

## Farklı Sulama Suyu Tuzluluğu Koşullarında Değişik Hidrojel Dozlarının Şeker Mısır (*Zea mays*) Verimine Olan Etkileri\*

Burcu ARICAN<sup>1</sup> Sema KALE<sup>1</sup>

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Isparta  
Sorumlu yazar: semakale@sdu.edu.tr

Geliş tarihi: 08.02.2016, Yayına kabul tarihi: 13.04.2016

**Özet:** Bu çalışma, farklı tuzluluk seviyesindeki sulama sularının ve PAM (poli-akrilamid) hidrojel kaynağı olarak piyasada su tutucu, denetimli gübre salgılayıcısı ve toprak düzenleyicisi gibi tarımsal amaçlı olarak satılan hidrojelin Merit F<sub>1</sub> çeşidi şeker mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) bitkisinin verimine olan etkilerini araştırmak amacıyla saksı denemesi şeklinde serada yürütülmüştür. Deneme konularını 4 farklı sulama suyu tuzluluğu (T<sub>1</sub>; Şebeke Suyu, T<sub>2</sub>; 1.5 dS/m, T<sub>3</sub>; 3.0 dS/m T<sub>4</sub>; 5.0 dS/m) ve 4 farklı hidrojel (H<sub>1</sub>; 0 gr/saksı, H<sub>2</sub>; 0.5 gr/saksı, H<sub>3</sub>; 1.0 gr/saksı, H<sub>4</sub>; 1.5 gr/saksı) seviyesi oluşturmuş ve deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre; sulama suyu tuzluluğu ile bitki yaş ve kuru ağırlıkları arasında önemli ve negatif bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Tuzluluk konuları arasında en yüksek bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri T<sub>1</sub> konusunda elde edilmiş ve sırasıyla bu değerler 170.94 gr/saksı ve 22.77 gr/saksı olarak saptanmıştır. Hidrojel konularında ise en yüksek bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri 179.75 gr/saksı ve 26.47 gr/saksı ile H<sub>2</sub> konusunda belirlenmiştir. Tuzluluk seviyeleri arttıkça hidrojel etkisinin azaldığı saptanmıştır. Uygulanan sulama suyu tuzluluğu arttıkça bitki boy uzunluğunun da azaldığı tespit edilmiştir. Sulama suyu kullanım randımanı ise en yüksek 0.26 değeri ile T<sub>1</sub>H<sub>2</sub> konusunda elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Hidrojel, mısır, sulama suyu tuzluğu, verim

### Effects of Different Hydrogel Doses under Different Irrigation Water Salinity on Sweet Corn (*Zea mays*) Yield

**Abstract:** This study was carried out to determine the effects of the irrigation water salinity level and different hydrogel doses which controlled releasing fertilizer and soil conditioner on soil as PAM hydrogel source on the Merit F<sub>1</sub> type sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt.) yield at greenhouse condition. The research was conducted 4 different irrigation water salinity level (T<sub>1</sub>; 0 dS/m, T<sub>2</sub>; 1.5 dS/m, T<sub>3</sub>; 3.0 dS/m T<sub>4</sub>; 5.0 dS/m) and 4 different hydrogel doses (H<sub>1</sub>;0 gr/pot, H<sub>2</sub>;0.5 gr/pot, H<sub>3</sub>;1.0 gr/pot, H<sub>4</sub>;1.5 gr/pot). The experimental design was randomized factorial design with three replications. According to the results; significant and negative relationship was observed between the water salinity and dry and wet plant weight. The highest wet and dry weights was observed for irrigation water salinity and hydrogel doses at the T<sub>1</sub> as 170.94 gr/pot and 22.77 gr/pot and the H<sub>2</sub> as 179.75 gr/pot and 26.47 gr/pot respectively. Hydrogel effect decreased when the salinity level increase. Also plant lengths decreased while the salinity increasing. Irrigation water use efficiency was obtained the highest value belong to T<sub>1</sub>H<sub>2</sub> with the value of 0.26.

**Key words:** Corn, hydrogel, irrigation water salinity, yield

\* SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 4064-YL1-14 nolu proje ile desteklenmiş olan Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

## Giriş

Su kaynaklarımızın zaman boyutunda değişik nedenlerden dolayı daha tuzlu duruma geldiği düşünürse, verim artışının ve ekonomik üretim değerinin sağlanmasında, daha düşük kaliteli suları kullanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Emekçi vd., 2005). Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde su kaynaklarından daha etkin yararlanmak için yeni yöntem ve teknolojilerin kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Bu nedenle toprak suyunun korunması ve toprağın su tutma kapasitesini artırıcı tedbirlerin alınması (yeşil gübre, hayvan gübresi gibi) gerekmektedir. Bu amaçla son zamanlarda organik kaynaklara ilave olarak toprak düzenleyicileri olan polimerik maddeler geliştirilmiştir. Ancak, üretim maliyetini artırması gibi ekonomik nedenlerden dolayı başlangıçta gereken ilgiyi görmemiştir. Daha sonraki dönemlerde ticari olarak pazarlayan firmaların ürün çeşitliliği sebebiyle ürünün kullanım dozları, su tutma kapasiteleri, su kullanım etkinliği ve su kalitesinin etkileri hakkında yeterli teknik bilgiler mevcut değildir.

Yapılan çalışmalar (Flannery ve Busscher, 1982; Johnson, 1984) toprağa hidrojel uygulamasının, bitkinin kullandığı su miktarını etkilemediğini, bitki kök bölgesinde kullanılabilir suyun artmasını sağlayarak, sulamalar arasındaki zamanı uzattığını ve bu sayede bitkilerin su stresinden daha az zarar gördüğünü göstermektedir. El-Sayed and Kirkwood (1992) bildirdiğine göre de toprağa hidrojel ilave edilmesi hareketsiz mısır polenlerinin içindeki tuz iyonlarının azalmasına yol açmaktadır. Bundan yola çıkarak hidrojel değişikliklerinin bitki dokularında tuz iyonlarının seviyesini düşürerek tuzluluğun olumsuz etkilerini en aza indireceği tahmin edilebilir (Chen vd., 2004).

Bu çalışma ile değişik hidrojel dozlarının farklı sulama suyu tuzluluğu altında mısır (*Zea mays saccharata Sturt.*) verimine ve gelişimine olan etkilerinin belirlenmesini amaçlamıştır.

## Materyal ve Yöntem

Deneme Antalya İli Aksu ilçesinde plastik sera koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Denemede kullanılan toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Table 1. Some physical and chemical properties of trial soil

Parametreler Parameters	Değerler Values
pH	8.03
EC (dS/m)	1.04
Kireç (%)	2.22
Lime (%)	
Tarla Kapasitesi (%)	27.3
Field capacity (%)	
Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	1.38
Bulk density (gr/cm <sup>3</sup> )	
Solma Noktası (%)	17.5
Wilting point (%)	

Denemede kontrol konusu olarak şebeke suyu (şahit) alınmış, diğer 3 farklı kalitedeki tuzlu su şebeke suyu üzerine suda eriyebilirliği yüksek olan NaCl (%99.5 saflıkta) tuzu ilave edilerek oluşturulmuştur. Sulama sularının tuzluluk düzeylerinin ayarlanmasında portatif EC metre (Hanna Enst.) kullanılmıştır. Şebeke suyuna ait analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Sulama suyu analizi

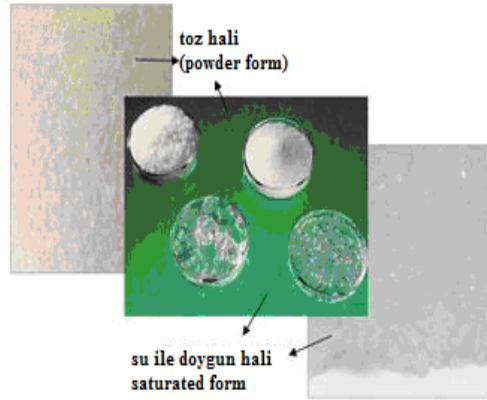
Table 2. Irrigation water analysis

Parametreler Parameters	Değerler Values
pH	7.73
EC (dS/m)	0.26
Ca	0.55
Mg	0.73
Na	1.20
K	0.22
CO <sub>3</sub>	0
HCO <sub>3</sub>	0.40
Cl	0.68
SO <sub>4</sub>	1.61
SAR	2.62
Tuzluluk sınıfı (Salinity class)	T <sub>2</sub> A <sub>1</sub>

Çalışmada tuza orta duyarlı (Ayers ve Wescot, 1989) şeker mısırı (*Zea mays*

*saccharata*) olan Merit F<sub>1</sub> mısır çeşidi kullanılmıştır.

Denemede ticari ismi kristajel olarak bilinen çapraz bağlı poli-akrilamit (PAM) hidrojel kullanılmıştır. Hidrojel ağırlığının 400-500 katı gibi yüksek su absorbe etme özelliğine sahiptir. Su içinde ve organik solüsyonlarda çözünmez, sıvı akıcılarla temas halinde şişerek jel haline dönüşür (Şekil 1).



Şekil 1. Hidrojelin toz ve doymun haldeki görünüşü

Figure 1. The appearance of powdered and saturated hydrogel

Deneme tesadüf parsellerinde 4 değişik tuzluluk düzeyi ve 4 farklı hidrojel seviyesinin 3 tekrarlamalı olarak denendiği 4x4x3 faktöriyel düzeninde planlanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Deneme konuları

Table 3. Experimental treatments

Tuzluluk konuları EC (dS/m) Salinity treatments EC (dS/m)	
T <sub>1</sub>	Şebeke suyu (Şahit) Tap water (Blank)
T <sub>2</sub>	1.5
T <sub>3</sub>	3.0
T <sub>4</sub>	5.0
Hidrojel Oranı (gr/saksı)	
H <sub>1</sub>	Hidrojelsiz (Şahit) Without hydrogel (Blank)
H <sub>2</sub>	0.5
H <sub>3</sub>	1.0
H <sub>4</sub>	1.5

Denemede çapı 25 cm, yüksekliği 20 cm olan 2.5 kg'lık plastik saksılar kullanılmıştır. Ekim öncesi konulara göre hassas terazi ile tartılan hidrojel miktarları saksı topraklarına her bir saksı için ayrı ayrı ve homojen olacak şekilde karıştırılmıştır. Saksılara tohum ekiminden önce temel gübreleme olarak toprak verimlilik analiz sonuçlarına göre 10 ml NPK gübresinin yarısı (%3.5 NH<sub>4</sub>, %5.5 NO<sub>3</sub>, %10 Üre, 19N-19P-19K) her bir saksıya süspansiyon halinde uygulanmıştır. Gübrenin diğer yarısı da bitki çıkışları tamamlandıktan sonra verilmiş ve tuzlu su uygulamalarına geçilmiştir. Mısır tohumları her saksı başına 5 adet olacak şekilde 3 cm toprak derinliğine ekilmiştir. Ekimden hemen sonra saksılara tarla kapasitesine çıkacak kadar sulama suyu verilmiştir. Mısır tohumlarının ekiminden sonra çıkışlar tamamlanana kadar Şebeke suyu uygulanmış ve her bir saksıda bitki sayısı 3 adet olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Daha sonra tuzlu su uygulamalarına geçilmiştir. Her bir saksı günlük düzenli bir şekilde tartılmış ve saksı ağırlığındaki azalmalara bağlı olarak tarla kapasitesinin %30'u tüketildiğinde konulara göre hazırlanan sular ile sulanarak tarla kapasitesi düzeyine çıkarılmıştır.

Denemede hasat öncesi bitki boyları ölçülmüş ve daha sonra kök kısmından kesilerek hasat edilen bitkilerin yaş ağırlıkları alınmıştır. Bitkilerin yaş ağırlığı alındıktan sonra 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulmuş ve elde edilen değerler kuru ağırlık olarak kaydedilmiştir. Hasat işlemlerinin ardından deneme toprağının tuzluluk (EC<sub>e</sub>) analizleri yapılmış ve deneme sonrası toprakta biriken tuz miktarı belirlenmiştir.

Çalışmada sulama suyu kullanım randımanının (IWUE) hesaplanmasında Howell vd., (1990) tarafından verilen IWUE = Y/I eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte; Y: Toplam verim (kg); I: Uygulanan sulama suyu miktarını (mm) göstermektedir. Elde edilen sonuçlara SPSS 18.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizi ve Duncan testi yapılarak Yurtsever (1984) tarafından verilen esaslara göre yorumlanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

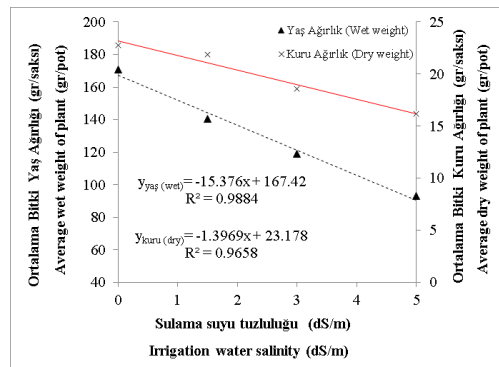
### *Sulama Suyu Tuzluluğunun Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı ile Bitki Boyu Üzerine Etkisi*

Konular arasında en yüksek ortalama yaş ağırlık değeri T<sub>1</sub> (170.94 gr/saksı) konusunda elde edilmiş olup onu sırasıyla T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> konuları izlemiştir (Çizelge 4). Bitki kuru ağırlığı bakımından değerlendirildiğinde 16.18 gr/saksı ile en düşük verim T<sub>4</sub> konusunda olmuştur. Tuzluluk düzeyi azaldıkça bitkinin tuzdan etkilenme derecesi de azalmıştır.

Çizelge 4. Mısırın yaş ve kuru ağırlık değerleri (gr/saksı)

Tuz düzeyleri Salt level	Yaş ağırlık Wet weight	Kuru ağırlık Dry weight
T <sub>1</sub>	170.94 <sup>a</sup>	22.77 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	140.67 <sup>b</sup>	21.88 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	118.92 <sup>b</sup>	18.61 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	93.06 <sup>c</sup>	16.18 <sup>c</sup>

Sulama suyu tuzluluğu bitki yaş ve kuru ağırlıkları arasında negatif ve önemli bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı (R<sup>2</sup>) yaş ağırlık ve kuru ağırlık için sırasıyla 0.98 ve 0.96 olarak bulunmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Sulama suyu tuzluluğu, bitki yaş ve kuru ağırlık ilişkisi

Figure 2. Irrigation water salinity and crop wet and dry weight relationship

Sulama suyu tuzluluğu arttıkça mısır bitkisi veriminde azalma olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Ashraf ve McNeilly, (1990); Çiçek ve Çakırlar, (2002); Neto vd., (2004); Turan vd., (2009); Tekeli G., (2013) tarafından yapılmış çalışmalarda da bildirilmiştir.

Deneme konularından elde edilen ortalama bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, konular arasında 0.05 düzeyinde istatistiksel fark belirlenmiştir (Yurtsever, 1984). T<sub>1</sub> konusuna ait ortalama yaş ve kuru ağırlık değerleri göz önüne alınarak hesaplanan oransal farklara göre yaş ağırlık değerleri sulama suyu tuzluluk seviyesi 1.5 dS/m olduğunda % 82.29'e 3.0 dS/m olduğunda % 69.57'ya 5 dS/m olduğunda ise % 54.44'e kadar düşmüştür (Çizelge 5). Kuru ağırlık için ise oransal verim değerleri sırasıyla % 96.09, % 81.73 ve % 71.06 olmuş ve % 3.91, % 18.27 ve % 28.94'lük azalma oranları elde edilmiştir.

Konular arasında en yüksek ortalama bitki boy uzunluğu T<sub>1</sub> (113 cm) konusunda elde edilmiş onu sırasıyla T<sub>2</sub> (110 cm), T<sub>3</sub> (102 cm) ve T<sub>4</sub> (94 cm) konuları izlemiştir. Uygulanan sulama suyu tuzluluğu arttıkça bitki boy uzunluğunun azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum mısır yetiştiriciliğinde sulama suyu tuzluluğu ile bitki boyu arasında negatif doğrusal bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5. Konulara ait oransal verim yüzdeleri (%) ve farkları

Table 5. Relative percentage and variation of yield at different salt doses

Konular Treatments (dS/m)	Yaş Ağırlık Wet weight		Kuru Ağırlık Dry weight	
	O.Y.*	O.F.*	O.Y.	O.F.
T <sub>1</sub>	100.0	0.00	100.0	0.00
T <sub>2</sub>	82.29	17.70	96.09	3.90
T <sub>3</sub>	69.57	30.40	81.73	18.20
T <sub>4</sub>	54.44	45.50	71.06	28.90

O.Y: Oransal yüzde (relative percent), O.F: Oransal fark (relative difference)

Mısır bitkisindeki verimin azalmasıyla birlikte büyümede de azalma gözlenmiştir. Tuzluluğun verim üzerine etkisine ilişkin yapılmış çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Öztürk, 2002; Çiçek ve Çakırlar, 2002; Parlak vd., 2006 ve Sönmez vd., 2012).

### *Hidrojel Konularının Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı ile Bitki Boy Uzunluğu Üzerine Etkisi*

Elde edilen veriler incelendiğinde konular arasında en yüksek ortalama yaş ve kuru ağırlık ağırlık değeri H<sub>2</sub> konusunda elde edilmiştir (Çizelge 6). Duncan sınıflamasına göre yaş ağırlık açısından H<sub>2</sub> ve H<sub>3</sub> konuları aynı sınıfa girmiştir. Kuru ağırlık açısından ise H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> ve H<sub>4</sub> konusu arasında fark bulunamamıştır.

Çizelge 6. Mısır yaş ve kuru ağırlık değerleri (gr/saksı)

Table 6. Wet and dry weight of corn (gr/pot)

Hidrojel düzeyleri Hyrogel levels	Yaş ağırlık Wet weight	Kuru ağırlık Dry weight
H <sub>1</sub>	170.94 <sup>b</sup>	22.77 <sup>b</sup>
H <sub>2</sub>	179.75 <sup>a</sup>	26.47 <sup>a</sup>
H <sub>3</sub>	175.46 <sup>a</sup>	25.39 <sup>a</sup>
H <sub>4</sub>	171.53 <sup>b</sup>	24.34 <sup>a</sup>

Çizelge 7’de verilen varyans analiz tablolarına göre konular arasında 0.05 düzeyinde istatistiksel fark belirlenmiştir. Kuru ağırlık açısından yapılan varyans analiz tablosunda da fark önemli çıkmıştır.

Çizelge 7. Hidrojel konularına göre ortalama yaş ağırlık varyans analiz tablosu

Table 7. Variance analysis table of wet weight according to hydrogel doses

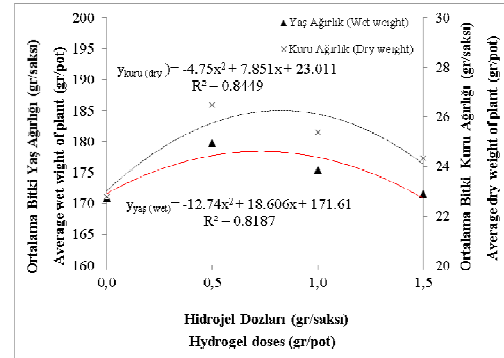
Varyasyon Kaynakları Variation source	SD	KT	KO	F	Tablodan Tables F	
					0.05	0.01
Konular (Trail)	3	149	49	25*	4.5	7.6
Hata (Error)	8	46	5			
Genel (General)	11	376				

\*%5 önemlilik düzeyi (5% significance level) SD:Standart sapma (standad deviation), KT:Kareler toplamı(Sum of square), KO: Kareler ortalaması (Squares average)

Sulama suyu hidrojel düzeyi ile bitki yaş ve kuru ağırlıkları arasında önemli düzeyde negatif yönde kuadratik bir ilişki söz konusudur (Şekil 3). Determinasyon katsayısı (R<sup>2</sup>) yaş ağırlık ve kuru ağırlık için sırasıyla 0.82 ve 0.85 olarak bulunmuştur.

Hidrojel düzeyleri bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri arasında kuadratik bir ilişki olması nedeniyle en yüksek değer elde edilen H<sub>2</sub> hidrojel konusuna ait ortalama yaş

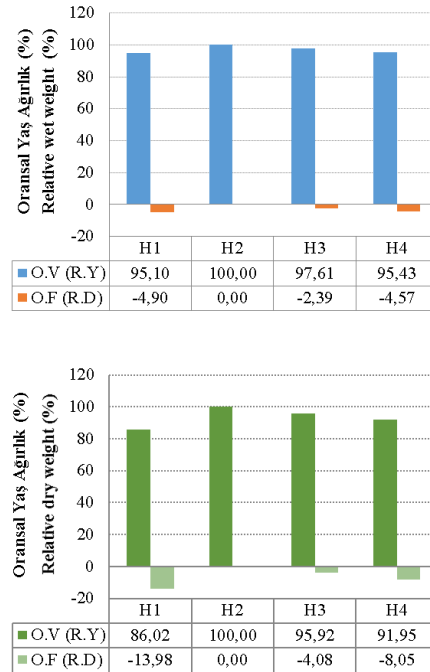
ve kuru ağırlık değerleri baz alınarak oransal verim ve farklar hesaplanmıştır.



Şekil 3. Hidrojel konuları ile bitki yaş ve kuru ağırlık ilişkisi

Figure 3. Relationship between wet and dry weight of corn and hydrogel doses

Oransal verim ve oransal farklar konulara göre hem yaş ağırlık hem de kuru ağırlık için H<sub>1</sub>, H<sub>3</sub> ve H<sub>4</sub> konularında sırasıyla % 4.90, % 2.39 ve % 4.57 ve % 13.98, % 4.08 ve % 8.05 düzeyinde olmuştur. Yaş ve kuru ağırlıklara ilişkin oransal verim ve oransal farklar Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Farklı hidrojel dozlarına ait oransal verim yüzdeleri ve farkları (yaş ve kuru ağırlık)Figure 4. Relative percentage and variation of yield at different hydrogel doses (wet and dry weight)

Deneme sonrası hidrojel konularına göre elde edilen bitki boy uzunluk ortalamaları incelendiğinde en yüksek bitki boy uzunluğu H<sub>2</sub> (108 cm) konusunda elde edilmiştir. H<sub>2</sub> konusundan daha yüksek dozlarda kullanılan hidrojel miktarında ise bitki boy uzunluğunda azalma meydana gelmiştir. H<sub>2</sub> konusundan sonra bitki boy uzunlukları sırasıyla H<sub>4</sub> (107 cm), H<sub>3</sub> (105 cm) ve H<sub>1</sub> (92 cm) olarak ölçülmüştür.

#### Sulama Suyu Tuzluluğu ve Hidrojel İlişkisi

Deneme sonunda tuzluluk ve hidrojel konuları birlikte incelenmiş ve ortalama yaş ve kuru ağırlık değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Tuzluluk ve Hidrojel konularına göre yaş ağırlık değerleri (gr/saksı)

Table 8. Wet weight according to different salt and hydrogel doses of corn (gr/pot)

Konu Treatment	Yaş ağırlık (Wet weight)				Ort
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	
T <sub>1</sub>	171	180	175	172	174 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	141	149	170	143	151 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	119	121	125	139	126 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	93	96	103	100	97 <sup>c</sup>
Ort.	131 <sup>c</sup>	136 <sup>a</sup>	142 <sup>b</sup>	151 <sup>c</sup>	

Konular arasında en yüksek ortalama yaş ağırlık T<sub>1</sub>H<sub>2</sub> (179 gr/saksı) konusunda elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça sırasıyla T<sub>2</sub> tuzluluk seviyesinde en yüksek ortalama yaş ağırlık H<sub>3</sub> dozundan, T<sub>3</sub> tuzluluk seviyesinde en yüksek ortalama yaş ağırlık H<sub>4</sub> dozundan elde edilmiştir. T<sub>4</sub> tuzluluk seviyesinde en yüksek ortalama yaş ağırlık verimi ise H<sub>3</sub> dozundan elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça, kullanılacak hidrojel dozunun en fazla H<sub>3</sub> dozuna kadar arttığı ve sonra tuzluluk artınca hidrojel kullanım dozunun azaldığı gözlenmiştir. Ortamda tuz konsantrasyonu arttıkça jellerin şişme oranı azalmaktadır (Orakdögen, 2006). Bu sebeple tuzluluğun belirli bir seviyesinden sonra hidrojin işlevi azalmaktadır. Sulama suyu tuzluluğunun artması ile oluşan verim kaybının azaltılması için kullanılan hidrojel miktarının belirlenen eşik değere kadar artması gerektiği söylenebilir. Benzer sonuç

Altay (2010b) tarafından da elde edilmiştir. Tuzluluk ve hidrojel konularından elde edilen kuru ağırlık değerleri ise Çizelge 9'da verilmiştir. Uygulanan sulama suyu tuzluluğunun artması belirli bir seviyeden sonra ortamda var olan hidrojellerin etkisini azaltmaktadır.

Yapılan birçok araştırmada tuzluluk arttıkça hidrojin daha az etkili olduğu ileri sürülmektedir (Shannon 1978; Epstein 1985; Gumuzzio vd., 1985; Ashraf 1994; Aydın vd., 2000; Aydın ve Malkoç 2003; Aslan 2004).

Çizelge 9. Tuzluluk ve hidrojel konularına göre kuru ağırlık değerleri (gr/saksı)

Table 9. Dry weight according to different salt and hydrogel doses of corn (gr/pot)

Konu Treatm.	Kuru ağırlık (Dry weight)				Ort. Avr.
	H1	H2	H3	H4	
T1	22.77	26.47	25.39	24.34	24.7 <sup>a</sup>
T2	21.88	23.17	23.89	22.84	22.9a
T3	18.61	21.12	21.49	21.77	20.7 <sup>b</sup>
T4	16.18	16.66	17.89	17.15	16.9 <sup>c</sup>
Ort.	19.86 <sup>b</sup>	21.86 <sup>a</sup>	22.17 <sup>a</sup>	21.53 <sup>a</sup>	

#### Sulama Suyu Kullanım Randımanı

Denemeden elde edilen kuru ağırlık miktarı ve uygulanan sulama suyu miktarı kullanılarak her bir saksı için hesaplanan sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri Çizelge 10'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en yüksek su kullanım randımanı 0.26 değeri ile T<sub>1</sub>H<sub>2</sub> konusunda elde edilmiştir. Yani tuzsuz ve 0.5 gr/saksı hidrojel uygulanan konu ile birim uygulanan sudan en yüksek verim elde edilmiştir.

Çizelge 10. Sulama suyu kullanım etkinliği (kg/m<sup>2</sup>-mm)

Table 10. Irrigation water use efficiency (IWUE) (kg/m<sup>2</sup>-mm)

Konu Treatm.	IWUE				Ort. Avr.
	H1	H2	H3	H4	
T1	0.24	0.26	0.24	0.25	0.25 <sup>a</sup>
T2	0.22	0.25	0.25	0.24	0.24 <sup>a</sup>
T3	0.2	0.23	0.22	0.23	0.22 <sup>b</sup>
T4	0.17	0.19	0.19	0.19	0.19 <sup>c</sup>
Ort.	0.21 <sup>b</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>	

### Deneme Sonrası Toprak Tuzluluğu Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

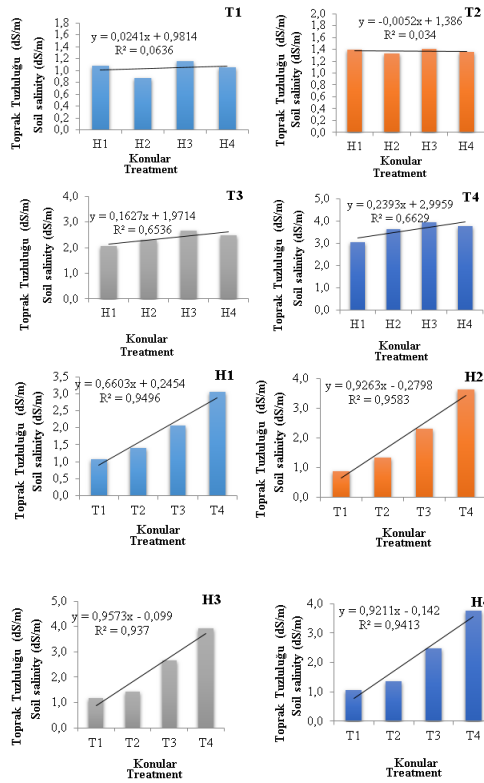
Hasat işlemlerinin ardından deneme toprağının tuzluluk ( $EC_c$ ) analizleri yapılmış ve deneme sonrası toprakta biriken tuz miktarı belirlenmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Deneme sonrası toprakta biriken tuz miktarı (dS/m)

Table 11. Accumulated salt in soil end of the experiment (dS/m)

Konular Treatment	Toprak tuzluluğu Soil salinity			
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>
T <sub>1</sub>	1.08	0.87	1.16	1.06
T <sub>2</sub>	1.39	1.33	1.41	1.35
T <sub>3</sub>	2.06	2.31	2.67	2.48
T <sub>4</sub>	3.06	3.63	3.93	3.75

Uygulanan sulama suyu tuzluluğuna paralel olarak toprakta biriken tuz miktarı da artış göstermiştir (Şekil 5 a).



Şekil 5. Sulama suyu tuzluluğu (a) ve hidrojel dozlarında (b) toprak tuzluluğu

Figure 5. Soil salinity on irrigation water salinity (a) and hydrogel doses (b)

Hidrojel dozları baz alınarak tuzluluk düzeylerine göre toprak tuzluluğu değerlendirildiğinde; T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> konularında artan hidrojel dozlarında toprak tuzluluğu ile hidrojel dozu arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır (Şekil 5 b). Yani hidrojel dozu toprak tuzluluğuna bir etki etmemiştir. T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> konularında ise az düzeyde ilişki ( $R^2 = 0.66$ ) söz konusu olsa da hidrojel miktarının artması toprak tuzluluğunu çok değiştirmemiştir.

### Sonuç ve Öneriler

Sadece sulama suyu tuzluluğu baz alınıp sonuçlar değerlendirildiğinde yaş ve kuru ağırlık değerleri ve bitki boyları en yüksek T<sub>1</sub> (Şebeke suyu), en düşük T<sub>4</sub> (5 dS/m) konusunda elde edilmiştir. Sadece hidrojel düzeyleri ele alındığında ise yaş ve kuru ağırlık değerleri ve bitki boyları değerlendirmesinde H<sub>2</sub> (0.5 gr/saksı) konusu öne çıkmaktadır. Hidrojel kullanımının olumlu etki yarattığı ancak kullanılan hidrojel dozunun H<sub>2</sub> konusunun üzerine çıkmasıyla değerlerde azalma olduğu saptanmıştır.

Tuzluluk hidrojel etkileşimi incelendiğinde; konular arasında en yüksek ortalama yaş ve kuru ağırlık değerleri ve bitki boyları açısından T<sub>1</sub>H<sub>2</sub> konusunda elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça, jellerin şişme oranı azalacağından elde edilen yaş ve kuru ağırlık değerlerinin düşmemesi için hidrojel dozlarının da artırılması gerektiği söylenebilir. Bu sebeple tuzluluğun belirli bir seviyesinden sonra hidrojin işlevi azalmaktadır.

Elde edilen verilere göre sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 0.26 kg/m<sup>2</sup>-mm en yüksek T<sub>1</sub>H<sub>2</sub> konusunda elde edilmiştir. Deneme sonrası saksı topraklarında yapılan toprak tuzluluğu tayinine göre uygulanan sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla toprakta biriken tuz miktarı da artış göstermiştir. Hidrojel dozları baz alınarak tuzluluk düzeylerine göre toprak tuzluluğu

değerlendirildiğinde ise hidrojel uygulamasının toprak tuzluluğuna istatistiksel anlamda bir etki etmediği görülmüştür.

### Teşekkür

Bu çalışma; Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi tarafından 4064-YL1-14 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir. SDÜ Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi'ne desteklerin den dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

### Kaynaklar

- Altay, A. 2010a. Hidrofobik Grup İçeren Poli (N-İzopropilakrilamid) Hidrojellerin Sentezi ve Bunların Faz-Geçiş (Lcst) Sıcaklıklarının İncelenmesi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Kimya Anabilim Dalı Konya, 2010.
- Altay, A. 2010b. Tarımda Su Tutucu Olarak Kullanılan Hidrojelin Farklı KNO<sub>3</sub> Çözeltilisinde Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (2): 49-51.
- Arı, A. 1998. Sıcaklık ve pH Duyarlı Poliviniliter, Hidrojellerin Sentezi ve Biyolojik Karakterizasyonu, Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Ashraf, M.1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Critical reviews in pl Sci.13, 17-42.
- Aslan, N. 2004. Toprağa Polimer Uygulamasının Toprak Strüktürel Özellikleri ve Nem Karakteristikleri ile Bitki (*Zea mays* ve *Phaseolus vulgaris* L.) Biyomasi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Avcı, N. 2008. Hidrojel Uygulamalarının Mısır (*Zea Mays* L.) Bitkisinin Su ve Fosforlu Gübre Kullanımı Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Aydın, A., Turan, M ve Sezen, Y. 2000. Effect of Sodium Salts on Growth and Nutrient Uptake of Spinach (*Spinacia Olerecea*) and Beans (*Phaseolus Vulgaris*).International Symposium on Desertification. p:525-530.
- Aydın, A. ve Malkoç, M. 2003. Mısır (*Zea Mays* L.) ve Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.)'nin Gelişimi ve Bitki Besin Maddeleri İçeriğine Farklı Tuz Uygulamalarının Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Der. 34 (3): 211-216.
- Ayers, R.S., and Wescot, D.W. 1989. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation of the Drainage Paper, 29:1-74.
- Buchholz, FL (Editor) ve Graham, A.T. 1997. Modern Superabsorbent Polymer Technology John Wiley & Sons, November 0471194115.
- Chen, S., Zommodi, M., Fritz, E., Wang, S., Hüttermann, A. 2004. Hydrogel Modified Uptake of Salt Ions and Calcium in Populus Euphratica Under Saline Conditions. Springer Verlag. 18:175-183.
- Çiçek, N., and Çakırlar, H. 2002. The Effect of Salinity on Some Physiol. Parameters in Two Maize Cult.. Bulg. J. Plant Physiol., 28 (1-2):66-74.
- Epstein, E. 1985. Salt-Tolerant Crops: Origin Development, and Prospects of The Concept. Plant and Soil. 89: 187-198.
- Flannery, R.L. and Busscher, W.J. 1982. Use of A Synthetic Polymer in Potting Soils to Improve Water Holding Capacity. Communications in Soil Sci. and Plant An., 13 (2), 103.
- Gumuzzio, J., Polo, A., Diaz, M.A., Ibanez, J.J. 1985. Ecological Aspects of Humification in Saline Soils in Central Spain. Reved' Ecologie et de Biologie du Sd. 22(2): 193-203.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H., Solomon, K.H. 1990. Crop Yield Response, In: Management of Farm Irrigation Systems.Eds.: Hoffman GJ, Howell TA, Solomon KH). An ASAE Monog. St. Joseph, MI pp. 93-124.
- Johnson, M. S. 1984. The effects of Gel Forming Polyacrylamides on Moisture Storage in Sandy Soils. J. Sci. Food Agric., 35, 1063
- Neto A., A.D., Prisco, J.T. and Eneas-Filho, J. 2004. Effects of Salt Stress on Plant



- Growth, Stomatal Response and Solute Accumulation of Different Maize Genotypes. *Braz. J. Plant Physiol.*, 16:1, 31-38.
- Orakdöğen, N. 2006. Swelling, Elasticity and in homogeneity of Poly (N, N-Dimethyl acrylamide) Hydrogels. *İstanbul Technical University Institute of Science and Technology*.
- Öztürk, A. 2002. Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Tuzlu ve Normal Suların Patlıcan (*Solanum Melongena L.*) Bitkisinin Bazı Özelliklerine Ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 16 (30): (2002) 14-20
- Parlak, M. ve Parlak, A. Ö. 2006. Sulama Suyu Tuzluluk Düzeylerinin Silajlık Sorgumun (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 2006, 12 (1) 8-13.
- Shannon, M.C. 1978. The Testing of Salt Tolerance Variability Among Tall Wheat Grass Lines. *Argon. J.* 70, 719-722.
- Sönmez, F., Çığ F., Erman, M., Tüfenkçi, Ş. 2012. Çinko, Tuz ve Mikoriza Uygulamalarının Mısırın Gelişimi ile P ve Zn Alımına Etkisi .*Tar Bil Dergisi*. 2013, 23(1): 1-9.
- Tekeli, G. 2013. Mısırdaki Farklı Kalitedeki Sulama Sularının Karbon ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) İzotopik Değişimine ve Stoma İletkenliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.49.
- Turan, M.A., Avad Elkarim, A.H., Taban, N. and Taban, S. 2009. Effect of Salt Stress on Growth, Stomatal Resistance, Proline and Chlorophyll Concentration on Maize Plant. *African Journal of Agricultural Research*. 4(9):893-897.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.