

24867

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA OVASI SULAMA SULARININ
SU KALİTESİ AÇISINDAN SINIFLANDIRILMASI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Mehmet ZENGİN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK ANABİLİM DALI
Konya , 1992

SELÇUK UNIVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA OVASI SULAMA SULARININ SU KALİTESİ
AÇISINDAN SINIFLANDIRILMASI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Mehmet ZENGİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez 13.08.1992 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

İmza
Prof.Dr. Fethi BAYRAKLI
(Danışman)

İmza
S. Kızıldağ
Prof.Dr. Saim KARARAPLAN
(Uye)

İmza
Prof.Dr. Kemal GÜR
(Uye)

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA OVASI SULAMA SULARININ SU KALİTESİ
AÇISINDAN SINIFLANDIRILMASI ÜZERİNE
BİR ARAŞTIRMA**

Mehmet ZENGİN

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Anabilim Dalı

Danışman : Prof.Dr. Fethi BAYRAKLI

1992, Sayfa : 57

Jüri : Prof.Dr. Fethi BAYRAKLI

Bu tez çalışması, 1991 yılı Temmuz ve Ekim aylarında Konya ovasını temsilen alınan ondört adet yerüstü ve yeraltı sulama sularının, bitki beslenmesi açısından niteliklerini (pH, EC, SAO, BSK, ÇSY), kimyasal içeriklerini (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--}) ve iz elementlerini (Fe, Cu, Mn, Zn, B) belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Analizler sonucunda, yeraltı sulama sularının (no : 1, 12) yerüstü sulama sularına göre daha düşük pH, diğerlerine göre S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği sondaj suyunun (no: 1) daha fazla Ca^{++} ve Fe, Konya şehir kanalizasyonunun (no : 3) Ca^{++} ve HCO_3^- , Arapçayırı ana drenaj kanalının (no: 4) EC, Mg^{++} , Na^+ , HCO_3^- , Cl^- ve Mn, Hotamış gölünün (no : 5) SO_4^{--} ve Mn, Apa barajı sulama suyunun (no : 8) Fe ve Zn ve Akşehir gölünün (no : 14) pH, Na^+ , K^+ , SO_4^{--} ve B değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tuzluluk yönünden Konya şehir kanalizasyonu (no : 3), Arapçayırı ana drenaj kanalı (no : 4), Hotamış gölü (no : 5) ve Akşehir gölü (no : 14) suları çok yüksek EC değerlerine sahip olduklarından (C_4 -2250 micromhos/cm'den fazla) zararlı bulunmuşlardır.

Ayrıca analizi yapılan sulama sularının hiçbirinde Cu elementine, Akşehir

gölü (no : 14) hariç diğer su örneklerinde de CO_3^{--} anyonuna rastlanmamıştır.

Sodiklik bakımından yine Arapçayırı ana drenaj kanalı (no: 4) ve Akşehir gölü (no : 14) suları yüksek Na^+ içeriklerinden dolayı zararlı görülmüşlerdir.

Bor elementini fazlaca bulundurdıklarından Hotamış gölü (no : 5) ve Akşehir gölü (no : 14) suları bitkiler için toksik olarak belirlenmişlerdir.

İvriz, May, Apa, Altınapa barajları, Beyşehir ve Çavuşçu gölü ile Göksu nehri suları problemsiz yani iyi kaliteli sulama suları olarak değerlendirilmişlerdir.

ANAHTAR KELİMELER : Yerüstü ve yeraltı sulama suyu, pH, EC, SAO, BSK, ÇSY, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , Fe, Cu, Mn, Zn, B, toksiklik.

ABSTRACT

Master Thesis

AN INVESTIGATION UPON THE CLASSIFICATION ON THE
QUALITIES OF IRRIGATION WATERS OF KONYA PLAIN

Mehmet ZENGİN

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied

Sciences Department of Soil

Supervisor : Prof.Dr. Fethi BAYRAKLI

1992, Page, 57

Jury : Prof.Dr. Saim KARAKAPLAN

Prof.Dr. Kemal GÜR

An investigation was carried out in 1991 in order to determine irrigation water quality of fourteen representative surface and ground water samples collected from fourteen different sites of Konya plain. The irrigation water quality (pH, EC, SAR, RSC, SSP, B concentration), trace elements contents (Fe, Cu, Mn, Zn) and potassium, chloride and sulphate were assessed.

The results obtained showed sewage water of Konya city, Arapçayırı main drainage canal, Hotamış and Akşehir lakes' were very highly saline (EC values were found more than 2250 micromhos/cm).

Arapçayırı main drainage canal and Akşehir lake's water had also an alkalinity problem due to high sodium contents. Boron concentration was found relatively higher

in Hotamış and Akşehir lakes' waters. Thereby it was concluded that potential boron toxicity can be expected if these waters are used for irrigation.

Consequently the results indicated that a part of the sewage water of Konya city, the waters of Arapçayırı main drainage canal, Hotamış and Akşehir lakes' examined in this study can be utilized safely for irrigation.

KEY WORDS : Surface and ground water, pH, EC, SAR, RSC, SSP, Ca, Mg, Na, K, CO_3 , HCO_3 , Cl, SO_4 , Fe, Cu, Mn, Zn, B, toxicity.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın yüksek lisans tezi olarak plânlanıp, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde daima yardım ve yakın ilgilerini gördüğüm danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI'ya, çalışmalarım esnasında benden yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN ve Yrd. Doç.Dr. Sait GEZGİN'e, T.K.B. Konya İl Kontrol Laboratuvarı ile DSİ IV. Bölge Müd. Laboratuvarı elemanlarına, maddi destek sağlayarak araştırmanın yapılması imkanını veren S.Ü. Araştırma Fonu Başkanlığı'na, istatistiki analizlerin yapılmasında emeği geçen S.Ü. Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Kâzım KARA'ya ve bu çalışmada emeği geçen herkese teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Konya, 1992

Mehmet ZENGİN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No :</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
CETVEL LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERİYAL ve METOD	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Su örneklerinin alındığı yerler hakkında kısa bilgiler	13
3.1.2. Su örneklerinin alındığı bölgenin iklimi	17
3.1.3. Su örneklerinin alındığı bölgenin jeolojisi	20
3.2. Metod	22
3.2.1. Su örneklerinin alınması	22
3.2.2. Uygulanan analiz metodları	23
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	27
4.1. pH İle İlgili Sonuçlar	27
4.2. Elektriki İletkenlik İle İlgili Sonuçlar	28
4.3. Sodyum Adsorpsiyon Oranı İle İlgili Sonuçlar	34
4.4. Bakiye Sodyum Karbonat İle İlgili Sonuçlar	35
4.5. Çözünabilir Sodyum Yüzdesi İle İlgili Sonuçlar	36
4.6. Bazı Katyon İçerikleri İle İlgili Sonuçlar	37
4.7. Bazı Anyon İçerikleri İle İlgili Sonuçlar	41
4.8. Bazı İz Element İçerikleri İle İlgili Sonuçlar	44
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	48
6. ÖZET	51
7. KAYNAKLAR	54

CETVEL LİSTESİ

<u>Cetvel No :</u>	<u>Sayfa No :</u>
3.1. Su örneklerinin alındığı yerler	11
3.2. Konya ovasının 42 yıllık iklim verileri	19
4.1. Sulama sularının bazı kimyasal özellikleri ile ilgili sonuçlar	29
4.2. Sulama sularında Temmuz ayı için pH ve EC ile diğer bazı elementler arasındaki ilişkiler	31
4.3. Sulama sularında Ekim ayı için pH ve EC ile diğer bazı elementler arasındaki ilişkiler	31
4.4. Sulama sularının bazı katyon içerikleri	38
4.5. Sulama sularının bazı anyon içerikleri	42
4.6. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu Kalite kriterleri	44
4.7. Sulama sularının bazı iz element içerikleri	46

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No :	Sayfa No :
3.1. Konya ovası ve su örneklerinin alındığı yerler	10
3.2. Konya ovasında yağış dağılımı	18
3.3. Konya ovasında potansiyel evapotranspirasyon ve su bilançosu	19
4.1. Sulama sularında pH ile diğer bazı elementler arasındaki ilişkiler	30
4.2. Temmuz ayı analizlerine göre sulama sularında EC ile bazı kation, anyon ve iz elementler arasındaki ilişkiler	33
4.3. Sulama sularında pH ile B ilişkisi	47

1. GİRİŞ

Su canlı hayatı için olduğu kadar tarımsal açıdan da son derece önemli bir maddedir. Üretimi artıran diğer faktörler sabit tutulduğunda, yalnızca sulama ile verim çok önemli boyutlarda artırılabilir. Çünkü sulama suyu bitkilerin ihtiyacı olan hidrojen ve oksijeni içermekle beraber, iyi bir çözücü olarak bünyesine aldığı bitki besin maddelerini önce kök bölgesine ve oradan da bitkide kullanılacak organlara taşımaktadır. Bu yüzden su tabiiatta saf halde bulunmayıp içerisinde, adına tuz denilen birçok çözünmüş katı maddeleri de içermektedir.

Su bitkiler için bir besin maddesi olmasının yanında biyolojik olaylardaki rolü, biyokimyasal reaksiyonlara ortam oluşturması, besin maddelerini eritip taşınması gibi pekçok yönden bitkide gelişme ve değişmelere olan etkisinden dolayı tarımda bir verimlilik faktörü olarak büyük önem taşımaktadır.

Suyun toprakların oluşumunda da büyük rolü vardır. Su, mineraller üzerine yumuşatıcı ve gevşetici olarak etki yapar. Birçok mineraller özellikle fel-dispat, amfibol, proksen ve mika grupları daha fazla su etkisiyle (hidrasyon) ayrışıp parçalanırlar. Suyun bu özelliği ile bitkilerin yetişme ortamı olan toprakların oluşması, bitkilere sağlanan bir başka fayda olmaktadır.

Sulama, tarımda verimi artırma yönünden önemli temel girdilerin birisidir. Sulama, toprak verimliliğini ve ürün miktarını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda tek çeşitli bitki deseninden çok çeşitli bitki desenine geçişi de sağlaması nedeniyle talebi fazla olan ürünlerin yetiştirilmesini mümkün kılmaktadır.

Bitkilerin kılcal kökleri yardımıyla aldıkları suyun kaynağını, yağış suları ile yerüstü ve yeraltı sulama suları oluşturmaktadır. Sulama suları beraberinde bazı kimyasal maddeleri de taşımaktadırlar. Zira sulama sularının kimyasal kompozisyonu bu suların kaynaklandığı ve toplandığı yörenin toprak ve jeolojik özelliklerinden etkilenmektedir. Bunun doğal bir sonucu olarak da taşınmakta olan kimyasal maddelerin cinsi ve miktarları farklı olabilmekte, sulamada kullanılmaları halinde bu yönleri ile bitkilere faydalı yada zararlı olmakta, bazı hallerde de kont-

rolsüz yapılan uygulamalarla geniş tarım arazileri verimsiz çorak topraklar haline gelebilmektedir (Meng ve ark. 1984).

Bitkilerin ihtiyacı olan su, doğal olarak yağış sularıyla karşılanmaya çalışılmakta ancak bu yeterli olmamaktadır. Bunun için kurak ve yarı kurak bölgelerde, bitkilerin ihtiyaç duydukları dönemlerde insan eliyle su temini zorunlu hale gelmektedir.

Tarım alanlarında kullanılacak kaliteli bir sulama suyu, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini yeterli düzeylerde ve uygun oranlarda bulunduran ve bitki gelişmesini sınırlandıracak maddeleri içermeyen, normal reaksiyonlu ve az tuzlu sulardır.

Düşük kaliteli sulama sularının kullanıldığı tarla toprakları zaman içerisinde çoraklaşma (tuzlulaşma ve/veya sodikleşme) eğilimi göstermektedirler. Çünkü suyun taşıdığı tuzların hepsi profilde kök bölgesi altına yıkanamadığı gibi bitkilerce de kullanılamamaktadır. Değişik yollarla suya karışan tuzlar bitkilerin de yapmış olduğu seçicilik sonucunda toprak çözeltisinde birikmektedirler. Bu yüzden toprak çözeltisinin ozmotik basıncı artmakta ve sulu ortamlarda dahi bitkiler yeterli miktarlarda suyu alamamaktadırlar. Toprak çözeltisinde bir cins tuzun artması, bir diğlerinin bitkiler tarafından su ile alınmasını da zorlaştırmaktadır. Lal ve Lal (1990)'a göre, toprak çözeltisinde sodyumun fazlaca bulunması halinde kalsiyumun bitkilerce alınması güçleşmiştir. Tuzluluğun, toprakların çoraklaşması ve bitki beslenmesine olumsuz etkiler yapmasının yanında bir de suda çözülmüş olarak fazla miktarlarda bulunan borat, klorür ve bikarbonat gibi iyonların toksik (zehir) özelliği dikkati çekmektedir (Witt 1986 ve Jeganathan ve Pain 1982).

Anonymous (1988) verilerine göre, Konya ovasında yetersiz drenaj ve bilinçsiz sulama nedeniyle teşekkül etmiş 324.998 ha çorak alan bulunmaktadır. Bu alan, 5.400.000 ha'lık Konya ovasının yaklaşık %6'sını oluşturmaktadır. Bu alanların ıslah edilerek bitkilere iyi bir yetişme ortamı sağlayacak verimli topraklara dönüştürülmesinin memleketimiz ekonomisine büyük katkıları olacaktır. Aksi halde böyle topraklarda bitki gelişimi olmadığı gibi suda erimiş tuzlar ile bor zehir etkisi de gösterebilirler. Bununla birlikte sulama suları bitkilerin ihtiyacı olan besin

maddelerini de taşıdıklarından bitki besin maddelerinin kaynağını toprak, gübreler ve sulama suları oluşturmaktadır.

S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünce destekli ve FBE-91/74 no'lu proje ile gerçekleştirilen bu araştırmada, sulamada kullanılan suların kalitesinin önemi göz önünde tutularak Konya ovasının değişik on dört yerinden iki dönem halinde (Temmuz ve Ekim-1991) su örnekleri alınmış ve bu örnekler sulama suyu kalitesi yönünden değerlendirilmiştir.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Binlerce yıldan beri sulamada kullanılan suların, sulamada bilimsel bir görüşle kullanılmaya başlanması ve sulama sularının nitelikleri üzerinde durulmasına 20. yüzyıl içerisinde önem verilmiş ve bu konudaki çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.

Saatçi (1967), İzmir, Manisa, Aydın ve Muğla bölgelerinde sulamada kullanılan artezyen, kuyu ve bazı nehir sularının kalite ve kimyasal özelliklerini araştırmış ve sulama suları için belirlenen kriterlere göre değerlendirmeler yapmıştır. Araştırmasında, sulama sularının hafif alkalın ile alkalın, az tuzlu ile aşırı tuzlu, az sodik ve çok fazla sodik ve bor yönünden de çok iyi ile uygun değil sınıfları arasında bulduklarını tespit etmiştir.

Saatçi ve ark. (1973), İzmir ili Balçova bölgesinde sulamada kullanılan bazı kuyu, artezyen, dere ve kaynak sularının kalitelerini belirlemek için birer aylık periyotlar halinde üç ay müddetle 203 su örneği almışlar ve analizlere paralel olarak araştırma bölgesi topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Ayrıca bor elementinin bitkilerdeki etkisini incelemek gayesiyle sekiz adet kültür bitkisinden alınan yaprak örneklerini analiz etmişlerdir. Sulama sularında, hafif asit ile alkalın sınıflarında pH, orta tuzlu ile çok fazla tuzlu sınıflarında tuzluluk, az sodyumlu ile çok fazla sodyumlu sınıfları arasında sodiklik ve çok iyi ile uygun değil sınıfları arasında bor sonuçlarını elde etmişlerdir.

Kovancı (1979), İç Ege bölgesinde (Afyon, Kütahya, Denizli, Manisa, Muğla ve Uşak) sulamada kullanılan yerüstü ve yeraltı sulama sularının bitkilerin beslenmesi açısından niteliklerini (pH, EC, SAO, BSK, ÇSY ve Cl⁻%'si) ve kimyasal içeriklerini (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺, SO₄⁻, Cl⁻, CO₃⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻, Fe, Mn, Zn ve Cu) araştırmış ve kalite kriterlerine göre değerlendirmeler yapmıştır. Sulama sularının hafif asit ile alkalın arasında değişen pH, az tuzlu ile çok fazla tuzlu sınırları arasında değişen iletkenlik, az sodyumlu ile yüksek sodyumlu sınıfları arasında değişen sodiklik ve çok iyi ile uygun değil sınıfları arasında

değişim gösteren bora sahip olduklarını belirlemiştir. Ayrıca pH ve EC ile diğer elementler arasındaki ilişkileri incelemiş, pH ile Zn arasında %5 seviyesinde, pH ile Mn arasında %1 seviyesinde önemli negatif ilişki, EC ile Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , SO_4^- , Cl^- ve B arasında %1 seviyesinde, EC ile Zn arasında da %5 seviyesinde önemli pozitif ilişki bulmuştur.

Ayrıca Kovancı (1979)'nın Wilcox ve Durum (1967)'a atfen bildirdiğine göre Hilgart (1906), sulama sularının toplam tuz konsantrasyonu ve elementlerin çeşitlerine dayanan kalite kriterlerini temel alarak sulama uygulamalarının yapılması önerisinde bulunmuştur. Scofield (1933-1936)'ın sulama sularının tuzlulukla olan ilişkilerini açıklaması ile konu bilim dünyasında daha da önem kazanmıştır. Yaptığı çalışmalarla sulama sularının kimyasal içerikleri ile ilgili bugünde uygulamada kullanılan önemli kriterler vermiştir. Richards (1954), sulama sularının nitelikleri üzerinde önemle durmuş ve tarımsal amaçlarla kullanılan suları, toplam eriyebilir tuz içeriklerine, sodyum adsorpsiyon oranına, bor kapsamına ve bazı kültür bitkilerinin tuzluluğa karşı toleranslarına göre sınıflandırmıştır. Longenecker (1973), farklı tuz konsantrasyonu gösteren sulama suları ile iki farklı pamuk çeşidini sulamış ve sonuçta sulama suyu tuz konsantrasyonunun, bitki yüksekliğine koza sayısına ve lif uzunluğuna önemli düzeylerde olumsuz etki yaptığını belirlemiştir.

Yurdumuzda da bu konuda önemli çalışmalar mevcuttur. Kovancı (1979)'ya göre ilk çalışmalar Çağlar (1946) tarafından mineral sular üzerinde yapılmıştır. Ayyıldız (1970), Ankara ili sulu ziraat arazilerinde kullanılan sulama sularının kalite ve kimyasal özelliklerini araştırmış ve sulama suları için belirlenen kriterlere göre değerlendirmeler yapmıştır. Özbek ve ark. (1975), Çukurova bölgesinde bazı yerüstü su kaynaklarının sulamada kullanılma imkanını araştırarak bu suların sulama suyu olarak niteliklerini belirlemişlerdir.

Oruç ve Sağlam (1979), sulama suyu analiz sonuçlarının doğruluğunun, su örneklerinin usulüne uygun olarak alınmasına bağlı olduğunu, su örneğinin nasıl ve nereden alınacağı hususunun, suyun cinsi (akarsu, göl, yeraltı v.b.) ile alınma gayesine (sulama, siltasyon v.b.) göre değiştiğini belirtmişlerdir. Mevsimin suyun kalitesini etkileyen önemli bir faktör olduğunu, sulama maksadıyla

örnek alınacaksa sulama mevsimindeki aylarda alınması ve analiz edilmesinin daha uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Doğan (1979), Sulama sularında sodyum ve klorür konsantrasyonları birbirine yakın ve hakim iyonlar kalsiyum ile bikarbonat ise böyle suların kalker formasyonundan geldiğini, sülfat konsantrasyonu diğer iyonların konsantrasyonlarından düşük ise sülfatın indirgenmeye uğradığını, sulara hakim anyon sülfat ise böyle suların fazlaca jips çözdüğünü bildirmiştir.

Bahçeci ve ark. (1981), Konya ovası ana tahliye kanalı sularının kalitesini belirlemek amacıyla, su örnekleri üzerinde pH, kation, anyon ve bor analizlerini yapmışlar ve SAO, BSK ile % Na değerlerini hesaplamışlardır. Kış aylarında kanal sularının kalitesinin yaz aylarından daha iyi olduğunu, yüksek tuz konsantrasyonu, tehlikeli seviyede bulunan bor içeriği ve CO_3^{--} ile HCO_3^- 'tan ileri gelen BSK değerleri ile sulamada kullanılmaz nitelikte olduklarını belirlemişlerdir. Yaz aylarındaki analizler sonucunda kanal sularının, orta ile çok aşırı tuzlu sınıfları arasında değişen tuzluluğa, az ile yüksek sodyumlu sınıflar arasındaki sodikliğe ve iyi ile mücade edilebilir sınırları arasında değişen bor elementi konsantrasyonuna sahip olduklarını bulmuşlardır.

Bahçeci ve ark. (1981)'nın Tekinel ve Kırdı (1977)'dan bildirdiklerine göre, bir sulama suyunun yalnız geçirgenlik göstergesi gibi ölçüler kullanılarak iyi ya da kötü olarak nitelendirilemeyeceğini, suların taşıyabileceği sodyum, bor gibi bazı iyonların bitkilere zehir etkisi yapabileceğini belirtmektedirler. Böyle suların toprakta fazla tuz birikmesine veya toprak geçirgenliğine kötü etkisi olmayabilir. Ancak bu özellikteki sularla kültür bitkilerinin yetiştirilmesi imkansızdır. Onal (1981)'a göre de M. Kemal Paşa çayının Apolyont gölüne dökülmesi ile göl bor konsantrasyonu 1.10 ppm'e yükselmiştir. Bu değerler özellikle sulama mevsiminde artmakta olduğundan bu sularla sulanan alanlar bordan etkilenmektedir. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsünce Simav çayı borlu suları ile yapılan bir sulama araştırmasında topraklarda bor konsantrasyonunun 2-3 kat arttığı belirlenmiştir.

Gamsız ve Ağacık (1981), kireçli topraklardaki kalsiyum ve magnezyum karbonatın bikarbonatlar halinde çözünerek suya karıştığını, bu nedenle kalkerli ta-

bakalardan geçen sulara, killi tabakalardan geçenlere oranla daha fazla çözünmüş madde bulunduğunu, yüzey suları bileşiminin aktıkları veya buldukları toprağın cinsine, mevsimlere, içine karışan diğer suların bileşimine göre değiştiğini, ilkbaharda suların bol bulunduğu zamanda toprak süzme işini iyi yapamadığından suda süspansiyon maddelerinin çoğalacağını, bu maddelerin analiz sırasında sudan arındırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Jeganathan ve Pain (1982), 1980 yılında Sri Lanka'nın dört bölgesinde, üç haftalık dört pirinç çeşidini tuz içerikleri farklı sular ile sulamışlardır. 1.28-1.35, 1.20-1.30, 2.70-2.85 ve 1.64-1.76 mmhos/cm elektriki iletkenliğe sahip sulama sularına karşılık sırasıyla 2.52, 2.25, 0.00 ve 2.57 ton/ha'lık verim almışlardır. Aynı konuda, laboratuvar şartlarında saksılarda pirinç bitkisi yetiştirmişler, tüm çeşitler 2.50 mmhos/cm'de %30-90 oranında çimlenme göstermiş, daha yüksek tuzluluk seviyelerinde bitkilerin toleranslarında farklılıklar görülmüştür.

Meng ve ark. (1984), laboratuvarında deneme modeli olarak kullandıkları toprak sütununu az tuzlu, alkali yerüstü sulama suyu ile sulamışlar ve toprakta pH, ÇSY ve soda içeriğindeki artışları gözlemişlerdir. Sudaki sodyum karbonat artışı ile toprağın alkalilik derecesi de artış göstermiştir. Hafif tınlı toprağın killi topraktan daha fazla alkalileştiğini belirlemiş ve daha fazla alkalileşmenin önüne geçmek için suyun jips ile muamele edilerek kullanılması gerektiğini tavsiye etmişlerdir.

George (1985), yirmibeş adet tarla ve bahçe bitki çeşidini tuzluluk toleranslarına göre sınıflandırmış ve bunlardan çilek, havuç ve fasulyenin tuzluluğa en hassas, ayrık otunun ise en dayanıklı olduğunu belirtmiştir. Her ne kadar su tuzluluğu ve yumru verimi arasında ilişki yoksa da patates yetiştiricilerinden aktardığına göre 0.3 mmhos/cm'den az toprak tuzluluğunun verimi %20 oranında azalttığını bildirmiştir.

Cerda ve ark. (1986), 0.5 m derinliğinde, yüksek kireçli yüzey tabaka ile taşlı derin topraklarda yetişen ekşi portakal, *Citrus macrophylla* veya *Cleopatra* mandalini köklü altı yaşındaki limon ağaçlarını 12, 20 ve 28 mmol/lit klorür içeren

su ile sulamışlardır. İlk onbeş ayda ağaç başına 150 lt, son yedi ayda da 300 lt su vermişlerdir. Tuzlu su ile sulanan tüm kök bölge katlarında tuz seviyesinin arttığını, *Citrus macrophylla* köklü limon yapraklarında kuvvetli, ekşi portakal köklü limon yapraklarında zayıf kloroz görüldüğünü fakat Cleopatra mandalini köklü limon yapraklarının etkilenmediğini belirlemişlerdir. Cleopatra mandalini köklü limonlarda meyva küçülmüş, kabuk kalınlığı, meyva suyu içeriği ve renk artmıştır. Suyun tuzluluk seviyeleri, ekşi portakal köklü limonların, *C. macrophylla* veya Cleopatra mandalin köklü limonlara göre kabuğunu daha kalın, daha gevrek ve daha az meyva sulu yapmıştır.

Culverwell ve Swinford (1986), Güney Afrika'nın kuzey Zululand bölgesinde yapmış oldukları araştırmada, Mkuze ile Umfolozi nehirleri arasındaki tüm büyük nehirlerde bulunan kötü kaliteli suların problemlerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, su kalitesinin jips ve sülfür dioksit ile düzeltileceğini ve böylece bütün sularda sülfür dioksit ve jips ilavesinin SAO değerini azalttığını bildirmişlerdir.

Witt (1986), bir yaşındaki açelya (Amerikan hamam eli) çiçeklerini çeşitli sertlikteki (17.8 mgCaCO₃/lt) ve 3.0-6.2 pH'daki sular ile sulamış ve ortamda tuz birikimi ile bitki gelişiminin depresyona girdiğini ve yapraklarının döküldüğünü gözlemlemiştir. Ortamdaki kil, siyah peat ve organik humusun azaltılmasıyla yüksek pH'lı suların etkisiyle meydana gelen sertlikler de azalmıştır. 1000 ve 850 mg tuz/lt konsantrasyonlarında bitkiler zarar görmüşler ve Rosabella<Gloria<İnga<Friedhelm Scherrer sırasında çeşidlerin tuza hassasiyeti artmıştır. Tüm çeşidler 120 mg Cl⁻/lt konsantrasyonda daha uzun süreyle yaşayabilmişler ancak bu halde de performansları zayıflamıştır.

Hoffmann ve ark. (1986), Kaliforniya deltasındaki Sacramento-San Joaquin'un organik topraklarında mısır bitkisi için kaliteli sulama suyu konusunda araştırma yapmışlardır. Sulama ile toprak tuzunu yıkayarak verimin 1.5 mmhos/cm'lik su tuzluluğa sahip su tarafından azaltılmadığını görmüşlerdir. Bitki gelişim mevsimi ortasında (Haziran sonu) tuzlu sular verimi artırmamış, sezon ortasından sonra ise 6 mmhos/cm tuzluluğa sahip sular verimi azaltmamıştır.

Nicholaichuk ve ark. (1988), 1980 yılında Saskatchewan'ın herhangi bir

yerinde muhtemel bir bor toksisite probleminin olup olmadığını tespit etmek için bir çalışma yapmışlardır. 29 sulama projesinde toprak ve sulama suyu kalitesi (SAO, pH, EC, B içeriği) ve yoncanın bor içeriğini tayin etmişlerdir. Birkaç bölge hariç ürünlerin bor elementine hassas olduklarını, pekçok projede su kalitesi ile bor hususunun ilişki verdiklerini bulmuşlardır. Suların sulamaya uygunluğunu tayin etmek için, bitki yetişen topraklarda uygun tuz dengesini sürdürmenin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Patten ve ark. (1989), Tavşan Gözü yaban mersininde tuzluluk-sodiklik zararının kültürel uygulamalarla azaltılması için yapukları araştırmalarında, bu bitkinin yüksek tuz, bikarbonat yada sodyumlu sulara karşı hassas olduklarını belirlemişlerdir. Dalite ve Brightwell kültür çeşidinin Tifblue'ye göre tuzluluğa karşı daha dayanıklı bulduklarını anlamışlardır. Kullandıkları, EC'si 0.7 mmhos/cm, pH'sı 8.7 ve SAO'nı 30 olan sulama suyuna jips yada asit ilavesi yapmışlar ancak bitki performansı yine de iyileşmemiştir. Damlama sulama ile bitki kök bölgesindeki tuz birikimi azaltılmıştır. Jipsli tarlada yada kültür solüsyonunda bulunan yüksek kalsiyum oranı, bitki başına kaldırılan 200 gr jips ile solüsyondan alınan 10 mmol kalsiyum, sodyum zararını önlemiştir. 1-3 mmol kalsiyum, sodyum zararını kısmen azaltmıştır.

Lal ve Lal (1990), buğday bitkisince kaldırılan besin maddeleri üzerine sulama suyu kalitesi ile NPK gübrelerinin etkisini belirlemek için tınlı kum topraklarda buğday bitkisini yetiştirmişler ve hektara 120-180 kg kalsiyum amonyum nitrat azotu, 30-45 kg P₂O₅ ve 20-30 kg K₂O vermişlerdir. Bu bitkiye EC'si 4-5 mmhos/cm ve SAO'nı 3.67-26.00 olan sulama suyu ile sulamışlardır. EC ve SAO'nun artışı ile ortamda Na artarken bitkinin NPK ve Ca alımı azalmış, NPK artışında Na alımı azalırken NPK ve Ca alımı artmıştır.

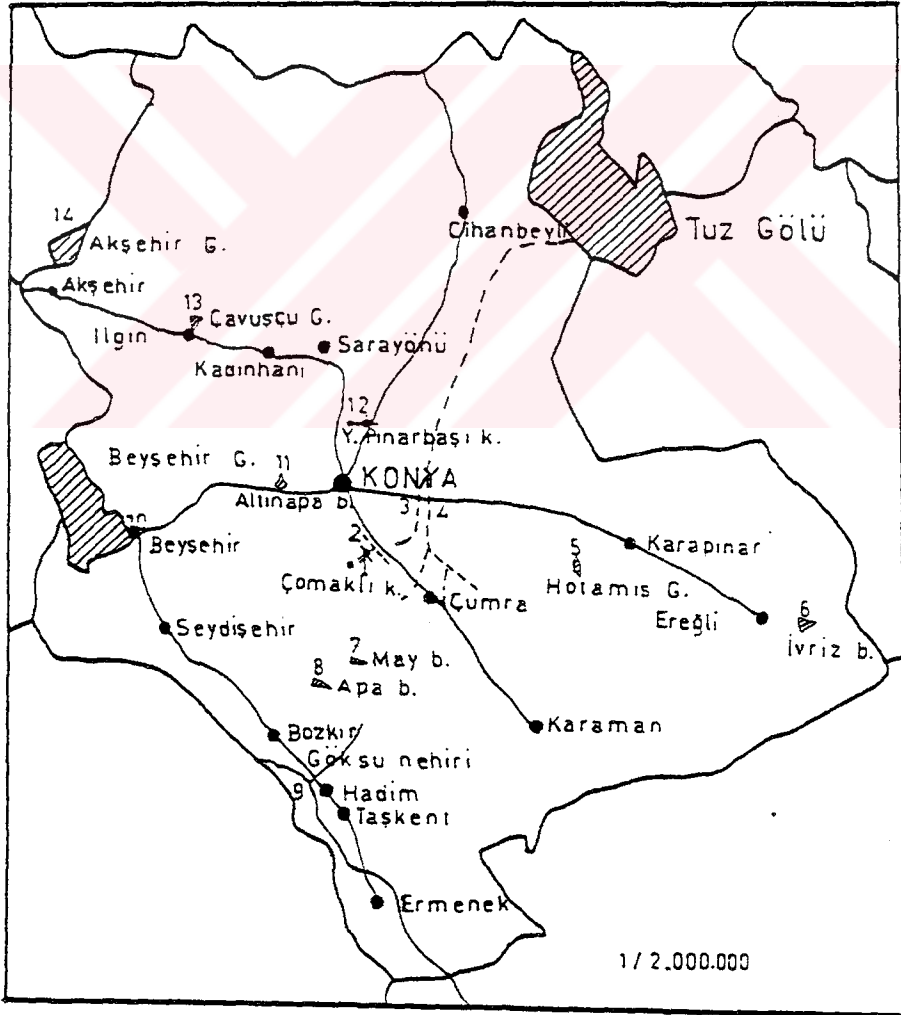
Yurtsever ve Sönmez (1992), sulama sularının kalitesinin belirlenmesinde yalnızca onların kimyasal analizlerini yapmanın yeterli olmadığını aynı zamanda bu suyun kullanılacağı ortamın şartlarını da dikkate almanın doğru olacağını bildirmişlerdir. Bir sulama suyunun kalitesinin yani onun kullanım için uygunluğunun yorumunu yaparken; sulanacak toprağın fiziksel özellikleri, bitkinin tuza dayanımı, sulama yönteminin uygunluğu, drenajın yeterliliği ve sulama ile drenajın işletilmesi gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Araştırma materyalini, Konya ovasının değişik yer ve bölgelerinden alınmış iki adedi yeraltı, oniki adedi yerüstü (dört adet kanal, nehir, dört adet baraj ve dört adet göl) suları olmak üzere on dört adet su örneği oluşturmaktadır.

Su örneklerinin alındığı yerler Şekil 3.1 ile Cevvel 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Konya ovası ve su örneklerinin alındığı yerler

Cetvel 3.1. Su örneklerinin alındığı yerler

Örnek no	Suyun cinsi	Su örneklerinin toplandığı yöreler
1	Yeraltı Suyu	S.Ü. Ziraat Fak. Araşt. ve Uyg. Çiftliği Sondaj kuyu suyu (yeraltı suyu) Konya'nın 20 Km güneyinde, Çomaklı köyü yanındadır.
2	Drenaj Kanalı	S.Ü. Ziraat Fak. Araşt. ve Uyg. Çiftliği tarla içi drenaj kanalı Konya'nın 20 Km güneyinde, Çomaklı köyü yanındadır.
3	Kanalizasyon	Konya şehir kanalizasyonu Konya'ya 22. Km'de Karapınar yolu üzerinde, Sakyatan köyüne 3 Km. Konya tarafındadır.
4	Drenaj Kanalı	Arapçayın ana drenaj kanalı Konya'nın 23 Km. doğusunda, Karapınar yolu üzerinde, Sakyatan köyü yakınındadır.
5	Göl	Hotamış gölü Konya'nın 100 Km. güney-doğusundadır.
6	Baraj	İvriz barajı Konya'nın 165. Km. güney-doğusunda Ereğli ilçesinin 15 km. doğusunda, İvriz köyü yakınındadır.
7	Baraj	May barajı Konya'nın 59 Km. güneyinde, Çumra ilçe sınırları içerisindedir.

(Cetvel 3.1'in devamı)

Örnek no	Suyun cinsi	Su örneklerinin toplandığı yöreler
8	Baraj	Apa barajı Konya'nın 65. Km. güney-batısında, Çumra ilçe sınırları içerisinde.
9	Nehir	Göksu nehri Konya'nın şehir merkezine 120 Km. uzaklıkta Hadim-Bozkır ilçe sınırları içerisinde.
10	Göl	Beyşehir gölü Beyşehir ilçe sınırları içerisindeki bu göl Konya'nın 90 Km batısındadır.
11	Baraj	Altınapa barajı Konya'nın 20 Km. batısında, Konya-Beyşehir karayolu üzerindedir.
12	Yeraltı suyu	Yukarı pınarbaşı köyünde sondaj kuyu suyu Konya'nın 20 Km. kuzeyinde, Ankara karayolu üzerinden 500 m. içeride, solda.
13	Göl	Çavuşçu gölü Konya'nın 75 Km. kuzey-batısında, Ilgın ilçe sınırları içerisinde.
14	Göl	Akşehir gölü Konya'nın 135 Km. kuzey-batısında, Akşehir ilçe sınırları dahilindedir.

3.1.1. Su örneklerinin alındığı yerler hakkında kısa bilgiler

S.Ü. Ziraat Fak. Araşt. ve Uyg. Çiftliği yeraltı suyu : Konya'nın 20 Km güneyinde, Çomaklı köyü yakınında, Konya-Çumra karayolunun sağ tarafında bulunan S.Ü. Ziraat Fakültesi Çiftlik arazilerinin sulanmasında kullanılır. Bu arazilerde hububat çeşitleri ile patates ve parcar gibi yumrulu kültür bitkileri yetiştirilmektedir.

S.Ü. Ziraat Fak. Araşt. ve Uyg. Çiftliği drenaj kanalı : Konya'nın 20 Km güneyinde, Çomaklı köyü yakınında, Konya-Çumra karayolunun sağ tarafında bulunan S.Ü. Ziraat Fakültesi Çiftlik arazilerinin drenaj kanalıdır. Kanaldaki mevcut su, taban suyu ile sulamalardan sonra geri dönen sulama suyudur. Tuzcul bitkiler saz ve kamış çeşitleri ile bol miktarda su böceklerini barındırmaktadır.

Konya şehir kanalizasyonu : Konya'nın 22 Km doğusunda, Konya-Karapınar karayolu üzerinde, Sakyatan köyü yakınından güney-kuzey doğrultusunda geçip Arapçayırı tahliye kolu ile birleştikten sonra tuz gölüne dökülmektedir. Ülkemizin yemeklik tuz ihtiyacının % 30'unu karşılayan Tuz gölünü kirlletmekte ve gölden tuz üretimini güçleştirmektedir (Bahçeci ve ark. 1981).

Arapçayırı ana drenaj kanalı : Konya-Karapınar karayolu üzerinde, Konya'ya 23. Km.'de, Sakyatan köyü yakınında, güney-kuzey doğrultusunda uzanıp Konya şehir kanalizasyonu ile birleştikten sonra Tuz gölüne dökülmektedir.

Konya ovası sulama şebekesinde sulamadan geriye dönen sular (ihtiyaç fazlası, yüzey tahliye ve drenaj), bir kanal ile Tuz gölüne boşaltılmaktadır. Bu kanalın yıl boyunca taşıdığı su, tarımsal alandan dönen suya ilaveten Konya kentinin ve çevredeki endüstri kuruluşlarının atıklarını da içerdiğinden üretilen tuzun miktar ve kalitesini değiştirmektedir. Deniz seviyesinden yaklaşık 1000 m. yükseklikte olan Tuz gölünden yılda ortalama 300 bin ton tuz üretilirken, Konya ovası ana tahliye kanalının 1974 yılında faaliyete geçmesi ile tuz üretiminde azalmalar olduğu, üretilen tuzların kirlendiği ve kalitesinin düştüğü görülmektedir.

DSİ tarafından yaklaşık dokuz yılda tamamlanan Konya ovası ana tahliye kanalı 186 Km. uzunluğunda ve üç terfili pompaj sisteminde gerçekleştirilmiştir. Kanalin yıllık ortalama boşaltımı 70 milyon m³ olup, ovada sulanmaya açılan saha büyüdükçe bu rakamda da bir artış olacaktır (Bahçeci ve ark. 1981).

Hotamış gölü : Konya'nın Karapınar ile Çumra ilçe hudutları dahilinde bulunan ve Beyşehir-Çumra sulama şebekesi yapılmadan önce Çarşamba çayı ile Beyşehir ve sarısu çaylarının taşıdığı sularla meydana gelen bu göl-bataklık, Beyşehir-Çumra sulama şebekesinin tahliye havzası olarak kullanılmaktadır. Göle tahliyenin bol olduğu yıllarda sahası genişleyerek çevresinde bulunan Sürgüç, Yılanlı, Kayacık, Taşpınar, Şabanlı, Ortaoba, İldanlı, Küçük Aşlama ve Büyük Aşlama gibi bir çok köyün arazilerini su altında bırakır. Kurak yıllarda suyu çekilerek sahası küçülür ve bir bataklık halini alır.

Bataklık florası ile kaplı bu göl 40-50 Km² arasında değişen bir genişliğe sahip olup en derin yeri 3 m. kadardır. Yağış alanı 144 Km² ve denizden yüksekliği 999 m.'dir. Su rengi zeytuni-gri ile kahverengi arasında değişmektedir (Anonymous 1954).

İvriz barajı : Konya'nın 165 Km. güney doğusunda, Ereğli ilçesinin İvriz köyü yakınındadır. İvriz barajını İvriz çayı besler. Bu çay ilçenin büyük ve devamlı bir suyudur. Ereğli ilçesinin 17 Km güney-doğusunda Toroslar eteğinde, İvriz'den çıktığı için bu adı almıştır. İvriz çayının bir ana yatağı ve bu yataktan ayrılan üç tali kolu vardır ki bu şebeke İvriz ile Ereğli arasındaki İvriz vadisini suladıktan sonra Ereğli bahçelerinin ve civar arazilerin su ihtiyacını da karşılamaktadır (Bahçeci, 1984 ve Anonymous 1987).

May barajı : Konya'nın 59 Km. güneyindedir. Sulama ve taşkından korunma amacıyla, toprak dolgu tipte yapılmıştır. Yılda 42 milyon m³ su depolayan May barajı 4000 ha tarım arazisinin sulanmasını gerçekleştirmektedir. Kret yüksekliği 19.6 m olan baraj, 7.75 Km²'lik bir sahayı işgal etmektedir (Anonymous 1978).

Apa barajı : Konya'nın 65 Km. güney-batısındadır. Sulama ve

taşkından korunma amacıyla yapılmıştır. Yıllık su kapasitesi 169 milyon m³ olan Apa barajının suladığı tarım arazisi 18.000 ha kadardır. Toprak dolgu tipte inşa edilmiş olup, kret yüksekliği 31.5 m.'dir ve barajın kapladığı alan 12.60 Km²'yi bulmaktadır (Anonymous 1978 ve Ertaş 1979).

Göksu nehri : Antalya ile Konya arasındaki geyik dağından çıkan ve kullandığı yatağın her iki tarafından birçok derelerin de suyunu toplayarak Bozkır arazilerini geçtikten sonra Hadim'in Alata çayı, Aladağ vadisinde Yerköprü mevkiinde Karasuyun da karışmasıyla güneye doğru uzanmaktadır. Karaman'ın Bucakkışla vadisini geçerek Mut hududuna girer. Burada Ermenek'ten gelen ve aynı isimli ikinci kolla da birleştikten sonra Silifke civarında Akdeniz'e dökülür. 250 Km. gibi uzunca bir mesafe kateden Göksu, yağışlı ve karların eridiği ilkbaharda fazla su taşıdığı halde yaz aylarında su kapasitesi oldukça azalmaktadır (Anonymous 1954).

Beyşehir gölü : Konya'nın 90 Km. batısında yer alan Beyşehir ilçesinin kuzey-batısını kaplayan bu göl, kuzey-batısı ve güney-batısından dağlarla çevrilmiş durumdadır. Göl, bu dağlardan inen dere ve çaylarla beslenmektedir. Bunların en önemlileri ise Deli çay ve Bademli çayıdır.

Gölün yeraltında Batı toros mesozoik kalkerleri arasından fazla sularının bir bölümünü Akdeniz'e gönderdiği ileri sürülmektedir. Göl, Neojen kalker tortulları ile kaplı tektonik bir alan içerisinde yer almaktadır. Batısında Kretase ve Eosen kalkerleri, doğusunda ise Neojen kalkerleri karakteristiktir. Tektonik kökenli olmakla birlikte karstik şekillenmeler daha fazla önem kazanmıştır (Munsuz ve Ünver 1983).

1121 m. rakıma ve 650 Km² bir sahaya sahip olan gölün en derin yeri 10 m. kadardır. Suyu tatlı olan Beyşehir gölünden, Çarşamba kanalı ile Çumra ovası sulamasında yararlanıldığı gibi balıkçılık alanında da yararlanılmaktadır (Anonymous 1983).

Beyşehir gölü Tuz gölünden sonra civarın en büyük gölüdür. Yağış alanı 1246 Km² olan bu gölde beş tane ada bulunmaktadır. Adalardan yalnız bir tanesi

üzerinde 500 da kadar bir arazi vardır. Göl çevresi bilhassa güneyde bataklık ve sazlıktır. Suları, planktonca zengin ve yeşilimsi-gri renklidir (Anonymous 1978).

Altınapa barajı : Konya ovasında sulama, enerji temin etme ve taşkından korunma amacı ile yapılmış olan Apa, Altınapa, Ayrancı, May, Sille, Mamasın, Gebere, Gümüşler ve Akkaya barajları bulunmaktadır.

Bunlardan Altınapa barajı Konya'nın 20 Km. batısında, Konya-Beyşehir karayolu üzerinde olup, toprak dolgu tipinde, 31.5 m kret yüksekliğine ve 15 milyon m³ su kapasitesine sahiptir. Sulama ve taşkından korunma amacıyla yapılan Altınapa barajı 2500 ha alanı sular ve Konya'ya içme suyu sağlamaktadır. Yüzey alanı 2.20 Km² olan bu baraj Dolav çayı ile beslenmektedir (Anonymous 1978).

Yukarıpınarbaşı köyünde sondaj kuyu suyu : Konya'nın 20 Km. kuzeyinde, Konya-Ankara karayolu üzerinde, yoldan 500 m. içeride, solda bulunan ve Yukarıpınarbaşı köyü çiftçilerinden Mustafa ALIM'a ait olan 100 da'lık bir tarlanın sulanmasında kullanılmaktadır. 1988 yılında açılan 8 inç'lik bu sondajın derinliği 80 m kadardır (Tarla sahibi ile görüşmeler sonucu edinilen bilgilerdir).

Çavuşçu gölü : Konya'nın 75 Km kuzey batısındadır. Ilgın ilçesinin 7 Km. kuzeyinde yer alan Çavuşçu gölü Doğanhisar çayı ve etrafından inen kar ve yağmur sularıyla beslenmektedir. Gölün derinliği 2-3 m arasında değişmekte ve yağışlı yıllarda sahası genişlemektedir. Gölün çevresi tamamen bataklık ve sazlık olduğu gibi iç kesimlerinin de 1/8'i sazlıktır. Önceleri göle su sağlayan Ilgın çayının şimdi bir kanalla Bolasan çayına bağlanmasıyla gölün suyu azalmıştır. Suyu tatlı olan Çavuşçu gölünde bol miktarda sazan ve turna balığı bulunmaktadır (Anonymous 1954).

Akşehir gölü : Akşehir ilçesinin 5 Km. kuzey batısında yer alan Akşehir gölü, Bolvadin ilçesi (Eskişehir) dahilindeki Eber gölünün fazla suları ve Sultan dağlarından inen derelerle beslenmektedir. Kurak veya yağışlı yıllara göre sahası küçülür yada genişler. Çevresinin 500-1000 m'lik şerit kısmı sazlık ve bataklık olan Akşehir gölünün derinliği 2-3m arasında değişmektedir (Anonymous

1954). Çok sodik bir özellikte olan Akşehir gölünde bol miktarda istakoz bulunmaktadır. Bu göl Konya'nın 135 Km kuzey batısındadır.

3.1.2. Su örneklerinin alındığı bölgenin iklimi

Kuzeyde Karacadağ, Paşadağ, güneyde Toros silsilesi, doğuda Melendiz dağları, batıda Anamas, Sultan ve Gâvur dağları ile çevrili bulunan Konya ovası, mevcut iklim rasatları değerlendirildiğinde, Köppen'in iklim sınıflamasına göre "sıcak-ılık-yağmurlu" iklimler grubunun "sıcak-yarıkurak" derecesi ile karakterize edilebilir. Yazlar kurak ve sıcak, kışlar soğuk ve yağışlı geçer.

Uzun süren karlı ve soğuk kış, kısa ve rutubetli ilkbahar, kuru, yakıcı ve uzun yaz ile ilkbahara göre daha kuru ve daha sıcak sonbahar hüküm sürmektedir.

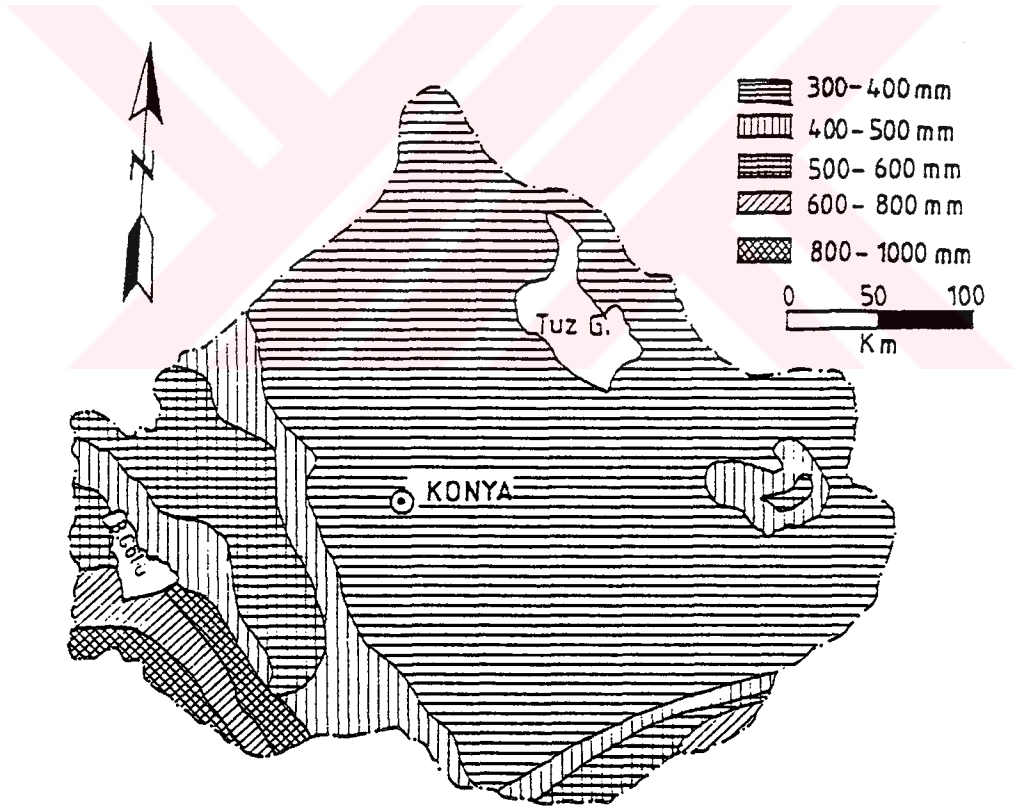
C.W. Thorntwaite'in iklim sınıflamasında belli başlı iklim faktörlerinden yağış ve sıcaklık dikkate alındığında havza içerisindeki Konya, Niğde, Karaman, Ulukışla ve Konuklar yarı kurak ve birinci mezotermal, Beyşehir ise yarı nemli ve birinci mezotermal iklim tipine girmektedir. Bu duruma göre Göller bölgesi ile güneydeki Toroslar yarı nemli, geri kalan yerler ise yarı kurak kategoride yer almaktadır (Anonymous 1978).

Konya kapalı havzası yağış dağılımı (Şekil 3.2) ile iklim cetvelinde (Cetvel 3.2.) görüldüğü gibi yağış, genelde güney batı ve güneyde fazla, kuzey ve doğuya gittikçe azalmaktadır. Bu duruma göre Bozkır, Seydişehir ve Beyşehir yörelerinde 1200 mm'yi bulan yağış, ovada büyük alan kaplayan Konya merkez, Çumra, Ereğli, Niğde, Bor, Aksaray, Ş. Koçhisar, Kulu, Cihanbeyli, Kadınhanı ve Sarayönü'nde 300 mm civarına düşmektedir. En düşük yıllık yağış 249.3 mm olarak Çumra ve Karapınar'da, en yüksek yağış 477 mm olarak Beyşehir'de görülmektedir (Munsuz ve Ünver 1983).

Yıllık yağışın %36'sının kış aylarında, %20'sinin sonbahar aylarında, %33'ünün ilkbahar aylarında ve %11'inin de yaz aylarında düştüğü dikkati

çekmektedir. Havzada yağışların çoğu sağanak halinde vuku bulduğundan bilhassa dağlık ve eğimli alanlarda yağışların büyük bir kısmı yüzey akışa geçmektedir. Bunun sonucu olarak böyle alanlarda bulunan kahverengi orman, kalkersiz kahverengi orman, sarı-kırmızı podzolik ve kırmızı Akdeniz topraklarında yüzey akışın fazlalığı sebebiyle profil teşekkülü tam olmamaktadır.

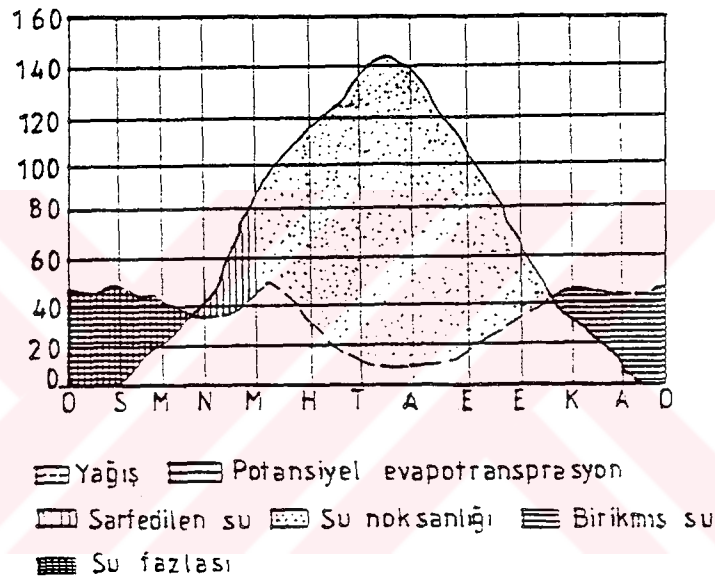
Thornthwaite metodu ile yapılan potansiyel evapotranspirasyon ve su bilançosu diyagramlarından, genellikle bitki gelişim devresindeki evapotranspirasyonun yağışlardan fazla, diğer aylarda ise bunun aksine yağışın evapotranspirasyondan fazla olduğu görülmektedir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.2. Konya ovasında yağış dağılımı (Anonymous, 1978).

Çerçel 3.2. Konya ovasının 42 yıllık iklim verileri (Anonymous 1978)

Aylar	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Sıcaklık (°C)	12.4	6.7	20	-0.1	1.5	5.1	11.0	15.8	19.7	23.1	23.0	17.9
Yağış (mm)	26.7	30.8	42.9	39.0	33.2	30.5	27.2	44.4	25.2	6.3	3.6	13.2
Nispi nem (%)	50	72	80	78	74	65	57	56	49	41	60	47
Buharlaşma (mm)		—	—	—	—	—	—	143.5	187.8	249.9	228.7	161.8



Şekil 3.3. Konya ovasında potansiyel evapotransprasyon ve su bilançosu (Anonymous 1978)

Bunun sonucu olarak bitkiler gelişim devrelerindeki eksik suyu, kışın toprakta birikmiş olan sudan karşılamakta olduğundan ovada nadir kuru tarım zorunluluğu doğmaktadır.

Konya ovasında nispi nem %38'e kadar düşebilmektedir. Bu durum yetişen bitkileri olumsuz yönde etkilemektedir.

Yıllık ortalama sıcaklıklar 9.8 °C ile 12.3 °C arasında değişmektedir. En yüksek sıcak ay (Ağustos) ortalaması 31.1 °C ile Karaman, en düşük sıcak ay

(Ocak) ortalaması 6.7 °C ile Ulukışla'dır. İşte bu sıcaklık farklılıkları ovanın tipik karasal iklime sahip olduğunu açıkça göstermektedir.

Ovada bitki gelişim devresi 139 gün, en erken don tarihi 29 Eylül, en geç don tarihi 12 Mayıs ve donlu günler sayısı da 103.3 gündür.

İç Anadolu bölgesinde kuzey başlangıçlı rüzgarlar hakim olup kuzey-batı (NW, karayel) ve kuzey-doğu (NE, poyraz) yönlüler en etken olanlarıdır. En hızlı rüzgarların ise güney başlangıçlı olduğu görülmektedir (Anonymous, 1978).

3.1.3. Su örneklerinin alındığı bölgenin jeolojisi

Konya ovası Türkiye'nin Orta Anadolu bölgesinde 36°51'-39°29' kuzey enlemleri ile 31°36'-45°52' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 5.426.980 ha olup Türkiye yüzölçümünün %7'sini teşkil etmektedir (Anonymous 1978).

Ova; kuzeyinden Doğu dağı, Fakra dağı ve Altınekin ovası, doğusundan Karaca dağı ve Ereğli-Bor ovası güneyinden Toros dağları ve batısından ise Çal, Anamas ve Loras dağları ile çevrelenmektedir (Anonymous 1975).

Konya ovası güneyden kuzeye ve batıdan doğuya doğru meyillidir. Deniz seviyesinden en yüksek yer olarak güneyde Hadim (1550 m) ve en düşük yer de kuzeyde Tuz gölü civarı (940 m) dır (Anonymous 1954).

Türkiye'nin tahıl ambarı olarak bilinen bu bölge toprakları genellikle düz veya hafif dalgalı topoğrafyaya sahip olup eski göl ve deniz tortulları ile püskürük kayalar üzerinde oluşmuştur. Sürülerek tarım yapılan 2.336.419 ha alanda yetiştirilen belli başlı bitkiler, buğday, arpa, nohut, Ş. pancarı, patates, soğan, üzüm, elma, kavun ve karpuzdur (Tekeli ve Ergün 1985).

Kuzey ve güney Anadolu Alp kıvrımları arasında yer alan Orta Anadolu'nun güneyini teşkil eden Konya ovası, değişik jeolojik zamanlara ait formasyonlara ve karışık bir yapıya sahiptir. Bu eski formasyonlar; paleozoik kalker, mermer

ve şistlerden oluşmaktadır. Beyşehir, Akşehir, Ilgın ve Atlantı civarı ile Karaman, Ereğli, Bor ve Konya ovalarının temelini paleozoik şistler, mesozoik kalkerler ve püskürük kütleler meydana getirmektedir. Bunlar üzerinde kalker, kil, marn ve kil-li-kumlu, neojen formasyonları bulunmaktadır. Bu neojen formasyonları Sarayönü, Gözülü, Zıvarık, Cihanbeyli, Kulu, Yeniceoba, Obruk ve Karapınar yörelerinde doğrudan doğruya mesozoik kalkerler ile püskürük kütleler üzerinde görülmektedir. Mesozoik kalker serisi ayrıca Beyşehir gölünün batısında, Alaca ve Erenler dağları güneyinde de bulunmaktadır. Genellikle fliş fasiyesi halinde görülen üst kretase, bazen kalker, şist, fliş, serpartin, radyolarit, diyorit ve andezit karışımı, karışık fasiyesli püskürük seri olarak bulunur.

Havzada tersiyer, Karapınar'da, Cihanbeyli, Karaman ve Çumra'nın güneyinde, pliosen ve üst neojenin tatlı su kalkerleri şeklinde, Ulukışla ve Beyşehir gölünün güneyinde eosen flişleri halinde, Tuz gölünün doğu, kuzey ve batısında ise jipsli ve tuzlu oligojen formasyonu halinde görülür. Tuz gölüne tuzluluğu veren formasyon budur.

Ovada çok geniş saha kaplayan kuaterner göller civarında ve vadi tabanlarında bulunur. Tamamen alüvyondan ibaret olup esaslı, tabakalar halindeki şistli konglomera, kil, kum ve çakıl teşkil eder.

Büyük Konya ovasının volkanik formasyonu neojen sonunda oluşmuştur. Doğuda Melendiz dağları ve Hasan dağ, Karapınar yakınındaki Karacadağ ve batıda Konya civarındaki Karadağ volkanik püskürmelerle çıkan andezitik, bazaltik lâvlar, riyolit ve tüflerden meydana gelmiştir (Anonymous 1978).

Konya ovası jeolojisinde paleozoikten itibaren bütün zamanları görmek mümkündür. Paleozoik zamanı Permo-Trias kalkerleri temsil eder. Bunlar sert, kırılğan ve kırıldıklarında hidrokarbon kokusu çıkarırlar. Renkleri siyah, gri ve gri-beyazdır.

Ust kretase kalkerleri perma-trias kalkerleri üzerinde meydana gelmişlerdir. Bunlar da sert, kırılğan ve ince tabakalı olup grimsi-mavidirler.

Neojen kalkerleri ovada geniş bir yer kaplar. Marnlar şeklindedirler.

Pliosen konglomeraları genellikle kil, kum ve çakılın muhtelif karışımından ibarettirler. Pliosen konglomeraları üzerinde paleozoik mermer, kalker ve şist formasyonları görülür.

Konya ovası toprakları hersinyen zamanından etkilenmiş, Alp orojenezi ile de esas şeklini almıştır (Anonymous 1975).

3.2. Metod

3.2.1. Su örneklerinin alınması

Araştırmada materyal olarak kullanılan su örnekleri, Konya'nın dokuz ilçesine (Akşehir, Beyşehir, Bozkır, Çumra, Ereğli, Hadim, Ilgın, Karapınar ve Seydişehir) ait sulama yapılan yerlerden, sulamanın yapıldığı yaz mevsiminde (Temmuz ayı) ve sulamanın yapılmadığı sonbahar mevsiminde (Ekim ayı) litrelik polietilen şişelere alınmıştır. Su örneklerinin alınması sırasında kaplar en az üç kez örneği alınan su ile çalkalanmıştır. Örnek alma zamanı olarak bu bölgede sulama uygulamalarının en yoğun olduğu Temmuz ayı ve sulamaların yapılmadığı az yağışlı bir ay olan Ekim ayı seçilmiştir. Böylece kurak yaz mevsimi ile yarı yağışlı sonbahar mevsiminde sulama, drenaj ve kanalizasyon sularının içerikleri belirlenmiştir.

Su örnekleri yerüstü sularından, nehir ve kanallarda kıyıda en az iki metre, baraj ve göllerde kıyıda en az elli metre içeriden ve suların hareketli kısımlarından, yeraltı sularından ise pompaj sistemi en az on dakika çalıştırdıktan sonra alınmış ve şişelerde hiç boşluk kalmayacak şekilde doldurulmuştur. Su örnekleri analizler tamamlanıncaya kadar karanlıkta ve düşük ısıda (buzdolabı) saklanmıştır (Ayyıldız 1983).

3.2.2. Uygulanan analiz metodları

Sulama sularının kalitelerini tayin ederken aşağıdaki hususların bilinmesi gereklidir :

1. Elektriki geçirgenlik (EC),
2. Sodyumun diğer katyonlara olan nispi oranı yada sodyum yüzdesi,
3. Bor ve toksik tesiri olabilecek diğer elementlerin miktarı,
4. Kalsiyum ve magnezyumla ilgili olarak bikarbonat konsantrasyonu.

A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarının kullandığı (Ayyıldız 1983), sulama sularının elektriki geçirgenliklerine (EC) ve ayrıca sodyum adsorpsiyon oranına (SAO) göre sodyum sınıfları ve sulama sularının SAO değerleri ile toprakların değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) değerinin tayininde kullanılan diyagramlar esas alınarak ve bor miktarları da Thorne ve Peterson (1954)'un bildirdiği değerler ile mukayese edilerek sonuçlar 4. bölümde verilmiştir.

Suların elektriki iletkenliklerine göre sınıflandırılması aşağıda belirtildiği gibidir (Saatçi ve ark. 1973).

C₁ sınıfı (az tuzlu) sular : 0 ile 250 micromhos/cm değerleri arasındaki sular olup bütün topraklarda kullanılabilirler. Biraz yıkamaya ihtiyaç varsa da bu işlem son derece düşük permeabiliteli topraklar hariç normal sulama şartlarında kendiliğinden vuku bulmaktadır.

C₂ sınıfı (orta tuzlu) sular : 250 ile 750 micromhos/cm değerleri arasındaki sulardır. Orta derecede yıkamanın mümkün olduğu hallerde kullanılabilirler. Tuzluluğa orta derecede dayanıklı bitkiler, hiçbir tedbire ihtiyaç kalmadan yetiştirilebilir. Yalnız az geçirgen topraklarda tedbir olarak yıkamanın yapılması zorunludur.

C₃ sınıfı (fazla tuzlu) sular : 750 ile 2250 micromhos/cm değerleri arasındaki sular olup, orta dereceden iyi dereceye kadar permeabiliteye sahip topraklarda kullanılabilirler. Düşük permeabiliteli topraklarda tuzluluk tehlikesi meydana getirebileceğinden toprakların iyi bir şekilde yıkanması, tuza orta ve iyi dere-

cede dayanıklı bitkilerin seçilmesi gereklidir.

C4 sınıfı (çok fazla tuzlu) sular : 2250 ile 4000 micromhos/cm değerleri arasındaki sular olup geçirgen topraklarda kullanılabilirler.

Tuz birikmesine mani olabilmek için düzenli bir şekilde yıkamanın yapılması gereklidir. Tuza dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilirler.

C5 sınıfı (aşırı tuzlu) sular : 4000 micromhos/cm'den büyük iletkenlik değerlerine sahiptirler. Genellikle sulama için arzu edilmeyen sulardır.

Sulama sularının sodyum sınıfları ise şöyledir (Saatçi ve ark. 1973).

S1 sınıfı (düşük sodyumlu) sular : Bütün toprakların sulanmasında kullanılabilirler. Topraklarda değişebilir sodyum birikmesinden ileri gelebilecek tablike ihtimali çok azdır.

S2 sınıfı (orta sodyumlu) sular : Topraklarda jipsin mevcut olmadığı, yıkamanın az yapıldığı, az organik madde ve fazla killi şartlarda sodyum iyonları tehlike doğurabilirler. Bu sınıftaki sular iyi geçirgen ve kaba bünyeli topraklarda tehlikesizce kullanılabilirler.

S3 sınıfı (yüksek sodyumlu) sular : Böyle sular yetersiz jipse sahip topraklarda, fazla sodyum ihtiva etmeleri sebebiyle alkalilik tehlikesi oluşturabilirler. Bu nedenle iyi drenaj, fazla yıkama ve toprağın fiziksel özelliklerini düzeltmek için organik madde ilavesi gibi tarımsal faaliyetlere ihtiyaç vardır.

S4 sınıfı (çok yüksek sodyumlu) sular : Genel olarak sulamaya elverişli değildirler. Fakat topraklarda eriyebilir kalsiyum mevcudiyeti veya jips gibi ıslah maddelerinin tatbik edilmesiyle kısmende olsa kullanılabilirler.

Sulama sularının kalite yönünden kimyasal özelliklerini tespit etmek için aşağıdaki analiz metodları uygulanmıştır.

pH : pH ölçümleri için cam elektrodlu Beckman pH metre (Basic Digital pH meter LCD-II) kullanılmıştır.

EC : Sularda elektriki kondaktivite (iletkenlik), standart wheatstone köprüsü bulunan WTW LF 521 model kondaktivite aletiyle (25 °C, mikromhos/cm) belirlenmiştir.

Kalsiyum ve magnezyum tayini : Sulama sularında kalsiyum ve magnezyum, kompleksometrik metodla tayin edilmiş ve sonuçlar me/lt olarak hesaplanmıştır (Oruç ve Sağlam 1979).

Sodyum ve potasyum tayini : Örneklerdeki sodyum ve potasyum miktarları Jenway PFP 7 flamefotometresi ile fotometrik yöntemle göre bulunmuştur (Bayraklı 1987).

Karbonat ve bikarbonat tayini : Karbonat için fenolftalein, bikarbonat için metil oranj indikatörleri kullanılarak titrasyon yolu ile tayin edilmişlerdir (Oruç ve Sağlam 1979).

Klorür tayini : % 5'lik potasyum kromat indikatörü kullanılarak volümetrik metodla yapılmıştır (Oruç ve Sağlam 1979).

Sülfat tayini : BaCl₂ çözeltisi ile sülfat iyonlarının çöktürülmesi sonucunda meydana gelen renk kolorimetrik olarak Shimadzu UV 160 A spektrofotometresi ile okunarak hesaplanmıştır (Gamsız ve Ağacık 1981).

İz elementlerden demir, bakır, mangan ve çinko GBC 902 atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile fotometrik yöntemle tayin edilmişlerdir (Gamsız ve Ağacık 1981).

Bor tayini : Karmin çözeltisi kullanılarak kolorimetrik metoda göre Shimadzu UV 160 A Spektrofotometresi ile tayin edilmiştir (Gamsız ve Ağacık 1981).

Ayrıca analiz sonuçlarından yararlanılarak SAO, BSK ve ÇSY değerleri hesapla bulunmuş (Baumann ve ark. 1974), bunlardan sodyum adsorpsiyon oranı,

$$SAO = \frac{Na^+}{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})^{1/2}}{2}} ;$$

bakiyevi sodyum karbonat, BSK = (CO₃²⁻ + HCO₃⁻) - (Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺);

$$\text{Na}^+ \times 100$$

$$\text{çözünebilir sodyum yüzdesi, } \text{ÇSY} = \frac{\text{Na}^+}{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{Na}^+ + \text{K}^+}$$

eşitlikleriyle hesaplanmışlardır. Bu eşitliklerdeki iyon konsantrasyonları me/lt'dir.

Analiz yapılan su örneklerinin tuzluluk ve sodyumluluk sınıfları ABD Tuzluluk Laboratuvarı sodyum ve tuzluluk tehlikesi diyagramına göre belirlenmiştir (Ayyıldız 1983).

İstatiksel değerlendirmeler Düzgüneş (1975)'e göre yapılmıştır.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu kısımda, bundan sonra yapılacak açıklamalardan da anlaşılacağı gibi 1991 yılı Temmuz ve Ekim aylarında örnekleme yapılan ondört adet sulama suyunda belirlenen pH, EC, SAO, BSK, ÇSY bazı katyonlar, anyonlar ve iz elementler ile ilgili işlemler sonucu elde edilen değerler ve değerlendirmeler yer almaktadır.

4.1. pH İle İlgili Sonuçlar

Sulama suyu örneklerinde pH değerleri Temmuz ayında 6.64 ile 8.95, Ekim ayında ise 6.48 ile 8.80 arasında değişmektedir (Cetvel 4.1).

Hem Temmuz hemde Ekim ayında en düşük pH değeri yeraltı sularında, en yüksek pH değeri ise yerüstü sularında bulunmuştur. Temmuz ayında en düşük pH değeri 12 no'lu Yukarı Pınarbaşı köyü arazisinden alınan yeraltı sulama suyunda (pH= 6.64), en yüksek pH değeri ise yine aynı ayda 14 no'lu Akşehir göl suyunda (pH= 8.95) elde edilmiştir. Ekim ayında en düşük pH'ya 6.48 değeri ile 1 no'lu S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği yeraltı sulama suyunda, en yüksek pH'ya ise 8.80 değeri ile Akşehir göl suyunda rastlanmıştır. Görüldüğü gibi hem yaz hemde sonbahar mevsiminde en yüksek pH değerine sahip olan su Akşehir göl suyudur. Ortalama pH değerleri ise Temmuz ve Ekim ayları için sırasıyla 7.77 ve 7.85'tir ve mevsimler arasında önemli bir fark görülmemiştir. Sulama suları pH değerlerinin nötre yakın ve hafif alkalın (pH= 6.50-8.50) sınıflar arasında değiştiği bulunmuştur.

Akşehir gölü (no: 14) hariç diğer sulama suları pH= 8.40 değerinin altında olduklarından pH yönünden sulamada normal kabul edilmektedirler. Akşehir gölü suyunun pH'sı Temmuz ve Ekim aylarında sırasıyla 8.95 ve 8.80'dir. Cerda ve ark. (1986)'na göre yüksek pH diğer bir deyimle alkalın özellik sulama suyunda fazla kireç materyali bulunduğuna işaret etmektedir. Böyle

sulama suları Cetvel 4.6'ya göre "dikkatle kullanılmalı" özelliğini taşımaktadırlar.

Bilindiği gibi ortam reaksiyonunun bazı elementlerin mobil hale gelmesinde büyük etkisi vardır. Nitekim sulama sularında pH değerlerinin analizi yapılan diğer elementlerle olan ilişkisi araştırılmış, Na^+ , K^+ , CO_3^{--} ve B ile %5 seviyesinde pozitif ve Ca^{++} ile %5 seviyesinde negatif ilişkinin olduğu bulunmuştur (Şekil 4.1, Cetvel 4.2 ve 4.3). Ayrıca pH ile Zn ve Mn arasında %5 seviyesinde önemsiz negatif ilişki görülmüştür. Kovancı (1979)'nın yaptığı araştırmada da böyle bir ilişki mevcuttur.

4.2. Elektriki İletkenlik İle İlgili Sonuçlar

Araştırması yapılan sulama sularında elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin, Temmuz ayında 124 ile 5387 micromhos/cm, Ekim ayında ise 350 ile 7464 micromhos/cm arasında değiştiği belirlenmiştir (Cetvel 4.1.).

Temmuz ayında en küçük iletkenlik değerine sahip sulama suyu May baraj suyu (no:7), en büyük iletkenlik değerine sahip sulama suyu ise Arapçayırı drenaj kanal suyu (no: 4)'dur.

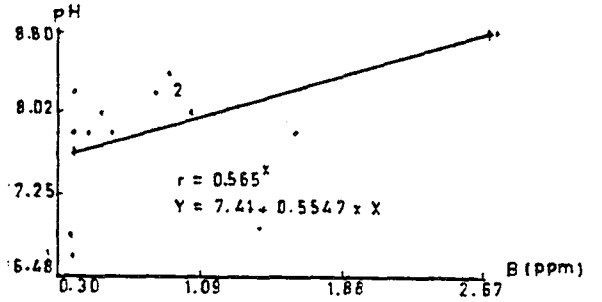
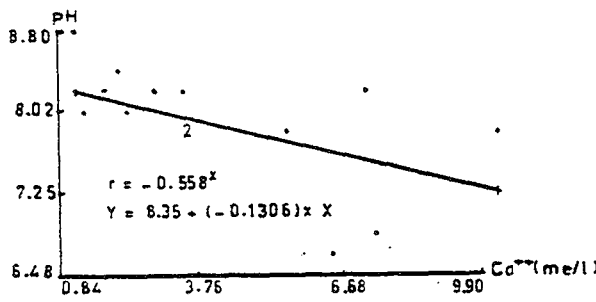
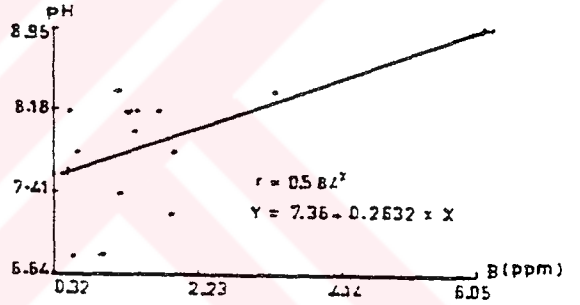
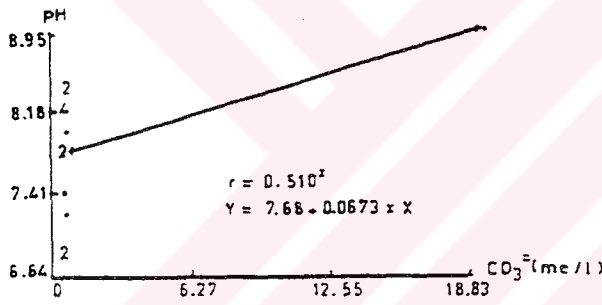
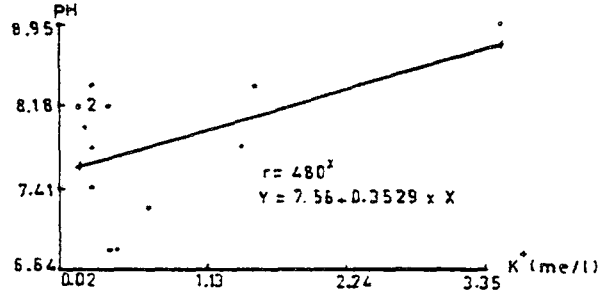
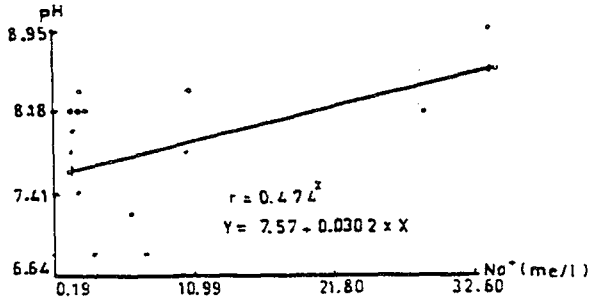
Ekim ayı ölçümlerinde en küçük iletkenlik değeri 350 micromhos/cm olarak Apa baraj suyunda (no : 8) ve en büyük iletkenlik değeri 7464 micromhos/cm olarak Arapçayırı drenaj kanal suyunda (no: 4) elde edilmiştir. Hem Temmuz hemde Ekim aylarında en büyük elektriki iletkenlik değeri Arapçayırı drenaj kanal suyuna aittir.

Sonbahar mevsiminde, yaz mevsimine oranla elektriki iletkenlik, diğer bir deyimle sulama sularının içerdiği toplam tuz miktarları biraz daha fazlalaşmıştır. Temmuz ayında sulama sularının elektriki iletkenlik ortalaması 1640 micromhos/cm iken bu değer üç ay sonra Ekim ayında 1949 micromhos/cm olmuştur.

Elektriksel iletkenlik ile ilgili bu değerler A. B. D. Tuzluluk Laboratuvarı tuzluluk kriterleri ile karşılaştırılırsa, bu sulama sularından 6, 7, 8, 10, 11 ve 13 no'lu suların ikinci sınıf (orta tuzlu), 1, 2, 9 ve 12 no'lu suların üçüncü sınıf

Çetvel 4.1. Sulama sularının bazı kimyasal özellikleri ile ilgili sonuçlar (sırasıyla Temmuz-Ekim)

Örnek no	pH	EC $\times 10^6$	SAO	BSK (me/lt)	ÇSY	Kalite sınıfı
1	6.66-6.48	1254-1238	0.82-0.98	—	16.34-17.44	C ₃ S ₁ -C ₃ S ₁
2	7.15-7.68	1763-1265	2.02-2.26	—	28.58-35.00	C ₃ S ₁ -C ₃ S ₁
3	7.62-7.78	2440-4444	3.22-4.59	—	34.52-36.36	C ₄ S ₁ -C ₄ S ₁
4	8.20-8.26	5387-7464	8.30-10.79	—	55.14-56.89	C ₄ S ₁ -C ₄ S ₂
5	8.31-7.70	2637-2401	3.58-2.74	—	39.30-30.79	C ₄ S ₁ -C ₄ S ₁
6	8.18-8.08	448-623	0.12-0.62	—	3.87-16.15	C ₂ S ₁ -C ₂ S ₁
7	8.11-7.85	124-973	0.63-0.66	1.27-	25.80-13.55	C ₁ S ₁ -C ₃ S ₁
8	8.25-8.40	479-350	0.35-0.70	—	10.30-22.13	C ₂ S ₁ -C ₂ S ₁
9	7.21-8.27	971-665	0.45-0.60	—	11.22-14.99	C ₃ S ₁ -C ₂ S ₁
10	7.86-7.97	494-373	0.31-0.58	—	9.28-19.11	C ₂ S ₁ -C ₂ S ₁
11	7.60-8.18	337-377	0.19-0.22	—	7.31-7.59	C ₂ S ₁ -C ₂ S ₁
12	6.64-6.62	1988-2157	2.07-3.22	—	27.46-38.93	C ₃ S ₁ -C ₃ S ₁
13	8.07-7.87	530-751	0.95-0.83	—	24.85-18.70	C ₂ S ₁ -C ₃ S ₁
14	8.95-8.80	4110-4200	19.13-18.87	16.52-9.28	78.06-77.24	C ₄ S ₃ -C ₄ S ₃
En küçük	6.64-6.48	124-350	0.12-0.22	-13.86-11.28	3.87-7.59	C ₁ S ₁ -C ₂ S ₁
En büyük	8.95-8.80	5387-7464	19.13-18.87	16.52-9.28	78.06-77.24	C ₄ S ₃ -C ₄ S ₃
Ortalama	7.77-7.85	1640-1949	3.01-3.40	-3.24-2.90	26.43-28.92	



Şekil 4.1. Sulama sularında pH ile diğer bazı elementler arasındaki ilişkiler

Cetvel 4.2. Sulama sularında Temmuz ayı için pH ve EC ile diğer bazı elementler arasındaki ilişkiler

Y	X	Korelasyon katsayısı (r)	Regresyon denklemi
pH	Na ⁺	0.474*	Y= 7.57+0.0302.X
	K ⁺	0.480*	Y= 7.56+0.3529.X
	CO ₃ ²⁻	0.510*	Y= 7.68+0.0673.X
	B	0.584*	Y= 7.36+0.2632.X
EC	Mg ⁺⁺	0.850**	Y= 230.88+270.38.X
	Na ⁺	0.933**	y= 695.86+139.85.X
	K ⁺	0.563*	Y= 1068.50+973.60.X
	CO ₃ ²⁻	0.454*	Y= 1450.15+141.26.X
	HCO ₃ ⁻	0.790**	Y= -1672.60+812.94.X
	Cl ⁻	0.871**	Y= 731.74+188.66.X
	SO ₄ ²⁻	0.683**	Y= 525.30+203.89.X
	Mn	0.580*	Y= -6692.74+5344.04.X

(*) % 5 ihtimal seviyesinde, (**) % 1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Cetvel 4.3. Sulama sularında Ekim ayı için pH ve EC ile diğer bazı elementler arasındaki ilişkiler

Y	X	Korelasyon katsayısı (r)	Regresyon denklemi
pH	Ca ⁺⁺	-0.558*	Y= 8.35-0.1306.X
	B	0.565*	Y= 7.41+0.5547.X
EC	Ca ⁺⁺	0.542*	Y= 339.47+418.04.X
	Mg ⁺⁺	0.908**	Y= 215.27+260.57.X
	Na ⁺	0.955**	Y= 657.18+146.27.X
	K ⁺	0.542*	Y= 1157.03+1146.07.X
	HCO ₃ ⁻	0.883**	Y= -1.18+276.23.X
	Cl ⁻	0.886**	Y= 956.76+169.30.X
	SO ₄ ²⁻	0.685**	Y= 630.86+209.30.X
	Fe	0.573*	Y= -9634.46+4034.92.X
	Mn	0.538*	Y= -4783.30+3988.46.X

(*) % 5 ihtimal seviyesinde, (**) % 1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

(yüksek tuzlu), 3, 4, 5 ve 14 no'lu suları ise dördüncü sınıf (çok yüksek tuzlu) sular özelliğini taşıdıkları görülmüştür.

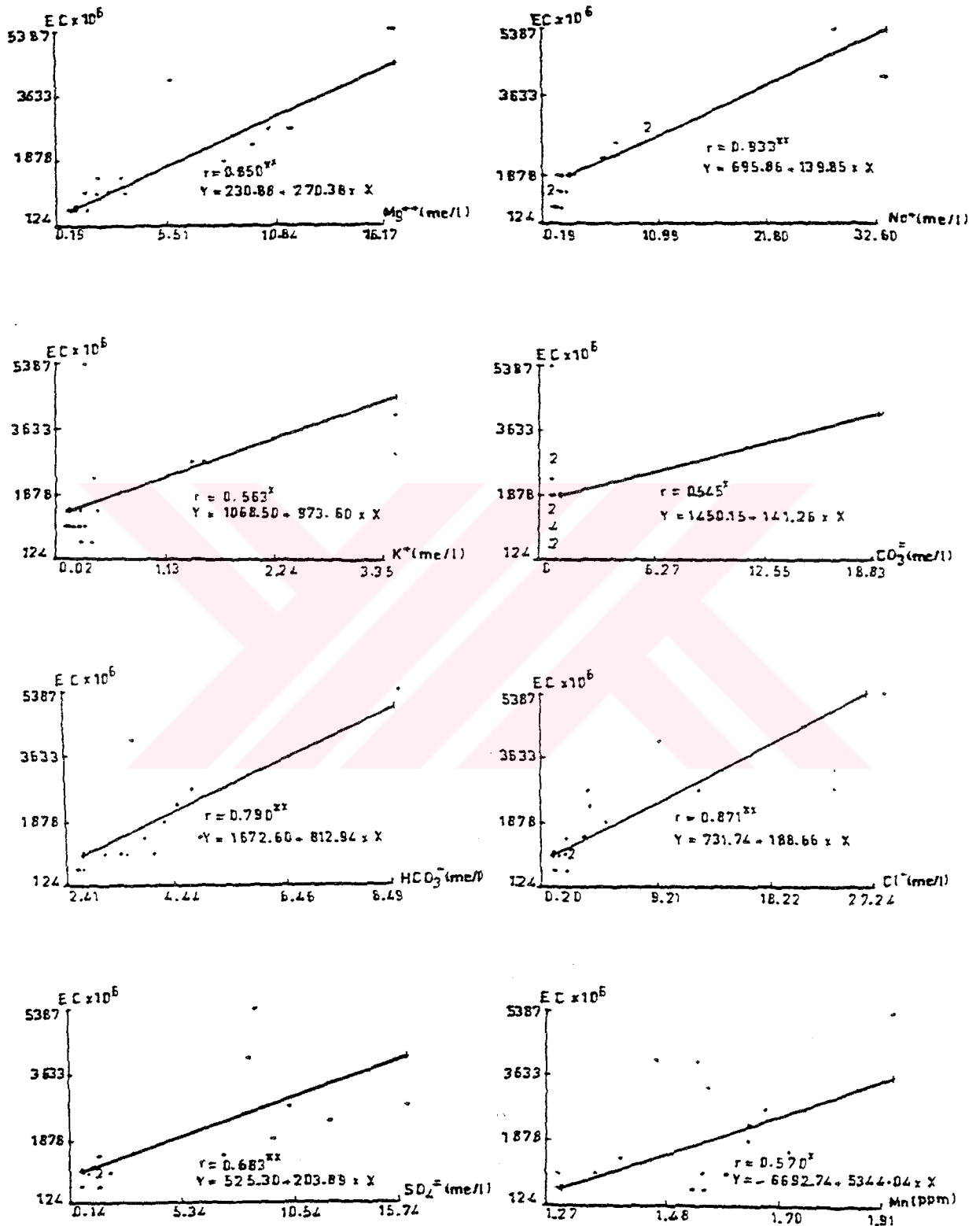
George (1985)'a göre, tuzlu suların mecbur kalmadıkça sulamada kullanılmaması, kullanılacaksa tuza dayanıklı bitkilerin (arpa, şeker pancarı, pamuk, ıspanak, soğan, yonca vb.) sulanmasında ve geçirimli topraklarda kullanılmasına özen gösterilmelidir.

Tuzlu topraklarda yetişen bitkiler, toprak çözeltisi ozmotik basıncının yüksek oluşu sebebiyle ihtiyaçları kadar suyu muntazam bir şekilde bünyelerine alamamaktadırlar (Wats ve Wats 1940).

Sulama sularının eriyebilir tuz içerikleri, elektriksel iletkenlik değerlerinin ($EC \times 10^6$) 0.64 faktörü ile çarpılmasıyla bulunmaktadır. Sulama sularının bu yönden ele alınması halinde Temmuz ayında toplam eriyebilir tuz içeriği 79.36 ppm ile 3448 ppm arasında (ortalama 1050 ppm), Ekim ayında ise 224 ppm ile 4777 ppm arasında (ortalama 1207 ppm) bir değişim göstermektedir. Bu değerlerin temel alınması halinde de Temmuz ayına göre, 6, 7, 8, 10, 11 ve 13 no'lu sular eriyebilir toplam tuz içeriği bakımından, Kovancı (1979)'nın Scofield (1936)'e atfen bildirdiği kriterlere göre iyi nitelikte (175-525 ppm), 1, 2, 9 ve 12 no'lu sular kullanılabilir nitelikte (525-1400 ppm), 5 no'lu sulama suyu kullanılması sakıncalı özellikte (1400-2100 ppm) ve 3, 4 ve 14 no'lu sulama suları da kullanılmaz özellikte (2100 ppm'den fazla) dirlir.

Temmuz ayı analizlerinde elektriksel iletkenlik değerleri ile Mg^{++} , Na^+ , HCO_3^- , Cl^- ve SO_4^{--} iyon konsantrasyonları arasında %1, K^+ ve CO_3^{--} iyon konsantrasyonları arasında ise %5 seviyesinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur (Şekil 4.2). Kovancı (1979), bu konuda yaptığı araştırmasında benzer ilişkiler bulmuştur. Bulduğu sonuçlar "Literatür Özeti" kısmında verilmiştir.

Elektriksel iletkenliğin kation ve anyonlarla olan önemli düzeydeki ilişkisi temelde elektriksel iletkenliğin kation ve anyonlara dayandığını kanıtlamaktadır. Nitekim Yurtsevar ve Sönmez (1992) sulama sularında tuzluluğun sözü edilen kation ve anyonlardan ileri geldiğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.2. Temmuz ayı analizlerine göre sulama sularında EC ile bazı kation, an-yon ve iz elementler arasındaki ilişkiler

Şekil 4.2.'de gösterilen regresyon ilişkilerinden anlaşıldığı gibi tuzluluğa etki eden veya elektriki iletkenliği yükselten en önemli bileşikler başta Mg^{++} ve Na^+ 'un diğer anyonlarla yapmış oldukları tuzlar ile diğer bileşiklerdir.

Ekim ayı analizleri sonucunda EC ile diğer katyon, anyon ve iz elementlerin ilişkileri incelenmiştir. Cetvel 4.3'den de anlaşıldığı gibi EC ile Mg^{++} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- ve SO_4^{--} arasında % 1, Ca^{++} , K^+ , Fe, Mn konsantrasyonları arasında ise % 5 seviyesinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur.

4.3. Sodyum Adsorpsiyon Oranı İle İlgili Sonuçlar

Sulama sularında Temmuz ve Ekim aylarında yapılan analizler sonucunda elde edilen sodyum adsorpsiyon oranı (SAO) ile ilgili değerler Cetvel 4.1'de verilmiştir.

Cetvelin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi Temmuz ayında SAO değerleri 0.12 ile 19.13 arasında değişmektedir. Ortalama SAO değeri 3.01'dir. Aynı ayda en küçük SAO değeri İvriz barajı sulama suyu örneğinde (no: 6), en büyük SAO değeri de Akşehir gölü sulama suyunda (no : 14) bulunmuştur. SAO değerleri yükseldikeçe suyun taşımış olduğu sodyum katyonlarının o denli fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Ekim ayı analizleri sonucunda hesaplanan SAO değerleri 0.22 ile 18.87 arasında değişim göstermektedir. Ortalaması 3.40'dır. SAO ortalamasında bir önceki mevsime göre küçük bir artış görülmektedir. Bu ayda en küçük SAO değeri 0.22 olarak Altınapa baraj suyunda (no: 11), en yüksek SAO değeri ise 18.87 olarak Akşehir göl suyunda (no : 14) bulunmuştur. Hem Temmuz hemde Ekim aylarında en yüksek SAO değeri Akşehir göl suyunda dikkat çekmektedir. Bu da göl suyunun çok sodik olduğunun bir kanıtıdır.

SAO ile ilgili olarak verilen kriterlere (Cetvel 4.6) göre, Temmuz ayında Akşehir göl suyu hariç tüm diğer sular 0 ile 10 arasında SAO'na sahip olduklarından düşük sodyumlu sular, Akşehir göl suyu 18 ile 26 arasında SAO'na sa-

hip olduğundan yüksek sodyumlu sular özelliğindedirler. Ekim ayında Arapçayırı ana drenaj kanalı (no: 4) ve Akşehir göl suyu (no: 14) hariç diğer sulama suları düşük, Arapçayırı ana drenaj kanal suyu orta ve Akşehir göl suyu da yine yüksek sodyumlu sular özelliğindedirler. Yeraltı suları yerüstü sularına göre daha az SAO değerlerine sahiptirler.

SAO yönünden birinci sınıfa giren sular her toprakta her bitki için güvence ile kullanılabilirler. Yalnız taş çekirdekli meyva ağaçları ve avakado gibi sodyuma duyarlı bitkilerin sulanmasında dikkatli olunmalıdır (Kovancı 1979).

4.4. Bakiye Sodyum Karbonat İle İlgili Sonuçlar

Sulama suları örneklerinin analizleri sonucu elde edilen bakiye sodyum karbonat (BSK) değerleri Cetvel 4.1.'de verilmiştir.

Cetvelin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi Temmuz ayında alınmış su örneklerinin tahlili sonucunda BSK değerleri 16.52 me/lt'ye kadar çıkmıştır. Ortalama BSK değeri ise -3.24'tür. En düşük BSK değeri (-13.86) Arapçayırı ana drenaj Kanal suyunda (no: 4), en yüksek BSK değeri (16.52) ise Akşehir göl suyunda (no : 14) bulunmuştur.

Ekim ayı analizleri sonucunda sulama sularının BSK değerleri 9.28 me/lt ulaşmış, ortalama BSK değeri de -2.90 olarak hesaplanmıştır. En küçük BSK değeri (-11.28) Arapçayırı ana drenaj kanal suyunda (no : 4), en büyük değer de (9.28) Akşehir göl suyunda (no : 14) bulunmuştur.

Kovancı (1979)'nın Richards (1954)'dan bildirdiği Eaton'a ait kriterlere göre Temmuz ayında, May baraj suyu (no : 7) 1.27 me/lt BSK değeriyle marjinal, Akşehir göl suyu (no : 14) ise 16.52 me/lt BSK değeri ile sulamaya elverişli değil özelliğini taşımaktadırlar. Diğer sulama sularında BSK yönünden problem görülmemiştir. Aynı sulama suları için Ekim ayında elde edilen BSK sonuçları, Akşehir göl suyunda 9.28 me/lt ile sulamada zararlı, diğer sulama sularında ise güvenceli olarak bulunmuştur. Eaton'a ait kriterler; <1.25 me/lt BSK : güvenceli,

1.25-2.50 me/lt BSK : marjinal ve > 2.50 me/lt BSK : sulamaya elverişli değil seklindedirler. Bu kriterler ile Cetvel 4.6'da (T.C. Resmi Gazete) verilen BSK kriterleri arasında bir farklılık mevcuttur. Şöyle ki 2.50 me/lt'den fazla BSK Ea-³⁶ton'a göre sulamada elverişli değilken Cetvel 4.6'ya göre kullanılabilir sınıfındadır.

4.5. Çözünabilir Sodyum Yüzdesi İle İlgili Sonuçlar

Analizi yapılan sulama sularının çözünabilir sodyum yüzdesi (ÇSY) ile ilgili sonuçları Cetvel 4.1'de verilmiştir.

Cetvelin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi ÇSY değerleri Temmuz ayında 3.87 (İvriz barajı-no : 6) ile 78.06 (Akşehir gölü-no : 14) arasında değişmektedir. Ortalama ÇSY değeri 26.43'tür.

Ekim ayında ise ÇSY değerleri 7.59 (Altınapa barajı - no : 11) ile 77.24 (Akşehir gölü- no : 14) arasında yer almaktadır. Ondört adet sulama suyu ÇSY değerlerinin ortalaması 28.92'dir.

Görüldüğü gibi her iki ayda da en yüksek ÇSY değeri Akşehir göl suyunda hesaplanmıştır. Çünkü Akşehir göl suyundaki sodyum miktarı diğer katyonlara (kalsiyum, magnezyum ve potasyum) oranla çok daha fazladır (Cetvel 4.4).

Ekim ayında Temmuz ayına kıyasla yüzde sodyum oranları daha büyük bulunmuştur. Buna neden olarakta sonbahar yağışlarının topraktan daha fazla sodyum elementini çözerek nehirlerle göl ve barajlara taşınmasını söyleyebiliriz. Bitkiler yetiştirme mevsimi boyunca toprak çözeltisinden kalsiyum, magnezyum ve potasyum elementlerini kullanmış, sodyum elementi ise yavaş yavaş birikmiştir.

T.C. Resmi Gazetede yayımlanan su kalite kriterlerine (Cetvel 4.6) göre, Temmuz ayında; 1, 6, 8, 9, 10 ve 11 no'lu sulama suları çok iyi, 2, 3, 5, 7, 12 ve 13'no'lu sulama suları iyi, 4 no'lu sulama suyu kullanılabilir ve 14 no'lu sulama suyu ise dikkatli kullanılmalı niteliğini taşımaktadırlar. Ekim ayında; 8

no'lu sulama suyu iyi, 7 no'lu sulama suyu da çok iyi niteliğine dönmüşler, diğerleri ise her iki mevsimde de aynı kalmışlardır.

4.6. Bazı Katyon İçerikleri İle İlgili Sonuçlar

Araştırmada ele alınan sulama sularının divalent ve monovalent katyonlardan Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ ve K^+ içerikleri Cetvel 4.4.'te verilmiştir.

İlgili değerlerin incelenmesinden de anlaşıldığı gibi Temmuz ayında bu sularda Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ ve K^+ miktarlarının sırasıyla 8.73, 16.17, 32.60 ve 3.35 me/lt'ye, Ekim ayında ise yine sırasıyla 9.60, 25.55, 43.47 ve 3.53 me/lt'ye ulaşıldığı görülmüştür.

Değişik bölgelerde daha önce yapılmış buna benzer çalışmalara bakıldığında, Saatçı (1967)'nin İzmir, Manisa, Aydın ve Muğla bölgelerinde sulamada kullanılan çay ve nehir sularında; 11.85 me/lt'ye varan Ca^{++} , 31.57 me/lt'ye ulaşan Mg^{++} , 168.69 me/lt'ye ulaşan Na^+ ve 3.07 me/lt'ye ulaşan K^+ 'u bulduğu anlaşılmıştır.

Konya ovası sulama sularında Ca^{++} elementi Temmuz ayında 0.71 me/lt (Akşehir gölü- no : 14) ile 8.73 me/lt (S.Ü. Ziraat Fak. Araştırma ve Uygulama Çiftliği yeraltı suyu - no : 1) arasında değişmektedir. Ortalama Ca^{++} konsantrasyonu 3.45 me/lt'dir.

Yine Ca^{++} Ekim ayında 0.84 me/lt (Akşehir gölü-no : 14) ile 9.60 me/lt (Konya şehir kanalizasyonu-no : 3) arasında değişmekte ve ortalaması da 3.85 me/lt civarında bulunmaktadır. Akşehir göl suyu Ca^{++} yönünden diğer sulara göre çok fakirdir. Bu suda hakim katyon Na^+ elementidir.

Temmuz ayında, sulama sularında Mg^{++} katyonu litrede 0.19 me (May barajı-no : 7) ile 16.17 me (Arapçayırı ana drenaj kanalı-no : 4) arasında bulunmakta olup 5.21 me/lt gibi bir ortalama değere sahiptir. Ortalama Mg^{++} konsantrasyonu ortalama Ca^{++} konsantrasyonundan daha yüksektir.

Çetvel 4.4. Sulama sularının bazı katyon içerikleri (sırasıyla Temmuz-Ekim)

Örnek no	Katyonlar (me/lt)				Toplam katyon
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	
1	8.73-6.16	2.72-4.05	1.97-2.21	0.32-0.25	13.74-12.67
2	3.86-5.21	7.85-2.88	4.89-4.56	0.51-0.38	17.11-13.03
3	5.93-9.60	10.11-18.40	9.13-17.17	1.28-2.05	26.45-47.22
4	6.18-6.88	16.17-25.55	27.71-43.47	0.19-0.51	50.25-76.42
5	1.14-3.26	11.21-13.04	8.91-7.82	1.41-1.28	22.67-25.40
6	3.60-3.18	1.10-1.95	0.19-1.00	0.02-0.06	4.91-6.19
7	0.95-3.27	0.19-4.68	0.48-1.32	0.24-0.47	1.86-9.74
8	2.90-1.71	1.52-1.11	0.52-0.83	0.11-0.10	5.05-3.75
9	4.52-2.49	1.69-3.06	0.80-1.00	0.12-0.12	7.13-6.67
10	1.35-0.94	2.95-1.86	0.45-0.69	0.10-0.12	4.80-3.61
11	1.76-1.47	0.90-1.77	0.22-0.28	0.13-0.17	3.01-3.69
12	5.07-7.04	9.31-5.04	5.54-7.91	0.25-0.33	20.17-20.32
13	1.59-1.84	2.15-4.12	1.30-1.44	0.19-0.30	5.23-7.70
14	0.71-0.84	5.10-5.62	32.60-33.91	3.35-3.53	41.76-43.90
En küçük	0.71-0.84	0.19-1.11	0.19-0.28	0.02-0.06	1.86-3.61
En büyük	8.73-9.60	16.17-25.55	32.60-43.47	3.35-3.53	50.25-76.42
Ortalama	3.45-3.85	5.21-6.65	6.75-8.83	0.59-0.69	16.01-20.07

Ekim ayı için en düşük Mg^{++} miktarları 1.11 me/lt (Apa barajı-no : 8) ile 25.55 me/lt (Arapçayırı ana drenaj kanalı-no : 4) arasında yer almaktadır. Ortalama Mg^{++} değeri ise 6.65 me/lt'dir. Mg^{++} ortalama değerinin Ca^{++} ortalamasından yüksek oluşu bu ay için de geçerlidir.

Kacar (1984)'ın bildirdiğine göre kalsiyum ve magnezyum elementleri önemli birer besin maddeleridir. Ancak bunların fazlalığında çözünebilir demir azaldığından bitkiler demir noksanlığı (kloroz) göstermektedirler.

Ayrıca kalsiyum ve magnezyum iyonları sulara sertlik özelliğini kazandırmaktadırlar. Uslu ve Türkman (1987)'a göre suların sertlik sınıfları; çok yumuşak : 0-5 FSD (Fransız Sertlik Derecesi : 10 mg $CaCO_3$ /lt), Yumuşak : 5-11 FSD, az yumuşak 11-18 FSD, az sert : 18-27 FSD, sert : 27-45 FSD ve çok sert : >45 FSD şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Ergene (1982), sert suyun yumuşak toprak, yumuşak suyun ise sert toprak oluşumuna sebep olacağını ve kireç fazlalığında birçok meyve, tane ve süs bitkilerinin zarar görebileceğini bildirmiştir. Buradan da anlaşıldığı gibi sert sulardaki kalsiyum ve magnezyum iyonlarının fazlalığından dolayı iyi yapılı granüle topraklar oluşsa bile demir klorozu ve mikro elementlerin çözünürlüklerinin azalması gibi bazı dezavantajları da beraberinde getirdiklerinden sakıncalı olmaktadır. Topraktaki birkarbonatlı bileşikler mikro elementlerin mobilitesini sınırlandırmaktadır.

Sulama sularındaki Na^+ katyonu değerleri Temmuz ayında, 0.19 me/lt (İvriz barajı-no : 6) ile 32.60 me/lt (Akşehir gölü - no : 14) arasında değişmektedir. Bu aydaki ortalama Na^+ konsantrasyonu ise 6.75 me/lt'dir. Na^+ ile Mg^{++} ve K^+ arasındaki pozitif ilişki önemli iken Na^+ ile Ca^{++} arasındaki pozitif ilişki önemsiz bulunmuştur.

Ekim ayındaki Na^+ konsantrasyonu ise 0.28 me/lt (Altınapa barajı-no : 11) ile 43.47 me/lt (Arapçayırı ana drenaj kanalı-no : 4) arasında değişmekte, ortalama Na^+ konsantrasyonu da 8.83 me/lt civarında bulunmaktadır.

Sodyum elementi disperse edici özellikte olduğundan fazla sodyumlu su-

larla sulanan topraklar, sodyumun bu özelliğinden dolayı sıkı tavsız ve strüktürsüz bir hâl alırlar. Ergene (1982)'nin bildirdiğine göre, Ratner, sodyum ile doymuş topraklarda yetiştirilen bitkilerin köklerinden kalsiyumun sodyum iyonları tarafından dışarı çekildiğini ve böylece bitkilerin kalsiyum noksanlığı sonucunda öldüklerini belirtmiştir. İşte bu yüzden sodyumun fena etkisinin giderilmesi için Culverwell ve Swinford (1986) ile Patten ve ark. (1989) kötü kaliteli sulama sularının jips ve sülfür dioksit ile düzeltilebileceğini tavsiye etmişlerdir. Hoffmann ve ark. (1986) ile Yurtsever ve Güngör (1989)'e göre değişebilir katyonlar içerisinde iki veya daha yüksek değerli katyonlar hakim durumda olunca tekdeğerli bir katyon olan sodyum etkisiz hale gelip ortamdan uzaklaşmaktadır. Böylece aşırı olmayacak şekilde alkali topraklara sulama ile birlikte kalsiyumlu gübre ve materyallerin ilave edilmesiyle toprak strüktürü ve bitki besin maddeleri kompozisyonunda bir düzeltme olacaktır.

Araştırması yapılan katyonlardan sonuncusu olan K^+ miktarları ise Temmuz ayında 0.02 me/lt (İvriz barajı- no : 6) ile 3.35 me/lt (Akşehir gölü-no : 14) arasında değişim göstermektedir. Ortalama K^+ konsantrasyonu 0.59 me/lt'dir.

K^+ elementi miktarları Ekim ayında, 0.06 me/lt (İvriz barajı - no: 6) ile 3.53 me/lt (Akşehir gölü-no :14) arasında değişmektedir. K^+ ortalaması ise 0.69 me/lt'dir.

Buraya kadar verilen sonuçlar özetlenecek olursa sulama sularındaki katyonların ortalama çokluk sırası, çoktan aza doğru sodyum, magnezyum, kalsiyum ve potasyum şeklindedir.

Yaz mevsiminde yapılan sulama uygulamalarında, bir kez sulama ile bir dekar alana 60 ton su verildiği kabul edilirse (60 mm yağışa karşılık), bu sulardaki maksimum katyon konsantrasyonlarına göre toprağa bırakılacak katyon miktarları şöyledir; kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyumun maksimum miktarları sırasıyla 8.73, 16.17, 32.60 ve 3.35 me/lt'dir. Toprağa bırakılacak katyon miktarları yine sırasıyla 10.48, 11.64, 45.00 ve 7.84 kg/da düzeylerindedir.

Elde edilen bu sonuçlar çok yüksek olmasa bile su ile toprağa ulaşan bu

besin maddelerinin bitki ile olan ilişkileri, uygulandığı toprak şartlarına göre değer kazanmaktadır. Magnezyum ile potasyum toprak şartlarında bitkilerin ihtiyacı yönünden önemli olmaları nedeniyle faydalı görülmektedirler. Zira magnezyumun çok yüksek konsantrasyonları (247-410 me/lt) magnezyum klörür ve magnezyum sülfat olarak ancak bazı bitkilere toksik etki göstermektedirler (Ayyıldız 1983).

4.7. Bazı Anyon İçerikleri ile İlgili Sonuçlar

Analizi yapılan sulama sularının CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- ve SO_4^{--} anyonları araştırılmış ve bulunan sonuçlar Cetvel 4.5'de verilmiştir.

Anyonlardan CO_3^{--} , pH= 8.50 'nin üzerindeki sulara bulunduğundan yalnızca Akşehir göl suyunda (no : 14) mevcut olduğu belirlenmiştir. Bu suyun pH'sı Temmuzda 8.95, Ekimde 8.80'dir. Karbonat konsantrasyonları sırasıyla 18.83 ve 7.65 me/lt olarak bulunmuştur.

HCO_3^- anyonu Temmuz ayı analizlerine göre, 2.41 me/lt (May barajı-no : 7) ile 8.49 me/lt (Arapçayırı ana drenaj kanalı-no : 4) arasındadır. Ortalaması ise 4.07 me/lt'dir. Bu anyonun Ekim ayındaki konsantrasyonları ise 1.08 me/lt (S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği drenaj kanalı-no : 2) ile 21.37 me/lt (Konya şehir kanalizasyonu -no : 3) arasında yer almaktadır. Ortalama HCO_3^- konsantrasyonu da 7.06 me/lt'dir.

Kovancı (1979)'nın Westcot ve Ayers (1975)'den bikarbonat konusunda bildirdiği, <1.50 me/lt : problem yok, 1.50-8.50 me/lt : problem artıyor, >8.50 me/lt : şiddetli problem var, şeklindeki değerlendirmesine göre Temmuz ayında sulama sularının hepsinde problem artıyor özelliği hakimdir.

Cl^- anyonunun Temmuz ayındaki konsantrasyonları, 0.20 me/lt (May barajı-no :7) ile 27.24 me/lt (Arapçayırı ana drenaj kanalı-no : 4) arasında bulunmaktadır. Ortalama Cl^- konsantrasyonu 4.81 me/lt'dir.

Aynı anyonun Ekim ayındaki sonuçları, 0.58 me/lt (S.Ü.Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği drenaj kanalı - no :2) ile 42.42 me/lt (Arapçayırı ana drenaj kanalı- no: 4) arasında değişmektedir. Bu aydaki analizlere göre ortalaması ise 5.86 me/lt'dir.

Çerçeve 4.5. Sulama sularının bazı anyon içerikleri (sırasıyla Temmuz-Ekim)

Örnek no	Anyonlar (me/lt)				Toplam anyon
	CO_3^{--}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^-	
1	—	3.70-7.44	2.59-2.50	6.77-3.12	13.06-13.06
2	—	4.07-1.08	4.19-0.58	9.39-11.58	17.65-13.24
3	—	4.60-21.37	11.70-10.58	10.00-13.67	26.30-45.62
4	—	8.49-21.15	27.24-42.42	8.61-9.84	44.34-73.41
5	—	5.28-11.26	2.79-6.16	15.74-8.59	23.81-26.01
6	—	3.88-4.22	1.07-0.86	0.34-1.20	5.29-6.28
7	—	2.41-5.49	0.20-2.89	0.14-1.28	2.75-2.78
8	—	3.28-1.66	1.50-0.86	0.84-1.08	5.62-3.59
9	—	6.75-4.66	1.36-1.15	0.88-0.68	6.99-6.49
10	—	2.94-1.61	1.40-1.34	1.07-0.74	5.41-3.69
11	—	2.49-1.80	1.03-1.35	0.93-0.65	4.45-3.80
12	—	4.34-5.13	2.82-2.88	12.07-12.11	19.23-20.12
13	—	3.32-3.86	0.82-2.58	1.48-1.20	5.62-7.64
14	18.82-7.65	3.50-8.09	8.70-5.87	8.29-22.41	39.33-44.02
En küçük	—	2.41-1.08	0.20-0.58	0.14-0.65	2.75-3.59
En büyük	18.83-7.65	8.49-21.37	27.24-42.42	15.74-22.41	44.34-73.41
Ortalama	18.83-7.65	4.07-7.06	4.81-5.86	5.47-6.30	15.70-19.76

Cetvel 4.6'da verilen Cl^- kriterlerine göre, Temmuz ayında 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ve 13 no'lu sulama suları çok iyi, 2 no'lu sulama suyu iyi, 3 ve 14 no'lu sulama suyu kullanılabilir ve 4 no'lu drenaj kanalı suyu da uygun değil özelliğindedirler.

Anyonlardan sonuncusu olan SO_4^{--} ise Temmuz ayında, 0.14 me/lt (May barajı-no : 7) ile 15.74 me/lt (Hotamış gölü-no : 5) arasındaki konsantrasyonlarda bulunmuştur. Ortalaması 5.47 me/lt'dir. Ekim ayındaki analizlere göre SO_4^{--} konsantrasyonlarının 0.65 me/lt (Altınapa barajı-no :11) ile 22.41 me/lt arasında değiştiği görülmektedir. Ortalama 6.30 me/lt kadardır.

Cetvel 4.6'da belirtilen SO_4^{--} kriterlerine göre, Temmuz ayında 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 13 no'lu sulama suları çok iyi, 1 no'lu sulama suyu iyi, 2, 3, 4 ve 14 no'lu sulama suyu kullanılabilir ve 5 ile 12 no'lu sulama suları da dikkatli kullanılmalı sınıftadırlar. Sulama mevsiminde, sulardaki anyonların ortalama çokluk sırası, karbonat hariç tutulursa (yalnızca Akşehir gölü suyunda mevcuttur) Sülfat>klorür>bikarbonat şeklindedir.

Temmuz ayında yapılan tarla sulamalarında, bir kez sulama ile bir dekar alana 60 ton su verildiği düşünülürse, sulama sularındaki maksimum anyon konsantrasyonlarına göre toprağa bırakılacak anyon miktarları sırasıyla şöyledir : karbonat, bikarbonat, klörür, ve sülfatın maksimum konsantrasyonları sırasıyla, 18.83 (yalnızca Akşehir gölü suyunda mevcuttur- no : 14), 8.49, 27.24 ve 15.74 me/lt'dir. Toprağa bırakılacak anyon miktarları yine sırasıyla 33.89, 16.62, 58.02 ve 45.33 kg/da kadardır. Toprakta ençok biriken tuz klörür tuzlarıdır ve vejetasyon süresince sulamanın artırılması bu birikimleri artıracığından konuya verilmesi gereken önemi açıkça ortaya koymaktadır. Geçirimli topraklarda ve uygun drenaj şartlarında tuzlar, kök bölgesi altına yıkanırsa da birikim zaman boyutu içerisinde önemli olmaktadır. Konya kapalı havzasında durum böyledir. Drenaj zayıftır yani sulama suyunun fazlası toprak taneciklerince tutulan veya tutulacak olan tuzları yıkayarak ortamdan uzaklaştıramaz. Taban suyu yüksek ve kök bölgesine yakındır. Vejetasyon süresince yağış yetersizliğinden ve yüksek sıcaklıktan dolayı kapilar yükselme ile toprağın pulluk tabakasında tuzlar birikebilmektedir. Böylece

bitki büyümesi ve toprak verimliliği doğrudan veya dolaylı yollardan etkilenmektedir.

Cetvel 4.6. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite kriterleri (7-Ocak-1991 tarihli T.C. Resmî Gazete)

Kalite kriterleri	1. Sınıf (çok iyi)	2. Sınıf (iyi)	3. Sınıf (kullanılabilir)	4. Sınıf (dikkatli kullanılmalı)	5. Sınıf (zararlı-uygun değil)
pH	6.50-8.50	6.50-8.50	6.50-8.50	6.00-9.00	<6.00->9.00
ECx10 ⁶ -25°C	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	>3000
Topl. Tuz (mg/lt)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	>2100
Sıcaklık (°C)	30	30	35	40	>40
SO ₄ ²⁻ (me/lt)	0-4	4-7	7-12	12-20	>20
Cl ⁻ (me/lt)	0-4	4-7	7-12	12-20	>20
B (mg/lt)	0-0.50	0.50-1.12	1.12-2.00	2.00	—
ÇSY	<20	20-40	40-60	60-80	>80
SAO	<10	10-18	18-26	>26	—
BSK (me/lt)	<1.25	1.25-2.50	>2.50	—	—
Tuzluluk-	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁ -C ₂ S ₂	C ₁ S ₃ -C ₂ S ₃	C ₁ S ₄ -C ₂ S ₄	
Sodyumluluk		C ₂ S ₁	C ₃ S ₃ -C ₃ S ₂	C ₃ S ₄ -C ₄ S ₃	
			C ₃ S ₁	C ₄ S ₂ -C ₄ S ₁	

4.8. Bazı İz Element İçerikleri İle İlgili Sonuçlar

Sulama suyu analizlerinde iz elementlerden Fe, Cu, Mn, Zn ve B elementleri araştırılmış ve sonuçlar Cetvel 4.7.'de verilmiştir. Ancak Cu elementi sulama sularında bulunmadığından söz konusu cetvelde verilememiştir.

Cetvel 4.7'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi demir elementi miktarları Temmuz ayında 2.21 ppm (Hotamış gölü-no :5) ile 2.84 ppm (Apa barajı-no :8) arasında değişmektedir. Ortalama Fe konsantrasyonu 2.64 ppm'dir. Bu elementin Ekim ayı analizlerine göre konsantrasyonları da 2.21 ppm (Göksu nehri-no : 9) ile 3.22 ppm (Arapçayırı ana drenaj kanalı no : 4) arasında bulunmaktadır. Ortalama Fe miktarı ekim ayında 2.87 ppm'dir. Analizler sonucundaki istatistiksel incelemelere göre Fe ile Na⁺ arasında %5 seviyesinde önemsiz negatif

ilişki bulunmuştur. Kovancı (1979), Fe ile sodyum yüzdesi arasında benzer ilişki bulunmuştur. Bu ilişki yüksek pH'larda demir bileşiklerinin çözünürlüğünün azaldığını göstermektedir.

Araştırmada, Konya ovası sulama sularında her iki ay içinde Cu elementine rastlanmamıştır. Cu elementi topraklarda kalkopirit (CuFeS_2), kalkosit (Cu_2S), kovellit (CuS), kuprit (Cu_2O), malahit ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$) ve azurit ($\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$) mineralleri halinde bulunmaktadır (Kacar, 1984). Bakır elementinin yokluğu, Konya ovası topraklarında Cu içeren minerallerin çok az oluşuna ve bu minerallerin çözünürlüklerinin düşük olmasına atfedilebilir.

Mn elementinin Temmuz ayındaki miktarları 1.27 ppm (Çavuşçu gölü-no :13) ile 1.91 ppm (Arpaçayırı ana drenaj kanalı -no : 4) arasında bulunmaktadır. Ortalama Mn konsantrasyonu 1.56 ppm'dir. Bu elementin Ekim ayındaki miktarları ise 1.24 ppm (S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği yeraltı suyu-no : 1) ile 2.20 ppm (Hotamış gölü-no : 5) arasında değişmektedir. Ortalama Mn konsantrasyonu Ekim ayında 1.69 ppm olarak bulunmuştur.

Zn elementinin Temmuz ayındaki analizlere göre konsantrasyonları, 0.02 ppm (May barajı-no: 7) ile 0.16 ppm (Apa barajı-no: 8) arasında bulunmaktadır. Ortalama Zn konsantrasyonu ise 0.09 ppm'dir. Ekim ayındaki Zn miktarları 0.09 ppm (İvriz barajı-no: 6) ile 0.60 ppm (May barajı-no : 7) arasında değişmektedir. Ortalama Zn konsantrasyonu ise 0.15 ppm'dir.

Bor elementi Temmuz ayında 0.32 ppm (İvriz barajı-no: 6) ile 6.05 ppm (Akşehir gölü-no : 14) değerleri arasında bulunup, ortalama 1.55 ppm'dir. Ekim ayında ise 0.30 ppm (Yukarı Pınarbaşı Köyü yeraltı suyu-no: 12) ile 2.67 ppm (Akşehir gölü-no: 14) değerleri arasında yer almaktadır. Ekim ayındaki ortalama B konsantrasyonu 0.79 ppm'dir. Nicholaichuk ve ark. (1988)'na göre, bu değerler bir çok kültür bitkisi için problem doğurabilecek seviyelerdedir.

Thorne ve Peterson (1954), bor elementinin mücade edilebilir sınırlarını 0 ile 3.75 ppm arasında belirtmişlerdir. Thorne ve Peterson (1954)'un bor kriterlerine göre Akşehir göl suyu tüm bitkiler için zararlı-uygun değil niteliğindedir. Bor

Çetvel 4.7. Sulama sularının bazı iz element içerikleri (sırasıyla Temmuz-Ekim)

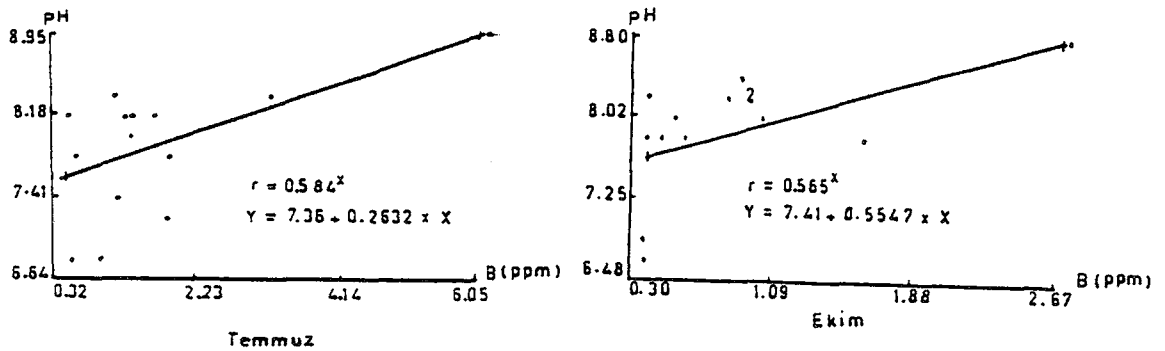
Örnek no	İz elementler (ppm)			
	Fe	Mn	Zn	B
1	2.84-2.72	1.38-1.24	0.09-0.10	0.83-0.32
2	2.78-3.03	1.62-1.49	0.07-0.10	1.74-0.52
3	2.78-3.22	1.73-2.07	0.15-0.15	0.39-0.40
4	2.59-3.22	1.91-1.94	0.08-0.10	1.14-0.88
5	2.21-2.91	1.66-2.20	0.08-0.12	3.07-1.51
6	2.53-2.65	1.53-1.94	0.08-0.09	0.32-0.31
7	2.72-2.78	1.53-1.70	0.02-0.60	1.23-0.30
8	2.84-2.53	1.58-1.25	0.16-0.18	0.97-0.84
9	2.53-2.21	1.70-1.64	0.07-0.12	1.06-0.75
10	2.53-2.72	1.34-1.49	0.07-0.10	1.25-0.95
11	2.72-2.91	1.51-1.61	0.06-0.10	1.69-0.89
12	2.65-3.22	1.62-1.65	0.14-0.12	0.40-0.30
13	2.78-3.16	1.27-1.65	0.07-0.14	1.53-0.43
14	2.53-2.91	1.45-1.76	0.12-0.14	6.05-2.67
En küçük	2.21-2.21	1.27-1.24	0.02-0.09	0.32-0.30
En büyük	2.84-3.22	1.91-2.20	0.16-0.60	6.05-2.67
Ortalama	2.64-2.87	1.56-1.69	0.09-0.15	1.55-0.79

elementi bitki beslenmesi için gerekli ve yararlı olduğu halde 3.75 ppm'den fazla bor her bitki için toksik (zehir) tesir göstermektedir. Akşehir göl suyundan sonra en fazla bor içeren sulama suyu Hotamış göl suyudur (no : 5). Bu sulama suyu bora duyarlı bitkiler (ceviz, limon, incir, üzüm, fasulye) ve yarı dayanıklı bitkiler (arpa, buğday, mısır, yulaf, zeytin, pamuk) için uygun değil, dayanıklı bitkiler (ş. pancarı, yonca, bakla, soğan, marul, havuç) için kullanılması sakıncalı özelliğindedir (Yurtsever ve Sönmez 1992).

Her iki mevsimde de sulama sularında mevcut iz elementlerin ortalama çokluk sırası demir, mangan, bor ve çinko şeklindedir. En çok bulunan demir, en az bulunanı da çinkodur.

İz elementlerin maksimum miktarları ve bu miktarlara karşılık bu sulama sularıyla sulamalar sonucu toprağa ilave edilecek iz element miktarları şöyledir; demir, mangan, çinko ve borun maksimum konsantrasyonları sırasıyla 2.84, 1.91, 0.16 ve 6.05 ppm'dir. Dekara 60 ton sulama suyu hesabıyla bu sularla toprağa katılacak iz element miktarları da yine sırasıyla 170.4, 114.6, 9.6 ve 363.0 gr/da kadardır.

Sulama sularında pH ile bor konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur (Şekil 4.3.). Sulama suyunun pH değeri arttıkça suda çözünebilir bor miktarında artmaktadır.



Şekil 4.3. Sulama sularında pH ile B ilişkisi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Konya ovası sulama sularının analizleri ile ilgili araştırma sonuçları ve değerlendirmeler, ilgili bölümlerde verilmiştir. Bu bölümde ise sulama sularından kaliteleri yönünden potansiyel problemler taşıyanlar üzerinde durulmuştur.

Araştırma sonuçlarına göre özellikle bazı sulama sularının pH, EC, yüksek sodyum içeriği, bikarbonat mevcudiyeti, yüksek klorür ve sülfat ile bor elementi fazlalığı dikkati çekmiştir.

Akşehir göl suyunda pH yüksek (pH= 8.95 ve 8.80) bulunmuştur. Yüksek pH başka bir anlatımla alkali özellik sulama sularında karbonat ve yüksek sodyum varlığına işaret etmektedir. Böyle sulama suları pH yönünden 4. sınıf sularıdır ve tarım alanlarında dikkatli kullanılmaları gerekmektedir.

Tuzluluk yönünden Konya şehir kanalizasyonu, Arapçayırı ana drenaj kanalı, Hotamış ve Akşehir göl sularının çok tuzlu (C₄ sınıfı) oldukları bulunmuştur. Aslında Konya şehir kanalizasyonu ile Arapçayırı ana drenaj kanal sularının bir sulama suyu olmadığı ancak yöre çiftçilerinin su yokluğundan dolayı bu suları sulamada kullandıkları bilinmektedir. Bu kanallar Konya şehir merkezinin doğu ve kuzey doğusunda bulunmaktadır. Yeraltı suları da ihtiyaca olumlu cevap veremediklerinden diğer bölgelerden en düşük maliyet şartları altında kaliteli sulama sularının bu bölgeye ulaştırılmaları gerekmektedir.

En yüksek kalsiyum miktarları S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği yeraltı suyu ile Konya şehir kanalizasyonunda, en fazla magnezyum miktarları da Arapçayırı ana drenaj kanalı suyunda bulunmuştur. Ancak bu miktarlar bitkilere zararlı olabilecek kadar fazla değildir. Fakat zaman içerisinde toprağın kireç kapsamının artmasına sebep olacaklarından önem kazanmaktadırlar. Kalsiyum ve magnezyum bikarbonatlar halinde iz elementlerin mobilitesini sınırlandırmaktadırlar.

Diğer yandan Arapçayırı ana drenaj kanalı, Hotamış ve Akşehir göl suları yüksek oranda sodyum ihtiva etmektedirler. Fazla sodyumlu sularla sulanan top-

rakların fiziksel yapısı bozulmakta ve bitkilere dolaylı yoldan olumsuz etki yapmaktadır. Kalitesi bu yönüyle bozuk sulama suları ile birlikte jips, kükürt dioksit ve kalsiyumlu gübre materyallerinin toprağa verilmesi gerekmektedir.

Bikarbonat anyonuna gelince, araştırması yapılan sulama sularının hepsinde, 1.50 ile 8.50 me/lt arasında (Temmuz ayında) bikarbonat bulunduğundan problem artıyor niteliği hakimdir. Bilindiği gibi ortamda bikarbonat mevcudiyeti arttıkça kalsiyum ve magnezyum iyonları kalsiyum ve magnezyum karbonatlar halinde çökecek ve sodyum iyonları hakim duruma geçecektir. Onun için sulardaki karbonat ve bikarbonat miktarı kalsiyum ve magnezyum miktarını eşdeğer olarak geçmemelidir.

Klorür yönünden Arapçayırı ana drenaj kanalı suyu hariç diğer sulama sularında problem yoktur. Bu drenaj suyunda klorür konsantrasyonu 20 me/lt den fazla olduğu için uygun değil niteliği sözkonusudur.

Konya şehir kanalizasyonu, Hotamış gölü ve Yukarı Pınarbaşı köyü yeraltı sulama sularında sülfat anyonu fazlalığı dikkat çekmektedir. Bu sular sülfat yönünden dikkatli kullanılmalı niteliğini taşımaktadırlar.

İz elementlerden olan bor yalnızca Akşehir göl suyunda tüm bitkiler için kullanılmayacak kadar yüksek konsantrasyondadır. Hotamış göl suyu da Akşehir göl suyu kadar bor içermesede birçok kültür bitkisi için zararlı olabilecek konsantrasyondadır. Bu sular daha çok bora dayanıklı (bakla, soğan, marul, havuç, ş. pancarı, yonca) bitkilerin sulanmasında kullanılmalıdır.

Buraya kadar anlatılanlardan şu sonuçlar çıkmaktadır. Akşehir göl suyu tüm değerlendirme kriterlerine göre olumsuz yani kalitesiz bulunmuştur. Tarım uygulamalarında kesinlikle kullanılmamalıdır. Şehir atıklarını taşıyan kanalizasyondan ve drenaj kanallarından (S.Ü. Ziraat Fak. Araşt. ve Uyg. Çiftliği drenaj kanalı ile Arapçayırı ana drenaj kanalı) yöre çiftçileri kesinlikle faydalanmamalıdır. Çünkü bilhassa şehir atığını taşıyan kanalizasyon suyu çok tuzlu ve kalitesizdir. Aynı şekilde sulama suyu sıkıntısı nedeniyle yöre çiftçileri Arapçayırı ana drenaj kanalı suyunu da kullanmaktadırlar. Başka alternatif su kaynakları bulunarak yöre

halkının bu uygulamalardan vazgeçmeleri sağlanmalıdır. S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği yeraltı suyu ile drenaj kanal suyu, Hotamış göl suyu ve Yukarı Pınarbaşı köyü yeraltı suyu tarım alanlarında dikkatle kullanılmalıdır. İvriz, May, Apa, Altınapa barajları, Beyşehir ve Çavuşçu gölü ile Göksu nehri suları problemsiz yani iyi kaliteli sulama sularıdır.



6. ÖZET

Bu araştırma Konya ovasının bazı bölgelerinde tarım arazilerinin sulanmasında kullanılan yerüstü ve yeraltı sulama sularının bazı niteliklerini (pH, EC, SAO, BSK, ÇSY) ve kimyasal içeriklerini (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , Fe, Cu, Mn, Zn, B) belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırması yapılan sulama sularında elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir.

Sulama suları pH yönünden (pH= 6.50 - 8.50) sulamaya elverişli bulunmuşlardır. Yalnız Akşehir göl suyunun pH'sı 8.50'nin üzerinde (pH= 8.95-8.80) bulunduğundan problem doğurabilir nitelikte olduğu belirlenmiştir.

Sulama sularının analizleri sonucunda pH ile Ca^{++} arasında %5 seviyesinde önemli negatif, pH ile Na^+ , K^+ , CO_3^{--} ve B arasında da aynı seviyede önemli pozitif ilişki bulunmuştur.

Elektriki iletkenlik (EC) açısından sulamamın yapıldığı mevsimde, S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği yeraltı suyu ile tarla içi drenaj kanal suyu, Konya şehir kanalizasyonu, Arapçayırı ana drenaj kanalı, Hotamış gölü, Göksu nehri, Yukarı Pınarbaşı köyü yeraltı suyu ve Akşehir göl suyu problemlili yani yüksek tuzlu bulunmuş, İvriz, May, Apa, Altınapa barajları ile Beyşehir ve Çavuşçu göl suları az tuzlu olduklarından tarımda güvenle kullanılabilir oldukları görülmüştür.

EC ile Mg^{++} , Na^+ , HCO_3^- , Cl^- ve SO_4^{--} arasında %1, Ca^{++} , K^+ , CO_3^{--} , Fe ve Mn arasında ise %5 düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenmiştir.

Sodyum adsorpsiyon oranı (SAO) ile ilgili olarak Temmuz ayında Akşehir göl suyu hariç tüm diğer sulama suları düşük sodyumlu sular, Akşehir göl suyu 18 ile 26 arasında SAO değerine sahip olduğundan yüksek sodyumlu sular niteliğindedir. Ekim ayında Arapçayırı ana drenaj kanal suyu orta, Akşehir göl suyu yine yüksek ve diğer sulama suları da düşük sodyumlu sular sınıfındadırlar.

Bakiyevi sodyum karbonat (BSK) ile ilgili olarak her iki ayda da (Temmuz ve Ekim) Akşehir göl suyu sulamaya elverişli nitelikte bulunmamıştır. Diğer

sulama sularında ise BSK yönünden bir problem görülmemektedir.

Çözünebilir sodyum yüzdesi (ÇSY) açısından Temmuz ayında yine Akşehir göl suyu sakıncalı olarak bulunmuştur. Diğer 13 adet sulama suyu çok iyi, iyi ve kullanılabilir özelliktedirler. Ekim ayı sonuçlarına göre de aynı değerlendirmelerin yapılabileceği görülmüştür.

Sulama sularında Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ ve K^+ için Temmuz ayında, sırasıyla, 8.73, 16.17, 32.60 ve 3.35 me/lt ye, Ekim ayında da yine sırasıyla 9.60, 25.55, 43.47 ve 3.53 me/lt ye ulaşan değerler bulunmuştur. Sulama suları ile bu değerlere karşılık sulama mevsiminde bir kez sulama ile (60 ton su/da olacak şekilde) toprağa, 10.48 kg Ca^{++} , 11.64 kg Mg^{++} , 45.00 kg Na^+ ve 7.84 kg K^+ 'un bırakılacağı hesaplanmıştır. sulama sularında mevcut bazı katyonların ortalama çokluk sırası sodyum>magnezyum>kalsiyum>potasyum şeklindedir.

Katyonlar arasında Ca^{++} ile Mg^{++} , Mg^{++} ile Na^+ ve Na^+ ile K^+ arasında %5 seviyesinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur. Katyonlarla anyonlar arasındaki ilişkiye gelince Ca^{++} ile HCO_3^- , Mg^{++} ile HCO_3^- ve Cl^- , Na^+ ile CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- ve SO_4^{--} , K^+ ile de SO_4^{--} arasında %5 seviyesinde önemli pozitif ilişkinin olduğu görülmüştür.

Temmuz ayı analizlerine göre sulama sularında CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- ve SO_4^{--} için sırasıyla 18.83, 8.49, 27.24 ve 15.74 me/lt ye, Ekim ayında da yine sırasıyla 7.65, 21.37, 42.42 ve 22.41 me/lt ye varan değerler bulunmuştur. Sulama mevsiminde maksimum anyon değerlerine göre bir dekar araziye 60 ton sulama suyu ile 33.89 kg CO_3^{--} , 31.07 kg HCO_3^- , 58.02 kg Cl^- ve 45.33 kg SO_4^{--} 'ın bırakılabileceği hesaplanmıştır.

Anyonlar arasında, CO_3^{--} ile SO_4^{--} ve HCO_3^- ile Cl^- ve SO_4^{--} arasında %5 düzeyinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur.

Sulama mevsiminde, anyonların ortalama çokluk sırası karbonat hariç tutulursa (yalnızca Akşehir göl suyunda bulunduğu için) sülfat>klorür>bikarbonat şeklindedir.

Sulama sularının hepsi 1.50 ile 8.50 me/lt arasında HCO_3^- içerdiğinden

potansiyel olarak HCO_3^- tan kaynaklanan bir problemin varlığından sözedilebilir.

Temmuz ayında, Cl^- sınıflamasına göre Arapçayırı ana drenaj kanal suyu kullanılmaz, diğer sular ise çok iyi, iyi ve kullanılabilir özelliğindedirler.

SO_4^{--} yönünden Temmuz ayında Hotamış gölü ile Yukarı Pınarbaşı köyü yeraltı suyu 12 me/lt'den fazla SO_4^{--} anyonu içerdiklerinden sakıncalı görülmüşlerdir. Diğer sularda SO_4^{--} ile ilgili problem bulunmamıştır.

Sulama sularında iz elementlerden Fe, Cu, Mn, Zn ve B tayinleri yapılmış, hiçbir suda Cu elementi bulunmamıştır. Temmuz ayında Fe, Mn, Zn ve B elementleri ile ilgili olarak sırasıyla 3.22, 2.20, 0.60 ve 2.67 ppm değerlerine ulaşan miktarlar elde edilmiştir. Bir dekar araziye 60 ton su hesabıyla, bir kez sulama ile bu rakamlara karşılık toprağa 170.4 gr Fe, 114.6 gr Mn, 9.6 gr Zn ve 363.0 gr B'un bırakılacağı hesaplanmıştır.

B elementi hariç diğer iz elementlerde problem oluşturacak kadar fazlalık göze çarpmamaktadır. Ancak B elementi Akşehir göl suyunda Temmuz ve Ekim ayı için sırasıyla 6.05 ve 2.67 ppm olarak bulunduğundan yüksek konsantrasyondadır ve toksik özellik arz etmektedir.

B ile pH arasında %5 seviyesinde önemli pozitif, B ile Fe arasında önemsiz negatif ilişki belirlenmiştir.

7. KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1954. Konya'nın Coğrafi, Jeolojik, Morfolojik Durumları İle Teknik Ziraat Müdürlüğü 1953 İcraat Raporu ve 1954 İş Plânı Tasarısı. Yeni Kitap Basımevi, Konya.
- ANONYMOUS, 1975. Konya Ovası Hidrolojik Etüd Raporu. DSİ IV. Böl. Müd., Konya.
- ANONYMOUS, 1978. Konya Kapalı Havza Toprakları. Köy İşleri ve Kooperatifler Bak. Yay. No : 204, Toprak-su Genel Müd. Yay. No : 288, Konya.
- ANONYMOUS, 1983. Konya-Çumra Projesi Seydişehir Suğla Ovası Plânlama Drenaj Raporu. Cilt : 1, DSİ IV. Böl. Müd., Konya.
- ANONYMOUS, 1987. Ereğli Projesi İvriz Barajı Sol Sahil Akhüyük Sulaması Plânlama Drenaj Raporu. Proje No : 1602. DSİ IV. Böl. Müd., Konya.
- ANONYMOUS, 1988. T.K.B. Konya İl Müd. 1988 Yılı Çalışma Raporu, Konya.
- AYYILDIZ, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No : 879, Ankara.
- BAHÇECİ, İ., TARUS, C. ve YILMAZ, T., 1981. Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı Suyunun Kalitesi. Topraksu Araşt. Enst. Yay. No : 77, Konya.
- BAHÇECİ, İ., 1984. Konya-Ereğli Ovası Tuzlu Sodyumlu Borlu Toprakların Islahı İçin Gerekli Yıkma Suyu ve Islah Maddesi Miktarı İle Islah Süresi. Köy Hizmetleri Konya Araşt. Enst. Müd. Yay. No : 115, Konya.
- BAUMAN, H., SCHENDEL, U. ve MANN, G., 1974. Wasser Wirtschaft in Stichworten. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel.
- BAYRAKLI, F., 1987. Toprak-Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yay. No : 17, Samsun.
- CERDA, A., CARO, M., FERNANDEZ, F.G., GUILLEN, M.G., 1986. Effect of Irrigation Water Quality on Verna Lemon Response and Soil Sa-

- linity. *Agrochimica*, 1986, 30 : 3, 207-217. Department of Soil Fertility and Plant Nutrition, Centro de Edofologia Biologia Aplicada del Segura, Murcia, Spain.
- CULVERWELL, T.L., SWINFORD, J.M., 1986. Attempts at Improving Irrigation Water Quality in Northern Zululand. Proceedings of the Annual Congress of the South African Sugar Technologists, 1986. 60: 168-171. South African Sugar Assoc. Exp. Sta., Mount Edgecombe 4300, South Africa.
- DOĞAN, L., 1979. Su Kimyası Çalışmalarında Değerlendirme Yöntemleri. DSİ Gen. Müd. DSİ Basım ve Foto-Film İşl. Müd. Matbaası, Ankara.
- DÜZGÜNEŞ, O., 1975. İstatistik Metodları. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. no : 578. A.Ü. Basımevi, Ankara.
- ERGENE, A., 1982. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk üniv. Ziraat Fak. Yay. No : 297. (3. Baskı), Atatürk Üniv. Basımevi, Erzurum.
- ERTAŞ, M.R., 1979. Konya Ovası Sulama Şebekesi Sulama Rehberi. Topraksu Araşt. Enst. Böl. Müd. Yay. No : 60, Konya.
- GAMSIZ, E., AĞACIK, G., 1981. Su ve Analiz Metodları. DSİ Gen. Müd., DSİ Basım ve Foto-Film İşl. Müd. Matbaası, Ankara.
- GEORGE, P.R., 1985. Water Quality for Irrigation. *Journal of Agriculture*, 1985, 26: 2, 43-46. Western Australia.
- HOFFMANN, G.J., PRICHARD, T.L., MASS, E.V., MEYER, J.L., 1986. Irrigation Water Quality Options for Corn on Saline, Organic Soils. *Irrigation Sci.*, 1986, 7:4, 265-277. Water Management Res. Lab. USDA/ARS, 2021 S. Peach Avenue, FRESNO, CA 93727, USA.
- JEGANATHAN, N., PAIN, A., 1982. Studies on Salinity and Sodicity of the Rice Growing Grumusols of Murunkan. *Tropical-Agriculturist* 1982, 138, 117-124. Reg. Res. Cent. Kilinochchi, Sri Lanka.
- KACAR, B., 1984. Bitki Besleme. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No : 899. (2. Baskı), Ankara.
- KOVANCI, İ., 1979. İç Ege Sulama Sularının Bitki Beslenmesi Açısından Kimi Nitelikleri ve Kimyasal İçerikleri Üzerinde Bir Araştırma. E.Ü. Zi-

raat Fak. yay. no : 364, İzmir.

- LAL, R., LAL, P., 1990. Effect of Irrigation Water Quality an NPK Fertilizers on Nutrient Uptake by Wheat. *Agrokemia-es Talajtan*, 1990, 39 : 1-2, 67-73. Department of Soil Sci. and Agricultural Chemistry, Agricultural Research Station, Durgapura, India.
- MENG, Z., YU, R., WANG, Z., 1984. Effect of Alkaline Ground Water of Low Salinity on Soil Alkalization, *Inst. of Soil Sci., Acta Pedologica*, 1984, 21: 1, 79-86. Academia Sinica, Nanjiang, China.
- MUNSUZ, N., UNVER, İ., 1983. Türkiye Suları. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No : 822, Ankara.
- NICHOLAICHUK, W., LEYSHON, A.J., JAME, Y.W., CAMPBELL, C.A., 1988. Boron and Salinity Survey of Irrigation Projects and the Boron Adsorption Characteristics of Some Saskactchewan Soils. *Canadian Journal of Soil Sci.* 1988, 68 : 1, 77-90. Nat. Hydrol. res. Inst., 11 Innovation Blvd., Saskatoon, Saskatchewan S 7 N 3 HS, Canada.
- ORUÇ, N., SAĞLAM, T., 1979. Toprak Kimyası Tatbikat Notları. Atatürk Univ. Ziraat Fak., Erzurum.
- PATTEN, K., NEUENDORFF, E., NİMR, G., HABY, V., WRIGHT, G., 1989. Cultural Practies to Reduce Salinity/Sodium Damage of Rab-biteye Blueberry Plants. *Texas Agricultural Exp. Sta., Overton Tx* 75684, USA.
- SAATÇI, F., 1967. İzmir, Manisa, Aydın ve Muğla Bölgelerinde Sulamada Kul-lanılan Artezyen, Kuyu ve Bazı Nehir Sularının Sulama Yönünden Kaliteleri Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fak. yay. No : 139, İzmir.
- SAATÇI, F., TUNCAY, H., ALTINBAŞ, Ü., 1973. İzmir İli Balçova Bölgesinde Sulamada Kullanılan Bazı Kuyu, Artezyen, Kaynak ve dere Sularının Sulama Yönünden Kalitelerinin Tesbiti Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fak. Yay. No : 197, İzmir.
- TEKELİ, S., ERGÜN, N.S., 1985. Çumra Sulama Havzasında En Uygun Ürün Bileşimi. MPM Yay. No : 326. MPM Tarım Şubesi, Ankara.

- THORNE, D.W., PETERSON, H.B., 1954. Irrigated Soils. (Their Fertility and Management). Second Edition. New York the Blakistan Company, Inc., Toronto.
- T.C. RESMİ GAZETE, 1991. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği. Devlet Bakanlığında Tebliğler, 7-Ocak-1991, Ankara.
- USLU, O., TÜRKAN, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü T.C. Başbakanlık Çevre Gen. Müd. Yay. Eğitim Dizisi-1, Ankara.
- WATTS, R.L., WATTS, G.S., 1940. The Vegetable Growing Business. Published for the United States Armed Forces Inst., By Orange Judd Publishing Company, Inc., Nadison, Wisconsin.
- WITT, H.H., 1986. Effect of Irrigation Water Quality on Pot Azaleas. Deutscher Gartenbau, 1986, 40: 44, 2066-2069. Lehr-und Versucheanstalt für Gartenbau der Landwirtschaftskammer Weser. Ems. 2903 Bad Zwischenahn, German Federal Republic.
- YURTSEVER, E., GÜNGÖR, Y., 1989. Değişik Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının Toprak Tuzlulaşmasına Etkisi. TÜBİTAK Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi. Cilt : 14, Sayı : 4, 1990, Ankara.
- YURTSEVER, E., SÖNMEZ, B., 1992. Sulama Sularının Değerlendirilmesi. T.K.B. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Müd. Gen. Yay. No: 181, Teknik Yay. No : T-63, Ankara.