



Araştırma Makalesi/Research Article

**Hidrojel-Perlit Karışımlarının Salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*)
Yetiştiriciliğinde Verim ve Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkilerinin
Belirlenmesi**

Meltem İşlek¹ Canan Öztokat Kuzucu^{2*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Bahçe Bitkileri ABD, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu yazar: cananoztokat@yahoo.com

Geliş Tarihi: 12.08.2018

Kabul Tarihi: 06.12.2018

Öz

Hidrojel-perlit karışımlarının topraksız tarımda marul yetiştiriciliğinde verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi üzerine ele alınan çalışma, 2017 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait soğuk serada yürütülmüştür. Deneme; tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur. Hidrojel-perlit denemesi yetiştirme ortamları: 1) 16 litre perlit + 0 g hidrojel (kontrol), 2) 14 litre perlit + 2 litre hidrojel, 3) 12 litre perlit 4 litre hidrojeldir. Uygulamalar sonrası hidrojel-perlit denemesi yetiştirme ortamı için verim (g/bitki), dekara verim (kg/da), bitki çapı (cm), bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet/bitki), suda çözünebilir kuru madde (%), renk (hue° ve kroma), nispi büyüme oranı (g/g/gün) özellikleri belirlenmiştir. Hidrojel-perlit denemesi yetiştirme ortamında elde edilen sonuçlara göre; hacimsel olarak yetiştirme ortamına katılan farklı doz hidrojel uygulamaları, marul bitkisinde verim, kalite, büyüme ve gelişme parametreleri açısından istatistiksel olarak farklılık oluşturmamışlardır. Kontrol uygulaması diğer uygulamalara oranla verim, büyüme ve gelişme, kalite parametreleri açısından daha üstün sonuçlar vermiş, en fazla verim değeri kontrol (1121,56 kg/da) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük verim değeri gösteren uygulama ise 902,30 kg/da ile 12+4 uygulamasından gerçekleşmiştir. Bitki boyu ve çapı açısından da uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmamıştır. En yüksek bitki çapı 17,80 cm ile kontrol uygulamasından elde edilirken, kontrol uygulamasını 16,47 cm ve 14,87 cm ile 14+2 ve 12+4 uygulaması takip etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Topraksız tarım, Salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*), Perlit, Hidrojel

**Determination of the Effects of Hydrogel-Perlite Mixtures on Yield & Quality of
Lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Production**

Abstract

The study was carried out in cold greenhouse and it was laid out in randomized blocks with 3 replications. Hydrogel-perlite trial growing media was arranged as: 1) 16 liters perlite + 0 g hydrogel (control), 2) 14 liters perlite + 2 liters hydrogel, 3) 12 liters perlite 4 liters of hydrogel. At the end of the study; yield (g / plant), yield per decare (kg/da), plant diameter (cm), plant height (cm), number of leaves (number/plant), total soluble solid matter (%), color (hue ° and chroma), relative growth rate (g / g / day) properties were determined. According to the results obtained; different doses of hydrogel applications which were added volumetric to the growing medium did not differ statistically in terms of yield, quality, growth and development parameters in lettuce plants. However; the control application yielded superior results in terms of yield, growth and development, quality parameters compared to other applications, and maximum yield value was obtained from the control (1121.56 kg/da) application. The lowest yield value was obtained from 12+4 application with 902.30 kg/da. There were no statistically significant differences in plant height and diameter. The highest plant diameter was obtained from the control application with 17,80 cm and the control application was followed by 14+2 and 12+4 applications with 16,47 cm and 14,87 cm respectively.

Keywords: Soilless culture, lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*), Perlite, Hidrojel

Giriş

Yaprağı yenilen sebzeler grubunda en fazla yetiştiriciliği yapılan ürünlerden salata marul grubu ülkemizde de gerek açık tarlada, gerekse örtü altında uygun şartlarda, erken ilkbahar ve sonbaharda yetiştiriciliğinde yetiştirilmektedir. Salata-marul grubu sebzeler, kısa sürede hasada geldiğinden dolayı peş peşe birkaç ekim-dikim zamanı kullanılarak ürünün pazarda devamlılığı sağlanabilmektedir (Sönmez, 2010). Özellikle seralarda üretim sezonunda boş geçen süreyi veya soğuk geçen dönemi



değerlendirmek için tercih sebebi olmaktadır. Yetiştiricilikte gerek tarlada açıkta, gerekse örtü altında çeşitli zorluklarla karşılaşılması olasıdır. Tek yönlü yetiştiriciliğin ortaya getirdiği bir takım problemler söz konusudur. Monokültür; uzun süre tercih edildiğinde zamanla toprakta yorgunluğa, toprak tuzluluğunun artmasına ve hastalık-zararlıların artış göstermesine sebebiyet vermektedir (Gül, 2008). Bununla birlikte yetiştiricilikte sıkça tercih edilen metil bromürün yasaklanması yeni üretim sistemlerinin gelişmesine sebep olmuş ve biyofümigasyon, rotasyon, solarizasyon, dayanıklı çeşit kullanımı ve topraksız tarım gibi iyileştirici yöntemler hızla önem kazanmaya başlamıştır (Tüzel ve Özçelik, 2004). Enerji krizinin ortaya çıktığı 1970’li yıllarda pahalı bir uygulama olan buharla dezenfeksiyon yerine topraksız tarım tercih edilmiştir. İçinde Türkiye’nin ve Kuzey Avrupa’nın olduğu pek çok ülkede buharla dezenfeksiyonun yerine topraksız tarım uygulanmaya başlamıştır (Gül, 2008). Gün geçtikçe kirletilerek ve gereksiz tüketim sonucu su kaynakları hızla azalış göstermektedir. Dünyada tarımsal üretimin yapıldığı toprakların ancak %16’sı sulanabilmekte ve geriye kalan alanlarda yağış durumuna bağlı olarak kuru tarım ile idame edilmektedir. Toplam su tüketimi çeşitli kaynaklara göre değişmekte ve yaklaşık olarak suyun %70’i tarım sektöründe, %22’si sanayide ve %8’i içme suyu olarak kullanılmaktadır (Madakbaş ve ark. 2014). Suyun doğru şekilde tüketimi için mevcut kaynakların korunması gerekmektedir. Suyun ekonomik ve verimli kullanılması dünyada olduğu gibi ülkemizde de zorunlu bir hal almıştır. Tarımda özellikle sıkça kullanılan ve tüketilen suyun muhafazası ancak doğru yöntemlerle mümkündür. Bu yöntemlerden biri de teknolojik olarak hemen hemen her alanda tercih edilen hidrofilik polimerlerdir. Hidrojel olarak da isimlendirilen bu madde, sulama ve gübreleme maliyetlerini aza indirdiği öne sürülerek piyasada farklı özelliklerde birçok çeşidi ile arz edilmektedir. Sulu ortamda bırakılan hidrojel çözünmeyip, büyük bir miktar suyu bünyesinde tutarak şişme özelliği gösterir. Bunlar çok sayıda hidrofilik gruplar içeren, üç boyutlu-ağ yapılı polimerlerdir. Suyu sevmelerinden dolayı “hidrofil polimerler” olarak adlandırılmışlardır. Zaman zaman tarım alanlarında da kullanılmaktadırlar (Çetinkaya, 2015). Yapılan bazı araştırmaların neticesinde; yetiştirme ortamında hidrojel kullanıldığı takdirde, ortamın su tutma kapasitesinde artış görülmekte, sulama frekansı azalmakta, toprak yapısı gözle görülür şekilde iyileşmekte, fazla sulamadan meydana gelecek erozyonu önlemekte, hızlı çimlenmeyi sağlamakta ve aynı zamanda erken bitki gelişimini sağladığı görülmektedir. (Bres ve Weston, 1993). Çim alanlarında bazı su tutucu polimerlerin kullanım olanaklarının araştırıldığı bir araştırmada; kardeşlenme sayısı bakımından dozlar ve su tutucu polimerler bakımından farklılıkların etkili olduğu belirlenmiştir. 100 g/m² stockosorb uygulaması 1 dm² lik alanda en yüksek sayıda kardeşlenme meydana gelmekle birlikte, hiç polimer uygulanmayan parselde kardeşlenme sayısının az olduğu belirtilmiştir (Efe, 2010). Sağlık alanında kullanımının yaygın olması yanında tarımda kullanım olanakları araştırılan hidrofilik polimerler (hidrojelin); nem ihtiyacının giderilmesi ve az su tüketimi açısından tercih edilmesi konusunda çalışılmaktadır. Bazı çalışmalarda hidrojelin bitki gelişimine etkisi incelenmiştir ve hidrofilik polimerlerin yetiştirme ortamının fiziksel özellikleri üzerine olan etkisinin yeterince açık olmadığı gözlemlenmiştir (Wang and Gregg, 1990). Hidrofilik polimerlerin kullanım boyutları, miktarları ve metotları hakkında değişik iklimlerde ve toprak tiplerinde çalışmaların sürdürülmesi gerekmektedir (Barihi et. al., 2013). Yapılan bazı çalışmalarda hidrojelin bitkinin büyümesine etkisi olmadığı ve hatta olumsuz etkilerinin olduğunu ortaya koyan araştırmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Taylor ve Halfacre (1986), yürüttükleri çalışmalarında, ortamdaki yüksek konsantrasyonlarda bulunan hidrojelin bitkinin gelişimine olumsuz etki ettiğini belirtmektedirler. Farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında çeşitli dozlardaki hidrojel uygulamasının şeker mısırının verimi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada tuzluluk seviyesi arttıkça hidrojelin etkisinin azaldığı belirlenmiştir. Farklı tuzluluk seviyesindeki sulama sularının (T1; Sebeke Suyu, T2; 1.5 dS/m, T3; 3.0 dS/m T4; 5.0 dS/m), PAM (poli-akrilamid) hidrojelin farklı dozları (H1; 0 gr/saksı, H2; 0.5 gr/saksı, H3; 1.0 gr/saksı, H4; 1.5 gr/saksı) ile birlikte saksı ortamında gerçekleştirdiği çalışmada; en yüksek bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri T1 konusundan 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 H2 konusunda belirlenmiştir (Arıcan ve Kale, 2016). Yine bir başka çalışma olan farklı tuz stresi koşullarında toprağa uygulanan hümitik asit ve hidrojelin bazı toprak özellikleri ile fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin gelişimi ve tuz stresine tepkisini belirlemek üzerine yapılan bir araştırmada, farklı tuz stresi koşullarına sahip topraklarda, toprakların elektrik iletkenliği, doygunluk yüzdesi, tarla kapasitesi, daimi solma noktası ve yarıyıllı nem kapasitesi gibi özellikler



ele alınmıştır. Farklı tuz stresi koşullarına sahip olan topraklarda hümik asit ve hidrojel uygulamasının istatistiksel olarak etkili olduğu tespit edilmiş, tuz stresini azaltmak için hidrojel ve hümik asitin etkili olduğu gözlemlenmiştir. Tuz stresini azaltmada en etkili dozun %0,1 hidrojel dozu olduğu belirlenmiştir (Kant,2008).

İnsanlığın devamı için beslenme önemli bir fizyolojik gerekliliktir ve temeli de tarıma dayanmaktadır. Tarım topraklarının yarıyışlı hale gelmesi, suyun uygun şekilde kullanımı ve diğer doğa dostu yetiştiricilik yöntemlerinin uygulamaya sokulmasıyla mümkündür. Hidrofilik polimer (hidrojel): yetiştiricilikte su tutma özelliği bulunan bir madde olduğundan dolayı, topraksız tarım gibi günümüzde çokça tercih edilen yetiştirme ortamlarında kullanılması mümkündür. Tüm bu etkenlerin ışığında ele alınan denemede topraksız tarımda hidrojel-perlit ortamında yetiştirilen kıvırcık salatada (*Lactuca sativa* var. *crispa* cv. Funly), verim ve bazı kalite parametrelerine etkileri incelenmiştir. Gelecekte daha da önem arz edecek olan suyun, optimum şekilde kullanılması tüm tarım programlarının hedefleri arasındadır. Bu amaca yönelik olarak, Perlit-hidrojel karışımlarının topraksız marul yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının belirlenmesi açısından bu çalışma yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Deneme, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait 72 m² büyüklüğünde kuzey-güney doğrultusunda yerleştirilmiş polikarbon örtülü tabandan %10 eğimli, yan havalandırmaları tabanın 1/3 oranında, net ile kaplı çatı havalandırması 2 adet elektrikli fan ile gerçekleştirilen beşik çatılı yapısına göre tek serada yürütülmüştür. Serada don zararından korunmak için 2 adet 3 kw' lik fanlı elektrik ile çalışan ısıtıcılar yer almaktadır. Serada genel olarak ısıtma yapılmamış sadece don zararı oluşmaması için sera içi sıcaklıklar minimum 5°C'de tutulmuştur. Çalışmada, kıvırcık salata çeşidi olan Funly çeşidi (Syngenta A.Ş.) kullanılmıştır. Bu çeşit her dönem yetiştiricilik için uygun, açık yeşil renkli, yaprak uç yanıklığına yüksek toleranslıdır. Örtü altı ve açık alan üretimine uygun, sapa kalkmaya dirençli, yaprak kalitesini uzun süre korur, raf ömrü uzun olup ve çok kıvırcıktır. Hastalık dayanımları: Bl : 1-20, 22-24,27-28 (HR) Bl: *Bremia lactucae*. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrür ve her tekerrür de 12 bitki olacak şekilde planlanmıştır. Çalışmada yetiştirme ortamı olarak ülkemizde kolay bulunabilen tanelerinin %60'ı 2-5 mm boyutunda tarımsal amaçlı süper iri genişletilmiş perlit kullanılmıştır. Perlit bünyesinde %2-5 arasında su içiren volkanik kökenli camsı asidik bir kayadır (Öztekin, 2009). Denemede 3 farklı yetiştirme ortamı kullanılmış olup konular: 1.konu: 16 L perlit + 0 g hidrojel (kontrol), 2. konu: 12 L perlit + 34 g hidrojel (12+4), 3.konu: 14 L perlit + 17 g hidrojel (14+2) şeklinde oluşturulmuştur. Saksılardaki hacimsel oranların eşit olabilmesi için deneme kurulmadan önce hidrofilik polimerlerin en fazla ne kadar su tuttuğu ile ilgili bir ön çalışma yapılmış ve su tutma oranları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 1 g hidrofilik polimer 120 ml hacimsel alan kaplamıştır. Denemede topraksız yetiştiricilikte açık sistem ortam kültürü kullanılmış, sera kurulum aşamasında drene olan fazla suyun uzaklaştırılması için zemine %10'luk eğim verilmiştir. Yetiştiricilik 21 cm eninde,75 cm uzunlukta ve 25 cm derinlikte olan kiremit rengi saksılarda gerçekleştirilmiştir. Saksıların alt kısımlarında araştırma süresince uygulanan besin solüsyonunun fazlasının drenaj yoluyla dışarı atılması amacıyla her saksının alt kısmına başta ve sonda olmak üzere 2 adet drenaj delikleri açılmıştır. Fide dikiminin akabinde belirli ölçülerle hazırlanmış makro ve mikro besin elementlerinin olduğu besin solüsyonu, seradaki bir tonluk sulama deposuna konularak ve sistem otomatik olarak günde 7 kez sulama yapacak şekilde ayarlanmıştır (10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, 15:00, 16:00). Her bir sulama saat başı başlayıp, bitkinin vejetasyon durumuna göre artan süreler halinde olmuştur (saat başı; 2 dakika,3 dakika,4 dakika). Bitkilerin ihtiyacı olan besin maddeleri suya eklenmek sureti ile solüsyon olarak hazırlanmıştır. Bitkiler Day (1991), tarafından modifiye edilmiş Hoagland çözeltisi ile hazırlanan besin solüsyonu ile beslenmiştir. Çizelge 1'de yer alan gübreler karışabilirlik durumuna göre 25 litre hacim 2 adet kova içerisinde makro stok solüsyonları (Stok A, Stok B) ve 5 litre hacimdeki bir kaptaki mikro element stok solüsyonu olacak şekilde hazırlanmıştır. Bu stok ana tanka 5 litre stok A, B, solüsyonları ve 100 ml. mikro element stok solüsyonu gelecek şekilde 1 ton suya tamamlanarak hazırlanmıştır. Her besin solüsyonu hazırlandığında ana depodan ve haftada bir drenajdan örnek solüsyonlar alınarak pH ve EC ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler salata için ideal olan pH (5.5-6.5) ve EC (2.0-2.5ds/m) değerlerine yakın olacak şekilde hazırlanmaya çalışılmıştır..



Çizelge 1. Bitki beslemede kullanılan besin solüsyonu reçetesi

Element	mg/l	Kullanılan kimyasal kaynak
N	230	Amonyum nitrat NH_4NO_3 (%33)
P	60	Fosforik asit H_3PO_4 (%85)
K	200	Potasyum nitrat KNO_3 (%13 N, %46 K)
Ca	250	Kalsiyum nitrat $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (%15.5 N, %19 Ca)
Mg	36	Magnezyum sülfat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (%10Mg)
Fe	5	Demir şelat $\text{Na}_2 \cdot \text{Fe} \cdot \text{EDTA}$ (%1.5 Fe)
Zn	0.05	Çinko sülfat $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Mn	0.50	Mangan sülfat $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
B	0.50	Borik asit H_3BO_3
Cu	0.03	Bakır sülfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Mo	0.02	Amonyum molibdat $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Çizelge 2. Besin reçetesinin hazırlanması

STOK A	STOK B	MESS
Amonyum nitrat	Potasyum nitrat	Borik asit
Potasyum nitrat	Magnezyum sülfat	Mangan sülfat
Kalsiyum nitrat	Fosforik asit	Çinko sülfat
		Bakır sülfat
		Amonyum molibdat

Araştırmada besin solüsyonunun kök bölgesine uygulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Bu amaçla suyun denetimi dijital zaman ayarlayıcısı ile yapılmıştır. Ana tanktan elektrikli su motoru yardımı ile alınan besin solüsyonu damla sulama sistemine verilmiştir. 16 mm dış çaplı siyah renkli PE lateraller borular yardımı ile bitkilere ulaştırılmıştır.

Ortam sıcaklığı marul bitkisinin gelişimi açısından uygunsuz hale geldiği takdirde, sıcaklığa müdahale edebilmek açısından, sera ortamına; tavandan sisleme boruları çekilerek ve buradan gün içerisinde gerekli görüldüğü kadar (saat başı 5 ya da 10 dakika) yukarıdan sisleme şeklinde sulama yapılarak ortam sıcaklığı uygun hale getirilmiştir. Hasat 50. günde yapılmış ve ürünlerde; verim (g/bitki), dekara verim (kg/da), bitki çapı (cm), bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet/bitki), suda çözünebilir kuru madde (%), renk (hue° ve kroma), nispi büyüme oranı (g/g/gün) özellikleri belirlenmiştir. Verim: Her tekerrürde bulunan her bir bitkinin ağırlıklarının 0,01 g hassasiyetli terazide (Gm2202, Sartorius, Germany) tartılması ve ortalamalarının alınması ile g olarak bulunmuştur. Bitki boyu ve çapı: Her bir tekerrürden tesadüfen seçilen 7 bitkinin boyu ve çapının kumpas yardımı ile ölçülmesi ile cm olarak belirlemiştir. Yaprak sayısı: Deneme sonunda her bir tekerrürdeki bitkilerin yapraklarının sayımı yapılarak adet olarak pazarlanabilir yaprak sayısı belirlenmiştir. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) (%): Her tekerrürde bulunan rastgele seçilen 7 bitkide SÇKM (%) dijital refraktometre (Atago, Japan) yardımı ile ölçümü yapılarak bulunmuştur. Renk: Uygulamalara ait salatalarda yapraktaki hakim rengin olduğu bölgede Minolta CR 400 (Minolta Co. Ltd., Osaka-Japan) kolorimetre renk ölçüm cihazıyla ölçümü yapılmıştır Ölçüm, L*, a* ve b* değerleri üzerinden gerçekleştirilmiş daha sonra cot a/b formülasyonuna göre hue açısı (h°) değeri ve chroma cinsinden ifade edilmiştir. Nispi Büyüme Oranı (g/g/d): Her bir tekerrüründen kökleri ile sökülen 3 adet bitkide ilk olarak yaprakları ayrılmış ve kök ve gövdesi birbirinden ayrılmıştır. Parçalara ayrılan bitkilerin yaprak, kök ve gövdenin yaş ağırlıkları 0,01 g hassasiyetli terazi yardımı ile gerçekleştirilip daha sonra 65°C'ye ayarlanmış olan etüve yerleştirilmiştir. Ağırlıkları sabitlenen yaprak, gövde ve kökler çıkarılarak 0,01 g hassasiyetli terazi yardımı ile kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Nispi büyüme oranı bitkilerin yetiştirme süresince oluşturdukları yaş ve kuru ağırlık belirlenmiş ve $RGR = (\log_e W_2 - \log_e W_1) / (t_2 - t_1)$ (hasattaki toplam kuru ağırlığın e tabanında logaritması) - $\log_e W_1$ (1 gramın e tabanında logaritması) / t2 (hasat zamanı) - t1 (dikim zamanı gün) formül kullanılarak hesaplama yapılmıştır (Causton, 1994).



Bulgular ve Tartışma

Farklı hacimlerde hidrofilik polimer içeren ortamlarda yetiştirilen salata bitkilerinde verim ve bazı kalite parametrelerinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada verim ve verim parametrelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3. ve 4.'de verilmiştir. Çalışmada elde edilen verilere göre verim (kg/da) ve bitki başına ağırlık (g) açısından kontrol uygulaması ile farklı dozlarda hidrojel uygulanmış parseller (14 litre perlit+ 17 g hidrojel, 12 litre perlit+ 34 g hidrojel) arasında istatistiksel farklılık saptanmamıştır. Ancak, en çok verim değeri gösteren uygulama kontrol (1121,56 kg/da) uygulaması olmuştur. En düşük verim değeri gösteren uygulama ise 902,30 kg/da ile 12+4 uygulamasından elde edilmiştir. Taylor and Halfacre (1986) yaptıkları çalışmalarda yetiştirme ortamlarındaki yüksek konsantrasyonlarda bulunan hidrofilik polimerlerin bitki büyümesine olumsuz etki ettiğini gözlemlemişlerdir, Marul bitkilerinin büyümesi ve gelişmesi üzerine hidrojin yeterli düzeyde katkı yapmadığı açıkça görülmektedir. Hidrojin drenaj ile birlikte yıkanması ve aynı zamanda hidrojin besin solüsyonu ile doyduktan sonra, fazla besin solüsyonunu drenaja vermesi olağan sebep olarak düşünülmektedir. Bu sebepten hidrojel uygulanmış konular nispeten istatistiksel açıdan farklılık olmamasına rağmen sayısal olarak verim yönünden daha düşük değerler vermişlerdir.

Bitki boyu ve çapı açısından da uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmamıştır. En yüksek bitki çapı 17,80 cm ile kontrol uygulamasından elde edilirken, kontrol uygulamasını 16,47 cm ve 14,87 cm ile 14+2 ve 12+4 uygulaması takip etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol uygulamasının bitki büyüklüğünün diğer iki uygulamadan fazla olduğu söylenebilir. Ancak bitki boyları açısından en düşük değer 28,02 cm ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde (%) içerikleri açısından uygulamalar arasında istatistiksel anlamda farklılık saptanmamıştır. Benzer şekilde nispi büyüme oranları arasında da farklılık saptanmamıştır. Bu anlamda, hem en yüksek suda çözünebilir kuru madde oranını hem de en yüksek nispi büyüme oranını kontrol uygulaması göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kontrol uygulaması farklı dozda hidrojel uygulanmış konulara oranla verim, ve bazı büyüme-gelişme ve kalite parametreleri açısından sayısal değerler bakımından daha üstün sonuçlar vermiştir. Kontrol uygulamasında ortalama bitki ağırlığı 280,39 g ve boyu 28,02 cm'dir. Kuru madde oranı % 4,54'tür. Bu uygulamayı 14 litre perlit ile 17 g hidrojel uygulaması yapılmış parsel takip etmekte; bitki ağırlığı 270,05 g ve dekara verimi 1080,20 g olarak tespit edilmiştir. Bitki boyu 29,03 cm ve kuru madde oranı % 4,28'dir. İncelenen diğer parametrelerden pazarlanabilir yaprak sayısı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış değerler 43.02 ve 34.81 adet arasında değişiklik göstermiştir. Aynı şekilde hue ve chroma değerleri de sırasıyla 121.39-121.11 ve 35.28-31.70 değerleri arasında değişmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Farklı oranlarda hidrofilik polimer karışımlarının verim ve verim bileşenleri özelliklerine etkisi.

	Bitki Ağ.(g)	Verim (kg/da)	Boy (cm)	Çap (cm)	NBO (g/g/gün)	SÇKM (%)
Kontrol	280.39	1121,56	28.02	17.80	0,049581	4,54
12 +4	225.57	902,30	29.32	14.87	0,043653	4,15
14 +2	270.05	1080,20	29.03	16.47	0,047850	4,28
	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d

Ö.d: Önemli değil,

İstatistik olarak anlamlı farklılıklar elde edilmese bile elde edilen verim ve diğer verim özellikleri sonuçları, kontrol uygulamasının, hidrofilik polimer uygulanan uygulamalara göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu durum hidrofilik polimerlerin bitki beslenmesine olumsuz etki etmesinin sonucudur ve bir grup araştırmacı bunu şu şekilde açıklamaktadır; hidrofilik polimer üreten üreticilerin, hidrojel piyasaya arz ederken uyguladıkları yöntemlerden dolayı denemelerde kullanılan çeşitli gübrelerin içinde bulunan iyon ve farklı kimyasallardan da etkilenebildiğini söylemişlerdir (James and Richards, 1986; Johnson, 1984; Wang, 1987).



Uygulamada farklı dozlarda perlit ve hidrojel ile yetiştiricilik ortamı oluşturulmuş ve sulama suyu ile birlikte gübrelemede yapılmıştır. Gübreler ile karıştırılan hidrojel su ve besin maddesi alımını artırmak için kullanılmaktadır. Ancak gübreler ile karışımlar jellerin hidrasyon miktarlarını önemli seviyede azaltmaktadır (Bowman et. al., 1990; Foster and Keever, 1990). Nitekim hidrojinin uygulandığı alanlar, kontrol uygulamasına göre az gelişim göstermektedir. Sulama suyu ile birlikte hidrojel drenaj borularından akıp gitmekte, bu yüzden bünyesine besin maddesini sulama suyu ile hapseden hidrojel, bitkinin yeteri kadar beslenememesine sebebiyet vermektedir. Hidrojinin farklı dozlarının uygulandığı alanlarda yetersiz beslenmenin sebebinin gübre ve hidrojel yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Taylor ve Halfacre, (1990) tarafından bu durum; hidrofilik polimerlerin nem ihtiyacının azaltılması için kullanılabileceğini yalnız yetiştirme ortamına dahil edilen gübrelerin ortamın sus tutma kapasitesini bozabileceği durumu ile açıklanmaktadır. Buna sebep olarak da hidrofilik polimerin kafes yapısının gübrelerin eklenmesi sonucu yıkılması olduğu şeklinde ifade edilmektedir. Hidrojel üzerine yapılan çalışmalarda, hidrojinin genellikle bitki gelişimi üzerine etkisi incelenmiş, hidrojinin yetiştirme ortamının fiziksel özellikleri üzerine olan etkisinin yeterince açık olmadığı görülmüştür (Wang and Gregg, 1990). Hidrojellerin kullanım olanaklarının daha iyi anlaşılması için boyutları, miktarları ve metotları hakkında farklı iklim ve toprak tiplerinde çalışmaların sürdürülmesi gerektiği de araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Barihi et. al., 2013).

Çizelge 4. Farklı oranlarda hidrofilik polimer karışımlarının renk ve yaprak sayısı özelliklerine etkisi.

	Yaprak Sayısı (adet)	Hue° Ort.	Chroma Ort.
Kontrol	43.02	121.39	34.85
12 +4	34.81	121.11	35.28
14 +2	40.24	121.27	31.70
	ö.d	ö.d	ö.d

Ö.d: Önemli değil

Sonuç ve Öneriler

Farklı oranlarda hidrojel-perlit karışımları ile soğuk serada açık sistem topraksız tarımda yetiştiriciliği yapılan salatada verim ve kalite özelliklerinin araştırıldığı bu çalışmada, verim (kg/da), bitki ağırlığı (g/bitki), yaprak sayısı (adet/bitki), bitki çap ve boyu (cm), renk (hue ve kroma), suda çözünebilir kuru madde (%) ve nispi büyüme oranları belirlenmiş ve istatistiki açıdan anılan parametrelerin hiçbirinde farklılık saptanmamıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, kontrol uygulaması diğer uygulamalara oranla verim, büyüme gelişme ve bazı kalite parametreleri açısından istatistiksel olarak farklılık saptanmamış olmasına rağmen sayısal olarak daha yüksek sonuçlar vermiştir. Bu sonuç 2 nedenden kaynaklanmıştır. Bunlardan birincisi polimerlerin drenaj ile birlikte yıkanması ve saksı hacimlerinin kontrol uygulamasına göre nispeten azalmasıdır. Diğer nedeni ise hidrofilik polimerlerin besin solüsyonu ile doyduktan sonra, fazla besin solüsyonunu drenaja vermesidir. Bu iki nedenden ötürü hidrofilik polimer eklenen ortamlarda yetişen bitkiler nispeten daha zayıf kalmışlardır. Ancak yukarıda açıklanan ikinci sebepten ötürü de su ve besin maddesi kullanımının azalması olası bir sonuçtur.

Yapılan bazı çalışmalarda belirtildiği gibi; hidrofilik polimerin yetiştiricilikte farklı parametreler açısından bitki gelişimi üzerine yararıyla belirlenmesi amacıyla yürütülen araştırmaların yanı sıra, hidrofilik polimerlerin ortamın fiziksel yapısına etkisinin de araştırılması gerekmektedir. Bu sonuçların açıklanması için daha detaylı araştırmaların gelecekte planlanması elzemdir.

Not: Bu araştırma makalesi Ziraat Mühendisi Meltem İŞLEK' in Yüksek lisans tez çalışmasından hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Arıcan, B., Kale S., 2016. Farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında değişik hidrojel dozlarının şeker mısır (Zea Mays) verime olan etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11 (1):08-16. Isparta.
- Barihi, R., Panahpour, E., Beni, M.H.M., 2013. Süper absorbent polymer (hydrogel) and its application in agriculture. World of sciences journal, Vol.1, 15; 223-228.



- Bowman, D.C., Evans, R.Y., Paul, J.L., 1990. Fertilizer salts reduce hydration of polyacrylamide gels and affect physical properties of gel-amended container media. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:382-386.
- Bres, W., Weston, L.A., 1993. Influence of gel additives on nitrate, ammonium and water retention and tomato growth in a soilless medium. *Hortscience* 28(10): pp. 1005-1007.
- Causton, D.R., 1994. Plant Growth Analysis. A Note on the Variability of Unit Leaf Rate (Net Assimilation Rate) Within a Sample. *Annals of Botany*. 74:5. 513-518.
- Çetinkaya, E., 2015. Hidrojeller ve uygulama alanları. *İnovatif Kimya dergisi* (26):11-15.
- Efe, B., 2010. Çim alanlarda bazı su tutucu polimerlerin kullanılma olanakları. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Foster, W.J., Keever, G.J., 1990. Water absorption of hydrophilic polymers (hydrogels) reduced by media amendments. *J. Environ. Hortic.* 8, 113-114.
- Gül, A., 2008. Topraksız Tarım. Hasad Yayıncılık
- James, E.A., Richards, D., 1986. The influence of iron source on the water-holding properties of potting media amended with waterabsorbing polymers. *Scientia Hort.* 28:201-208.
- Johnson, M.S., 1984. The effects of gel-forming polyacrylamides on moisture storage in sandy soils. *J. Sci. Food Agriculture* 35: 1196-1200.
- Kant, C., 2008. Toprakta oluşturulan tuz stresi koşullarında hümik asit ve hidrojel uygulamasının bazı toprak özellikleri ile bazı fizyolojik bitki parametreleri üzerine etkisi. Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Madakbaş, S.Y., Önal, M.S., Dündar, B., Başak, H., 2014. Su tutucu Polimerlerinin Toprak ve Bitkide İşlevi, Çevreye Etkisi ve Sebzeçilikte Kullanım İmkânları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(2):173-179.
- Sönmez, İ., 2010. Marul, Maydanoz, Tere ve Roka Yetiştiriciliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı., Çiftçi Eğitim Serisi 87, Ankara.
- Taylor, K.C., Halfacre, R.G., 1986 The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. *Horticultural Science*, 21, 1159-1161..
- Tüzel, Y., Özçelik, A., 2004. Recent trends and developments in protected cultivation of Turkey. International Workshop on "La Produzione in serra dopo l'era del bromuro di metile", Catania/İtalya, Pp. 189-198.
- Wang, Y.T., Gregg, L.L., 1990. Hydrophilic polymers-Their Response to soil amendments and effect on properties of a soilless potting mix. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(6): 943-948.