

Bülent YAĞMUR¹
Bülent OKUR²

¹ Yrd. Doç. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Toprak Bölümü A Blok,
Bornova, İzmir
bulent.yagmur@ege.edu.tr

² Prof. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Bölümü A Blok, Bornova, İzmir

Bitkisel Üretimde Termal Suların Kullanım Olanakları

Thermal waters for agricultural use

Alınış (Received): 22.12.2008 Kabul tarihi (Accepted): 30.01.2009

Anahtar Sözcükler:

Mısır, kanola, termal sular, bitki
besin maddeleri

Key Words:

Maize, (*Brassica napus Kanola
Oleifera sp.*), thermal waters,
nutrients

ÖZET

Tamamen ikame edilemeyen bir kaynak olan su; yaşayan bütün canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir. 2030 yılında nüfusu 80 milyona ulaşacak olan Türkiye, kişi başına düşen 1100 m³ kullanılabilir su miktarıyla, su sıkıntısı çeken bir ülke durumuna gelecektir. Türkiye'de toplam su tüketiminin % 72'si tarım, % 18'i evsel kullanımlarda ve % 10'u da sanayide kullanılmaktadır. Birçok kurak ve yarı kurak iklim kuşağındaki ülkelerde su tüketiminin giderek artması, her türlü su kaynağının tarımsal amaçlı sulamada kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. İyi kalitede suların yetersiz olduğu durumlarda daha düşük kaliteli suların veya arıtılmış suların tarımda kullanılması önem kazanmaktadır. Bu çalışmada amaç ülkemizde sağlık amaçlı kullanılıp yan dere ve nehirlere deşarj edilen termal suların tarımda kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Bu amaçla normal sulama suyu ile yakındaki bir dere veya nehre deşarj edilen tam termal su, ½ termal + ½ normal su ve ¼ termal + ¾ normal su karışımları kullanılarak kanola ve mısır bitkileri yetiştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre Karahayit bölgesinden elde edilen termal suların farklı oranlardaki karışımları ile yapılan sulamanın her 2 bitki çeşidinin de yetiştiriciliğinde şu an için bir olumsuzluk yaratmadığı ancak ileriye yönelik olası riskler açısından farklı toprak tipleri ve bitkilerle yürütülecek uzun süreli denemelere ihtiyaç vardır.

ABSTRACT

Water is one of the most important natural resources not completely being substituted. Population of Turkey will reach 80 billion in 2030 and face water short-ages with a usable water amount of 1100 m³ per person. In our country, 72 per cent of the total water consumption is used in agriculture, 18 per cent in domestic uses and 10 per cent in industry. In many arid and semi-arid countries, water is becoming an increasingly scarce resource and planners are forced to consider any sources of water which might be used for irrigation of agricultural aims. Whenever good quality water is scarce, water of marginal quality will have to be considered for use in agriculture. The aim of this study was to evaluate the use in agriculture of spring waters which discharged to streams after using health purpose. Maize and *Brassica napus Kanola Oleifera sp.* were grown by irrigation with different combinations of spring waters, all spring waters, ½ spring water + ½ tap water and ¼ spring water + ¾ tap water. According to the results; irrigation by spring waters from Karahayit Region did not cause any negative effect on growth end yield of maize and *Brassica napus Kanola Oleifera sp.* But it needs long-experiments carrying on different soils and plants in future.

GİRİŞ

Termal sular özellikleri ve bileşimleri hiçbir şekilde değişmeyen, mevsimlerle ilgili olmayan bir sıcaklığa sahip, içinde en az 1 grama yakın veya daha fazla kimyasal bulunduran, değişmeyen bir debi ve değişmeyen bir radyoaktiviteye sahip olan sulardır. Oluşumlarına göre (juvenil sular, vadoz sular ve karışık sular), kimyasal içeriklerine göre (klorürlü sular, karbonatlı sular, hidrokarbonatlı sular, sülfatlı sular), pH ve sertlik derecelerine

göre (0–10 Fr Kaynak suları; 11–22 Fr Tatlı su; 23–32 Fr Sert su; 33–54 Fr Çok sert su; 55+Fr Çok fazla sert su), radyoaktivitelerine ve sıcaklıklarına bağlı olarak (termal sular, epidermal sular, mesotermal sular ve hipo termal sular) farklı sınıflandırmalar yapılmaktadır (Ülker 1988).

Sıcaklık değerleri 300°C'lara ulaşan termal sular çeşitli mineraller ve kükürt elementi bakımından oldukça zengindirler. Ekosistem içerisinde her bir su kaynağı homojen bir dağılım göstermekle beraber kaynakların dağılımına bağlı olarak bu suların bileşimleri de değişebilmektedir. Kaynak ağzlarının yer değiştirmesi, su miktarının azalması, suyun akış hızı ve yönünde meydana gelen değişiklikler, su üstüne çıkan yüzeylerin yeniden işlenmesi ya da aşındırılması traverten sahalarında sıkça rastlanan durumlardır. İklim faktörleri, suyun soğuması ve yağmur sularının karışması kaynak sularının kimyasını hızla değiştirir. Özellikle termal kaynakların tepe ve yamaçlar üzerinde bulunduğu durumlarda topografya faktörü daha da önem kazanır. (Ülker 1988).

Denizli havzası traverten oluşumları yönünden Türkiye'de ve Dünya'da önemli bir bölgedir. Eski ve yeni oluşumların kapladıkları toplam alan 100 km² den fazla olup, kalınlıkları 45–50 m'e kadar ulaşabilir. Grabenin her iki tarafında kaynak sularına bağlı traverten oluşumları gözlenir. Özellikle kuzey kenarı boyunca traverten oluşumları daha yaygındır. Günümüzde de traverten oluşumları başta Pamukkale olmak üzere bazı alanlarda yer yer devam etmektedir (Özkul ve ark., 2001). Bir sulama suyunun kalitesi, içinde erimiş durumda bulunan maddelerin konsantrasyonuna ve bileşimine bağlıdır. Sulama suları ile toprağa verilen bu maddeler zamanla toprakta birikerek, tuzlu toprakların meydana gelmesine neden olabilirler. Herhangi bir suyun sulama amacıyla kullanılabilmesi için içeriğindeki eriyebilir tuz miktarı, sodyum oranı ve toksik elementler 3 önemli ölçüt olarak esas alınır (Tuncay,1993).

Bu araştırma ülkemizde son yıllarda yaşanan su kaynaklarının azalmasına alternatif bir çözüm bulmaya yöneliktir. Bu amaçla Denizli Karahayıt mevkiinden alınan termal sularla bitki yetiştirilebilirliğinin mümkün olup olmayacağı ve bu suların toprak ve bitkiler üzerine olası etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

E.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında bir saksı denemesi olarak yürütülen çalışmada, deneme materyali olarak Fakültemizin Menemen Araştırma Uygulama ve Üretim çiftliğinden alınan toprak örneği, iki farklı bitki ve Denizli ili Karahayıt yöresinden alınan termal sular kullanılmıştır. Deneme bitkilerini mısır (*Zea Mays*) ve kanola (*Brassica napus ssp. oleifera L*) oluşturmuştur. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemeye konuları şu şekilde belirlenmiştir:

N	: %100 Çeşme Suyu
T	: %100 Termal Su
½ T	: %50 Termal Su + %50 Çeşme Suyu
¼ T	: %25 Termal Su + %75 Çeşme Suyu

Deneme, 20cm çapı ve 65cm yüksekliği olan 24 plastik saksı ile yürütülmüştür. Her saksı 5kg toprak ve 300 gr perlit karışımı ile doldurulmuştur. Saksılara temel gübre uygulaması yapıldıktan sonra, saksı çevresinin 2 cm içerisinden 50 adet (0,35 gr) kanola ve 10 adet mısır tohum ekilmiş ve 250 ml can suyu verilmiştir. Bundan sonraki aşamada saksılar tartılarak her uygulama için tarla kapasitesinin % 50 oranında su uygulanmış ve bu oran bitki büyüdükçe % 60–70–80 oranında artırılmıştır. Bitkiler büyüdükçe seyreltme işlemi yapılmış ve sonuçta hem kanola hem de mısır bitkisinden 2'şer adet bitki büyümeye bırakılmıştır. Hasat işlemi sonunda saksı verimi yağ ağırlık olarak ve ayrıca kuru madde olarak da belirlenmiştir. Denemede saksılara ekim öncesi 10 gr 15–15–15+Zn katkılı kompoze gübresi, ekimden 4 hafta sonra da 5 gram Amonyum nitrat (% 33 N) ve 1gr MKP (% 52 P₂O₅, % 34 K₂O) gübresi uygulanmıştır. Toprak örneği hafif alkalın özellikte, suda eriyebilir toplam tuz yönünden sorunsuz, hafif bünyeli ve bitki besin maddeleri bakımından zayıf bir toprak özelliğindedir (Çizelge 1). Çeşme suyuna ait bütün değerler sulama için uygun iken, termal su analiz sonuçları tuz içeriği yönünden yüksek tuz içeren ve makro ve mikro element içerikleri zengin sular özelliğindedir (Çizelge 2). Hasat sonrası alınan bitki örneklerine, toprak örneklerine ve kullanılan sulama sularına ait yapılan bütün analizler ulusal ve uluslar arası literatüre dayalı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. (Kacar ve İnal 2008; Black, 1965;

U.S. Soil Survey Staff, 1951; U.S. Salinity Lab. Staff, 1954; Parker, 1972; Slawin, 1968). Denemeden elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Tarist PC paket programına kullanılarak yapılmıştır (Açıkgöz ve ark., 1993).

Çizelge 1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

PH		8,24
Toplam Tuz	(%)	0,13
Kireç	(%)	2,46
Kum	(%)	92,56
Mil	(%)	6,00
Kil	(%)	1,44
Bünye		Kum
Organik Madde	(%)	1,72
Toplam Azot	(%)	0,080
Alınabilir Fosfor	(ppm)	3,56
Alınabilir Potasyum	(ppm)	458
Alınabilir Kalsiyum	(ppm)	982
Alınabilir Magnezyum	(ppm)	100
Alınabilir Sodyum	(ppm)	168
Alınabilir Demir	(ppm)	7,96
Alınabilir Bakır	(ppm)	0,88
Alınabilir Çinko	(ppm)	1,91
Alınabilir Mangan	(ppm)	3,41

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Termal sular tüm dünyada olduğu gibi bizim ülkemizde de sağlık amaçlı kullanılmakta ve kullanım sonrasında genellikle yeniden kaynağına enjekte edilmek yerine çevredeki akarsu, nehir vb. yüzey sularına salınmaktadır. İnsanlara sağlık veren minerallerce zengin bu sular bu durumda önemli çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bileşimleri itibarıyla çok zengin bir element içeriğine sahip bu sulara çoğu zaman bitkilere zehir etkisinde bulunabilecek yüksek konsantrasyonlarda Bor, ağır metal vb. elementler bulunabilmektedir. Bunların varlığı bitkisel üretime engel olmakta veya kullanılması halinde tarım topraklarında geriye dönüşü zor olan bozulmalar meydana gelmektedir.

Termal sularının farklı karışımları ile yapılan bitkisel üretim sonucu kanola ve mısır bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık, besin elementleri ile ağır metal içerikleri Çizelge 3'de verilmektedir. Farklı düzeylerde uygulanan termal suların Kanola bitkisinin toplam N, Na ve Cu

Çizelge 2. Çeşme Suyu ve Termal Suya ait Analiz Sonuçları

		Çeşme Suyu	Termal Su
pH(25 °C'de)		7,10	6,66
Elektriki Geçirgenlik (ECX10 ⁶ , µmhos/cm)		725	2240
Katyonlar	(me/lit)		
Sodyum	(Na ⁺)	0,65	3,20
Potasyum	(K ⁺)	0,10	0,18
Kalsiyum+Magnezyum	(Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺)	6,50	19,10
Toplam Katyon	(me/lit)	7,25	22,48
Anyonlar	(me/lit)		
Klor	(Cl ⁻)	0,45	1,00
Karbonat	(CO ₃ ⁻)	----	----
Hidrokarbonat	(HCO ₃ ⁻)	6,50	19,35
Sülfat	(SO ₄ ⁻)	0,35	2,15
Toplam Anyon	(me/lit)	7,30	22,50
SAR		0,36	1,04
Sulama Suyu Sınıfı		C ₂ S ₁	C ₃ S ₁
Bor	ppm	0,010	0,470
Demir	ppm	0,050	0,159
Bakır	ppm	0,001	0,061
Çinko	ppm	0,010	0,125
Mangan	ppm	0,010	0,198
Kobalt	ppm	0,002	0,026
Kurşun	ppm	0,008	0,048
Krom	ppm	0,004	0,009
Kadmiyum	ppm	0,001	0,024
Nikel	ppm	0,008	0,068

Çizelge 3. Termal Su Uygulamalarının Kanola ve Mısır Bitkisinin Yaş ve Kuru Ağırlık, Besin Maddeleri ile Ağır Metal İçerikleri Üzerine Etkileri

Kanola																		
Uygulama	Yaş Ağırlık** (gr/saksı)	Kuru Ağırlık** (gr/saksı)	(%)					(ppm)										
			N	P**	K**	Ca**	Mg*	Na	Fe*	Cu	Zn*	Mn*	B*	Ni*	Pb	Cd	Co	Cr
Çeşme Suyu	105.2 c	36.8 c	4,87	0,30b	3,67b	1,77b	0,61a	0,47	116,54c	11,77	20,56a	49,72a	18,66c	1,69b	3,33	0,08	0,66	0,93
Tam Termal	143.0 a	46.5 a	5,21	0,42a	4,84a	2,60a	0,61a	0,50	199,06a	12,87	20,96a	51,92a	21,41a	1,89a	4,20	0,13	0,81	1,11
1/2 Termal	117.9 b	40.9 b	5,04	0,38a	4,12b	1,94b	0,55b	0,45	126,94b	11,87	17,26b	46,45b	19,96b	1,76ab	3,93	0,12	0,72	1,02
1/4 Termal	113.9bc	39.0 bc	5,00	0,36ab	4,07b	1,86b	0,51c	0,45	117,62bc	11,04	17,82b	45,76b	19,78bc	1,69b	3,79	0,12	0,71	0,97

Mısır																		
Uygulama	Yaş Ağırlık** (gr/saksı)	Kuru Ağırlık** (gr/saksı)	(%)					(ppm)										
			N**	P*	K**	Ca*	Mg	Na**	Fe**	Cu	Zn**	Mn*	B*	Ni	Pb	Cd	Co	Cr*
Çeşme Suyu	211.4 c	84.3 d	2,67b	0,14c	2,95b	0,52c	0,27	200a	100,75c	12,14	11,40c	27,51b	7,35b	1,19	2,80	0,07	0,55	0,72b
Tam Termal	308.6 a	105.1 a	2,93a	0,17a	3,25a	0,67a	0,28	200a	108,03a	13,10	13,80a	30,01a	7,73a	1,43	3,69	0,07	0,75	0,99a
1/2 Termal	271.3 b	99.8 b	2,73b	0,16ab	2,90b	0,62a	0,27 _b	200a	105,92ab	13,08	13,70a	27,81b	7,43b	1,30	3,25	0,07	0,62	0,86ab
1/4 Termal	260.4 b	93.8 c	2,72b	0,15b	2,80b	0,56bc	0,27	150b	103,75b	13,07	12,50b	27,68b	7,39b	1,25	3,25	0,07	0,62	0,81b

** : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirlerinden p<0.01 düzeyinde istatistik farklılık göstermiştir

• : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirlerinden p<0.05 düzeyinde istatistik farklılık göstermiştir

N, Na ve Cu element içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli olarak belirlenemezken yaprakların P, K ve Ca içerikleri üzerine % 5, yaş ve kuru ağırlık, Mg ve mikro elementlerden ise Fe, Zn, Mn ve B element içerikleri üzerine %1 düzeylerinde önemli etkisi bulunmuştur. Ağır metallere ise uygulamaların sadece Ni üzerinde bir etkisi ortaya çıkmıştır. Tam termal suyu uygulanmış topraklarda yetişen kanola bitkisinde diğer uygulamalara oranla daha yüksek P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, B ve Ni içerikleri belirlenmiştir. Termal suların seyreltilmesi artıkça bu miktarlarda bir azalma meydana gelmiştir. Genellikle ¼ termal suyu ile sulanan bitkilerin element içerikleri çeşme suyu ile sulanan bitkilere yakın saptanmış, hatta bazı elementlerde daha düşük olarak belirlenmiştir.

Termal suların mısır yetiştiriciliğinde kullanılması sonucu ise yaprakların N, K, Na, Fe ve Zn element içerikleri ile yaş ve kuru ağırlık miktarları üzerine % 1, P, Ca, Mn ve B içerikleri üzerine ise % 5 düzeylerinde önemli etkilerde bulunmuştur. Ağır metallere ise uygulamaların sadece Cr üzerinde bir etkisi ortaya çıkmıştır. Mısır bitkisinde de kanola bitkisine benzer bir durum ortaya çıkmış ve tam termalden ¼ termal sulara doğru gidildikçe bitkilerin element içeriklerinde azalmalar meydana gelmiştir.

Normal sulama sularına göre daha yoğun bitki besin maddelerini içermesine rağmen termal suların bu özelliği bazı durumlarda bitkisel üretimi çok fazla etkilememektedir. Araştırmada kullanılan Denizli Pamukkale termal tesislerine ait suların sulama yapılıncaya kadar soğumuş oldukları da dikkate alındığında Bor gibi bazı zehir etkili element konsantrasyonlarının da azaldığı Çizelge 3'den görülmektedir. Termal suların tuz içerikleri de önemli bir parametredir. Fakat araştırmada kullanılan suyun ECx10 değeri 2440 dsm⁻¹ olmasına karşılık son yıllarda azalan yağışlara bağlı yer altı sularındaki nisbi tuz içeriğinin de arttığı düşünüldüğünde bu suların çok aşırı bir tuz yükü içermediğini söylemek de olasıdır. Ancak bu tür içeriğe sahip sıcak sularla yapılan sulamaların sadece bir yıllık sonuçlarına göre hareket etmek çok doğru değildir. Mutlaka bu sular uzun yıllar toprak koşullarında denenmeli ve daha sonra sonuca gidilmelidir. Tunus'da 1980 yılların başında devletin sulama politikası termal suların

tarımında kullanımını üzerine kurulu olup günümüzde bu ülkede termal sularla sulanan arazilerin toplamı daha da

artmış ve termal suların % 95'i tarımsal amaçlı ve soğutulduktan sonra kullanılmaktadır. Tunus'da termal sular özellikle hurma ağaçlarının sulanmasında kullanılmaktadır (Mohammed, 2002). Bu suların kullanılmasından sonra toprak ve bitkiler üzerine olası tuz etkileri nedeniyle üretimin her aşamasında toprak ve bitki örneklerinin analiz edilmesi gerekmektedir.

Jeotermal sular, kimyasal özellikleri bakımından yüzey sularından daha farklıdır. Jeotermal sulardaki erimiş katyon ve anyon çeşidi ve miktarı fazladır. Bunlardan sulama açısından önemli olanlar; sodyum, kalsiyum ve magnezyum katyonları ile klorür, sülfat, bikarbonat ve karbonat anyonlarıdır (Ergüden, 1996). Suyun sulamada kullanılabilirlik ölçütlerinden üçüncüsü olan toksik elementler içerisinde bor içeriği, jeotermal suların tuzluluk ve sodyumluluk oranı kadar önemlidir. Bor oranı yüksek olan bazı jeotermal kaynaklar, tuzluluk ve sodyumluluk oranı bakımından da sulamaya elverişli değildir (Ergüden, 1996). Bu nedenle jeotermal suların sulama suyu olarak kullanılıp kullanılmayacakları konusunda bir yargıya varmak ve tarım topraklarında olası zararlara neden olmalarını önlemek için bu suların kalitelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Söz konusu suların kalitesinin saptanmasında suların bor içerikleri, karbonat (Na₂CO₃) miktarları, toplam tuzlulukları (elektriksel iletkenlikleri) ve sodyum katyonlarının diğer katyonlara oranı (SAR) üzerinde durulmalıdır (Sevgican ve Eşder, 1984; Ergüden, 1996). Bitkiler için gerekli elementler arasında bulunan borun, noksanlığı kadar aşırılığı da sorun yaratmaktadır. Toprakta bor fazlalığı genellikle toprağın bor minerallerince zengin ana materyalden oluşması, bor kapsamı yüksek sularla sulama veya endüstriyel atıklarla oluşmaktadır (Oruç, 1994; Chhabra, 1996). Yapılan bir araştırmada, Aşağı Büyük Menderes havzasının en önemli sulama kaynağı olan Büyük Menderes nehrinin endüstriyel atıklara ek olarak Sarayköy-Kızıldere, Germencik-Ömerbeyli jeotermal kuyularından kaynaklanan atıklarla büyük ölçüde kirlendiği ve gerekli önlemler alınmadığı taktirde havzada yaklaşık 130 000 ha tarım alanının tuzluluk ve bor kirlenmesi

nedeni ile kullanılamaz hale geleceğini belirtilmiştir (Batur ve ark., 1984). Yine bu araştırma sonuçlarına göre bu atıklardaki bor konsantrasyonu 20–36 ppm arasında değişmekte olup, bu suların bor ve tuz konsantrasyonları Büyük Menderes nehrinde seyreltme sonucu oldukça azalmakla birlikte, türe özellikle nehir debisinin düşük olduğu sulama dönemlerinde bor kirlenmelerine neden olmaktadır. Normal bitki gelişmesi için gereksinim duyulan düzeyden daha fazla olan bor düzeyleri, birçok bitki çeşidi için zehirli etki yapmaktadır. Sulama suyunda 1 ppm borun duyarlı bitkilerde gözle görülebilir zehirlenme belirtilerine yol açtığı ve 5 ppm borun ise dayanıklı bitkileri bile etkilediği bildirilmek-

tedir (Chhabra, 1996).Araştırmada kullanılan termal suyun bor içeriğinin düşük olması üretim açısından olumludur.

Sonuç olarak kanola ve mısır yetiştiriciliğinde kullanılan termal suların, bitkilerin element içeriklerini zehir etkisi gösterecek kadar yüksek miktarlarda artırmadığı, hatta ¼ termal sularla sulanan bitkilerin kontrol bitkilere yakın miktarda element içerdiği belirlenmiştir. Ağır metaller açısından da bir sorun görülmemektedir. Fakat bu tür çok farklı içeriklere sahip sularla sulamanın tam olarak etkilerinin görülebilmesi için farklı bitki ve topraklarla yürütülecek uzun süreli denemelere ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Açıkğöz, N., Akbaş, M.E., Moggaddam, A., Özcan, K. 1993. Tarist PC'ler için istatistik ve kantitatif genetik paketi. Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu 133s.19 Ekim 1993.Konya-Turkey.
- Batur, K., Şener, S., Özkara, M. ve Yeşilyurt, G. 1984. Jeotermal Atıkların Büyük Menderes Nehri'ne Karıştırılmasının Aşağı Büyük Menderes Havzasının Tarımsal Yapısına Etkileri. Menemen Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müd. Menemen-İzmir
- Black, C. A. 1965. Methods of Soil Analysis, Part 1-2., American Society of Agronomy, Inc., Publisher. Madison Wisconsin USA. P:1372-1376.
- Chhabra, R. 1996. Soil Salinity and Water Quality. A.A. Balkema Publishers, Old Post Road Brookfield, VT, 284 s. USA.
- Ergüden, Ş. 1996. Seferihisar-Balçova Jeotermal Kaynaklarının Konut ve Sera Isıtılmasına Yönelik Projelerin Değerlendirilmesi üzerine İncelemeler. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 45 s. İzmir.
- Gleick, P. H. 1996: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817–823.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri . Nobel Yayın No:1241, 892 s.
- Mohammed, B.M.2002 Geothermal Utilization in Agriculture in Kebili Region ,Southern Tunisia CRDA Kebili 4200 Tunisia
- Oruç, N. 1994. Büyük Menderes Havzasında Jeotermal Enerji Üretimi ve Bor Kirliliği. Jeotermal Uygulamalar Semp., 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 350-358.
- Özkul, M.M.,Alçiçek,M.C.,Heybeli,H.,Semiz,B.,Erten,H., 2001 . Denizli Sıcak Su Travertenlerinin Depolanma özellikleri ve Mermercilik Açısından Değerlendirilmesi. Türkiye 3 Mermer Sempozyumu –Mersem 2001 Bildiriler Kitabı 3–5 Mayıs 2001 Afyon
- Parker, C. R. 1972. Water Analysis by Atomic Absorption Spectroscopy. Varin Techtron Pty, Ltd. Springvale-Australia
- Sevgican, A. ve Eşder, T. 1984. Jeotermal Kaynaklar ve Sera. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 21 (1), 56–60, Antalya.
- Slawin, W. 1968. Atomic Absorption Spectroscopy. Interscience Publisher, New York.
- Tuncay,H.1993. Sulama Suyu Kalitesi. Ders Teksiri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Bornova-İzmir
- U.S. Salinity Lab. Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils. Government Printig Office, Washinton.
- U.S. Soil Survey Staff. 1951. Soil Survey Manual. U.S. Department Agriculture Handbook. No.18. U.S Government Printing Office Washington.