

# Çarşamba Ovasının Buğday Bitkisi Altındaki Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi

Nalan KARS<sup>1</sup>İmanverdi EKBERLİ<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun  
<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

\*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): iman@omu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 31.10.2018

Kabul tarihi (Accepted): 17.01.2019

DOI : 10.21657/topraksu.544657

## Öz

Bu çalışmada, Çarşamba Ovasının buğday bitkisi yetiştirilen tarım topraklarının bazı fiziksel, kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve dağılımı araştırılmıştır. Bu amaçla, Samsun ilinde yer alan Çarşamba Ovasının 20 köyünde çiftçiler tarafından tarım yapılan arazilerden toprak örnekleri alınmıştır. Araştırma 2013-2014 yılları arasında aynı arazilerde yürütülmüştür. Araştırmanın amacı doğrultusunda, toprakların bazı fiziksel (tekstür, tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı) ve kimyasal (organik madde, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, kireç içeriği, toplam azot, değişebilir katyonlar, yarayıslı fosfor, katyon değişim kapasitesi, alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn) özellikleri belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre, buğday bitkisi yetiştirilen toprakların çoğunluğu killi tın bünyeye sahip, hacim ağırlığı değerleri orta (%65'i), %85'inin tarla kapasitesi değerleri %20-%40 arasında belirlenmiştir. Toprakların büyük bir çoğunluğu (%72.5'i) hafif alkalin reaksiyonlu, tuzsuz, değişik miktarlarda kireç içermekte olup, organik madde miktarı orta düzeyde belirlenmiştir. Toprakların azot miktarı düşük (%57.5'i), fosfor miktarı az (%30'i); orta (%35'i); yüksek (%35'i), potasyum düzeyi orta (%57.5'i), katyon değişim kapasitesi ise orta (%17.5'i), yüksek (%47.5'i) ve çok yüksek (%35'i) olarak saptanmıştır. Toprakların demir miktarı (%62.5'i) orta, bakır miktarı (%100'ü) çok yüksek, mangan miktarı çok düşük (%50'si) ve düşük (%50'si), çinko miktarı ise çok düşük (%80'ni) düzeyde bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday bitkisi, Çarşamba ovası, fiziksel ve kimyasal özellikler, frekans dağılımı

## Investigation of Some Physical and Chemical Properties of Soil Under Wheat Plant of Çarşamba Plain

### Abstract

In this study, determination and distribution of some physical and chemical properties of agricultural soils wheat plant were grown in Çarşamba Plain were investigated. For this purpose, soil samples were taken from agricultural land cultivated by farmers in twenty villages of Çarşamba Plain in Samsun. The study was carried out between 2013-2014 in the same land. In accordance with this purpose, some physical (texture, field capacity, wilting point, bulk density) and chemical properties of soils (organic matter, soil reaction, electrical conductivity, lime content, total nitrogen, exchangeable cations, available phosphorus, cation exchange capacity, available Fe, Cu, Zn and Mn) were determined. According to results of research, the majority of the soils wheat crops were grown were found to have clayey loam textured, medium bulk density values (65%) and field capacity values of 85% were found as 20% - 40%. The great majority of the soils (72.5%) had slightly alkaline

reaction and different amounts of lime contents and amounts of organic matter in the soils were determined to be moderate and soils were without salt. The amounts of nitrogen in the soils were low (57.5%) and potassium were medium (57.5%). 30% of phosphorus was defined as low, 35% as medium and 35% as high. 17.5% of cation exchange capacity was defined as medium, 47.5% as high and 35% as very high (35%). Amount of iron in the soils were (62.5%) medium, amount of copper (100%) was very high, half of manganese content was very low (50%) and the other half was low (50%) and amount of zinc was very low (80% ).

**Key words:** Çarşamba plain, frequency distribution, physical and chemical properties, wheat plants.

## GİRİŞ

Çeşitli yöntemler kullanılarak toprak verimliliğinin artırılması ve tahmin edilmesi güncel ve araştırma önceliği olan konulardan biridir. Toprak verimliliğinin artırılması ve korunması, toprak özelliklerinin değişiminin optimum düzeyde tutulması ile ilişkilidir. Sanayileşme ve çarpık kentleşme sonucu gittikçe daralan ve hızla kirlenen tarım topraklarımızın sürdürülebilirliği için toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyi bir şekilde bilinmesi ve bu özelliklere göre gerekli tedbirlerin alınması bir zorunluluk haline gelmiştir. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ve değişimi toprak oluşum süreçlerine, verimliliğe ve bitki gelişimine önemli düzeyde etki yapmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde hem ekiliş alanı hem de üretimi en fazla olan tahıl bitkisi buğdaydır (*Triticum aestivum* L.). Buğday, dünya nüfusunun yaklaşık %35'inin temel besin kaynağı olup, tüm besinlerden alınan kalorinin %20'sini sağlamaktadır (Kün, 1996). Dünya buğday üretimi 751.5 milyon ton, ekim alanı  $2.22 \cdot 10^8$  ha, verimi ise  $338 \text{ kg da}^{-1}$ 'dir (Anonymous, 2016). Ülkemizde buğday ekim alanı 7671945 ha, üretimi 20.6 milyon ton ve verimi ise  $269 \text{ kg da}^{-1}$  olarak bitkisel üretimde çok önemli bir yer tutmaktadır (Anonim, 2016). Karadeniz bölgesinde en önemli tarımsal potansiyele sahip olan Çarşamba Ovası'nda, buğday bitkisinin ekiliş alanı 1200 ha, üretimi 359.5 ton, verimi  $300 \text{ kg da}^{-1}$ 'dir.

Araştırmacılar tarafından çeşitli bitkiler yetiştirilen tarım topraklarının verimlilik düzeyini belirlemek ve artırmak amacıyla yürütülen çalışmalarda, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş, uygun sınıflandırmalar yapılmıştır (Ekberli vd., 2005; Ekberli ve Kerimova, 2005; Heuscher vd., 2005; Xu vd., 2005; Ekberli ve Kerimova, 2008; Martines vd., 2008; Parlak

vd., 2008; Dengiz vd., 2009; Kendal vd., 2011; Wilson vd., 2013; Hossain vd., 2015; Ekberli ve Dengiz, 2016; Gülser vd., 2016; Özyazıcı vd., 2016; Dengiz ve Ekberli, 2017; Ekberli ve Dengiz, 2017; Martin vd., 2017). Günümüzde tarım alanlarında yapılmakta olan çeşitli toprak işlemleri de toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine önemli düzeyde etki yapmaktadır (Gülser vd., 2010; Dengiz ve Gülser, 2014). Turan vd. (2010) tarafından, Bursa ili alüvyial büyük toprak grubu tarım topraklarının verimlilik durumlarının ortaya konması ve potansiyel beslenme sorunlarını saptamak amacıyla 30 adet toprak örneği alınarak toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Özyazıcı vd. (2016), Orta ve Doğu Karadeniz bölgesine ait 3400 adet toprak örneğinde yürüttükleri bir çalışmada; büyük çoğunluğunun (%75.30'u) tınlı topraklar olduğunu, pH değerlerinin çok değişkenlik (<4.5-8.5 arasında) gösterdiğini, toprakların organik madde içeriğinin büyük bir kısmının orta-iyi-yüksek düzeyde, tuzsuz ve %61.15'i az kireçli olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, araştırmada toprakların %58.83'ünde fosfor noksanlığı görüldüğü, toprakların %42.68'inde ekstrakte edilebilir potasyumun yeterli olduğu bildirilmiştir. Çimrin ve Boysan (2006) tarafından yapılan bir araştırmada, Van ili çevresi buğday yetiştirilen tarım topraklarının verimlilik durumu belirlenmiştir. Parlak vd. (2008) tarafından, Çanakkale'nin Eceabat ilçesinde çeşitli bitki (buğday, domates, ayçiçeği, zeytin) altındaki tarım topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesine ait bir araştırmada, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Zengin ve Şeker (2003), Konya'nın Beyşehir İlçesi tarım topraklarının (buğday, arpa, mercimek) verimlilik durumlarını belirlemek amacıyla yaptıkları bir araştırmada, 48 toprak örneğini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda toprakların N, P, K, Fe, Cu,

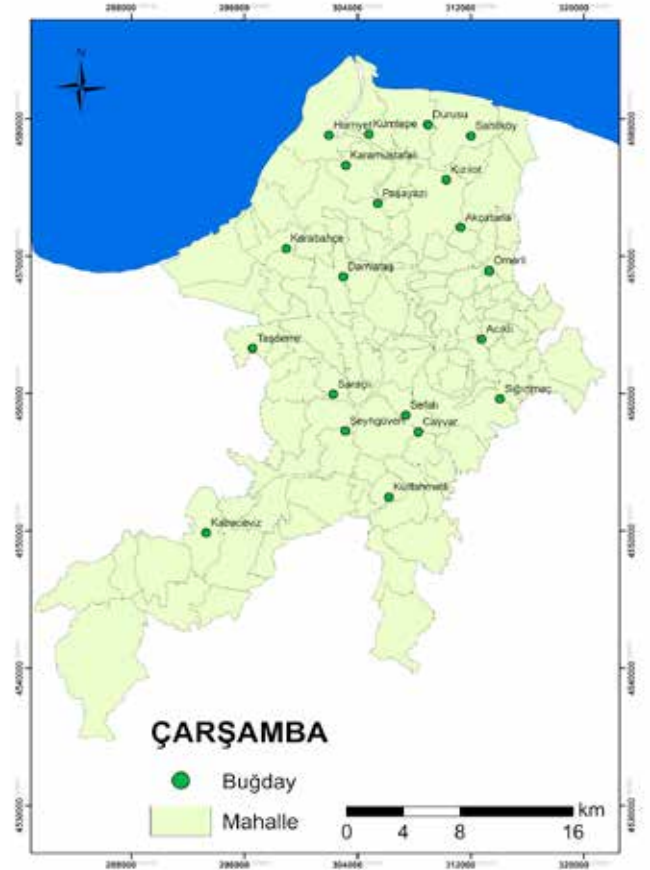
Mn ve Zn ortalama değerlerinin sırasıyla 104.73; 24.48; 502.9; 15.62; 5.84; 2.74 ve 2.62 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Bursa İli Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının verimlilik durumunu belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada da, araştırma alanını temsil edebilecek şekilde 28 adet toprak örneği alınmış ve bu örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Tümsavaş ve Aksoy, 2009). Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların verimlilik düzeyinin artırılmasında çeşitli tarımsal işlemlerin belirlenmesi ve uygulanması da, genel olarak toprakların fiziksel, kimyasal özelliklerinin belirlenmesiyle ilişkili olmaktadır (Cantero-Martinez vd., 2007; Gürsoy vd., 2010; Machado vd., 2007; Özdemir vd., 2014).

Bu çalışmanın amacı, Çarşamba Ovası'nın buğday bitkisi altındaki tarım topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve dağılımının saptanmasıdır.

### MATERYAL VE YÖNTEM

Samsun ili Çarşamba Ovası, Türkiye'nin Samsun ilinin doğusunda Canik dağları ile Karadeniz arasında Yeşilirmak'ın oluşturduğu delta ovasıdır. Ova 0-50 m kotları arasında, 103766 hektarlık alanı kapsamaktadır. Çarşamba Ovası doğu-batı istikametinde 65 km, güney-kuzey istikametinde ise 35 km uzunluğa sahiptir. Ova taban arazilerinin genel eğimleri güney-kuzey istikametinde olup ortalama %0.1'dir. Bu eğim, deniz kenarına yaklaştıkça %0-0.02'ye kadar düşmektedir. Yamaç arazilerde ise eğim, %2-40 arasında değişmektedir (Anonim, 1984; Anonim, 2012). Ova, bitki örtüsü yönünden çok zengin olup, 58.921 hektar tarım arazisine sahiptir. Ovada buğday bitkisi 1.700 ha, dane mısır bitkisi 5.950 ha ve soya bitkisi ise 560 ha alanda yetiştirilmektedir. Ova toprakları alüvyal ve kısmen de kolüvyal (kestane rengi topraklar, gri-kestane podzolik topraklar, kahverengi orman toprakları) karakterdedir. Ovada yıllık toplam yağış miktarı 985.9 mm olup, yıllık sıcaklık ortalaması ise 15-17°C'dir.

Araştırma 2013-2014 yıllarında Samsun ili Çarşamba Ovasını temsil eden 20 köyde, çiftçiler tarafından tarım yapılan arazilerden 0-20 cm derinlikten Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde her yıl için 20 toprak örneği alınarak gerçekleştirilmiştir. Toprak örneklerinin alındığı lokasyonlar Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Toprak örneklerinin alındığı lokasyonlar  
Figure 1. Locations where soil samples are taken

Toprak tekstürü hidrometre yöntemiyle (Demiralay, 1993); toprak reaksiyonu (pH), 1:1 oranında hazırlanan toprak-su süspansiyonunda ve cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (Bayraklı, 1987). Elektriksel iletkenlik (EC), 1:1 oranında hazırlanan toprak-su süspansiyonunda elektriksel kondaktivite aleti ile (Richards, 1954); kireç (CaCO<sub>3</sub>) Scheibler kalsimetresiyle volümetrik (Kacar, 1994); organik madde Walkley-Black yaş yakma (Kacar, 1994); azot içeriği ise Kjeldahl yaş yakma yöntemine göre (Kacar, 1994) belirlenmiştir. Yarıyıllık P içeriği, mavi renk yöntemine göre (Olsen vd, 1954); değişebilir K ve Na, toprak örneğinin 1 N amonyum asetat (pH=7.0) çözeltisi ile ekstrakte edilmesiyle, Ca ve Mg 0.01 M EDTA ile titre edilerek (Sağlam, 1997); kation değişim kapasitesi, Bower yöntemine göre (U.S. Salinity Lab. Staff., 1954); alınabilir Fe, Cu, Mn ve Zn içerikleri (0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA, pH=7.3) ise Lindsay ve Norvell (1969) tarafından bildirildiği şekli ile belirlenmiştir. Tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) değeri, basınçlı tabla aletinde 1/3 atm (TK) ve 15 atm (SN) basınç altında toprak örneklerinin

hidrolik denge durumuna gelmesinden sonra, ağırlık esasına göre (Black, 1965); bitkiye yararışlı su miktarı (BYS), tarla kapasitesi ve solma noktası arasındaki farktan belirlenmiştir.

### İstatistikler Analizler

Toprak analizi sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler SPSS 17.0 paket programında hesaplanmıştır. Standart sapma ( $\sigma$ ), değişim veya varyasyon katsayısı (VK) sırasıyla aşağıdaki ifadelerle belirlenmiştir:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad 1$$

$$VK = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{\bar{X}}} \quad 2$$

(burada,  $X_i$  - ölçülen veya tahmin edilen değerler;  $\bar{X}$  - ölçülen veya tahmin edilen değerlerin ortalaması;  $n$  - ölçülen veya tahmin edilen değerlerin sayısıdır)

Genel olarak; standart sapmanın küçük olması ortalamadan sapmaların ve riskin az, büyük olması ise, ortalamadan sapmaların ve riskin çok olduğunun göstergesidir. Varyasyon veya değişim katsayıları karşılaştırıldığında, değişim katsayısı küçük olan verilerde dağılımın aritmetik ortalama etrafında daha yoğun dağıldığı anlaşılır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### Buğday Bitkisi Yetiştirilen Toprakların Fiziksel Özelliklerinin Dağılımı

Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların bazı fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'den görüldüğü gibi, buğday yetiştirilen toprakların kil miktarı %18.19-52.98 arasında değişmekte olup, ortalama değeri ise %31.01'dir. Standart sapma 9.26; varyasyon katsayısı %29.86; çarpıklık katsayısı ise 0.599 olarak saptanmıştır. Toprakların silt miktarı %26.21-57.02 arasında değişmekte, ortalama değeri %39.79'dur. Standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık katsayısı sırasıyla 8.28; 20.80; 0.257'dir. Toprakların kum miktarı %15.95-47.62 arasında değişirken ortalaması %29.19 olmuştur. İstatistiksel göstericiler sırasıyla 9.45; %32.37; 0.607 olarak bulunmuştur. Buğday yetiştirilen topraklarının bünyesi killi tın, killi, tınlı ve siltli tın olarak saptanmıştır. Toprakların minimum hacim ağırlığı  $1.09 \text{ g cm}^{-3}$ , maksimum hacim ağırlığı ise  $1.54 \text{ g cm}^{-3}$  olup, ortalama değer  $1.33 \text{ g cm}^{-3}$  olarak bulunmuştur. Standart sapması 0.14; varyasyon katsayısı %11.02; çarpıklık katsayısı ise -0.114'tür. Toprakların tarla kapasitesi değeri %17.18-40.93 arasında değişmekte, ortalama %29.18'dir. Standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık sırasıyla 6.92; %23.71; -0.011 olarak belirlenmiştir. Buğday topraklarında solma noktası %7.92-24.31 arasında değişmekte, ortalama %14.32, standart sapma 4.84, varyasyon katsayısı %33.79 ve çarpıklık katsayısı 0.496 olarak belirlenmiştir. Buğday topraklarında bitkiye yararışlı su miktarı %4.09-32.28 arasında değişmekte, ortalaması ise %14.85'dir. Standart sapma, varyasyon katsayısı, skewness katsayısı sırasıyla 5.46; %36.76; 0.787 olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi, tanımlayıcı istatistiksel göstericiler geçerlilik sınırları dahilinde olmaktadır.

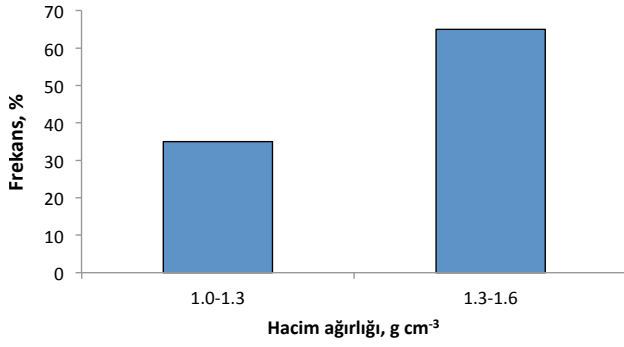
Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların, hacim ağırlığı, kil ve tarla kapasitesi değerlerine ait frekans dağılımları Şekil 2'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların bazı fiziksel özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler ( $n=40$ )

**Table 1.** Some descriptive statistics of some physical properties of soils grown in wheat plants ( $n=40$ )

Özellikler	Min.	Mak.	Ort.	$\sigma$	VK, %	Çarpıklık
Kil, %	18.19	52.98	31.01	9.26	29.86	0.599
Silt, %	26.21	57.02	39.79	8.28	20.80	0.257
Kum, %	15.95	47.62	29.19	9.45	32.37	0.607
Db, $\text{g cm}^{-3}$	1.09	1.54	1.33	0.13	9.77	-0.114
TK, %	17.18	40.93	29.18	6.92	23.71	-0.011
SN, %	7.92	24.31	14.32	4.84	33.79	0.496
BYS, %	4.09	32.28	14.85	5.46	36.76	0.787

Db: Hacim ağırlığı; TK: Tarla kapasitesi; SN: Solma noktası; BYS: Bitkiye yararışlı su;  $\sigma$ : Standart sapma; VK: Varyasyon katsayısı.

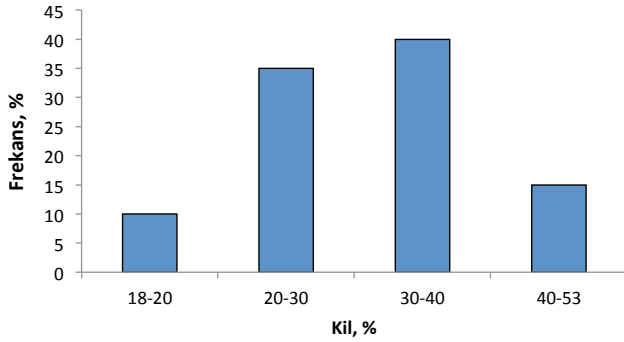


**Şekil 2.** Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların hacim ağırlığı dağılımı (n=40)

**Figure 2.** Volume weight distribution of soils grown in wheat plants (n=40)

Şekil 2'den görüldüğü gibi, buğday yetiştirilen toprakların hacim ağırlığı değerlerinin %35'i düşük (1.0-1.3 g cm<sup>-3</sup>) ve %65'i ise orta (1.3-1.6 g cm<sup>-3</sup>) olarak belirlenmiştir. Wilson vd (2013) yaptıkları çalışmada, Mollisol topraklarda toprak havalanmasının yetersiz olması nedeniyle, hacim ağırlığının 1.4 g cm<sup>-3</sup> değerinde, buğday bitkisinin büyümesinin sınırlandığını bildirmişlerdir.

Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların çoğunluğu killi tın bünyeye sahip olup, genel olarak topraklarda kil miktarı fazla olmamaktadır (Şekil 3).

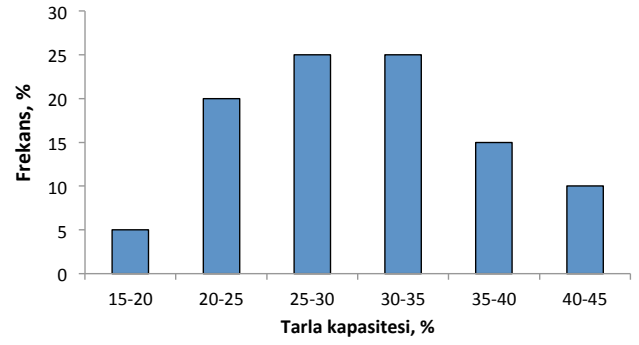


**Şekil 3.** Buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda kil miktarının dağılımı (n=40)

**Figure 3.** Distribution of the amount of clay in soils grown in wheat plants (n=40)

En düşük kil miktarı %18 ile %20, en yüksek kil miktarı ise %40 ile %53 arasında değişmekte olup, araştırma topraklarının sırasıyla %10 ve %15'ni oluşturmaktadır. Araştırmacılar (Çolakoğlu, 1985; Fageria vd., 1991; Başar, 2001) tarafından, kumlu-tın'dan killi-tın bünyeye değişen farklı topraklarda buğday bitkisinin yetiştirilebileceği bildirilmiştir.

Şekil 4'de görüldüğü gibi; buğday yetiştirilen toprakların %5'inde tarla kapasitesi %15 ile %20; %85'inde %20 ile %40; %10'unda ise %40 ile %45 arasında değişmektedir.



**Şekil 4.** Buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda tarla kapasitesi dağılımı (n=40)

**Figure 4.** Field capacity distribution in soils grown in wheat plants (n=40)

Genel olarak, killi tın ve killi topraklarda tarla kapasitesinin %44; tınlı ve siltli topraklarda ise %36 olduğu pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Campbell, 1985; Kauriçev, 1989, Brohi vd., 1997). Şeker ve Karakaplan (1999), Konya Ovası'nda toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesine ait bir çalışmada, toprakların tarla kapasitelerinin %14.91 ile %37.08 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

### Buğday Bitkisi Yetiştirilen Toprakların Kimyasal Özelliklerinin Dağılımı

Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların bazı kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'den görüldüğü gibi, buğday yetiştirilen topraklar nötr ve hafif alkali reaksiyona sahip olup, ortalama pH değeri 7.53'tür. Standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık sırasıyla 0.37; %4.91; -1.232 olarak saptanmıştır. Toprakların ortalama EC miktarı 0.48 dS m<sup>-1</sup> olup topraklar genellikle tuzsuz sınıfında yer almaktadır. Standart sapma 0.13; varyasyon katsayısı %27.08; çarpıklık katsayısı ise -1.304'tür. Buğday yetiştirilen topraklar kireç içeriği bakımından kireçsiz, orta kireçli ve kireçli arasında değişmekte olup, ortalama kireç miktarı %5.23'tür. İstatistiksel parametreler sırasıyla 3.91; %74.76 ve 0.445 olarak belirlenmiştir. Toprakların organik madde kapsamı çoğunlukla orta düzeyde olup, ortalama %2.40'dır. Standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık ölçütü sırasıyla 1.08; %45.00; 0.589 olarak saptanmıştır. Toprakların azot içeriği çoğunlukla düşük olup, ortalama azot miktarı %0.16'dır. Standart sapma 0.05; varyasyon katsayısı %31.25; çarpıklık katsayısı ise 0.625 olarak belirlenmiştir. Topraklar fosfor bakımından az, orta ve çok yüksek arasında değişmekte

**Çizelge 2.** Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların bazı kimyasal özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler (n=40)  
**Table 2.** Some descriptive statistics of some chemical properties of soils grown in wheat plants

Özellikler	Min.	Mak.	Ortalama	$\sigma$	VK, %	Çarpıklık
pH, (1:1)	6.57	7.97	7.53	0.37	4.91	-1.232
EC, dS m <sup>-1</sup> (1:1)	0.31	0.91	0.48	0.13	27.08	1.304
CaCO <sub>3</sub> , %	0.41	13.86	5.23	3.91	74.76	0.445
OM, %	0.60	4.73	2.40	1.08	45.00	0.589
N, %	0.07	0.27	0.16	0.05	31.25	0.623
P, ppm	1.67	119.45	22.97	33.34	145.14	2.122
K, cmol kg <sup>-1</sup>	0.21	2.77	0.69	0.61	88.40	2.316
Ca+Mg, cmol kg <sup>-1</sup>	17.99	62.38	32.88	10.67	32.45	0.944
Na, cmol kg <sup>-1</sup>	0.27	2.41	1.16	0.79	68.10	0.229
KDK, cmol kg <sup>-1</sup>	4.06	65.00	33.33	12.26	36.78	0.328
Fe, ppm	11.66	85.88	31.21	20.65	66.16	1.609
Mn, ppm	4.95	29.92	10.75	6.21	57.76	2.190
Cu, ppm	2.13	11.18	5.21	2.20	42.22	0.960
Zn, ppm	0.36	6.95	1.40	1.62	115.71	2.215

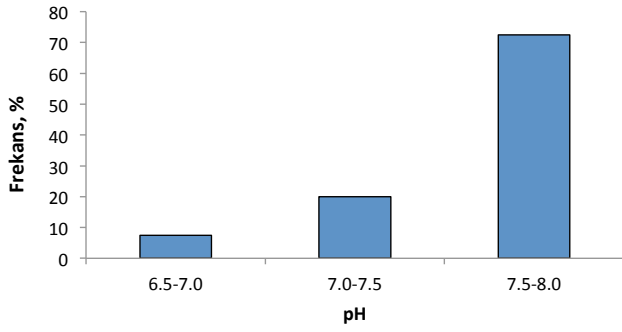
pH: Toprak reaksiyonu; EC: Elektriksel iletkenlik; CaCO<sub>3</sub>: Kireç; OM: Organik madde; N: Azot; P: Fosfor; K: Potasyum; Ca+Mg: Kalsiyum+Magnezyum; Na: Sodyum; KDK: Katyon değişim kapasitesi; Fe: Demir; Mn: Mangan; Cu: Bakır; Zn: Çinko.

olup, ortalama fosfor miktarı 22.97 ppm'dir. Standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık katsayısı sırasıyla 33.34; %145.14; 2.122 olarak bulunmuştur. Toprakların potasyum kapsamı çoğunlukla orta ve yüksek düzey arasında olup, ortalama potasyum miktarı 0.69 cmol kg<sup>-1</sup>'dir. İstatistiksel parametreler sırasıyla 0.61; %88.40; 2.316 olarak saptanmıştır. Topraklarda Ca+Mg miktarı 17.99-62.38 cmol kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama değer 32.88 cmol kg<sup>-1</sup>, istatistiksel göstergeler ise sırasıyla 10.67; %32.45; 0.944 olmuştur. Toprakların sodyum miktarı en düşük 0.27 cmol kg<sup>-1</sup>, en yüksek ise 2.41 cmol kg<sup>-1</sup>'dir. Ortalama sodyum miktarı 1.16 cmol kg<sup>-1</sup> olup, toprakların sodyum kapsamı çoğunlukla orta ve yüksek seviyede olmaktadır. Standart sapma 0.79; varyasyon katsayısı %68.10; çarpıklık katsayısı ise 0.229 olarak belirlenmiştir. Topraklardaki KDK seviyesi genellikle yüksek ve çok yüksek olup, ortalama KDK değeri 33.33 cmol kg<sup>-1</sup>'dir. Standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık katsayısı sırasıyla 12.26; %36.78; 0.328 olarak saptanmıştır. Toprakların demir kapsamı genellikle yüksek düzeyde olup, ortalama demir miktarı 31.21

ppm'dir. İstatistiksel parametreler sırasıyla 20.65; %66.16; 1.609 olarak bulunmuştur. Toprakların mangan kapsamı çoğunlukla düşük olup, ortalama mangan değeri 10.75 ppm'dir. Standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık katsayısı sırasıyla 6.21; %57.76; 2.190 olarak belirlenmiştir. Toprakların bakır kapsamı çok yüksek düzeyde olup, ortalama bakır miktarı 5.21 ppm'dir. Standart sapma 2.20; varyasyon katsayısı %42.22; çarpıklık katsayısı ise 0.960 bulunmuştur. Toprakların çinko kapsamı genellikle çok düşük olup, ortalama çinko miktarı 1.40 ppm'dir. İstatistiksel göstergeler sırasıyla 1.62; %115.71; 2.215 olarak belirlenmiştir. Genel olarak, istatistiksel göstergeler geçerlilik sınırları dahilinde olmaktadır. Çiftçi koşullarında bazı tarımsal işlemlerin (sulama, gübreleme, toprak işleme vb.) düzenli yapılmaması, arazinin röllyefi, iklim şartları bazı parametrelerin (CaCO<sub>3</sub>, P, K, Na, Fe, Zn) homojen dağılmasına, dolayısıyla istatistiksel göstergelerin güvenilirlik sınırları dışında olmasına neden olabilir.

Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların pH, EC, OM, N, P, K ve KDK miktarına ait frekans dağılımları Şekil 5-11'de gösterilmiştir.



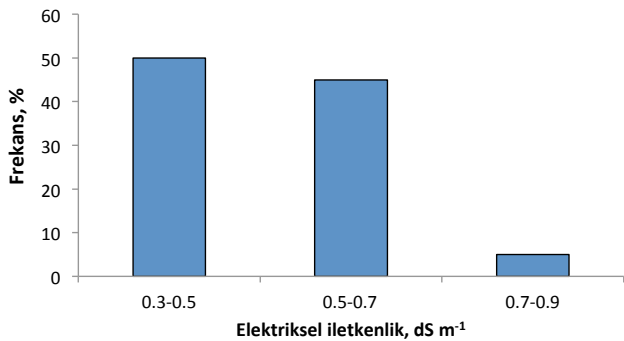


**Şekil 5.** Buğday bitkisi yetiştirilen toprakların pH değerlerinin dağılımı (n=40)

**Figure 5.** Distribution of pH values of soils grown in wheat plants (n=40)

Şekil 5'ten görüldüğü gibi, buğday bitkisi yetiştirilen araştırma topraklarının %7.5'i çok hafif asit, %20'si çok hafif alkalın, %72.5'i ise hafif alkalın reaksiyonludur. Ülgen ve Yurtsever (1988) tarafından yapılan bir araştırmada, Türkiye'nin sekiz bölgesinden alınan toplam 64.591 toprak örneğinde, saturasyon çamurunun pH dağılımı %0.9'u kuvvetli asit, %4.5'i orta derecede asit, %13.4'ü çok hafif asit, %76.5'i nötr ve hafif alkalın, %4.7'si ise orta ve kuvvetli alkalın olarak saptanmıştır.

Buğday bitkisi yetiştirilen araştırma topraklarının %50'si 0.3-0.5 dS m<sup>-1</sup> arasında, %45'i 0.5-0.7 dS m<sup>-1</sup> arasında ve %5'i 0.7-0.9 dS m<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Şekil 6).



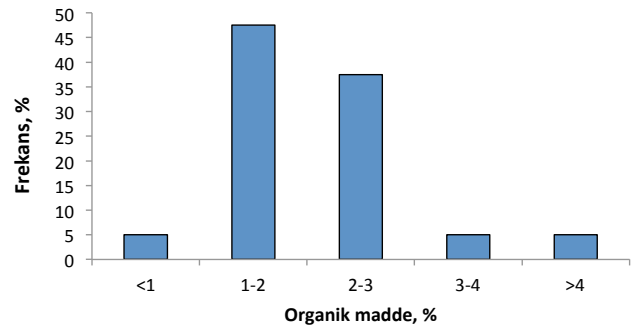
**Şekil 6.** Buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda elektriksel iletkenlik değerlerinin dağılımı (n=40)

**Figure 6.** Distribution of electrical conductivity values in soils grown in wheat plants (n=40)

Araştırma toprakları tuz miktarlarının dağılımından görüldüğü gibi topraklarda tuz problemi yoktur. İç (2015), Çarşamba Ovası sol sahil topraklarında yorgunluk parametrelerini araştırdığı bir çalışmada, alınan toprak örneklerinin EC değerlerinin 0.099 dS m<sup>-1</sup> ile 1.338 dS m<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiğini, ortalama EC değerinin 0.50 dS m<sup>-1</sup> ve toprakların tuzsuz

(<2 dS m<sup>-1</sup>) olduğunu bildirmiştir. Başar (2001) tarafından, Bursa ilinde buğday bitkisi yetiştirilen toprakların bazı verimlilik özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada, alınan 249 toprak örneğinin %98.40'nın tuzsuz, %1.60'nın ise hafif tuzlu olduğu bildirilmiştir.

Organik madde miktarı, buğday bitkisi yetiştirilen toprakların %5'inde çok az (<%1), %47.5'inde az (%1-2), %37.5'inde orta (%2-3), %5'inde iyi (%3-4) ve %5'inde ise yüksek (>%4) olarak belirlenmiştir (Şekil 7).

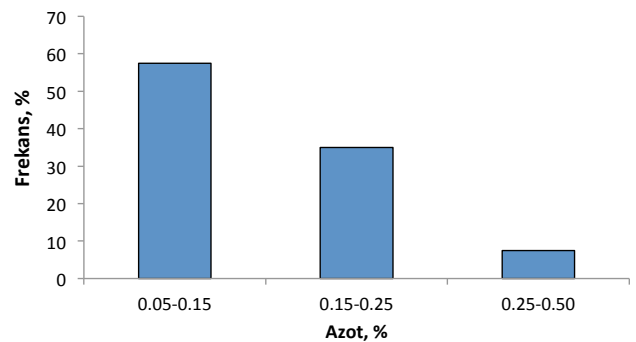


**Şekil 7.** Buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda organik madde miktarının dağılımı (n=40)

**Figure 7.** Distribution of amount of organic matter in soils grown in wheat plants (n=40)

Ülgen ve Yurtsever (1988), Türkiye'nin sekiz bölgesinden alınan toplam 63.613 toprak örneğinde, organik madde miktarlarını toprakların %19.2'sinde çok az, %49.8'inde az, %22.4'ünde orta, %5.6'sında iyi ve %3'ünde ise yüksek olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, Karadeniz Bölgesi topraklarında organik madde miktarının göreceli olarak en yüksek olduğunu saptamışlardır.

Şekil 8'den görüldüğü gibi, buğday bitkisi yetiştirilen araştırma topraklarının %57.5'inde azot miktarı düşük (%0.05-0.15), %35'inde orta (%0.15-0.25) ve %7.5'inde ise fazla (%0.25-0.50) seviyede olmaktadır.

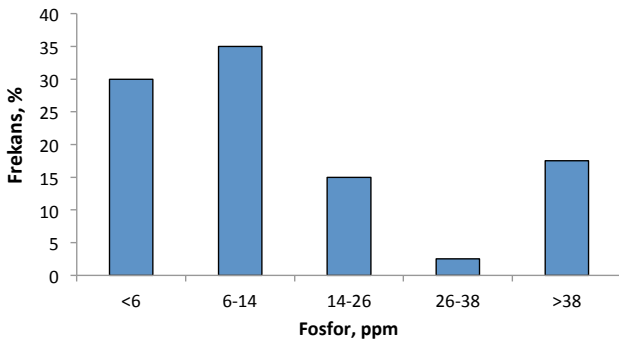


**Şekil 8.** Buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda azot miktarının dağılımı (n=40)

**Figure 8.** Distribution of nitrogen content in soils grown in wheat plants (n=40)

Ortalama azot kapsamı ise %0.16 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Van ili ve çevresinde buğday tarımı yapılan alanları temsil edecek şekilde toplam 52 toprak örneği alınarak yürütülen bir araştırma sonucuna göre; toprakların %11.5'inin azotça fakir, %36.5'inin orta, %46'sının iyi ve %6'sının ise azot bakımından zengin durumda olduğu saptanmıştır (Çimrin ve Boysan, 2006).

Buğday bitkisi yetiştirilen araştırma alanında az (<6 ppm), orta (6-14 ppm), iyi (14-26 ppm), yüksek (26-38 ppm) ve çok yüksek (>38 ppm) fosfor miktarları, araştırma alanının sırasıyla %30; %35; %15; %2.5 ve %17.5 kısmını oluşturmaktadır (Şekil 9).



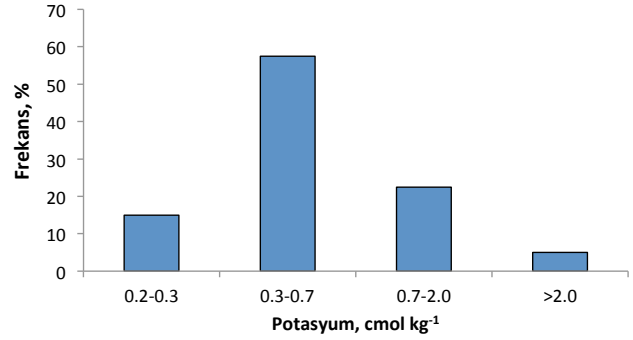
**Şekil 9.** Buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda fosfor miktarının dağılımı (n=40)

**Figure 9.** Distribution of the amount of phosphorus in soils grown in wheat plants (n=40)

Görüldüğü gibi, araştırma toprakları fosfor kapsamı bakımından zengin değildir. Bursa ilinde buğday bitkisi yetiştirilen arazinin verimlilik durumunu tespit etmek için yapılan bir çalışmada, toprakların %8.03'ünde çok düşük, %59.04'ünde orta, %32.93'ünde ise yüksek miktarda fosfor olduğu bildirilmiştir (Başar, 2001).

Şekil 10'da görüldüğü gibi, buğday bitkisi yetiştirilen araştırma topraklarının %15'inde potasyum miktarı düşük (0.2-0.3 cmol kg<sup>-1</sup>), %57.5'inde orta (0.3-0.7 cmol kg<sup>-1</sup>), %22.5'inde yüksek (0.7-2.0 cmol kg<sup>-1</sup>), %5'inde ise çok yüksek (>2 cmol kg<sup>-1</sup>) olmaktadır.

Ortalama potasyum miktarı 0.69 cmol kg<sup>-1</sup> olup (Çizelge 2), genel olarak araştırma topraklarında potasyum kapsamı orta düzeydedir. Tümsavaş (2002), tarafından yapılan bir çalışmada, kolüvyal grubu toprakların değişebilir potasyum içeriklerinin 0.20 ile 0.88 cmol kg<sup>-1</sup> arasında

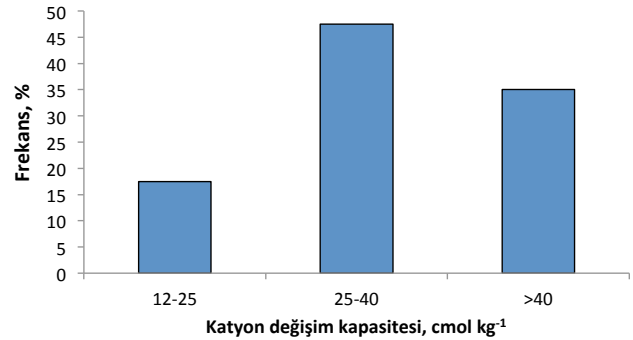


**Şekil 10.** Buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda potasyum miktarının dağılımı (n=40)

**Figure 10.** Distribution of the amount of potassium in soils grown in wheat plants (n=40)

değiştirdiği, toprakların % 64'nün iyi, yüksek ve çok yüksek; % 8'nin orta; %28'nin ise düşük ve çok düşük düzeyde K içerdiği ve toprakların genellikle değişebilir potasyum içeriği bakımından iyi durumda olduğu belirtilmiştir.

Buğday bitkisi yetiştirilen araştırma topraklarında ortalama KDK değeri 33.33 cmol kg<sup>-1</sup>'dir (Çizelge 2). Orta (12-25 cmol kg<sup>-1</sup>), yüksek (25-40 cmol kg<sup>-1</sup>), çok yüksek (>40 cmol kg<sup>-1</sup>) düzeyde KDK miktarları, deneme alanının sırasıyla %17.5; %47.5 ve %35.0'ni oluşturmaktadır (Şekil 11).



**Şekil 11.** Buğday bitkisi yetiştirilen topraklarda katyon değişim kapasitesi değeri dağılımı (n=40)

**Figure 11.** Cation exchange capacity value distribution in soils grown in wheat plants (n=40)

Genel olarak, araştırma topraklarında KDK miktarı yüksek olmakta, toprak katmanlarının fiziksel-kimyasal bakımdan heterojenliğine önemli düzeyde etki yaptığı düşünülmektedir (Aydarov, 1985). Taban vd (1997), Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada, araştırma topraklarının katyon değişim kapasitesinin 21.30 cmol kg<sup>-1</sup> ile 61.87 cmol kg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiğini ve toprakların %90'ında katyon



değişim kapasitesinin 25 cmol kg<sup>-1</sup>'dan yüksek, %10'unda ise 20-25 cmol kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu bildirmişlerdir.

## SONUÇLAR

Çarşamba Ovası'nın buğday bitkisi altındaki tarım topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş; bu özelliklerin frekans dağılımları analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; buğday bitkisi yetiştirilen tarım arazileri topraklarının çoğunluğu killi tınlı bünyeye sahiptir. Toprakların hacim ağırlığı değerlerinin %65'i orta olarak belirlenmiştir. Buğday yetiştirilen toprakların %85'inde tarla kapasitesi %20 ile %40 arasında değişmektedir. Topraklarda solma noktası ve bitkiye yarayışlı su miktarı ortalama sırasıyla %14.2; %14.32 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla toprakların bünyesi, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi gibi fiziksel özellikleri topraklardan yüksek verim elde edilmesini sınırlandıran faktörler olmamaktadır.

Buğday bitkisi yetiştirilen tarım arazileri topraklarının %72.5'inin hafif alkali reaksiyonlu olup, topraklarda tuzluluk problemi olmaması araştırma topraklarının pek çok kültür bitkisinin yetiştirilmesi için uygun koşullara sahip olduğunu göstermektedir. Toprakların büyük bir kısmı kireçsiz ve orta kireçli sınıfına girmekte, %52.5'i çok az ve az, %42.5'i ise orta ve iyi düzeyde organik madde içermektedir. Araştırma topraklarının azot miktarı düşük ve orta düzeyde belirlenmiştir. Topraklarının çok büyük kısmı fosfor bakımından zengin olmadığından fosforlu gübrelemeye ihtiyaç gerekmektedir. Ova topraklarının potasyum kapsamı orta düzeydedir. Toprakların katyon değişim kapasitesi genellikle yüksek ve çok yüksektir. Araştırma topraklarının %62.5'inde demir orta, %100'ünde bakır çok yüksek, %100'ünde mangan çok düşük ve düşük, %80'inde çinko çok düşük düzeyde saptanmıştır.

## TEŞEKKÜR

Doktora tezinin bir kısmı olan bu araştırmanın yürütülmesine yapmış olduğu orijinal katkılarından dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Coşkun GÜLSER'e teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

Anonim (1984). Samsun İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyacı Raporu. Yayın No:23, Genel Yayın No:760, Ankara.

Anonim (2012). Samsun İli Tarım Master Planı. T.C. Samsun İl Özel İdaresi.

Anonymous (2016). International Grains Council (IGC), 2016. <https://www.igc.org.uk>

Anonim (2016). Türkiye İstatistik Kurumu Temel İstatistikler. <http://www.tuik.gov.tr>

Aydarov İP (1985). Regulirovaniye bodno-solevogo i pitatel'nogo rejimov oroşayemih zemel, Press "Agropromizdat", 304, Moskova.

Başar H (2001). Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2): 69-83.

Bayraklı F (1987). Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, No:17, Samsun.

Black C A (1965). Methods of soil analysis Part I-Physical and Mineralogical Methods, Soil Science Society of America, No: 9, USA.

Brohi AR, Aydeniz A, Karaman MR (1997). Toprak verimliliği (Genişletilmiş 2. Baskı). Türk Hava Kurumu Basımevi, 298, Ankara.

Campbell P (1985). Soil physics whit basic. Elsevier Press, Amsterdam.

Cantero-Martinez C, Angas P, Lampurlanes J (2007). Long-term yield and water use efficiency under various tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. Annals of Applied Biology 150: 293-305.

Çimrin KM, Boysan S (2006). Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 16(2): 105-111.

Çolakoğlu H (1985). Gübre ve Gübreleme. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Teksir no:17, Bornova, İzmir.

Demiralay İ (1993). Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:143, Erzurum.

Dengiz O, Ekberli İ (2017). Bazı vertisol alt grup topraklarının fizikokimyasal ve ısıl özelliklerinin incelenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 6(1): 45-52.

Dengiz O, Göl C, Ekberli İ, Özdemir N (2009). Farklı Alüvial Teras Şekilleri Üzerinde Oluşmuş Toprakların Dağılımı ve Özelliklerinin Belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 24(3): 184-193.

Dengiz O, Gülser C (2014). Farklı Fluvial Depozitler Üzerinde Oluşmuş Toprakların Dağılım Alanlarının Belirlenmesi ve Sınıflaması, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1(1): 9-17.

Ekberli İ, Dengiz O (2016). Bazı Inceptisol ve Entisol Alt Grup Topraklarının Fizikokimyasal Özellikleriyle Isıl Yayınım Katsayısı Arasındaki Regresyon İlişkilerinin Belirlenmesi. Toprak Su Dergisi, 5(2): 1-10.

Ekberli İ, Horuz A, Korkmaz A (2005). İklim faktörleri ve farklı azot dozlarının mısır bitkisinde verim ve azot kapsamına etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 12-17.

Ekberli İ, Kerimova E (2005). Azerbaycan'ın Şirvan Bölgesinde Sulanan Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel-Kimyasal Parametrelerinin Değişimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 54-59.

Ekberli İ, Kerimova E (2008). Functional Relationships Between Fertility and Some Soil Parameters. *Asian Journal of Chemistry*, 20(3): 2320-2326.

Ekberli İ, Dengiz O (2017). Bazalt ana materyali ve farklı topografik pozisyon üzerinde oluşmuş toprakların bazı topografik özellikler ve fiziksel-kimyasal özellikleri arasındaki doğrusal regresyon modellerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 6(1): 15-27.

Fageria NK, Baligar VC, Jones CA (1991). *Growth And Mineral Nutrition Of Field Crops*. Marcel Dekker Incorporated, 586, Newyork, USA.

Gülser C, Demir Z, İç S (2010). Changes in some soil properties at different incubation periods after tobacco waste application. *Journal of Environmental Biology*, 31(5): 671-674.

Gülser C, Ekberli İ, Candemir F, Demir Z (2016). Spatial variability of soil physical properties in a cultivated field. *Eurasian Journal Soil Science*, 5(3): 192-200.

Gürsoy S, Sessiz A, Malhi SS (2010). Short-term effects of tillage and residue management following cotton on grain yield and quality of wheat. *Field Crops Research*, 119: 260-268.

Heuscher SA, Brandt CC, Jardine PM (2005). Using soil physical and chemical properties to estimate bulk density. *Soil Science Society of America Journal*, 69(1): 51-56.

Hossain M F, Chen W, Zhang Yu (2015). Bulk density of mineral and organic soils in the Canada's arctic and sub-arctic. *Information Processing In Agriculture*, 2: 183-190.

İç S (2015). Çarşamba Ovası Sol Sahil Topraklarında Yorgunluk Parametrelerinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak ve Bitki Besleme Anabilim Dalı*, 172, Samsun.

Jackson M.C (1962). *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall. Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Kacar B (1994). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III, Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Ankara.

Kauriçev İS, Panov NP, Rozov NN, Stratonoviç MV, Fokin AD (1989). *Pocvovedeniye*. Press BO "Agropromizdat", Moskova.

Katkat A V, Çelik N, Yürür N, Kaplan M (1987). Ekmeklik Cumhuriyet-75 Buğday Çeşidinin Azotlu Ve Fosforlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi. *Türkiye Tahıl Sempozyumu*, 6-9 Ekim, Bursa.

Kendal E, Tekdal S, Aktaş H, Altıkat A, Karaman M, Baran İ (2011). Diyarbakır Ekolojik Koşullarına Uygun Yabancı Yazlık Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Tarım Kongresi*, Cilt 1- sayfa:242-245, 12- 25 Ekim, Bursa.

Kettlewell PS, Griffiths MW, Hocking TJ, Wallington DJ (1998). Dependence of wheat dough extensibility on flour

sulphur and nitrogen concentrations and the influence of foliar applied sulphur and nitrogen fertilisers. *Journal of Cereal Science*, 28: 15-23.

Kün E (1996). *Tahıllar-I Serin İklim Tahılları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:1451, Ankara.

Lindsay L, Norvell WA (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Proceeding* 42: 421-428.

Machado S, Petrie S, Rhinhart K, Qu A (2007). Long-term continuous cropping in the Pacific Northwest: tillage and fertilizer effects on winter wheat, spring wheat, and spring barley production. *Soil and Tillage Research* 94, 473-481.

Martin MA, Reyes M, Taguas FJ (2017). Estimating soil bulk density with information metrics of soil texture. *Geoderma*, 287: 66-70.

Martínez E, Fuentes JP, Silva P, Valle S, Aceved E (2008). Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. *Soil and Tillage Research*, 99(2): 232-244.

Olsen SR, Cole V, Watanabe FS, Dean LA (1954). Estimation of Available Phosphorous in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. *USDA Circular*, 9398: 1-19.

Özdemir Ö, Gülser C, Ekberli İ, Kop ÖT (2014). Asit toprakta düzenleyici uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve verime etkileri. / *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2(1): 27- 32.

Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, Bayraklı B, Kesim E, Ural Ö, Yıldız H, Ünal E (2016). Orta ve Doğu Karadeniz bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 31(1): 136-148.

Parlak M, Fidan A, Kızılıç İ, Koparan H (2008). Eceabat ilçesi (Çanakkale) tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(4): 394-400.

Richards LA (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. United States Department of Agriculture. Handbook, 60: 105-106.

Sağlam MT (1997). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. *Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 189.

Smith GP, Googing MJ (1999). Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agricultural and Forest Meteorology*, 94(1): 86-93.

Şeker C, Karakaplan S (1999). Konya ovasında toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkiler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 183-190.

Taban S, Alpaslan M, Hashemi AG, Eken D (1997). Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3): 457-466.

Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S (2010). Bursa ili alüvyial tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1): 115-130.

Tümsavaş Z (2002). Bursa ili kolüvyal büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumunun belirlenmesi. Anadolu, Journal of Aegean Agricultural Research Institute, 12(1): 131-144.

Tümsavaş Z, Aksoy E (2009). Kahverengi orman büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(1): 93-104.

United States Salinity Laboratory Staff (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agriculture. Handbook No:60, USDA.

Ülgen N, Yurtsever N (1988). Türkiye Gübre Ve Gübreleme Rehberi (3. Baskı). Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları No. 151, 182, Teknik Yayınlar No: T-59, Ankara.

Wilson MG, Sasal MC, Caviglia OP (2013). Critical bulk density for a Mollisol and a Vertisol using least limiting water range: Effect on early wheat growth. Geoderma, 192: 354-361.

Xu ZZ, YU ZW, Wang D, Zhang YL (2005). Nitrogen Accumulation and Translocation for Winter Wheat under Different Irrigation Regimes. J. Agronomy&Crop Science 191, 439-449.

Zengin M, Şeker C (2003). Buğday bitkisinin besin elementi kapsamı ile toprak özellikleri arasındaki regresyon ilişkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(31): 31-35.

# Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Patlıcan Bitkilerinde Klorofil, Yaprak Su Potansiyeli ve Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Aşılı Bitki Kullanımının Etkisi

Manar Talhouni<sup>1</sup>Şebnem Kuşvuran<sup>2</sup>Sevinç Kiran<sup>3,\*</sup>Ş. Şebnem Ellialtıoğlu<sup>4</sup><sup>1</sup>National Center for Agricultural Research and Extension, Amman<sup>2</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Çankırı<sup>3</sup>Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara<sup>4</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

\*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): sevinckiran@tgae.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 13.12.2018

Kabul tarihi (Accepted): 04.03.2019

DOI : 10.21657/topraksu.544665

## Öz

Tuzluluğa bağlı verim ve kalite kaybı diğer sebzelerde olduğu gibi patlıcan için de önemli bir sorundur. Patlıcan (*Solanum melongena* L.), tuza karşı orta derecede hassas bir bitkidir. Tuzluluk stresinin neden olduğu, verim kaybını ortadan kaldırmak veya azaltmak için kullanılan önemli yöntemlerden biri aşılımadır. Araştırmada Vista, AGR703 (*S. aethiopicum*), Köksal F<sub>1</sub>, Yula F<sub>1</sub>, Vista (*S. incanum* x *S. melongena* hybrids) ve Hawk (*S. torvum*) ile tuza ve kurağa tolerant olduğu bilinen Mardin ve Burdur ıslah hatları (*S. melongena* L.) anaç olarak; tuza hassas Artvin yerel genotipi ile Naomi F<sub>1</sub> çeşidi kalem olarak kullanılmıştır. Kalem olarak kullanılan çeşitler ile aşısız, kendi üzerine ve anaçlar üzerine aşılı olarak 18 anaç/kalem kombinasyonu oluşturulmuştur. Bitkilerin yetiştirilmesinde damla sulama yöntemi kullanılarak, EC 1.8-2.0 dSm<sup>-1</sup> ve pH 5-6 özelliğindeki su ile (kontrol suyu) sulanma yapılmıştır. Bitkiler çiçeklenme ve meyve tutumu aşamasına geldiğinde 3 bin litrelik PE (polietilen) depo içine 8.76 kg NaCl (90 mM) ilave edilmiş (EC 6-7 dSm<sup>-1</sup>) ve bu depodan stres grubu bitkilere bir gün tuzlu su, bir gün kontrol suyu verilmiştir. Araştırma sonucunda; klorofil içeriği, toplam verim, ortalama meyve ağırlığı, meyve suyu pH değeri, toplam suda çözünebilir madde miktarı, titre edilebilir asit miktarı ve meyvelerde renk ölçümü değerleri bakımından uygulama çeşit interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bununla birlikte ortalama meyve çapı değerleri bakımından kombinasyon ve uygulamalar arası, yaprak su potansiyeli değerleri bakımından uygulamalar arası farklılık önemli bulunmuştur. Kalem olarak kullanılan Naomi F<sub>1</sub> ticari çeşidi, Artvin yerel genotipine göre daha iyi sonuçlar verdiği, anaç olarak kullanılan ticari çeşitler içinde Köksal F<sub>1</sub> ve Vista F<sub>1</sub> çeşitlerinin öne çıktığı belirlenmiştir. Sonuç olarak anaç olarak kullanılan Burdur ıslah hattının anaç ıslahında kullanılabilecek bir genotip olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Patlıcan, stres, aşı, anaç

## Effects of Grafting on Eggplants Grown under Salinity Stress in Terms of Chlorophyll Content, Leaf Water Potential and Some Fruit Characteristics

### Abstract

Eggplant (*Solanum melongena* L.); the third most important vegetable crop after potato and tomato; is relatively salt sensitive. Grafting over tolerant rootstocks proved to be an effective tool, among others, to alleviate negative effects of salinity upon vegetable crops by increasing plants tolerance against salinity. In this study, different rootstock/scion eggplant combinations were obtained as follow; Five

commercial rootstocks (AGR 703 (*S. aethiopicum*), Vista, Köksal F<sub>1</sub>, Yula F<sub>1</sub> (*S. incanum* x *S. melongena* hybrids) and Hawk (*S. torvum*)), in addition to two Turkish genotypes Burdur and Mardin (*S. melongena* L.) were used as the rootstocks. For scion two cultivars were used (Artvin and Naomi F<sub>1</sub>). Self-grafted and non-grafted seedlings were used as control. In total 18 combinations were obtained. Grafted plants were grown under two salinity treatments 1.8-2 dSm<sup>-1</sup> (control) and 5-6 dSm<sup>-1</sup> (stress) in pots under greenhouse conditions. Salinity treatment started when plants were at the flowering stage by adding NaCl to the nutrition solution applied through drip irrigation system. NaCl was used as the salinity source by adding 8.76 Kg NaCl (90 mM) to 3000 lit irrigation tank designated to plants group under stress. Plants in the stress treatment were irrigated with saline water every other day. Total yield, average fruit weight, leaf chlorophyll content, fruit total soluble solids (TSS) and titratable acidity (TA), fruit weight and diameter, fruit color and pH parameters were tested and the genotype x treatment interaction was found to be significant. Salinity had negative effects on the parameters measured. In terms of average fruit diameter values, significant differences were found between treatment (salinity) and grafting combinations, in addition the difference between the treatments in terms of leaf water potential values was found to be significant. Naomi F<sub>1</sub> genotype was found superior compared to Artvin genotype as a scion, while between rootstocks Köksal F<sub>1</sub> and Vista F<sub>1</sub> genotypes were found significantly superior among the other commercial genotypes used.

**Key word:** Eggplant, stress, grafting, rootstock

## GİRİŞ

Patlıcan, dünyada 1.871 milyon hektar alanda 50.193 milyon ton, Türkiye’de yaklaşık 27 bin hektar alanda 827 bin ton olarak üretilen, Solanaceae familyasına ait, ticari değere sahip olduğu kadar içerdiği vitaminler, antioksidanlar, mineral maddeler ile sağlık yönünden de değerli bir sebzedir (TUIK 2017). Tropik ve subtropik ekolojilerde ve Akdeniz havzasında bolca yetiştirilen bir sebze türüdür. Hindistan’ın da içinde yer aldığı Hint Yarımadası kökenli bir tür olarak bilinen patlıcanın; Çin, Hindistan veya Tayland’da kültüre alındığı tahmin edilmektedir. Anadolu’ya İpek Yolu ile yapılan ticaret sayesinde geldiği tahmin edilmekte olup geçmişten günümüze hem sebze hem de tıbbi bitki olarak kullanılmıştır (Daunay ve Janick, 2007; Boyacı 2008). Türkiye’deki patlıcan üretiminin yaklaşık %20’si örtü altında yapılmaktadır. Taze olarak tüketildiği gibi kurutularak, közlenerek, ve dondurularak muhafaza edilmektedir (Çürük vd., 2010; Tümbilen vd., 2011).

Sebze tarımının yoğun olarak yapıldığı alanlarda verim ve kalite kaybına yol açan en önemli faktörlerden biri toprak tuzluluğudur. Abiyotik stres faktörlerinden olan tuzluluğa tolerant çeşit ıslahındaki başarı her zaman istenilen düzeyde olamamaktadır. Abiyotik streslere tolerans amaçlandığında ıslah süresi uzun ve zorlayıcıdır. Ayrıca kalıtımın çok genli, kantitatif bir özellik olması sebebiyle hedefe kolayca ulaşmak her

zaman mümkün değildir. Anaç kullanımı ve aşıllı bitki ile yapılan yetiştiricilik, alternatif bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Anaç üzerine aşılanmış fidelerin kullanıldığı sebze yetiştiriciliği birçok türde biyotik ve abiyotik stres faktörleri ile başa çıkmada etkin bir yol olarak düşünülmektedir.

Tuzluluk, özellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde bitki gelişimini ve ürün verimini etkileyen en yaygın çevresel tehditlerden bir tanesidir (Turhan vd., 2009; Colla vd., 2010). Tuzluluk örtü altı yetiştiricilik alanlarında, açıkta yetiştiricilikten çok daha etkin olmaktadır. Topraksız sistemlerde dahi düşük kaliteli su kullanımı tuzluluk açısından sorunlara neden olmaktadır (Oztekin, 2011). Aşılama, sebze yetiştiriciliğinde ilk olarak abiyotik stres koşullarına karşı kullanılmıştır (Eisavd., 2012). Aşıllı bitkiler, güçlü kök yapıları sayesinde tuz stresine karşı dayanıklılık göstermektedir (Fernandez-Garcia vd., 2003; Estan vd., 2005). Kalem ya da çeşit, meyve verim ve kalitesinden sorumlu etken iken anaç, kök sisteminde avantajlar sağlamakta, bununla birlikte ürün üzerinde etkilere sahip olabilmektedir. Bu yüzden anaç-kalem kombinasyonları, iklim ve yer özellikleri dikkate alınarak doğru tespit edilmelidir. Sebze aşılamada kullanılan anaçların büyük çoğunluğu aynı türün yabancı formları olup, bu yabancı formlar arasında tür içi veya türler arası melezlemeler ile elde edilmiş hibrit anaçlar güçlü yapılarından dolayı fayda sağlamaktadır (Savvas vd., 2010; King vd., 2010).

Patlıcanda aşılı bitki kullanımının ve anaç/kalem kombinasyonlarının tuz stresine toleransı artırma üzerindeki etkilerinin incelendiği bu araştırmada; patlıcanda ticari olarak kullanılan ve yabancı tür kökenli anaçlar ile tuza toleranslı yerel patlıcan genotipleri üzerine yapılan aşılamanın, tuz stresi altında yetiştirilen tuza hassas bir yerel genotip ve ticari bir F1 patlıcan çeşidinin tuzdan etkilenme durumunu ortaya koymak amaçlanmıştır. Burada sunulan sonuçlar, farklı anaç/kalem kombinasyonlarında tuz uygulamalarının klorofil, yaprak su potansiyeli ve bazı meyve özelliklerine olan etkilerini kapsamaktadır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2014 yılında Antalya'da plastik örtülü araştırma serasında yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan bitkisel materyal olarak Vista (*S. melongena*), AGR703 (*S. torvum*), Köksal F1 (*S. aeriticum* x *S. melongena*), Yula F<sub>1</sub> (*S. incanum* x *S. melongena* hibritleri), Hawk (*S. torvum*) ticari patlıcan anaçları ile tuza ve kurağa tolerant olduğu bilinen (Yaşar, 2003), Mardin ve Burdur ıslah hatları (anaç olarak) ve tuza hassas Artvin yerel genotipi ile Naomi F<sub>1</sub> ticari çeşidi (kalem olarak) kullanılmıştır. Naomi F<sub>1</sub> ve Artvin genotiplerinin anaçlarla ayrı ayrı aşılama ile oluşturulan 14 kombinasyona ilaveten tek başına aşılama işleminin tuz toleransına etkisini belirlemek için kendi üzerine aşılı 2 kombinasyon daha elde edilmiştir. Ayrıca anaç etkisini belirlemek amacıyla kalemler aşısız olarak da çalışmaya dahil edildiğinde toplam 18 farklı kombinasyon ortaya çıkmıştır. Aşılı ve aşısız tüm patlıcan fideleri, 1:1 oranında perlit: vermikulit içeren 8 L'lik saksılara dikilmiştir. Oluşturulan kombinasyonlar kontrol ve tuz uygulaması olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre iki gruba ayrılmış, üç tekerrürlü, her tekerrürde 3 bitki, sıra arası 80 cm ve sıra üzeri 60 cm olacak şekilde rastgele yerleştirilmiştir. Her iki grup, dikimden itibaren 40 gün boyunca Hoagland besin çözeltisi (KNO<sub>3</sub>: 1020 ppm, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>: 492 ppm, NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>: 230 ppm, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O: 420 ppm, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>: 2.86 ppm, MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O: 1.81 ppm, H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O : 0.09 ppm, FeSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O: 0.07 ppm, (CHOH)<sub>2</sub>(COOH)<sub>2</sub> : 0.02 ppm) ile sulanmış olup bitkilerin tek gövde üzerinde normal olarak dallanmasına izin verilmiştir. Damla sulama yönteminde kullanılan su, yeraltı su kuyusundan elde edilmiştir ve bu suya ait özellikler EC 1.8-2.0 dS m<sup>-1</sup>; pH 5-6'dır. Bitkiler çiçeklenme ve meyve tutumu aşamasına geldiğinde 3 bin litrelik PE

su deposu içine 8.76 kg NaCl (90 mM; EC 6-7 dS m<sup>-1</sup>) ilave edilmiş ve bu depodan stres grubu bitkilere bir gün tuzlu su bir gün kontrol suyu verilmiştir. Aşırı tuz birikimini önlemek amacıyla saksı altlarından serbest drenaj uygulanmıştır. Saksı altlıklarında toplanan sular, ortamdaki EC dozunu sabit tutmak amacıyla EC metre yardımıyla her sulama sonrası ölçülmüştür. İlk hasat yapıldığında (tuzlu sulama uygulamasından 40 gün sonra), içeriği zenginleştirilmiş olan ikinci besin çözeltisi kullanılmaya başlanmıştır. Besin çözeltilerinin belirlenmesinde Libia vd. (2012), Aktas vd. (2013) ile Genta Tarım A.Ş. yetiştiricilik uygulamalarından yararlanılmıştır (Karaçalı, 1993; Altunlu, 2011).

## Ölçüm ve Analizler:

**Klorofil içeriği:** İkinci meyve hasadının yapıldığı dönemde bitkinin büyüme ucundan geriye doğru alınan üçüncü yapraktan hazırlanan 200 mg örnek, %80'lik asetonda homojenize edilmiştir. Filtrasyondan sonra aseton ile 10 ml'ye tamamlanan örneklerde spektrofotometrede (Analytic jenan 40) 652 nm'de ölçüm yapılmıştır.

Klorofil miktarı= ABS değeri x 2.78 x Hacim (10 ml) / Taze Ağırlık x 1000 formülü ile hesaplanmıştır.

**Yaprak su potansiyeli:** Bitkilerden alınan yaprak örneklerinde Model 1000 PMS Instrument Com. cihazı ile ölçümler yapılarak, yaprak su potansiyelleri belirlenmiştir.

**Bitki başına toplam verim (kg/bitki):** Her uygulama konusuna ait bitkilerde ilk hasattan son hasat tarihine kadar olan süre içerisinde toplanan meyveler tartılarak toplam değeri bulunmuş ve bu değer bitki sayısına bölünmüştür.

**Ortalama meyve ağırlığı (g):** Her bir uygulama konusundan hasat edilen tüm meyvelerin ağırlıkları meyve sayısına bölünerek hesaplanmıştır ve g olarak ifade edilmiştir.

**Ortalama meyve çapı (mm):** Uygulamalara ait bitki örneklerinden hasat edilen tüm meyvelerin orta noktalarından dijital kumpas ile çapları ölçülmüştür ve mm olarak ifade edilmiştir.

Meyve kalitesini belirlemek amacıyla, bitki üzerinde 2. salkımda oluşan meyveler antezis döneminden itibaren 4 haftalık olduklarında hasat edilerek analizler yapılmıştır. Meyve örnekleri blender ile parçalanmış ve elde edilen meyve püreleri filtre kağıdından geçirilerek süzümüştür (Altunlu, 2011). Buna göre;



**Meyve suyu pH değeri:** Süzüğe batırılan el tipi WTW pH metre probu ile yapılan ölçümler sonucunda elde edilmiştir.

**Toplam suda çözünebilir madde miktarı (TSÇKM) (%):** Süzükten alınan birkaç damla örnek dijital el refraktometresi ile okunmuş ve sonuçlar % olarak verilmiştir.

**Titre edilebilir asit (TA) miktarı (mval/100 ml):** Süzükten alınan 5 ml örneğe 10 ml saf su konmuş, 0.1 N NaOH çözeltisi ile 8.01 pH değeri elde edilinceye kadar titrasyon yapılmıştır. Titre edilebilir asit değeri, harcanan NaOH miktarı üzerinden formülle hesaplanmıştır (Karaçalı, 1993; Altunlu, 2011).

**Meyvelerde renk ölçümü:** Meyve dış rengi belirleme çalışmalarında Konika Minolta CR 200 renkölçer cihazından faydalanılmıştır. Minolta cihazı ile yapılan ölçümlerde Sönmez (2014) tarafından açıklanan yöntem ve formülasyon kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** Tuz uygulamasından 60 gün sonra klorofil miktarı ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  TA) ve yaprak su potansiyeli (-bar) değerleri  
**Table 1.** Chlorophyll content ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  FW) and leaf water potential (-bar) values 60 days later after salt treatment

Kombinasyonlar	Klorofil ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ )		Yaprak Su Potansiyeli (-bar)	
	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz
Köksal/Artvin	52.47±1.90 h	44.47±0.03 k	13.43±0.81 a	17.54±3.62 a
AGR703/Artvin	49.82±0.07 g	44.42±0.03 k	13.04±1.30 a	17.08±3.93 a
Vista/Artvin	48.55±0.13 d-g	43.62±0.07 hi	12.45±2.91 a	16.46±1.47 a
Yula/Artvin	47.43±0.08 a-d	41.85±0.17 ef	13.65±1.16 a	17.59±2.01 a
Burdur/Artvin	49.01±0.01 e-g	44.16±0.06 jk	13.43±1.59 a	17.18±2.91 a
Mardin/Artvin	48.19±0.04 c-f	43.30±0.08 h	12.67±1.98 a	16.76±1.44 a
Hawk/Artvin	48.37±0.06 c-f	43.48±0.04 hi	12.54±2.94 a	16.69±2.08 a
Artvin/Artvin	47.12±0.08 a-c	41.14±0.36 d	12.55±2.72 a	18.30±3.00 a
Artvin	46.68±0.03 ab	40.08±0.33 b	13.04±3.52 a	19.68±2.56 a
Köksal/Naomi	49.48±0.20 fg	44.35±0.05 k	12.76±2.02 a	16.68±2.63 a
AGR703/Naomi	48.85±0.05 e-g	43.70±0.00 hi	12.88±0.95 a	16.67±1.09 a
Vista/Naomi	48.10±0.00 c-f	42.84±0.14 g	13.35±2.40 a	17.18±1.90 a
Yula/Naomi	47.68±0.08 a-e	42.17±0.06 f	12.31±3.17 a	17.34±0.94 a
Burdur/Naomi	48.93±0.06 e-g	43.89±0.08 ij	13.53±2.21 a	17.83±2.81 a
Mardin/Naomi	48.00±0.10 b-e	42.63±0.08 g	13.87±2.34 a	19.47±1.41 a
Hawk/Naomi	47.28±0.03 a-d	41.55±0.13 de	12.45±3.42 a	15.92±0.33 a
Naomi/Naomi	47.00±0.01 a-c	40.55±0.05 c	12.98±1.08 a	18.70±0.46 a
Naomi	46.53±0.06 a	39.43±0.21 a	13.33±3.21 a	19.86±2.03 a
CV (%)	2.09	3.69	3.60	6.57
Uygulama		**		**
Kombinasyon		**		ÖD
Kombinasyon X Uygulama		**		ÖD

Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p\leq 0.01$ ). Ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir. \*\*:  $P\leq 0.01$  olasılık düzeyinde önemlidir. \*:  $P\leq 0.05$  olasılık düzeyinde önemlidir. ÖD: önemli değil

Tuz stresinde yapraklarda renk açılması, sararma ve en sonunda nekroze olan dokular tipik belirtilerdir. Klorofil miktarının tuz stresi altındaki bitkilerde azalmasının nedeni fotosentetik sistemin fonksiyonunu yitmesidir. Böylece yaşlanma meydana gelmiş, klorofil parçalanmış ve fotosentez oranı düşmüştür (Sivritepe vd., 2010; Yaşar vd., 2011; Sangtarashani vd., 2013).

### Yaprak su potansiyeli bakımından ortaya çıkan değişimler

Aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinden oluşturulan 18 farklı kombinasyona sahip kontrol ve tuz grubu arasındaki ve aşı kombinasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasındaki kombinasyonlar istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almışlardır. Tuz uygulaması yapılmayan bitkilerdeki yaprak su potansiyeli -12.45 ila -13.87 bar arasında değişirken, tuz uygulanan bitkilerde -15.92±0.33 ila -19.86±2.03 bar arasında değişmiştir. Tuzlu ortam bitkilerin yaprak su potansiyel değerlerinde azalmaya

neden olmuştur. Bulunan sonuçlar önceki araştırma sonuçları ile uyumludur. Bitki stres koşulları altında madde birikimi sayesinde ozmotik potansiyelini düşürür ve su alım kapasitesinin artırır. Böylece turgor basıncı artar, hücre gelişmesi ve stomaların açılması sağlanır. Domateste (Romero-Aranda vd., 2001; Hossain vd., 2012), kavunda (Kuşvuran vd., 2011) tuz stresinin bitkilerde yaprak su potansiyelini azalttığını bildirmişlerdir.

### Meyve kabuk renk ölçümleri bakımından ortaya çıkan değişimler

Kabuk renk değerleri (Chroma) bakımından 'uygulama x kombinasyon' interaksyonu önemli bulunmuştur. Anaçlar üzerine aşılama yapılması meyve rengi üzerinde farklılık yaratan bir etki olarak ortaya çıkmış, bu etki kendi üzerine aşılama Artvin ve Naomi çeşitlerinde de meydana gelmiştir (Çizelge 2). Uygulamalar arasındaki ve aşı kombinasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemlilik gösterdiği gibi, bu özellik bakımından 'uygulama x kombinasyon' interaksyonu da önemli bulunmuştur.

**Çizelge 2.** Tuz stresi uygulaması sonunda chroma ve hue açısı değerleri

**Table 2.** At the end of salt stress treatment, chroma and hue angle values

Kombinasyonlar	Chroma		Hue	
	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz
Köksal/Artvin	15.31±1.74 c	21.01±2.05 g	11.13±0.75 a	9.15±1.66 ab
AGR703/Artvin	15.73±1.71 c	19.11±2.04 fg	22.28±2.64 c	17.07±1.61 ef
Vista/Artvin	15.05±0.98 c	19.19±2.74 fg	23.99±2.66 cd	18.75±1.65 fg
Yula/Artvin	6.93±1.07 a	9.20±1.18 ab	14.27±2.17 ab	10.34±1.16 a-c
Burdur/Artvin	16.14±1.12 c	19.28±2.25 fg	24.18±3.84 cd	20.36±2.35 g
Mardin/Artvin	10.24±1.04 b	14.22±2.09 cd	15.26±1.31 b	13.01±1.98 cd
Hawk/Artvin	16.58±1.17 c	18.38±1.53 e-g	27.14±2.15 d	19.45±1.83 fg
Artvin/Artvin	6.39±0.86 a	6.83±1.15 a	13.41±2.15 ab	8.23±1.67 ab
Artvin	15.22±2.26 c	16.73±1.40 d-f	13.97±2.85 ab	9.68±2.02 ab
Köksal/Naomi	10.87±1.43 b	11.93±1.31 bc	15.35±2.91 b	10.53±2.08 a-c
AGR703/Naomi	6.38±0.49 a	7.26±1.15 a	13.16±1.05 ab	7.66±1.08 a
Vista/Naomi	6.17±0.89 a	6.99±0.97 a	13.52±1.49 ab	8.31±0.87 ab
Yula/Naomi	6.32±1.43 a	6.62±0.81 a	13.34±2.98 ab	8.32±1.31 ab
Burdur/Naomi	6.12±1.12 a	7.21±1.49 a	12.57±2.61 ab	8.95±2.26 ab
Mardin/Naomi	9.55±1.26 b	11.37±1.31 b	14.93±1.85 ab	9.49±1.08 ab
Hawk/Naomi	6.62±1.06 a	7.46±1.42 a	12.94±1.87 ab	10.72±1.85 b-c
Naomi/Naomi	7.12±1.08 a	8.36±1.47 a	15.38±2.42 b	11.04±1.29 bc
Naomi	15.28±0.98 c	16.35±1.88 de	20.57±1.06 c	15.35±2.20 de
CV (%)	40.30	42.23	29.09	35.26
Uygulama		**		**
Kombinasyon		**		**
KombinasyonX		**		**
Uygulama				**

Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.01$ ). Ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir.

\*\* :  $P \leq 0.01$  olasılık düzeyinde önemlidir. \*  $P \leq 0.05$  olasılık düzeyinde önemlidir. ÖD: önemli değil

Renk ölçüm sonucunda tuz uygulanan bitkilerin değerlerinde artış olduğu hue açđ değerlerinde ise azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara paralel olarak patlıcan kabuklarının mor renkten gri renk tonlarına doğru renk değiştirdiği belirlenmiştir. Kabuk renk tonu (hue) değerleri bakımından kontrol ve tuz uygulanan bitkiler içerisinde ‘uygulamaxkombinasyon’ interaksyonları önemli bulunmuştur. Anaçlar üzerine aşılama yapılması meyve rengi tonu üzerinde olumlu farklılık yaratan bir etki olup, bu etki kendi üzerine aşılanan Artvin ve Naomi eşitlerinin ikisinde de ortaya çıkmıştır (izelge 2).

Renk oluşumu pek çok faktöre birden bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bitkinin üzerindeki pozisyon ve kaçıncı meyve olduğu bile renk bakımından farklılıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle renk ile ilgili ölçümlerin anaç seçiminde değerlendirmede ilk sıralarda yer almayacak bir parametre olduğu kanaatine varılmıştır. Borghesi vd. (2011) de, tuz stresi altında domates

meyvelerinin dıř kabuk renginde belirgin dūřuř olduđunu, bu dūřuřlerin hassas genotiplerde daha fazla ortaya çıktıđını belirtmişlerdir.

### Meyve suyu pH’sı bakımından ortaya çıkan değerişimler

Meyve suyunun pH değeri ile ilgili olarak uygulamalar arasındaki ve aşı kombinasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemlilik gösterdiği gibi, bu özellik bakımından ‘uygulamaxkombinasyon’ interaksyonu da önemli bulunmuştur. Kontrol grubu bitkilerin meyvelerinden elde edilen meyve sularının pH değerleri  $5.94 \pm 0.37$  ile  $6.41 \pm 0.34$  arasında değermiş olup aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (izelge 3). Tuz uygulamasından yapılan meyve örneklerinden elde edilen pH değerinde azalmalar meydana gelmiş olup bu değerler arasında istatistiksel olarak farklılık ortaya çıkmıştır. En dūřuk pH değeri  $4.67 \pm 0.23$  ile kendi üzerine

**Çizelge 3.** Tuz stresi uygulaması sonunda meyve suyu pH, titre edilebilir asit (mval 100/ ml) ve TSCKM (%)’ de ortaya çıkan değerişim değerleri

**Table 3.** At the end of the salt stress treatment, the changed values on pH, titratable acid (mval 100 / ml) and TSKKM (%) of fruit juice

Kombinasyonlar	Meyve suyu pH		Titre Edilebilir Asit		TSCKM	
	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz
Köksal/Artvin	6.20±0.39 a	5.34±0.30 b-e	0.87±0.42 a	4.18±0.28 ef	4.33±0.23 a	6.05±0.40 d
AGR703/Artvin	6.10±0.60 a	5.46±0.75 de	0.83±0.36 a	4.37±0.32 e-g	4.36±0.24 a	6.08±0.99 d
Vista/Artvin	6.01±0.20 a	5.39±0.55 c-e	0.72±0.60 a	4.23±0.39 e-g	4.97±0.58 a	5.43±0.62 a-d
Yula/Artvin	6.04±0.39 a	5.45±0.48 de	0.89±0.39 a	2.60±0.35 a	4.09±0.62 a	5.62±0.38 b-d
Burdur/Artvin	5.94±0.37 a	5.63±0.22 e	0.85±0.41 a	4.73±0.44 fg	4.54±0.35 a	5.30±0.50 a-d
Mardin/Artvin	6.11±0.34 a	5.32±0.47 a-e	0.69±0.35 a	4.80±0.56 g	4.97±0.62 a	5.30±0.45 a-d
Hawk/Artvin	6.31±0.33 a	5.58±0.30 e	0.81±0.29 a	4.18±0.26 ef	4.82±0.79 a	5.32±0.69 a-d
Artvin/Artvin	6.41±0.34 a	4.67±0.23 a	0.65±0.22 a	2.76±0.54 ab	4.11±0.71 a	4.82±0.73 ab
Artvin	6.00±0.31 a	4.72±0.29 a-c	0.61±0.33 a	4.11±0.21 de	4.47±0.33 a	5.04±0.19 a-c
Köksal/Naomi	5.97±0.65 a	5.59±0.21 e	0.85±0.39 a	3.95±0.17 de	4.42±0.38 a	5.91±0.71 cd
AGR703/Naomi	6.22±0.21 a	5.44±0.31 de	0.86±0.34 a	2.75±0.43 ab	4.96±0.72 a	5.74±0.54 b-d
Vista/Naomi	6.21±0.42 a	5.31±0.52 a-e	0.84±0.35 a	2.55±0.29 a	4.97±1.06 a	5.45±0.54 a-d
Yula/Naomi	6.14±0.56 a	5.38±0.29 c-e	0.81±0.34 a	3.29±0.50 bc	4.03±0.51 a	5.19±0.59 a-d
Burdur/Naomi	6.38±0.31 a	5.15±0.33 a-e	0.76±0.36 a	2.79±0.23 ab	4.73±0.53 a	5.33±0.46 a-d
Mardin/Naomi	6.33±0.59 a	5.26±0.64 a-e	0.68±0.26 a	4.44±0.33 e-g	4.63±0.70 a	5.10±0.58 a-c
Hawk/Naomi	6.24±0.32 a	5.34±0.19 b-e	0.78±0.28 a	3.55±0.30 cd	4.19±0.94 a	5.28±0.44 a-d
Naomi/Naomi	6.09±0.32 a	4.69±0.28 ab	0.67±0.32 a	2.97±0.35 a-c	4.02±0.67 a	4.60±0.23 a
Naomi	6.17±0.16 a	4.84±0.31 a-d	0.63±0.28 a	3.94±0.28 de	4.67±0.54 a	5.34±0.56 a-d
CV (%)	2.29	5.95	12.11	21.01	7.56	7.26
Uygulama	**		**		**	
Kombinasyon	**		**		**	
KombinasyonX	**		**		**	

Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.01$ ). Ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir. \*\*:  $P \leq 0.01$  olasılık düzeyinde önemlidir. \*:  $P \leq 0.05$  olasılık düzeyinde önemlidir. ÖD: önemli değil

aşılı Artvin/Artvin, en yüksek değer  $5.63 \pm 0.22$  ile Burdur/Artvin kombinasyonunda elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, önceki bazı çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. Krauss vd. (2006), tuzluluğun meyve suyu pH'sını belirgin bir şekilde azalttığını saptamış olup, Colla vd. (2006) de, tuzlu koşullarda aşılı kavun bitkilerinin meyvelerinde pH seviyesinin aşısızlara göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

### **Meyve suyunda titre edilebilir asitlik bakımından ortaya çıkan değişimler**

Kontrol bitkilerindeki titre edilebilir asit miktarı  $0.61 \pm 0.33 - 0.89 \pm 0.39$  mval/100/ml arasında değişmiştir. Uygulamalar arasındaki ve aşı kombinasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemlilik gösterdiği gibi, bu özellik bakımından 'uygulamaxkombinasyon' interaksyonu da önemli bulunmuştur. Tuz uygulamaları meyvedeki asitlik miktarı değerini çok yükseltmiştir. En yüksek titre edilebilir asitlik değeri Mardin/Artvin ( $4.80 \pm 0.56$ ) kombinasyonundan elde edilirken, en düşük değer Vista /Naomi ( $2.55 \pm 0.29$ ) kombinasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 3).

Titre edilebilir asitlik meyve kalitesiyle ilişkilendirilen bir özelliktir. Krauss vd. (2006) ile Trajkova vd. (2006), bitkilerin stres altında iken topraktan su alımına devam edebilmek ve ozmotik uyumu sağlayabilmek üzere yüksek seviyede TA ve TŞÇKM değerleri oluşturduklarını bildirmişlerdir. Tuzluluğun TA oranını artırdığı, önceki çalışmalarda Niedziela vd. (1993) ve Kahlaoui vd. (2011) tarafından da belirtilmektedir. Geboloğlu vd. (2011), TA özelliğindeki farklılıkların anaçlardan ziyade çeşitten kaynaklanan yapıda olabileceğini ifade etmektedir.

### **Toplam suda çözünebilir kuru madde miktarı (TŞÇKM) bakımından ortaya çıkan değişimler**

Kontrol bitkilerindeki TŞÇKM oranı %  $4.02 \pm 0.67$  ile  $4.97 \pm 1.06$  arasında değişmiştir (Çizelge 3). Uygulamalar arasındaki ve aşı kombinasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemlilik gösterdiği gibi, bu özellik bakımından 'uygulamaxkombinasyon' interaksyonu da önemli bulunmuştur. Tuz uygulanan bitkilerin meyvelerindeki TŞÇKM oranı artmıştır. Denemede yer alan uygulamalar arasında en yüksek TŞÇKM oranı AGR703/Artvin ( $6.08 \pm 0.99$ ) ile Köksal/Artvin ( $6.05 \pm 0.40$ ) ve en düşük oran Naomi/

Naomi ( $4.60 \pm 0.23$ ) kombinasyonlarından elde edilmiştir. Karbonhidrat biriktirme yeteneği, birçok çalışmada tuz stresi karşısında bitkilerin ozmotik uyum sağlayabilmeleri için hayati önem taşıyan bir özellik olarak rapor edilmektedir (Eisa vd., 2012). Ünlükara vd. (2010) ayçiçeği bitkisine ait farklı dayanım seviyelerindeki genotipleri tuzlu koşullarda yetiştirmiş, stres altında şekerlerin arttığını, bu artışların tuza tolerant genotiplerde daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Denemede kullanılan tüm anaç/kalem kombinasyonlarında TŞÇKM miktarlarında artış meydana gelmiştir. Turhan vd. (2009) ise, bu özelliğin anaç genotipine kuvvetli bir şekilde bağlı olarak ortaya çıktığını öne sürmektedir.

### **Ortalama meyve ağırlığı bakımından ortaya çıkan değişimler**

Uygulamalar arasındaki ve aşı kombinasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemlilik gösterdiği gibi, bu özellik bakımından 'uygulama x kombinasyon' interaksyonu da önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde ortalama meyve ağırlıkları 95-128 g olarak belirlenmiş olup istatistiksel olarak uygulamalar arasındaki farklılık önemli çıkmıştır. Aşılı bitkilerin meyvelerinin ağırlığı aşısızlara göre farklı olduğu gibi, kalem olarak kullanılan iki çeşidin arasında da farklılıklar belirlenmiştir. Tuz uygulamaları meyve ağırlığını azaltıcı etki yapmıştır (Çizelge 4). Kontrol uygulaması ve tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerde en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Artvin/Artvin kombinasyonunda ( $94.99 \pm 11.08$  ile  $62.00 \pm 5.74$  g) ve Vista/Naomi kombinasyonunda ( $128.00 \pm 10.73$  ile  $109.19 \pm 2.70$  g) aralığında elde edilmiştir. Khah vd. (2006) ve Turhan vd. (2009) de, anaç kullanımının domateste verim ve meyve özelliklerini olumlu etkilediğini rapor etmektedir. Bu durum, daha iyi su ve besin maddesi alma kapasitesine sahip anaçların pozitif etkileri olarak açıklanmaktadır. Ayrıca Bletsos vd. (2003) ve Passam vd. (2005), patlıcanda aşılamanın meyve büyüklüğünü artırıcı etki yaptığını bildirmişlerdir.

### **Ortalama meyve çapı bakımından ortaya çıkan değişimler**

Aşılı veya aşısız Artvin veya Naomi  $F_1$  bitkilerinden oluşan 18 farklı kombinasyona ait kontrol ve tuz uygulamasında hasat dönemindeki meyvelerin meyve çapları belirlenmiştir (Çizelge

**Çizelge 4.** Tuz stresi sonunda meyve ağırlığı (g), meyve çapı (mm) ve bitki başına toplam verim (kg) değerleri  
**Table 4.** At the end of salt stress, fruit weight (g), fruit diameter (mm) and total yield per plant (kg) values

Kombinasyonlar	Meyve ağırlığı (g)		Meyve çapı (mm)		Bitki başına toplam verim (kg)	
	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz	Kontrol	Tuz
Köksal/Artvin	109.01±5.03 a-c	93.00±3.98 f-h	46.13±7.28 a-d	42.70±2.79 bc	1.12±0.46 a-c	0.53±0.22 a-c
AGR703/Artvin	107.00±6.87 ab	93.00±3.89 f-h	44.20±4.12 a	40.89±3.45 ab	1.91±1.19 a-e	0.85±0.31 bc
Vista/Artvin	110.00±6.46 a-c	95.00±5.09 g-i	45.53±5.06 a-c	41.93±5.67 bc	1.73±0.84 a-e	1.82±0.20 d
Yula/Artvin	106.00±29.27 ab	84.00±3.85 d-f	47.43±3.19 a-f	43.45±3.27 b-d	1.91±0.83 a-e	0.94±0.27 c
Burdur/Artvin	98.00±4.77 a	82.00±4.86 c-e	45.11±2.47 ab	41.86±2.95 a-c	1.26±0.73 a-d	0.58±0.27 a-c
Mardin/Artvin	99.00±6.90 a	74.00±7.38 bc	46.78±8.41 a-e	42.34±3.95 bc	1.14±0.68 a-d	0.71±0.39 a-c
Hawk/Artvin	105.00±7.09 ab	87.00±4.71 e-g	47.65±4.77 a-g	43.50±2.91 b-d	1.15±0.69 a-d	0.50±0.28 a-c
Artvin/Artvin	94.99±11.08 a	62.00±5.74 a	44.45±3.68 a	38.14±2.93 ab	0.97±0.21 ab	0.38±0.13 ab
Artvin	97.00±6.49 a	65.00±6.23 ab	44.56±3.55 a	36.36±3.45 a	0.73±0.29 a	0.18±0.07 a
Köksal/Naomi	125.00±5.48 cd	105.00±7.02 jk	54.77±2.68 g	50.66±3.13 e	2.41±1.13 de	0.78±0.28 bc
AGR703/Naomi	120.00±6.42 b-d	105.24±3.49 jk	54.43±1.67 fg	50.13±2.74 e	2.62±0.97 e	1.00±0.38 c
Vista/Naomi	128.00±10.73 d	109.19±2.70 k	53.78±3.16 e-g	49.69±2.89 e	2.12±0.89 b-e	0.83±0.43 bc
Yula/Naomi	121.00±8.58 b-d	101.40±6.96 h-k	53.32±1.69 d-g	48.68±2.74 de	2.02±0.85 b-e	0.91±0.44 c
Burdur/Naomi	124.00±3.70 cd	98.70±7.69 h-j	52.21±4.46 b-g	48.40±2.89 de	1.82±0.89 a-e	1.81±0.48 d
Mardin/Naomi	119.00±5.33 b-d	84.61±6.14 d-f	52.72±3.19 c-g	47.18±2.08 c-e	2.05±0.69 b-e	0.84±0.39 bc
Hawk/Naomi	124.00±6.57 cd	103.04±6.76 i-k	53.54±4.07 e-g	49.04±3.13 e	2.34±0.49 c-e	0.81±0.33 bc
Naomi/Naomi	118.00±7.35 b-d	78.71±6.90 c-e	51.12±3.93 a-g	42.17±2.82 bc	1.09±0.49 a-c	0.37±0.21 ab
Naomi	120.00±13.07 b-d	76.08±3.62 cd	52.05±4.49 b-g	40.91±3.82 ab	0.99±0.55 ab	0.37±0.28 ab
CV (%)	9.65	15.80	8.03	9.76	35.38	55.47
Uygulama	**		**		**	
Kombinasyon	**		**		**	
KombinasyonX	**		ÖD		**	
Uygulama						

Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ( $p \leq 0.01$ ). Ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir. \*\*:  $P \leq 0.01$  olasılık düzeyinde önemlidir. \*:  $P \leq 0.05$  olasılık düzeyinde önemlidir. ÖD: önemli değil

4). Uygulamalar arasındaki ve aşı kombinasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemlilik göstermiştir. Kontrol bitkilerindeki meyve çapları 44.20 ile 54.77 mm arasında değişmiştir ve istatistiksel olarak uygulamalar arasında farklılık önemli bulunmuştur.

Tuz uygulanan bitkilerin meyvelerindeki meyve çapları azalmıştır. Denemede yer alan uygulamalar arasında en yüksek meyve çapı değeri Köksal/Naomi (50.66±3.13 mm) kombinasyonundan, en düşük olanı ise Artvin (36.36±3.45 mm) genotipinden elde edilmiştir. Davis vd. (2008), bitkilerdeki meyve büyüklüğü, verim ve kalite parametrelerinin kalemin genotipi ve çevre koşullarından etkilendiğini, fakat anaçların da bitki büyümesi ve kalite parametreleri üzerinde etki sahibi olduğunu bildirmektedir. Patlıcanda anaç kullanımının performans üzerindeki etkilerini inceleyen Gisbert vd. (2011), aşılanmanın meyve uzunluğunu, genişliğini ve meyve indeksini artırdığını belirlemişlerdir. Benzer sonuçları tespit eden Aloni vd. (2010) bu durumun, anaç vigorunun yüksekliği ve anaçta oluşan

hormonların etkisinden kaynaklandığını ileri sürmektedir.

#### Bitki başına toplam verim bakımından ortaya çıkan değişimler

Yetiştirme dönemi boyunca beş haftasını dolduran meyveler toplanarak tartılmış ve elde edilen değerler Çizelge 4'de verilmiştir. 18 farklı kombinasyon içerisinde ortalama bitki başına verim bakımından en yüksek değerler Naomi'nin yer aldığı uygulamalardan elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki ve aşı kombinasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemlilik gösterdiği gibi, bu özellik bakımından 'uygulama x kombinasyon' interaksyonu da önemli bulunmuştur.

Kontrol bitkileri içinde en yüksek verim AGR703/Naomi (2.62±0.97 kg) kombinasyonundan elde edilirken en düşük Artvin (0.73±0.29 kg) genotipinden elde edilmiştir. Tuzlu koşullarda en yüksek verim Vista/Artvin (1.82±0.20 kg) kombinasyonundan elde edilirken en düşük

Artvin ( $0.18 \pm 0.07$  kg) genotipinde bulunmuştur. Her kombinasyonunun kendi kontrolü ile karşılaştırılması sonucunda elde edilen % değişim veya oransal değişim, kombinasyonların performansını ortaya koyması nedeniyle kullanılmaktadır. Tuz uygulaması sonucu en düşük değeri veren Artvin genotipi yaklaşık %24.7 oranında verim kaybına uğrarken, en yüksek verimin elde edildiği Vista/Artvin genotipi %5.2 oranında değer artışı göstermiştir. Kontrolde en yüksek değer elde edildiği AGR703/Naomi kombinasyonunda tuzlu koşullara %38.2 oranında verim kaybı görülmüştür. Wan vd. (2010), hiyarda tuz stresinin verimi azalttığını, her bir birim AC artışının %5.7 oranında verim kaybı oluşturduğunu belirlemişlerdir. Verim kaybının bileşenleri olarak meyve ağırlığı ve meyve sayısındaki düşüşler gösterilmektedir. Patlıcanda tuzlu sulama suyu ile sulanan bitkilerde meyve verimi, meyve ağırlığı ve sayısındaki azalmalar nedeniyle olumsuz etkilenmiştir (Ünlükara vd., 2010). Aşılı bitki kullanımı tekniğinin tuzlu koşullarda verimi artırdığı Rivero vd. (2003) tarafından kanıtlanmıştır. Anaçların kuvvetli (vigor) kök sistemlerinin daha iyi su ve besin maddesi alabilmesi sayesinde verim kaybının aşılı bitkilerde daha az ortaya çıktığı Ruiz vd. (1997) tarafından da belirtilmektedir.

## SONUÇLAR

Kullanılan 18 adet anaç/kalem kombinasyona ait patlıcan bitkilerinin tuz stresine karşı gösterdiği performanslar farklı olmuştur. İncelenen değerler bakımından ticari çeşitlerden Köksal F<sub>1</sub> ve Vista F<sub>1</sub> anaçları ile oluşturulan kombinasyonların diğer kombinasyonlara göre daha iyi sonuçlar verdiği ve bitkinin tuz toleransını artırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte anaç olarak kullanılan Burdur ıslah hattı, ticari anaçlarla tuz toleransı bakımından rekabet edebilir nitelikte bulunmuş ve bu genotipin türler arası melezlemelerde kullanılması, biotik stres faktörleri belirlenerek hastalıklara dayanım kazandırılması gibi çalışmaların yapılması yoluyla anaç geliştirme programlarına dahil edilebileceği belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

Aktas H, Daler S, Ozen O, Gencer K, Bayindir D, Erdar I (2013). The effect of some growing substrate media on yield and fruit quality of eggplant grown and irrigated by drip irrigation system in greenhouse. *Infrastruktura I Ekologia Terenów Wiejskich Infrastructure and Ecology of Rural Areas* Nr 1/11/2013, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, pp. 5-11.

Aloni B, Cohen R, Karni L, Aktas H, Edelstein M (2010). Hormonal signaling in rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127: 119-126.

Altunlu H (2011). Aşılamanın domateste kuraklık stresine etkileri. The effect of grafting against drought stress in tomatoes. Doktora tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

TUIK (2017), Turkish Statistical Institute, (www.tuik.gov.tr), Access date: 6.11.2017.

Bletsos F, Thanassouloupoulos C, Roupakias D (2003). Effect of grafting on growth, yield and Verticillium wilt of eggplant. *HortScience*, 38:183-186.

Borghesi E, Gonzalez-Miret ML, Escudes-Martinez AJ (2011). Effects of salinity stress on carotenoids, anthocyanins, and color of diverse tomato genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21): 11676-82.

Boyacı CI (2008). Bilinmeyen yönleri ile patlıcan. *Meyve ve Sebze Dünyası*, 1(7): 56-57.

Colla G, Roupael Y, Cadarelli M, Rea, E (2006). Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. *HortScience*, 41(3): 622-627.

Colla G, Roupael Y, Leonardi C, Bie Z (2010). Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 127: 147-155.

Çürük S, Dasgan HY, Mansuroglu S, Kurt S, Mazmanoglu M, Tarla G, Durgac C (2010). Leaf mineral composition of grafted eggplant grown in soil infested with Verticillium and root-knot nematodes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(8): 879-885.

Daunay M, Janick J (2007). History and iconography of eggplant. *Chronica Horticulture*. 47(3): 16-22.

Davis AR, Perkins-Veazie P, Hassell R, Levi A, King SR, Zhang X (2008). Grafting effects on vegetable quality. *HortScience*. 43(6).

Eisa S, Hussin S, Geissler N. ve Koyro, HW (2012). Effect of NaCl salinity on water relations, photosynthesis and chemical composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) as a potential cash crop halophyte. *AJCS*, 6(2): 357-368.

Estan MT, Martinez-Rodriguez MM, Perez-Alfocea F, Flowers TJ, Bolarin MC (2005). Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *Journal of Experimental Botany*, 56(412): 703-712.

Fernandez-Garcia N, Cerda A, Carvajal M (2003). Grafting, a useful technique for improving salinity tolerance of tomato? *Acta Horticultural*, 609: 251-256.

Geboloğlu N, Yılmaz E, Çakmak P, Aydın M, Kasap Y (2011). Determining of the yield, quality and nutrient content of tomatoes grafted on different rootstocks in soilless culture. - *Scientific Research and Essays*, 6(10): 2147-2153

Gisbert C, Prohens J, Nuez F (2011). Performance of eggplant grafted onto cultivated, wild, and hybrid materials of eggplant and tomato. *International Journal of Plant Production*, 5(4): 367-38.



Hossain MM, Nonami H (2012). Effect of salt stress on physiological response of tomato fruit grown in hydroponic culture system. *Horticultural Science (Prague)*, 39(1): 26–32.

Kahlaoui B, Hachicha M, Rejeb S, Rejeb MN, Hanchi B, Misle E (2011). Effect of saline water on tomato under subsurface drip irrigation: Nutritional and foliar aspects, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 11(1): 69 – 86.

Karaçalı İ (1993). Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. EÜZF Yayınları, No: 494, P.444.

Khah EM, Kakava E, Mavromatis A, Chachalis D, Goulas C (2006). Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*, 8: 3–7.

King SR, Davis AR, Zhang X, Crosby K (2010). Genetics, breeding and selection of rootstocks for *Solanaceae* and *Cucurbitaceae*. *Scientia Horticulturae*, 127: 106-111.

Krauss S, Schnitzler W, Grassmann J, Woltike M (2006). The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 441–448.

Kuşvuran Ş, Daşgan HY, Abak K (2011). Responses of different melon genotypes to drought stress. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 21: 209–219.

Libia I, Trejo-Téllez Fernando C. Gómez-Merino (2012). Nutrient Solutions for Hydroponic Systems, *Hydroponics - A Standard Methodology for Plant Biological Researches*, Dr. Toshiki Asao (Ed.), ISBN: 978- 953-51-0386-8, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/hydroponics-a-standardmethodology-for-plant-biological-researches/nutrient-solutions-for-hydroponic-systems>

Niedziela Jr CE, Nelson PV, Willits DH, Peel MM (1993). Short-tenn salt-shock effects on tomato fruit quality, yield, and vegetative prediction of subsequent fruit quality. *American Society for Horticultural Science*, 118:12-16.

Oztekin GB, Tuzel Y (2011). Salinity response of some tomato rootstocks at seedling stage. *African Journal of Agricultural Research*, 6(20): 4726-4735.

Passam HC, Stylianoy M, Kotsiras A (2005). Performance of eggplant grafted on tomato and eggplant rootstocks. *European Journal of Horticultural Science*, 70: 130-134.

Rivero RM, Ruiz JM, Sanchez E, Romero L (2003). Does grafting provide tomato plants an advantage against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production under conditions of thermal shock. *Physiologia Plantarum*, 117: 44-50.

Romero-Aranda MR, Soria T, Cuartero J (2001). Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*, 160(2): 265-272.

Ruiz JM, Belakbir A, López-Cantarero I, Romero L (1997). Leaf-macronutrient content and yield in grafted, melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scientia Horticulturae*, 71:227–234.

Sangtarashani ES, Tabatabaei SJ, Bolandnazar S (2013). Yield, Photosynthetic efficiency and Quality parameters of Cherry tomato as affected by Ca<sup>2+</sup> and K<sup>+</sup> under NaCl salinity. , 5(12): 1280-1288.

Sawas D, Colla G, Roupheal Y, Schwarz D (2010). Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. *Scientia Horticulturae*, 127: 156-161.

Sivritepe N, Sivritepe HO, Celik H, Katkat AV (2010). Salinity responses of grafted grapevines: Effects of scion and rootstock genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(3): 193-201.

Sönmez K (2014). Likopen, β-Karoten and Morfolojik Özellikler Bakımından Yerel Sofralık Domateslerde Genotip X Çevre İnteraksiyonu. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Trajkova F, Papadantonakis N, Savvas D (2006). Comparative effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub> salinity on cucumber grown in a closed hydroponic system. *HortScience*, 41: 437–441.

Tümbilen Y, Fray A, Mutlu S, Doganlar S (2011). Genetic diversity in Turkish eggplant (*Solanum melongena*) varieties as determined by morphological and molecular analysis. *International Research Journal of Biotechnology*, 2(1): 16-25.

Turhan A, Seniz V, Kuscu H (2009). Genotypic variation in the response of tomato to salinity. *African Journal of Biotechnology*, 8(6): 1062-1068.

Ünlükara A, Kurunc A, Duygukesmez G, Yurtseven E, Suarez DL (2010). Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrigation and Drainage*, 59: 203-214.

Wan S, Kang Y, Wang D, Liu SP (2010). Effect of saline water on cucumber (*Cucumis sativus* L.) yield and water use under drip irrigation in North China. *Agriculture water management*. Doi: 10.1016/J.agwat.2010.08.003.

Yaşar F (2003). Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı Antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi. Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Van.

Yaşar F, İhtiyaroğlu S, Uzal Ö, Ellialtıoğlu Ş (2011). Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Tuza Tolerans Özelliği ile Tohum İriliği ve Kotiledon Yapradı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim, Şanlıurfa.

# İçme Suyu Kaynaklarında Hidrodinamik Kavite Yöntemi İle Mikrobiyal Kirlilik Giderimi

Efsun DİNDAR

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa

Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): efsun@uludag.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 27.12.2018

Kabul tarihi (Accepted): 05.03.2019

DOI : 10.21657/topraksu.544670

## Öz

Bu çalışmada, içme suyu olarak kullanılan ham su, orifis bazlı bir hidrodinamik kavite cihazı ile laboratuvar ölçeğinde mekanik olarak kavite edilmiştir. Hidrodinamik kavite seti 25 L'lik bir tank ve 1,5 kW'lık pozitif yer değiştirme pompasında oluşan bir cihazdır. Cihazda 3 mm çapında tek delikli orifis plaka kullanılmıştır. Sistemin ana hattının çapı 19 mm olup hava girişini önlemek için deşarj borusu tanktaki sıvı seviyesinin altına yerleştirilmiştir. Hidrodinamik kavite çalışması 150 dk yürütülmüş olup 0, 30, 60, 90, 120, ve 150. dk'larda tanktan numune alınmıştır. Optimum kavite zamanı 5 bar basınçta 60-90 dk arasında bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde, 90 dk sonunda %94-%100 (1,23 log) arasında bakteriyel giderimin gerçekleştiği görülmüştür. Çalışma verileri, hidrodinamik kavite yönteminin hücre parçalayarak bakteri aktifliğini azaltmada etkili olduğunu ortaya koymuştur. İçilebilir nitelikteki suların mikrobiyal dezenfeksiyonu için hidrodinamik kavite etkili bir şekilde kullanılabilir bir sistemdir.

**Anahtar Kelimeler:** Bakteri, dezenfeksiyon, hidrodinamik kavite, içme suyu, toplam bakteri sayısı.

## Microbial Removal of Drinking Water Resources by Hydrodynamic Cavitation Method

### Abstract

The effect of hydrodynamic cavitation (HC) on the removal of microorganisms in potable water were investigated using a laboratory scale device. The hydrodynamic cavitation setup consisted of a 25 L tank, a positive displacement pump (1.5 kW), and a cavitation device. Single-hole orifice plates with diameters of 3 mm was used as cavitation devices. The diameter of the main line was 19 mm, and the discharge well was placed below the liquid level in the tank to avoid introducing air. Hydrodynamic cavitation experiments were run for 150 min, and the samples were collected from the tank at 0, 30, 60, 90, 120, and 150 min. The optimal cavitation time was 60-90 min with a pump pressure of 5 bar. Results showed that after 90 min of cavitation, bacterial removal percentages of 94% to 100% (log 1.23) were obtained. Experiments showed that hydrodynamic cavitation is very effective in reducing bacterial ability. Hydrodynamic cavitation can be effectively used for the microbial disinfection of potable water.

**Key word:** Bacteria, disinfection, hydrodynamic cavitation, potable water, total bacteria count

### GİRİŞ

İçme suyu kalitesi günümüzde oldukça önemli bir konudur. Son yıllarda endüstriyel kirlilikler, tarımsal faaliyetler ve nüfus artışına bağlı

olarak çoğalan evsel atıklardan dolayı içilebilir nitelikteki suların kalitesi düşmektedir. Bu durum patojen mikroorganizmaların çoğalmasına

neden olarak sudan bulaşan ölümcül olabilen hastalıkların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Kirliliğin kontrol edilmesi veya etkili arıtma yöntemlerinin kullanılmasıyla içme suyu kalitesi iyileştirilebilmektedir.

Kimyasal, fiziksel ve biyolojik kirliliklerin giderilmesi için çeşitli arıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Hastalık yapıcı mikroorganizmaların sebep olduğu biyolojik kirliliği gidermek için dezenfeksiyon işlemi yapılmaktadır. Dezenfeksiyonun amacı insan sağlığı açısından riskli olan mikroorganizmaları ortadan kaldırmaktır. Uzun yıllardır suların dezenfeksiyonunun da çeşitli kimyasal ve fiziksel yöntemler uygulanmaktadır. Klorlama, ozonlama ve ultraviyole ışığı gibi içilebilir su dezenfeksiyonu için rutin olarak çeşitli fiziksel ve kimyasal teknikler kullanılmaktadır (Haas vd., 1990; Labatiuk vd., 1992; Giese ve Darby, 2000). Ancak kimyasal dezenfeksiyon teknikleri, kanserojen yan ürünlerin oluşumu gibi dezavantajlara sahip olabilmektedir. Bu nedenle, bazı yöntemlerin dezavantajları, etkinliklerinden daha fazla olduğu için alternatif başka tekniklerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Su arıtımında yeni yöntemlerin araştırılması için hala birçok faaliyet alanı bulunmaktadır. Kaviteasyon prosesi de bu alanlardan biri olarak görülmektedir. Kaviteasyon, bir sıvı içinde mikro kabarcıkların oluşumu, büyümesi ve çökmesi olarak bilinmektedir (Jyoti ve Pandit, 2001). Sıvı, zaman içinde ve mesafe boyunca basınç alanında değişimlere maruz kaldığında, baloncukların oluşmasına neden olur. Bu baloncuklar hem sıvıdan gelen buharla hem de sıvıdaki çözünmüş gazlarla dolar ve sonra şiddetli sıkışma ile içeriye doğru patlar. Hidrodinamik kaviteasyon, bir orifis, vana ya da ventüri gibi dar bir geçitten sıvının geçmesi ile oluşturulmaktadır.

Arrojo vd., (2008) yaptıkları çalışmada, *E. coli* konsantrasyonu arttıkça orifis plakasında hız sabiti orta derecede azaldığını, ventüri tipi uygulamada ise aynı kaldığını bulmuşlardır. Orifis plakalarda, dezenfeksiyonun bir kısmı OH radikali üretimi ile ilişkilidir ve bu nedenle, *E. coli* konsantrasyonu arttıkça, radikal konsantrasyonu sınırlayıcı etki göstermektedir. Diğer yandan ventüri tipi tasarımın etkilenmesinin sebebi, reaktantın sınırlayıcı olmaması dolayısıyla bakterilerin mekanik bozulmasının süreçte önemli bir rol oynaması olarak açıklanmaktadır.

Jyoti ve Pandit (2001) yaptıkları çalışma sonucunda hidrodinamik kaviteasyonun içme suyu üretimi için potansiyel bir fiziki su dezenfeksiyon tekniği olduğunu bulmuşlardır. Save vd. (1994) özellikle hücre bozulmasında hidrodinamik kaviteasyonun etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Balasundaram ve Harrison (2006) yaptıkları çalışmada orifis plaka kullanarak *E.coli*'nin parçalanmasını sağlayarak hücre içi proteinlerin organizmadan serbest bırakıldığını bulmuşlardır.

Hidrodinamik kaviteasyon ile *E.coli* için yüksek deaktivasyon elde edildiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Arrojo vd., 2008; Mezule vd., 2009). Li vd. (2016) hidrodinamik kaviteasyon prosesinin ürettiği serbest radikaller ile membran lipitleri dahil olmak üzere hücresel bileşenlerin zarar gördüğünü tespit etmişlerdir. Hidrodinamik kaviteasyonun dezenfeksiyon etkisi, aynı anda hareket eden mekanizmaların kombinasyonu olarak açıklanmaktadır (Mason vd., 2003).

-Mekanik etkiler: Türbülans üretimi, sıvı sirkülasyon akımları ve makaslama gerilmeleri.

-Kimyasal etkiler: Aktif serbest radikallerin oluşması.

-Isı etkileri: Lokal sıcak noktaların üretimi (çok yüksek sıcaklık ve basıncın lokal olarak durumu).

Bu bağlamda çalışmanın amacı, içme suyu amaçlı su dezenfeksiyonunda alternatif bir metot olarak hidrodinamik kaviteasyon sisteminin, mikrobiyal giderim üzerine etkisini ortaya koymaktır. Çalışma kapsamında, kimyasal madde ilavesi olmadan su dezenfeksiyonunda hidrodinamik kaviteasyonun kullanılabilirliğini araştırılmıştır. İçme suyunda kirlilik göstergesi olarak görülen spesifik mikroorganizmalar (*Clostridium perfringens*, *Enterokok*, *Escherichia Coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, Toplam Bakteri Sayısı, Toplam Koliform) seçilerek çalışma yapılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

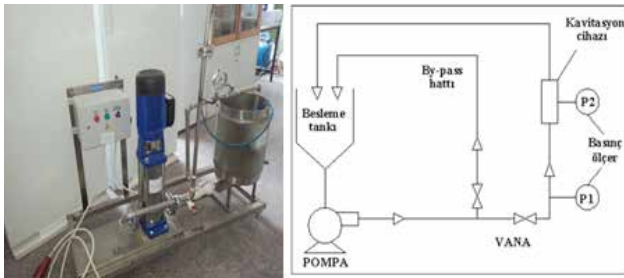
Bu çalışmada kullanılan su, Bursa'da bulunan, Bursa Büyükşehir Belediyesi, BUSKİ Genel Müdürlüğü bünyesindeki Dobruca İçme Suyu Arıtma Tesisi girişinden alınmıştır. Su, Doğançlı Barajından Ø1600mm çapında, (3300 mt.) uzunluğunda çelik boru ile alınarak, tesise gelmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan su özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Çalışmada kullanılan içilebilir suyun özellikleri  
**Table 1.** Microbial characterization of potable water used in the study

Parametre	Değer
<i>Clostridium perfringens</i> (MF) CFU/100 ml	1
<i>Enterokok</i> CFU/100 ml	1
<i>Escherichia Coli</i> ( <i>E.coli</i> ) CFU/100 ml	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> CFU/100 ml	40
Toplam Bakteri Sayısı (22°C) CFU/1 ml	>200
Toplam Koliform CFU/100 ml	107

### Çalışmada Kullanılan Hidrodinamik Kavite Sistemi

Aritma çamurlarının hidrodinamik kavite denemeleri orifis plakalı kavite cihazı ile yürütülmüştür. Kullanılan sistem 20 lt hacminde paslanmaz çelikten yapılmış bir reaktör, 1,5 kw motor gücüne sahip dikey milli santrifüj pompa ve kavite oluşumunun gerçekleştiği orifis kısmından oluşmaktadır (Şekil 1). Pompanın deşarj kısmına bağlı olan boru ana hat ve bypass hattı olmak üzere dallanmaktadır. Ana hat üzerine takılan farklı delik çaplarına sahip orifis plakaları farklı yoğunluklarda ve özelliklerde kavite oluşumunu mümkün kılmaktadır. Bir orifis plakası, hatta boru flanşları arasına yerleştirilerek akış hızının artmasına ve basıncın azalmasına neden olur. Orifis plakalarının kullanıldığı hidrodinamik kavite sistemlerinde delik çaplarının genellikle 5 mm'den küçük olduğu literatürden bilinmektedir (Chanda, 2012; Gogate ve Pandit, 2000). Çalışma kapsamında denenecek orifis plakasının delik çapı literatürle uyumlu olarak 3 mm olarak seçilmiştir. Sistem 5 bar basıncında çalışmıştır.



**Şekil 1.** Çalışmada kullanılan hidrodinamik kavite sistemi  
**Figure 1.** Hydrodynamic cavitation system used in operation

### Kavite sayısının (Ks)hesabi

Kavite sayısı, Cv olarak bilinen boyutsuz bir sayıdır ve kavite yoğunluğu ile debi şartlarını ilişkilendirmek için kullanılmaktadır. İdeal şartlarda kavite,  $C_v < 1$  olduğunda

oluşmaktadır. Kavite sayısı Eşitlik 1'de verilen formülle hesaplanmaktadır (Gogate ve Pandit, 2000).

$$C_v = (P_2 - P_v) / (0,5 * \rho * V_{th}^2) \quad (\text{Eş.1})$$

Yukarıdaki denklemde  $P_2$  tamamen geri kazanılan aşağı akım basıncını,  $P_v$  sıvının buhar basıncını ve  $V_{th}$  daralma bölgesindeki sıvı hızını ifade etmektedir.

Ks hesabı için kavite işlemi başlatılmadan önce kavite hücrendeki çamur örneğinin 3 L'sinin boş bir kabı kaç saniyede doldurduğu tespit edilmiştir. Bulunan sonuç 17 saniyedir. Yapılan matematiksel hesaplar aşağıda sıralanmıştır:

$$-0,176 \text{ L/sn} = 1,764 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sn} = Q \text{ (Debi)}$$

$$-A = \frac{\pi}{4} d^2 \text{ (orifisin yarıçapı 1,5 mm'dir). } A = 7,065 * 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ (Alan)}$$

$$-V_{th} = Q/A \rightarrow (1,764 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sn}) / (7,065 * 10^{-6} \text{ m}^2) = 24,98 \text{ m/sn (Hız)}$$

$$-101325 \text{ (açık hava basıncı) - 3500 (suyun buhar basıncı) = 97825 bar}$$

$$-C_v = (P_2 - P_v) / (0,5 * \rho * V_{th}^2)$$

$$-C_v = (101325 - 3500) / (0,5 * 1000 * 24,98^2) = 0,31 \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

### Kavite Süresince İzlenen Mikrobiyolojik Parametreler

Kavite edilen su numunesinden kavite süresince 0., 30., 60., 90., 120. ve 150. dakikalarında örnekler alınmış ve tüm örneklerde Toplam Canlı Sayısı, *E.Coli*, Toplam Koliform, *Enterokok*, *Clostridium Perfringers*, *Pseudomonas aeruginosa* analizleri yapılmıştır.

### Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Yöntemler

*Pseudomonas aeruginosa*'nın tespiti ve sayımı Membran Filtrasyon yöntemi ile TS EN ISO 16266:2006 standartına göre yapılmıştır. Membran filtre sisteminden numune suyu süzülerek seçici besiyerine (CN Agar) yerleştirilmiş ve  $(36 \pm 2)^\circ\text{C}$ 'de  $48 \pm 4$  saat sonunda oluşan koloniler sayılmıştır. Doğrulama için Asetamit testinin yapılması sonucu *Pseudomonas aeruginosa* tespiti yapılmıştır.

Toplam *Koliform* ve *E.coli* tespiti ve sayımı Membran Filtrasyon yöntemi ile TS EN ISO 9308-1 standartına göre yapılmıştır. Deney numunesi, bakterileri geçirmeyen bir membran filtreye

süzülmüş ve bu filtre kromojenik Koliform agar (CCA) üzerine yerleştirilmiştir. Bu membranlar  $(36\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 'de  $(21\pm 3)$  saat inkübe edilmiştir.  $\beta$ -D-galactosidase pozitif koloniler (pembeden kırmızıya) muhtemel Koliform olarak sayılırlar. *Aeromonas spp* gibi oksidaz pozitif bakterilerin neden olduğu yalancı pozitif reaksiyonu ayırmak için, muhtemel koloniler negatif oksidaz (oksidaz testi) reaksiyonu ile doğrulanmıştır.  $\beta$ -D-galaktosidaz ve  $\beta$ -D-glukuronidaz pozitif koloniler (besiyerinde menekşe morundan laciverte kadar olan koloniler) *E. coli* olarak sayılmıştır. Toplam Koliform sayımı ise *E. coli* sayısı ile oksidaz negatif olan Koliform bakterilerin toplamı sonucu elde edilmiştir.

Membran Filtrasyon yöntemiyle bağırsak *Enterekoklarının* tespiti ve sayım yöntemi TS EN ISO 7899-2 standartına göre yapılmıştır. Membran filtre sisteminden (0.45  $\mu\text{m}$  ve 47 mm çapında çizgili steril Membran Filtre Kağıdı) numune suyu süzülerek seçici besiyerine (Slanetz Bartley) yerleştirilmiş ve Petri plağı  $(36\pm 2)^{\circ}\text{C}$  de  $(44\pm 4)$  saat inkübe edilmiştir. Tipik olarak koloninin ortasında veya etrafında, kırmızı, mor veya pembe renk oluşumu ile ortaya çıkan tüm koloniler dikkate alınarak safraeskulin-azid agarlı petri ile doğrulama testi yapılmıştır.

Dökme Plak Metoduyla Toplam Canlı tayini TS EN ISO 6222 -02/2002 standartına göre yapılmıştır. 1 ml su örneği dökme plak metoduyla Yeast – Extract seçici besiyerine aşılansak,  $(22\pm 1)^{\circ}\text{C}$  de  $(68\pm 4)$  saat sonunda oluşan tüm kolonilerin sayılması sonucu oluşan Toplam canlı (Aerobik bakteri, maya ve küf ) sayısı bulunmuştur.

Membran Filtrasyon Metodu ile *Clostridium Perfringens* (Sporlular dahil) Annex Council Directive 111/98/83/EC standartına göre yapılmıştır. Su numunesi, membran filtrasyon sisteminde 0,22 $\mu\text{m}$  filtreden süzülerek (m-CP) agara ekim yapılarak,  $44\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de anaerobik ortamda (Anaero jar)  $21\pm 3$  saatlik inkübasyona tabi tutulmuştur. Inkübasyon sonrası petri kabında oluşan opak sarı koloniler 20-30 saniye süresince amonyum hidroksit ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) buharına tutulmuş ve kolonilerden pembe ya da kırmızıya dönenler *C. perfringens* olarak kabul edilmiştir.

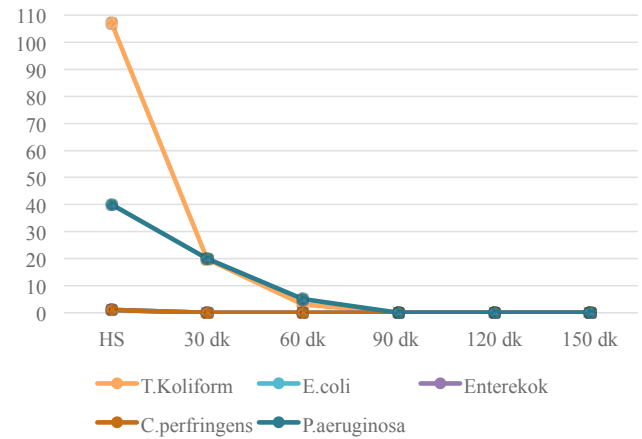
## BULGULAR VE TARTIŞMA

İçilebilir nitelikteki suların mikrobiyal kalitesi sağlık açısından büyük önem taşımaktadır.

Hastalık yapıcı mikroorganizmaların giderilmesi, dezenfeksiyon etkinliğinin değerlendirilmesi açısından ele alınmaktadır.

Suların bakteriyolojik kalitesi, indikatör mikroorganizmalarca belirlenmektedir. Bu amaçla sulara başta koliform, fekal koliform ve *E. coli* olmak üzere genel canlı sayısı, Enterokok ve sülfid indirgeyen anaerob'lar aranmaktadır. Bu bakterilerin sudaki varlığı, direkt ya da dolaylı yolla bir fekal bulaşmayla birlikte patojenlerin de bulunma olasılığını ve hijyenik kalitenin yetersizliğini ifade etmektedir (Murcia vd., 2017).

Şekil 2'de seçilen mikroorganizmaların kavitasyon esnasında zamana bağlı olarak gösterdikleri değişim gösterilmektedir. Kavitasyon süresince tüm mikroorganizmaların azaldığı görülmüştür. Kavitasyonun ilk 60. dk'sında giderimin büyük ölçüde sağlandığı görülmüştür. 90. dk'nın sonunda ise tamamen giderim gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Kavitasyon süresine bağlı olarak mikroorganizma sayılarının değişimi

Figure 2. Variation of microorganism levels during cavitation time

*Enterobacteriaceae* familyasında yer alan *E. coli*, insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasında doğal olarak bulunur. Bazı türleri patojen özellik taşır. Patojen olan türler insanlarda gastroenterit ve çeşitli hastalıklara neden olur. *E. coli* enfeksiyonlarından korunmada hijyen kurallarının uygulanması oldukça önemlidir. Çalışmada, *E. coli* ham suda (HS) başlangıçta 1 CFU/100 ml olarak tespit edilmiştir. Kavitasyonun ilk 30.dk'sında *E. coli* gideriminin tamamen sağlandığı görülmüştür. Mezule vd. (2009) tarafından yapılan laboratuvar ölçekli çalışmada

3. dk da %75 giderim elde edilmiştir. Vitenko ve Gashchyn (2014) tarafından yapılan çalışmada ise en yüksek dezenfeksiyon oranı  $\sigma=0,5$  kaviteasyon sayısında 14. dk da %82 olarak bulunmuştur.

Kaviteasyon sayısına göre çalışma sonuçları değerlendirildiğinde  $\sigma=0,31$  kaviteasyon sayısında 30. dk sonunda %100 giderim gerçekleştiği görülmüştür.

Balasundaram ve Harrison (2006) orifis plaka kullanarak intracellular proteinlerin salınmasını sağlayarak *E. Coli* yıkımını gerçekleştirmişlerdir.

*Clostridium perfringens*, *Bacillaceae* familyasına ait Gram pozitif, uçları yuvarlak çubuk şeklinde sporlu, kapsüllü, anaerobik, hareketsiz bir bakteridir. *Clostridium perfringens* su analizlerinde önemli bir rol oynar. Vejetatif hücrelerle kıyaslandığında ısıya dirençli spor formunda bulunabilmesi, bu organizmaların sulardan tespiti için bir avantaj olarak kullanılır. *C.perfringens* en önemli sülfid indirgeyen *Clostridium* cinsi bakteridir ve insan ve hayvan dışısında doğal olarak bulunur. Clostridial sporlar sularda koliform bakterilerden, *E.coli*'den ve *Enterokoklardan* daha uzun yaşar ve eski fekal kirliliğin göstergesi olarak kullanılır. Sporlar her zaman kloramayla da inaktive olmaz. Yüzey suları gibi çevresel sularda, geniş bir dağılıma sahip olan *Clostridium* türlerinin pek çoğu bulunabilir. *Clostridium* türlerinin pek çoğu 44°C'de üremezken *C.perfringens*ürer. Bu nedenle 44°C'de inkübasyon, bazı numunelerde *C.perfringens*'in izole edilmesi için seçiciliği artırılabilir (Berberoğlu, 2012). Şekil 2 incelendiğinde ham suda başlangıçta 1CFU/100 ml olan sayının ilk 30 dk'da giderildiği görülmektedir.

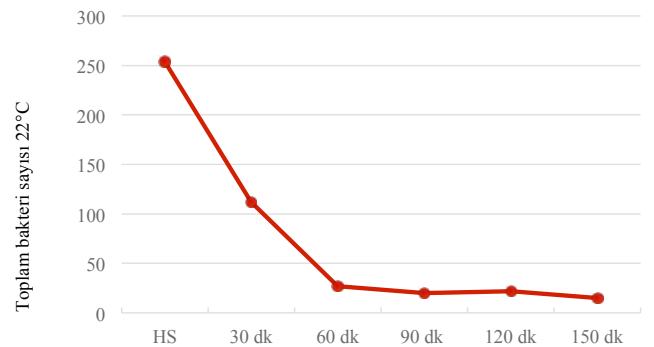
*Pseudomonas aeruginosa* sporsuz, polar flagellalı, hareketli, Gram negatif, genellikle kapsülsüz mikroorganizmadır. *P. aeruginosa* genellikle sistemik infeksiyonlara neden olmaktadır. Üriner sistem ile ilgili birçok hastalıktan sorumludur. Bu nedenle sularda bulunması istenemez. *P. aeruginosa* başlangıçta 40 CFU/100 ml olarak tespit edilmiş olup, ilk 60 dk sonunda % 87,5'lik bir giderim (0,90 log'luk) sağlandığı görülmüştür. 90 dk sonunda ise %100 giderim elde edilmiştir.

Dindar ve Topaç (2018), yaptıkları çalışmada atıksuyun hidrodinamik kaviteasyon sonucunda *P. aeruginosa* için en belirgin azalmanın 90. dk sonunda %79'luk bir giderim oranında gerçekleştiğini, kaviteasyon sonunda (150.dk) ise yaklaşık %98'lik bir giderim sağlandığı bulmuşlardır.

Bağırsak enterokokları Gram-pozitif, genelde zincir formu, katalaz-negatif ve kokoid-yumurta şekli arasında olabilen ve D antijenine sahip bakterilerdir. Enterokoklar insan ve hayvanların gastrointestinal sisteminde kommensal yaşayan, fırsatçı patojenlerdir ve idrar yolu enfeksiyonu, endokardit ve sepsise neden olan bakterilerdir (Poulsen vd., 2012; Shafi vd., 2017). Sularda enterokoklar ve stafilokoklar hem fekal hem de organik kontaminasyon indikatörü olarak kullanılmaktadır (Karafistan ve Çolakoğlu,2005). Ham suda 100 ml'de 1 CFU olarak tespit edilen enterokokun ilk 30 dk sonunda giderimi sağlanmıştır.

Toplam koliform bakteri sayısı, su kalitesinin en güvenilir göstergesi olarak kullanılır. Koliform bakteriler insan ve hayvan bağırsağında bulunabileceği gibi çevresel ortamda da bulunabilir ve potansiyel fekal kirliliğin göstergesi olabilirler. Fekal koliformlar ve *E.coli* ise sadece insan ve hayvan bağırsağında bulunur ve sulardaki varlıkları için yapılan testler, insan ve hayvan orijinli dışkı kirliliğin doğrulanması için gereklidir (Berberoğlu, 2012). Toplam koliform sayısı değerlendirildiğinde ham suda 107,1 CFU/100 ml bulunduğu belirlenmiştir. %82 oranında ciddi bir giderim ilk 30 dk da giderildiği görülmüştür. 60 dk sonunda ise %97 oranında (1,54 log) giderim gerçekleştiği bulunmuştur.

Şekil 3'de hidrodinamik kaviteasyon prosesi boyunca 22°C'de toplam canlı sayısının değişimi gösterilmektedir. Toplam canlı sayısı, su analizlerinde hijyen indeksi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu bakterilerin yoğunluğu, suyun hijyenik kalitesi yanı sıra patojenlerin bulunma olasılığını da değerlendirmede yardımcı olmaktadır (Alemdar, 2009).



Şekil 3. Kaviteasyon süresince toplam bakteri sayısının değişimi

Figure 3. Variation of total bacterial count during cavitation time



Ham suda toplam canlı sayısı 254 CFU/ml olarak tespit edilmiş olup, kavitasyon süresince azaldığı tespit edilmiştir. İlk 60 dk sonunda toplam canlı sayısında %89 oranında (0,90 log) ciddi bir azalma meydana geldiği görülmüştür. 90 dk dan sonra toplam canlı sayısında belirgin bir değişim olmadığı gözlenmiştir. Kavitasyonun sonunda ise %94 oranında (1,23 log) toplam canlı sayısında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Loraine vd. (2012) yaptığı çalışmada, atıksuda 45 dakikalık kavitasyon sonrası tüm bakteri miktarında %80'lik azalış olduğunu gözlemlemiştir. Hidrodinamik kavitasyonun gram-negative *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus subtilis* türlerinin konsantrasyonlarının azalmasında çok etkili olduğunu bulmuşlardır.

### SONUÇLAR

Hidrodinamik kavitasyon, bir akış sisteminde akış kısıtlaması ile meydana gelen hızlı basınç dalgalanmalarına ve önemli akışkan kuvvetlerine neden olan bir sistemdir. Bu sayede, hidrodinamik kavitasyon mikrobik hücre hasarına yol açmaktadır. Dolayısıyla, suların dezenfeksiyonu için hidrodinamik kavitasyon etkili bir yöntem olarak kullanılabilir. Bu çalışma sonucunda 5 bar basıncında ve 0,31 kavitasyon sayısı ile çalışan bir sistemde ilk 60 dk sonunda etkili bir mikrobiyal giderim sağlandığı görülmüştür. Hidrodinamik kavitasyonda, dezenfeksiyon için herhangi bir kimyasal madde kullanılmadan dezenfeksiyonun sağlanması ekonomik ve çevre dostu bir sistem olarak daha avantajlı bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.

İçme ve kullanma sularında insan sağlığı açısından bulunması istenmeyen *E.Coli*, Toplam Koliform, Enterokok, *Clostridium Perfringers*, *Pseudomonas aeruginosa* gibi mikroorganizmaların giderilmesinde etkili olduğu yapılan çalışma sonucunda ortaya konmuştur.

Son yıllarda su ve atıksu arıtımı konularında etkili ve ekonomik bir yöntem olarak ön plana çıkan hidrodinamik kavitasyon prosesinin, su dezenfeksiyon alanındaki kullanılabilir potansiyelini mikrobiyolojik düzeyde ortaya çıkarması açısından önem taşımaktadır.

### TEŞEKKÜR

Bursa Büyükşehir Belediyesi, BUSKİ Genel Müdürlüğü, Dobruca İçme Suyu Arıtma Şube Müdürlüğü'ne katkılarından dolayı teşekkür ederim.

### KAYNAKLAR

- Alemdar S, Kahraman T, Ağaoğlu S, Alışarlı M (2009) Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri, *Ekoloji* 19, 73, 29-38.
- Arrojo S, Benito Y, Tarifa AM (2008) A Parametrical Study of Disinfection with Hydrodynamic Cavitation, *Ultrasonics Sonochem.*, 15(5) 903–908.
- Balasundaram B, Harrison STL (2006) Study of Physical and Biological Factors Involved in the Disruption of *E. coli* by Hydrodynamic Cavitation *Biotechnol. Prog.*, 22, 907-913.
- Berberoğlu U (2012) Su Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları El Kitabı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Ankara.
- Chanda SK (2012) Disintegration of sludge using ozone-hydrodynamic cavitation, Master of Applied Science in the Faculty of Graduate Studies (Civil Engineering), The University of British Columbia, Vancouver.
- Council Directive 98/83/EC on the Quality of Water Intended for Human Consumption: Calculation of Derived Activity Concentrations.
- Dindar E, Topaç Şağban FO (2018) Uluslararası Su ve Çevre Kongresi, SUCEV2018 Bildiriler Kitabı, 1434-1442, 22-24 Mart, Bursa.
- Giese N, Darby J (2000) Sensitivity of Microorganisms to Different Wavelengths of UV Light: Implications on Modeling of Medium Pressure UV Systems, *Water Res.* 34 (16) 4007–4013.
- Gogate PR, Pandit AB (2000) Engineering Design Methods For Cavitation Reactors II: Hydrodynamic Cavitation, *AIChE Journal*, 46 (8), 1641-1649
- Haas CN, Heller B (1990) Kinetics of Inactivation of *Giardia Lambia* By Free Chlorine, *Water Res.* 27 (2) 233–238.
- Jyoti KK, Pandit AB (2001) Water Disinfection by Acoustic and Hydrodynamic Cavitation, *Biochem. Eng. J.* 7, 201–212.
- Karafistan A, Çolakoğlu FA (2005) Physical, Chemical and Microbiological Water Quality of the Manyas Lake, Turkey. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 10, 127- 143.
- Labatiuk CW, Belosevic M, Gordon FR (1992) Factors Influencing The Infectivity Of *Giardia Muris* Cysts Following Ozone Inactivation in Laboratory and Natural Waters, *Water Res.* 26 (6) 733– 743.
- Li X, et al. (2016). Gas-liquid Mass Transfer Characteristics with Microbubble Aeration – I. Standard stirred tank. *Chem Eng Technol.*, 39(5), 945–952.
- Loraine G, Chahine G, Hsiao CT, Choi JK, Aley P (2012) Disinfection of Gram-Negative and Gram-Positive Bacteria using DynaJets® Hydrodynamic Cavitating Jets, *Ultrasonics Sonochemistry*, 19 (3), 710–717.
- Mason TJ, Joyce E, Phull SS, Lorimer JP (2003) Potential Uses of Ultrasound in the Biological Decontamination of Water, *Ultrason. Sonochem.* 10, 319-323.
- Mezule L, et al. (2009) .A Simple Technique For Water Disinfection with Hydrodynamic Cavitation: Effect on Survival of *Escherichia coli*. *Desalination*; 248 (1–3), 152–9.

Murcia JJ, Avila-Martinez EG, Rojas H, Navio JA, Hidalgo MC (2017) Study of the *E.coli* elimination from urban wastewater over photocatalysts based on metallized TiO<sub>2</sub>. Applied Catalysis B: Environmental. 200, 469-476.

Poulsen LL, Bisgaard M, Son NT, Trung NV, An HM, Dalsgaard A (2012) Enterococcus faecalis Clones in Poultry and in Humans with Urinary Tract Infections, Vietnam. Emerging Infectious Diseases Journal. 18(7), 1096-1100.

Save SS, Pandit AB, Joshi JB (1994) Use of Hydrodynamic Cavitation For Large Scale Microbial Cell Disruption, Chem. Eng. J. 55, B67.

Shafi S, Kamili AN, Shah MA, Parray JA, Bandh SA (2017). Aquatic Bacterial Diversity: Magnitude, Dynamics, and Controlling, Microbial Pathogenesis, 104, 39-47.

Szulzyk-Cieplak J, Ozonok J (2013) The Study of the Impact of Select Parameters of Hydrodynamic Cavitation System on Anthracene and Phenanthrene Degradation Rate in Cavitated Liquid Environment) Annual Set the Environment Protection 15, 996-1010.

TS EN ISO 16266 Water quality- Detection and enumeration of *Pseudomonas aeruginosa* - Method by membrane filtration.

TS EN ISO 6222 Water quality- Enumeration of culturable microorganisms- Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium.

TS EN ISO 7899-2 Water quality - Detection and enumeration of intestinal *Enterococci* - Part 2: Membrane filtration method.

TS EN ISO 9308-1 Water quality- Detection and enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria Part-1 Membrane filtration method.

Vitenko T, Gashchyn O (2014) Mechanism and Kinetic Regularities of Inactivating Effects of Cavitation on Microorganisms, Chemistry & Chemical Technology. Vol. 8, № 4, 431-440.