ise üç aşama da sırası ile D'de 15616.64-, 14801.25- ve 17275.35 mg/kg, D+SS D'de bitki kombinasyonunda bulunan domates bitkisinde 14945.90-, 16813.90- ve 13911.30 mg/kg, D+P D'de 16626.80, 18498.40, 16598.25 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yılın orta tuzlu toprağındaki domates bitkisi kök Ca^{++} içeriği ise üç aşama da sırası ile D'de 9759.97-, 9949.57- ve 9478.82 mg/kg olarak görülmüştür. D+SS D' de 12358.40-, 13318.82- ve 13377.10 mg/kg, D+P D' de 16537.51-, 12911.53- ve 13030.42 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuzlu toprağında domates bitkisi kök Ca^{++} içeriği üç aşama sırası ile D'de 8348.37-, 7996.85- ve 7791.10 mg/kg, D+SS D' de 9465.40-, 9313.60- ve 10445.15 mg/kg, D+P D'de 9138.65-, 9279.03- ve 9677.85 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Her iki yılın ve üç aşamasında da hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisinin kök Ca^{++} içeriği en düşük tek başına yetiştirilen D'de belirlenmiştir. Tek başına bulunan D'de Na^{+} iyonu domates bitkisi tarafından Ca^{++} iyon alımını engellemiştir. *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkilerinde Na^{+} iyonu arkadaş bitkiler tarafından kullanıldığından domates bitkisinin daha az Na^{+} ve daha fazla Ca^{++} almasına sebep olmuştur. Özellikle *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitki kökünde yüksek oranda belirlenen Ca^{++} iyonu *S. soda* bitkisinin yüksek oranda Na^{+} alarak domates bitkisinin daha fazla Ca^{++} almasına neden olmuştur.

Çizelge 4.57. Domates bitki kökü Ca⁺⁺ içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitki kök Ca ⁺⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitki kök Ca ⁺⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	13801.27±1422a	12241.72±3179a	14496.71±1482a	14210.31±2321a	12162.26±27a	14319.10±1353a
	D+SS D	15584.72±2075a	13911.93±4005a	15353.28±435a	13614.06±1450a	16258.55±1102a	15628.40±3380a
	D+P D	14381.81±2406a	12459.21±3811a	17604.08±2302a	18614.50±4619a	14326.64±2151a	16970.15±1588a
Hafif tuzlu	D	18466.70±654a	10254.68±1057a	12482.73±1967a	15616.64±698b	14801.25±2014a	17275.35±1315a
	D+SS D	21669.76±653a	17623.81±4045a	15077.22±1499a	14945.90±1039a	16813.90±745a	13911.30±120a
	D+P D	21515.67±2774a	12314.51±915a	17690.46±2260a	16626.80±1427a	18498.40±474a	16598.25±1021a
Orta tuzlu	D	11612.52±673b	9249.85±691b	8417.73±543b	9759.97±109b	9949.57±310b	9478.82±160b
	D+SS D	16196.35±364a	16233.08±936a	14110.27±172a	12358.40±858a	13318.82±129a	13377.10±148a
	D+P D	14738.20±1098a	15984.64±779a	13596.51±253a	16537.51±1266b	12911.53±87a	13030.42±398a
Yüksek tuzlu	D	8700.83±610b	8377.78±166b	7954.41±2992b	8348.37±113b	7996.85±140b	7791.10±383b
	D+SS D	12506.37±319a	9680.67±120a	9666.19±254a	9465.40±205a	9313.60±81a	10445.15±761a
	D+P D	9299.08±42a	9376.62±193a	9265.08±796a	9138.65±233a	9279.03±122a	9677.85±89a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.13. Domates meyve kalsiyum iyon içerikleri

Farklı tuz stresinde yetiştirilen domates bitkisinin meyve Ca^{++} içerikleri üzerine ve farklı bitki kombinasyonlarındaki arkadaş bitkilerinin etkisi her iki yılın üç aşamasında da incelenmiştir. Arkadaş bitkilerinin etkisi tuzsuz, hafif tuzlu topraklarda yetiştirilen domates bitkisi meyve Ca^{++} içeriklerinde istatistiksel olarak önemsiz, $P>0.05$, orta ve yüksek tuzlu topraklarda ise önemli görülmüştür, Çizelge 4.58, $P<0.05$. Buna göre; birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates meyvesi Ca^{++} içeriği incelendiğinde yalnız başına yetiştirilen domates bitkisinde (D) üç aşamada sırası ile 460.88-, 726.22- ve 716.22 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinde (D+SS D) 502.28-, 764.31- ve 775.97 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisinde (D+P D) ise 481.59-, 685.07- ve 794.93 mg/kg olarak bulunmuştur.

Birinci yıl hafif tuz seviyesindeki domates meyvesi Ca^{++} içeriği yalnız D' de üç aşama da sırası ile 391.81-, 671.74- ve 664.63 mg/kg olarak bulunmuştur. D+SS D ile birlikte yetiştirilen domates bitkisinde 439.97-, 737.74- ve 757.45 mg/kg, D+P D'de 501.92-, 725.98-, 700.15 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu tuz seviyesinde en düşük domates meyve Ca^{++} içeriği tek başına yetiştirilen D'de belirlenmiştir.

Birinci yıl orta tuzlu toprakta yetiştirilen domatesin meyve Ca^{++} içeriği incelendiğinde D' de üç aşama da sırası ile 386.67-, 440.56- ve 436.40 mg/kg, D+SS D'de 441.02-, 639.67- ve 610.19 mg/kg, D+P D'de 488.97-, 583.55- ve 555.43 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu tuz seviyesinde en düşük domates meyve Ca^{++} içeriği tek başına yetiştirilen D'de, en yüksek D+SS D arkadaşlığında saptanmıştır.

Birinci yıl yüksek tuz seviyesinde yalnız başına yetiştirilen domates bitkisinde I. ve II. aşamasında meyve olmadığından ve III. aşamasında bulunan meyvenin çok küçük olmasından dolayı Ca^{++} ölçümü yapılamamıştır. D+SS D kombinasyonundaki domates bitkisinde meyve Ca^{++} miktarı üç aşama sırası ile 370.85-, 471.95- ve 445.61 mg/kg olarak bulunmuştur. Yine D+P D arkadaşlığında bulunan domates bitkisinin üç aşamasında da meyve olmadığından Ca^{++} değeri bulunmamıştır.

İkinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta domates meyvesi Ca^{++} içeriği incelendiğinde üç aşamada sırası ile yalnız D'de 537.14-, 834.16- ve 858.57 mg/kg, D+SS D'de

540.40-, 883.45- ve 896.10 mg/kg, D+P D'de 584.05-, 846.89- ve 838.97 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl hafif tuz seviyesinde domates meyvesi Ca^{++} içeriği üç aşama da sırası ile yalnız D'de 474.54-, 655.15- ve 621.60 mg/kg, D+SS D'de 535.42-, 725.20- ve 679.10 mg/kg, D+P D'de 543.31, 670.32, 656.90 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl orta tuz seviyesindeki domates bitkisi meyve Ca^{++} içeriği üç aşama da sırası ile yalnız D'de 431.74-, 537.72- ve 442.59 mg/kg, D+SS D'de 522.48-, 641.90- ve 524.18 mg/kg, D+P D'de 510.05-, 609.10- ve 504.72 mg/kg olarak bulunmuştur.

Yüksek tuz seviyesinde domates bitkisi meyve Ca^{++} içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 212.50-, 289.50- ve 314.21 mg/kg, D+SS D kombinasyonundaki domates bitkisinde 432.82-, 500.15- ve 607.83 mg/kg olarak belirlenmiştir. D+P D arkadaşlığında I. ve II. aşamalarda meyve görülmediğinden Ca^{++} değeri ölçülmemiştir, III. aşamada 562.10 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Her iki yılda da hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde bulunan domates meyvelerinin Ca^{++} içeriği tek başına yetiştirilen D'de tespit edilmiştir. En yüksek meyve Ca^{++} içeriği ise *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitkisinin meyvelerinde belirlenmiştir. Bu durum yeşil aksam ve kök aksamında olduğu gibi meyvede de Na^{+} içerikleri ile yakından ilişkilidir. Tek başına bulunan D'nin meyvelerinde diğer bitki kombinasyonlarına göre (D+SS D ve D+P D) daha yüksek miktarda Na^{+} bulunması meyvelerde düşük Ca^{++} oranına neden olmuştur.

Meyvelerde Ca^{++} eksikliğinin en önemli etkisi çiçek dibi çürüklüğüdür. Tuz stresinde Ca^{++} eksikliğine neden olmakta ve meyvelerde bu gibi sorunlara neden olabilmektedir, (Amor ve ark., 2001). Arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilmiş olan domateslerde bu olumsuz etki kısmen azaltılmıştır.

Çizelge 4.58. Birinci ve ikinci yıl domates meyve klasiyum iyon içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates meyve Ca ⁺⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates meyve Ca ⁺⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	460.88±79a	726.22±42a	716.22±32a	537.14±8a	834.16±22a	858.57±19a
	D+SS D	502.28±15a	764.31±101a	775.97±44a	540.40±13a	883.45±40a	896.10±65a
	D+P D	481.59±42a	685.07±60a	794.93±62a	584.05±15a	846.89±13a	838.97±17a
Hafif tuzlu	D	391.81±38a	671.74±14a	664.63±34a	474.54±37a	655.15±30a	621.60±36a
	D+SS D	439.97±75a	737.74±10a	757.45±18a	535.42±8a	725.20±21a	679.10±45a
	D+P D	501.92±42a	725.98±39a	700.15±26a	543.31±11a	670.32±15a	656.90±12a
Orta tuzlu	D	386.67±245a	440.56±28a	436.40±8b	431.74±18a	537.72±22b	442.59±11b
	D+SS D	441.02±176a	639.67±65a	610.19±11a	522.48±35a	641.90±17a	524.18±5a
	D+P D	488.97±90.4a	583.55±44a	555.43±30a	510.05±42a	609.10±2a	504.72±18a
Yüksek tuzlu	D	-	-	-	212.50±0.00b	289.50±0.00b	314.21±0.00b
	D+SS D	370.85±46	471.95±47	445.61±22	432.82±16a	500.15±70a	607.83±79a
	D+P D	-	-	-	-	-	562.10±0.00a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.14. Arkadaş bitkilerin yeşil aksam kalsiyum iyonu içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde yetiştirilen arkadaş bitkilerin yeşil aksamındaki kalsiyum (Ca^{++}) miktarı her iki yılın üç aşamasında belirlenmiştir. Arkadaş bitkilerinin yeşil aksamındaki Ca^{++} miktarı artan tuz seviyesi ile azalmış, ancak tuz seviyesinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür (Çizelge 4.59, $P>0.05$).

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta domates bitkisi ile birlikte (D+SS SS) yetiştirilen *S. soda* bitkisinin yeşil aksam Ca^{++} içeriği üç aşamada sırası ile 7923.52-, 8911.74- ve 9511.26 mg/kg, tek başına (SS) yetiştirilen *S. soda* bitkisinde 7617.80-, 9154.47- ve 8681.80 mg/kg ile en yüksek değerler elde edilmiştir. En düşük değer ise yüksek tuzlu topraklardaki bitkilerde kendini göstermiş, *S. soda* bitkisinin yeşil aksam Ca^{++} içeriği üç aşamada sırası ile D+SS SS'de 6301.92-, 6116.29- ve 6377.80 mg/kg, SS'de 5588.40-, 6245.13- ve 5971.17 mg/kg olarak belirlenmiştir

İkinci yıl *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki Ca^{++} miktarı tuzsuz (kontrol) toprakta D+SS SS kombinasyonundaki *S.soda* bitkisinde üç aşama da sırası ile 10290.73-, 11255.87- ve 10910.24 mg/kg, tek başına bulunan SS'de 9443.63-, 9304.52- ve 9451.54 mg/kg olarak en yüksek değer ölçülmüştür. Yine *S. soda* bitkisinin yeşil aksam Ca^{++} içeriğinin en düşük miktarları yüksek tuzlu toprakta belirlenmiştir. Buna göre; yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki Ca^{++} miktarı üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 7659.21-, 6871.02- ve 7178.65 mg/kg, SS'nin 6786.59-, 5893.98- ve 6619.49 mg/kg olarak ölçülmüştür, Çizelge 4.59.

Diğer bir arkadaş bitki olarak kullanılan *P. oleracea* bitkisinin yeşil aksamındaki Ca^{++} miktarı incelenecek olursa, birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta domates bitkisine arkadaşlık eden *P. oleracea* bitkisinde (D+P P) üç aşama da sırası ile 13203.64-, 11598.86- ve 12092.50 mg/kg, tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinde (P) 10511.89-, 11126.40- ve 9927.95 mg/kg olarak bulunmuştur. Yüksek tuzlu topraklarda yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinin yeşil aksam Ca^{++} içeriği ise üç aşama da sırası ile D+P P'de 10089.32-, 10786.30- ve 11939.44 mg/kg, P'de 9538.00-, 9670.58- ve 9074.36 mg/kg ile bu bitkilerde görülen en düşük değer olarak belirlenmiştir.

İkinci yılda da birinci yıla benzer sonuçlar görülmüştür. Tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'deki Ca^{++} içeriği üç aşama da sırası ile 10169.22-, 9699.58- ve 8828.16 mg/kg, P' de 898.67-, 8037.75- ve 8459.98 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yüksek tuzlu topraklarda yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinin yeşil aksam Ca^{++} içeriği üç aşamada sırası ile ise D+P P' de 8548.02-, 8990.14- ve 8133.15 mg/kg, P'de 8117.16-, 7665.99- ve 7663.94 mg/kg ile düşük değerler belirlenmiştir, Çizelge 4.59.

Her iki yılda da *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaş bitkilerinin yeşil aksamlarındaki Ca^{++} miktarı artan tuz seviyesine bağlı olarak azalma göstermiştir. En düşük Ca^{++} yüksek tuz seviyesindeki topraklarda bulunmuştur. Bu durum yüksek tuz seviyesinde bulunan Na miktarının çok olması ve *S. soda* ve *P. oleracea* bitkileri tarafından bu iyonun daha çok alınarak, Ca^{++} ise daha az alınmasından kaynaklanmıştır. Artan tuz stresi ile birlikte bu bitkiler tarafından alınan Na^+ artmış, Ca^{++} iyonu ise azalma göstermiştir. Benzer durum Grafienberg ve ark. (2003) yapmış oldukları araştırmada da belirtilmiştir. Tuzsuz ortamda bulunan *S. soda* ve *P. oleracea*'nın Ca^{++} miktarlarının tuzlu ortamda bulunan *S. soda* ve *P. oleracea*' dan daha yüksek olduğu ve bunun Na^+ iyon alımı ile ilişkili olduğu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.59. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin yeşil aksam Ca⁺⁺ içerikleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Ca ⁺⁺ içerikleri mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Ca ⁺⁺ içerikleri mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	7923.52±706a	8911.74±448a	9511.26±694a	10290.73±1318a	11255.87±922a	10910.24±784a
	Hafif tuzlu	8377.51±725a	8717.32±754a	9441.98±1091a	7183.42±835a	9463.94±973a	9723.74±502a
	Orta tuzlu	6955.62±193a	8836.66±230a	8150.30±443b	8449.05±463a	8726.62±393ab	8490.33±514a
	Yüksek tuzlu	6301.92±547a	6116.29±822b	6377.80±516b	7659.21±307a	6871.02±164b	7178.65±655b
SS	Tuzsuz	7617.80±676a	9154.47±656aa	8681.80±355a	9443.63±378a	9304.52±537a	9451.54±204a
	Hafif tuzlu	7153.25±557a	7992.30±623ab	8013.03±935ab	8237.78±366a	8190.64±627a	8834.02±623a
	Orta tuzlu	6365.97±445a	7732.46±926ab	7318.95±132ab	7646.43±234b	7882.50±328a	8070.10±350ab
	Yüksek tuzlu	5588.40±648a	6245.13±251b	5971.17±698b	6786.59±651b	5893.98±379b	6619.49±197b
D+P P	Tuzsuz	13203.64±446a	11598.86±1264a	12092.50±325a	10169.22±459a	9699.58±493a	8828.16±591a
	Hafif tuzlu	11471.40±1143ab	12122.61±1587a	12849.56±712a	9684.62±1004a	9270.84±299a	8856.74±253a
	Orta tuzlu	12080.18±799ab	11683.23±1416a	11688.94±380a	9833.34±537a	9322.41±452a	8326.44±340a
	Yüksek tuzlu	10089.32±387b	10786.30±1420a	11939.44±738a	8548.02±712a	8990.14±408a	8133.15±348a
P	Tuzsuz	10511.89±490a	11126.40±857a	9927.95±756a	898.67±438a	8037.75±71a	8459.98±329a
	Hafif tuzlu	9879.90±860a	10995.94±630a	9350.39±342a	8393.10±573a	7755.08±173a	8434.36±301a
	Orta tuzlu	9965.17±139a	9641.33±440a	3345.05±524a	8261.50±311a	7734.41±441a	7731.53±176a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.15. Arkadaş bitkilerin kök kalsiyum iyonu içerikleri

Arkadaş bitkilerin (*S. soda* ve *P. oleracea*) köklerinde bulunan Ca^{++} miktarı birinci ve ikinci yılın üç farklı aşamasında belirlenmiştir. Arkadaş bitkilerinin kök aksamında bulunan Ca^{++} miktarı üzerinde tuz seviyesinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, $P>0.05$. Buna göre, birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta domates bitkisi ile birlikte yetiştirilen *S. soda* (D+SS SS) ve tek başına *S. soda*'nın (SS) Ca^{++} içeriği her üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 6350.28-, 7266.70- ve 6699.20 mg/kg, SS'de 4000.16-, 4593.80- ve 4367.39 mg/kg ile en yüksek değerler olarak bulunmuştur. En düşük değer ise yüksek tuzlu topraklardaki yetiştirilen *S. soda*' da belirlenmiştir. Üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 5175.98-, 6852.97- ve 6156.30 mg/kg, SS'de 3510.56-, 3319.14- ve 3380.63 mg/kg ölçülmüştür.

İkinci yılda da tuzsuz (kontrol) toprakta *S. soda* bitkisinin kök aksamındaki Ca^{++} içeriği üç aşama sırası ile D+SS SS'de 4332.74-, 5268.43- ve 5741.87 mg/kg, SS'de 4337.15-, 4881.65- ve 4392.19 mg/kg olarak bulunmuştur. Yüksek tuzlu koşullarda ise *S. soda* bitkisinin kök aksamındaki Ca^{++} içeriği üç aşama sırası ile D+SS SS'de 3770.62-, 4753.95- ve 4919.86 mg/kg, SS'de 3859.28-, 3955.88- ve 3619.38 mg/kg ile diğer tuz seviyelerinde yetiştirilen *S. soda*'nın kök Ca^{++} içeriğine oranla en düşük değer olarak bulunmuştur, Çizelge 4.60.

Diğer bir arkadaş bitki olan *P. oleracea*'nın kök aksamındaki Ca^{++} miktarı birinci yılda tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'de 7490.65-, 6326.40- ve 6313.59 mg/kg, P' de 6916.89-, 6575.08- ve 6519.82 mg/kg ile en yüksek değerler olarak belirlenmiştir. Yüksek tuzlu toprakta ise D+P P'deki Ca^{++} içeriği her üç aşama sırası ile 6069.56-, 5563.19- ve 4888.36 mg/kg, P'de 6139.82-, 5332.19- ve 4590.39 mg/kg ile en düşük değerler olarak ölçülmüştür.

Yine ikinci yıl *P. oleracea* bitkisinin kök aksamında bulunan Ca^{++} miktarı tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'de üç aşama sırası ile 4904.78-, 4925.88- ve 4762.94 mg/kg, P'de 6871.10-, 6666.30- ve 5925.94 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yüksek tuzlu topraklarda ise D+P P'deki Ca^{++} içeriği üç aşama sırası ile 5279.73-, 5217.27- ve 4764.68 mg/kg, P'de 3979.15-, 3773.46- ve 3137.30 mg/kg ile en düşük değerler olarak bulunmuştur, (Çizelge 4.60).

Çizelge 4.60. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin kök Ca⁺⁺ değeri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Ca ⁺⁺ içerikleri mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Ca ⁺⁺ içerikleri mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	6350.28±1925a	7266.70±642a	6699.20±517a	4332.74±141a	5268.43±87a	5741.87±220a
	Hafif tuzlu	6448.13±1364a	6791.32±297a	6594.49±281a	3922.41±345a	5492.64±304a	5366.38±275a
	Orta tuzlu	5523.30±3202a	7207.06±214a	6039.61±442a	3752.53±230a	4967.08±111a	4952.25±150a
	Yüksek tuzlu	5175.98±579a	6852.97±527a	6156.30±223a	3770.62±258a	4753.95±241a	4919.86±250a
SS	Tuzsuz	4000.16±274a	4593.80±618a	4367.39±412a	4337.15±596a	4881.65±381a	4392.19±228a
	Hafif tuzlu	4034.32±101a	3960.50±403a	4201.16±205a	4194.70±305a	4552.10±2403a	4408.53±640a
	Orta tuzlu	3608.49±105a	3373.18±283a	3715.97±555a	3938.91±460a	4184.21±283a	3948.95±355a
	Yüksek tuzlu	3510.56±277a	3319.14±151a	3380.63±327a	3859.28±375a	3955.88±298a	3619.38±321a
D+P P	Tuzsuz	7490.65±390a	6326.40±329a	6313.59±276a	6871.10±604a	6666.30±583a	5925.94±274a
	Hafif tuzlu	7717.84±839a	6113.33±171a	6034.57±168a	5251.32±579a	5528.57±456a	5875.56±745a
	Orta tuzlu	7215.00±347a	5803.72±930a	5380.85±577a	5356.39±167a	5165.08±409a	5387.50±233a
	Yüksek tuzlu	6069.56±913a	5563.19±281a	4888.36±267a	5279.73±449a	5217.27±679a	4764.68±423a
P	Tuzsuz	6916.89±438a	6575.08±269a	6519.82±285a	4904.78±257a	4925.88±393a	4762.94±286a
	Hafif tuzlu	6940.29±186a	6317.00±137a	6266.27±912a	41.28.50±901a	4754.03±507ab	4767.48±701a
	Orta tuzlu	6684.42±783a	5663.94±543a	4930.08±360a	3873.70±578a	4346.67±232ab	4036.66±438a
	Yüksek tuzlu	6139.82±617a	5332.19±502a	4590.39±335a	3979.15±684a	3773.46±178b	3137.30±405a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.16. Domates bitkilerinin yeşil aksam magnezyum iyonu içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde ve farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam Mg^{++} içerikleri her iki yılın üç aşamasında belirlenmiştir. tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu topraklarda bulunan domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriğinde bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, $P>0.05$. Orta ve yüksek tuzlu topraklarda ise farklı bitki kombinasyonlarında bulunan domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriği istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur, (Çizelge 4.61, $P<0.05$).

Birinci yılın tuzsuz (kontrol) toprağında yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 3409.62-, 5054.55- ve 5282.21 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 3832.65-, 4784.60- ve 5170.80 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de ise 3004.87-, 4445.96- ve 5100.70 mg/kg olarak bulunmuştur.

Birinci yıl hafif tuzlu toprağındaki domates bitkisinin yeşil aksam Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile D'de 5599.08-, 5811.85- ve 5307.41 mg/kg, D+SS D'de 5923.50-, 6264.65- ve 5488.78 mg/kg, D+P D'de 6168.32-, 5946.81- ve 5720.46 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu tuz seviyesinde farklı bitki kombinasyonlarındaki en düşük domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriği tek başına yetiştirilen D'de belirlenmiştir.

Birinci yılın orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile D'de 6046.55-, 5985.18- ve 5570.55 mg/kg, D+SS D'de 6570.80-, 6640.68- ve 6171.98 mg/kg, D+P D'de 6614.74-, 6929.84- ve 6610.06 mg/kg olarak belirlenmiştir. Orta tuz seviyesindeki en düşük domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriği tek başına yetiştirilen D'de, en yüksek D+P D arkadaşlığında bulunmuştur.

Birinci yıl yüksek tuzlu toprağındaki domates bitkisinin yeşil aksam Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile D'de 5158.96-, 5595.48- ve 5678.78 mg/kg, D+SS D'de 5682.33-, 6488.18- ve 6229.54 mg/kg, D+P D'de 6022.17-, 6591.72- ve 6919.74 mg/kg olarak belirlenmiştir. En düşük domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriği tek başına yetiştirilen D'de tespit edilmiştir.

İkinci yıl yapılan çalışmada da benzer durum görülmüştür. Tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam Mg^{++} içeriği her üç aşama da sırası ile 5462.31-, 6720.77- ve 6498.86 mg/kg olarak belirlenmiştir. D+SS D'de 5689.62-, 6431.05- ve 6226.82 mg/kg, D+P D'de 5772.36-, 5770.96- ve 6478.15 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl hafif tuz seviyesindeki domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası yalnız D'de 6495.47-, 6317.40- ve 5998.86 mg/kg , D+SS D'de 6435.33-, 6395.86- ve 5676.82 mg/kg, D+P D'de 6556.82-, 6628.29- ve 6061.65 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl orta tuz seviyesindeki domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası yalnız D'de 6644.80-, 6391.22- ve 6153.11 mg/kg, D+SS D'de 7432.07-, 7423.30- ve 7048.18 mg/kg, D+P D'de 7691.13-, 6799.60- ve 7446.51 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yılı yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Mg^{++} içeriği her üç aşama da sırası ile D'de 6340.73-, 6024.66- ve 621280 mg/kg, D+SS D'de 6963.88-, 6331.45- ve 7195.67 mg/kg, D+P D'de 6828.13-, 7174.66- ve 7408.80 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Her iki yılın üç aşamasında da hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam Mg^{++} içeriği en fazla D+P D kombinasyonunda bulunan domates bitkisinde görülmüştür. En düşük Mg miktarı tek başına yetiştirilen domates bitki yapraklarında belirlenmiştir. Bu durum daha öncede ifade edildiği gibi bitkinin bünyesindeki Na^+ , Ca^{++} gibi iyonların varlığı ile yakından ilişkilidir. Tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde potasyum, kalsiyum, magnezyum alımı ile yapraklara taşınımının kuvvetli bir şekilde engellenmektedir (Mer ve ark., 2000). Bizim çalışmamızda *S. soda* ve *P. oleracea* bitkileri Na^+ etkisini bertaraf ederek arkadaşlık etikleri domates bitkisinin Ca^{++} , K^+ ve Mg^{++} gibi iyonların daha çok alınmasını ve taşınmasını sağlamışlardır.

Çizelge 4.61. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Mg⁺⁺ içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Mg ⁺⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Mg ⁺⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	3409.62±64a	5054.55±221a	5282.21±249a	5462.31±494a	6720.77±518a	6498.86±385a
	D+SS D	3832.65±580a	4784.60±282a	5170.80±45a	5689.62±260a	6431.05±195a	6226.82±313a
	D+P D	3004.87±91a	4445.96±140a	5100.70±400a	5772.36±244a	5770.96±155a	6478.15±219a
Hafif tuzlu	D	5599.08±136a	5811.85±284a	5307.41±124a	6495.47±262a	6317.40±28a	5998.86±114a
	D+SS D	5923.50±103a	6264.65±265a	5488.78±87a	6435.33±205a	6395.86±107a	5676.82±136a
	D+P D	6168.32±243a	5946.81±118a	5720.46±90a	6556.82±260a	6628.29±118a	6061.65±396a
Orta tuzlu	D	6046.55±90b	5985.18±146b	5570.55±78b	6644.80±251a	6391.22±24b	6153.11±72b
	D+SS D	6570.80±119a	6640.68±188a	6171.98±90a	7432.07±147b	7423.30±161a	7048.18±198a
	D+P D	6614.74±76a	6929.84±238a	6610.06±370a	7691.13±311b	6799.60±265ab	7446.51±83a
Yüksek tuzlu	D	5158.96±122b	5595.48±167b	5678.78±146b	6340.73±79b	6024.66±139b	621280±203b
	D+SS D	5682.33±31a	6488.18±128a	6229.54±187a	6963.88±83a	6331.45±28a	7195.67±170ab
	D+P D	6022.17±207a	6591.72±242a	6919.74±385a	6828.13±29a	7174.66±410ab	7408.80±304a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.17. Domates bitkilerinin kök magnezyum iyonu içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde ve bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitki kökü Mg^{++} içerikleri her iki yılın üç aşamasında incelenmiş, kontrol (tuzsuz) ve hafif tuzlu topraklarda bulunan domates bitki kökü Mg^{++} içeriği üzerinde arkadaş bitkilerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz, $P>0.05$, orta ve yüksek tuzlu topraklarda yetiştirilen domates bitki kökü Mg^{++} içeriğinde ise önemli bulunmuştur, Çizelge 4.62, $P<0.05$. Örneğin; birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitki kökü Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 3284.66-, 4754.19- ve 5036.65 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 3535.00-, 4190.02- ve 5250.99 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığında bulunan D+P D'de 3710.02-, 3314.32- ve 5413.76 mg/kg olarak bulunmuştur.

Yine birinci yılın hafif tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitki kökü Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile D'de 3888.17-, 5385.43- ve 5907.45 mg/kg, *S. soda* bitkisi ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 3449.61-, 5429.44- ve 6215.57 mg/kg, *P. oleracea* bitkisi ile birlikte yetiştirilen D+P D'de 3538.23-, 5887.68- ve 5763.14 mg/kg olarak bulunmuştur. En yüksek domates bitki kökü Mg^{++} içeriği D+P D'de görülmüştür.

Birinci yıl orta tuz seviyesindeki domates bitkisi kökü Mg^{++} içeriği ise üç aşama da sırası ile D'de 5720.43-, 5106.07- ve 5260.39 mg/kg, D+SS D'de 5041.42-, 5360.47- ve 5843.48 mg/kg, D+P D'de 5604.39, 5214.69, 5615.26 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu tuz seviyesinde de farklı bitki kombinasyonlarındaki domates bitki kökü Mg^{++} içeriği en yüksek D+P D arkadaşlığında bulunmuştur.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitki kökü Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile D'de 5410.38-, 5160.36- ve 5247.41 mg/kg, D+SS D'de 5265.83-, 5572.14- ve 5589.79 mg/kg, D+P D'de 5574.67-, 5977.80- ve 6054.95 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yüksek tuz seviyesindeki farklı bitki kombinasyonlarındaki domates bitki kökü Mg^{++} içeriği en yüksek D+P D arkadaşlığında bulunmuştur.

İkinci yıl yapılan çalışmada tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitkisinin kök Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile D'de 3054.54-, 4907.20- ve 4727.50

mg/kg D+SS D'de 2662.23-, 3541.31- ve 4511.30 mg/kg, D+P D'de 2689.78-, 3662.61- ve 4807.95 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl hafif tuz seviyesindeki domates bitkisi kök Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile yalnız D'de 4298.21-, 4948.93- ve 4837.95 mg/kg, D+SS D'de 3920.58-, 5112.79- ve 5448.95 mg/kg, D+P D'de 4052.76-, 4916.97- ve 5212.50 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl orta tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitki kökü Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile D'de 5359.15-, 5874.14- ve 5798.96 mg/kg, D+SS D'de 5554.55-, 6097.42- ve 6443.10 mg/kg, D+P D'de 4733.40-, 5716.65- ve 6163.28 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi kök Mg^{++} içeriği üç aşama da sırası ile D'de 5731.14-, 5537.00- ve 5558.10 mg/kg, D+SS D'de 5506.04-, 5876.81- ve 6150.78 mg/kg, D+P D'de 5628.35-, 5668.76- ve 5803.85 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Her iki yılın üç aşamasında da tuzsuz, hafif, orta ve yüksek tuzlu ortamda yetiştirilen domates bitkisi kök Mg^{++} içeriğinde bitki kombinasyonlarındaki değerler birbirlerine yakın olsada, en fazla D+P D kombinasyonunda bulunan domates bitki kökünde rastlanmıştır.

Çizelge 4.62. Birinci ve ikinci yıl domates bitki kökü Mg⁺⁺ içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi kök Mg ⁺⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitkisi kök Mg ⁺⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	3284.66±522a	4754.19±2337a	5036.65±436a	3054.54±246a	4907.20±354a	4727.50±122a
	D+SS D	3535.00±64a	4190.02±106a	5250.99±345a	2662.23±24a	3541.31±18a	4511.30±182a
	D+P D	3710.02±254a	3314.32±2555a	5413.76±140a	2689.78±208a	3662.61±2112a	4807.95±58a
Hafif tuzlu	D	3888.17±132a	5385.43±365a	5907.45±503a	4298.21±312a	4948.93±898a	4837.95±307a
	D+SS D	3449.61±140a	5429.44±200a	6215.57±806a	3920.58±233a	5112.79±65a	5448.95±150a
	D+P D	3538.23±243a	5887.68±1004a	5763.14±263a	4052.76±447a	4916.97±1502a	5212.50±228a
Orta tuzlu	D	5720.43±496a	5106.07±307b	5260.39±431b	5359.15±77b	5874.14±214b	5798.96±260b
	D+SS D	5041.42±101b	5360.47±413a	5843.48±371a	5554.55±69a	6097.42±104a	6443.10±441a
	D+P D	5604.39±223b	5214.69±424a	5615.26±239b	4733.40±224a	5716.65±67a	6163.28±71a
Yüksek tuzlu	D	5410.38±304a	5160.36±145b	5247.41±375b	5731.14±127a	5537.00±146b	5558.10±239b
	D+SS D	5265.83±155b	5572.14±367a	5589.79±430a	5506.04±110b	5876.81±210a	6150.78±88a
	D+P D	5574.67±250a	5977.80±88.3a	6054.95±201a	5628.35±360b	5668.76±334a	5803.85±257a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.18. Domates bitkilerinin meyve magnezyum iyonu içerikleri

Farklı tuz stresinde yetiştirilen domates bitkisinin meyve Mg^{++} iyon içerikleri üzerine arkadaş bitkilerinin etkisi her iki yılın üç aşamasında da incelenmiş ve arkadaş bitkilerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, Çizelge 4.63, $P>0.05$. Buna göre; birinci yılın tuzsuz (kontrol) toprağındaki domates meyvesi Mg^{++} içeriği üç aşama sırası ile D'de 1356.12-, 1171.66- ve 1156.12 mg/kg, D+SS D'de 1293.76-, 1125.18- ve 1174.86 mg/kg D+P D'de 1367.21-, 1193.88- ve 1217.21 mg/kg olarak bulunmuştur.

Yine birinci yılın hafif tuzlu toprağındaki domates bitkilerinin meyve Mg^{++} içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 1478.14-, 1408.65- ve 1478.14 mg/kg, D+SS D'de 1272.61-, 1143.04- ve 1222.62 mg/kg, D+P D'de 1474.10-, 1327.58- ve 1442.60 mg/kg olarak ölçülmüştür. En düşük meyve Mg^{++} içeriği D+SS D arkadaşlığında bulunmuştur.

Birinci yıl orta tuzlu toprağında yetiştirilen domates bitkilerinin meyve Mg^{++} içerikleri ise üç aşama sırası ile D'de 1398.25-, 1486.64- ve 1511.58 mg/kg, D+SS D'de 1192.46-, 1222.50- ve 1292.46 mg/kg, D+P D'de 1379.38-, 1218.12- ve 1379.38 mg/kg olarak bulunmuştur. Orta tuzda da farklı bitki kombinasyonlarının Mg^{++} içeriği en düşük meyve D+SS D arkadaşlığında belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinde I. ve II. aşamalarında meyve olmadığından ve III. aşamada bulunan meyvenin çok küçük olmasından dolayı Mg^{++} ölçümü yapılamamıştır. D+SS D'nin meyvelerinin Mg^{++} miktarı üç aşamada sırası ile 449.15-, 470.05- ve 444.83 mg/kg olarak bulunmuştur. Yine D+P D arkadaşlığında bulunan domates bitkisinin her üç aşamasında meyve olmadığından Mg^{++} değeri ölçülememiştir.

İkinci yıl tuzsuz (kontrol) topraktaki domates meyvelerinin Mg^{++} içeriği incelendiğinde üç aşama sırası ile D'de 1104.20-, 895.60- ve 952.15 mg/kg, D+SS D'de 1076.15-, 926.15- ve 917.65 mg/kg, D+P D'de 1138.75-, 856.35- ve 813.40 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl hafif tuzlu topraktaki domates meyvelerinin Mg^{++} içeriği incelendiğinde üç aşama sırası ile D'de 1211.60-, 1143.40- ve 1179.60 mg/kg, D+SS

D'de 1119.25-, 954.60- ve 1043.65 mg/kg, D+P D'de 1091.45-, 985.42- ve 1034.05 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Yine ikinci yılın orta tuzlu toprağındaki domates meyvelerinin Mg^{++} içeriğı incelendiğinde üç aşama sırası ile yalnız D'de 1414.25-, 1183.30- ve 1322.55 mg/kg, D+SS D'de 1097.88, 953.95, 974.59 mg/kg, D+P D'de 1188.75, 1057.48, 1118.25 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl yüksek tuzlu topraktaki domates bitki meyvelerinin Mg^{++} içeriğı incelendiğinde ise üç aşama da sırası ile D'de 252.10-, 448.30- ve 321.16 mg/kg, D+SS D'de 339.15, 430.20 ve 532.55 mg/kg, D+P D'de arkadaşlığında I. ve II. aşamalarda meyve görülmediğinden Mg^{++} değeri ölçülmemiş, III. aşamada mg/kg 467.28 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Her iki yılda da farklı bitki kombinasyonunda yetiştirilen domates bitki meyvelerinin Mg^{++} içeriğı birbirlerine yakın değerler göstermiştir. Hafif ve orta tuz seviyelerindeki meyve Mg^{++} içeriğı tuzsuz' dan (kontrol) daha yüksek değer sergilememiştir. En yüksek Mg^{++} miktarı tek başına yetiştirilen D'de ölçülmüştür. En düşük Mg^{++} ise D+SS D'de tespit edilmiştir. *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi meyvelerindeki düşük Mg^{++} içeriğinin Ca^{++} ve K^+ iyonlarının daha fazla alınmasından kaynaklanmaktadır. Yüksek tuz seviyesindeki Mg^{++} miktarı tüm bitki kombinasyonlarında kontrole oranla oldukça azalmış, bitkilerin almış oldukları Na^+ , Ca^{++} ve K^+ gibi iyonlardan kaynaklandığı söylenilebilmektedir. Pascale ve ark. (2001) yüksek tuz konsantrasyonlarında, kontrole göre, meyvede, Mg^{++} ve K^+ iyonlarının miktarlarının azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.63. Birinci ve ikinci yıl domates meyve Mg⁺⁺ içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates meyve Mg ⁺⁺ mg/kg K.A			İkinci yıl domates meyve Mg ⁺⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	1356.12±45a	1171.66±59a	1156.12±45a	1104.20±11a	895.60±35a	952.15±20a
	D+SS D	1293.76±60a	1125.18±29a	1174.86±21a	1076.15±113a	926.15±63a	917.65±92a
	D+P D	1367.21±71a	1193.88±11a	1217.21±28a	1138.75±22a	856.35±91a	813,40±46a
Hafif tuzlu	D	1478.14±115a	1408.65±18a	1478.14±115a	1211.60±15a	1143.40±147a	1179.60±88a
	D+SS D	1272.61±224a	1143.04±38b	1222.62±73a	1119.25±20a	954.60±85a	1043.65±41a
	D+P D	1474.10±276a	1327.59±58ab	1442.60±44a	1091.45±48a	985.42±104a	1034.05±35a
Orta tuzlu	D	1398.25±125a	1486.64±23a	1511.58±38a	1414.25±40a	1183.30±64a	1322.55±37a
	D+SS D	1192.46±48a	122.50±28b	1292.46±48b	1097.88±51a	953.95±47b	974.59±28b
	D+P D	1379,38±25a	1218.12±90b	1379.38±25a	1188.75±153a	1057.48±6a	1118.25±42b
Yüksek tuzlu	D	-	-	-	252.10±0.00b	448.30±0.00a	321.16±0.00a
	D+SS D	449.15±17	470.05±48	444.83±20	339.15±24a	430.20±100a	532.55±189a
	D+P D	-	-	-	-	-	467.28±0.00a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.19. Arkadaş bitkilerinin yeşil aksam magnezyum iyonu içerikleri

Farklı tuz seviyelerinin arkadaş bitkilerin yeşil aksamındaki Mg^{++} miktarı her iki yılın üç aşamasında belirlenmiştir. Her iki arkadaş bitki yeşil aksamlarındaki Mg^{++} miktarı istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, $P>0.05$. Çizelge 4.64.

Birinci yıl domates bitkisi ile birlikte (D+SS SS) ve tek başına (SS) yetiştirilen *S. soda* bitkisinin yeşil aksam Mg^{++} içeriği tuzsuz (kontrol) toprakta üç aşama da sırası ile, D+SS SS'de 2681.30, 2461.05, 2658.39 mg/kg, SS'de 2812.24, 2911.45, 2922.53 mg/kg olarak en düşük değer olarak bulunmuştur. Yüksek tuzlu topraklarda ise üç aşama sırası ile, D+SS SS'de 3235.52, 37032.99, 3469.17 mg/kg, SS'de 2976.26, 3495.04, 3813.75 mg/kg ile en yüksek değerler olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki Mg^{++} miktarı kontrol (tuzsuz) toprakta D+SS SS kombinasyonundaki *S. soda* bitkisinde üç aşama sırası ile 3071.22, 3399.31, 3346.61 mg/kg, SS'de 3031.10, 3126.68, 3364.78 mg/kg bulunmuştur. Yüksek tuzlu toprakta ise D+SS SS'de 3754.45, 4210.62, 4274.00 mg/kg iken SS'de 3667.61, 3660.82, 4142.50 mg/kg ile kontrole oranla en yüksek değerler olarak belirlenmiştir, Çizelge 4. 64.

Diğer bir arkadaş bitki olarak kullanılan *P. oleracea* bitkisinin yeşil aksamındaki Mg^{++} miktarı birinci yıl tuzsuz toprakta domates bitkisine arkadaşlık eden D+P P'de üç aşama sırası ile 2186.19, 3068.32, 3255.75 mg/kg, tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinde 2594.90, 3071.30, 3297.83 mg/kg ile en düşük değerler olarak bulunmuştur. Yüksek tuzlu topraklarda ise D+P P'deki Mg^{++} içeriği her üç aşama sırası ile 3632.92, 4370.87, 4373.44 mg/kg, P'de 3300.94, 3294.44, 4232.72 mg/kg ile en yüksek değerler olarak belirlenmiştir.

İkinci yılda da benzer sonuçlar görülmüştür. Tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'deki Mg^{++} içeriği üç aşama sırası ile 2076.41, 2128.34, 2868.56 mg/kg, P'de 2429.93, 2502.08, 3037.35 mg/kg ile en düşük değerler olarak belirlenirken, en yüksek değerler yüksek tuzlu topraklarda üç aşama sırası ile D+P P'de 2931.13, 2699.61, 3359.60 mg/kg, P'de 3233.71, 3316.03, 3477.94 mg/kg olarak bulunmuştur, Çizelge 4.64.

Çizelge 4.64. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin yeşil aksam Mg⁺⁺ içerikleri

Bitki kombinasyon	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Mg ⁺⁺ mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Mg ⁺⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	2681.30±461a	2461.05±85b	2658.39±235b	3071.22±167b	3399.31±100b	3346.61±246b
	Hafif tuzlu	2549.35±193b	2692.45±133ab	2854.58±169ab	3334.78±61ab	3605.46±136b	3681.65±182ab
	Orta tuzlu	3422.70±129a	3454.29±265ab	3474.91±71a	3629.80±125ab	4042.81±227ab	4221.17±225ab
	Yüksek tuzlu	3235.52±88a	37032.99±132a	3469.17±203a	3754.45±125a	4210.62±100a	4274.00±218a
SS	Tuzsuz	2812.24±341a	2911.45±442b	2922.53±96b	3031.10±186a	3126.68±147b	3364.78±45a
	Hafif tuzlu	2977.97±423a	3143.03±420a	3279.79±215ab	3356.68±147a	3241.34±258b	3438.64±118a
	Orta tuzlu	3111.64±173a	3106.70±45a	3614.63±244a	3601.20±310a	4291.22±243a	3842.74±73a
	Yüksek tuzlu	2976.26±149a	3495.04±271a	3813.75±86a	3667.61±203a	3660.82±237a	4142.50±382a
D+P P	Tuzsuz	2186.19±1169b	3068.32±310b	3255.75±105b	2076.41±342b	2128.34±300a	2868.56±283a
	Hafif tuzlu	2948.56±443ab	4549.58±272a	4785.98±89a	2558.44±243a	2217.97±374a	3213.75±24a
	Orta tuzlu	3757.55±409a	4406.89±546ab	4555.83±425ab	2578.01±367a	2700.62±136a	3472.34±286a
	Yüksek tuzlu	3632.92±350a	4370.87±91ab	4373.44±212ab	2931.13±241a	2699.61±117a	3359.60±201a
P	Tuzsuz	2594.90±210a	3071.30±313a	3297.83±117	2429.93±303a	2502.08±343a	3037.35±258a
	Hafif tuzlu	3156.09±13a	3240.97±67a	4116.45±192	2887.57±262a	2824.48±350a	3042.10±250a
	Orta tuzlu	3358.70±407a	3062.55±113a	4312.93±120	3284.72±132a	3119.12±246a	3106.26±396a
	Yüksek tuzlu	3300.94±20a	3294.44±126a	4232.72±279	3233.71±81a	3316.03±159a	3477.94±284a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.20. Arkadaş bitkilerinin kök magnezyum iyonu içerikleri

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) köklerinde bulunan Mg^{++} miktarı birinci ve ikinci yılın üç farklı aşamasında belirlenmiştir. Domates bitkisi ile birlikte yetiştirilen *S. soda* bitkisinin kök Mg^{++} içeriği tuzsuz (kontrol) toprakta istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$), hafif orta ve yüksek tuzlu toprakların etkisi önemli görülmüştür, ($P<0.05$). Örneğin birinci yıl domates ile aynı ortamda bulunan (D+SS SS) *S. soda*'da 2824.32, 3092.53, 4464.50 mg/kg, tek başına yetiştirilen (SS) *S. soda*'da 3416.04, 3201.89, 4552.10 mg/kg belirlenmiştir. En yüksek değerler yüksek tuzlu topraklarda üç aşama sırası ile D+SS SS 4618.59, 5437.66, 5915.37 mg/kg, SS'de 4722.62, 5799.45, 5186.33 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yılda da *S. soda* bitkisinin kök aksamındaki Mg^{++} içeriği tuzsuz (kontrol) toprakta D+SS SS'de 2530.35, 2882.30, 3387.00 mg/kg iken, SS'de 2616.00, 2952.15, 3198.45 mg/kg ile en düşük değerler olarak bulunmuştur. En yüksek değerler yüksek tuz seviyesinde belirlenmiş olup, üç aşama sırası ile D+SS SS'de 3524.30, 4309.30, 4282.50 mg/kg, SS'de 3480.74, 4332.22, 4170.10 mg/kg bulunmuştur, Çizelge 4. 65.

Diğer bir arkadaş bitki olan *P. oleracea*'nın kök aksamındaki Mg^{++} miktarı her iki yılda da farklı tuz seviyelerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, $P<0.05$. Buna göre, birinci yılın tuzsuz (kontrol) toprağında domates ile birlikte yetiştirilen *P. oleracea*'nın kök Mg^{++} miktarı üç aşama sırası ile 3350.06, 3581.30, 3784.10 mg/kg, tek başına yetiştirilen *P. oleracea*'nın 3421.61, 3378.47, 3660.01 mg/kg bulunmuştur. *P. oleracea*'nın en yüksek kök Mg^{++} miktarı yüksek tuzlu topraklarda belirlenmiş, bu ölçüm değerleri üç aşamada sırası ile D+P P'de 4634.09, 4876.20, 5054.95 mg/kg, P'de 4330.37, 4551.06, 4939.66 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl *P. oleracea* bitkisinin kök aksamında bulunan Mg^{++} miktarı tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'deki Mg^{++} içeriği üç aşama sırası ile 2819.80, 3286.29, 3480.78 mg/kg, P'de 2427.60, 3038.20, 3158.70 mg/kg ile en düşük değerler olarak belirlenmiştir. İkinci yılda da *P. oleracea*'nın en yüksek kök Mg^{++} miktarı yüksek tuzlu topraklarda belirlenmiş olup, üç aşama sırası ile D+P P'deki Mg^{++} içeriği 4463.10, 5043.85, 4762.41 mg/kg, P'de 4171.05, 4416.95, 4359.75 mg/kg bulunmuştur, (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin kök Mg⁺⁺ değeri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Mg ⁺⁺ mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Mg ⁺⁺ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	2824.32±95c	3092.53±166b	4464.50±121c	2530.35±191b	2882.30±196b	3387.00±166b
	Hafif tuzlu	3525.41±393b	3643.69±65b	4513.67±213c	2685.85±136b	3916.95±176a	3886.15±154ab
	Orta tuzlu	4783.72±431a	5079.88±170a	5300.67±41b	3017.50±109ab	4058.45±131a	4476.60±128a
	Yüksek tuzlu	4618.59±126a	5437.66±413a	5915.37±170a	3524.30±136a	4309.30±178a	4282.50±179a
SS	Tuzsuz	3416.04±307b	3201.89±28c	4552.10±257b	2616.00±382a	2952.15±390b	3198.45±48b
	Hafif tuzlu	3731.26±149ab	4520.56±97b	4631.31±116b	2820.45±240a	3794.35±290ab	3776.70±113a
	Orta tuzlu	4444.28±110ab	5354.71±168a	5444.28±110a	3044.75±310a	4398.35±127a	4222.65±51a
	Yüksek tuzlu	4722.62±420a	5799.45±171a	5186.33±172a	3480.74±204a	4332.22±301a	4170.10±205a
D+P P	Tuzsuz	3350.06±103b	3581.30±164b	3784.10±365b	2819.80±300c	3286.29±267b	3480.78±108b
	Hafif tuzlu	3554.28±308a	3986.90±248ab	4333.57±258ab	3223.95±204bc	4503.55±183a	4532.83±330a
	Orta tuzlu	4509.19±376a	4729.36±301a	4712.18±220a	4021.73±261ab	4595.90±235a	4530.37±227a
	Yüksek tuzlu	4634.09±219a	4876.20±278a	5054.95±201a	4463.10±175a	5043.85±78a	4762.41±240a
P	Tuzsuz	3421.61±195b	3378.47±66b	3660.01±199b	2427.60±96c	3038.20±215b	3158.70±146b
	Hafif tuzlu	3238.11±1187b	3843.50±366ab	3992.45±215ab	3476.10±140b	3874.95±161a	4079.55±234a
	Orta tuzlu	3593.60±250b	4370.71±160a	4456.05±145ab	4076.90±2185a	4192.60±154a	4031.20±187a
	Yüksek tuzlu	4330.37±171a	4551.06±196a	4939.66±340a	4171.05±107a	4416.95±38a	4359.75±96a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.21. Domates bitkilerinin yeşil aksam klorür iyonu içerikleri

Farklı tuz seviyeleri ve bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam Cl⁻ içerikleri her iki yılın üç aşamasında belirlenmiştir. Tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu topraklarda bulunan domates bitkisi yeşil aksam klorür (Cl⁻) içeriği üzerinde bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz, (P>0.05), orta ve yüksek tuzlu topraklarda ise farklı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur, Çizelge 4.66, P<0.05. Buna göre; birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içeriği her üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 15000.00-, 16500.00- ve 24000.00 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 15000.00-, 14850.00- ve 22000.00 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 16500.00-, 19000.00- ve 21500.00 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Yine birinci yıl hafif tuz yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içeriği her üç aşama sırası ile D'de 29250.00-, 36000.00- ve 38000.00 mg/kg, *S. soda* bitkisi ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 25750.00-, 27000.00- ve 32500.00 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 27250.00-, 33000.00- ve 35500.00 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu tuz seviyesinde farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam Cl⁻ içeriği en yüksek tek başına yetiştirilen D'de, en düşük D+SS D arkadaşlığında bulunmuştur.

Birinci yılın orta tuz seviyesindeki domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içeriği üç aşamada sırası ile tek başına bulunan D'de 38250.00-, 39000.00- ve 41000.00 mg/kg, *S. soda* kombinasyonunda bulunan D+SS D'de 28050.00-, 31000.00- ve 30500.00 mg/kg, *P. oleracea* kombinasyonundaki D+P D'de 31000.00-, 33500.00- ve 37000.00 mg/kg olarak ölçülmüştür. Orta tuz seviyesinde farklı bitki kombinasyonlarındaki domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içeriği en yüksek tek başına yetiştirilen D' de, en düşük D+SS D arkadaşlığında belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içeriği her üç aşama sırası ile D'de 41000.00-, 43500.00- ve 46000.00 mg/kg, *S. soda* kombinasyonunda bulunan D+SS D'de 31500.00-, 33500.00- ve 35500.00 mg/kg, *P. oleracea* kombinasyonundaki D+P D'de 37600.00-, 41000.00- ve 42500.00 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yüksek tuz seviyesindeki domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻

içeriği en yüksek tek başına yetiştirilen D'de, en düşük D+SS D arkadaşlığında bulunmuştur.

İkinci yıl yapılan çalışmada ise, tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 11500.00-, 15000.00- ve 19500.00 mg/kg, D+SS D'de 12500.00-, 15500.00- ve 18000.00 mg/kg, D+P D'de 13500.00-, 16500.00- ve 20000.00 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın hafif tuz seviyesindeki domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içeriğinde üç aşama sırası ile D'de 27500.00-, 32500.00- ve 34000.00 mg/kg, D+SS D'de 22500.00-, 24500.00- ve 26500.00 mg/kg, D+P D'de 24000.00-, 27500.00- ve 31000.00 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl orta tuz seviyesinde bulunan domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içeriği her üç aşama sırası ile D'de 36000.00-, 37500.00- ve 39000.00 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D'de 26250.00-, 25000.00- ve 27500.00 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığında bulunan D+P D 29000.00-, 27500.00- ve 32500.00 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile D'de 39000.00-, 42500.00- ve 44500.00 mg/kg, D+SS D'de 28500.00-, 30000.00- ve 32000.00 mg/kg, D+P D'de 34500.00-, 38000.00- ve 39500.00 mg/kg olarak bulunmuştur.

Her iki yılda da hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkisinde en yüksek yeşil aksam Cl⁻ içeriği tek başına yetiştirilen D'de belirlenmiştir. Arkadaş bitkiler ile aynı ortamda bulunan domates bitkilerinin yeşil aksam Cl⁻ içeriği daha düşük değerler sergilemiştir. Bu durum arkadaş bitkilerinin ortamdaki Cl⁻ iyonunu bünyelerine alması ve oranın Cl⁻ iyonunu düşürmesi ve domates bitkisinin daha düşük oranlarda Cl⁻ iyonuna maruz kalmasından ileri gelmektedir.

Çizelge 4.66. Birinci ve ikinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Cl⁻ içerikleri

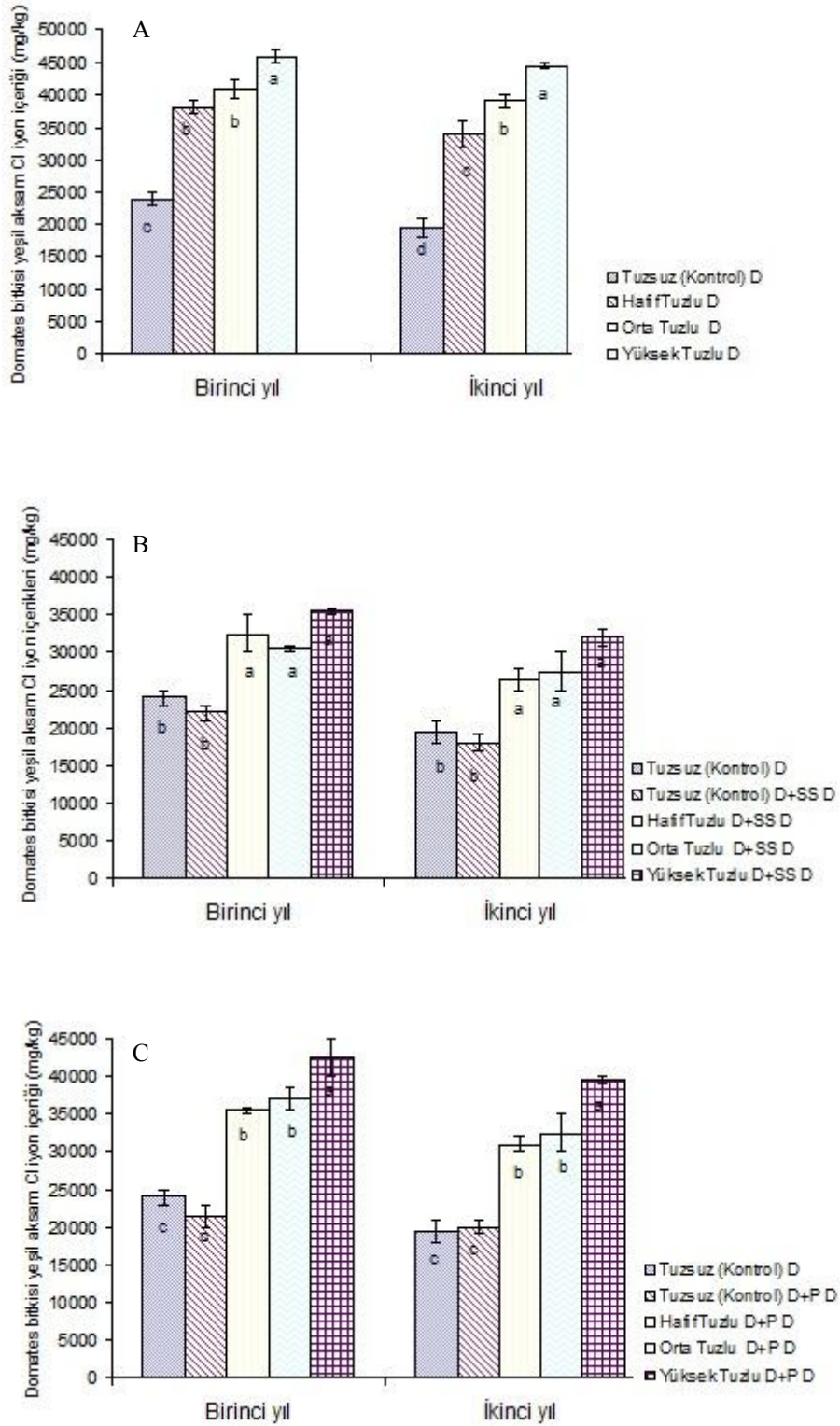
Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Cl ⁻ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitkisi yeşil aksam Cl ⁻ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	15000.00±1000a	16500.00±1500a	24000.00±1000a	11500.00±500a	15000.00±1000a	19500.00±1500a
	D+SS D	15000.00±0.00a	14850.00±650a	22000.00±1000a	12500.00±500a	15500.00±1500a	18000.00±1000a
	D+P D	16500.00±1500a	19000.00±1000a	21500.00±1500a	13500.00±500a	16500.00±1500a	20000.00±1000a
Hafif tuzlu	D	29250.00±750a	36000.00±2000a	38000.00±1000a	27500.00±2500a	32500.00±1500a	34000.00±2000a
	D+SS D	25750.00±1250a	27000.00±2000a	32500.00±2500a	22500.00±2500a	24500.00±500a	26500.00±1500a
	D+P D	27250.00±750a	33000.00±2000a	35500.00±500a	24000.00±1000a	27500.00±1500a	31000.00±1000a
Orta tuzlu	D	38250.00±1750a	39000.00±1000a	41000.00±1000a	36000.00±1000a	37500.00±2500a	39000.00±1000a
	D+SS D	28050.00±850b	31000.00±2000b	30500.00±500b	26250.00±1250b	25000.00±500b	27500.00±2500b
	D+P D	31000.00±1000b	33500.00±1500ab	37000.00±1500b	29000.00±1000b	27500.00±1500b	32500.00±2500ab
Yüksek tuzlu	D	41000.00±2000a	43500.00±500a	46000.00±1000a	39000.00±1000a	42500.00±2500a	44500.00±500a
	D+SS D	31500.00±1500b	33500.00±1500b	35500.00±500b	28500.00±1500c	30000.00±1000b	32000.00±1000b
	D+P D	37600.00±600ab	41000.00±1000a	42500.00±2500a	34500.00±500b	38000.00±1000ab	39500.00±500ab

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Tuzsuz (kontrol) şartlarında yetiştirilen domates bitkisi ile hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkilerinin yeşil aksam Cl⁻ içeriği üzerinde arkadaş bitkilerinin etkinliği her iki yılın en son aşaması olan III. aşama sonuçları dikkate alınarak, regresyon ve gruplar arası tek yönlü varyans analiz yöntemi ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4.10). Buna göre, artan tuz seviyelerindeki domates bitkilerinin yeşil aksam Cl⁻ içeriği tuzsuz (kontrol) ortamda bulunan domates bitkisine oranla artmış ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur, P<0.05.

Tuzsuz (kontrol)'de en düşük yeşil aksam Cl⁻ içeriği belirlenirken, yüksek tuz seviyesindeki en yüksek yeşil aksam Cl⁻ içeriği belirlenmiştir. Tuzsuz (kontrol)' e oranla yüksek tuz seviyesindeki artışın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de %91.66-%128.20 olarak bulunmuş ve en yüksek değerleri göstermiştir. *S. soda* arkadaşlığındaki D+ SS D'de tuzsuz (kontrol) oranla yüksek tuz seviyesindeki artışın oranı birinci ve ikinci yıl sırası birinci %61.36-%71.77 ile en düşük değerler olarak saptanmıştır.

Tek başına yetiştirilen domates bitkisi yetiştirme ortamında daha fazla Cl⁻ iyonuna maruz kaldığından bu bitkilerin yeşil aksamlarında daha çok Cl⁻ belirlenmiştir. Arkadaş bitkiler aynı ortamda bulunan domates bitkisini Cl⁻ iyonu yönünden rahatlatmış ve daha az oranda Cl⁻ iyonuna maruz kalan bitkinin yeşil aksamlarında daha düşük oranda Cl⁻ belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Farklı tuz seviyelerinde domatesin tek başına, *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi yeşil aksam Cl miktarı

A) Yalnız domates; B) domates+ *S. soda*; C) domates+ *P. oleracea*

4.6.22. Domates bitkisi kök klorür iyon içerikleri

Farklı tuz seviyelerinde ve farklı bitki kombinasyonlarında bulunan domates bitki kökü Cl⁻ içerikleri her iki yılın üç aşamasında da belirlenmiştir. I. ve II. aşamaların tuzsuz (kontrol), hafif ve tuzlu topraklarda bulunan domates bitkilerinin kök Cl⁻ içeriği üzerinde arkadaş bitkilerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz, yüksek tuzlu toprakta ise arkadaş bitkilerin etkisi önemli bulunmuştur. III. aşamada ise tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu topraklarda yetiştirilen domates bitki kökü Cl⁻ içeriği üzerinde arkadaş bitkilerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz, orta ve yüksek tuzlu toprakta ise önemli bulunmuştur, (Çizelge 4.67).

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta yetiştirilen domates bitki kökü Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 14000-, 15500- ve 17000 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 14000-, 14500- ve 15000 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 14500-, 15500- ve 16000 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl hafif tuz seviyesinde bulunan domates bitkisi kök Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile tek başına yetiştirilen D'de 17500-, 22000- ve 23500 mg/kg, *S. soda* bitkisi ile birlikte yetiştirilen D+SS D'de 12000-, 17000- ve 17000 mg/kg, *P. oleracea* ile birlikte yetiştirilen D+P D'de 12500-, 18500- ve 19000 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu tuz seviyesinin en yüksek kök Cl⁻ içeriği tek başına yetiştirilen D'de, en düşük D+SS D arkadaşlığında belirlenmiştir.

Birinci yılın orta tuz seviyesinde bulunan domates bitki kök Cl⁻ içeriği D'de üç aşamada sırası ile 19500-, 26500- ve 30500 mg/kg, arkadaş bitki ile aynı ortamda bulunan domates bitkisi kök Cl⁻ içeriği her üç aşama sırası ile D+SS D'de 11000-, 17000- ve 22000 mg/kg, D+P D'de 17500-, 21000- ve 24000 mg/kg olarak bulunmuştur. Orta tuz seviyesinde de en yüksek kök Cl⁻ içeriği tek başına yetiştirilen D'de, en düşük D+SS D arkadaşlığında bulunmuştur.

Birinci yıl yüksek tuz seviyesinde yalnız D ortamındaki domates bitki kökü Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile 30000-, 32500- ve 35000 mg/kg, D+SS D'nin bitki kökü Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile 2200-, 24000- ve 24500 mg/kg, D+P D'nin bitki kökü Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile 23500-, 26500- ve 28000 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yüksek tuz seviyesinde de en yüksek kök Cl⁻ içeriği tek başına yetiştirilen D'de, en düşük D+SS D arkadaşlığında saptanmıştır.

İkinci yıl yapılan çalışmanın kök Cl⁻ içeriklerini inceleyecek olursak, tuzsuz (kontrol) toprakta tek başına yetiştirilen D'nin kök Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile 13000-, 15000- ve 17000 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'nin kök Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile 10000-, 14000- ve 15500 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'nin kök Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile 12500-, 13500- ve 14500 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın hafif tuz seviyesindeki domates bitki kökü Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 15000-, 17500- ve 20000 mg/kg, D+SS D' de 12500-, 15000- ve 15000 mg/kg, D+P D'de ise 17500-, 17500- ve 17500 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın orta tuz seviyesinde bulunan domates bitki kökü Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile 20000-, 22500- ve 26500 mg/kg, D+SS D'de 15000-, 19000- ve 20000 mg/kg, D+P D kombinasyonundaki domates bitkisinde 15000, 24500, 25500 mg/kg belirlenmiştir. Yüksek tuz seviyesinde yalnız D ortamındaki domates bitki kökü Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile 38000, 37500, 35000 mg/kg, D+SS D kombinasyonunda bulunan domates bitkisinde 29000, 30000, 28000 mg/kg, D+P D'de ise 32000-, 33500- ve 30000 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Her iki yılın tüm tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) yetiştirilen domates bitkisi kök Cl⁻ içeriği en yüksek değer olarak tek başına yetiştirilen domates bitki köklerinde, en düşük ise *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitki kökünde belirlenmiştir. Bu durumun tamamen ortamda bulunan Cl⁻ miktarı ile yakından ilişkili olduğu söylenebilmektedir. Ortamın Cl⁻ miktarını düşüren arkadaş bitkiler domates bitkisini daha az Cl⁻ ile karşı karşıya getirmiş ve domates bitkisinin daha düşük oranlarda Cl⁻ almasını sağlamıştır. Tek başına yetiştirilen domates bitki ortamdaki yüksek Cl⁻ a maruz kalmış ve bünyelerine daha yüksek oranda bu iyonu almışlardır.

Çizelge 4.67. Birinci ve ikinci yıl domates bitkilerinin kök Cl⁻ içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates bitki kökü Cl ⁻ mg/kg K.A			İkinci yıl domates bitki kökü Cl ⁻ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	14000±1000a	15500±1500a	17000±1000a	13000±1000a	15000±1000a	17000±1000a
	D+SS D	14000±0.00a	14500±2000a	15000±1500a	10000±500a	14000±1000a	15500±500a
	D+P D	14500±1500a	15500±500a	16000±0.00a	12500±2000a	13500±500a	14500±500a
Hafif tuzlu	D	17500±1000a	22000±1000a	23500±1500a	15000±500a	17500±1500a	20000±1000a
	D+SS D	12000±1500a	17000±1000a	17000±2000a	12500±2000a	15000±500a	15000±0.00a
	D+P D	12500±2000a	18500±1500a	19000±1000a	17500±500a	17500±1500a	17500±1500a
Orta tuzlu	D	19500±500a	26500±1500a	30500±2500a	20000±1500a	22500±2500a	26500±1500a
	D+SS D	11000±1000b	17000±2000b	22000±3000b	15000±1000a	19000±1000a	20000±0.00b
	D+P D	17500±2500ab	21000±1000ab	24000±1000ab	15000±1250a	24500±1500a	25500±500a
Yüksek tuzlu	D	30000±0.00a	32500±2500a	35000±0.00a	38000±1000a	37500±2000a	35000±1000a
	D+SS D	2200±1000b	24000±1000b	24500±500b	29000±1000a	30000±1000b	28000±1000b
	D+P D	23500±1500b	26500±1500ab	28000±2000b	32000±0.00a	33500±500ab	30000±1000b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.23. Domates meyvesi klorür iyonu içerikleri

Farklı tuz ve bitki kombinasyonunda bulunan domates bitkisinin meyve Cl⁻ içerikleri üzerinde arkadaş bitkilerinin etkisi her iki yılın üç aşamasında da araştırılmış. Meyve Cl⁻ içerikleri üzerinde arkadaş bitkilerinin etkisi kontrol (tuzsuz) toprakta istatistiksel olarak önemsizken, $P>0.05$, hafif, orta ve yüksek tuzlu topraklarda etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, ($P<0.05$, Çizelge 4.68).

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta bulunan domates bitki meyvelerinin Cl⁻ içeriği araştırıldığında tek başına yetiştirilen D'nin meyve Cl⁻ miktarı üç aşama sırası ile 1100.00-, 1250.00- ve 1250.00 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen D+SS D'nin 1050.00-, 1200.00- ve 1150.00 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'nin 1250.00-, 1300.00-ve 1100.00 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl hafif tuz seviyesindeki domates meyvelerinin Cl⁻ içeriği her üç aşama sırası ile yalnız D'de 2050.00-, 2500.00- ve 3000.00 mg/kg, D+SS D'de 1300.00-, 1600.00-, 1900.00 mg/kg, D+P D'de 1250.00-, 1800.00- ve 2200.00 mg/kg olarak ölçülmüştür. En yüksek meyve Cl⁻ içeriği D'de, en düşük D+SS D arkadaşlığında saptanmıştır

Birinci yılın orta tuz seviyesindeki domates meyvesi Cl⁻ içeriği üç aşama sırası yalnız D'de 2500.00, 2750.00, 3050.00 mg/kg, D+SS D'de 1200.00-, 1600.00- ve 1900.00 mg/kg, D+P D'de 1300.00-, 2100.00- ve 2600.00 mg/kg olarak bulunmuştur. Orta tuz seviyesindeki meyvelerde en yüksek Cl⁻ miktarı D'de, en düşük D+SS D arkadaşlığında belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuz seviyesinde yalnız başına yetiştirilen D'nin I. ve II. aşamalarda meyveleri olmadığından ve III. aşamada bulunan meyvelerin küçük olmasından Cl⁻ ölçülemediği. *S. soda* arkadaşlığında bulunan D+SS D'nin meyvelerindeki Cl⁻ miktarı üç aşama sırası ile 1750.00-, 2800.00- ve 2750.00 mg/kg, D+P D'de her üç aşamada da meyve olmadığından Cl⁻ değeri ölçülemediği.

İkinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta domates meyvesi Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile D' de 850.00-, 1450.00- ve 1350.00 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D'de 700.00-, 1000.00- ve 1150.00 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D'de 750.00-, 1100.00- ve 1250.00 mg/kg olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl hafif tuz seviyesindeki domates bitkisi meyve Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile yalnız D bitkisinde 1800.00-, 1800.00- ve 1900.00 mg/kg, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D’de 1050.00-, 1300.00-ve 1500.00 mg/kg, *P. oleracea* arkadaşlığındaki D+P D’de 1100.00-, 1250.00- ve 1450.00 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl orta tuz seviyesinde bulunan domates bitkisi meyve Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile yalnız D bitkisinde 2250.00-, 2350.00- ve 2450.00 mg/kg, D+SS D’ de 1450.00-, 1750.00- ve 1900.00 mg/kg, D+P D’de 1600.00-, 1900.00- ve 1850.00 mg/kg olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yüksek tuz seviyesinde yetiştirilen domates bitkisi meyve Cl⁻ içeriği üç aşamada sırası ile yalnız D’de 2300.00-, 2400.00- ve 2200.00 mg/kg, D+SS D’de 1550.00-, 1650.00- ve 1850.00 mg/kg, D+P D’nin I. ve II. aşamalarında meyve görülmediğinden Cl⁻ değeri ölçülememiştir, III. aşamada 2050.00 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Her iki yılda da tuzsuz, hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkisi meyve Cl⁻ içeriği üzerinde arkadaş bitkilerinin olumlu etkisi tespit edilmiştir. En yüksek Cl⁻ değerleri tek başına yetiştirilen D’nin meyvelerinde ölçülmüştür. Arkadaş bitkiler ile aynı ortamda yetiştirilen domates bitkilerinin meyvelerindeki Cl⁻ içerikleri daha düşük değerler göstermiş olup, *S. soda* arkadaşlığında bulunan domates bitkisi meyvelerinde en düşük Cl⁻ içeriği bulunmuştur.

Çizelge 4.68. Birinci ve ikinci yıl domates meyvesi Cl⁻ iyon içerikleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl domates meyvesi Cl ⁻ mg/kg K.A			İkinci yıl domates meyvesi Cl ⁻ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	1100.00±100a	1250.00±250a	1250.00±150a	850.00±150a	1450.00±50	1350.00±150
	D+SS D	1050.00±150a	1200.00±200a	1150.00±50a	700.00±100a	1000.00±100	1150.00±150
	D+P D	1250.00±150a	1300.00±100a	1100.00±100a	750.00±50a	1100.00±100	1250.00±250
Hafif tuzlu	D	2050.00±250a	2500.00±100a	3000.00±200a	1800.00±200a	1800.00±200a	1900.00±100
	D+SS D	1300.00±100b	1600.00±100b	1900.00±100b	1050.00±50b	1300.00±100b	1500.00±100
	D+P D	1250.00±150b	1800.00±200b	2200.00±200b	1100.00±100b	1250.00±50b	1450.00±50
Orta tuzlu	D	2500.00±100a	2750.00±250a	3050.00±50a	2250.00±250a	2350.00±150a	2450.00±50a
	D+SS D	1200.00±200b	1600.00±100b	1900.00±100b	1450.00±50b	1750.00±50b	1900.00±100b
	D+P D	1300.00±300b	2100.00±100b	2600.00±200a	1600.00±100ab	1900.00±100b	1850.00±50b
Yüksek tuzlu	D	-	-	-	2300.00±0.00a	2400.00±0.00a	2200.00±0.00a
	D+SS D	1750.00±250	2800.00±200	2750.00±250	1550.00±50b	1650.00±150b	1850.00±50b
	D+P D	-	-	-	-	-	2050.00±0.00a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS D: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi, D+P D: Domates *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.24. Arkadaş bitkilerinin yeşil aksam klorür iyonu içerikleri

Farklı tuz seviyelerinin arkadaş bitkilerin yeşil aksamındaki Cl⁻ miktarı her iki yılın üç aşamasında belirlenmiştir. Arkadaş bitkilerin yeşil aksam Cl⁻ içeriği üzerinde farklı tuz seviyelerinin etkisi her iki yılın üç aşamasında da istatistiksel olarak önemli görülmüştür, Çizelge 4.69, P<0.05. Örneğin, birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta bulunan domates bitkisi ile birlikte (D+SS SS) ve tek başına (SS) yetiştirilen *S. soda* bitkisinin yeşil aksamı Cl⁻ içeriği üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 26500.00-, 26000.00- ve 33000.00 mg/kg, SS'de 22000.00-, 23500.00- ve 31500.00 mg/kg olarak bulunmuştur. Kontrole oranla en yüksek *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki Cl⁻ miktarı yüksek tuzlu toprakta üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 55000.00-, 62500.00- ve 67500.00 mg/kg, SS'de 52500.00-, 67500.00- ve 69000.00 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki Cl⁻ miktarı tuzsuz (kontrol) toprakta her üç aşamada D+SS SS'de 18000.00-, 33500.00- ve 43500.00 mg/kg, SS'de 16500.00-, 35000.00- ve 40000.00 mg/kg olarak bulunmuştur. Kontrole oranla en yüksek *S. soda* bitkisinin yeşil aksamındaki Cl⁻ miktarı yüksek tuzlu toprakta bulunmuş olup, her üç aşama da sırası ile D+SS SS'de 47500.00-, 78000.00- ve 82000.00 mg/kg, SS'de 65000.00-, 81000.00- ve 85500.00 mg/kg olarak belirlenmiştir, Çizelge 4. 69.

Diğer bir arkadaş bitki olarak kullanılan *P. oleracea* bitkisinin yeşil aksamındaki Cl⁻ miktarı, birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta üç aşama da sırası ile D+P P' de 23000.00-, 24000.00- ve 31500.00 mg/kg, P'de 25000.00-, 25500.00- ve 30000.00 mg/kg olarak bulunmuştur. En yüksek Cl⁻ içeriği yüksek tuzlu toprakta belirlenmiş olup, her üç aşama da sırası ile D+P P' de 48000.00-, 62500.00- ve 63000.00 mg/kg, P' de 46500.00-, 61000.00- ve 68500.00 mg/kg olarak ölçülmüştür.

İkinci yılda da birinci yıla benzer sonuçlar görülmüştür. Tuzsuz (kontrol)' da Cl⁻ içeriği üç aşama sırası ile D+P P'de 16500.00-, 36000.00- ve 40000.00 mg/kg, P'de 18000.00-, 32500.00- ve 42000.00 mg/kg olarak belirlenmiştir. En yüksek Cl⁻ içeriği yüksek tuzlu toprakta belirlenmiş olup, her üç aşama sırası ile D+P P'de 43500.00-, 71000.00- ve 75000.00 mg/kg, P'de 41000.00-, 68000.00- ve 77000.00 mg/kg bulunmuştur, Çizelge 4. 69.

Çizelge 4.69. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin yeşil aksam Cl⁻ içerikleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Cl ⁻ mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin yeşil aksam Cl ⁻ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	26500.00±1500b	26000.00±2000c	33000.00±1000c	18000.00±2000c	33500.00±1500d	43500.00±1500d
	Hafif tuzlu	46000.00±1000a	47000.00±1000b	54500.00±500b	30000.00±2000b	52500.00±2500c	60000.00±1000c
	Orta tuzlu	53500.00±1500a	56500.00±1500a	60000.00±1000b	44000.00±1500a	67500.00±2500b	77500.00±2500b
	Yüksek tuzlu	55000.00±1500a	62500.00±2500a	67500.00±2500a	47500.00±2500a	78000.00±2000a	82000.00±2000a
SS	Tuzsuz	22000.00±2000c	23500.00±1500d	31500.00±1500c	16500.00±1500c	35000.00±0.00d	40000.00±3000b
	Hafif tuzlu	43500.00±1500b	45000.00±2000c	52000.00±2000b	30000.00±1000b	47500.00±2500c	50000.00±3000b
	Orta tuzlu	47500.00±1500ab	60000.00±1000b	62500.00±2500a	38000.00±2500b	65000.00±4000b	81000.00±1000a
	Yüksek tuzlu	52500.00±2500a	67500.00±2000a	69000.00±1000a	65000.00±3000a	81000.00±1000a	85500.00±1500a
D+P P	Tuzsuz	23000.00±3000b	24000.00±1000d	31500.00±500c	16500.00±1500c	36000.00±2000c	40000.00±1000b
	Hafif tuzlu	42500.00±2500a	44500.00±500c	48000.00±2000b	22500.00±2500bc	37500.00±1500c	51000.00±1000b
	Orta tuzlu	42500.00±2500a	53000.00±3000b	58000.00±2000ab	27500.00±2500b	57500.00±2500b	65000.00±3000a
	Yüksek tuzlu	48000.00±2000a	62500.00±2500a	63000.00±1500a	43500.00±1500a	71000.00±2000a	75000.00±3000a
P	Tuzsuz	25000.00±2000c	25500.00±500d	30000.00±1000c	18000.00±1500c	32500.00±2500c	42000.00±3000c
	Hafif tuzlu	32500.00±2500b	39000.00±1000c	43000.00±1000b	26500.00±1500bc	37000.00±3000bc	45500.00±2500c
	Orta tuzlu	41000.00±1000a	49000.00±1000b	47500.00±2500b	37000.00±3000ab	46000.00±3000b	58500.00±1500b
	Yüksek tuzlu	46500.00±1500a	61000.00±2000a	68500.00±1500a	41000.00±1000a	68000.00±1000a	77000.00±2000a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.6.25. Arkadaş bitkilerinin kök klorür iyonu içerikleri

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) köklerinde bulunan Cl⁻ miktarı birinci ve ikinci yılın üç farklı aşamasında belirlenmiştir. Arkadaş bitkilerin her iki yılın I. aşamasında kökdeki Cl içeriği ile farklı tuz seviyeleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). II ve III. aşamada ise istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$). Örneğin, kontrol (tuzsuz) toprakta birinci yıl domates ile aynı ortamda bulunan *S. soda* bitkisinde D+SS SS'da 12500.00, 13500.00, 15000.00 mg/kg, SS' da 11000.00, 13000.00, 14000.00 mg/kg belirlenmiştir. En yüksek Cl içeriği yüksek tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde ölçülmüş olup, üç aşama sırası ile D+SS SS 17500.00, 20000.00, 23000.00 mg/kg, SS'de 17000.00, 19000.00, 24500.00 mg/kg olarak belirlenmiştir, (Çizelge 4.70).

İkinci yılda da *S. soda* bitkisinin kök aksamındaki Cl içeriği tuzsuz (kontrol) toprakta D+SS SS' de 17500.00, 16500.00, 16500.00 mg/kg, SS'de 15000.00, 14500.00, 15500.00 mg/kg bulunmuştur. *S. soda*'nın en yüksek Cl içeriği yüksek tuz seviyesinde belirlenmiş olup, D+SS SS'de 26000.00, 28500.00, 30500.00 mg/kg, SS'de 20000.00, 25000.00, 29000.00 mg/kg bulunmuştur, (Çizelge 4.70).

Diğer bir arkadaş bitki olan *P. oleracea*'nın birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta Cl miktarı domates ile arkadaşlık eden *P. oleracea*'da (D+P P) üç aşama sırası ile 13000.00, 13500.00, 14500.00 mg/kg, tek başına yetiştirilen *P. oleracea*'nın 10500.00, 12500.00, 13000.00 mg/kg bulunmuştur. *P. oleracea*'nın en yüksek Cl içeriği yüksek tuzlu topraklarda bulunmuş olup üç aşama sırası ile, D+P P'de 17000.00, 21000.00, 22000.00 mg/kg, P'de 15500.00, 17000.00, 21500.00 mg/kg ölçülmüştür.

İkinci yıl *P. oleracea* bitkisinin kök aksamında bulunan Cl miktarı tuzsuz (kontrol) toprakta D+P P'deki Cl içeriği üç aşama sırası ile 11500.00, 15000.00, 15000.00 mg/kg, P'de 13000.00, 14000.00, 15000.00 mg/kg belirlenmiştir. *P. oleracea*'nın en yüksek Cl içeriği yüksek tuzlu topraklarda belirlenmiş ve D+P P'de 20500.00, 24500.00, 27000.00 mg/kg, P'de ise 19500.00, 21500.00, 24500.00 mg/kg olarak üç aşamada sırasıyla verilmiştir, (Çizelge 4.70).

Çizelge 4.70. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin kök Cl⁻ içerikleri

Bitki kombinasyonu	Tuz seviyeleri	Birinci yıl <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Cl ⁻ mg/kg K.A			İkinci <i>S. soda</i> ve <i>P. oleracea</i> bitkilerinin kök Cl ⁻ mg/kg K.A		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
D+SS SS	Tuzsuz	12500.00±1500a	13500.00±1500b	15000.00±500b	17500.00±2500a	16500.00±1500b	16500.00±1500c
	Hafif tuzlu	13000.00±1000a	17000.00±1000ab	22500.00±2500a	20000.00±1000a	22500.00±2500ab	22000.00±1000bc
	Orta tuzlu	15000.00±2000a	19000.00±1000a	22000.00±2000a	23000.00±3000a	23500.00±1500ab	25000.00±0.00b
	Yüksek tuzlu	17500.00±1500a	20000.00±0.00a	23000.00±2000a	26000.00±2000a	28500.00±1500a	30500.00±1500a
SS	Tuzsuz	11000.00±1000a	13000.00±1000b	14000.00±1000c	15000.00±1000b	14500.00±500c	15500.00±500c
	Hafif tuzlu	14500.00±1500a	18500.00±1500a	18000.00±1000b	16000.00±1000ab	20000.00±1000b	22000.00±1000b
	Orta tuzlu	16500.00±1500a	16000.00±1000a	21000.00±1000b	18000.00±1000ab	19000.00±2000b	24000.00±1000b
	Yüksek tuzlu	17000.00±2000a	19000.00±1000a	24500.00±500a	20000.00±1000a	25000.00±1000a	29000.00±0.00a
D+P P	Tuzsuz	13000.00±1000a	13500.00±500c	14500.00±1500b	11500.00±1500b	15000.00±1000b	15000.00±0.00c
	Hafif tuzlu	12000.00±1000a	17500.00±500b	20500.00±500a	14000.00±500ab	19500.00±1500ab	22000.00±1000b
	Orta tuzlu	16000.00±1000a	19000.00±1000a	20000.00±1000a	17500.00±2500a	21000.00±1000a	22500.00±500b
	Yüksek tuzlu	17000.00±1000a	21000.00±1000a	22000.00±1000a	20500.00±1500a	24500.00±1500a	27000.00±1000a
P	Tuzsuz	10500.00±500b	12500.00±500b	13000.00±1000b	13000.00±2000b	14000.00±100c	15000.00±1000b
	Hafif tuzlu	13500.00±1500ab	17500.00±500a	18500.00±1500a	15000.00±1000ab	19000.00±1000ab	20000.00±500a
	Orta tuzlu	15000.00±0.00a	15000.00±1000ab	19000.00±1000a	14500.00±1500a	17000.00±1000b	19500.00±1500a
	Yüksek tuzlu	15500.00±500a	17000.00±1000a	21500.00±1500a	19500.00±500a	21500.00±500a	24500.00±500a

D+SS SS: Domates ve *S. soda* arkadaşlığındaki *S. soda* bitkisi. SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi. D+P P: Domates ve *P. oleracea* arkadaşlığındaki *P. oleracea* bitkisi. P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Harflendirmeler farklı tuz seviyelerinin aynı bitki kombinasyonu üzerindeki önem düzeyleri (a, b, c, d) harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.7. Sera Deneme Sonrası Toprakların pH ve EC Durumları

Farklı tuz seviyelerine sahip topraklarda (tuzsuz, hafif tuzlu, orta tuzlu ve yüksek tuzlu) domates bitkisi ve arkadaş bitkiler (*S. soda* ve *P. oleracea*) tek başına veya birbirleri ile kombine edilerek D (yalnız domates bitkisi), SS (yalnız *S. soda* bitkisi), P (yalnız *P. oleracea* bitkisi), D+SS D (domates ve *S. soda* kombinasyonunda domates bitkisi) ve D+P D (domates ve *P. oleracea* kombinasyonunda domates bitkisi) iki yıl (2010-2011) yetiştirilmiştir. Üç farklı aşamada denemenin toprakları incelenmiştir. Buna göre; toprakların pH içerikleri üzerinde farklı bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, (Çizelge, 4.71, $P>0.05$). Örneğin birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprağın pH değeri her üç aşama sırası ile yalnız D'de 7.84-, 7.81- ve 7.74, *S. soda* ve domates bitkilerinin birlikte bulunduğu D+SS'de 7.82-, 7.73- ve 7.73, *P. oleracea* ve domates bitkisinin birlikte yetiştirildiği D+P'de 7.82-, 7.83- ve 7.82, yalnız SS'de 7.82-, 7.79- ve 7.76 yalnız *P. oleracea* (P) ortamındaki toprakta 7.83-, 7.81- ve 7.78 olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın hafif tuzlu toprağının deneme sonrası pH içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 7.82-, 7.83- ve 7.80, D+SS'de 7.80-, 7.77- ve 7.74, D+P kombinasyonunda 7.81-, 7.82- ve 7.80, yalnız SS'de 7.83-, 7.80- ve 7.76, yalnız P toprağında 7.82-, 7.78- ve 7.78 olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl orta tuzlu toprağın deneme sonrası pH içeriği yalnız D'de her üç aşama 8.12-, 8.15- ve 8.15, D+SS'de üç aşamada sırası ile 8.00-, 8.03- ve 8.10, D+P'de ise her üç aşama sırası ile 8.12-, 8.15- ve 8.12 olarak belirlenmiştir. Yalnız SS'de üç aşama sırası ile 8.10-, 8.17- ve 8.17, yalnız P'de üç aşama sırası ile 8.18-, 8.19- ve 8.17 olarak bulunmuştur.

Birinci yılın yüksek tuzlu toprağında deneme sonrası pH içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 8.25-, 8.25- ve 8.25, D+SS'de 8.18-, 8.15- ve 8.15, D+P'de 8.22-, 8.24- ve 8.24, SS' de 8.20-, 8.18- ve 8.19, yalnız P'nin bulunduğu toprakta 8.23-, 8.23- ve 8.20 olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl yapılan çalışmanın deneme sonrası toprak pH değerlerini inceleyecek olursak, tuzsuz (kontrol) toprakta yalnız D'nin yetiştirildiği toprağın pH değeri her üç aşama sırası 7.80-, 7.77- ve 7.71, D+SS'de üç aşama sırası ile 7.78-, 7.75-, 7.68, D+P'de üç aşama sırası ile 7.75-, 7.78- ve 7.72, yalnız SS'de üç

aşama sırası ile 7.77-, 7.72-, 7.72, yalnız P'nin toprağında üç aşama sırası ile 7.70-, 7.75- ve 7.74 olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl hafif tuzlu toprağın deneme sonrası pH içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 7.83-, 7.83- ve 7.81, D+SS'de 7.80-, 7.82- ve 7.77, D+P 7.83-, 7.82- ve 7.78, yalnız SS'de 7.82-, 7.80- ve 7.80, yalnız P'de 7.81-, 7.82- ve 7.79 olarak bulunmuştur.

İkinci yıl orta tuzlu toprakta deneme sonrası pH içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 8.19-, 8.14- ve 8.17, D+SS'de 7.94-, 8.00- ve 8.05, D+P'de 8.15-, 8.04- ve 7.95, yalnız SS'de 7.87-, 8.11- ve 8.10, yalnız P'de 8.05-, 8.05- ve 8.08 olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuzlu toprağında deneme sonrası pH içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 8.25-, 8.24- ve 8.24, D+SS'de 8.15-, 8.16- ve 8.18, D+P'de 8.23-, 8.25- ve 8.20, yalnız SS'de 8.06-, 8.10-, 8.15, yalnız P'de 8.20-, 8.21- ve 8.18 olarak bulunmuştur.

Farklı tuz içeriğine sahip topraklarda farklı bitki kombinasyonunda yetiştirilen bitkilerin toprak pH değişimi üzerinde herhangi bir etkisi görülmemiştir. Benzer durum Aydemir ve Sünger. (2011) araştırmalarında iki farklı tuzlu-sodik topraklarda yetiştirdikleri *Lotus corniculatus* halofit bitkisinin yüksek oranlarda iyon absorbe ederek I. tuzlu sodik toprağın EC değerini 5.7 dS/m'den 2.40 dS/m düşürdüğünü, II. tuzlu sodik toprağın 8.37 dS/m olan EC değerini ise 2.80 dS/m, pH içeriğinde ise istatistiksel olarak değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da tuz stresinde kullanılan halofit bitkiler bünyelerine tuz iyonlarını almış ve toprakların EC değerlerinde ciddi düşüslere neden olmuştur. Bununla birlikte toprakların pH'larında ciddi bir değişim görülmemiştir. Bu durum kullanılan arkadaş bitkilerin (*S. soda* ve *P. oleracea*) toprağın yapısında değişikliğe gitmeden güvenilir olarak kullanılabilirliğini ortaya koymuştur. Böylece bu bitkiler toprak pH'sı ve fiziksel özellikleri üzerinde uzun yıllar kullanılabilme özelliğine sahiptirler. Bu özellikleri bakımından bitkisel ıslah çalışmalarına ciddi bir alternatif olmaktadır.

Çizelge 4.71. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprakların pH değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl deneme sonrası pH			İkinci yıl deneme sonrası pH		
		I. Aşama	II. Aşama	III.Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III.Aşama
Tuzsuz	D	7.84±0.01 a	7.81±0.02a	7.74±0.02a	7.80±0.01a	7.77±0.02a	7.70±0.02a
	D+SS	7.82±0.54 a	7.73±0.05a	7.72±0.02a	7.78±0.02a	7.75±0.02ab	7.68±0.03a
	D+P	7.81±0.56 a	7.83±0.01a	7.82±0.01a	7.75±0.01a	7.78±0.01a	7.72±0.03a
	SS	7.82±0.47 a	7.79±0.02a	7.76±0.03a	7.77±0.04a	7.72±0.02b	7.71±0.03a
	P	7.83±0.31 a	7.81±0.02a	7.78±0.04a	7.70±0.21a	7.75±0.02a	7.74±0.02a
Hafif Tuzlu	D	7.82±0.37 a	7.83±0.01a	7.80±0.02a	7.83±0.15a	7.83±0.02a	7.81±0.01a
	D+SS	7.80±0.05 a	7.77±0.01a	7.74±0.03a	7.80±0.01a	7.82±0.01a	7.77±0.02a
	D+P	7.81±0.00 a	7.82±0.03a	7.80±0.02a	7.83±0.01a	7.82±0.01a	7.78±0.01a
	SS	7.83±0.01 a	7.80±0.02a	7.76±0.13a	7.82±0.01a	7.80±0.18a	7.80±0.02a
	P	7.82±0.32 a	7.78±0.03a	7.78±0.05a	7.81±0.01a	7.82±0.01a	7.79±0.01a
Orta Tuzlu	D	8.12±0.02 a	8.15±0.25ab	8.15±0.13a	8.19±0.14a	8.14±0.02a	8.17±0.04a
	D+SS	8.00±0.14 a	8.03±0.17b	8.10±0.05a	7.94±0.18a	8.00±0.07a	8.05±0.04a
	D+P	8.12±0.13 a	8.15±0.20ab	8.12±0.02a	8.15±0.10a	8.04±0.08a	7.95±0.17a
	SS	8.10±0.09 a	8.17±0.05ab	8.17±0.02a	7.87±0.03a	8.11±0.02a	8.10±0.07a
	P	8.18±0.08 a	8.19±0.06a	8.17±0.04a	8.05±0.05a	8.05±0.05a	8.08±0.20a
Yüksek Tuzlu	D	8.25±0.12 a	8.25±0.03a	8.25±0.06a	8.25±0.02a	8.24±0.12a	8.24±0.02a
	D+SS	8.18±0.06 a	8.15±0.03b	8.15±0.12a	8.05±0.04b	8.16±0.11a	8.18±0.03a
	D+P	8.22±0.08 a	8.24±0.02ab	8.24±0.11a	8.23±0.03a	8.25±0.01a	8.20±0.02a
	SS	8.20±0.09 a	8.18±0.05ab	8.19±0.22a	8.06±0.09b	8.08±0.04a	8.15±0.03a
	P	8.23±0.02 a	8.23±0.02ab	8.20±0.10a	8.21±0.03ab	8.21±0.03a	8.18±0.02a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS: Domates ve *S. soda* kombinasyonu, D+P: Domates *P. oleracea* kombinasyonu, SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi, P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisinde farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Deneme sonrası toprakların EC değerleri her iki yılın üç aşamasında da incelenmiş ve toprakların EC içerikleri üzerinde arkadaş bitkilerin etkisi her iki yıl ve üç aşamada da tuzsuz (kontrol) toprakta istatistiksel olarak önemsiz, ($P>0.05$), hafif, orta ve yüksek tuzlu topraklarda ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, ($P<0.05$), Çizelge, 4.72.

Birinci yılın tuzsuz (kontrol) toprağında deneme sonrası alınan EC ölçüm değerleri her üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.78-, 0.73-, 0.71 dS/m, D+SS'de 0.70-, 0.65-, 0.64 dS/m, D+P'de 0.68-, 0.68- ve 0.66 dS/m, yalnız SS'nin bulunduğu toprakta 0.77-, 0.70- ve 0.67 dS/m yalnız P'nin bulunduğu toprakta 0.74-, 0.71- ve 0.69 dS/m olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın hafif tuzlu toprağında deneme sonrası EC değerleri her üç aşama sırası ile yalnız D'de 3.15-, 2.79- ve 2.34 dS/m, D+SS'de 2.23-, 1.71- ve 1.56 dS/m, D+P'de 2.41-, 2.03- ve 1.92 dS/m, yalnız SS'nin bulunduğu toprakta 2.28-, 1.93- ve 1.66 dS/m, yalnız P'de 2.54-, 2.12- ve 1.95 dS/m olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrasındaki EC değerleri her üç aşama sırası ile yalnız D'nin yetiştirildiği toprakta 4.85-, 4.55- ve 4.43 dS/m, D+SS'de 3.67-, 3.35- ve 2.91 dS/m, D+P'de 4.13-, 3.89- ve 3.15 dS/m, yalnız SS'de 3.62-, 3.24- ve 3.20 dS/m, yalnız P'nin bulunduğu toprakta 4.37-, 3.73- ve 3.51 dS/m olarak bulunmuştur.

Birinci yılın yüksek tuzlu toprağında deneme sonrası EC değerleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 10.64-, 8.71- ve 8.31 dS/m, D+SS'de 5.23-, 4.67- ve 4.55 dS/m, D+P'de 7.13-, 6.19- ve 5.58 dS/m, yalnız SS'nin bulunduğu toprakta 4.79-, 4.48- ve 4.40 dS/m, yalnız P'nin bulunduğu toprakta 6.68-, 5.77- ve 5.31 dS/m olarak belirlenmiştir.

Benzer sonuçlar, ikinci yıl yapılan çalışmada da görülmüştür. Örneğin, tuzsuz (kontrol) toprağın EC ölçüm değerleri üç aşama sırası ile yalnız D'nin yetiştirildiği toprakta 0.75-, 0.68- ve 0.66 dS/m, D+SS'de 0.72- ve 0.64-, 0.60 dS/m, D+P'de 0.75-, 0.69- ve 0.63 dS/m, yalnız SS'nin bulunduğu toprakta 0.69-, 0.66- ve 0.62 dS/m, yalnız P'nin bulunduğu toprakta 0.76-, 0.67-, 0.65 olarak bulunmuştur.

İkinci yılın hafif tuzlu toprağının deneme sonrası EC ölçüm içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'nin yetiştirildiği toprakta 3.47-, 3.27- ve 2.62 dS/m, D+SS'nin kombine edildiği toprakta 1.65-, 1.90- ve 1.22 dS/m, D+P'nin kombine edildiği

toprakta 2.38-, 1.54- ve 1.30 dS/m, yalnız SS' de 2.13-, 1.97- ve 1.25 dS/m, yalnız P'nin bulunduğu toprakta 2.79-, 1.65- ve 1.34 dS/m olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrası EC içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 5.02-, 4.97- ve 4.36 dS/m, D+SS'de 2.90-, 1.71- ve 1.73 dS/m, D+P'de 3.82-, 2.96- ve 2.47 dS/m, yalnız SS'nin bulunduğu toprakta 3.25-, 2.37- ve 2.18 dS/m, yalnız P'nin bulunduğu toprakta 3.77-, 3.11- ve 2.43 dS/m olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın yüksek tuzlu toprağının deneme sonrası EC içeriği ise üç aşama sırası ile yalnız D'nin yetiştirildiği toprakta 9.22-, 8.13- ve 7.06 dS/m, D+SS'de 5.07-, 3.25- ve 3.23 dS/m, D+P'de 6.70-, 5.26- ve 4.74 dS/m, yalnız SS'nin bulunduğu toprakta 4.57-, 3.55- ve 3.27 dS/m, yalnız P'nin bulunduğu toprakta 6.74-, 5.47- ve 5.16 dS/m olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak tüm tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) EC değerindeki en çok azalma arkadaş bitkilerinin yetiştirildiği topraklarda, en düşük azalma ise yalnız D'nin bulunduğu toprakta görülmüştür. Arkadaş bitkiler topraktan tuz iyonlarını yüksek oranda alarak toprakların EC değerinin azalmasında etkili olmuştur.

Çizelge 4.72. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprakların EC değerleri

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl deneme sonrası toprakların EC dS/m			İkinci yıl deneme sonrası toprakların EC dS/m		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	0.78±0.03a	0.73±0.04a	0.71±0.05a	0.75±0.15a	0.68±0.07a	0.66±0.03a
	D+SS	0.70±0.09a	0.65±0.04a	0.64±0.09a	0.72±0.15a	0.64±0.04a	0.60±0.03a
	D+P	0.68±0.04a	0.68±0.05a	0.66±0.04a	0.75±0.01a	0.70±0.05a	0.63±0.05a
	SS	0.72±0.15a	0.70±0.05a	0.67±0.08a	0.69±0.09a	0.66±0.10a	0.62±0.01a
	P	0.74±0.10a	0.71±0.03a	0.69±0.07a	0.76±0.04a	0.67±0.06a	0.65±0.02a
Hafif tuzlu	D	3.15±0.30a	2.79±0.36a	2.34±0.12a	3.47±0.21a	3.27±0.23a	2.62±0.24a
	D+SS	2.23±0.05b	1.71±0.01b	1.56±0.07b	1.65±0.32c	1.90±0.28b	1.22±0.06b
	D+P	2.41±0.19b	2.03±0.29ab	1.92±0.22ab	2.38±0.26b	1.54±0.33b	1.30±0.17b
	SS	2.28±0.07b	1.93±0.02b	1.66±0.13b	2.13±0.38c	1.97±0.25b	1.25±0.11b
	P	2.54±0.14ab	2.12±0.10ab	1.95±0.16ab	2.79±0.24ab	1.65±0.35b	1.34±0.13b
Orta tuzlu	D	4.85±0.27a	4.55±0.04a	4.43±0.31a	5.02±0.17a	4.97±0.06a	4.36±0.13a
	D+SS	3.67±0.32b	3.35±0.12b	2.91±0.13b	2.90±0.26b	1.71±0.38c	1.73±0.11c
	D+P	4.13±0.18ab	3.89±0.23b	3.15 ±0.16b	3.82±0.44b	2.96±0.06b	2.47±0.13b
	SS	3.62±0.12b	3.24±0.56b	3.20±0.34b	3.25±0.21b	2.37±0.18bc	2.18±0.24bc
	P	4.37±0.10ab	3.73±0.23b	3.51±0.17b	3.77±0.39b	3.11±0.29b	2.43±0.26b
Yüksek tuzlu	D	10.64±0.63 ^a	8.71±0.17a	8.31±1.08a	9.22±0.34a	8.13±0.08ab	7.06±0.50a
	D+SS	5.23±0.51bc	4.67±0.05b	4.55±0.47b	5.07±0.54bc	3.25±0.50c	3.23±0.60c
	D+P	7.13±0.67 ^b	6.19±0.68ab	5.58±0.79ab	6.70±0.79b	5.26±0.99b	4.74±0.06b
	SS	4.79±0.29 ^c	4.48±1.04b	4.40±0.84b	4.57±0.30c	3.55±0.26bc	3.27±0.19c
	P	6.68±0.34 ^{bc}	5.77±1.06b	5.31±0.80ab	6.74±0.14b	5.47±0.20b	5.16±0.07b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS: Domates ve *S. soda* kombinasyonu, D+P: Domates *P. oleracea* kombinasyonu, SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi, P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Farklı bitki kombinasyonları nedeni ile toprakların deneme öncesi EC değerleri ve deneme sonrası EC değerleri arasındaki değişim her iki yılın III. aşamasında incelenmiş ve EC değerinde meydana gelen azalma belirlenmiştir, (Şekil.4.11). Buna göre tuzsuz (kontrol) deneme sonrasında EC'deki azalmanın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile yalnız D'de % 15.48, % 16.46 oranında, D+SS'de % 23.81, %24.05, D+P'de % 21.43, % 20.25, SS'de % 20.24, %21.52, P'de % 17.86, % 17.72 olarak bulunmuştur. Tuzsuz toprakta deneme sonrası EC değerinde yapılan ölçüm sonrasında en çok azalma her iki yılda da *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS'de görülmüştür. Yine en az azalma ise tek başına yetiştirilen domates bitkisi toprağında tespit edilmiştir.

Hafif tuzlu toprakta deneme öncesine göre (DÖ) EC değerindeki azalmanın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de % 39.53, % 37.47, D+SS'de % 59.69, %70.88, D+P'de %50.39, %68.97, SS'de %57.11, %70.17, P'de % 49.61, %68.02 oranında olduğu belirlenmiştir. EC değerindeki azalma genelde arkadaş bitkilerinin bulunduğu topraklarda daha fazla görülmüştür.

Orta tuzlu toprakta deneme öncesine göre (DÖ) EC değerindeki azalma oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile yalnız D'de % 39.33, %38.64, D+SS'de % 57.46, %76.04, D+P'de %53.95, % 65.79, SS' de %53.22, %69.81, P'de %48.68, %66.34 azalma olduğu saptanmıştır.

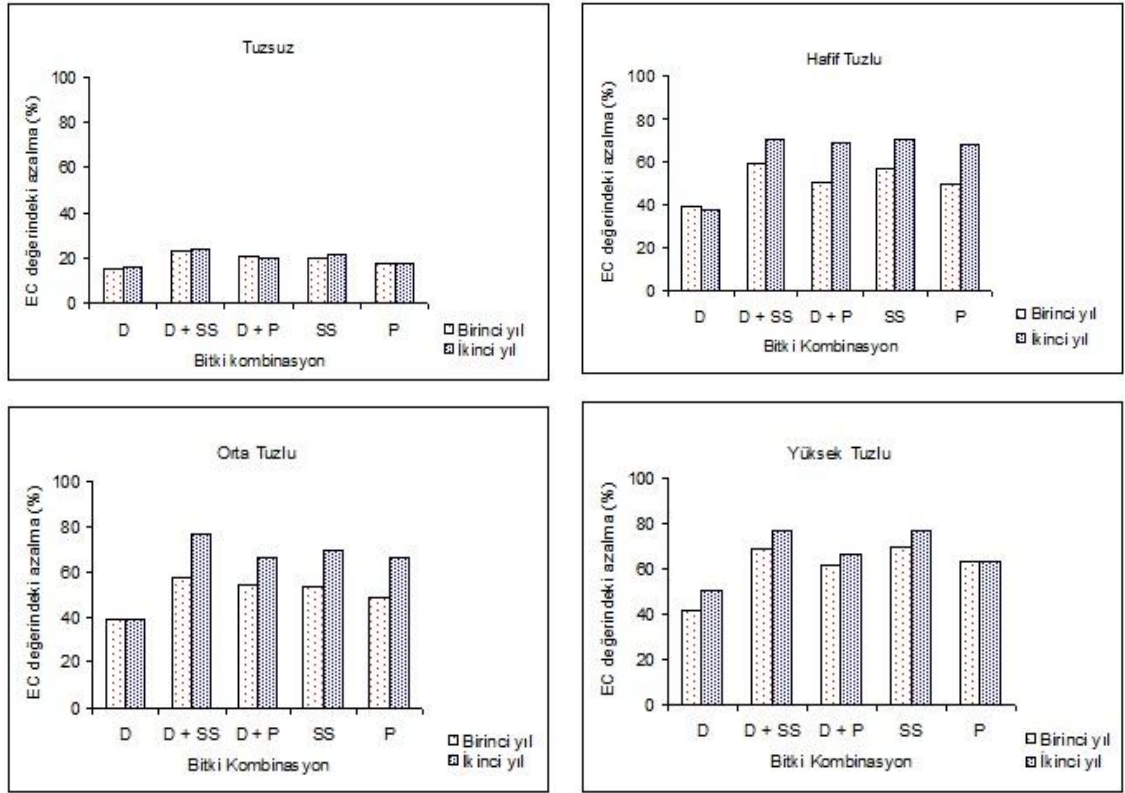
Yüksek tuzlu toprakta deneme öncesine göre (DÖ) EC değerindeki azalma oranı ise birinci ve ikinci yıl sırası ile yalnız D'de % 41.90, %49.79, D+SS'de % 68.23, % 77.03, D+P'de %61.03, %66.29, SS'de % 69.27, %76.74, P'de %62.92, % 63.30 oranında olduğu belirlenmiştir.

Arkadaş bitkiler topraklardan yüksek oranda tuz iyonu alarak toprakların EC değerlerinde önemli azalmalara neden olmuştur.

Benzer bulgular Ahmad ve ark. (2003) tarafından da belirlenmiştir. Kireçli tuzlu-sodik toprakların ıslahında *Sesbania* bitkisinin etkisini incelemiş ve bu bitkinin toprağın 15-30 cm derinliğinde toprak EC değerini oldukça düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Yine Akhter ve ark. (2003) tuzlu-sodik toprakların ıslahında baraj otunun (*Leptochloa fusca L.*) etkisini 5 yıl süreyle incelemiş ve 0-20 cm derinlikteki toprakların başlangıçtaki EC değeri 22.0 dS/m'den 5. yıl sonunda 2.0 dS/m'ye düştüğünü, 40-60 cm derinlikteki toprakların başlangıçtaki EC değeri 22.2 dS/m'den

5. yıl sonunda 2.1 dS/m'ye düştüğünü ve 80-100 cm derinlikteki toprakların başlangıçtaki EC değereri 12.5 dS/m' den 5. yıl sonunda 3.2 dS/m'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda baraj otunun tuzlu-sodik toprakların ıslahında önemli etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Yine Ravidran ve ark. (2007) tuzlu toprakta *Sueda maritama* Dum. ve *Sesuvium portulacastrum* L. halofit bitkilerinin 120 günlük yetiştirme peryodunda toprak EC değerini *Sueda maritama*'nın yetiştirilen alandaki EC değerini 4.9 dS/m'den 1.4 dS/m'ye; *Sesuvium portulacastrum* L. ise yetiştirilen alandaki EC değerini 4.9 dS/m'den 2.5'e düşürdüğünü bildirmişlerdir.



Şekil 4.11. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası EC değerlerinde meydana gelen değişimin oranları

4.8. Deneme Sonrası Toprakların İyon İçerikleri

4.8.1. Deneme sonrası toprakların sodyum (Na⁺) içerikleri

Deneme sonrası toprakların Na⁺ iyonu içerikleri her iki yılın üç aşamasında da toprakların Na⁺ içerikleri üzerinde arkadaş bitkilerin etkisi tuzsuz (kontrol) toprakta istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05), hafif, orta ve yüksek tuzlu toprakta istatistiksel olarak önemli görülmüştür (P<0.05), Çizelge,4.73.

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprağın deneme sonrası Na⁺ iyon içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 1.02-, 0.86-, 0.64 meq/l, *S. soda* ve domates bitkisi arkadaşlığındaki D+SS'de 0.64-, 0.56-, 0.48 meq/l, *P. oleracea* ve domates bitkisi arkadaşlığındaki D+P'de 0.93-, 0.61-, 0.53 meq/l, yalnız *S. soda*'nın bulunduğu toprakta 0.99-, 0.53-, 0.49 meq/l, yalnız *P. oleracea* ortamındaki toprakta 1.05-, 0.62-, 0.55 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın hafif tuzlu toprağında deneme sonrası Na⁺ iyon içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 6.03-, 5.72-, 5.24 meq/l, D+SS'de 4.92-, 4.61-, 4.31, D+P'de 5.18-, 4.87-, 4.52 meq/l, yalnız SS'de 5.91-, 4.90-, 4.50 meq/l, yalnız P'de 5.77-, 4.63-, 4.57 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrası Na⁺ iyon içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 14.31-, 12.98-, 9.62 meq/l, D+SS'de 8.42-, 7.57-, 6.48, D+P'de 8.83-, 7.73-, 7.15 meq/l, yalnız SS'de 9.13-, 8.16-, 6.55 meq/l, yalnız P'de 8.89-, 8.32-, 8.12 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuzlu toprağında ise Na⁺ iyon içeriği yalnız D'de üç aşama sırası ile 33.24-, 27.62-, 24.71 meq/l, D+SS'de 18.91-, 14.16-, 12.98 meq/l, D+P'de 28.25-, 20.89-, 18.46 meq/l, yalnız SS'de 23.68-, 15.57-, 13.37 meq/l, yalnız P'de 27.53-, 22.81-, 20.33 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl yapılan çalışmada da birinci yıla benzer sonuçlar görülmüştür. Tuzsuz (kontrol) toprakta deneme sonrası Na⁺ iyon içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.98-, 0.81-, 0.55 meq/l, D+SS'de 0.72-, 0.50-, 0.36 meq/l, D+P'de 0.99-, 0.66-, 0.48 meq/l, yalnız SS'de 0.78-, 0.72-, 0.38 meq/l, yalnız P'de 0.83-, 0.74-, 0.40 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın hafif tuzlu toprağının deneme sonrası Na^+ iyon içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 6.87-, 5.68-, 5.54 meq/l, D+SS'de 4.18-, 3.34-, 3.10 meq/l, D+P'de 5.95-, 4.12-, 3.37 meq/l, yalnız SS'de ortamında 4.77-, 3.50-, 3.41-, meq/l, yalnız P'de 6.19-, 3.53, 3.62 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrası Na^+ iyon içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 12.42-, 11.01-, 10.14 meq/l, D+SS'de 7.26-, 5.66-, 4.85 meq/l, D+P'de 10.73-, 7.63-, 6.05 meq/l, yalnız SS'de 6.94-, 6.35-, 5.73 meq/l, yalnız P'de 10.33-, 8.81-, 7.12 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuzlu toprağının deneme sonrası Na^+ iyon içeriği üç aşama sırası ile yalnız D'de 35.64-, 30.68-, 27.15 meq/l, D+SS' de 16.46-, 11.36-, 10.61 meq/l, D+P'de 31.42-, 24.18-, 21.21 meq/l, yalnız SS' de 16.38-, 13.30-, 12.60 meq/l, yalnız P'de 33.16-, 27.24-, 24.18 meq/l olarak belirlenmiştir.

Bu veriler doğrultusunda tüm tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) Na^+ miktarında meydana gelen azalma en çok *S. soda* bitkilerinin bulunduğu topraklarda görülmüştür. Bu durum bu bitlilerin topraktan yüksek oranda Na^+ almış olduklarının önemli bir göstergesidir.

Çizelge 4.73. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak Na⁺ içeriği

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl deneme sonrası toprak Na ⁺ meq/l			İkinci yıl deneme sonrası toprak Na ⁺ meq/l		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	1.02±0.17a	0.86±0.14a	0.64±0.14a	0.98±0.13a	0.81±0.10a	0.55±0.03a
	D+SS	0.64±0.04a	0.56±0.05a	0.48±0.02b	0.72±0.11a	0.50±0.07a	0.36±0.02a
	D+P	0.93±0.11a	0.61±0.03a	0.53±0.04ab	0.99±0.02a	0.66±0.09a	0.48±0.05a
	SS	0.99±0.09a	0.53±0.04a	0.49±0.07ab	0.78±0.21a	0.72±0.08a	0.38±0.03a
	P	1.05±0.08a	0.62±0.06a	0.55±0.06ab	0.83±0.06a	0.74±0.12a	0.40 ±0.04a
Hafif tuzlu	D	6.03±0.28a	5.72±0.09a	5.24±0.68a	6.87±0.11a	5.68±0.16a	5.54±0.22a
	D+SS	4.92±0.50b	4.61±0.02b	4.31±0.01b	4.18±0.38b	3.34±0.54b	3.10±0.16b
	D+P	5.18±0.11a	4.87±0.17ab	4.52±0.16b	5.95±0.37ab	4.12±0.23b	3.37±0.28b
	SS	5.91±0.50a	4.90±0.49ab	4.50±0.39b	4.77±0.42b	3.50±0.27b	3.41±0.26b
	P	5.77±1.10a	4.63±0.01b	4.57±0.22b	6.19±0.12a	3.73±0.21b	3.62 ±0.32b
Orta tuzlu	D	14.31±0.20a	12.98±0.72a	9.62±0.11a	12.42±0.93a	11.01±1.04a	10.14±0.62a
	D+SS	8.42±1.95b	7.57±0.36b	6.48±0.74b	7.26±0.55b	5.66±0.93b	4.85±0.06c
	D+P	8.83±0.41b	7.73±0.25b	7.15±0.23b	10.73±1.06ab	7.63±0.51ab	6.05±0.27bc
	SS	9.13±4.29b	8.16 ±0.16b	6.55±0.87b	6.94±0.11b	6.35±0.44b	5.73±0.10c
	P	8.89±3.88b	8.32 ±0.19b	8.12±0.32b	10.33±0.20ab	8.81±0.69ab	7.12±0.34b
Yüksek tuzlu	D	33.24±2.63a	27.62±1.40a	24.71±2.44a	35.64±1.98a	30.68±3.07a	27.15±2.03a
	D+SS	18.91±1.92c	14.16±1.33b	12.98 ±1.34b	16.46±1.59b	11.36±1.58b	10.61 ±1.12c
	D+P	28.25±0.91ab	20.89 ±2.89b	18.46±1.88b	31.42±3.10a	24.18±2.11a	21.21±1.24b
	SS	23.68±0.57bc	15.57±1.61b	13.37±1.85b	16.38±1.65b	13.30±2.09b	12.60±0.80c
	P	27.53±0.55ab	22.81±1.60a	20.33±3.12b	33.16±1.89a	27.24±2.34a	24.18±1.71b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS: Domates ve *S. soda* kombinasyonu, D+P: Domates *P. oleracea* kombinasyonu, SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi, P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Deneme öncesindeki toprakların Na^+ miktarları ile deneme sonrasındaki topraklarının Na^+ miktarları arasındaki değişim her iki yılın III. aşamasında hesaplanmıştır (Şekil 4.5). Farklı bitki kombinasyonlarının etkisine bağlı olarak toprakların Na^+ miktarında azalmalar meydana gelmiştir. Buna göre tuzsuz (kontrol) toprakta deneme öncesine göre Na^+ miktarında meydana gelen azalmanın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile yalnız D'nin bulunduğu toprakta %48.39, %52.17, D+SS kombinasyonundaki toprakta ile %61.28, %68.70, D+P kombinasyonundaki toprakta %57.25, %58.27, yalnız SS'nin bulunduğu toprakta %60.48, %66.96, yalnız P'nin bulunduğu toprakta %55.65, %65.22 olarak bulunmuştur.

Hafif tuzlu toprakta deneme sonrası Na^+ miktarındaki azalmanın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile yalnız D'de %33.67, %37.12, D+SS'de %45.44, %64.81, D+P'de %42.78, %61.75, SS'de %43.04, %61.29, P'de %42.15, %58.91 oranında tespit edilmiştir. Buna göre bu tuz seviyesinde en çok Na^+ azalması D+SS, en düşük azalma tek başına yetiştirilen D' de tespit edilmiştir.

Orta tuzlu toprakta deneme sonrasındaki toprakların Na^+ değerindeki azalmanın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile yalnız D'de %42.43, %41.02, D+SS'de %61.22, %71.78, D+P'de %57.21, %64.81, SS'de %60.80, %66.67, P'de %51.40, %58.57 oranında olduğu belirlenmiştir. bu tuz seviyesinde de en çok Na^+ azalması D+SS, en düşük azalma tek başına yetiştirilen D bitki kombinasyonu toprağında bulunmuştur.

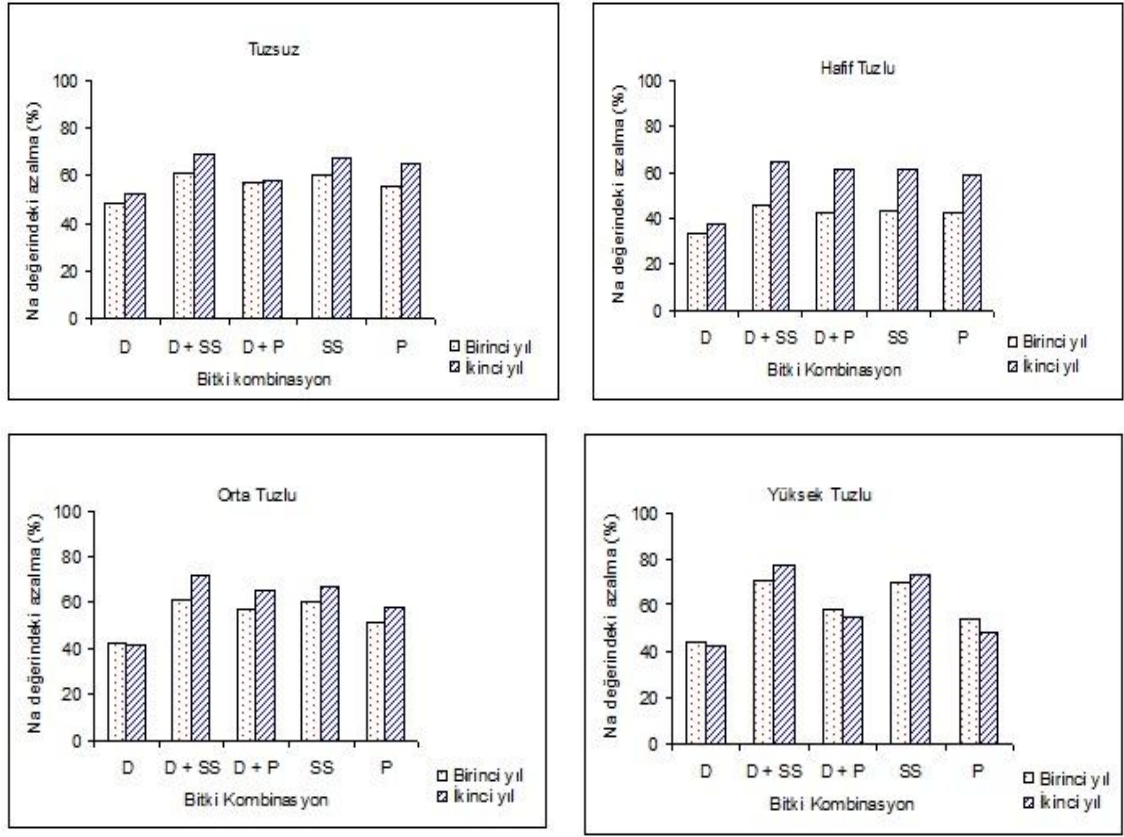
Yine yüksek tuzlu toprakta deneme öncesine oranla deneme sonrasındaki toprak Na^+ değerindeki azalma birinci ve ikinci yıl sırası ile yalnız D'de %44.18, %42.04 ile en düşük azalma olarak hesaplanmıştır. D+SS'de %70.68, %77.35, D+P'de %58.30, %54.74, SS'de %69.80, %72.99, P'de %54.08, %48.38 oranında olduğu bulunmuştur. Bu tuz seviyesinde en çok Na^+ azalması ise D+SS bitki kombinasyonu toprağında olduğu belirlenmiştir.

Arkadaş bitkiler (*S. soda* ve *P. oleracea*) bulunduğu toprakların Na^+ iyon miktarını oldukça azalttığı ve özellikle *S. soda*'nın çok fazla etkili olduğu görülmüştür. Halofitlerin yüksek oranlarda Na^+ absorbe ettiği ve topraklardan Na^+ 'u uzaklaştırdığı birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir. Örneğin, Qadir ve ark. (2003) tarafında belirtilmiş olup, tuzlu-sodik toprakların ıslahında Alfalfa (*Medicago sativa*) bitkisinin yüksek oranlarda bünyelerine Na^+ aldıklarını, bitkisel ıslah yöntemi ile alınan çözünmüş tuz ve Na^+ miktarının Jips uygulama yöntemi ile

aynı düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Yine Rabhi ve ark. (2008) kullandıkları halofit bitkilerinin (*Arthrocnemum indicum*, *Sueda fruticosa* ve *Sesuvium portulacastrum* L.) topraktan yüksek oranlarda Na⁺ absorbe ederek topraktan Na⁺ azatlığını rapor etmişlerdir.

Zahran ve ark. (1982) iki junkus türlerinin (*J. Rigudus* ve *J. Acutus*) yüksek oranlarda tuz iyonunu bünyelerine alarak 33 dS/m olan toprak tuzluluğunu 22 dS/m' ye düşürerek tuzu %50 oranında azaltmayı başarmışlardır. Zahao ve ark. (1991) *Sueda salsa* bitkisinin metrekaresindeki miktarını artırarak bu bitkileri incelemiş ve 15 bitki/m² sayısını 30 bitki/m² ' ye çıkartarak bu bitkilerin topraktan Na⁺ alımını % 2.4'den %3.8'e çıkartarak toprakta 10 cm'nin altında bulunan Na⁺ iyonunu uzaklaştırmayı başarmışlardır. Ghnaya ve ark. (2005) *Atriplex nummularia* bitkisinin bir yılda 20-30 ton/ha biomas üreterek kuru ağırlığının %40'ını tuz oluşturmuştur. Araştırmacılar tuzlu topraklardan Na⁺ uzaklaştırılarak toprakların yeniden tarıma kazandırılacağını ortaya koymuşlardır (Chaudhri ve ar., 1964; Gritsenko ve Gritsenko., 1999; Owens, 2001; Keiffer ve Ungar 2002; Gerhardt ve ark., 2006; Ravidran ve ark., 2007).

Bizim çalışmamızda da Na⁺ konsantrasyonu *S. soda* ve *P.oleracea* bitkilerinin kök kısmında biriktiği gibi Na⁺ iyon alımına bitkinin üst aksamında katkıda bulunarak çok iyi bir bitkisel ıslah örneği sergilemişlerdir. Bu alanda yapılacak olan çalışmalara ciddi bir veri tabanı oluşturmuştur.



Şekil 4.12. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası Na^+ değerlerinde meydana gelen değişimin oranları

4.8.2. Deneme sonrası toprakların potasyum (K^+) içerikleri

Deneme sonrası toprakların K^+ iyon içerikleri her iki yılda üç aşamada belirlenmiştir. Toprakların K^+ iyon içerikleri üzerinde arkadaş bitkilerin etkisi I. ve II. aşamada tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu toprakta istatistiksel olarak önemsiz, ($P>0.05$), orta ve yüksek tuzlu toprakta istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$). III. aşamada tuzsuz (kontrol) toprakta istatistiksel olarak önemsiz, ($P>0.05$), hafif, orta ve yüksek tuzlu toprakta ise istatistiksel olarak önemli görülmüştür, ($P<0.05$), Çizelge, 4.74.

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta yalnız D'nin yetiştirildiği toprağın K^+ iyon içerikleri üç aşama sırası ile 0.36-, 0.26-, 0.26 meq/l, *S. soda* ve domates bitkisi arkadaşlığındaki D+SS'de 0.32-, 0.24-, 0.22 meq/l, *P. oleracea* ve domates bitkisi arkadaşlığında D+P'de 0.27-, 0.22-, 0.19 meq/l, yalnız *S. soda*'nın (SS) bulunduğu toprakta 0.33-, 0.27-, 0.25 meq/l, yalnız *P. oleracea* (P) ortamındaki toprakta meq/l 0.30-, 0.25-, 0.21 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın hafif tuzlu toprağında K^+ içerikleri her üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.57-, 0.44-, 0.40 meq/l, D+SS'de 0.41-, 0.31-, 0.27 meq/l, D+P'de 0.34-, 0.25-, 0.21 meq/l, yalnız SS'de 0.44-, 0.33-, 0.30 meq/l, yalnız P'de 0.31-, 0.22-, 0.25 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın orta tuzlu toprağının K^+ içerikleri her üç aşamada sırası ile yalnız D'de 0.60-, 0.49-, 0.44 meq/l, D+SS'de 0.52-, 0.42-, 0.35 meq/l, D+P'de 0.43-, 0.35-, 0.31 meq/l, yalnız SS'de 0.56-, 0.41-, 0.38 meq/l, yalnız P'de 0.48-, 0.36-, 0.35 meq/l olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın yüksek tuzlu toprağındaki deneme sonrası K^+ içerikleri ise üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.84-, 0.66-, 0.59 meq/l, D+SS'de 0.63-, 0.51-, 0.47 meq/l, D+P'de 0.26-, 0.22-, 0.22 yalnız SS'de 0.74-, 0.58-, 0.52 meq/l, yalnız P'de 0.32-, 0.27-, 0.27 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl yapılan çalışmada, tuzsuz (kontrol) toprağın deneme sonrası K^+ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.34-, 0.21-, 0.18 meq/l, D+SS'de 0.27-, 0.20-, 0.15 meq/l, D+P'de 0.17-, 0.15-, 0.10 meq/l, yalnız SS'de 0.29-, 0.23-, 0.21 meq/l, yalnız P'de 0.21-, 0.17-, 0.13 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yılın hafif tuzlu toprağının deneme sonrası K^+ iyon içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.40-, 0.36-, 0.32 meq/l, D+SS'de 0.36-, 0.29-, 0.17 meq/l, D+P'de 0.33-, 0.20-, 0.13 meq/l, yalnız SS'de 0.41-, 0.32-, 0.23 meq/l, yalnız P'de 0.36-, 0.29-, 0.22 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrası K^+ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.47-, 0.38-, 0.32 meq/l, D+SS'de 0.42-, 0.31-, 0.27 meq/l, D+P'de 0.38-, 0.28-, 0.23 meq/l, yalnız SS'de 0.40-, 0.33-, 0.31 meq/l, yalnız P'de 0.41-, 0.31-, 0.29 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuzlu toprağının deneme sonrası K^+ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.77-, 0.55-, 0.44 meq/l, D+SS'de 0.56-, 0.40-, 0.35 meq/l, D+P'de 0.40-, 0.34-, 0.28 meq/l, yalnız SS'de 0.63-, 0.50-, 0.46 meq/l, yalnız P'de 0.36-, 0.31-, 0.33 meq/l olarak ölçülmüştür.

Hafif, orta ve yüksek tuz içeriğine sahip toprakların deneme sonrası elde edilen K^+ miktarları yetiştirilen bitki kombinasyonlarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Deneme sonrası topraklarda belirlenen K^+ her iki yılın üç aşamasında da en düşük D+P bitki kombinasyonu topraklarında belirlenmiştir.

Çizelge 4.74. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak K⁺ içeriği

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl deneme sonrası toprak K ⁺ meq/l			İkinci yıl deneme sonrası toprak K ⁺ meq/l		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	0.36±0.10a	0.26±0.01a	0.26±0.02a	0.34±0.13a	0.21±0.06a	0.18±0.01a
	D+SS	0.32±0.12a	0.24±0.04a	0.22±0.04a	0.27±0.05a	0.20±0.02a	0.15±0.14a
	D+P	0.27±0.01a	0.22±0.09a	0.19±0.02a	0.17±0.02a	0.15±0.01a	0.10±0.01a
	SS	0.33±0.13a	0.27±0.05a	0.25±0.01a	0.29±0.28a	0.23±0.02a	0.21±0.25a
	P	0.30±0.05a	0.25±0.02a	0.21±0.06a	0.21±0.03a	0.17±0.03a	0.13±0.12a
Hafif tuzlu	D	0.57±0.11a	0.44±0.03a	0.40 ±0.02a	0.40±0.05a	0.36±0.02a	0.32±0.01a
	D+SS	0.41±0.18a	0.31±0.02bc	0.27±0.03b	0.36±0.04a	0.29±0.02a	0.17±0.03bc
	D+P	0.34±0.02a	0.25±0.03cd	0.21±0.02b	0.33±0.01a	0.20±0.02a	0.13±0.02c
	SS	0.44±0.05a	0.33±0.01b	0.30±0.04ab	0.41±0.37a	0.32±0.13a	0.23±0.02b
	P	0.31±0.06a	0.22±0.02d	0.25±0.03b	0.36±0.04a	0.29±0.06a	0.22±0.02b
Orta tuzlu	D	0.60±0.04a	0.49±0.04a	0.44±0.03a	0.47±0.02a	0.38±0.02a	0.32±0.01a
	D+SS	0.52±0.02ab	0.42±0.03ab	0.35±0.03ab	0.42±0.02ab	0.31±0.02b	0.27 ±0.02ab
	D+P	0.43±0.02c	0.35±0.02b	0.31±0.02b	0.38±0.03b	0.28 ±0.02b	0.23±0.03b
	SS	0.56±0.03ab	0.41±0.02ab	0.38±0.02ab	0.40±0.02ab	0.33±0.02ab	0.31±0.3a
	P	0.48±0.04bc	0.36±0.04b	0.35 ±0.04ab	0.41±0.02ab	0.31±0.03b	0.29±0.03ab
Yüksek tuzlu	D	0.84±0.06a	0.66±0.06a	0.59 ±0.12a	0.77±0.04a	0.55±0.07a	0.44±0.03a
	D+SS	0.63±0.11a	0.51±0.07ab	0.47 ±0.07ab	0.56±0.06b	0.40±0.05ab	0.35±0.02b
	D+P	0.26±0.03b	0.22±0.02b	0.22 ±0.02c	0.40±0.03c	0.34±0.03b	0.28±0.02b
	SS	0.74±0.03a	0.58±0.18a	0.52 ±0.11ab	0.63±0.03b	0.50±0.04a	0.42±0.01a
	P	0.32±0.04b	0.27±0.03b	0.27 ±0.02bc	0.36±0.03c	0.31±0.02b	0.33±0.03b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS: Domates ve *S. soda* kombinasyonu, D+P: Domates *P. oleracea* kombinasyonu, SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi, P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisinde farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

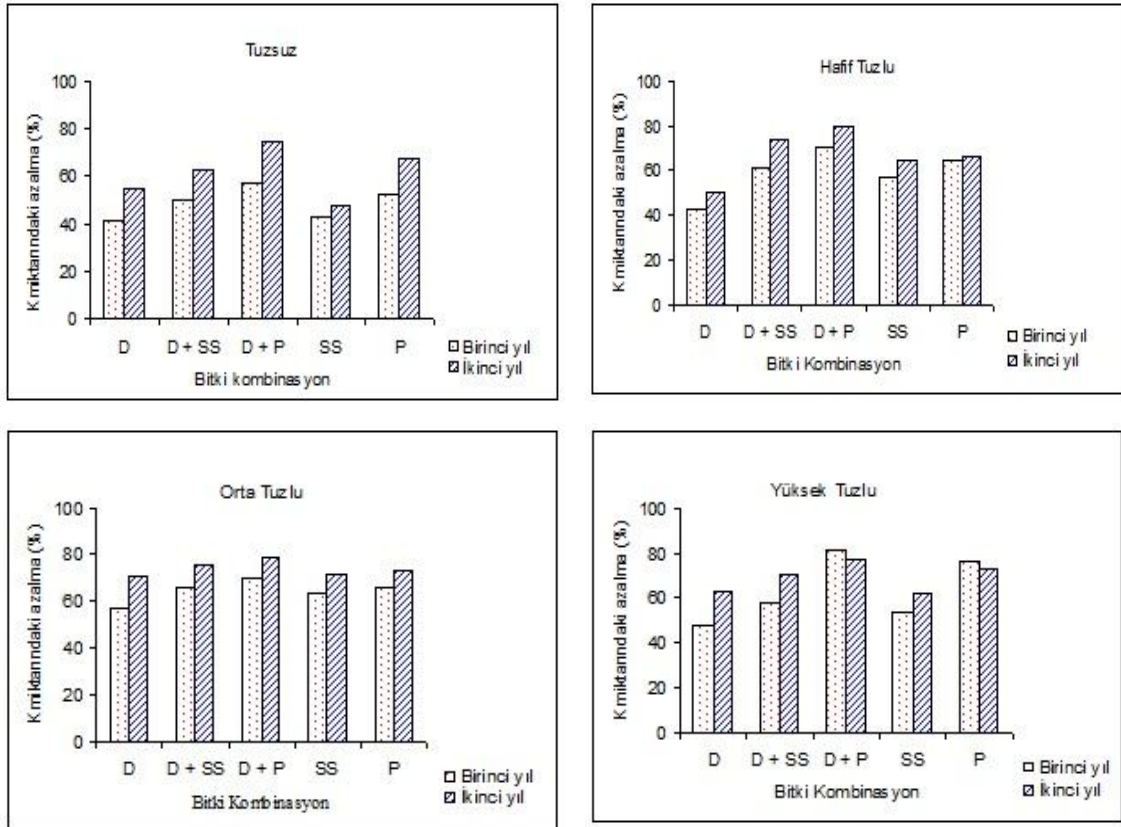
Deneme öncesi ve deneme sonrası toprakların K^+ iyon içeriklerindeki azalmanın oranı her iki yılın III. aşamasında farklı bitki kombinasyonu uygulanan topraklarda incelenmiştir, (Şekil 4.6). Tuzsuz (kontrol) toprağın deneme sonrasındaki K^+ oranındaki azalma birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'nin bulunduğu toprakta %40.91, %55.00, D+SS kombinasyonundaki toprakta %50.00, %62.50, D+P kombinasyonundaki toprakta %56.82, %75.00, tek başına yetiştirilen SS'nin bulunduğu toprakta %43.18, %47.50, tek başına yetiştirilen P'nin bulunduğu toprakta %52.27, %67.50 olarak bulunmuştur.

Hafif tuzlu toprakta deneme öncesine göre K^+ değerindeki azalmanın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de %42.86, %50.77, D+SS'de %61.43, %73.85, D+P'de %70.00, %79.99, SS'de %57.14, %64.62, P'de %64.29, %66.15 olarak belirlenmiştir.

Orta tuzlu toprakta deneme öncesine oranla K^+ değerindeki azalma birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de %57.28, %70.64, D+SS'de %66.02, %75.23, D+P'de % 69.90, %78.90, SS' de %63.11, %71.56, P'de %66.02, %73.39 olarak bulunmuştur.

Yüksek tuzlu toprakta ise deneme öncesine göre K^+ değerindeki azalmanın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de %47.79, %63.33, D+SS'de %58.41, %70.83, D+P'de %81.42, %76.67, SS'de %53.98, %61.66, P'de %76.11, %72.50 tespit edilmiştir.

Her iki yılda da hafif, orta ve yüksek tuz içeriğine sahip topraklarda deneme sonrası K içeriği en düşük azalma tek başına yetiştirilen domates bitkisi topraklarında bulunmuştur. Bu durum bu kombinasyondaki bitkinin topraktan yüksek oranda almış olduğu Na^+ iyonundan kaynaklanmaktadır. Ortamda bulunan Na^+ domates bitkisi tarafından alınmış ve bu durum bitkinin topraktan K^+ alımını sınırlandırmıştır. Böylece tek başına yetiştirilen domates bitkilerinin topraklarında K^+ iyonu daha yüksek oranlarda bulunmuştur. Arkadaş bitkilerin bulunduğu topraklarda (D+SS, D+P, SS, P) arkadaş bitkiler yüksek oranlarda Na^+ bünyesine alarak toprağın Na^+ miktarını azalmasına sebep olmuştur. Böylece birlikte yetiştirilen domates bitkisinin daha düşük oranda Na^+ maruz bırakmış ve bitkinin daha çok K^+ almasına katkı sağlamıştır. En çok K^+ alımını arkadaş bitki kombinasyonlarından (D+SS ve D+P) kendini göstermiştir.



Şekil 4.13. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası K⁺ miktarında meydana gelen değişimin oranları

4.8.3. Deneme sonrası toprakların kalsiyum (Ca⁺⁺) içerikleri

Deneme sonrası toprakların Ca⁺⁺ içerikleri her iki yılın üç aşamasında da belirlenmiştir. Toprakların Ca⁺⁺ içerikleri üzerinde arkadaş bitkilerin etkisi I. aşamada tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu toprakta istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05), orta ve yüksek tuzlu toprakta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). II. ve III. aşamada tuzsuz (kontrol) toprakta istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05), hafif, orta ve yüksek tuzlu topraklarda ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, (P<0.05), Çizelge 4.75.

Birinci yılın tuzsuz (kontrol) toprağında deneme sonrası Ca⁺⁺ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 3.61-, 2.76-, 1.75 meq/l, D+SS'de 2.72-, 2.39-, 1.34 meq/l, D+P'de 2.55-, 2.00-, 1.16 meq/l, yalnız SS'de 2.62-, 2.50-, 1.81 meq/l ve yalnız P'de 3.08-, 2.66-, 1.42 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın hafif tuzlu toprağında deneme sonrası Ca⁺⁺ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 14.56-, 13.17 ve 10.61 meq/l, D+SS'de 9.10-, 6.79-, 5.67 meq/l, D+P'de 6.80-, 5.36-, 4.48 meq/l, yalnız SS'de 11.21-, 6.98-, 6.44 meq/l, yalnız P'de 8.19-, 5.39-, 5.26 meq/l tespit edilmiştir.

Birinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrası Ca⁺⁺ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 20.79-, 16.46-, 14.66 meq/l, D+SS'de 15.86-, 14.39-, 11.85 meq/l, D+P'de 10.64-, 10.46-, 8.49 meq/l, yalnız SS'de 17.54-, 13.71-, 12.67 meq/l, yalnız P'de 14.91-, 10.14-, 9.43 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın yüksek tuzlu toprağının deneme sonrası Ca⁺⁺ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 35.32-, 30.17-, 27.96 meq/l, D+SS'de 25.62-, 21.50-, 16.28 meq/l, D+P'de 19.21-, 15.64-, 13.49 meq/l, yalnız SS'de 30.10-, 27.36-, 25.52 meq/l, yalnız P'de 25.08-, 23.82-, 21.03 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yapılan çalışmada, tuzsuz (kontrol) toprakta yalnız D'nin yetiştirildiği toprağın Ca⁺⁺ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 3.84-, 2.69-, 2.37 meq/l, D+SS'nin bulunduğu toprakta üç aşamada sırası ile 2.62-, 2.35-, 2.03 meq/l, D+P'nin bulunduğu toprakta üç aşamada sırası ile 2.91-, 2.73-, 1.96 meq/l, yalnız SS'nin bulunduğu toprakta üç aşamada sırası ile 2.93-, 2.69-, 1.85 meq/l, yalnız P'nin bulunduğu toprakta üç aşamada sırası ile 3.63-, 2.26-, 2.24 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yılın hafif tuzlu toprağının deneme sonrası Ca^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 14.49-, 9.83-, 8.69 meq/l, D+SS'de 12.05-, 8.44-, 6.35 meq/l, D+P'de 10.57-, 6.08-, 5.66 meq/l, yalnız SS'de 14.98-, 12.07-, 7.85 meq/l, yalnız P'de 14.57, 7.86, 6.14 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrası Ca^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 22.70-, 18.40-, 15.71 meq/l, D+SS'de 18.58-, 14.59-, 11.24 meq/l, D+P'de 17.19-, 13.45-, 10.81 meq/l, yalnız SS'de 20.65-, 17.36-, 16.34 meq/l, yalnız P'de meq/l 18.02-, 13.28-, 12.70 tespit edilmiştir.

İkinci yılın yüksek tuzlu toprağının deneme sonrası Ca^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 38.20-, 33.17-, 23.55 meq/l, D+SS'de 32.58-, 27.74-, 18.64 meq/l, D+P'de 24.81-, 19.16-, 10.28 meq/l, yalnız SS'de 24.23-, 22.63-, 22.76 meq/l, yalnız P'de 21.17-, 19.82-, 17.58 meq/l olarak ölçülmüştür.

Genel olarak deneme sonrası tuzsuz, hafifi orta ve yüksek tuz seviyelerindeki topraklarda deneme sonrası yapılan Ca^{++} ölçümü sonuçlarına göre arkadaş bitki kombinasyonlarının bulunduğu topraklarda bulunmuştur. Arkadaş bitkiler topraktan Na^+ iyonunu alarak domates bitkisinin topraktan Ca^{++} alınımına öncülük etmiştir.

Tuzlu toprakların halofit bitkiler kullanarak onarılmasında halofit bitkilerin, bitki kök bölgesinde (rizosfer) $CaCO_3$ bileşimini çözerek toprağa çözünebilir Ca^{++} iyonunu geçirmek sureti ile katyon değişim kapasitesine (KDK) bağlı olarak Na^+ un yerine geçerek sodyum miktarını azaltmış, Ca^{++} iyonları tarafından yerlerine geçirilmiş fazla Na^+ iyonları sulama suyu ile drene edilerek ortamdan uzaklaştırılmıştır. Bu durum çok önemli bir fitoremediasyon stratejisi olarak ortaya konmuştur (Qadir ve Oster, 2002; Qadir ve ark., 2003, 2004; Derhart ve ark., 2006). Bizim çalışmamızda arkadaş bitkilerin toprak üstü aksamaları vejetatif büyüme peryodunda hasat edilerek topraktaki Na iyonlarının uzaklaştırılması toprak yıkaması yapılmadanda sağlanmış, dolayısıyla bu durumda hem Ca^{++} miktarı artarak Ca^{++} eksikliğinin olumsuz etkileri giderilmiş, hemde Na^+ un uzaklaştırılması başarılıdır.

Çizelge 4.75 Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak Ca⁺⁺ içeriği

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl deneme sonrası toprak Ca ⁺⁺ meq/l			İkinci yıl deneme sonrası toprak Ca ⁺⁺ meq/l		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	3.61±0.39a	2.76±0.19a	1.75±0.22a	3.84±0.84a	2.69±0.55	2.37±0.36a
	D+SS	2.72±0.72ab	2.39±0.20b	1.34±0.20a	2.62±0.37a	2.35±0.40	2.03±0.22a
	D+P	2.55±0.28b	2.00±0.28b	1.16±0.11a	2.91±0.13a	2.73±0.25	1.96±0.10a
	SS	2.62±0.18ab	2.50±0.01ab	1.81±0.31a	2.93±1.63a	2.69±0.33	1.85±0.31a
	P	3.08±0.10ab	2.66±0.09ab	1.42±0.25a	3.63±0.56a	2.26±0.22	2.24±0.36a
Hafif tuzlu	D	14.56±0.63a	13.17±2.04a	10.61±1.37a	14.49±5.99a	9.83±0.70ab	8.69±0.43a
	D+SS	9.10±2.73ab	6.79±0.06b	5.67±0.42b	12.05±2.96a	8.44±0.68bc	6.35±0.45bc
	D+P	6.80±3.27b	5.36±1.88b	4.48±2.05b	10.57±0.71a	6.08±0.33c	5.66±0.58c
	SS	11.21±0.59ab	6.98±0.19b	6.44±1.09b	14.98±1.18a	12.07±0.64a	7.85±0.27ab
	P	8.19±0.37ab	5.39±0.67b	5.26±0.64b	14.57±2.20a	7.86±1.79bc	6.14±0.50c
Orta tuzlu	D	20.79±2.04a	16.46±0.36a	14.66±1.09a	22.70±0.94a	18.40±0.98a	15.71±0.33ab
	D+SS	15.86±1.45ab	14.39±0.64b	11.85±0.12ab	18.58±1.00a	14.59±0.15bc	11.24±0.14c
	D+P	10.64±0.75c	10.46±0.73c	8.49±1.35c	17.19±1.20a	13.45±0.91bc	10.81±0.41c
	SS	17.54±1.15ab	13.71±0.31b	12.67±0.42a	20.65±1.38a	17.36±0.70ab	16.34±1.83a
	P	14.91±1.72bc	10.14±1.20c	9.43±0.70bc	18.02±1.37a	13.28±1.68c	12.70±0.41bc
Yüksek tuzlu	D	35.32±0.58a	30.17±2.03a	27.46±2.04a	38.20±1.52a	33.17 ±1.50a	23.55±1.58a
	D+SS	25.62±2.58bc	21.50±2.12ab	16.28±2.10bc	32.58±1.05b	27.7 4±4.13ab	18.64±3.08ab
	D+P	19.21±1.84c	15.64±3.08b	13.49±2.28c	24.81±0.51c	19.16±1.57b	10.28±1.37b
	SS	30.10±2.69ab	27.36±3.39a	25.52±4.11ab	24.23±1.39c	22.63 ±1.60ab	22.76±2.10a
	P	25.08±2.34bc	23.82±2.80ab	21.03±0.59ab	21.17±0.85c	19.82 ±4.80ab	17.58±3.04ab

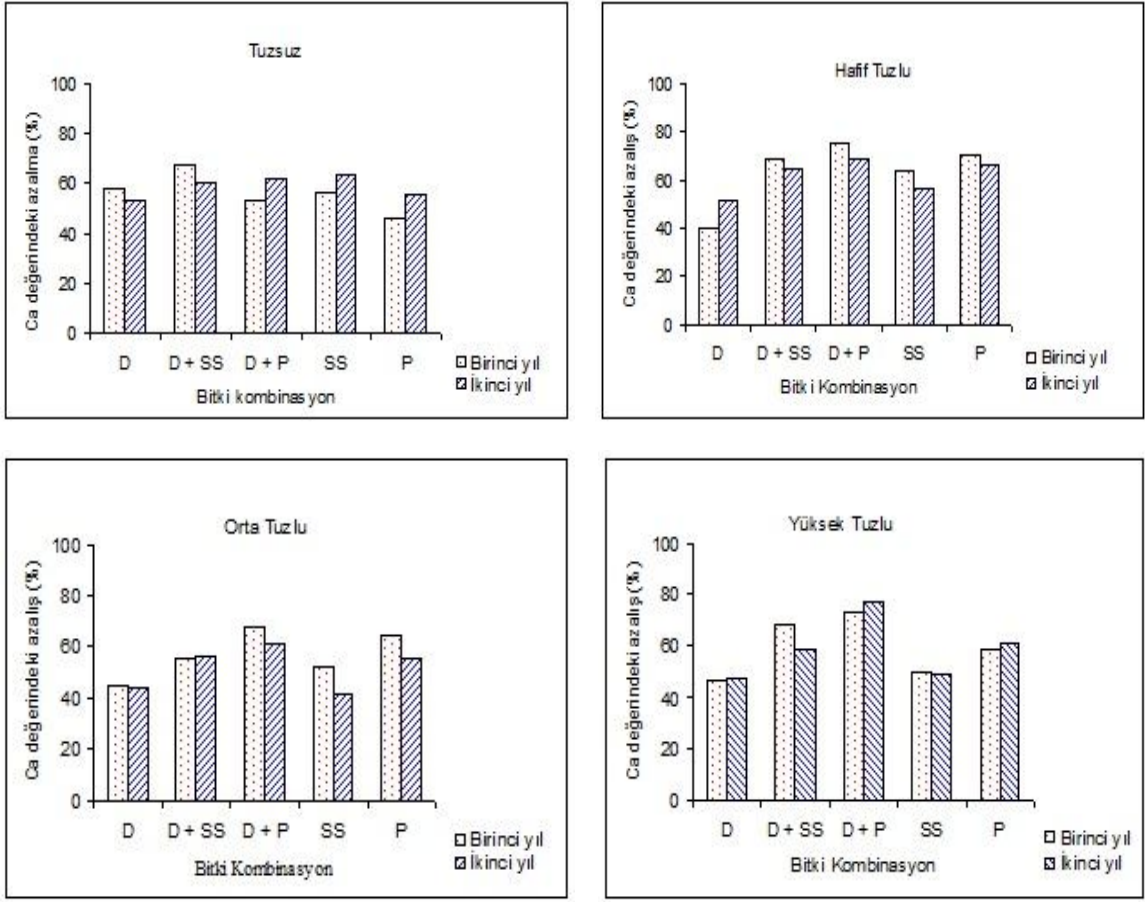
D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS: Domates ve *S. soda* kombinasyonu, D+P: Domates *P. oleracea* kombinasyonu, SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi, P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

Deneme sonrasında topraklarında her iki yılın III. aşamasında toprakların Ca⁺⁺ iyon içeriği belirlenmiş ve deneme öncesi ve deneme sonrasındaki toprakların Ca⁺⁺ oranlarındaki azalma saptanmıştır, (Şekil 4.7). Buna göre tuzsuz (kontrol) toprakta her iki yıl sırası ile yalnız D'de %58.03, % 53.52, D+SS'de % 67.87, %60.20, D+P'de %53.00, %61.57, SS'de %56.59, %63.72, P'de %46.28, %56.08 olarak bulunmuştur.

Hafif tuzlu toprakta her iki yıl sırası ile yalnız D'de %40.19, %51.40, D+SS'de %68.04, %64.49, D+P'de %74.75, %68.34, SS'de %63.70, %56.10, P'de %70.35, %65.66 olarak belirlenmiştir.

Orta tuzlu toprakta her iki yıl sırası ile yalnız D'de %44.78, % 44.23, D+SS'de %55.37, %56.55, D+P'de %68.02, %61.63, SS'de %52.28, %41.96, P'de %64.48, %54.92 olarak bulunmuştur.

Yüksek tuzlu toprakta her iki yıl sırası ile yalnız D'de %46.31, %47.63, D+SS'de %68.17, %58.55, D+P'de %73.63, %77.14, SS'de %50.11, %49.39, P'de %58.89, %60.91 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.14. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası Ca⁺⁺ miktarında meydana gelen değişimin oranları

4.8.4. Deneme sonrası toprakların magnezyum (Mg^{++}) içerikleri

Deneme sonrası toprakların Mg^{++} içerikleri her iki yılda ve üç aşamada belirlenmiştir. Toprakların Mg^{++} iyon içerikleri üzerinde arkadaş bitkilerin etkisi üç aşamada da tuzsuz (kontrol) ve hafif tuzlu toprakta istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$), orta ve yüksek tuzlu toprakta istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$), Çizelge 4.76.

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta deneme sonrası Mg^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 0.28-, 0.28-, 0.26 meq/l, *S. soda* ve domates bitkisi arkadaşlığında 0.22-, 0.23-, 0.21 meq/l, *P. oleracea* ve domates bitkisi arkadaşlığında 0.28-, 0.25-, 0.25 meq/l, yalnız *S. soda*'nın SS bulunduğu toprakta 0.25-, 0.23-, 0.24 meq/l, yalnız *P. oleracea* ortamında 0.25-, 0.27-, 0.27 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın hafif tuzlu toprağında deneme sonrası Mg^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 2.55-, 2.35-, 2.00 meq/l, D+SS'de 1.41-, 1.16-, 1.14 meq/l, D+P'de 2.28-, 2.10-, 1.91 meq/l, SS'de 1.64-, 1.50-, 1.45 meq/l, P'de 2.42-, 2.06-, 1.80 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrası Mg^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 4.89-, 3.60-, 2.88 meq/l, D+SS'de 2.93-, 1.76-, 1.47 meq/l, D+P'de 3.57-, 2.58-, 1.52 meq/l, SS'de 3.52-, 1.61-, 1.49 meq/l, P'de 3.42-, 2.44-, 2.12 meq/l olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın yüksek tuzlu toprağının deneme sonrası Mg^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 4.22-, 3.48-, 2.65 meq/l, D+SS'de 2.81-, 2.35-, 1.54 meq/l, D+P'de 2.52-, 2.24-, 1.42 meq/l, SS'de 2.76-, 2.18-, 1.43 meq/l, P'de 2.67-, 2.44-, 1.15 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl yapılan çalışmada, tuzsuz (kontrol) toprakta deneme sonrası Mg^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 0.30-, 0.26-, 0.22 meq/l, D+SS'de 0.24-, 0.19-, 0.18 meq/l, D+P'de 0.22-, 0.17-, 0.17 meq/l, SS'de 0.27-, 0.24-, 0.21 meq/l, P'de 0.31-, 0.25-, 0.24 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yılın hafif tuzlu toprağının deneme sonrası Mg^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 2.82-, 1.97-, 1.82 meq/l, D+SS'de 1.68-, 1.56-, 1.22 meq/l, D+P'de 1.90-, 1.28-, 1.20 meq/l, SS'de 1.33-, 1.29-, 1.26 meq/l, P'de 1.85-, 1.43-, 1.24 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrası Mg^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 4.29-, 3.72-, 3.16 meq/l, D+SS'de 1.72-, 1.43-, 1.35 meq/l, D+P'de 2.91-, 2.36-, 1.93 meq/l, SS' de 2.64-, 2.35-, 1.82 meq/l, P'de 3.06-, 2.44-, 1.61 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın yüksek tuzlu toprağının deneme sonrası Mg^{++} içerikleri üç aşamada sırası ile yalnız D'de 5.60-, 3.21-, 2.58 meq/l, D+SS'de 2.03-, 1.75-, 1.26 meq/l, D+P'de 1.92-, 1.62-, 1.55 meq/l, SS' de 2.16-, 1.88-, 1.15 meq/l, P'de 2.34-, 1.64-, 1.48 meq/l olarak ölçülmüştür.

Genel olarak tüm tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) deneme sonrası en yüksek Mg^{++} içeriği tek başına yetiştirilen D'de bulunmuştur. Bu durumda yine bu bitkilerin Na iyon alımı ile yakından ilişkili olup, yüksek miktarda alınan Na^+ nedeniyle Mg^{++} alınımı diğer bitki kombinasyonlarına göre daha az miktarda olmuştur.

Çizelge 4.76. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak Mg⁺⁺ içeriği

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl deneme sonrası toprak Mg ⁺⁺ meq/l			İkinci yıl deneme sonrası toprak Mg ⁺⁺ meq/l		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	0.28±0.04a	0.28±0.02a	0.26±0.03a	0.30±0.03a	0.26±0.03a	0.22 ±0.01a
	D+SS	0.22±0.13a	0.23±0.06a	0.21±0.04a	0.24±0.03a	0.19±0.01ab	0.18±0.02a
	D+P	0.28±0.02a	0.25±0.04a	0.25±0.02a	0.22±0.06a	0.17 ±0.02ab	0.17±0.01a
	SS	0.25±0.04a	0.23±0.04a	0.24±0.03a	0.27±0.10a	0.24±0.01ab	0.21±0.02a
	P	0.25±0.06a	0.27±0.02a	0.27±0.05a	0.31±0.10a	0.25±0.01a	0.24±0.04a
Hafif tuzlu	D	2.55±0.73a	2.35±0.11a	2.00±0.42a	2.82±0.76a	1.97±0.33a	1.82±0.30a
	D+SS	1.41±0.02a	1.16±0.24b	1.14±0.10b	1.68±0.12ab	1.56±0.02a	1.22±0.08a
	D+P	2.28±0.11a	2.10±0.41a	1.91±1.57a	1.90±0.01ab	1.28±0.27a	1.20±0.07a
	SS	1.64±0.15a	1.50±0.03b	1.45±0.17ab	1.33±0.07b	1.29±0.14a	1.26±0.10a
	P	2.42±0.69a	2.06±0.13a	1.80±0.20a	1.85±0.34ab	1.43±0.23a	1.24±0.18a
Orta tuzlu	D	4.89±0.38a	3.60±0.28a	2.88±0.23a	4.29±0.31a	3.72±0.20a	3.16±0.29a
	D+SS	2.93±0.07b	1.76±0.12b	1.47±0.29b	1.72±0.15c	1.43±0.33b	1.35±0.15b
	D+P	3.57±0.13b	2.58±0.13ab	1.52±0.05b	2.91±0.25bc	2.36±0.24b	1.93±0.11b
	SS	3.52±1.26b	1.61±0.02b	1.49±0.23b	2.64±0.29bc	2.35±0.32b	1.82±0.22b
	P	3.42±0.30b	2.44±0.68ab	2.12±0.36ab	3.06±2.55b	2.44±0.28b	1.61±0.32b
Yüksek tuzlu	D	4.22±0.21a	3.48±0.17a	2.65±0.32a	5.60±3.47a	3.21±0.65a	2.58±0.29a
	D+SS	2.81±0.25b	2.35±0.20b	1.54±0.28b	2.03±1.55b	1.75±0.32ab	1.26±0.24b
	D+P	2.52±0.27b	2.24±0.38b	1.42±0.05b	1.92±0.50b	1.62±0.27ab	1.55±0.16b
	SS	2.76±0.83b	2.18±0.14b	1.43±0.20b	2.16±1.39b	1.88±0.22ab	1.15±0.06b
	P	2.67±0.44b	2.44±0.17b	1.15±0.09b	2.34±0.85b	1.64±0.34b	1.48±0.04b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS: Domates ve *S. soda* kombinasyonu, D+P: Domates *P. oleracea* kombinasyonu, SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi, P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

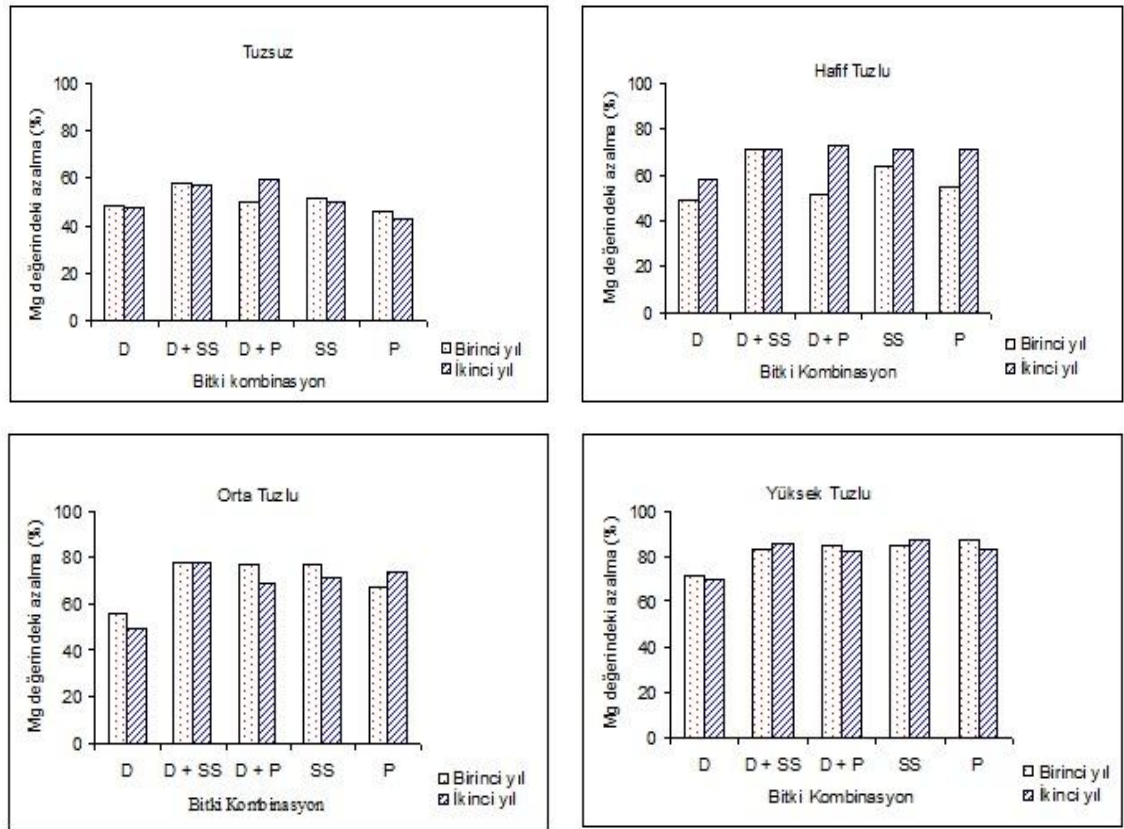
Deneme sonrasında toprağın Mg^{++} içeriğindeki değişim üzerinde arkadaş bitkilerinin (*S. soda-P. oleracea*) etkisi her iki yılın III. aşamasında araştırılmıştır (Şekil 4.8). Deneme öncesindeki toprak Mg^{++} miktarının deneme sonrasında ne kadar oranda azaldığı belirlenmiştir. Buna göre tuzsuz (kontrol) toprakta her iki yıl sırası ile yalnız D'de % 48.00, %47.62, D+SS'de %58.00, %57.14, D+P'de %50.00, %59.52, SS' de %52.00, % 50.00, P'de %46.00, %42.86 belirlenmiştir.

Hafif tuzlu toprakta her iki yıl sırası ile yalnız D'de %49.62, %57.97, D+SS'de %71.28, %71.59, D+P'de %51.89, %72.29, SS'de %63.48, %71.13, P'de %54.66, %71.36 hesaplanmıştır.

Orta tuzlu toprakta her iki yıl sırası ile yalnız D'de %55.83, %49.44, D+SS'de %77.45, %78.40, D+P'de %76.69, %69.12, SS'de %77.15, %70.88, P'de %67.48, %74.24 bulunmuştur.

Yüksek tuzlu toprakta her iki yıl sırası ile yalnız D'de %71.20, %70.41, D+SS'de %83.26, %85.55, D+P'de %84.57, %82.22, SS'de %84.46, %86.81, P'de %87.50, %83.03 saptanmıştır.

Her iki yılın deneme sonrası farklı tuz içeriğine sahip (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) topraklarında Mg^{++} içeriğinde meydana gelen azalma daha çok D+SS bitki kombinasyonunun bulunduğu topraklarda görülmüştür.



Şekil 4.15. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası Mg^{++} değerinde meydana gelen değişimin oranları

4.8.5.4. Deneme sonrası toprakların klorür (Cl) içerikleri

Deneme sonrası toprakların Cl içerikleri her iki yılın üç aşamasında belirlenmiştir. Toprakların Cl içerikleri üzerinde arkadaş bitkilerin etkisi tuzsuz (kontrol) toprakta istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$), hafif, orta ve yüksek tuzlu toprakta istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$), Çizelge 4.77.

Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprağın deneme sonrası Cl içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 1.05-, 0.47-, 0.42 meq/l, *S. soda* ve domates bitkisi arkadaşlığındaki D+SS'de 0.73-, 0.42-, 0.33 meq/l, *P. oleracea* ve domates bitkisi arkadaşlığındaki D+P'de 0.74-, 0.40-, 0.35 meq/l, yalnız SS'de 0.82-, 0.43-, 0.37 meq/l, yalnız P'de 0.78-, 0.45-, 0.40 meq/l olarak bulunmuştur.

Birinci yılın hafif tuzlu toprağında deneme sonrası Cl içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 3.58-, 3.28-, 2.82 meq/l, D+SS'de 2.93-, 2.72-, 2.25 meq/l, D+P'de 3.27-, 2.78-, 2.37 meq/l, yalnız SS'de 3.04-, 2.60-, 2.45 meq/l, yalnız P'de 3.06-, 2.46-, 2.41 meq/l tespit edilmiştir.

Birinci yılın orta tuzlu toprağında deneme sonrası Cl içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 6.25-, 5.99-, 5.18 meq/l, D+SS'de 3.54-, 3.35-, 3.91 meq/l, D+P'de 4.53-, 3.88-, 3.23 meq/l, yalnız SS'de 3.68-, 3.63-, 3.49 meq/l, yalnız P'de 4.15-, 4.02-, 3.84 meq/l olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın yüksek tuzlu toprağında deneme sonrası Cl içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 14.36-, 13.70-, 11.82 meq/l, D+SS'de 7.50-, 6.45-, 6.18 meq/l, D+P'de 12.06-, 8.41-, 7.52 meq/l, yalnız SS'de 6.88-, 6.50-, 6.45 meq/l, yalnız P'de 13.45-, 11.14-, 10.12 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yapılan çalışmada tuzsuz (kontrol) toprakta deneme sonrası Cl içerikleri her üç aşama sırası ile yalnız D'de 1.00-, 0.59-, 0.50 meq/l, D+SS'de 0.60-, 0.51-, 0.30 meq/l, D+P'de 0.82-, 0.54-, 0.39 meq/l, yalnız SS'de 0.66-, 0.54-, 0.32 meq/l, yalnız P'de 0.62-, 0.50-, 0.34 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yılın hafif tuzlu toprağında deneme sonrası Cl içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 3.16-, 3.48-, 2.64 meq/l, D+SS'de 2.60-, 2.32-, 1.86 meq/l, D+P'de 2.76-, 2.42-, 1.90 meq/l, yalnız SS'de 2.80-, 2.46-, 2.14 meq/l, yalnız P'de 2.95-, 2.50-, 2.06 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yılın orta tuzlu toprağında deneme sonrası Cl⁻ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 6.74-, 5.77-, 5.56meq/l, D+SS'de 3.08-, 3.76-, 2.48 meq/l, D+P'de 3.68-, 4.31-, 2.73 meq/l, yalnız SS'de 4.15-, 3.53-, 2.62 meq/l, yalnız P'de 4.84-, 3.49-, 2.86 meq/l olarak ölçülmüştür.

İkinci yılın yüksek tuzlu toprağında deneme sonrası Cl⁻ içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 16.41-, 13.83-, 13.36 meq/l, D+SS'de 6.77-, 5.45-, 4.93 meq/l, D+P'de 1.04-, 9.72-, 8.71 meq/l, yalnız SS'de 7.54-, 6.90-, 5.50 meq/l, yalnız P'de 12.28-, 10.69-, 9.23 meq/l olarak bulunmuştur.

Farklı tuz içeriğine sahip (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) toprakların deneme sonrası Cl⁻ içeriği bitki kombinasyonlarına bağlı olarak farklı değerlerde belirlenmiştir. Deneme sonrasında topraklarda görülen en çok Cl⁻ azalması arkadaş bitki kombinasyonundaki topraklarda tespit edilmiştir. En düşük Cl⁻ azalması ise tek başına yetiştirilen D'nin bulunduğu topraklarıda belirlenmiştir.

Çizelge 4.77. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak Cl⁻ içeriği

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl deneme sonrası toprak Cl ⁻ meq/l			İkinci yıl deneme sonrası toprak Cl ⁻ meq/l		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	1.05±0.14a	0.47±0.05a	0.42 ±0.07a	1.00±0.08a	0.59±0.08a	0.50±0.04a
	D+SS	0.73±0.25b	0.42±0.02a	0.33 ±0.06a	0.60±0.07b	0.51±0.01ab	0.30 ±0.04a
	D+P	0.74±0.30b	0.40±0.03a	0.35±0.08a	0.82±0.03ab	0.48±0.02a	0.39±0.03a
	SS	0.82±0.05ab	0.43±0.04a	0.37±0.03a	0.66±0.10b	0.54±0.05b	0.32±0.04a
	P	0.78±0.04ab	0.54±0.07a	0.40±0.03a	0.62±0.08b	0.50±0.03b	0.34±0.06a
Hafif tuzlu	D	3.58±0.04a	3.28±0.01a	2.82±0.40a	3.16±0.06a	3.48±0.05a	2.64±0.03a
	D+SS	2.93±0.13b	2.72±0.22b	2.25±0.06b	2.60±0.03c	2.32±0.05b	1.86±0.21b
	D+P	3.27±0.12ab	2.78±0.08b	2.37±0.09b	2.76±0.04bc	2.42±0.09b	1.90±0.08b
	SS	3.04±0.11b	2.60±0.03b	2.45±0.04b	2.80±0.07bc	2.46±0.11b	2.14±0.10b
	P	3.06±0.12b	2.46±0.20b	2.41±0.06b	2.95±0.08b	2.50±0.01b	2.06±0.07b
Orta tuzlu	D	6.25±0.30a	5.99±0.71a	5.18±1.61a	6.74±0.50a	5.77±0.11a	5.56±0.18a
	D+SS	3.54±0.57b	3.35±0.63b	3.91±0.94b	3.08±0.06c	3.76±0.29b	2.48±0.02b
	D+P	4.53±0.17b	3.88±1.18b	3.23±0.48b	3.68±0.48bc	4.31±0.01b	2.73±0.06b
	SS	3.68±0.56b	3.63±1.33b	3.49±1.60b	4.15±0.05bc	3.53±0.29b	2.62±0.30b
	P	4.16±0.27b	4.02±1.41ab	3.84±1.34b	4.84±0.21b	3.49±0.38b	2.86±0.03b
Yüksek tuzlu	D	14.36±0.55a	13.70±1.75a	11.82±1.38a	16.41±0.77a	13.83±0.08a	13.36±0.75a
	D+SS	7.50±0.51b	6.45±0.27b	6.18±0.40c	6.77±0.79c	5.45±0.24c	4.93±0.70c
	D+P	12.06±3.11ab	8.41±0.76b	7.52±0.92bc	11.04±1.12bc	9.72±0.37b	8.71±0.58b
	SS	6.88±0.89b	6.50±0.80b	6.45±0.72c	7.54±1.95c	6.90±0.39c	5.50±0.21c
	P	13.45±0.11ab	11.14±0.91b	10.12±0.69ab	12.28±1.67ab	10.69±0.21b	9.23±0.40b

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS: Domates ve *S. soda* kombinasyonu, D+P: Domates *P. oleracea* kombinasyonu, SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi, P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

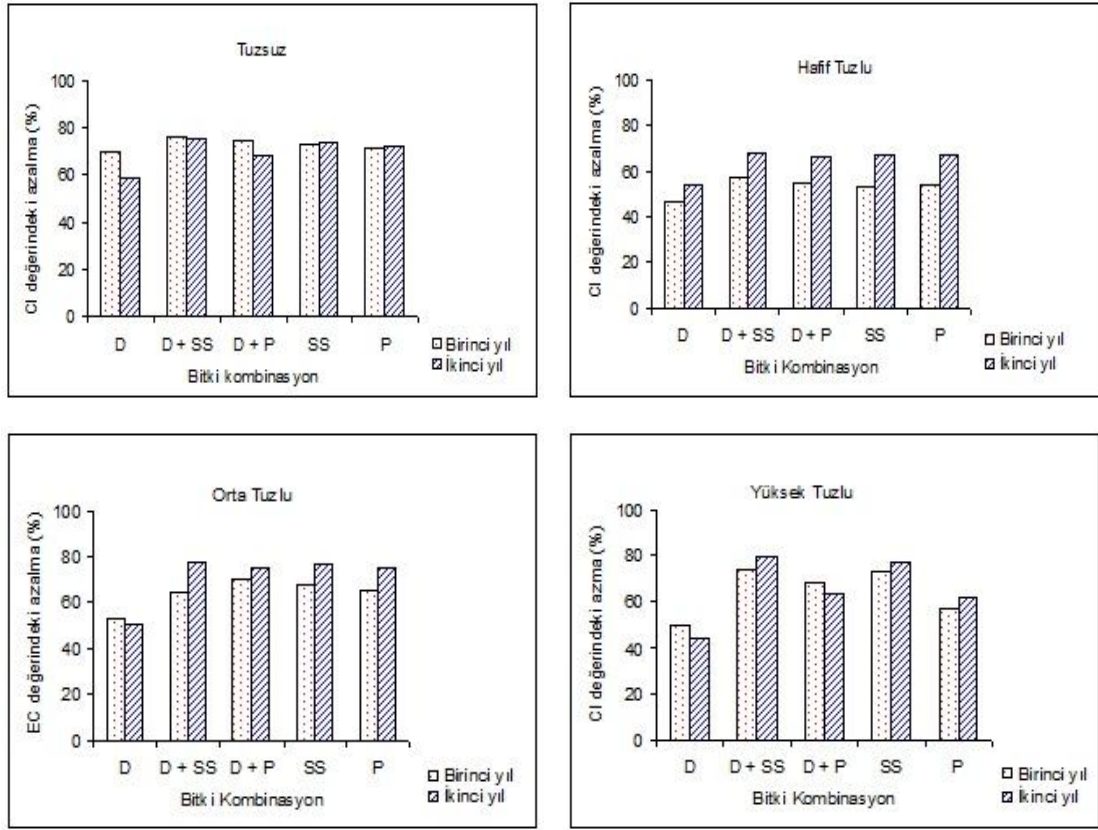
Deneme sonrasında toprakların Cl⁻ içeriğindeki değişim üzerindeki arkadaş bitkilerinin (*S. soda*- *P. oleracea*) etkisi her iki yılın III. aşamasında araştırılmıştır. Deneme sonrasında toprak Cl⁻ miktarındaki azalmanın oranı belirlenmiştir, (Şekil 4.9). Buna göre tuzsuz (kontrol) toprakta her iki yıl sırası ile yalnız D'de %69.57, %59.02, D+SS'de %76.09, %75.41, D+P'de %74.64, %68.03, SS'de %73.19, %73.77, P'de %71.01, %72.13 bulunmuştur.

Hafif tuzlu toprakta deneme sonrası Cl⁻ miktarındaki azalmanın oranı her iki yıl sırası ile yalnız D'de %46.29, %54.17, D+SS'de %57.14, %67.71, D+P'de %54.86, %66.32, SS'de %53.33, %67.36, P'de %54.10, %67.01 bulunmuştur.

Orta tuzlu toprakta deneme sonrası Cl⁻ miktarındaki azalmanın oranı her iki yıl sırası ile yalnız D'de %52.48, %50.22, D+SS'de %64.13, %77.80, D+P'de %70.37, %74.66, SS'de %67.98, %76.54, P'de %64.77, %75.29 belirlenmiştir.

Yine yüksek tuzlu toprakta deneme sonrası Cl⁻ miktarındaki azalmanın oranı her iki yıl sırası ile yalnız D'de %50.02, %44.70, D+SS'de %73.87, %79.59, D+P'de %68.20, %63.95, SS'de %72.73, %77.24, P'de %57.21, %61.80 belirlenmiştir.

Manousaki ve Kalogerakis. (2011) halofit bitkiler topraktan yüksek oranda Na⁺ ve Cl⁻ alıp bünyelerinde biriktirerek bu toksik iyonları topraktan uzaklaştırabildiklerini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da arkadaş bitkiler (*S. soda* ve *P. oleracea*) topraktan yüksek oranlarda Cl⁻'u kök ve yapraklarında depolamış ve böylece buldukları topraktan Cl⁻ uzaklaştırmışlardır. Böylece arkadaşlık etikleri domates bitkisinin daha düşük seviyede Cl⁻'a maruz kalmasını sağlamışlardır. Tek başına yetiştirilen domates bitkileri ise daha fazla Cl⁻'a maruz kalmıştır.



Şekil 4.16. Farklı tuz seviyesindeki toprakların deneme sonrası CEC değerinde meydana gelen değişimin oranları

4.8.6. Deneme sonrası toprakların Sülfat (SO_4^-) içerikleri

Deneme sonrası toprakların SO_4^- içerikleri üzerinde farklı bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak incelenmiş ve önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$, Çizelge 4.78).

Buna göre birinci yılın tuzsuz (kontrol) toprağının deneme sonrası SO_4^- içeriği her üç aşama sırası ile yalnız D'de 1.20-, 1.10-, 1.00 meq/l, D+SS kombinasyonu toprağında 1.05-, 1.00-, 1.00 meq/l, D+P kombinasyonunda 1.20-, 1.20-, 1.00 meq/l, SS'de 1.10-, 1.05-, 1.05 meq/l, P'de 1.10-, 1.10-, 1.02 meq/l olarak bulunmuştur.

Birinci yılın hafif tuzlu toprağının deneme sonrası SO_4^- içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 1.60-, 1.34-, 1.25 meq/l, D+SS kombinasyonu toprağında 1.40-, 1.10-, 1.10 meq/l, D+P kombinasyonunda 1.50-, 1.00-, 1.00 meq/l, SS'de 1.58-, 1.20-, 1.10 meq/l, P'de 1.62-, 1.20-, 1.20 meq/l olarak ölçülmüştür.

Birinci yılın orta tuzlu toprağının deneme sonrası SO_4^- içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 2.90-, 1.50-, 1.41 meq/l, D+SS kombinasyonu toprağında 1.70-, 1.20-, 1.00 meq/l, D+P kombinasyonunda 2.00-, 1.40-, 1.20 meq/l, SS'de 1.90-, 1.20-, 1.14 meq/l, P'de meq/l 1.88-, 1.20-, 1.20 bulunmuştur.

Birinci yıl yüksek tuzlu toprağın deneme sonrası SO_4^- içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 3.20-, 2.73-, 2.65 meq/l, D+SS kombinasyonu toprağında 2.20-, 2.00-, 1.55 meq/l, D+P kombinasyonunda 2.50-, 2.40-, 2.34 meq/l, SS'de 2.30-, 1.74-, 1.75 meq/l, P'de 3.00-, 2.65-, 2.55 meq/l olarak belirlenmiştir.

İkinci yıl yapılan çalışmada tuzsuz (kontrol) toprağın deneme sonrası SO_4^- içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 1.15-, 1.10-, 1.00 meq/l, D+SS kombinasyonu toprağında 1.31-, 1.10-, 0.85 meq/l, D+P kombinasyonunda 1.25-, 1.40-, 0.70 meq/l, SS'de 1.40-, 1.20-, 1.00 meq/l, P'de 1.35-, 1.05-, 1.00 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yıl hafif tuzlu toprağın deneme sonrası SO_4^- içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 1.70-, 1.60-, 1.20 meq/l, D+SS kombinasyonu toprağında 1.43-, 1.35-, 1.00 meq/l, D+P kombinasyonunda 1.61-, 1.24-, 0.70 meq/l, SS'de 1.58-, 1.20-, 1.00 meq/l, P'de 1.70-, 1.30-, 1.00 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yıl orta tuzlu toprağın deneme sonrası SO_4^- içerikleri üç aşama sırası ile yalnız D'de 2.01-, 1.66-, 1.36 meq/l, D+SS kombinasyonu toprağında 1.31-, 1.03-,

0.88 meq/l, D+P kombinasyonunda 1.87-, 1.46-, 0.91 meq/, SS'de 1.24-, 1.10-, 1.01 meq/l, P'de 1.29-, 1.23-, 0.99 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yksek tuzlu toprağın deneme sonrası SO_4^- içerikleri uç aşama sırası ile yalnız D'de 3.11-, 2.50-, 2.34 meq/l, D+SS kombinasyonu toprağında 2.55-, 1.59-, 1.42 meq/l, D+P kombinasyonunda 2.74-, 2.36-, 2.11 meq/l, SS'de, 1.99-, 1.71-, 1.54 meq/l, P'de 2.47, 2.21-, 2.16 meq/l olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.78. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak SO₄⁻ içeriği

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl deneme sonrası toprak SO ₄ ⁻ meq/l			İkinci yıl deneme sonrası toprak SO ₄ ⁻ meq/l		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	1.20±0.17a	1.10±0.03a	1.00±0.30a	1.15±0.17a	1.10±0.05a	1.10±0.15a
	D+SS	1.05±0.12a	1.00±0.27a	1.00±0.15a	1.31±0.14a	1.10±0.10a	0.85±0.09a
	D+P	1.20±0.01a	1.20±0.32a	1.00±0.32a	1.25±0.41a	1.40±0.12a	0.70±0.03ab
	SS	1.10±0.02a	1.05±0.31a	1.05±0.40a	1.40±0.05a	1.20±0.03a	1.00±0.24a
	P	1.10±0.83a	1.10±0.09a	1.02±0.09a	1.35±0.08a	1.05±0.27a	1.00±0.10b
Hafif tuzlu	D	1.60±0.30a	1.34±0.28a	1.25±0.21a	1.70±0.02a	1.59±0.18a	1.20±0.20a
	D+SS	1.40±0.10a	1.10±0.04a	1.10±0.04a	1.43±0.01a	1.35±0.07a	1.00±0.10a
	D+P	1.50±0.15a	1.00±0.01a	1.00±0.02a	1.61±0.48a	1.24±0.24a	0.70±0.05a
	SS	1.58±0.08a	1.20±0.08a	1.10±0.08a	1.58±0.22a	1.20±0.14a	1.00±0.14a
	P	1.62±0.37a	1.13±0.26a	1.00±0.26a	1.70±0.30a	1.30±0.06a	1.00±0.16a
Orta tuzlu	D	2.90±0.90a	1.50±1.12a	1.41±0.26a	2.01±0.08a	1.66±0.24a	1.36±0.17a
	D+SS	1.70±0.34a	1.20±0.64a	1.14±0.54a	1.31±0.06b	1.03±0.26a	0.88±0.03a
	D+P	2.00±0.72a	1.00±0.10a	1.20±0.19a	1.87±0.04a	1.46±0.34a	0.91±0.15a
	SS	1.90±0.11a	1.10±0.18a	1.04±0.26a	1.24±0.13b	1.10±0.24a	1.01±0.10a
	P	1.88±0.63a	1.20±0.30a	1.20±0.30a	1.29±0.14b	1.23±0.05a	0.99±0.24a
Yüksek tuzlu	D	3.20±1.58a	2.73±0.14a	2.65±0.22a	3.11±0.31a	2.50±0.51a	2.34±0.26a
	D+SS	2.20±0.23a	2.00±0.13a	1.55±0.11a	2.55±0.40ab	1.59±0.25a	1.42±0.22a
	D+P	2.50±0.75a	2.40±0.46a	2.34±0.13a	2.74±0.17ab	2.36±0.04a	2.11±0.19a
	SS	2.30±0.18a	1.74±0.62a	1.75±0.18a	1.99±0.18b	1.71±0.05a	1.54±0.07a
	P	3.00±0.55a	2.65±0.09a	2.55±0.53a	2.47±0.25ab	2.21±0.34a	2.15±0.25a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS: Domates ve *S. soda* kombinasyonu, D+P: Domates *P. oleracea* kombinasyonu, SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi, P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.8.7. Deneme sonrası toprakların nitrat (NO₃⁻) içerikleri

Üç farklı aşamada sonlandırılan denemenin topraklarının NO₃⁻ içerikleri belirlenmiş ve farklı bitki kombinasyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür, (Çizelge 4.79). Birinci yıl tuzsuz (kontrol) toprakta deneme sonrası NO₃⁻ içerikleri her üç aşama sırası ile yalnız D'de 0.06-, 0.03-, 0.02 meq/l, D+SS kombinasyonundaki toprakta 0.04-, 0.05-, 0.02 meq/l, D+P kombinasyonundaki toprakta 0.05-, 0.02-, 0.02 meq/l, yalnız *S. soda* (SS) ortamındaki toprakta 0.05-, 0.04-, 0.03 meq/l, yalnız *P. oleracea* (P) ortamındaki toprakta 0.04-, 0.03-, 0.02 meq/l tespit edilmiştir.

Birinci yıl hafif tuzlu toprağın deneme sonrası NO₃⁻ içerikleri her üç aşama sırasıyla yalnız D'de 0.05-, 0.03-, 0.02 meq/l, D+SS'de 0.05-, 0.02-, 0.02 meq/l, D+P'de 0.03-, 0.03-, 0.03 meq/l, SS' de 0.05-, 0.04-, 0.03 meq/l, P'de 0.02-, 0.02-, 0.03 meq/l olarak ölçülmüştür.

Birinci yıl orta tuzlu toprağın deneme sonrası NO₃⁻ içerikleri üç aşama sırasıyla yalnız D'de 0.04-, 0.03-, 0.03 meq/l, D+SS'de 0.03-, 0.02-, 0.02 meq/l, D+P'de 0.02-, 0.01-, 0.01 meq/l, SS'de 0.02-, 0.02-, 0.02 meq/l, P'de 0.03-, 0.03-, 0.02 meq/l olarak belirlenmiştir.

Birinci yıl yüksek tuzlu toprağın deneme sonrası NO₃⁻ içerikleri üç aşama sırasıyla yalnız D'de 0.05-, 0.04-, 0.02 meq/l, D+SS'de 0.04-, 0.03-, 0.02 meq/l , D+P'de 0.03-, 0.02-, 0.02 meq/l, SS' de 0.05-, 0.03-, 0.03 meq/l, P'de 0.03-, 0.03-, 0.02 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yıl yapılan çalışmada tuzsuz (kontrol) toprağın deneme sonrası toprak NO₃⁻ içerikleri her üç aşama sırası ile D'de 0.02-, 0.01-, 0.01 meq/l, D+SS'de 0.02-, 0.01-, 0.01 meq/l, D+P'de 0.01-, 0.01-, 0.01 meq/l, SS'de 0.01-, 0.02-, 0.02 meq/l, P'de 0.00-, 0.01-, 0.01 meq/l olarak ölçülmüştür.

İkinci yıl hafif tuzlu toprağın deneme sonrası NO₃⁻ içerikleri üç aşama sırası ile D'de 0.01-, 0.01-, 0.01 meq/l , D+SS'de 0.01-, 0.00-, 0.01 meq/l , D+P'de 0.01-, 0.01-, 0.02 meq/l, SS'de 0.01-, 0.01-, 0.02 meq/l, P'de 0.00-, 0.00-, 0.02 meq/l olarak bulunmuştur.

İkinci yıl orta tuzlu toprağın deneme sonrası NO₃⁻ içerikleri üç aşama sırası ile D'de 0.02-, 0.01-, 0.02 meq/l, D+SS'de 0.01-, 0.01-, 0.01 meq/l , D+P'de 0.01-,

0.01-, 0.01 meq/l, SS'de 0.01-, 0.01-, 0.01 meq/l, P'de 0.01-, 0.01-, 0.01 meq/l olarak belirlenmiştir .

İkinci yıl yüksek tuzlu toprağın deneme sonrası NO_3^- içerikleri  aşama sırası ile D'de 0.03-, 0.02-, 0.01 meq/l, D+SS'de 0.03-, 0.01-, 0.01 meq/l, D+P'de 0.01-, 0.01-, 0.01 meq/l, SS'de 0.02-, 0.02-, 0.01 meq/l, P'de 0.02-, 0.01-, 0.01 meq/l olarak llmştir.

Çizelge 4.79. Birinci ve ikinci yıl deneme sonrası toprak NO₃⁻ içeriği

Tuz seviyeleri	Bitki kombinasyon	Birinci yıl deneme sonrası toprak NO ₃ ⁻ meq/l			İkinci yıl deneme sonrası toprak NO ₃ ⁻ meq/l		
		I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama	I. Aşama	II. Aşama	III. Aşama
Tuzsuz	D	0.06±0.01a	0.03±0.01bc	0.02±0.01a	0.02±0.01a	0.01±0.00a	0.01±0.00b
	D + SS	0.04±0.01b	0.05±0.01a	0.02±0.01a	0.02±0.01a	0.01±0.00a	0.01±0.00b
	D + P	0.05±0.01b	0.02±0.00c	0.02±0.01a	0.01±0.00ab	0.01±0.00a	0.01±0.00b
	SS	0.05±0.01ab	0.04±0.01ab	0.03±0.01a	0.01±0.00ab	0.02±0.01a	0.02±0.00a
	P	0.04±0.01ab	0.03±0.01a	0.02±0.01a	0.00±0.00b	0.01±0.00a	0.01±0.00b
Hafif tuzlu	D	0.05±0.01a	0.03±0.01b	0.02±0.03a	0.01±0.01ab	0.01±0.00a	0.01±0.00a
	D + SS	0.05±0.01a	0.02±0.01a	0.02±0.01a	0.01±0.01a	0.00±0.00ab	0.01±0.01a
	D + P	0.03±0.01a	0.03±0.01b	0.03±0.01a	0.01±0.01ab	0.01±0.00ab	0.02±0.01a
	SS	0.05±0.06a	0.04±0.01b	0.03±0.01ba	0.01±0.00ab	0.01±0.01a	0.02±0.01a
	P	0.02±0.03a	0.02±0.01b	0.03±0.01a	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.02±0.00a
Orta tuzlu	D	0.04±0.10a	0.03±0.01a	0.03±0.02a	0.02±0.01a	0.01±0.00a	0.02±0.00a
	D + SS	0.03±0.00ab	0.02±0.01ab	0.02±0.03b	0.01±0.01a	0.01±0.01a	0.01±0.00ab
	D + P	0.02±0.01b	0.01±0.01b	0.01±0.03b	0.01±0.00b	0.01±0.00a	0.01±0.00ab
	SS	0.02±0.01b	0.02±0.01b	0.02±0.02b	0.01±0.00b	0.01±0.00a	0.01±0.00b
	P	0.03±0.01b	0.03±0.01ab	0.02±0.03b	0.01±0.00b	0.01±0.00a	0.01±0.00ab
Yüksek tuzlu	D	0.05±0.01a	0.04±0.01a	0.02±0.02a	0.03±0.00a	0.02±0.00a	0.01±0.00a
	D + SS	0.04±0.01a	0.03±0.01a	0.02±0.01a	0.03±0.00a	0.01±0.00b	0.01±0.00a
	D + P	0.03±0.01a	0.02±0.01a	0.02±0.01a	0.01±0.00b	0.01±0.00b	0.01±0.00a
	SS	0.05±0.01a	0.03±0.01a	0.03±0.03a	0.02±0.01ab	0.02±0.01b	0.01±0.00a
	P	0.03±0.01b	0.03±0.01a	0.02±0.04a	0.02±0.01ab	0.01±0.00b	0.01±0.00a

D: Tek başına yetiştirilen domates bitkisi, D+SS: Domates ve *S. soda* kombinasyonu, D+P: Domates *P. oleracea* kombinasyonu, SS: Tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisi, P: Tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisi. Tuz seviyelerinin kendi içerisindeki farklı bitki kombinasyonlarının önem düzeyleri a, b, c, d harflendirilmeleri ile gösterilmiştir. P<0.05 Önemli, P>0.05: Önemsiz, (±): standart hata olarak belirtilmiştir.

4.9. Büyüme ve Kalite Parametreleri Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi

4.9.1. Bitki ve meyve bazında büyüme ve kalite parametrelerine ilişkin sonuçların değerlendirilmesi

Farklı tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) yetiştirilen domates bitkisi üzerindeki farklı bitki kombinasyonlarının etkileri seçilmiş olan bazı büyüme ve kalite parametreleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Buna göre; bir ve ikinci yıl deneme sonuçlarından ikinci yılın son aşaması olan III. aşamadan elde edilen sonuçlar üzerinden değerlendirilmiştir.

Artan tuz stresinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinin büyüme ve kalite parametreleri arasındaki korelasyon: Tek başına yetiştirilen domates bitkisinde artan tuz stresinin etkisi ile bitki boyu, yaş ağırlık, membran stabilite indeksi (MSI), MDA, meyve ağırlık, meyve likopen, vitamin C, yeşil aksam Na^+ , meyve Na^+ ve kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- , Meyve Cl^- ve kök Cl^- gibi parametreleri üzerinde korelasyon yapılmıştır (Çizelge 4.80). Buna göre; bitki boyu ile bitki yaş ağırlığı, klorofil, meyve ağırlık, likopen arasında pozitif korelasyon olduğu, MSI, MDA, vitamin C, yeşil aksam Na^+ , meyve Na^+ ve kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- , meyve Cl^- ve kök Cl^- ile ise negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Tek başına yetiştirilen domates bitkisinin yaş ağırlığı ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde, toplam klorofil, meyve ağırlık ve likopen arasında pozitif korelasyon olduğu, MSI, MDA, vitamin C, yeşil aksam Na^+ , meyve ve kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- , meyve ve kök Cl^- ile negatif bir korelasyon bulunmuştur.

Yine tek başına yetiştirilen domates bitkisinin toplam klorofil miktarı ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde, meyve ağırlık, likopen arasındaki ilişki pozitif, vitamin C, yeşil aksam Na^+ , meyve Na^+ ve kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- , Meyve Cl^- ve kök Cl^- arasındaki korelasyon negatif olarak önemli bulunmuştur. MDA ile arasındaki ilişki önemsiz bulunmuştur.

Bir başka parametre olan MDA ile diğer parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde ise, MDA ile vitamin C, yeşil aksam Na^+ , kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- ve kök Cl^- arasında pozitif bir korelasyon, likopen ile ise negatif bir korelasyon görülmüştür. Meyve ağırlık, meyve Na^+ ve meyve Cl^- arasındaki korelasyon önemsiz bulunmuştur.

Meyve ağırlık ile diğer parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde, bitki boyu, yaş ağırlık ve likopen parametreleri ile pozitif, diğer parametreler ile ise negatif bir korelasyon tespit edilmiştir.

Likopen ile diğer parametreler arasındaki ilişkide ise, bitki boyu, yaş ağırlık parametreleri ile ilişkisi pozitif diğer parametreler ile negatif bir ilişki görülmüştür. Vitamin C ile MSI, meyve Na⁺, meyve Cl⁻ arasındaki ilişki önemsiz bulunurken, MDA arasında pozitif yönden, bitki boyu, yaş ağırlık, klorofil, meyve ağırlık ve likopen ile ilişkileri negatif yönden önemli bulunmuştur.

Yeşil aksam Na⁺ ile diğer parametreler arasındaki korelasyon önemli bulunmuştur. MSI, MDA, vitamin C, meyve Na⁺, kök Na⁺, yeşil aksam Cl⁻, meyve Cl⁻ ve kök Cl⁻ arasındaki ilişki pozitif yönden önemli bulunmuştur. Bitki boyu, yaş ağırlık, klorofil, meyve ağırlık ve likopen parametreleri ile arasındaki ilişki negatif olmuştur.

Yeşil aksam Cl⁻ ile diğer parametreler arasındaki korelasyon önemli bulunmuştur. MSI, MDA, yeşil aksam Na⁺, meyve Na⁺, kök Na⁺, meyve Cl⁻ ve kök Cl⁻ arasındaki ilişki pozitif yönden önemli bulunmuştur. Bitki boyu, yaş ağırlık, klorofil, meyve ağırlık ve likopen parametreleri negatif bir ilişki bulunmuştur.

Çizelge 4.80. Farklı tuz seviyelerinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinin büyüme ve kalite parametreleri arasındaki korelasyon

Parametreler	Bitki Boyu	Yaş Ağırlık	MSI	Toplam Klorofil	MDA	Meyve Ağırlık	Likopen	Vitamin C	Yeşil Aksam Na	Meyve Na	Kök Na	Yeşil Aksam Cl	Kök Cl	Meyve Cl
Bitki Boyu		0.93**	-0.86**	0.91**	-0.87**	0.89**	0.94**	-0.87**	-0.95**	-0.80*	-0.96**	-0.94**	-0.93**	-0.66
Yaş Ağırlık			-0.78*	0.97**	-0.74*	0.97**	0.92**	-0.92**	-0.96**	-0.78*	-0.94**	-0.91**	-0.98**	-0.69
MSI				-0.87**	0.72*	-0.77*	-0.91**	0.66	0.87**	0.95**	0.90**	0.95**	0.75*	0.84**
Toplam Klorofil					-0.68	0.97**	0.93**	-0.82*	-0.96**	-0.86**	-0.95**	-0.93**	-0.95**	-0.79*
MDA						-0.63	-0.80*	0.81*	0.73*	0.56	0.84**	0.75*	0.73*	0.30
Meyve Ağırlık							0.91**	-0.82*	-0.95**	-0.80*	-0.88**	-0.89**	-0.97**	-0.76*
Likopen								-0.85**	-0.97**	-0.90**	-0.93**	-0.97**	-0.90**	-0.75*
Vitamin C									0.89**	0.65	0.86**	0.82*	0.87*	0.48
Yeşil Aksam Na										0.90**	0.94**	0.97**	0.94**	0.81*
Meyve Na											0.84**	0.95**	0.74*	0.94**
Kök Na												0.95**	0.91**	0.71*
Yeşil Aksam Cl													0.88**	1.84**
Kök Cl														0.66
Meyve Cl														

**Korelasyon 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Artan tuz stresindeki *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin büyüme ve kalite parametreleri arasındaki korelasyon: *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin artan tuz stresinde bitki boyu, yaş ağırlık , MSI, MDA, meyve ağırlık, meyve likopen, Vitamin C, yeşil aksam Na^+ , meyve Na^+ ve kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- Meyve Cl^- ve kök Cl^- gibi parametreler arasındaki korelasyon istatistiksel olarak belirlenmiştir, (Çizelge 4.81). Buna göre; bitki boyu ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde, bitki yaş ağırlığı, klorofil, meyve ağırlık, likopen arasında pozitif korelasyon olduğu, MSI, MDA, yeşil aksam Na^+ , meyve Na^+ ve kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- , meyve Cl^- ve kök Cl^- ile ise negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Bitki yaş ağırlığı ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde, klorofil, meyve ağırlık, likopen ile pozitif bir korelasyon, kök Na^+ , yeşil aksam ve kök Cl^- ile ise negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Klorofil değeri ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde, bitki boyu, yaş ağırlık, meyve ağırlık ile pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Kök Na^+ ve Cl^- ile ise negatif bir korelasyon görülmüştür.

MDA ile diğer parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde, bitki boyu, yaş ağırlık, klorofil, yeşil aksam ve meyve Na^+ ve Cl^- arasında pozitif korelasyon, meyve ağırlık, likopen ile negatif bir korelasyon görülmüştür. MSI, vitamin C, kök Na^+ ve kök Cl^- parametrelerinin MDA arasındaki ilişki ise önemsiz bulunmuştur.

Meyve ağırlık ile bitki boyu, yaş ağırlık, likopen parametreleri arasında pozitif bir korelasyon, MDA, yeşil aksam, meyve ve kök Na^+ ve Cl^- parametreleri ile negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Likopen ile diğer parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde, bitki boyu, yaş ağırlık ve meyve ağırlık arasındaki ilişki pozitif, MDA, yeşil aksam, meyve ve kök Na^+ ve Cl^- arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Vitamin C ile tüm parametreler arasındaki korelasyon istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür.

Yeşil aksam Na^+ ile diğer parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde ise, MDA, meyve Na^+ , yeşil aksam, meyve ve kök Cl^- arasında pozitif ilişki, bitki boyu, meyve ağırlık ve likopen ile negatif bir ilişki bulunmuştur.

Son olarak yeşil aksam Cl^- parametresi ile yeşil aksam, meyve ve kök Na^+ , meyve ve kök Cl^- parametreleri arasındaki ilişki pozitif, bitki boyu, MDA, yaş ağırlık, meyve ağırlık ve likopen parametreleri ile ise negatif bir ilişki bulunmuştur.

Çizelge 4. 81. Farklı tuz seviyelerinde *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisindeki büyüme ve kalite parametreleri arasındaki korelasyon

Parametreler	Bitki Boyu	Yaş Ağırlık	MSI	Toplam Klorofil	MDA	Meyve Ağırlık	Likopen	Vitamin C	Yeşil Aksam Na	Meyve Na	Kök Na	Yeşil Aksam Cl	Kök Cl	Meyve Cl
Bitki Boyu		0.82*	0.41	0.76*	-0.80*	0.94**	0.92**	-0.31	-0.87**	-0.88**	-0.78*	-0.88**	-0.92**	-0.73*
Yaş Ağırlık			-0.36	0.86**	-0.63	0.85**	0.77*	-0.61	-0.62	-0.69	-0.95**	-0.71*	-0.91**	-0.61
MSI				-0.40	0.34	-0.58	-0.46	0.29	0.46	0.49	0.33	0.22	0.51	0.62
Toplam Klorofil					-0.61	0.88**	0.70	-0.38	-0.67	-0.62	-0.93**	-0.64	-0.90**	-0.67
MDA						-0.73*	-0.96**	0.04	0.94**	0.95**	0.62	0.94**	0.63	0.89**
Meyve Ağırlık							0.86**	-0.31	-0.82*	-0.81*	-0.87**	-0.79*	-0.96**	-0.78*
Likopen								-0.22	-0.95**	-0.98**	-0.73*	-0.94**	-0.79*	-0.89**
Vitamin C									0.31	0.18	0.42	0.04	0.51	0.04
Yeşil Aksam Na										0.97**	0.60	0.88**	0.73*	0.91**
Meyve Na											0.62	0.89**	0.73*	0.91**
Kök Na												0.72*	0.90**	0.61
Yeşil Aksam Cl													0.71*	0.77*
Kök Cl														0.65
Meyve Cl														

**Korelasyon 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Artan tuz stresindeki *P. oleracea* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin büyüme ve kalite parametreleri arasındaki korelasyon: Artan tuz stresinde *P. oleracea* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin bitki boyu, yaş ağırlık , MSI, MDA, meyve ağırlık, meyve likopen, vitamin C, yeşil aksam Na^+ , meyve Na^+ ve kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- , Meyve Cl^- ve kök Cl^- gibi parametreler arasındaki korelasyon istatistiksel olarak belirlenmiştir, (Çizelge 4.82).

Bitki yaş ağırlığı ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde, bitki boyu, klorofil, meyve ağırlık, likopen ile pozitif korelasyon olduğu, MDA, yeşil aksam, meyve ve kök Na^+ , yine yeşil aksam Cl^- , meyve ve kök Cl^- ile negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Klorofil değeri ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde, bitki boyu, yaş ağırlık, meyve ağırlık ve likopen arasındaki ilişki pozitif, MDA, yeşil aksam, meyve ve kök Na^+ , yine yeşil aksam Cl^- , meyve ve kök Cl^- ile negatif bir korelasyon belirlenmiştir.

MDA ile diğer parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde; yeşil aksam Na^+ , kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- , meyve ve kök Cl^- arasında pozitif korelasyon, bitki boyu, yaş ağırlık, klorofil, meyve ağırlık ve likopen arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur.

Meyve ağırlık ile bitki boyu, yaş ağırlık, klorofil ve likopen arasında pozitif bir korelasyon, MDA, yeşil aksam Na^+ , meyve ve kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- , meyve ve kök Cl^- parametreleri arasında negatif bir korelasyon olduğu bulunmuştur.

Likopen ile diğer parametreler arasında yapılan korelasyonda bitki boyu, yaş ağırlık klorofil, meyve ağırlık ile pozitif korelasyon bulunmuştur. MDA, yeşil aksam Na^+ , meyve ve kök Na^+ , yeşil aksam Cl^- , meyve ve kök Cl^- arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Yeşil aksam Na^+ ile diğer parametreler arasındaki korelasyonda meyve Na^+ , yeşil aksam ve meyve ve kök Cl^- arasında pozitif bir korelasyon, bitki boyu, yaş ağırlık, klorofil, meyve ağırlık, likopen arasında negatif bir korelasyon görülmüştür.

Yeşil aksam Cl^- ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde, yeşil aksam Na^+ , meyve Na^+ , kök Na^+ arasında pozitif korelasyon, bitki boyu, yaş ağırlık, MDA, meyve ağırlık, likopen arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur.

Çizelge 4. 82. Farklı tuz seviyelerinde *P. oleracea* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin büyüme ve kalite parametreleri arasındaki korelasyon

Parametreler	Bitki Boyu	Yaş Ağırlık	MSI	Toplam Klorofil	MDA	Meyve Ağırlık	Likopen	Vitamin C	Yeşil Aksam Na	Meyve Na	Kök Na	Yeşil Aksam Cl	Kök Cl	Meyve Cl
Bitki Boyu		0.95**	-0.46	0.90**	-0.84**	0.92**	0.89**	-0.89*	-0.78*	-0.69	-0.91**	-0.82*	-0.85**	-0.80*
Yaş Ağırlık			-0.30	0.95**	-0.87**	0.97**	0.91**	-0.90**	-0.86**	-0.75*	-0.90**	-0.84**	-0.93**	-0.79*
MSI				-0.40	0.26	-0.44	-0.41	0.61	0.38	0.51	0.28	0.41	0.32	0.72*
Toplam Klorofil					-0.84**	0.96**	0.90**	-0.94**	-0.89**	-0.80*	-0.87**	-0.82*	-0.91**	-0.85**
MDA						-0.85**	-0.96**	0.78*	0.93**	0.83*	0.93**	0.92**	0.89**	0.77*
Meyve Ağırlık							0.91**	-0.97**	-0.91**	-0.83*	-0.83**	-0.84**	-0.96**	-0.90**
Likopen								-0.85**	-0.95**	-0.90**	-0.94**	-0.97**	-0.92**	-0.87**
Vitamin C									0.88**	0.81*	0.76*	0.79*	0.89**	0.94**
Yeşil Aksam Na										0.95**	0.84**	0.92**	0.94**	0.89**
Meyve Na											0.74*	0.90**	0.87**	0.92**
Kök Na												0.92**	0.81*	0.71*
Yeşil Aksam Cl													0.84**	0.83**
Kök Cl														0.87**
Meyve Cl														

**Korelasyon 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

4.9.2. Deneme sonrası toprak parametrelerine ilişkin sonuçlar arasındaki korelasyon

Farklı tuz seviyelerinde (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) ve farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates ve arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) deneme sonrası toprak parametrelerinde meydana gelen değişikliğin etkileri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Buna göre; bir ve ikinci yıl deneme sonuçlarından ikinci yılın son aşaması olan III. aşamanın deneme sonrası sonuçları üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Farklı tuz seviyelerinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinin deneme sonrası toprak parametrelerine ilişkin sonuçlar arasındaki korelasyon: Farklı tuz seviyelerinde tek başına yetiştirilen domates bitkisi toprağında belirlenen EC, pH, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄⁻, NO₃⁻ parametreleri arasında korelasyon yapılmıştır (Çizelge 4.83). Buna göre; EC ile Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄⁻ ve pH arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Yine Na ile EC, Ca⁺⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄⁻ ve pH arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Cl⁻ ile EC, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄ arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.83. Farklı tuz seviyelerinde tek başına yetiştirilen domates bitkisi deneme sonrası toprak parametreleri arasındaki korelasyon

Parametreler	Top_EC	Top_Na	Top_Ca	Top_Mg	Top_K	Top_Cl	Top_SO4	Top_NO3	Top_PH
Top_EC		0.94**	0.97**	0.74*	0.92**	0.95**	0.85**	0.48	0.84**
Top_Na			0.95**	0.63	0.91**	0.99**	0.89**	0.41	0.71*
Top_Ca				0.82*	0.93**	0.95**	0.80*	0.59	0.84**
Top_Mg					0.76*	0.62	0.46	0.79*	0.89**
Top_K						0.90**	0.74*	0.37	0.87**
Top_Cl							0.89**	0.41	0.71*
Top_SO4								0.28	0.60
Top_NO3									0.55
Top_PH									

**Korelasyon 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.
*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Farklı tuz seviyelerinde *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin deneme sonrası toprak parametrelerine ilişkin sonuçları arasındaki korelasyon: Farklı tuz seviyelerinde *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisi toprağının EC, pH, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄⁻, NO₃⁻ parametreleri arasında korelasyon yapılmıştır (Çizelge 4.84). Buna göre; EC ile Na⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻, SO₄⁻ ve pH arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Yine Na⁺ ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde EC, Ca⁺⁺, Cl⁻, SO₄⁻ ve pH arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Cl ile EC, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, SO₄⁻ ve pH arasında pozitif bir korelasyon olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.84. Farklı tuz seviyelerinde *S. soda* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisi deneme sonrası toprak parametreleri arasındaki korelasyon

Parametreler	Top_EC	Top_Na	Top_Ca	Top_Mg	Top_K	Top_Cl	Top_SO4	Top_NO3	Top_PH
Top_EC		0.98**	0.87**	0.50	0.67	0.86**	0.87**	-0.01	0.79*
Top_Na			0.86**	0.59	0.70	0.93**	0.85**	0.07	0.82*
Top_Ca				0.29	0.50	0.77*	0.93**	-0.05	0.54
Top_Mg					0.44	0.72*	0.32	0.61	0.62
Top_K						0.71*	0.56	-0.01	0.49
Top_Cl							0.71*	0.34	0.81*
Top_SO4								0.02	0.43
Top_NO3									0.06
Top_PH									

**Korelasyon 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.
* Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Farklı tuz seviyelerinde *P. oleracea* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisinin deneme sonrası toprak parametrelerine ilişkin sonuçları arasındaki korelasyon: Farklı tuz seviyelerinde *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisi toprağının EC, pH, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄⁻, NO₃⁻ parametreleri arasında korelasyon yapılmıştır (Çizelge 4.85). Buna göre; EC parametresi ile Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄⁻ ve pH parametreleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Diğer bir parametre olan Na⁺ ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde EC, K⁺, Cl⁻, SO₄⁻ ve pH arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Yine Cl⁻ ve diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde ise EC ile Na⁺, K⁺, SO₄⁻ ve pH arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.85. Farklı tuz seviyelerinde *P. oleracea* arkadaşlığında yetiştirilen domates bitkisi deneme sonrası toprak parametreleri arasındaki korelasyon

Parametreler	Top_EC	Top_Na	Top_Ca	Top_Mg	Top_K	Top_Cl	Top_SO4	Top_NO3	Top_PH
Top_EC		0.97**	0.75*	0.64	0.94**	0.97**	0.93**	-0.07	0.82*
Top_Na			0.60	0.52	0.87**	0.99**	0.94**	-0.11	0.78*
Top_Ca				0.90**	0.83*	0.61	0.53	-0.03	0.55
Top_Mg					0.75*	0.55	0.38	0.25	0.49
Top_K						0.88**	0.87**	-0.01	0.89**
Top_Cl							0.94**	-0.05	0.79*
Top_SO4								-0.12	0.87**
Top_NO3									0.19
Top_PH									

**Korelasyon 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.
* Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Farklı tuz içeriğine sahip (hafif tuzlu, orta tuzlu, yüksek tuzlu) toprakların arkadaş bitki kullanarak iyileştirilmesi ve kültür bitkilerinin daha az stresli ortamda yetiştirilmesi için, *S. soda L.* (tuz otu) ve *P. oleracea* (semiz otu) bitkileri sera koşullarında saksı ortamında iki ayrı yılda tohumdan, generatif sürecin sonuna kadar *L. esculentum* (domates) ile birlikte yetiştirilmiştir. Tuzsuz ortamda domates bitkisi ile ayrı ayrı ve birlikte yetiştirilen arkadaş bitkiler kontrol grubu olarak kullanılmış böylece arkadaş bitkilerinin farklı tuzlu koşullarda performansı ve hem de tuzsuz koşullarda domates bitkisine rekabet edip etmeyeceği belirlenmiştir.

Arkadaş bitkilerin etkinliği, fizyolojik, biyolojik ve biyokimyasal düzeyde üç farklı aşamada hem domates bitkisinde, hem de arkadaş bitkiler üzerinde test edilmiştir. Bu bitkilerin topraktan almış oldukları tuz iyon durumları, domates ile yetiştirildiklerinde rekabete girip girmediği ve hangi aşamalarda daha etkin bir arkadaşlık sergilediği araştırılmıştır. Yine yapılan biyokimyasal kalite analizleri (vitamin C ve likopen) ile domates meyvesinin kalitesi üzerindeki etkileri ortaya konmuştur.

Arkadaş bitkiler ile farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates bitkisinin boyu, bitki yaş ağırlığı, gövde çapı, çiçek sayısı, nispi büyüme oranı, simptom indeks, membran stabilite indeksi gibi bitkinin fizyolojik büyüme parametrelerine ilişkin değerler üzerinde arkadaş bitkilerinin olumlu etkisi tespit edilmiştir. Arkadaş bitkiler domatesin tuzlu koşullarda gelişmelerine yardımcı olmuştur. Artan tuz seviyeleri ile arkadaş bitkilerden *P. oleracea'* nın olumu etkisi dereceli olarak azalmış, yüksek tuzlu topraklarda etkinliği neredeyse kaybolmuştur. Ancak *S. soda* üç aşamada da etkinliğini devam ettirmiş, yüksek tuz seviyesinde domates üzerine etkisi diğer tuz seviyelerine göre az olsa da, hafif ve orta tuzlu topraklarda aktivitesi aynı seviyede devam etmiştir.

Meyve sayısı ve meyve ağırlığı üzerinde artan tuz stresi tek başına yetiştirilen domates bitkisini olumsuz etkilemiş özellikle yüksek tuz stresinin etkisi meyve üzerinde daha belirgin bir şekilde görülmüştür. Arkadaş bitkiler ile aynı ortamda

yetiştirilen domates bitkilerinde özellikle *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkisi iyi bir sonuç sergilemiş, yüksek tuz seviyesinde arkadaşlığın olumlu etkisi net bir şekilde görülmüştür. *P. oleracea* arkadaşlığındaki domates bitkisinin meyve sayısı orta tuz seviyesine kadar olumlu olmuş ancak yüksek tuzlu ortamda faydalı etki kaybolmuştur.

Bir başka parametre olan membran stabilite indeksi (MSI) değerleri hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde tek başına yetiştirilen domates bitkisinde en yüksek değerlerde belirlenmiştir. Bu durum domates bitkisinin tek başına yetiştirildiğinde tuz stersinden daha fazla etkilendiğini göstermiştir. Oysa arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen ve özellikle de *S. soda*'nın arkadaşlığındaki domates bitkisinde belirlenen düşük MSI arkadaş bitkilerinin tuz stresinin olumsuz etkilerini azalttığını göstermiştir.

Çalışmamızda tek başına ve arkadaş bitkiler ile kombine edilerek yetiştirilen domates bitkisinin farklı tuz seviyelerine karşı (tuzsuz, hafif tuzlu, orta tuzlu, yüksek tuzlu) göstermiş oldukları tepki biyokimyasal analizler (klorofil, prolin, POX, CAT, protein) ile de test edilmiştir. Buna göre; tek başına yetiştirilen domates bitkileri artan tuz stresinden oldukça etkilenmiş ve klorofil içerikleri en düşük değerleri göstermiştir. Buna karşın arkadaş bitkiler, domates bitkilerinin tuz stresinden etkilenmesini engellemiş ve dolayısıyla klorofil içerikleri daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Özellikle *S. soda* bitkisi çok iyi bir sonuç sergilemiştir.

Diğer bir parametre olan prolin içeriğinde de farklı tuz seviyelerinde (hafif, orta ve yüksek) en yüksek prolin içeriği tek başına yetiştirilen domates bitkisinde görülmüş, en düşük prolin içeriği ise *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkilerinde belirlenmiştir. Tek başına yetiştirilen domates bitkilerinde prolin artışı tuzdan etkilenecek strese girdiğinin ve dayanıklılık sergilemeye çalışmasının önemli bir göstergesi olmuştur.

Bir başka biyokimyasal parametre olan CAT içeriği incelendiğinde ise hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde en yüksek CAT içeriği tek başına yetiştirilen domates bitkisinde bulunmuştur. En düşük CAT içeriği ise *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkilerinde tespit edilmiştir.

Biyokimyasal değerlerden bir diğeri olan POX içeriği hafif, orta ve yüksek tuzlu topraklarda tek başına yetiştirilen domates bitkisinde tuzsuz (kontrol) oranla artmış ve en yüksek POX içeriği bu bitkilerde bulunmuştur. Arkadaş bitkiler ile

yetiştirilen domates bitkisinin POX içeriği ise tuzsuz (kontrol) yakın değerler sergilemiştir. Özellikle *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkilerinde en düşük POX içeriği ile kontrol' e en yakın değerlerde bulunmuştur.

Domates bitkisinin protein içeriği incelendiğinde tek başına yetiştirilen domates bitkisi protein içeriği hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde tuzsuz (kontrol) göre düşük değerler göstermiştir. Arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerindeki protein içeriği ise tuzsuz (kontrol) yakın bulunmuştur. En yüksek protein içeriği *S. soda* ile arkadaşlık eden domates bitkisinde, en düşük ise tek başına yetiştirilen D' de tespit edilmiştir.

Domates bitkisinin MDA sonuçları incelendiğinde en yüksek MDA içeriği tek başına yetiştirilen domates bitkisinde, en düşük MDA içeriği *S. soda* arkadaşlığındaki domates bitkilerinde bulunmuştur. Bitkilerin MDA oranındaki artış bu bitkilerin daha çok strese girdiğini göstermiştir. Domates bitkisinin tek başına yetiştirildiğinde tuz stresi ile birlikte MDA miktarının artması da daha çok strese girdiğinin göstergesi olmuştur.

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) hafif, orta ve yüksek tuz stresine karşı göstermiş oldukları tepkiler incelendiğinde ise, klorofil içerikleri üzerinde artan tuz stresinin etkisi görülmemiştir. Yine *S. soda* ve *P. oleracea* bitkilerinin prolin içerikleri tuzlu koşullarda tuzsuz (kontrol) göre artış göstermiş ve daha yüksek prolin değerleri sergilemişlerdir. Yüksek tuz seviyesinde artan prolin miktarı bu bitkilerin tuza adaptasyonunun önemli bir göstergesi olmuştur. Bir başka parametre olan CAT antioksidant enzim içeriği incelendiğinde, *S. soda* bitkisi üzerinde artan tuz stresinin etkisi önemli bulunurken, *P. oleracea* bitkisinde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Artan tuz seviyesi ile *S. soda* ve *P. oleracea* bitkisinde de POX, protein, MDA içeriği arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu durum bu bitkilerin strese dayanıklılığı ile ifade edilmiştir.

Meyve kalite parametreleri üzerinde arkadaş bitki uygulamasının etkinliği domates meyvelerinde EC, pH, likopen, vitamin C gibi bazı kalite parametrelerine ilişkin ölçümler yapılarak belirlenmiştir. Buna göre; hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates meyve suyu EC değeri tek başına yetiştirilen domates meyvelerinde en yüksek bulunmuş, en düşük meyve suyu EC değeri *S. soda* arkadaşlığındaki domates meyvelerinde belirlenmiştir.

Artan tuz stresinin ve uygulanan farklı bitki kombinasyonlarının meyvelerdeki pH değerini değiştirmediği belirlenmiştir.

Yine bir başka meyve kalite parametresi olan likopen içeriği tek başına yetiştirilen domates bitkisinde orta ve yüksek tuzlu koşullarda oldukça düşük bulunmuştur. *S. soda* bitkisi ile birlikte yetiştirilen domates bitkisinin meyvelerindeki likopen değeri hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde birbirlerine yakın değerler sergilemiştir. Böylece *S. soda*'nın olumlu arkadaşliğı meyve kalite parametresi olan likopen içeriğinde de kendini göstermiştir.

Meyve kalite parametrelerden bir diğeri olan meyve vitamin C içeriği tek başına yetiştirilen domateslerde daha yüksek değerler, arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen domateslerde daha düşük değerler belirlenmiş olsa da farklı bitki kombinasyonlarının vitamin C zerine etkisi önemli görülmemiştir.

Farklı tuz stresinde ve farklı bitki kombinasyonlarında yetiştirilen domates ve arkadaş bitkilerinin bünyelerine almış oldukları tuz iyonlarını belirlemek için bitkilerin yeşil aksam, kök aksamı ve meyvelerde her iki yıl ve üç aşamada mineral madde içerikleri belirlenmiştir. Buna göre domates bitkilerindeki tuz iyonları incelendiğinde, hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkilerinde en yüksek yeşil aksam, kök ve meyve Na⁺ içerikleri tek başına yetiştirilen domateste bulunmuştur. Arkadaş bitkiler aynı ortamda yetiştirilen domates bitkisini Na⁺ iyonu yönünden rahatlatmış ve daha düşük oranda Na⁺ iyonuna maruz kalmalarına neden olmuştur. Buna karşın K⁺ içeriği tek başına yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam, kök ve meyvelerinde en düşük seviyede belirlenmiştir. Arkadaş bitkiler ile aynı ortamda yetiştirilen domates bitkilerinin yeşil aksam, kök ve meyvelerindeki K⁺ içerikleri daha yüksek değerlerde görülmüştür. Bu durum bitkilerin topraktan almış oldukları Na⁺ iyonu ile doğrudan ilişkilidir. Bitkiler tarafından alınan yüksek orandaki Na⁺ iyonu K⁺ iyon alımını azaltmış ve dolayısıyla tek başına yetiştirilen domates bitkisinin topraktan yüksek oranda Na⁺ alması bu bitkilerde K⁺ iyon alımını azaltmıştır. Arkadaş bitkiler ile birlikte yetiştirilen domates bitkilerinde Na⁺ iyon alımı daha düşük K⁺ iyon alımı daha yüksek olmuştur.

Bir başka iyon olan Ca⁺⁺ miktarı belirlendiğinde, tek başına yetiştirilen domates bitkilerinin yeşil aksam, kök ve meyvelerindeki Ca⁺⁺ içeriği diğer bitki kombinasyonlarına kıyasla en düşük miktarlarda bulunmuştur. En yüksek Ca⁺⁺

içeriği *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS D’de ölçülmüştür. Hafif, orta ve yüksek tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen D’nin topraktan yüksek oranda almış oldukları Na^+ , Ca^{++} alımını azaltmıştır. Bu nedenle tuzsuz (kontrol) oranla hafif, orta ve özellikle yüksek tuz seviyesinde tek başına yetiştirilen domates bitkilerindeki Ca^{++} iyon içeriği düşük çıkmıştır. Arkadaş bitkilerin topraktan yüksek oranda Na^+ almaları aynı ortamda yetiştirilen domates bitkisinin daha az oranda Na^+ iyonuna maruz bırakarak düşük oranda Na^+ almasına ve daha yüksek oranda Ca^{++} almasına neden olmuştur.

Bitkilerin Mg^{++} iyon içeriği incelendiğinde, hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkisinin yeşil aksam, kök Mg^{++} içeriği en fazla D+P D kombinasyonunda bulunan domates bitkisinde görülmüştür. En düşük Mg^{++} miktarı tek başına yetiştirilen domates bitkilerinde belirlenmiştir. Bu durum daha öncede ifade edildiği gibi bitkinin bünyesindeki Na^+ iyonunun varlığı ile yakından ilişkilidir. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkileri Na^+ etkisini bertaraf ederek arkadaşlık etikleri domates bitkisinin Ca^{++} , K^+ ve Mg^{++} gibi iyonların daha çok alınmasını ve taşınmasını sağlamışlardır.

Bitkilerin Cl^- iyonu içeriği belirlendiğinde hafif, orta ve yüksek tuz seviyelerinde yetiştirilen domates bitkisi yeşil aksam, kök ve meyvelerdeki Cl^- içeriği en yüksek tek başına yetiştirilen D’de belirlenmiştir. Arkadaş bitkiler ile aynı ortamda bulunan domates bitkilerinde daha düşük değerler belirlenmiştir. Ortamın Cl^- miktarını düşüren arkadaş bitkiler domates bitkisini daha az Cl^- ile karşı karşıya getirmiş ve domates bitkisinin daha düşük oranlarda Cl^- almasını sağlamıştır.

Arkadaş bitkilerinin (*S. soda* ve *P. oleracea*) yeşil aksam ve kök aksamındaki mineral madde içerikleri incelendiğinde, her iki arkadaş bitkide de Na^+ miktarının artan tuz seviyesi ile artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum arkadaş bitki olarak kullanılan bu bitkilerin yüksek oranda bünyelerine Na^+ aldığı önemli bir göstergesi olmuştur. Yine bu bitkilerin yeşil aksam ve kök aksamındaki K^+ miktarı tuz seviyesinin artması ile azalma göstermiştir. Bu bitkilerin topraktan yüksek oranda almış oldukları Na^+ miktarı ile ters orantılı olduğu söylenilebilmektedir. Yine *S. soda* ve *P. oleracea* arkadaş bitkilerinin Ca^{++} miktarı artan tuz seviyesi ile azalma göstermiştir. En düşük Ca^{++} , yüksek tuz seviyesindeki topraklarda bulunmuştur. Bu durumun da yüksek tuz seviyesinde bulunan Na^+ miktarının çok olması ve bu bitkilerin yüksek orana Na^+ almasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Deneme sonrası topraklarda tuz iyonlarının durumu belirlenmiştir. Farklı bitki kombinasyonlarının yetiştirildiği topraklarda Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , SO_4^- gibi iyonların deneme sonrasında durumu istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Özellikle arkadaş bitkilerin bulunduğu toprakların Na^+ ve Cl^- iyonlarının düşük oranlarda olduğu dikkati çekmiştir.

Deneme sonrası toprakların iyon içerikeri incelendiğinde tek başına yetiştirilen domates bitkisi toprağında Na^+ , Mg^{++} ve Cl^- iyon miktarı Ca^{++} ve K^+ miktarından daha düşük seviyelerde bulunmuştur. Bu durum domates bitkilerinin tuz iyonlarını bünyelerine aldığını göstermektedir. Arkadaş bitkilerinin bulunduğu topraklarda özellikle Na^+ , Mg^{++} , Cl^- iyon alımları yüksek oranlarda gerçekleşmiştir. *S. soda* ve *P. oleracea* bitkileri yüksek oranlarda bünyelerine tuz iyonlarını almış ve böylece topraktaki tuz iyonlarının azalmasına neden olmuşlardır.

Farklı tuz içeriklerine sahip toprakların (tuzsuz, hafif, orta ve yüksek) deneme öncesi Na^+ değeri ile deneme sonrası Na^+ değeri karşılaştırıldığında meydana gelen değişimin oranı belirlenmiştir. Tuzsuz (kontrol) toprakta deneme öncesine göre deneme sonrasındaki Na^+ miktarındaki azalmanın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de % 48.39, %52.17 oranı ile topraklarda en az Na^+ azalma oranı bu kombinasyonunun bulunduğu toprakta görülmüştür. *S. Soda* arkadaşlığındaki D+SS'de %61.28, %68.70 ile en çok Na^+ azalması oranı bu bitki kombinasyonunun bulunduğu toprakta belirlenmiştir. Hafif tuzlu toprakta deneme öncesine göre deneme sonrasında meydana gelen Na^+ oranındaki azalmanın oranı belirlendiğinde birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de % 33.67, %37.12 oranında bulunmuştur, D+SS' de % 45.44, %64.81 oranı ile en fazla Na^+ azalması bu bitki kombinasyonu toprağında bulunmuştur. Orta tuzlu toprakta deneme öncesine göre ve deneme sonrasındaki Na^+ azalmasının oranı belirlendiğinde birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de %42.43, %41.02 oranında bulunarak en az Na^+ azalma oranı bu bitki kombinasyonu toprağında belirlenmiştir. *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS'de %61.22, %71.78 oranı ile en çok Na^+ azalması bu bitki kombinasyonunun bulunduğu toprakta görülmüştür. Yüksek tuzlu toprakta deneme öncesine göre ve deneme sonrasındaki Na^+ içeriklerindeki azalmanın oranı incelendiğinde ise, birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de %44.18, %42.04 oranı ile en az Na^+ azalması bu bitki kombinasyonunun bulunduğu toprakta

tespit edilmiştir. *S. Soda*'nın bulunduğu D+SS kombinasyonundaki toprağın Na⁺ içeriğindeki azalmanın oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile %70.68, %77.35 ile en fazla Na⁺ azalmasının bu kombinasyondaki toprakta olduğu belirlenmiştir. Arkadaş bitkiler buldukları farklı tuz seviyelerindeki toprakların tümünde toprağın Na⁺ iyon içeriğini önemli düzeyde azaltmışlardır. Özellikle *S.soda* bitkisi topraklarda Na⁺ yüksek oranlarda azalmasına neden olmuştur.

Farklı tuz içeriklerindeki toprakların deneme öncesi EC değeri ile deneme sonrası EC değeri karşılaştırıldığında meydana gelen azalmaların oranı belirlenmiştir. Tuzsuz (kontrol) toprağın deneme öncesi EC değerleri ve deneme sonrası EC değerleri arasındaki değişimin oranı her iki yılın III. aşaması incelendiğinde, tek başına yetiştirilen domates bitkisi toprağında % 15.48, % 16.46 oranı ile en az EC azalması tespit edilmiştir. *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS'de, birinci ve ikinci yıl sırası ile % 23.81, %24.05 oranı ile deneme öncesine göre deneme sonrasında en çok EC azalması belirlenmiştir Hafif tuzlu toprakta deneme öncesi EC değerleri ve deneme sonrası EC değerleri arasındaki değişimin oranı birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de % 39.53, % 37.47 oranı ile en az oran da, *S. soda* arkadaşlığındaki D+SS'nin bulunduğu toprakta %59.69, %70.88 oranında azalma göstererek en çok EC azalmasının olduğu görülmüştür. Yine orta tuzlu toprakta deneme öncesi EC değerleri ve deneme sonrası EC değerleri arasındaki değişimin oranı incelendiğinde birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de % 39.33, %3 8.64 oranında, D+SS toprağında % 57.46, %76.04 oranında bulunmuştur. Yüksek tuzlu toprakta deneme öncesi EC değerleri ve deneme sonrası EC değerleri arasındaki değişimin oranı belirlendiğinde, birinci ve ikinci yıl sırası ile tek başına yetiştirilen D'de % 41.90, %49.79 oranı ile toprakta en az EC azalması görülmüştür. *S.soda* arkadaşlığındaki D+SS'de % 68.23, % 77.03 oranı ile en çok EC azalması belirtilmiştir.

Yapılan fizyolojik biyokimyasal, meyve kalite parametreleri ve toprak analizlerinden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde tek başına tuz stresine maruz kalan domates bitkilerinde fizyolojik, biokimyasal, meyve kalitesinde tuz stresinin etkisi etkin bir şekilde görülmüştür. Arkadaş bitki ortamında yetiştirilen domateslerde ise, *S. soda* bitkisinin domates ile dört farklı tuz seviyesinde de olumlu bir arkadaşlık sergilediği görülmüş, yine *P. oleracea* bitkisi tuzsuz, hafif ve orta

düzeydeki tuz seviyesinde domates ile iyi bir arkadaşlık sergilemiş ancak yüksek tuzlu topraklarda arkadaşlığı olmamıştır. Arkadaş bitkiler topraktan tuz iyonlarını absorbe ederek toprakların tuz içeriğini önemli düzeyde azaltmıştır.

5.2. Öneriler

Tuzlu toprakların iyileştirilmesinde kullanılabilecek olan bu yöntem (arkadaş bitki) ile stresli koşullarda hedef organizmaların (örneğin domates, biber, patlıcan gibi) iyileştirilmesi, biyokimyasal (hormon, aminoasit, bitki aktivatörü, gübreleme), genetiksel (strese dayanıklı genlerin kültür bitkilerine aktarılması), fiziksel (bitki yetiştirme koşullarının iyileştirilmesi) ve biyolojik (mikroorganizma kullanımı) yöntemleri esas alan çalışmalara ciddi bir alternatif çalışma olarak ortaya çıkmaktadır. Arkadaş bitkiler, yukarıda bahsedilen unsurlardan herhangi biri ile birlikte kullanılarak onların etkinliğini arttırmayı da sağlayacak performansa sahiptir. Çünkü, bu çalışma ile sadece hedef bitki değil aynı zamanda bitkinin geliştiği ortam da dolaylı olarak iyileştirilmekte, kısa dönemde bitkiye, uzun dönemde de toprağa kalıcı bir iyileştirme sağlayabilmektedir. Bu bitkiler üzerinde yapılacak fizyolojik, biyokimyasal ve genetiksel çalışmalar ile hem bitkilerin topraktan tuz ve toksik mineral madde alımı hızlandırılacak ve bünyelerinde tuz biriktirmeleri arttırılacak hem de kültür bitkileri üzerinde masraflı, gereksiz ve çoğu zaman da hedefine ulaşmayan biyokimyasal ve genetiksel çalışmaların önüne geçilmiş olunacaktır.

Bu bitkiler, sadece tuzlu topraklarda uygulanmayıp, toprağın tarımsal faaliyetlere uygun olduğu ancak sulama yönünden engel çıkardığı durumlarda da kullanılma olanağına sahiptir. Çünkü, “tuzlu toprak-tuzsuz sulama” programlarının olduğu bölgelerde arkadaş bitkiler ile başarı elde edilebileceği bu çalışma ile gösterilmiş olup, arkadaş bitkilerin topraktan toksik iyonları uzaklaştırma mekanizmasının “tuzsuz toprak-tuzlu sulama” programlarında da geçerli olabileceği düşünüldüğünden, bu bitkilerin kullanım alanlarının geniş olduğu kabul edilmelidir.

Yine, toprak ve sulama suyunun tarımsal faaliyetler için elverişsiz olduğu durumlarda bu bitkilerden potansiyel olarak yararlanmak mümkündür. Bu tip alanlarda tarımsal faaliyetlerden önce (1-5 yıl) arkadaş bitkiler ile ıslah yoluna gidilmeli hem toprağın kalitesi arttırılarak tarımsal faaliyetlere hazır hale getirilmesi sağlanmalı hem de vejetasyon imkanı arttırılarak doğal floraya katkı sağlanmalıdır.

Arkadaş bitkiler, topraktan sadece Na^+ ve Cl^- gibi zararlı iyonları uzaklaştırmak için kullanılmamalı, bu bitkilerin kadmiyum, alüminyum, kurşun gibi

ağır metallerin uzaklaştırılmasında da potansiyel kullanım olanağı olduğu unutulmamalıdır.

Ayrıca bu bitkiler, iyi tarım uygulamaları ile organik tarım alanlarının da önemli bir unsuru olabileceği düşünülmelidir.

Arkadaş bitkiler ile çalışmanın diğer metotlara kıyasla maliyetinin ucuz olması ve çevre dostu olduğu bilindiğinden gelir düzeyi düşük ve hızlı sanayileşme sonucu çevre kirliliğine maruz kalan ülkelerde iyi bir seçim olacağı düşünülmektedir.

Arkadaş bitkiler ile yapılan çalışmaların bir sınırı olduğu kabul edilmeli, bu bitkilerin kullanılması planlanan alanlarda toksik elementin tanımı ve seviyesi iyi belirlenmeli ve toprak yapısının iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Arkadaş bitki kullanarak yapılan bitki ve toprak üzerindeki iyileştirmenin fiziksel iyileştirmeden yavaş olduğu düşünüldüğünde, çalışmaların uzun vadeye yayılması uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- ABROL, I. P., YADAV, J. S. P and MASSOUD, F. I., 1988. Salt-affected soils and their management. Rome: FAO soils bulletin No: 39.
- ADAMS, P. and HO, L. C., 1992. The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom end rot in relation to salinity. *J. Horti. Sci.* 64, 725-732.
- AGASTIAN, P., KINGSLEY, S. J. and VIVEKANANDAN, M., 2000. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica* 38, 287-290.
- AHALEH, M., NIKNAM, V., EBRAHIMEZADEH, H. and RAZAVI, K., 2009. Salt stress effects on growth, pigments, proteins and lipid peroxidation in *Salicornia persica* and *S. europaea*. *Biologia Plantarum* 53(2):243-248.
- AKIL, H., 2008. Harran Ovası kireçli tuzlu-sodik topraklarının biyolojik ıslahı. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Yüksek lisans tezi, Şanlıurfa.
- AKTAŞ, H., 2002. Biberde tuza dayanıklılığın fizyolojik karakterizasyonu ve kalıtımı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora tezi, Adana.
- ALBAHO, M. S., GREEN J., 2000. *Suaeda salsa*, A desalinating companion plant for greenhouse tomato. *HortScience*, 35: 620-623.
- ALFOCEA, F. P., ESTAN, M.T., CARO, M and BOLARIN, M. C., 1993. Response of tomato cultivars to salinity. *Plant and Soil*, 150, 203-211.
- AL-KARAKI, G. N., 2000. Growth, water use efficiency and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. *J. of Plant Nutrition* 23 (1): 1-8.
- AL-KARAKI, G. N., 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*, 10: 51-4.
- AL-KHATEEB, S. A., 2006. Effect of calcium/sodium ratio on growth and ion relations of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seedling grown under saline condition. *J. Agron.*, 5: 175-181.
- ALLAKVERDIEV, S. I., SAKAMOTA, A., NISHIYAMA, Y., INABA M. and MURATA, N., 2000a. Ionic ve osmotic effects of nacl induced inactivation of photosystem I and II in *Synechococcus* sp. *Plant Physiol* 123: 1040-1056.
- AL-RAWAHY, S. A., STROEHLEIN, J. L. and PESSARAKLI, M., 1992. Dry-matter yield and nitrogen-15, Na⁺, Cl⁻, and K⁺ content of tomatoes under sodium chloride stress. *J. Plant Nutrition*, 15: 341-358.
- ALTINIŞIK, M., 2000. “Serbest oksijen radikalleri ve antioksidanlar”, ADÜ tıp fakültesi, biyokimya A.D. Aydın.
- AL-YAHYAİ, R., AL-ISMAİLİ, S. and AL-RAWAHY, A. S., 2010. Growing tomatoes under Saline field conditions and the role of fertilizers. A monograph on Management of Salt Affected Soils and Water for Sustainable Agriculture, 83-88.
- AMOR, D. F.M., MARTÍNEZ, V. And CERDÁ, A. Salt tolerance of tomato plants as affected by Stage of Plant Development. *Hortscience* 36(7):1260-1263. 2001.
- ANGİN, İ., 2010. Tuzlu sodik ve sodik toprakların ıslahında farklı bir yaklaşım: Yeşil ıslah. EÜFBD-Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt-Sayı:3-1.
- ARANDA, R.R. AND SYVERTSEN, J.P., 1996. The influence of foliar applied urea nitrogen and salina solutions on net gas exchange of citrus leaves, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:501-506.
- ARNON, D.L., 1949. A copper enzyme is isolated chloroplast polyphenol oxidase in *Beta Vulgaris*. *Plant Physiol.* 24: 1-15.
- ARONSON, J.A., 1989. Haloph: A database of salt tolerants plants of the world. office of arid land studies, university of Arizona.
- ASADA, K., 1994. Mechanisms for scavenging reactive molecules generated in chloroplast under light stress. In: Baker, N.R.
- ASHRAF, M., 1989. The effect of nacl on water relations, chlorophyll, and protein and proline contents of two cultivars of blackgram (*Vigna mungo* L.). *Plant and soil*, 119; 205-210.
- ASHRAF, M., 2009. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnology Advances*, P: 84-93.
- ASHRAF, M., AKHTAR, K. and SARWAR, G., 2002. Evaluation of arid and semi-arid ecotypes of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) for salinity (NaCl) tolerance. *Journal of Arid Environment*, 52: 437-482.

- ASHRAF, M. Y., AZMI, A. R., KHAN, A. H. and ALA, S. A., 1994. Effect of water stress on total phenol, peroxidase activity and chlorophyll contents in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Physiologicae Plantarum*, 16: 185-191.
- ASRAF, M., 2004. Some Important Physiological Selection Criteria for Salt Tolerance in Plants. *Flora*, 199: 361-376.
- AWANK, Y. B., ATHERTON, J. G. and TAYLOR, A. J., 1993. Salinity effects on strawberry plants grown rock wool, growth and leaf relations. *J.Hort. Sci.*, 68;783- 790.
- AYDEMİR, S. ve SÜNGER, H., 2011. Bioreklimation effect and growth of a leguminous forage plant (*Lotus Corniculatus*) in calcareous saline sodic soils. *African Journal of Biotechnology*, 10 (69), 15571-15577.
- AYERS, R. S. and WESTCOT, D.W., 1989. Water quality of agriculture. irrigation of drainage paper, food and agriculture organization of the united nations, 29, Rev.1. Rome, 173 s.
- AZEVEDO NETO, A. D., PRISCO, J. T., ENEAS-FILHO, J., BRAGA DE ABREU, C. E. and GOMES-FILHO, E., 2006. Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes. *environmental and experimental botany*, 56: 87-94.
- BARRETT, D. M., ANTHON, G., 2001. Lycopene content of California-grown tomato varieties. *Acta Hort.* 542, 165–173.
- BATES, L. S., WALDREN, R. P., and TEARE, I. D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant And Soil* 39: 205-207.
- BAYE, PETER., 1998. More on *Salsola soda*, newsletter of the California exotic pest plant council, 6,no. 4
- BEGUM, F., KARMOKER, J., FATTACH, Q. and MANIRUZZAMAN, A., 1992. The effects of salinity on germination seeds of *Triticum aestivum* L. cv. Akbar. *Plant Cell Physiol*, 33: 1009-1014.
- BIAN, Y. M., CHEN, S. Y. and XIE, M., 1988. Effects of HF on proline of some plants. *Pant Physiol. Commun.*, 6: 19-21.
- BLITS, K. and GALLAGHER, J., 1991. Morphological and physiological responses to increased salinity in marsh and dune ecotypes of *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth. *Oecologia* 87:330–335.
- BOHRA, J. S. and DÖFFLİNG, K., 1993. Potassium nutrition of rice (*Oryz sativa* L.) varieties under NaCl salinity. *Plant and Soil*, 152; 299-303.
- BOYER, J. S. 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218: 443-448.
- BRADFORD, M. M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Anal Biochem*, 72, 248–254.
- BREN, C. M., EVERSON, C. and ROGERS, K., 1977. Ecological studies on *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth with Particular Reference to Salinity and Inundation. *Hydrobiologia* 54: 135-140
- BRESLER, E. D. CHARTER, L., 1982. Saline and sodic soils. Springer verlag. Berlin heidelberg, New York. 227 p.
- BRESSAN, R. A., 2008. Stres fizyolojisi. Palme yayıncılık, Ankara,591-620
- BRIDGES, E. M., 1997. World soils. Cambridge: Cambridge University Press.
- CEMEROGLU, B., 1992. Meyve ve sebze isleme endüstrisinde temel analiz metodları. Biltav Yayınları, 381 s. Ankara.
- CHAPMAN, H. D. and PRATT, P. F., 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters.1-309. University of California, Division of Agricultural Sciences. USA.
- CHAUDHRI, I. I, SHAH, B. H, NAQVI, N and MALLICK, I. A., 1964. Investigations on the role of *Suaeda fruticosa* Forsk in the reclamation of saline and alkaline soils in west pakistan plains. *Plant Soil.*, 21: 1–7.
- CHEESEMAN, J. M., 1988. Mecanisims of Salinity Tolerance in Plants. *Plant. Physiol.* 87:104-108.
- CHEESEMAN, J. M., 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiol.* 87: 547-550
- CHEN, C. T., Lİ, C. C. and KAO, C. H., 1991. Senescence of rice leaves. Changes of chorophyll, protein, and polyamine contents and ethylene production during senescence of a corophyll deficient Mutant. *J. of plant growth regulation* 10: 201-205.
- COLLA, G., ROUPHAEL, Y., FALLOVO, C. and CARDARELLI, M., 2006. "Use of *Salsola soda* as a companion plant to improve greenhouse pepper (*Capsicum annuum*) performance under saline conditions, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, . 34: 283-290.
- COLMER, T. D, FLOWERS, T. J., 2008. Flooding tolerance in halophytes. *New Phytologist* 179: 964–974.

- CRAMER, G. and LAUCHLI, A., 1986. Ion Activities In Relation To Na⁺-Ca²⁺: Interaction at the plasmalemma. *Journal of Experimental Botany* 37 (176): 321-330.
- CROSER, C., RENAULT, S., FRANKLIN, J and ZWIAZK, J., 2001. The effect of salinity on the emergence and seedling growth of *Picea mariana*, *Picea glauca* and *Pinus banksiana*. *Environ Pollut*, 115: 9-16.
- CUARTERO, J. and R., FERNANDEZ-MUNOZ., 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulture*, 78: 83-125.
- CUARTERO, J. and SORIA, T., 1997. Productividad tomates cultivados condiciones salinas. *Actas de Hoticultura*, 16, 214-221.
- CVIKOROVÁ, M. M., HRUBCOVA, M., VAGNER, I., MACHACKOVA and EDER, J., 1994. Phenolic acids and peroxidase activity in alfalfa (*Medicago Sativa*) embryogenic cultures after ethephon treatment. *Physiologia Plantarum*, 91:226-233.
- ÇAKIRLAR, H ve TOPÇUOĞLU, S. F., 1985. Stress terminology. Çölleşen Dünya ve Türkiye örneği. Atatürk Üniversitesi. Çevre Sorunları Araş. Merkezi.
- ÇAKIRLAR, H. ve TOPÇUOĞLU, S. F. 1987. Bazı tuz gölü halofitlerinde prolin içeriği ve tuz stresinde büyütülen ayçiçeği (*Helianthus annuus* L. cv. Peredovik) bitkisinde prolin birikimi. *Doga TU Botanik D.*, 32-37.
- ÇULLU, M. A., AYDEMİR, S., ALMACA, A., ÖZTÜRKMEN, A.R., BİLGİLİ, A.V., SÖNMEZ, O., BİNİCİ, T., KARAKAŞ, S., SAKİN, E., YILMAZ, G., AYDOĞDU, M., ŞAHİN, Y., DİKİLİTAŞ, M. ve ÇELİKER, M., 2010. Harran Ovası tuzluluk haritasının oluşturulması ve tuzlaşmanın bitkisel verim kayıplarına etkisinin tahmini. T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı Raporu.
- DAJIC, Z., 2006. Salt Stress, physiology and molecular biology of stress tolerance in plants, Dordrecht, The Netherlands, 13 978-1-4020-4224-9,345p.
- DAŞGAN, H. Y., AKTAŞ, H., ABAK, K., ÇAKMAK, I. 2002. Determination of Screening Techniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses. *Plant Science*, 163: 695-703.
- DE PASCALE, S.; MAGGIO A.; FOGLIANO,V.; AMBROSINO, P and RITIENI, A., 2001. Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *J. Hortic. And Sci. Biotechnol*, 76, 447-453.
- DEMİRAL, T and TURKAN, I (2005). Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. *Environ Exp Botany*, 53: 247-257.
- DİKİLİTAŞ, M. and KARAKAŞ, S., 2012. Behaviour of Plant Pathogens for Crops under Stress during the Determination of Physiological, Biochemical and Molecular Approaches for Salt Stress Tolerance Chapter 16. *Crop Production for Agricultural Improvement* (Eds. Muhammad Ashraf), Springer Publ., Heidelberg, London, New York, pp 417-441.
- DİKİLİTAŞ, M and KARAKAŞ, S., 2010. Salt as Potential Environmental Pollutants, Their Types, Effects on Plants, and Approaches for Their Phytoremediation. *Plant Adaptation and Phytoremediation* (Edited by M. Ashraf, M. Ozturk, M.S.A. Ahmad). Springer Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 357-383.
- DİKİLİTAŞ, M., 2003. Effect of salinity & its interactions with *Verticillium albo-atrum* on the disease development in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and Lucerne (*Medicago Sativa* & *M. Media*) Plants. Ph.D. Thesis, University Of Wales, Swansea.
- DİKİLİTAŞ, M., ÇULLU, M. A., KARAKAŞ, S., AYDEMİR, S.ve SAYGAN, E., 2007. Possible use of weeds for the remediation of saline areas in gap region and their biochemical responses to high level of salinity. Second Annual YOK-SUNY Collaboration Symposium. Scientific Collaboration For Sustainable Development., 23-25 May., 2007. Adana, 41-49 p.
- DİKİLİTAŞ, M., KOÇYİĞİT, A. ve YİĞİT, F. 2009. A molecular-based fast method to determine the extent of DNA damages in higher plants and fungi. *African Journal of Biotechnology*, 8 (14): 3118-3127.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., ALTAY, I. ve CANGİR, C., 1993. Türkiye toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın no: 51: 233.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİLİSOY, M. Ş., YEGİNGİL, I., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K. Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N.ve KARA, E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

- toprakları (GAT) 1. Harran Ovası. TUBITAK Tarım ve Ormancılık Grubu GÜdümlü Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu. Proje No:TOAG-534.
- DOLATABADIAN, A., SANAVY, S. A. M. M. and CHASHMI, N. A., 2008. The effects of application of ascorbic acid (Vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidant and proline accumulation of canola (*brassica napus* l.) under conditions of salt stress. *J.Agronomy and Crop Science*, 931-2250.
- DUAN, D. Y., LI, W. Q., LIU, X. J., OUYANG, H. and AN, P., 2007. Seed germination and seedling growth of *Sueda salsa* under salt stress. *Ann. Bot. Fennici* 44: 161-169.
- DUAN, D. Y., LIU, X. J., FENG, F. L. and LI, C., 2003. Effect of Salinities on seed germination of Halophyte *Sueda salsa*. *Chinese Agric. Sci. Bull.* 19 (6):168-172.
- EL-IKLIL, Y., KARROU, M., MRABET, R. and BENICHOU M., 2002. Salt stress effect on metabolic concentrations of *lycopersicum esculentum* and *lycopersicum cheesmanii*. *Canadian Journal of Plant Science* 82 (1): 177-183
- EL-TAYEB, M. A., 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regul.* 45, 215-224.
- EPSTEIN, E., NORRYLN, J. D., RUSH, D. W., KINGSBURY, R. W., KELLY, D. B., GUNNINGHAM, G. A. and WRONA, A.F., 1980. Saline cultures of crops: A Genetic Approach, Science, 163, 695-703.
- ERTEKİN, Ü., 1997. Gübreleme, örtü altı domates yetiştiriciliği kitabı. Mars Matbaası, Ulus-Ankara.
- ESSA, A. T. and AL-MANI, D. H., 2001. Effect of salt stress on the performance of six soybean genotypes. *Pak. J. Biol. Sci.* 4: 175-177.
- FEDINA, I. S., GRIGOROVA, I. D. and GEORGIEVA, K. M., 2003. Response of barley seedlings to UV-B radiation as affected by NaCl. *J. plant physiol.* 160, 205-208.
- FLOWERS, T. J. and YEO, A. R., 1986. Ion relations of plants under drought and salinity. *Australian Journal of Plant Physiology* 13: 75-91.
- FLOWERS, T. J. and YEO, A. R., 1988. Ion relations of salt tolerance. In: solute transport in plant cells and tissues. (Eds. Bakers DA, Hall JL) Longman Scientific And Technical, Harlow, UK. 392-416.
- FLOWERS, T. J., 1999. Salinisation and horticultural production. *Sci. Hort.* 78, 1-4.
- FLOWERS, T. J., 2004. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany* 55: 307-319.
- FOOLAD, M. R., 1996. Genetic analysis of salt tolerance during vegetative growth in tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. *Plant Breed*, 115: 245-250.
- FRANCO, J. A., ESTEBAN, C. and RODRÍGUEZ, C., 1993. Effect of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Revigal. *J. Hort.* 68: 899-904
- FRANCOIS, L. E. and MAAS, E. V., 1994. Crop response and management on salt-affected soils. In: M. Pessarakli, Editor, *Handbook of Plant and Crop Stress*, Marcel Dekker, 270 Madison Ave/New York/NY, pp. 149-181
- QIAN, Y.L., ENGELKE, M.C and FOSTER, M.J.V., 2000. Salinity effects on zoysiagrass cultivars and experimental lines. *Crop Sci.*, 40: 488-492.
- GERHARDT, K. E., GREENBERG, B. M. and GLICK, B. R., 2006. The role of ACC deaminase in facilitating the phytoremediation of organics, metals and salt. *Curr Microbiol.*, 2: 61-73.
- GHALY, F. M., 2002. Role of natural vegetation in improving salt affected soil in northern Egypt. *Soil and Tillage Research* 64: 173-178.
- GHASSEMI, F., JAKEMAN, A. J. and NIX, H. A. 1995. Salinization of land and water resources: GHNAYA, T., NOUAIRI, I., SLAMA, I., MESSEDI, D., GRIGNON, C., ADBELLY, C and GHORBEL, M.H., 2005. Cadmium effects on growth and mineral nutrition of two halophytes: *Sesuvium portulacastrum* and *Mesembryanthemum crystallinum*. *J Plant Physiol.*, 162: 1133-1140.
- GLENN, E. P., 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. *Critical Review in Plant Sciences* 18(2), 227-55.
- GLENN, E. P., WATSON, M. C., 1993. Halophyte crops for direct seawater irrigation. In: H. leith and A.A. Al Masoom (Editors): *Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plants*, Kluwer Academic, Netherlands, 379 -386p.
- GRAIFENBERG, A., BOTRINI, L., GIUSTINIANI, L., FILIPPI, F. and CURADI, M., 2003. Tomato growing in saline conditions with biodesalinating plants: *Salsola soda* and *Portulaca oleracea*. *Acta Horticulturae* 609: 301-305.
- GREENWAY, H. and MUNNS, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 31: 149-190.

- GREWAL, H. S., 2010. Water uptake, water use efficiency, plant growth and ionic balance of wheat, barley, canola and chickpea plants on a sodic vertosol with variable subsoil NaCl salinity. *Agricultural Water Management* 97: 148-156.
- GRIEVE, C. M and SUAREZ, D. L., 1997. Purslane (*Portulaca oleracea* L.): A Halophytic crop for drainage water reuse systems. *Plant And Soil* 192: 277-283.
- GRITSENKO, G V and GRITSENKO, A V., 1999. Quality of irrigation water an outlook for phytoremediation of soils. *Eurasian Soil Sci.* 32: 236-242.
- GUPTA, S. D., 2007. "Plasma mebrane ultrastructure in embryogenic cultures of orchardgrass during NaCl stress", *Biologia Plantarum*, 51 (4): 759-763.
- GÜNEŞ, A., INAL, A. and ALPASLAN, M., 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper. *J.of Plant Nutrition*, 19(2): 389-396.
- GÜREL, A. ve AVCIOĞLU, R., 2001. Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi, Bitki Biyoteknolojisi II, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, 308-313
- HAJER, A. S., MALIBARI, A. A., AL-ZAHRANI, H. S., and ALMAGHRABI, O. A., 2006. Responses of three tomato cultivars to sea water salinity 1. Effect of salinity on the seedling growth. *African Journal of Biotechnology*, 5(10):855-861.
- HAMIDOV, A, BELTRAO, J, COSTA, C, KHAYDAROVA, V and SHARIPOVA, S., 2007. Environmentally useful technique – *Portulaca oleracea* golden purslane as a salt removal species. *WSEAS Trans. Environ. Develop.*
- HARE, P. D. ve CRESS, W. A., 1997. Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. *Plant Growth Regul.* 21, 79-102.
- HASEGAWA, P. M., BRESSAN, R. A. AND HANDA, A.V. 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. *Hort. Sci.*, 21: 1317-1324.
- HASEGAWA, P. M., BRESSAN, R. A., ZHU, J-K. and BOHNERT, H. J., 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51, 463
- HEIDARI-SHARIFABAD,H., MIRZAIE-NODOUSHAN, H. .,2006. Salinity-induced growth and some metabolic changes in three *Salsola* species. *Journal of Arid Environments* 67: 715-720.
- HERNANDEZ, J. A., JIMENEZ, A., MULLINEAUX, P. and SEVILLA, F., 2000. Tolerance of Pea (*Pisum sativum* L.) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defences. *Plant Cell Environ.*, 23: 853-862.
- HOFFMAN, G. J., HOWELL, T. A. and SOLOMON, K. H., 1992. Management of farm irrigation systems. *ASAE Monograph*, no: 9
- HOLMBERG, N., and BULOW, L., 1998. Improving stress tolerance in plants by gene transfer, *Trends in Plant Science*, 3 (2): 61-66.
- HONG-BO S, ZONGSUO, L.and MINGAN, S., 2006a. Osmotic regulation of 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at soil water deficits. *Biointerfaces*, 47: 132-139, 331.
- HU, Y. and SCHMIDHALTER, U., 2005. Drought and salinity: A comparison of their Effects on mineral nutrition of plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 168: 541-549.
- HUANG, B., 2006. Cellular Membranes in Stress Sensing and Regulation of Plant Adaptation to Abiotic Stresses, *Plant-Environment Interactions*, Published by CRC/Taylor and Francis, 416p.
- HUANG, J. and REDMAN, R .E., 1995. Solute adjustment to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. *J. Plant Nutrition*, 18: 1371-1389.
- HUANG, Y., BIE, Z., LIU, Z., ZHEN, A.and WANG, W., 2009. Protective role of proline against salt stress is partially related to the improvement of water status and peroxidase enzyme activity in cucumber. *Soil Science and Plant Nutrition*, 55 (5): 698-704.
- INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SERVICE 2007. *Salsola soda* L. report for taxonomic serial number 504989.
- ISRAELSEN, O. and J. HANSEN., 1965. Principiosy aplicaciones del riego. Editorial Reverté, S. A.. Barcelona-Buenos Aires- México, 396 p.
- JACOBY, B., 1994. Mechanisms involved in salt tolerance by plants: In:Pessarakli, *Handbook of plant and crop stres*. Marcel Dekker, Newyork, 97-123.
- JAMIL, M., LEE, D. B. JUNG, K. Y. ASHRAF, M. LEE, S. C. and RHA, E. S., 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *J. Cent. Eur. Agric.*, 7(2): 273-282.
- JENKINS, J. A., 1948. The Organ of The the Cultivated Tomato *Econ. Bot* 2

- JOHNSON, H. E., 2000. The effect of salinity on tomato growth and fruit quality. Phd. Thesis. Institute of Biological Sciences, University of Wales, Aberystwyth.
- KACAR, B. ve İNAL, A., 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- KAHLAOUİ, B. HACHİCHA M., REJEB S. REJEB, M. N. HANCHI, B. AND MISLE, E., 2011. Effects of Saline Water on Tomato Under Subsurface Drip Irrigation: Nutritional and Foliar Aspects. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 11 (1): 69-86.
- KANBER, R., KIRDA, C. ve TEKİNEL, O ., 1992. Sulama suyu niteliği ve sulamada tuzluluk sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yay. No. 21, Ders Kitapları Yay. No. 6, Adana, 341 S.
- KANBER, R., ve ÜNLÜ, M., 2010. Tarımda su ve toprak tuzluluğu. Ç.Ü. Ziraat fakültesi Genel yayın no:231.
- KAO, W. Y., TSAI, T.T. and SHIH, C. N., 2003. Photosynthetic gas exchange and chlorophyll a fluorescence of three wild soybean species in response to NaCl treatments. *Photosynthetica* 41, 415-419.
- KAYA C, HİGGS D, ve İKİNCİ, A., 2002. An experiment to investigate ameliorative effects of potassium sulphate on salt and alkalinity stressed vegetable crops. *Journal of Plant Nutrition* 25:11, 2545-2558.
- KAYA C., SÖNMEZ, O., AYDEMİR, S ve DİKİLİTAŞ, M., 2013. Mitigation effects of glycinebetaine on oxidative stress and some key growth parameters of maize exposed to salt stress. *Turk J Agric For.* 37.
- KAYA, C., TUNA, A. L., ASHRAF, M ve ALTUNLU, H., 2007. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, 60: 397-403.
- KEIFFER, C H AND UNGAR, I A., 2002. Germination and establishment of halophytes on brine-affected soils. *J Appl Ecol.*, 39: 402-415.
- KHAN, M. H. and PANDA, S. K., 2008. Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. *Acta Physiol Plant* 30: 81-89
- KHAN, M. H., UNGAR, I. A., and SHOWALTER, A. M., 2000. Effects of salinity on growth, water relations and ion accumulation of the subtropical perennial halophyte, *atripleks griffithii* var. *Stocksii*. *Ann Bot.* 85: 225-232.
- KONG-NGERN, K., DADUANG, C., WONGKHAM, S., BUNNAG, M., and KOSITTRAKUN, P., 2005. Protein profiles in response to salt stress in leaf sheaths of rice seedlings. *Science Asia* 31: 403-408.
- KUŞVURAN, Ş., 2004. Kavunda (*Cucumis melo* L.) tuz stresine toleransın belirlenmesinde antioksidant enzim ektivitesi ve lipid peroksidasyonundan yararlanma olankaları. Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Ens. , Yüksek Lisans Tezi.
- KUŞVURAN, Ş., ELLİALTIOĞLU, Ş., YAŞAR, F. ve ABAK, K., 2007. Bazı kavun (*Cucumis* sp.) genotiplerinin tuz stresine tepkileri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 13(4): 395-404.
- LARCHER, W., 1995. *Physiological plant ecology*, Published by Springer, 0-387-09795-3, New York, 506p.
- LEVITT, J., 1972. *Responses of Plants To Environmental Stresses*. Academic Press, Newyork, Pp. 345.
- LEVITT, J., 1980. *Responses of plants to environmental stresses*.II, 2 ed. Academic Pres, New York, 607p.
- LI, Y., 2009. Physiological responses of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum*) to salt stress. *Modern Appl. Sci.*, 3(3): 171-176.
- LONG, S.P and MASON, C.F., 1983. *Saltmarsh ecology*. Blackie, Glasgow.
- MAAS, E.W., 1985. Crop Tolerance to Saline Sprinkling Water. *Plant and Soil*, 89: 273-284.
- MAAS, E.W., POSS, J.A. and HOFFMAN, G.J., 1986. Salinity sensivity of sorghum at three growth stages. *Irrigation Science*.
- MAATHUIS, F.J.M. and AMTMANN, A., 1992. K nutrition and Na toxicity: The basis of cellular K/Na ratios. *Ann. Botany*, 10: 123-133.
- MAGGIO, A., DE PASCALE, S., ANGELİNO, G., RUGGİERO, C. And BARBIERI, G., 2004. Physiological response of tomato to saline irrigation in long-term salinized soils. *Eur. J. Agron.*, 21: 149-159.
- MAHAJAN, S., and TUTEJA, N., 2005. Cold, salinity and drought stress: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.

- MAKELA, P., KONTTURI, M., PEHU, E. and SOMERSALO, S., 1999. Photosynthetic response of drought and salt-stressed tomato and turnip rape plants to foliar-applied glycinebetaine. *Physiol. Plant.*, 105:45-50.
- MANGAL, J. L. and LAL, S. 1990. Salt tolerance behavior of khorif onion variety N.53. *Hort. Abst.*, 53: 5129.
- MANSOUR, M. M. F. SALAMA, K. H. A., ALI, F. Z. M. and ABOU HADID, A. F., 2005. Cell and plant responses to NaCl in *zea mays* l. Cultivars differing in salt tolerance. *Gen. Appl. Plant physiology*, 31(1-2), 29-41
- MARSCHNER, H., 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, p. 674.
- MARSCHNER, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 657-680.
- MARSCHNER, H., 1997. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. Edition Academic Press, London. 889p.
- MAYES, F., 2000. Bella Tuscany: The Sweet Life of Italy, (Broadway), p. 15. ISBN 0-7679-0284-X.
- MCKELL, C. M., 1994. Salinity Tolerance in *Atriplex* Species: Fodder Shrubs For Arid Lands. In: Pessaraky, M. (Ed.). Handbook Of Plant And Crop Stress. Dekker, New York, 497-504p.
- MELONI, A.D., OLIVA, M.A., RUIZ, H.A., and MARTINEZ, C.A., 2001. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 24(3): 599-612.
- MENARY, R.C. and J. VAN, S. 1976. Effect of phosphorus nutrition and cytokinins of flowering in the tomato *L. esculentum* Mill. *Austt. J. Plant Physio.* 3. 201-205.
- MENGEL, K and KIRKBY, E. A., 2001: Principles of plant nutrition. 5th ed., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- MENSAH, J.K., AKOMEAH, P. A., IKHAJIAGBE, B. and EKPEKUREDE, E.O., 2006. Effect of salinity on germination, growth and yield of five groundnut genotypes. *Afr. J. Biotechnol.* 20, 1973-1979.
- MER, R. K., PRAJITH, P. K. PANDAY, D .H. and PANDEY, A. N., 2000. Effect of salt on germination of seed and growth young plants of *Hordeum Vulgare*, *Triticum Aestivum*, *Cicer Arietinum* And *Brassica Juncea*. *J. Gron. Crop Sci.* 185: 209-217.
- MILOSEVIC, N and SLUSARENKO, A.J., 1996. Active oxygen metabolism and lignification in the hypersensitive response in bean. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 49:143-158.
- MISHRA, S. K., SUBRALIMANYAM, D. and SINGHAL, G.S. 1997. Interactionship between salt and light stress on the primary process of photosynthesis. *J. Plant physiol.* 138, 92- 96.
- MISRA, N, and GUPTA, A.K., 2005. Effect of Salt Stress on proline metabolism in two high yielding genotypes of green gram. *Plant Sci.*, 169: 331-339.
- MITTIOVA, V., TAL, M., VOLOKITA, M. and GUY., 2002. Salt stress induces up-regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt-tolerant wild tomato species *Lycopersicon pennellii* but not in the cultivated species. *Physiologia Plantarum*, 115: 393-400.
- MITTOVA, V., GUY, M., TAL, M., and VOLOKITA, M., 2004. Salinity Up-Regulates the Antioxidative System in Root Mitochondria and Peroxisomes of the Wild Salttolerant Tomato Species *Lycopersicon pennellii*. *J. Exp. Bot.* 55: 1105-1113.
- MUGDAL, V., MADAAN, N. and MUDGAL, A., 2010. Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants: a review”, *International Journal of Botany*, 6 (2):136-143.
- MUNNS, R. and R. A. JAMES., 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. *Plant Soil*, 253: 201-218.
- MUNNS, R. and TERMAAT, A., 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13; 143-160.
- MUNNS, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.*, 25: 239-250.
- MUNNS, R., PASSIOURA, J.B. GUO, J. CHAZEN, O. and CRAMER, G.R., 2002. Water relations and leaf expansion: importance of time scale. *J. Exp. Bot.*, 51: 1495-1504.
- MURANAKA, S., SHIMIZU, K. ve KATO, M. ,2002b. A salt-tolerant cultivar of wheat maintains photosynthetic activity by suppressing sodium uptake. *Photosynthetica* 40, 509-515.
- MURANAKA, S., SHIMIZU, K. ve KATO, M., 2002a. Ionic and osmotic effects of salinity on single-leaf photosynthesis in two wheat cultivars with different drought tolerance. *Photosynthetica* 40, 201-207.
- MURATA, Y., OBI, I., YOSHIHASHI, M., NOGUCHI, M., and KAKUTANI, T., 1994. Reduced permeability to K and Na ions of K channels in the plasma membrane of tobacco cells in suspension after adaptation to 50 mM NaCl. *Plant Cell Phys.*, 35 (1): 87-92.

- MURGUIA J. R, BELLES J. M, and SERRANO R., 1995. A salt-sensitive 3(2), 5-bisphosphate nucleotidase involved in sulfate activation. *Science*, 267, 232-2
- MURPHY, K. S. T. and DURAKO, M. J., 2003. Physiological effects of shortterm salinity changes on *Ruppia maritima*. *Aquat. Bot.* 75, 293–309.
- NAWAZ, A., AMJAD, M., JAHANGIR, M.M., KHAN, S.M., CUI, H., and HU, J., 2012. Induction of salt tolerance in tomato seeds through sand priming. *AJCS* 6(7):1199-1203.
- NELSON, R. E., 1982. Carbonate And Gypsum. in. A.L. Page, R.H. Miller And D.R. Keeney (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical And Microbiological Properties 2nd Edition*. Agronomy Series No: 9. Am. Soc. of Agronomy And Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. 181-196p.
- NEUMANN, P., 1997. Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant Cell and Environment*, 20, 1193-1198,
- NIU, X., BRESSAN, R. A., HASEGAWA, P. M and PARDO, P. M., 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiol.*, 109: 735-742.
- NOSHADI, M., FAHANDEJ, S., and SEPASKHAH, A.R., 2013. Effects of salinity and Irrigation water management on soil and tomato in drip irrigation. *Int. Journal of Plant Production* 7(2):295-312.
- OSMAN, A. E and GHASSAELI, F. 1997: Effects of storage conditions and presence of fruiting bracts on the germination of *Atriplex halimus* and *Salsola vermiculata*. – *Exp. Agri* 33: 149-155.
- OSTER, J. D., SHAINBERG, I. and ABROL, I. P., 1999. Reclamation of salt affected soils. *Agricultural Drainage*. Madison, WI: Agronomy Monograph No 38. ASA-CSSA and SASA. S. 659-691
- OWNERS, S., 2001. Salt of the earth. *European Molecular Biology Organization (EMBO) Reports.*, 2:877-879.
- ÖZTEKİN, G. B., AND TUZEL, Y., 2011. Comparative salinity responses among tomato genotypes and rootstocks. *Pak. J. Bot.*, 43(6): 2665-2672.
- PARIDA, A. K. ve DAS, A. B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotox. Environ. Safe.* 60, 324–349.
- PASCALE, S., MAGGIO, A., FOGLIANO, V., AMBROSINO, P. RITIENI, A., 2001. Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76 (4) 447-453.
- PEREZ-ALFOCEA, F., BALIBREA, M. E, SANTA-CRUZ, A. and ESTAN, M. T., 1996. Agronomical and physiological characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. *Plant and Soil* 180: 251-257.
- PETERSEN, K. K., WILLUMSEN, J., KAACK, K., 1998. Composition and taste of tomatoes as affected by increased salinity and different salinity sources. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73, 205-15.
- POPOVA, L.P., STOINOVA, Z.G. ve MASLENKOVA, L.T., 1995. Involvement of abscisic acid in photosynthetic process in *Hordeum vulgare* L. during salinity stress. *Plant Growth Regul.* 14, 211–218.
- PREMCHANDRA, G.S, SANEOKA, H and OGATA, S., 1990. Cell membrane stability, an indicator of drought tolerance as affected by applied nitrogen in soybean. *J. Agri. Sci.* 115:63-66.
- PUJOL, J. A, CALVO, J. F. and L. RAMIREZ–DIAZ., 2000. Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from Southeastern Spain. *Ann Bot.* 85:279–286.
- QADIR, M. and OSTER, J. D., 2004: Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. *Science of the Total Environment* 323 (2004) 1-19
- QADIR, M., and OSTER, J.D., 2002. Vegetative bioremediation of calcareous sodic soils: History, mechanisms, and evaluation. *Irrigation Science.* 21, 91-101.
- QADIR, M., NOBLE, A. D., SCHUBERT, S., THOMAS, R.J. and ARSLAN, A., 2006. Sodicity-induced land degradation and its sustainable management: Problems and prospects. *Land Degradation & Development.* 17, 661-676.
- QADIR, M., NOBLE. A.D., OSTER, J. D., SCHUBERT, S. and GHAFOR, A., 2005. Driving forces for sodium removal during phytoremediation of calcareous sodic and saline-sodic soils: A Review.
- QADIR, M., OSTER, J. D., SCHUBERT, S., NOBLE, A. D. and SAHRAWAT, K.L. 2007. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. *Advances in Agronomy.* 96, 197-247.

- QADIR, M., QURESHI, R. H., AHMAD, N. and ILYAS, M., 1996. Salt-tolerant forage cultivation on a saline-sodic field for biomass production and soil reclamation. *Land Degradation & Development*. 7, 11-18.
- QADIR, M., QURESHI, R.H., ve AHMAD, N., 2002. Amelioration of calcareous saline sodic soils through phytoremediation and chemical strategies. *Soil Use and Management*. 18, 381-385.
- QADIR, M., SCHUBERT, S. and STEFFENS, D., 2004. Pytotoxic substances in soils. *Encyclopedia of soils in the environment*. Oxford (UK): Elsevier. P.216-222.
- QADIR, M., STEFFENS, D., YAN, F., and SCHUBERT, S., 2003. Sodium removal from a calcareous saline-sodic soil through leaching and plant uptake during phytoremediation. *Land Degradation & Development*. 14, 301-307.
- RAMAJULU, S and SUDHAKAR, C., 2001. Alliviation of NaCl salinity stress by calcium is partly related to the increased proline accumulation in mulberry (*Morus alba* L.) callus. *J. Plant Biol.* 28: 203–206.
- RAVINDRAN, K C, VENKATESAN, K, BALAKRISHNAN, V, CHELLAPPAN, K P and BALASUBRAMANIAN, T., 2007. Restoration of saline land by halophytes for Indian soils. *Soil Biol Biochem.*, 39: 2661–2664.
- RHOADES, J. D., 1992. Recent Advances in the Methodology for Measuring and Mapping Soil Salinity. Proc. Int'l Symp. On Strategies for Utilizing Salt Affected Lands, Isss Meeting, Feb. 17-25, Bangkok, Thailand. 344
- RICHARDS, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Salinity Lab., US Department of Agriculture Handbook 60. California, USA.
- RIVERO, M. R., RUIZ, J.M. and ROMERO, L., Role of grafting in horticultural plants under stress conditions, *Food, Agriculture and Environment*, 1, 1, 70-74, 2003.
- ROBBINS, C.W. .,1986a. Sodic calcareous soil reclamation as affected by different amendmets and crops. *Agronomy Journal* 78: 916–920.
- ROBINSON, S. P., DOWNTON, W. J. S. and MILLHOUSE, J. A., 1983. Photosynthesis and ion content of leaves and isolated chloroplasts of salt-stressed Spinach. *Plant Physiology*, 73 (2), 238-242
- ROMERO-ARANDA, R., SORIA, T. and CUARTERO, J., 2001. Tomato plantwater uptake and plant water relationships under saline growth conditions. *Plant Sci.* 160: 265-272.
- SAHU, A. C and MISHRA, D., 1987. Changes in some enzyme activities during excised rice leaf senescence under NaCl-stress. *Biochemie und Physiol. der Pflanzen*, 182:501-505.
- SAIRAM, R. K and SEXENA, D., 2000. Oxidative Stres and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stres tolerance. *Journal of Agronomy And Crop Science*, 184: 55. 345
- SAIRAM, R. K., 1994. Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes, *Indian J. Experimental Biology*, 32: 584-593.
- SAIRAM, R. K., RAO, K.V. and SRIVASTAVA, G. C., 2002. Differential response of wheat genotypes to long-term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Sci.* 163: 1037– 1046.
- SAIRAM, R. K., SRIVASTAVA, G. C., AGARWAL, S., MEENA, R. C. .,2005. Differences in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes. *Biol. Plant.*, 49: 85–91.
- SALT, D. E, SMITH, R. and RASKIN, I., 1998. Phytoremediation. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 49:643–668.
- SATTI, S. M. E. and LOPEZ, M., 1994. Effect of increasing potassium levels for alleviating sodium chloride stress on the growth and yield of tomato. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 25 (15&16): 2807- 2823.
- SCHACHTMAN, D. P. and MUNNS, R., 1992. Sodium accumulation in leaves of Triticum species that differ in salt tolerance. *Australian Journal of Plant Physiology* 19, 331–340.
- SEEMANN, J.R. and CRITCHLEY, C., 1985. Effects of salt stress on growth. ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of a salt sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L. *Planta*, 164: 151-162
- SHANNON, M. C., 1997. Adaptation of Plants to Salinity. *Advances In Agronomy*, 60: 75-120.
- SHANNON, M. C., 1998. Adaptation of plants to salinity. *Adv. Argon.* 60, 75–119.
- SHANNON, M. C., RHOADES J. D., DRAPER, J. H., SCARDACI S. C., SPIYRES, M. D, 1998. Assesment of salt tolerance in rice cultivar in response to salinity problem in California. *Crop*. 38-394-398.

- SMASCH, 2000. County-Level distribution of *Salsola soda*, " from *Bella Tuscany: The Sweet Life of Italy*, (Broadway), p. ISBN 0-7679-0284- X.
- SOIL CONSERVATION SERVICE., 1972. Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Soil Survey Invest. Rep. No. 1. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- SÖNMEZ, B., AĞAR, A., BAHÇECİ, İ., ve MAVİ, A., 1996. Türkiye çorak ıslahı rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Yayın no. 93, Ankara, 126 s.
- SUBBARAOA, G. V., ITOA, O., BERRYB, W. L. and WHEELER, R. M., 2003. Sodium a functional plant nutrition. *Crit. Rev. Plant. Sci.*22:391-416.
- SUMNER, M. E. and MILLER, W.P., 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. In: Olerand, L.T. Sparks Et. Al., (Ed.), *Methods of soil analysis part 3: Chemical methods*. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy And Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. 1201-1230p.
- SZABOLCS, I., 1991. Desertification and salinisation. I. A. V. Hassan II-ISESCO. *Plant Salinity Research*. 3-18
- TAL, M., 1983. Selection For Stress Tolerance. In "Handbook Of Plant Cell Culture" Vol. 1, Collier Macmillan Publishers, London, 461-487.
- TERRY, R., 1997. Soil salinity. Brigham young university, collage of biology and agriculture publishing. No: 282
- THOMAS, G. W., 1982. Exchangeable cations. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties 2nd Edition*. Agronomy Series No: 9. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. Of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. P. 159-164.
- THOMAS, G. W., 1996. Soil Ph And Soil Acidity. In: D.L. Sparks Et. Al., (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 3:Chemical Methods*. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy And Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. P. 475-490.
- TIPIRDAMAZ, R. ve ELLİALTIOĞLU, Ş., 1997. Some Physiological and Biochemical Changes in *Solanum melongena* L. Genotypes Grown under Salt Conditions. First Balkan Botanical Congress, Abstracts, pp:121,19-22 September, Thessaloniki, Greece
- TUNA, A.L, KAYA, C., DİKİLİTAS, M ve HİGGS, D ., 2008. The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. *Environmental and Experimental Botany* 62, 1-9.
- TURAN, M. A., AWAD ELKARIM, A. H., TABAN, N. and TABAN, S., 2010. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. *African Journal of Agricultural Research*, 5(7): 584-588.
- TURAN, M. A., TURKMEN, N. and TABAN, N., 2007. Effect of NaCl on stomatal resistance and proline, chlorophyll, Na, Cl and K concentrations of Lentil Plants. *J. Agron.*, 6: 378-381.
- TURAN, M. A., ELKARİM, A.H.A.,TABAN, N and TABAN, S., 2009. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4 (9), pp. 893 – 897.
- TURHAN, A., SENİZ, V and KUSCU, H., 2009. Genotypic variation in the response of tomato to salinity. *African Journal of Biotechnology*, 8(6):1062–1068.
- VILLORA, G., PULGAR, G., MORENO, D. A. and ROMERO, L., 1997. Salinity treatments and their effect on nutrient concentration in zucchini plants (*Cucurbitia pepo* L. var. *moschata*) *Aust. J.Exp. Agric.*, 37: 605-608.
- WAINWRIGHT, S. J., 1984. Adaptations of plants to flooding with salt water in T.T Kozłowski (Ed.), *flooding and plant growth*, Academic Press, London. 295-343.
- WASEL, Y., 1972. *Biology of halophytes*. Academic Press, NY. 395 p.
- WASEL, Y., 1991. Adaptation to salinity. In *Physiology of Trees* (Ed. Rahavendro AS) John Wiley & Sons Inc. New York, P359-383.
- WANG, X. S and HAN, J. G., 2009. Changes of proline content, activity, and active isoforms of antioxidative enzymes in two alfalfa cultivars under salt stress. *Agric. Sci. China*. 8(4): 431-440.
- WU, J., SELISKAR, D. M. and GALLAGHER, J. L., 1998. Stress Tolerance in the Marsh Plant *Spartina patens*: Impact of NaCl on Growth and Plasma Membran Lipid Composition, *Physiologia Plantarum*, 102, 307-317.
- YAKIT, S., and TUNA, A. L., 2006. Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'un etkileri'', *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1): 59-67.

- YANG, Y. W., NEWTON, R. J. and MILLER, F. R. 1990. Salinity tolerance in *Sorghum*. I. whole plant response to sodium chloride in *S. bicolor* and *S. halepense*. *Crop Sci.*, 30: 775-781.
- YANG, Y., YAN, C.Q., CAO, B. H., XU, H. X., CHEN, J. P. and JIANG, D. A., 2007. Some photosynthetic responses to salinity resistance are transferred into the somatic hybrid descendants from the wild soybean *Glycine cyrtoloba* ACC547. *Physiol. Plant.* 129, 658–669.
- YAŞAR, F., ELLİALTIOĞLU, Ş. and YILDIZ, K., 2008a. Effect of salt stress on antioxidant defense systems, lipid peroxidation, and chlorophyll content in green bean. *Russian Journal of Plant Physiology*, 55 (6): 782–786.
- YAZICI, I., TURKAN, I., Sekmen, A. H., DEMİRAL, T., 2007. Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation
- YEO, A. and FLOWERS, T., 1986. Ion transport in *Suaeda maritima*: Its Relations to Growth and Implications for the Pathway of Radial Transport of Ions Across the Root. *J. Exp. Bot.* 37:143-159.
- YOKAŞ, İ., TUNA, A. L., BURUN, B., ALTUNLU, H., ALTAN, F. and KAYA, C., 2007. Responses of the tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) plant to exposure to different salt forms and rates. *Turk J Agric For* 32 (2008) 319-329c TÜBİTAK.
- YURTSEVEN, E. ve BOZKURT, D. O., 1997. Sulama suyu kalitesi ve toprak nem düzeyinin marulda verim ve kaliteye etkisi. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi.* 3(2):44-51.
- YURTSEVEN, E., 2000. Patlıcanda (*Solanum Melongena* L.) su tüketimine tuzluluğun etkisi. *toprak su dergisi*, sayı:2, Ankara
- YURTSEVEN, E., KESMEZ, G. D. and ÜNLÜKARA, A., 2005. The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculentum*). *Agricultural Water Management*, 78:128-135.
- ZAHO, K. F., 1991. Desalination of saline soils by *Sueda salsa*. *Plant Soil* 135: 303-305.
- ZAHRAN, M. A., ABDEL WAHID, A. A., 1982. Contributions to the ecology of halophytes. *Tasks Veg. Sci.* 2: 235-257.
- ZHU, J., BIE, Z. L., HUANG, Y. and HAN, X.X., 2008. Effect of grafting on the growth and ion concentrations of cucumber seedlings under NaCl stress. *Soil Sci. Plant Nutr.* 54, 895–902.
- ZHU, J. K., WEI G.Q., LI J, QIAN, Q. Q and YU J. Q., 2004. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science* 167:527–533.
- ZUCCARINI, P., 2008. Ion Uptake By Halophytic plants to mitigate saline stress in *Solanum Lycopersicon* L., and different effect of soil and water salinity. *Soil and Water Research* 3: (2): 62-73.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Şanlıurfa/1973
Telefon : 0414 3183679
e-mail : skaraka@harran.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise :	Kız Meslek Lisesi, Merkez, Şanlıurfa	1991
Üniversite :	Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	1999
Yüksek Lisans :	Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2004
Doktora :	Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2013

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2001	Fen Bilimleri Enstitüsü	Araştırma Görevlisi
2001	Harran Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Yüksek Lisans : Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemi

Doktora : Bitkisel Islah (phytoremediation), Tuz stresi, Arkadaş bitkiler, Halofit bitkiler,
Toprak ıslahı ve kalitesi

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

SCI, SSCI, AHCI İNDEKSLERİNE GİREN YAYINLAR

Dikilitas M, **Karakas S.**, 2012. Behaviour of Plant Pathogens for Crops under Stress during the Determination of Physiological, Biochemical and Molecular Approaches for Salt Stress Tolerance Chapter 16. Crop Production for Agricultural Improvement (Eds. Muhammad Ashraf), Springer Publ., Heidelberg, London, New York, pp 417-441.

Dikilitas M, **Karakas S.**, 2010. Salt as Potential Environmental Pollutants, Their Types, Effects on Plants, and Approaches for Their Phytoremediation. Plant Adaptation and Phytoremediation (Edited by M. Ashraf, M. Ozturk, M.S.A. Ahmad). Springer Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 357-383.

KİTAPLAR ve DERS NOTLARI

Mermut, A. R., Çullu, M. A., Aydemir, S., **Karakas., S.** Excursion Book. 18. International Soil Meeting (ISM) Soils Sustaining Life on Earth (Managing Soil and Tecnology) 22-26 may 2006. ISBN:975-96629-4-9.

Çullu, M. A., Dinç, U., **Karakaş, S.**, Şahin, Y., Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Pamuk Tahmini Kursu Ders Notu., 2003.

Çullu, M. A., Dinç, U., **Karakaş, S.**, Şahin, Y., Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Kursu Ders Notu., 2004.

ULUSAL DERGİLERDE YAYINLANAN MAKALELER

Dikilitaş, M., **Karakaş, S.**, Editöre Mektup, 2020 Yılında Tarım: Hedef Ne? Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt/Volume: 14, Sayı/Number: 3.,2010.

ULUSLARARASI BİLİMSEL TOPLANTILARDA SUNULAN VE BİLDİRİ KİTABINDA (PROCEEDINGS) BASILAN BİLDİRİLER

Çullu, M. A., **Bilgili, A. V.**, Almaca, A. Ozturkmen, A. R. Aydemir, A., Aydemir, S., Aydoğdu, M., Şahin, Y., **Karakaş, S.**, Mermut, A. R. Mapping of Salt Affected Lands Using Combination of Remote Sensing, GIS and Classical Methods: A Case Study in the Harran Plain. 8th International Soil Science Congress on “Land Degredation and Challenges in Sustainable Soil Management” 15- 17 Mayıs 2012, Çeşme-İzmir.

Bilgili, A.V., Çullu, M. A., Es, H. V., Aydemir, A., **Karakaş, S.** Using Hyperspectral VNIR Spectroscopy For The Characterization of Soil Salinity. ICARDA- Workshop Salinity. The Second Bridging Workshop, ICARDA headquarters. 15-18 November 2009, Aleppo, Syria.

Dikilitaş, M., Çullu, M. A. **Karakaş, S.**, Aydemir, S., Saygan, E. Possible use of weeds for the remediation of saline areas in GAP region and their biochemical responses to high level of salinity. 23-25 May 2007, Adana.

Karakaş, S., Çullu, M. A., Mermut. A. R., Aydemir. S., Aydemir. A., Aydoğdu. M., Şahin, Y. Determination of the Land Consolidation Effect on Agricultural Development by Using Geography Information Systemand Remote Sensing Techniques: A case study in the Harran Plain, 18.International Soil Meeting. Soil Sustaining Life on Earth Managing Soil and Technology, Sanlıurfa/ Turkey, 2006.

Çullu, M. A, Bilgili, A. V., ES, H. V., **Karakaş, S.**, Şahin, Y., Soil Health Changes Due to Irrigation in The Harran Plain, Sustainable Development and New Technologies for Agricultural Production in GAP Region, Sanlıurfa/ Turkey. 2006.

Karakaş, S., Çullu, M.A., Şahin, Y., Mermut, A, R., Estimation of Cotton Yield In Saline Soils In Harran Plain, Using GIS And NDVI. International Conference on Human Impacts on Soil Quality Attributes in Arid and Semiarid Regions, Isfahan/İran, 2005.

Çullu, M. A., **Karakaş, S.**, Şahin., Y., Monitoring The Irrigation Effect On The Land Use Change In Harran Plain Using Satellite Imagery and GIS. International Conference on Human Impacts on Soil Quality Attributes in Arid and Semiarid Regions, Isfahan/İran, 2005.

Karakaş, S., Çullu, M.A., Şahin, Y., Bilgili, A. V., Almaca, A., Tutar, E. Erzurum -2004 “Determination The Effect Of Urbanization Of Şanlıurfa City On The Soils Of The Harran Plain Using Geographic Information Systems” Erzurum., 2004.

Şahin, Y., Çullu, M. A, **Karakaş, S.**, Almaca, A., Binici, T., Aksoy, E., “The Estimation of Effects of Salinity on Soil Degradation at Parcel Level Using Geographic Information Systems (GIS)” Erzurum 2004.

Çullu, M.A., **Karakaş, S.**, Dinç, U., Şahin, Y. Classification Of Soils Of Şanlıurfa In Soil Taxonomy, Fao/Unesco And Wrb Classification Systems. Erzurum 2004.

ULUSAL BİLİMSEL TOPLANTILARDA SUNULAN ve BİLDİRİ KİTAPLARINDA BASILAN BİLDİRİLER

Karakaş S., Öztürkmen, A. R., 2011. Sürdürülebilir Tarımda Toprak Sağlığı ve Etkileri, GAP VI. Tarım kongresi 726_732 s.

Çullu, M. A., Aydemir, S., Şahin, Y., **Karakaş, S.**, Aydoğdu, M., Aydemir, A., Altundal, M., Çelikel, M., Gürses, Ü. Harran Ovasında Sürdürülebilir Su ve Tuzlulaşma Yönetimi. Sulama Tuzlanma Konferansı. 5. Dünya Su Forumu DSİ, Şanlıurfa, 12-13 Haziran 2008.

Çullu, M. A., Binici, T., Almaca, A., Öztürkmen, A. R., **Karakaş, S.**, Şanlıurfa İlinin Tarımsal Potansiyeli ve Bölge Kalkınmasındaki Yeri. GAP Ekseninde Gelişen Değişen Hilvan Sempozyumu. Hilvan/ Şanlıurfa 24-25 Mayıs 2008, S: 90-98.

Karakaş, S., Çullu, M. A., Aydemir, A., Şahin, Y., Dikilitaş, M. Harran Ovasında Sulamanın Toprak Tuzluluğu ve Bitkisel Verim Kayıplarına Olan Etkisinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Teknikleri Kullanılarak Tahmini. GAP V. Tarım Kongresi Şanlıurfa, 17-19 Ekim 2007.

Çullu, M. A., Dinç, U., **Karakaş, S.**, Aydemir, A., Aydoğdu, M., Şahin, Y. Mayınlı alanların tarımsal kullanıma uygunluk potansiyelinin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi teknikleri kullanılarak Şanlıurfa ili örneğinde belirlenmesi, Uzaktan Algılama ve CBS çalıştay ve Paneli, İstanbul, 27-29-Kasım 2006.

Çullu, M. A., **Karakaş, S.**, Dinç, U., Şahin, Y., Şanlıurfa İli Topraklarının Tarımsal Potansiyeli ve CBS Tekniklerini Kullanarak Değerlendirilmesi., GAP IV. Tarım Kongresi Şanlıurfa, 2005.

Şahin, Y., Çullu, M. A, **Karakaş, S.**, Almaca, A., Aksoy, E., Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniklerini Kullanılarak Şanlıurfa Birecik İlçesinde Yanlış Arazi Kullanımının Belirlenmesi. GAP III. Tarım Kongresi 2003, S:251-254.

Çullu, M. A., Şahin, Y., **Karakaş S.**, Ergezer, Ş., Özyavuz, A., 2003. Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanarak Suruç Ovası Pamuk Ekim Alanlarındaki Değişim İle Yer Altı Su Dengesi Arasındaki İlişkinin İzlenmesi. GAP III. Tarım Kongresi, S:245-249.

EKLER

Ek 1. Birinci ve ikinci yıllarına sera içi iklim değerleri

Ek 1.1. Birinci ve ikinci yıllarına ait Nisan ayı sera içi iklim değerleri

Nisan gün/ay	Birinci yıl sera içi iklim (C ⁰)				İkinci yıl sera içi iklim (C ⁰)			
	Günlük en yüksek Sıcaklık	Günlük en düşük Sıcaklık	Günlük ortalama Sıcaklık	Günlük ortalama nem (%)	Günlük en yüksek Sıcaklık	Günlük en düşük Sıcaklık	Günlük ortalama Sıcaklık	Günlük ortalama nem (%)
1	21.47	9.90	15.21	61.06	21.09	11.72	17.29	70.61
2	24.38	10.20	16.73	65.78	23.48	12.01	19.55	67.07
3	25.45	10.39	17.94	71.79	22.35	12.33	19.21	64.40
4	27.25	11.28	17.42	62.14	25.12	13.00	20.84	62.14
5	26.13	11.57	17.31	70.40	24.50	12.20	21.89	68.46
6	26.32	11.79	18.33	68.70	23.78	12.60	20.49	65.39
7	25.67	10.46	15.05	67.16	22.04	14.00	21.32	66.78
8	24.51	9.85	12.62	66.61	20.88	14.04	21.18	62.00
9	22.40	8.25	13.08	65.64	20.66	10.75	19.27	67.18
10	21.32	9.72	13.87	66.85	24.93	12.69	16.63	74.00
11	20.60	8.63	11.21	71.85	15.47	10.06	13.93	93.00
12	23.48	11.50	14.67	61.06	19.76	6.78	12.21	86.00
13	22.13	10.17	14.62	55.78	27.43	4.21	17.46	63.00
14	23.50	10.80	15.33	51.09	24.90	7.08	20.13	65.65
15	25.62	11.05	19.32	43.83	28.00	10.55	21.10	60.00
16	27.06	13.30	20.45	48.60	30.94	10.55	23.33	53.11
17	27.50	15.08	21.88	49.91	30.16	14.13	27.25	55.12
18	30.20	14.20	22.23	50.14	29.16	16.90	26.26	53.06
19	32.40	15.82	21.30	46.83	31.85	17.86	24.46	55.55
20	31.05	15.65	22.91	48.77	30.01	14.23	22.87	57.30
21	29.40	13.31	18.82	51.64	33.65	11.92	22.25	60.34
22	31.24	14.52	17.26	60.73	30.00	14.04	21.08	64.02
23	34.50	15.71	18.55	57.14	32.01	11.43	21.08	66.02
24	36.14	15.40	19.10	53.58	33.39	12.69	19.41	74.50
25	37.42	15.11	19.09	51.56	32.86	12.50	19.10	69.58
26	35.76	14.80	21.92	53.34	31.84	10.36	23.18	60.65
27	36.59	14.20	17.20	51.34	34.82	12.30	24.98	53.96
28	35.40	13.83	14.22	58.63	33.17	15.76	24.72	51.24
29	37.32	13.48	18.28	56.10	30.00	15.47	22.02	72.86
30	36.87	13.23	17.62	52.46	31.73	14.52	20.40	73.03

*İklim değerleri sera içerisine kurulan HOB0 data loger cihazının ölçtüğü verilerden elde edilmiştir.

Ek 1.2. Birinci ve ikinci yıllarına ait Mayıs ayı sera içi iklim değerleri

MAYIS gün/ay	Birinci yıl sera içi iklim (C ⁰)				İkinci yıl sera içi iklim (C ⁰)			
	Günlük en yüksek Sıcaklık	Günlük en düşük Sıcaklık	Günlük ortalama Sıcaklık	Günlük ortalama nem (%)	Günlük en yüksek Sıcaklık	Günlük en düşük Sıcaklık	Günlük ortalama Sıcaklık	Günlük ortalama nem (%)
1	32.60	15.90	16.31	54.98	35.76	13.75	21.70	69.92
2	32.26	15.62	17.29	50.06	33.95	14.04	20.55	74.89
3	34.65	16.20	17.83	47.78	35.69	14.13	20.55	74.89
4	37.21	16.13	20.45	43.96	36.39	15.19	26.50	56.31
5	37.30	15.80	21.05	37.30	35.39	16.33	26.97	52.86
6	38.54	15.71	23.47	34.78	35.93	14.61	27.05	50.64
7	38.27	16.30	22.91	36.78	37.08	14.42	26.21	49.41
8	40.30	17.28	24.83	50.19	38.65	14.80	26.42	48.92
9	40.20	17.67	23.42	53.71	38.05	15.28	26.66	45.58
10	39.50	18.92	26.13	56.93	38.99	16.81	27.91	45.29
11	42.60	21.54	26.67	49.15	38.05	18.14	28.04	47.16
12	40.73	22.08	27.38	45.37	31.68	12.79	19.16	65.63
13	42.50	21.60	27.03	36.98	38.05	12.11	22.69	54.02
14	40.22	21.50	28.52	45.15	36.95	13.65	20.20	62.40
15	41.80	21.30	29.31	44.56	38.19	12.30	23.48	52.73
16	42.14	23.50	30.90	39.07	38.69	14.13	27.03	45.34
17	42.22	22.03	28.10	40.55	38.38	15.95	24.21	41.40
18	41.13	21.60	27.15	35.48	34.90	18.24	26.86	44.02
19	42.29	20.09	27.62	33.26	36.30	17.95	25.55	46.51
20	40.50	23.40	28.20	32.72	37.38	17.00	26.27	43.78
21	39.95	20.10	28.44	30.96	37.38	17.86	26.59	42.80
22	38.57	21.80	26.35	35.82	36.38	17.86	27.22	42.44
23	37.50	19.80	25.86	30.39	38.49	18.52	28.19	40.77
24	38.00	19.50	26.50	49.86	38.16	19.66	29.01	40.37
25	38.42	19.20	28.57	47.46	38.76	21.28	29.76	40.56
26	38.92	23.90	29.91	39.56	38.99	22.33	30.83	39.98
27	38.12	25.50	30.29	38.69	37.73	20.33	31.46	40.32
28	35.26	22.30	28.83	43.18	28.06	19.09	30.07	51.83
29	35.29	21.20	29.25	47.10	34.37	17.95	22.96	59.25
30	37.87	21.56	30.23	38.73	38.42	19.76	25.22	57.86
31	38.64	23.80	31.20	39.13	38.76	19.19	29.59	40.40

*İklim değerleri sera içerisine kurulan HOBO data logger cihazının ölçtüğü verilerden elde edilmiştir.

Ek 1.3. Birinci ve ikinci yıllarına ait Haziran ayı sera içi iklim değerleri

Haziran gün/ay	Birinci yıl sera içi iklim (C ⁰)				İkinci yıl sera içi iklim (C ⁰)			
	Günlük en yüksek Sıcaklık	Günlük en düşük Sıcaklık	Günlük ortalama Sıcaklık	Günlük ortalama nem (%)	Günlük en yüksek Sıcaklık	Günlük en düşük Sıcaklık	Günlük ortalama Sıcaklık	Günlük ortalama nem (%)
1	41.32	25.90	33.30	36.06	40.70	23.20	31.69	40.96
2	40.60	25.10	31.20	32.58	38.83	21.19	32.09	41.67
3	42.12	24.30	30.60	35.17	40.19	19.57	30.24	41.17
4	40.78	25.40	32.90	33.35	39.28	21.47	30.66	42.35
5	42.24	26.90	35.50	34.49	39.39	18.71	31.12	44.49
6	44.30	26.20	33.30	38.35	38.30	21.00	28.04	58.35
7	41.73	24.70	35.20	37.26	41.11	19.19	29.41	47.26
8	41.65	21.50	34.90	43.78	40.64	24.26	30.72	43.78
9	42.32	22.90	35.20	41.00	39.50	23.58	33.64	41.00
10	42.47	22.40	36.40	40.96	39.16	25.13	32.37	40.96
11	43.52	24.10	34.50	39.07	37.60	20.33	32.23	39.07
12	44.16	24.20	33.20	42.21	37.82	17.09	27.77	42.21
13	43.49	26.60	33.60	40.85	38.27	18.52	28.00	43.85
14	42.34	27.41	32.80	39.00	36.30	18.33	28.65	39.00
15	45.28	26.70	35.40	43.83	38.83	19.09	27.05	43.83
16	43.56	26.10	35.80	39.80	40.09	22.53	30.42	40.80
17	41.73	25.30	33.20	37.55	40.05	20.04	33.47	41.55
18	41.62	26.30	31.70	38.08	40.88	20.04	32.68	40.08
19	42.30	27.16	31.90	39.10	39.88	18.14	30.98	42.10
20	42.68	25.20	32.20	37.14	40.69	21.95	30.83	47.14
21	43.30	24.50	34.10	38.11	41.28	24.74	33.04	41.11
22	44.24	25.30	34.32	40.19	39.88	25.71	33.88	40.19
23	45.32	26.30	35.80	39.09	40.88	24.74	33.75	39.09
24	44.39	24.00	33.60	38.77	40.11	25.03	33.86	38.77
25	44.21	28.70	34.80	38.04	40.46	22.24	32.74	38.04
26	43.35	24.30	33.90	39.73	41.58	19.09	33.55	39.73
27	44.37	25.30	34.20	34.23	40.42	21.38	32.56	44.23
28	45.19	28.40	34.58	32.88	39.73	22.43	31.79	42.88
29	45.57	26.00	36.62	41.87	40.88	21.19	31.25	41.87
30	45.43	27.80	37.53	39.06	39.05	19.00	31.09	39.06

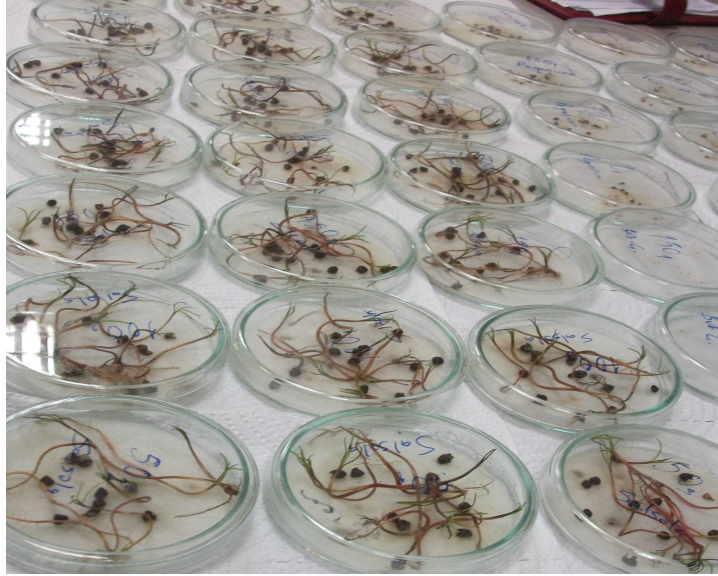
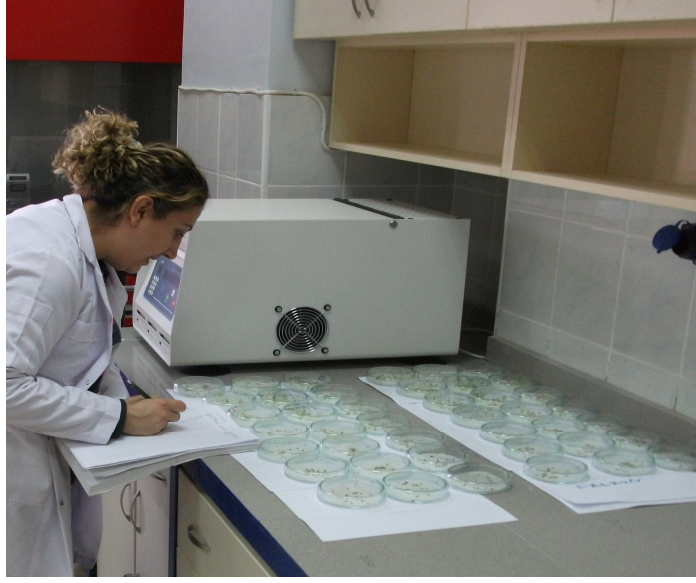
*İklim değerleri sera içerisine kurulan HOBO data loger cihazının ölçtüğü verilerden elde edilmiştir.

Ek 1.4. Birinci ve ikinci yıllarına ait Temmuz ayı sera içi iklim değerleri

Temmuz gün/ay	Birinci yıl sera içi iklim (C ⁰)				İkinci yıl sera içi iklim (C ⁰)			
	Günlük en yüksek Sıcaklık	Günlük en düşük Sıcaklık	Günlük ortalama Sıcaklık	Günlük ortalama nem (%)	Günlük en yüksek Sıcaklık	Günlük en düşük Sıcaklık	Günlük ortalama Sıcaklık	Günlük ortalama nem (%)
1	41.67	24.57	32.82	37.08	39.76	24.64	29.82	41.30
2	43.70	25.13	32.91	36.30	39.40	20.42	32.63	37.50
3	43.47	26.29	33.29	35.50	39.16	24.84	32.60	39.75
4	45.21	28.13	34.28	35.75	40.97	23.77	33.32	35.47
5	44.32	28.32	34.72	33.47	40.48	22.05	34.87	34.80
6	46.38	27.47	35.90	34.80	42.72	26.68	34.78	35.43
7	47.71	28.24	34.12	33.43	40.20	24.06	36.28	35.94
8	46.65	28.67	33.20	32.94	39.73	22.14	30.31	45.90
9	45.36	26.93	32.60	35.90	40.16	22.29	32.86	39.59
10	45.83	27.27	31.60	33.59	41.57	20.15	32.02	38.17
11	44.47	25.52	32.70	27.17	39.12	20.65	31.46	39.28
12	45.32	25.17	34.40	30.28	40.16	22.42	31.14	39.78
13	46.18	27.14	35.90	29.78	41.21	24.15	32.53	36.50
14	45.79	26.53	36.30	30.35	40.28	24.83	31.27	37.20
15	45.27	29.15	35.80	32.41	40.41	25.70	32.73	39.17

*İklim değerleri sera içerisine kurulan HOBO data loger cihazının ölçtüğü verilerden elde edilmiştir

EK 2. Sera ve labaratuar çalışmalarından bazı görüntüler



Resim 1. Çimlenme deneyinden görüntüler



Resim 2. Damlama sulama sisteminden bir görüntü



Resim 3. Sera denemesinden genel bir görüntü



Resim 4. Farklı tuz içeriğine sahip topraklarda tek başına yetiştirilen *S. soda* bitkisinden genel bir görünüm



Resim 5. Farklı tuz içeriğine sahip topraklarda tek başına yetiştirilen *P. oleracea* bitkisinden bitkisinden genel bir görünüm



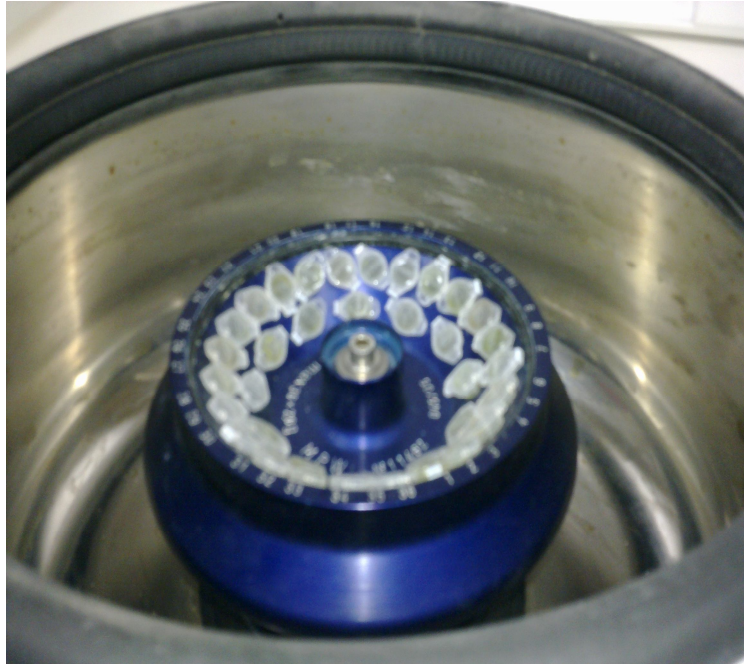
Resim 6. Farklı tuz içeriğinde tek başına yetiştirilen domates bitkisi



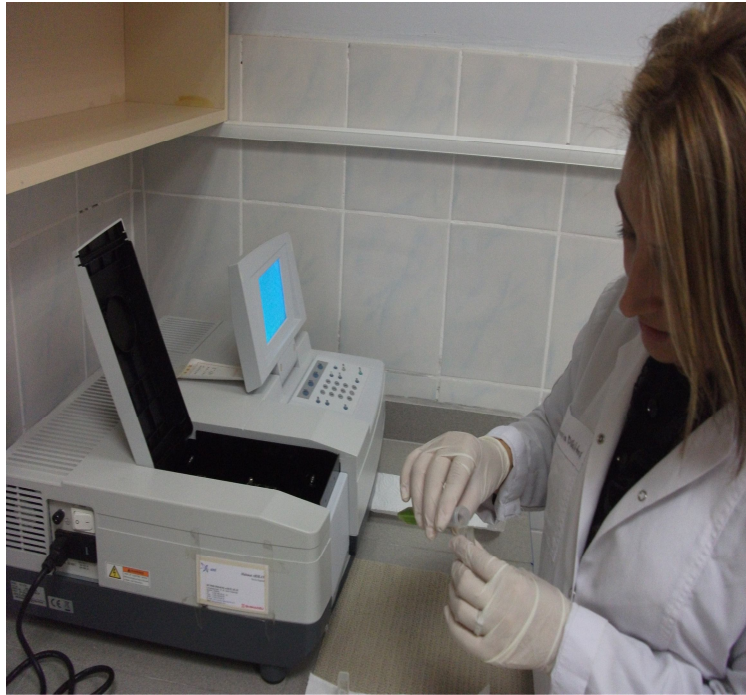
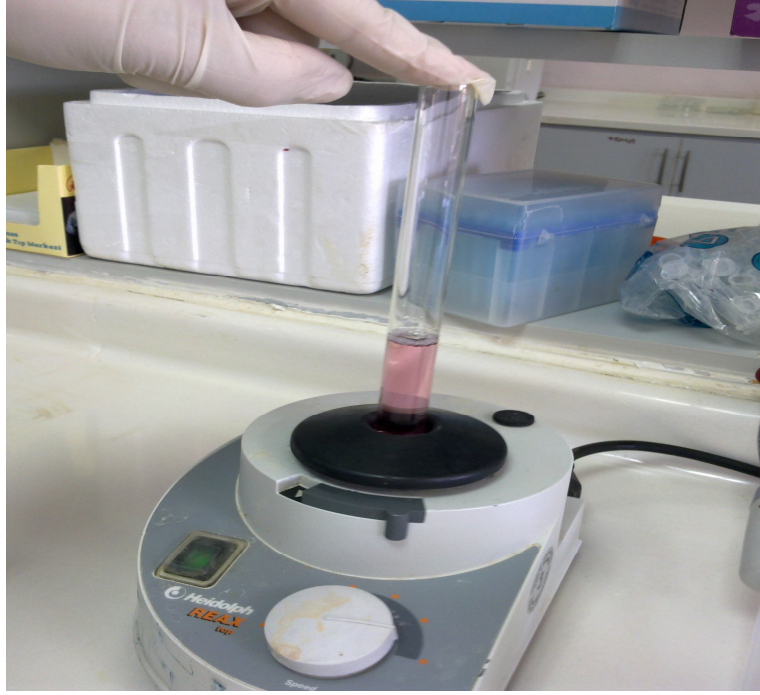
Resim 7. Farklı tuz içeriğine sahip topraklarda *S. soda* bitkisi arkadaşlığındaki D+SS kombinasyonundan genel bir görünüm



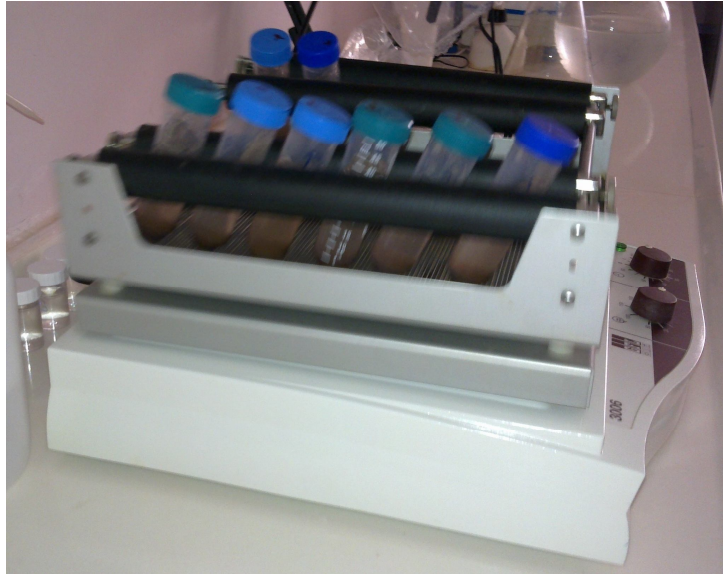
Resim 8. Farklı tuz içeriğine sahip topraklarda *P. oleracea* arkadaşlığıdaki D+P kombinasyonundan genel bir görünüm



Resim 9. Laboratuarda yapılan analizlerden bazı görüntüler



Resim 10. Laboratuarda yapılan analizlerden bazı görüntüler



Resim 11. Laboratuarda yapılan analizlerden bazı görüntüler