

KÜTAHYA KAPLICA SULARININ TOHUM ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

İ. KOCAÇALIŞKAN* & A. HAMARATGİL BARDAKÇI**

Özet

Bu çalışmada 10 farklı bitki tohumunun çimlenmesi üzerine Kütahya'daki kaplıca sularının etkileri araştırılmıştır. Tohumlar Petri kutularında çimlendirilmiştir. Sonuç olarak; biber, patlıcan ve fiğ tohumlarının çimlenme yüzdesi bütün kaplıca suları tarafından artırılmıştır. Buna mukabil ayçiçeği ve domates tohumlarının çimlenmeleri önemli derecede olumsuz etkilenmiştir. Buğday, arpa, nohut, fasulye ve hıyar tohumları üzerinde kaplıca sularının etkileri önemli bulunmamıştır. En olumsuz etkiye Simav ve Gediz kaplıca sularının sahip oldukları tesbit edilmiştir. Bu etkilerin sebebi, kaplıca sularının içerdikleri toksik elementlerle ilgili olarak tartışılmıştır.

1. Giriş

Su, ana kayalardaki bazı mineralleri çözebilen iyi bir çözücüdür. Bu yüzden, kaplıca suyu genellikle normal sudan farklıdır ve sıcak oldukları için termal su olarak da adlandırılırlar. Ayrıca bünyelerinde karbonik asit ve çeşitli mineralleri ihtiva ederler. Kaplıca suyu ihtiva ettiği farklı mineral miktarından dolayı yüksek elektriksel iletkenliğe sahiptir. Bazı mineraller bu suda bazen aşırı miktarda bulunur ve bitkiler için toksik etki gösterir. Bazıları ise normal miktarda bulunur ve büyümeyi artırır[1].

Bor iyonlarının sulama suyunda 2 ppm' den fazla bulunması halinde genç pirinç bitkilerinin büyümesinin engellendiği ve Bor'un toksik etkisinin yaprak uçlarından başlayarak yaprak kenarlarına doğru sararmaya yol açtığı belirlenmiştir[2]. Olgun pirinçlerde ise 100 ppm' in üzerindeki bor miktarları toksik etki göstermiştir[3]. Flor iyonlarının yüksek seviyelerinin bitkilerde toksik etki gösterdiği belirtilmiştir. Bu toksik etkinin TCA çemberinde görev yapan akonitaz enzimini inhibe ederek solunumun engellenmesiyle meydana geldiği tesbit edilmiştir[4].

Diğer taraftan kaplıca sularının pirinçte çimlenme üzerine etkileri araştırılmış ve çimlenme yüzdesini azaltmış ancak tohumların erken çimlenmesini sağlamıştır. Yine aynı çalışmada kök ve gövde uzaması, yaprak sayısı ve toplam kuru ağırlık kaplıca suyunda saf sudakine göre azalmıştır[1].

Anahtar Kelimeler: Kaplıca Suları, Kütahya, Tohum Çimlenmesi.

Ficus tuerckhemii tohumları petri kutularında ve saksı toprağında kaplıca suyu ile çimlendirildiklerinde petridekilerin çimlenme oranı iki kat daha fazla olmuştur. Yine aynı çalışmada kaplıca suyu ile incir özüt sıvılarının çimlenmeye etkisi arasında önemli fark tesbit edilmemiştir[5]. *Brassica napus* fidelerinde ana gövde büyümesi Na^+ iyonlarının etkisi ile azalmıştır[6]. Aynı bitkide tuzluluktaki artışla çimlenme, kök ve gövde büyümesi azalmış ancak dane verimi ve protein miktarı etkilenmemiştir[7]. Fasulye ve mısırdaki ise tohum çimlenmesi tuz ($NaCl$) konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak azalmış ve amilaz aktivitesindeki değişim buna paralellik göstermiştir. Fakat protein miktarı tam tersine saf suya göre tuzlu ortamda daha yüksek olduğu belirlenmiştir[8].

Kaplıca sularından tıbbi tedavi amaçlarıyla eski çağlardan beri istifade edilmektedir. Günümüzde kaplıca sularından termal enerji kaynağı olarak ev ve seraların ısıtılmasında da yararlanılmaktadır. Kaplıca sularından daha başka hangi alanlarda ve nasıl istifade edilebileceğini araştırmak önemli bir husustur.

Kütahya ülkemizde belki de dünyada kaplıca kaynakları bakımından en zengin ildir. Kaplıca suları Kütahya'da kaynaklarından çok bol olarak çıkmakta ve debisi yüksek olarak akmaktadır. Bu sular geçtikleri topraklarda bazen bitkilerin sulanmasında kullanılır. Çoğunlukla da boşa akıp gider.

Yaptığımız literatür araştırmamızda kaplıca sularının bitki büyümesi ve tohum çimlenmesi üzerindeki etkileri konusunda ülkemizde bir araştırmaya rastlamadık. Yurt dışında ise birkaç araştırma tesbit ettik. Bu sebeple bu çalışma çeşitli bitki türlerine ait tohumların çimlenmesi üzerine Kütahya'daki bazı kaplıca sularının etkilerini araştırmak amacıyla planlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2. 1. Kullanılan Kaplıca Suları ve Özellikleri

Tohumların çimlenmesi üzerinde etkileri araştırılan kaplıca suları, Kütahya'nın çeşitli kaplıcalarından temin edilmiştir. Bu kaplıca sularının kimyasal özellikleri aşağıda belirtilmiştir

Çizelge 2.1. 1. Ilıca Kaplıcası (Harlek) Suyunun Özellikleri [9].

Katyonlar	mg/lt	Anyonlar	mg/lt
K ⁺	3.1	HCO ₃ ⁻	378.2
Na ⁺	9.0	SO ₄ ⁻⁻	142.0
Ca ⁺⁺	56.1	Cl ⁻	15.0
Mg ⁺⁺	53.2	NO ₃ ⁻	5.2
NH ₄ ⁺	< 0.1	PO ₄ ⁻⁻⁻ (total)	<0.1
Fe(total)	< 0.1	F ⁻	1.3
B(total)	< 0.1		
Mn(total)	< 0.1		
Toplam	121	Toplam	542

Toplam mineralizasyon = 707, Elektriksel iletkenlik = 771 µmho/cm, pH= 7.9

Çizelge 2. 1. 2. Yoncalı Kaplıcası (TÜTAV) Suyunun Özellikleri [9].

Katyonlar	mg/lt	Anyonlar	mg/lt
K ⁺	2.4	HCO ₃ ⁻	400.0
Na ⁺	20.0	SO ₄ ⁻⁻	160.0
Ca ⁺⁺	120.0	Cl ⁻	9.0
Mg ⁺⁺	41.0	NO ₃ ⁻	<1.0
NH ₄ ⁺	<0.2	PO ₄ ⁻⁻⁻ (total)	<0.1
Fe(total)	<0.1	F ⁻	0.9
B(total)	0.8		
Mn(total)	<0.1		
Toplam	184	Toplam	570

Toplam minerilazasyon=811, Elektriksel iletkenlik = 950 µmho/cm, pH= 7.12

Çizelge 2. 1. 3. Gediz Kaplıcası (Hamam Boğazı Kaynağı) Suyunun Özellikleri [9].

Kasyonlar	Mg/lt	Anyonlar	mg/lt
K ⁺	70.00	HCO ₃ ⁻	744.0
Na ⁺	500.00	SO ₄ ²⁻	900.0
Ca ⁺⁺	75.00	Cl ⁻	90.0
Mg ⁺⁺	56.00	NO ₃ ⁻	<0.1
NH ₄ ⁺	<0.10	PO ₄ ³⁻ (total)	<0.5
Fe(total)	0.20	F ⁻	0.3
B(total)	6.10		
Mn(total)	<0.05		
Toplam	709	Toplam	1734

Toplam minerilazasyon=2518, Elektriksel iletkenlik = 2660 µmho/cm, pH= 7.9

Çizelge 2. 1. 4. Simav Kaplıcası (Ayak Banyosu Kaynağı) Suyunun Özellikleri [9].

Kasyonlar	Mg/lt	Anyonlar	mg/lt
K ⁺	46.00	HCO ₃ ⁻	719.80
Na ⁺	475.00	SO ₄ ²⁻	710.00
Ca ⁺⁺	133.00	Cl ⁻	77.00
Mg ⁺⁺	9.24	NO ₃ ⁻	0.22
NH ₄ ⁺	3.59	PO ₄ ³⁻ (total)	<0.50
Fe(total)	0.25	F ⁻	9.60
B(total)	5.00		
Mn(total)	<0.05		
Toplam	674	Toplam	1517

Toplam minerilazasyon = 2571, Elektriksel iletkenlik = 2490 µmho/cm, pH= 6.70

2. 2. Kullanılan Tohumlar ve Tür İsimleri

Deneylerde 10 farklı bitki türüne ait tohumlar kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan bitki tohumlarından Arpa, Nohut, Patlıcan, Fiğ, Buğday ve Ayçiçeği Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden; Hıyar, Biber, Domates, Fasulye Tohumları Eskişehir Ziraat Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Kullanılan tohumların tür ve çeşit isimleri aşağıdadır.

1. Buğday = (*Triticum vulgare* cv. Atilla 12)
2. Arpa = (*Hordeum vulgare* cv. Zafer)
3. Fiğ = (*Vicia sativa* cv. Emir)
4. Nohut = (*Cicer arietinum* cv. Canitez)
5. Fasulye = (*Phaseolus vulgaris* cv. 4F-89)
6. Ayçiçeği = (*Helianthus annuus* cv. Sambrol)
7. Hıyar = (*Cucumis sativus* cv. Beithe Alpha)
8. Domates = (*Lycopersicon esculentum* cv. H-2274)
9. Biber = (*Capsicum annuum* cv. 11B-14)
10. Patlıcan = (*Solanum melongena* cv. Kemer)

Yaptığımız gözlemlerde kaplıca sularının aktığı yerlerin etrafında çoğunlukla yukarıda belirtilen tarla ve bahçe bitkilerinin ekiminin yapıldığı tesbit edildiğinden deney materyali olarak bu türler seçilmiştir.

2. 3. Tohumların Sterilizasyonu ve Çimlendirilmesi

Tohumlar ekim yapılmadan önce yüzeysel sterilizasyona tabi tutulmuşlardır. Tohumların sterilizasyonu için %10'luk sodyum hipoklorit (çamaşır suyu) hazırlanmış ve tohumlar bu solüsyonun içerisinde 10 dk. bekletilmişlerdir. Sonra tohumlar saf suda 5 dakika bekletilip filtre kağıtlarının üzerinde oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Tohumların ekileceği petri kutuları, tabanına iki katlı filtre kağıdı yerleştirildikten sonra 115⁰C de etüvde sterilizasyona tabi tutulmuştur.

Petriler tohum çeşidine ve yapılacak muameleye göre gruplandırılmışlardır. Her tohum çeşidi için 5 farklı muamele hazırlanmıştır. Bunlar:

1. Saf su (Kontrol)
2. Ilıca kaplıcası suyu
3. Yoncalı kaplıcası suyu
4. Gediz kaplıcası suyu
5. Simav kaplıcası suyu

Sterile edilen petri kutularına her bir muameleye ait sudan tohum büyüklüğüne bağlı olarak (5-13 ml. arasında) ilave edilmiştir. Çamaşır suyunda sterilize edilen tohumlardan dolgun, sağlam görünümlü ve benzer büyüklükte olan tohumlar petrilere eşit aralıklarla ekildikten sonra 25⁰C'ye ayarlı etüve yerleştirilmişlerdir. Tohumların çimlenmeleri kökçüğün çıkışı dikkate alınarak 5 gün boyunca izlenmiş ve 5. güne ait yüzde çimlenme değerleri tablo halinde sunulmuştur.

2. 4. İstatistik Analizler

Yapılan tüm deneyler dört tekrarlı olarak yapılmıştır. Dört tekerrürün aritmetik ortalamaları alınarak ortalama değerler tablo halinde gösterilmiştir. Muamelelerin kontrole göre etki farkının istatistiki önem durumunu belirlemek için tam şansa bağlı deneme planına göre varyans analizi yapılmış ve Dunnet testi uygulanmıştır[10].

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çimlenme üzerine kaplıca sularının etkilerine istatistiki önem durumuna göre bakıldığında; kaplıca suları on farklı bitki tohumundan üçünü (fiğ, biber, patlıcan) olumlu, ikisini (ayçiçeği, domates) olumsuz etkilemiş ve diğerlerini (arpa, nohut, buğday, fasulye, hıyar) önemli derecede etkilememişlerdir (Çizelge 3.1). Ayçiçeği tohumlarının çimlenmesi bütün kaplıca suları tarafından olumsuz etkilenirken, biber ve fiğ tohumları bütün kaplıca sularınca olumlu etkilenmiştir. Patlıcan tohumları ise Ilıca ve Yoncalı kaplıca suları tarafından olumlu etkilenmiştir. Domates tohumlarını da sadece Gediz kaplıca suyu olumsuz etkilemiştir.

Çizelge 3.1. Kütahya Kaplıca Sularının Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkileri (Çizelgedeki değerler ekimden beş gün sonrasına ait % çimlenme değerleridir).

Tohumlar	Saf su (Kontrol)	Kaplıca suları			
		Gediz	Simav	Ilıca	Yoncalı
Buğday	94.4	94.4	97.2	97.2	100
Arpa	93.3	93.3	80.0	96.7	96.7
Fiğ (+)	67.6	76.5 *	85.3 *	94.1 *	88.2 *
Nohut	72.7	72.7	63.6	77.2	72.7
Fasulye	81.8	77.3	72.7	95.4	90.9
Ayçiçeği (-)	88.2	76.5 *	67.6 *	73.5 *	79.4 *
Hıyar	100	100	97	100	100
Domates(-)	94	74 *	90	90	100
Biber (+)	17.7	37.7 *	40 *	35.5 *	57.7 *
Patlıcan (+)	22	28.9	15.5	37.8 *	40 *

(+) Önemli derecede olumlu etkilenmiş

(-) Önemli derecede olumsuz etkilenmiş

(*) Kontrole göre 0.05 seviyesinde önemli (Dunnet).

Kaplıca sularının çimlenmeyi farklı etkilemeleri başlıca iki faktörden kaynaklanabilir. Birincisi, kaplıca sularının fiziksel ve kimyasal özellikleridir. İkincisi de tohumların genetik ve morfolojik yapılarından kaynaklanabilir. Materyal ve metod kısmındaki tablolar incelendiğinde görüleceği gibi kaplıca suları oldukça farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptirler. Kaplıca suları özellikle içerdikleri mineral ve iyonların miktarı bakımından farklılık göstermektedirler. Buna bağlı olarak da o suyun özelliği ve etkisi farklılık arz eder. Nitekim bazı minerallerin aşırı miktarda bulunmasından dolayı bitki için toksik etki gösterdiği, bazılarının ise normal düzeyde bulunmasından dolayı büyümeyi teşvik ettiği belirtilmiştir[1].

Çalışmamızda tohum çimlenmesi üzerinde en fazla olumsuz etkiyi Simav kaplıca suyu göstermiştir. Arpa, nohut, fasulye, ayçiçeği, hıyar ve domates olmak üzere 6 farklı tür üzerinde Simav suyunun olumsuz etkisi vardır. Bunun sebebi Simav kaplıca suyunda bor elementinin fazla miktarda (5 ppm) bulunması, ayrıca flor iyonlarının çok yüksek miktarda (9.6 ppm) olması toksik etkinin sebebi olabilir. Nitekim pirinç bitkilerinde tohum çimlenmesi ve fide büyümesi, sulama suyundaki 2 ppm'den fazla bor bulunması durumunda engellendiği belirtilmiştir[2]. Yine sulama

suyunda 4.2 ppm bor bulunmasıyla bu suyla sulanan üzüm asmalarının hem yaprak hem de meyvalarında önemli toksik belirtiler görülmüştür [11].

Çalışmamızda çimlenme üzerine ikinci derecede olumsuz etkiyi Gediz suyu göstermiştir. Fasulye, ayçiçeği ve domates olmak üzere üç tür üzerinde olumsuz etki tesbit edilmiştir. Bunun sebebi de Gediz suyundaki yüksek bor miktarı (6.1 ppm) olabilir.

Diğer taraftan Simav ve Gediz sularında toplam mineralizasyonun ve dolayısıyla buna bağlı olarak elektriksel iletkenliğin Yoncalı ve Ilıca sularına göre çok yüksek (yaklaşık olarak üç katından fazla) olması da bu suların daha fazla bitki üzerindeki toksik etkisinin bir sebebi olabilir. Çünkü Pirinç bitkisiyle yapılan bir çalışmada, elektriksel iletkenliğin yüksek olması durumunda taze fidelerin büyümesinin olumsuz etkilendiği, olgun bitkilerin ise etkilenmedikleri tesbit edilmiştir[12]. Simav ve Gediz kaplıca sularının diğerlerine göre daha çok bitki üzerinde olumsuz etki göstermesinin esas sebebi bu sulardaki bor, flor, klor, sülfat ve amonyum iyonlarının toksik seviyede bulunmasına bağlı olabilir. Nitekim bitki sulama suyu kalite kriterlerine göre (Çizelge 3.2.), Simav ve Gediz kaplıca sularının bitkiler için toksik özellikte oldukları anlaşılmaktadır. Bunun için aşağıdaki tablo, materyal ve metod kısmındaki ilgili tablolarla karşılaştırılabilir. Bu hususta başlıca dört kriter bulunmaktadır. Bunlardan 1., 3. ve 4. kritere göre Simav ve Gediz kaplıca suları toksik özelliktedir. Ilıca ve Yoncalı ise toksik değildir. Simav ve Gediz sularının toksik özellikte olmalarına rağmen biber ve patlıcan tohumlarını olumlu etkilemeleri muhtemelen bu tohumların genetik toleransının geniş olmasından kaynaklanabilir. Bunun ayrıca araştırılması gerekir.

Çizelge 3. 2. Sulama Suyu Kalite Kriterleri[13,14]

1. Çözünabilir toplam tuz konsantrasyonu: Suyun elektrik iletkenliği (EC değeri) ölçülerek bilgi sahibi olunur.

EC: 2250 $\mu\text{mho/cm}$ ' den fazlası toksik

2. HCO_3^- iyonun konsantrasyonu: 2000 ppm' den fazlası toksik

3. SAR değeri (Sodyum Adsorbsiyon Oranı):
$$\frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

SAR değeri: 15' ten fazlası toksik.

4. Bor gibi toksik olabilecek özel iyonların konsantrasyonları:

İyon	Toksik konsantrasyonu
Bor	2 ppm' den fazlası
SO_4^-	710 ppm "
F ⁻	1 ppm "
Cl ⁻	250 ppm "

KAYNAKÇA

- [1] D. J. Lee, O. B. Zamora, and Je. C. Chae, *Effect of Geothermal Water on Germination, Seedling Growth and Development of Vascular Bundle in Rice*, Korean J. Crop Sci. 41(1): (1996), 53-61.
- [2] J.S. Kanwar, and N.S. Randhowa, *Micronutrient Research in Soils and Plants in India*. Indian Council of Agrarian Research, New Delhi. (1974), 185 p.
- [3] A. Tanaka, and S. Yoshida, *Nutritional Disorders of The Rice Plant in Asia*. Intl. Rice, Res. Inst. Tech. Bull. 10 p, (1961).
- [4] K. Mengel, and E. A. Kirkb, *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute. Korea, [1978].
- [5] J. H. Titus, N. M. Halbrook, and F. E. Putz, *Seed Germination and Seedling Distribution of Ficus pertusa and F. tuerckheimii: Are Strangler Figs Autotoxic*, Biotropica. 22(4): (1990), 425-428.
- [6] F. H. G. Boem, and R. S. Lavado, *The Effects of Soil Sodicity on Emergence, Growth, Development and Yield of Oilseed Rape (Brassica napus)*. J.Agric. Sci. (Cambridge), 126, (1996), 169-173.
- [7] F. H. G. Boem, J. D. Schiner, and R. S. Lavado, *Some Effects of Soil Salinity on Growth, Development and Yield of Rape Seed (Brassica napus L.)*, Agronomy and Crop Science. 172, (1994), 182-187.
- [8] İ. Kocaçalışkan, and K. Kabar, *Effect of Salinity on Polyphenol Oxidase During Seed Germination*, Tr. J. of Botany. 15, (1991), 41-49.
- [9] A. Işık, *Türkiye (Kütahya) Termal ve Minaralli Sular Envanteri*, M.T.A. Yayını, Ankara, (1996), 58 s.
- [10] İ. Kocaçalışkan, *Biyoistatistik*, DPÜ. Fen – Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, (2001).
- [11] H. Nebiler, Y. Erdoğan, A. Olgun, and C. Yenikaya, *First International Symposium on Protection of Natural Environment and Ehrami Karaçam*, September, Kütahya, (1999), 23-25 s.

- [12] G. A. Pearson, *The Salt Tolerance of Rice*, Intl. Rice Comm. Newsl. 10, (1961), 1-14.
- [13] M. Ayyıldız, *Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri*, Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayını, 2. Baskı, (1983), 67-162 s.
- [14] M. N. Özer, *Sulama Suyu*, DSİ Teknik Bülteni, 86, (1997), 33-42.

EFFECTS OF KÜTAHYA GEOTHERMAL WATERS ON SEED GERMINATION

I.KOCAÇALIŞKAN* & A. HAMARATGIL BARDAKÇI**

Abstract. In this study, the effects of Kütahya geothermal waters on seed germination of 10 different plant species was searched. The seeds were germinated in Petri dishes. As a result, percent germination of pepper, eggplant and vetch seeds were increased by all the geothermal waters. On the other hand, seed germination of sun-flower and tomato were inhibited by all the geothermal waters used. There wasn't any significant effect of the geothermal waters on wheat, barley, chick-pea, bean and cucumber seed germination. Simav and Gediz geothermal waters had a most negative effect on seed germination. The reason for this was discussed from point of the toxic elements contained in the waters.

Key words: Geothermal Waters, Kütahya, Seed Germination.

*Prof. Dr. Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, ismailkc@dumlupinar.edu.tr

** Biyoloji öğretmeni, Kılıçarslan Lisesi, Kütahya.

