

## **Aronya (*Aronia melanocarpa*) Fidanlarının *in Vitro* ve *in Vivo* Şartlarda Tuz Stresine Toleranslarının Belirlenmesi**

Mahmood Shaker MAHMOOD<sup>1\*</sup>, Lütü PIRLAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Selçuklu Konya Türkiye

<sup>2</sup>Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Selçuklu Konya Türkiye

\*([mahmood.sh19@gmail.com](mailto:mahmood.sh19@gmail.com))

**Özet** – Bu çalışmada son yıllarda yüksek antioksidan içeriği ve insan beslenmesindeki önemi ile dikkat çeken aronya bitkisinin *in vitro* ve *in vivo* ortamlarda tuz stresine karşı gösterdiği tepkiler araştırılmıştır. Bu kapsamda bitkilerin *in vitro* ve *in vivo* ortamlarda farklı tuz seviyelerinde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri incelenmiştir. Tuz konsantrasyonları *in vitro* ortamında 1/3 seyreltik MS, 7/10 seyreltik MS, MS (kontrol), MS +1g L<sup>-1</sup> NaCl, MS +3 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS +6 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS +8 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS +9 g L<sup>-1</sup> NaCl; *in vivo* ortamda ise 2:1 oranında torf: perlit karışımı içeren 2 litrelik saksılara dikilmiş olan aronya fidanlarına sulama suyuyla birlikte haftada 25mM NaCl şeklinde uygulanmıştır. Yapraklarda tuz stresine bağlı olarak zararlanmanın başladığı andan itibaren topraktaki tuz seviyeleri belirlenerek deneme sonlandırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre *in vitro* şartlarda 1/3 seyreltik MS, 7/10 seyreltik MS, MS (kontrol) ortamlarında explantlarda zarar meydana gelmemiş, MS +1g L<sup>-1</sup> NaCl ve MS +3g L<sup>-1</sup> NaCl dozlarında sürgün ucu ve yapraklarda kahverengileşme, MS +6 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS +8 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS +9 g L<sup>-1</sup> NaCl ortamlarında ise ölüm meydana gelmiştir. *in vivo* şartlarda tuz uygulamasında bitkilerde sürgün ucu ve yapraklarda kahverengileşme meydana gelmiştir. Tuz uygulamaları sonucu dozun artışına paralel olarak bitki boyu, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, klorofil içeriği, protein içeriği azalmış, yaprak nispi su içeriği ve prolin içeriğinde ise değişiklik meydana gelmemiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Aronya, Tuz Stresi, *In Vitro*, *In Vivo*, Morfolojik Özellikler, Fizyolojik Özellikler

### **I. GİRİŞ**

Toprak tuzluluğu, dünya tarımında kuraklıktan sonra en önemli abiyotik stres faktörü olup, özellikle kurak-yarı kurak bölgelerde bitki yetiştiriciliğini engellemektedir. Tuzluluk; özellikle yağış miktarı az, sıcaklığın yüksek olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde, toprağın alt katmanlarında bulunan çözünbilir tuzların evaporasyon sırasında kapillarite ile toprak yüzeyine çıkması ve suyun topraktan ayrılmasıyla tuzun toprak yüzeyinde ve bitkinin kök bölgesi seviyesinde birikmesi olayıdır [1]. Tuzluluk toprak ortamında bitkinin suyu kolaylıkla almasını engelleyen sebeplerden biridir. Kök bölgesi çözelti ortamında tuz konsantrasyonunun artması ile bitkinin bu suyu alabilmek için harcamak zorunda kaldığı enerji miktarı da artar ve sonuçta tuzluluk arttıkça bitkinin

su kullanımı azalır. Bitkinin su kullanımının zorlaşması ve azalması, bitki verimi ve kalitesini olumsuz etkiler [2]. Tuzluluk nedeniyle bitkisel üretimin düşme sebebi bitkilerin, tuz düzeyi sürekli artan çevreye uyum gösterememeleridir [3]. Maas ve Hoffman [4] tuzluluğun artması ile bitkilerde belli bir noktadan sonra verimde sürekli bir azalmanın söz konusu olduğunu vurgulamışlardır. Topraktaki tuzluluk miktarı ise bitkinin kök bölgesinden alınan doymuş toprak çamuru örneğinin elektrik iletkenliğine (EC) göre hesaplanmakta ve tuzluluk oranına göre sınıflandırılmaktadır.

Bitkiler tuzluluğa toleransta gösterdiği farklılıklardan dolayı halofitler ve glikofitler olmak üzere ikiye ayrılır. Doğadaki birçok bitki glikofit olup tuz stresine dayanamamaktadır. Halofit bitkiler ise yüksek tuzluluk altında doğal olarak yetişir ve bu

yüzden tuz stresine toleranslıdır. Topraktaki çok yüksek seviyedeki tuza, örneğin 700-1020 mmol L<sup>-1</sup> NaCl'ye tolerant halofit türler bile mevcutken, tuza çok hassas glükofit türler de bulunmaktadır. Örneğin elma, kiraz, avokado ve turunçgiller gibi meyve türleri litrede birkaç milimol NaCl'ye bile duyarlıdır [5].

Tuzluluk iklimsel, hidrojeolojik ve tarımsal faktörlerden kaynaklanan karmaşık bir sorundur. İklim ve hidrojeolojik süreçlerin etkilerini azaltmak için imkanlar ve yapılan uygulamalar kısıtlı veya pahalıdır. Bu nedenle tuzlu su sızmalarını önlemek için uygun tarım alanları tavsiye edilebilmektedir [6]. Tuzlu toprakların ıslahı için uygulanan fiziksel ıslah yöntemleri genellikle zaman alıcı ve oldukça pahalı olduğundan her zaman ve her ülkede kullanılamamaktadır [7].

Aronya bitkilerinin tuzluluk stresi üzerine yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Genellikle bahçe bitkilerinde *in vitro* veya sera şartlarında tuzluluk dayanıklı genotiplerin seleksiyonuna yönelik çalışmalar ağırlık kazanmıştır. İnsan sağlığı üzerine olumlu etkileri ve kullanım alanlarının genişlemesiyle aronya yetiştiriciliği son dönemlerde oldukça ivme kazanmıştır. Buna karşın aronya bitkisi üzerine yeterince araştırma mevcut değildir.

Araştırmaların çoğu kimyasal ıslah odaklı olup büyüme ve verimlilik üzerinde tuz stresinin ciddi etkilerini azaltmak amacıyla yapılmıştır. Yürütülen bu çalışmada, son yıllarda yüksek antioksidan içeriği ve insan beslenmesindeki önemi ile dikkat çeken aronya bitkisinin *in vitro* ve *in vivo* koşullarda farklı tuz seviyelerine vereceği tepkiler morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal açıdan incelenmiştir.

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma 2022 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bitki Biyoteknolojisi Laboratuvarı ve seralarında yürütülmüştür. Araştırmada bitkisel materyal olarak Viking çeşidi aronya fidanları kullanılmıştır.

### A. Doku kültürü şartları ve ortamı

Bir yıllık çeliklerin yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra eksplantlar 1.0 mg l<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>, %3 sukroz, MS vitaminleri ve 10 ml'lik bir hacim kaplayan 8 g l<sup>-1</sup> agar kültür tüpleri ile MS ortamına taşınmıştır. Kültürler, 25<sup>±1</sup> °C'deki yetiştirme odasında 75 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> beyaz floresan ışığıyla 1500- 3000 lüks inkübe edilmiştir. 21 gün sonra, yeni aronya sürgünleri, 1.0 mg l<sup>-1</sup> BA içeren ortama transfer

edilmiş istenilen sayıya ulaşıldığında ise bitkiler köklenme aşamasında IBA (1.0 mg l<sup>-1</sup>) içeren besi ortamına alınmıştır.

### B. Uygulanan tuz konsantrasyonları

*In vitro* ortamında 8 farklı NaCl dozu (1/3 seyreltik MS, 7/10 seyreltik MS, MS (kontrol), MS + 1 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS + 3 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS + 6 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS + 8 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS + 9 g L<sup>-1</sup> NaCl) uygulanmıştır. Bu ortamların EC'leri ölçülmüş ve sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *in vitro* ortamların EC değerleri

Ortamlar	EC (mmhos/cm)
1/3 seyreltik MS	400
7/10 seyreltik MS	2500
MS (kontrol)	4800
MS+1 g L/ NaCl	6250
MS+3 g L/ NaCl	9000
MS+6 g L/ NaCl	13000
MS+8 g L/ NaCl	15000
MS+9 g L/ NaCl	16500

*In vivo* ortamda ise 2:1 oranında torf:perlit karışımı içeren 2 litrelik saksılara dikilmiş olan aronya fidanlarına sulama suyuyla birlikte haftada 25mM NaCl uygulaması yapılmıştır. Yapraklarda tuz stresine bağlı olarak zararlanmanın başladığı andan itibaren topraktaki tuz seviyeleri belirlenerek deneme sonlandırmıştır.

### C. Tuz stresi altındaki bitkilerde incelenen parametreler

Tuzluluk indeksinin belirlenmesinde aşağıda belirtilen zararlanmalara göre 1'den 4'e kadar puanlar verilmiştir [8].

- 1: Bitkilerde zararlanma yok
- 2: Sürgün ucunda ve yapraklarda kahverengileşme
- 3: Yaprığın tamamında ve gövde de kahverengileşme
- 4: Bitkilerde ölüm

Stres uygulamaları sonucunda bitkilerde hassas terazi ile kök ve bitki yaş ağırlıkları belirlenmiş, ardından aynı örnekler 72°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları alınmıştır. Bitkilerde kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cetvel yardımıyla ölçülerek bitki uzunluğu belirlenmiştir. Uygulamalar sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin alanları Adobe Photoshop programı ile belirlenmiştir [9].

Eylül ayında bitkilerden alınan yaprak örneklerinde Li-Cor 6400 xip cihazı ile fotosentez etkinliği [10], her biri 1 cm<sup>2</sup> büyüklüğünde 15 yaprak diski alınarak membran geçirgenliği [11] ve yaprak nispi su içeriği [12], toplam 10 olgunlaşmış yaprağın orta kısmında “Leaf Porometer” cihazı ile stomatal iletkenlik [10], 5 yaprakta klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil içerikleri belirlenmiştir [13].

Tuz stresi altındaki bitkilerde protein tayini, “Bradford” [14] metoduna göre, prolin tayini spektrofotometrik olarak asit-ninhidrin metoduyla yapılmıştır [15].

#### D. Deneme deseni

Çalışma *in vitro* koşullarda her uygulamada 3 tekerrür ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde toplam 240 bitki, *in vivo* şartlarda ise her uygulamada 3 tekerrür ve her tekerrür de 10 bitki olacak şekilde toplam 60 bitki kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler % 5 önem seviyesinde Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak uygulamalar arasındaki farklar belirlenmiştir.

### III. BULGULAR

#### A. Tuz Uygulamalarının *in vitro* Ortamda Aronya Bitkilerine Etkileri

Aronya bitkilerinden alınan explantlar *in vitro* ortamda kaldığı sürede tuz uygulamalarından değişik ölçülerde zarar görmüştür. 1/3 seyreltik MS, 7/10 seyreltik MS, MS (kontrol) ortamlarında explantlarda zarar meydana gelmemiş, MS +1g L<sup>-1</sup> NaCl ve MS +3 g L<sup>-1</sup> NaCl dozlarında sürgün ucu ve yapraklarda kahverengileşme, MS +6 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS +8 g L<sup>-1</sup> NaCl, MS +9 g L<sup>-1</sup> NaCl ortamlarında ise ölüm meydana gelmiştir.

Tablo 2. Tuz uygulamalarının bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığına etkileri

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)*	Bitki Yaş Ağırlığı (g)	Bitki kuru Ağırlığı (g)
1/3 seyreltik MS	3,76 b	0,286 a	0,040 a
7/10 seyreltik MS	4,40 a	0,282 a	0,044 a
MS (kontrol)	3,68 b	0,242 a	0,039 a
MS+1 g L/ NaCl	3,09 c	0,229 a	0,036 a
MS+3 g L/ NaCl	1,80 d	0,081 b	0,015 b

Aynı sütunda benzer harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak önemli fark yoktur (p<0,05)

Tuz uygulamalarının bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En fazla bitki boyu 1/3 seyreltik MS ortamında meydana gelmiş, bu uygulamadan sonra tuz konsantrasyonunun artışı ile bitki boyları azalmıştır (Tablo 2).

Bitki yaş ve kuru ağırlığı bakımından 1/3 seyreltik MS, 7/10 seyreltik MS, MS ve MS+1 g L/ NaCl ortamları arasında farklılık bulunmamış, ancak MS+3 g L/ NaCl dozunda önemli düzeyde azalma meydana gelmiştir (Tablo 2).

Uygulamaların kök uzunluğu, yaprak sayısı ve alanı üzerine etkileri de önemli bulunmuştur. Kök uzunluğu ve yaprak sayısı bakımından 1/3 seyreltik MS, 7/10 seyreltik MS, MS ve MS+1 g L/ NaCl ortamları arasında fark bulunmamış, MS+3 g L/ NaCl dozunda önemli düzeyde azalma meydana gelmiştir. En fazla yaprak alanı MS+1 g L/ NaCl ortamında belirlenmiş, bunu MS ve 7/10 MS ortamı izlemiş, en az ise 1/3 seyreltik MS ve MS+3 g L/ NaCl dozunda meydana gelmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Tuz uygulamalarının kök uzunluğu, yaprak sayısı ve yaprak alanına etkileri

Uygulamalar	Kök uzunluğu (mm)*	Yaprak Sayısı	Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )
1/3 seyreltik MS	15,21 a	11,3 a	2,96 c
7/10 seyreltik MS	13,72 a	12,5 a	4,42 b
MS (kontrol)	11,92 a	13,0 a	4,97 b
MS+1 g L/ NaCl	14,88 a	11,4 a	5,57 a
MS+3 g L/ NaCl	1,85 b	7,3 b	2,65 c

Aynı sütunda benzer harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak önemli fark yoktur (p<0,05)

Uygulamaların klorofil içeriklerine de önemli etkileri tespit edilmiştir. 1/3 MS, 7/10 MS ve MS ortamlarında toplam klorofil içerikleri birbirine yakın bulunurken, tuz dozunun artışına paralel olarak klorofil içerikleri azalmıştır. 1/3 MS, 7/10 MS, MS ve MS+1 g L/ NaCl ortamlarında klorofil-a içerikleri arasında fark bulunmamış, MS+3 g L/ NaCl dozunda artış meydana gelmiştir. Buna karşılık klorofil-b içeriğinde 1/3 MS, 7/10 MS, MS ve MS+1 g L/ NaCl ortamları arasında fark bulunmamış, MS+3 g L/ NaCl dozunda önemli düzeyde azalma belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Tuz uygulamalarının klorofil içeriklerine etkileri

Uygulamalar	Toplam Klorofil (g <sup>-1</sup> )	Klorofil-a (g <sup>-1</sup> )	Klorofil-b (g <sup>-1</sup> )
1/3 seyreltik MS	117,46 a	39,69 b	62,02 a
7/10 seyreltik MS	117,49 a	39,70 b	62,03 a
MS (kontrol)	117,60 a	39,75 b	62,11 a
MS+1 g L/ NaCl	82,26 b	39,73 b	62,09 a
MS+3 g L/ NaCl	71,85 c	43,87 a	29,48 b

Aynı sütunda benzer harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak önemli fark yoktur (p<0,05)

Tuz uygulamaların protein içeriğine etkileri istatistiki olarak önemli, prolin içeriğine etkileri ise önemsiz bulunmuştur. 1/3 MS, 7/10 MS, MS ve MS+1 g L/ NaCl ortamlarında protein içerikleri birbirine yakın bulunurken, MS+3 g L/ NaCl dozunda önemli azalış meydana gelmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Tuz uygulamalarının protein ve prolin içeriklerine etkileri

Uygulamalar	Protein* (µg protein g <sup>-1</sup> FW)	Prolin (µg protein g <sup>-1</sup> FW)
1/3 seyreltik MS	91,55 b	20,94
7/10 seyreltik MS	111,31 a	19,36
MS (kontrol)	113,66 a	23,82
MS+1 g L/ NaCl	106,17 ab	23,32
MS+3 g L/ NaCl	14,93 c	20,42
		Ö.D.**

\*Aynı sütunda benzer harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak önemli fark yoktur (p<0,05)

\*\*Ö.D.: Önemli Değil

#### B. Tuz Uygulamalarının in vivo Ortamda Aronya Bitkilerine Etkileri

İn vivo ortamda tuz uygulaması sonucu bitkilerde sürgün ucu ve yapraklarda kahverengileşme meydana gelmiştir.

İn vivo ortamda tuz uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Tuz uygulaması ile gövde çapı, kök uzunluğu, yaprak alanı, bitki yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlıkları kontrole göre önemli seviyede azalmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Tuz uygulamalarının bazı morfolojik özelliklere etkileri

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)*	Gövde Çapı (mm)	Kök Uzunluğu (mm)	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )
Kontrol	52,62	7,13 a	41,95 a	4,63 a
Tuz	51,25	6,11 b	26,55 b	3,61b
	Ö.D.**			
Uygulamalar	Bitki Yaş Ağ. (g)	Bitki Kuru Ağ. (g)	Kök Yaş Ağ. (g)	Kök Kuru Ağ. (g)
Kontrol	33,76 a	17,92 a	33,00 a	19,14 a
Tuz	16,23 b	8,95 b	15,44 b	6,90 b

Aynı sütunda benzer harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak önemli fark yoktur (p<0,05)

\*\*Ö.D.: Önemli Değil

Uygulamaların membran geçirgenliği ve klorofil a içeriklerine etkileri istatistiki olarak önemsiz, yaprak nispi su içeriği, protein, prolin, toplam klorofil ve klorofil-b üzerine etkileri ise önemli bulunmuştur (Tablo 7). Tuz uygulaması yaprak nispi su içeriği, protein, prolin ve toplam klorofil ve klorofil b içeriğini kontrole göre azaltmıştır.

Tablo 7. Tuz uygulamalarının bazı fizyolojik özelliklere etkileri

Uygulamalar	Mebran Geçirgenliği*	Yaprak Nispi Su İçeriği (%)	Protein (µg protein g <sup>-1</sup> FW)	Prolin (µg protein g <sup>-1</sup> FW)
Kontrol	52,62	7,13 a	41,95 a	4,63 a
Tuz	51,25	6,11 b	26,55 b	3,61 b
	Ö.D.**			
Uygulamalar	Toplam Klorofil (g <sup>-1</sup> )	Klorofil a (g <sup>-1</sup> )	Klorofil b (g <sup>-1</sup> )	
Kontrol	88,23 a	29,49	39,03 a	
Tuz	80,64 b	30,13	29,49 b	
		Ö.D.		

\*Aynı sütunda benzer harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak önemli fark yoktur (p<0,05)

\*\*Ö.D.: Önemli Değil

#### IV. TARTIŞMA

Tuz uygulamalarının gerek in vitro ve gerekse in vivo şartlarda bitkilere zararlı etkileri meydana gelmiştir. Bu da aronya bitkisinin tuzlu ortamlara hassas bir bitki olduğunu göstermektedir. Aronya bitkisinin tuza hassasiyeti hususunda literatürde bilgiye rastlanmamıştır. Bu itibarla elde edilen sonuçlar konu hakkında ilk verilere olması nedeniyle değerlidir.

Tuz uygulamaları bitkilerin toprak altı ve üstü gelişmelerini olumsuz etkilemiştir. Buna ilave olarak uygulamalar toplam klorofil ve protein içeriklerini de düşürmüştür. Tuzun kültür bitkileri üzerine benzer etkileri çok sayıda araştırmada da tespit edilmiştir. Myrobolan 29C anacında in vitro şartlarda yapılan bir çalışmada tuz konsantrasyonunun artışı ile köklenme hızı, kök sayısı, kök uzunluğu, bitki boyu, yaş bitki ağırlığı, kuru bitki ağırlığı ve klorofil içeriğinin önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir [16]. Bu sonuçlar ortam tuzluluğunun su potansiyelini ve bitkilerin su alma yeteneğini azalttığını açıklamaktadır. Bu durum büyüyen dokulardaki hücre genişleme oranını hızla azaltır [17]. Diğer bir çalışmada Yılmaz ve Kina [18] Hoagland besin çözeltisi ile sulanan Kabarla ve Gloria çilek çeşidi bitkilerinde tuz uygulamalarının vejetatif büyümeyi engellediği, yüksek doz uygulamalarda kuru yaprak ağırlığının azaldığı belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada Zhao ve ark. [19], “Sweet Charlie” ve “Benihoppe” çilek çeşitlerinin kullanıldığı *in vitro* çalışmada, çeşitlerin tuz ve alkali tolerans endeksleri belirlenmiş ve her iki stres faktöründe *in vitro* köklenme kabiliyetinin sınırlandırılarak köklenme oranı, ortalama kök sayısı ve kök uzunluğunun azaldığı görülmüştür. Tuz uygulamalarının benzer etkileri kaba limon [20], *Aloe vera* [21] ve turuncuğil anaçlarında da [22] tespit edilmiştir.

Tuzun toprak üstü ve altı organların gelişimini azaltması tuzun hücre bölünmesi, farklılaşması ve uzaması ile ilişkili metabolik aktiviteler üzerindeki inhibitör etkilerinden kaynaklanıyor olabilir [23]. Ayrıca tuzluluğun endojen oksin seviyelerini azaltması da [24] etkili diğer bir faktör olabilir.

Bitki yaş ve kuru ağırlıkları tuz konsantrasyonu artışıyla birlikte azalmıştır. Konu hakkında değişik bitki türlerinde yapılan çok sayıda araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir ([16], [20], [21], [25]). Bu sonuç, büyük ölçüde hücre genişlemesinden ziyade hücre bölünmesinin inhibisyonuna bağlı olarak yüksek NaCl seviyelerinin yaprak genişlemesini inhibe etmesiyle açıklanmaktadır [26].

Tuz konsantrasyonunun artması klorofil içeriğini azaltmıştır. Chartzoulakis Klapaki [26] tarafından ayvada, Sivritepe ve Eriş [27] tarafından üzümde, Harb ve ark. [28] muzda ve İpek ve ark [16] tarafından myrobolan 29C anacında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar tuz uygulaması ile klorofil biyosentezinin inhibe edildiği şeklinde

açıklanabilir. Mg ve Fe gibi klorofil oluşumunda yer alan bazı iyonların emilimi üzerinde stres koşullarının depresif etkisi, yapraklarda klorofil baskılanmasına ve/veya bazı büyüme inhibitörlerinin artmasına neden olmaktadır. Tuz stresi durumunda meydana gelebilecek yaşlanmayı artıran etilen veya absisik asit üretimi [29] de burada etkili olmaktadır. Tuz uygulamalarının klorofil içeriğine olumsuz etkileri fotosenteze bağlı tüm süreçleri de olumsuz etkilemektedir. Bu durumda yaprak sayısı, yaprak alanı, toprak altı ve üstü büyümesi ve protein içeriği gibi özelliklerin olumsuz etkilenmesi de buna bağlanabilir. Tuzluluk bitkilerde farklı fizyolojik, metabolik süreçlerinin etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu süreçlerin etkilenmesi de bitkilerde yaprak alanında azalma, yaprak kalınlığının ve solmasının artması, yaprakların absorpsiyonu, kök ve sürgün nekrozu ile gövde uzunluklarının azalması gibi çeşitli semptomların görülmesine sebep olur [30].

## V. SONUÇLAR

Sonuç olarak, son yıllarda yetiştiriciliği hızla artan aronya bitkisinin tuzlu şartlarda hassasiyetinin yüksek olduğu, bu itibarla tuzluluğu yüksek alanlarda kullanılmaması gerektiği söylenebilir.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 20201020 no’lu proje ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] E. Epstein, J. D. Norlyn, D. W. Rush, R. W. Kingsbury, D. B. Kelley, G. A. Cunningham, and A. F. Wrona, “Saline culture of crops: a genetic approach” *Science*, vol. 210, pp. 399-404, 1980.
- [2] E. Yurtseven, A. Ünlükara, A. Top ve A. Tek, “Tuzluluğun ve sulama aralığının kolzada (*Brassica napus oleifera*) verime ve gelişmeye etkisi” *I. Ulusal Sulama Kongresi*, 2001, pp. 215-219.
- [3] R. Kanber, C. Kırdı, ve O. Tekinel, *Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları*. Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana, 1992.
- [4] E. V. Maas and G. Hoffman, “Crop salt tolerance-current assessment”. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, vol. 103, pp. 115-134, 1977.
- [5] J. K. Zhu, J.-K., *Plant Salt Stress*, In: Encyclopedia of life sciences, John Wiley & Sons, Ltd. 2007.
- [6] J. Kwiatowsky, *Salinity Classification, Mapping and Management in Alberta*, Her Majesty the Queen in the Right of Alberta. 1998,

- [7] M. Ashraf, Mc. Nailly and T. A. D. Bradshaw, "The potential for evaluation of salt (NaCl) tolerance of seven grass species". *New Phytol.*, vol.103, pp.299-309,1986.
- [8] N. Sivritepe, Ü. Ertürk, C. Yerlikaya, I. Türkan, M. Bor ve F. Özdemir, "Response of the cherry rootstock to water stress induced in vitro". *Biologia Plantarum*, vol. 52, pp.573-576, 2008.
- [9] M. Ipek, Ş. Arıkan, L. Pırlak and A. Eşitken, "Phenological, morphological and molecular characterization of some promising walnut (*Juglans regia* L) genotypes in Konya". *Erwerbs-Obstbau*, vol. 61, pp.149-156, 2019.
- [10] Ş. Arıkan, "Faydalı rizobakteri uygulamalarının tuzlu toprak şartlarında elma ve kirazda etkileri" Doktora Tezi., Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 2017.
- [11] S. Lutts, J. Kinet, and J. Bouharmont, "NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance". *Annals of Botany* vol. 78, pp.389–398, 1996.
- [12] C. Kaya, D. Higgs, F. Ince, B. M. Amador, A. Cakir and E. Sakar, "Ameliorative effects of potassium phosphate on salt-stressed pepper and cucumber", *Journal of Plant Nutrition*, vol. 26, pp.1367-1382, 2003.
- [13] D. I. Arnon, "Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*" *Plant Physiology*, vol. 24, p.1, 1954.
- [14] M. M. Bradford, "A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding". *Analytical Biochemistry*, vol. 72, pp.248-254, 1976.
- [15] L. R. Bates, R. Waldren, and I. Teare, "Rapid determination of free proline for water-stress studies". *Plant and Soil* vol. 39, pp.205–207, 1973.
- [16] M. İpek, Ş. Arıkan, L. Pırlak and A. Eşitken, "The response of myrobolan 29c plum rootstock to salinity in vitro culture condition", in 3rd International Conference on Sustainable Agriculture and Environment (3rd ICSAE), 2016, pp.311-315.
- [17] R. Munns, "Plant adaptations to salt and water stress: differences and commonalities". *Adv. Bot. Res.*, vol.57, pp.1-32, 2011.
- [18] H. Yılmaz, and A. Kina, "The influence of NaCl salinity on some vegetative and chemical changes of strawberries (*Fragaria x ananassa* L.)", *African Journal of Biotechnology*, Vol.7, pp.3299-3305, 2008.
- [19] C. B. Zhao, H. Zhang, X. Y. Xu, Y. Cao, M. Z. Zheng, J. S. Liu, and F. Wu, F, "Effect of acetylation and succinylation on physicochemical properties and structural characteristics of oat protein isolate". *Process Biochemistry*, vol.57, pp.117-123, .2017
- [20] L. Sharma, M. Kaushal, S. K. Bali, and O. Choudhary, "Evaluation of rough lemon (*Citrus jambhiri* Lush.) as rootstock for salinity tolerance at seedling stage under in vitro conditions". *African Journal of Biotechnology*, vol.12, pp.6267-6275, 2013.
- [21] E. Moghbeli, S. Fathollahi, H. Salari, G. Ahmadi, F. Saliqehdar, A. Safari, and M. S. H. Grouh, "Effects of salinity stress on growth and yield of *Aloe vera* L." *Journal of Medicinal Plants Research*, vol.6, pp.3272-3277, 2017.
- [22] R. Bahmani, M. Gholami, A. A. Mozafari, and R. Alivaisi, "Effects of salinity on in vitro shoot proliferation and rooting of apple rootstock MM 106". *World Applied Sciences Journal*, vol.17, pp.292-295. 2012.
- [23] L. E. Heszky, G. Gyulai, and A. Csillag, "Plant regeneration of NaCl-pretreated cells from longterm suspension culture of rice (*Oryza sativa* L.) in high saline conditions". *Plant cell, tissue and organ culture*, vol. 29, pp. 75-82, 1992.
- [24] M. I. Khan, M. A. Khan, and T. Khizar, "Plant growth regulators from species differing in salt tolerance as affected by soil salinity". *Plant and Soil*, vol.45, pp.267-271, 1976.
- [25] W. S. Ghaleb, J. S. Sawwan, M. W. Akash, and A. m. Al-Abdallat, "In vitro response of two Citrus rootstocks to salt stress". *International Journal of Fruit Science*, vol.10, pp.40-53. 2010.
- [26] K. Chartzoulakis, and G. Klapaki, "Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages". *Scientia Horticulturae*, vol.86, pp.247-260, 2000.
- [27] N. Sivritepe, and A. Eriş, "Determination of salt tolerance in some grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) under in vitro conditions". *Turkish Journal of Biology*, vol.23, pp.473-486, 1999.
- [28] E. M. Harb, O. M El-Shihy, A. H. Hanafy Ahmed, and N. A. Mualla, "Using plant tissue culture technique for rapid propagation and salt tolerance in banana plant". In 2nd Congress of Recent Technologies in Agriculture, Cairo Univ., Fac., of Agric., Giza, 2002.
- [29] A. H. Hanafy Ahmed, H. M. Hassan, M. M. A. Gad, and M. A. Amin, "Micropropagation of *Myrtus communis* and increasing its tolerance to salinity by using polyamines".in 2nd Congress of Recent Technologies in Agriculture, Cairo Univ., Fac., of Agric., Giza, 2002.
- [30] A. K. Parida, and A. B. Das, "Salt tolerance and salinity effects on plants", *Ecotoxicology and environmental safety*, vol.60, pp.324-349, 2005.