

**DAMITIK VEYA HERHANGİ BİR SUDAN, BELİRLİ
KALİTEDE BİR SUYUN HAZIRLANMASI İÇİN
YENİ BİR YÖNTEM**

Dr. Metin BAHTİYAR¹

Ö Z E T

Bu çalışmada, Aras (Kiti hidroelektrik Santrali, Ana Kanal-Iğdır) ve Karasu (Karasu Adası, Ana Kanal-Erzincan) Nehirlerinin sularından alınan örnekler, Ziraat Fakültesi şebeke suyu örneği ve damıtık su kullanılmıştır.

- a) *Damıtık sudan; Arzu edilen kalitede bir suyun hazırlanabilmesi (Arzu edilen tuzluluk «EC» ve Sodyum Adsorbsiyon Oranı «SAO» da)*
- b) *Şebeke suyundan da; Aras ve Karasu Nehir sularının kalitesine benzer suların, hazırlanabilmesi için çeşitli yollar araştırılmış ve deneysel olarak doğruluğu şaptanmış bulunan yeni bir hesaplama yöntemi geliştirilmiştir.*

Elde edilen sonuçlara göre;

a) Damıtık su kullanılarak, arzu edilen kalitede bir suyun hazırlanmasında;

$ax^2 + bx - c = 0$ gibi bir eşitlik, gayeye en uygun düşmektedir. Burada :

$$a = 2, b = (SAO)^2, \\ c = (SAO)^2 (TT) \text{ dir.}$$

$$(TT) = \frac{EC \cdot 10^6 \cdot 25^\circ C}{100} \text{ (me/l)}$$

$x = Na + (me/l)$ ifade etmektedir.

Bulunan x değeri, bir litre damıtık

(1) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü Asistanı. ERZURUM Dergi Komisyonuna geliş tarihi: 24.1.1974

suya katılması gereken Na miktarını, $(TT) - Na = 2Ca$ değeri de yine aynı suya katılacak Ca miktarını vermektedir.

b) Herhangi bir kalitede su (Şebeke suyu) kullanılarak, daha başka, belli bir kalitede benzer bir suyun (Aras ve Karasu Nehir suyu) hazırlanmasında ise;

$a_1x^2 + b_1x - c_1 = 0$ eşitliği uygun sonuç vermektedir.

Burada :

$a_1 = 2, b_1 = 1, c_1 = (TT)_G \text{ me/l.}$
gerekli total tuz, $x = Na^+ \text{ me/l.}$

$(TT)_G = (EC_{\downarrow} - EC_{B1}) / 100$ olmaktadır.

Burada :

EC_{\downarrow} : İstenilen tuzluluk değeridir ve bellidir.

$EC_{B1} = EC_B + 110 Na_G$ dir.

Burada :

EC_B : Kullanılan suyun tuzluluk değeridir ve bellidir.

$Na_G = (SAO) \sqrt{(Ca + Mg)_B} / 2 - Na_B$ dir.

Burada :

$(SAO)_{\downarrow}$: İstenilen SAO değeridir ve bellidir.

$(Ca + Mg)_B$ ve Na_B : Kullanılan suyun me/l iyon miktarlarıdır ve bellidir.

Terimlerinin açıklaması yapılan, ikinci derece denklemin çözülmesiyle bulunan X değeri, EC_{B1} ve $(SAO)_{\downarrow}$ kalitesindeki suyun bir litresine katılması gereken (me/l) Na^+ miktarını, $(TT)_G - Na = 2Ca^{++}$ değeri de yine aynı suya katılacak (me/l) Ca^{++} miktarını vermektedir.

Gerek damıtık sudan, gerekse herhangi bir kalitedeki sudan, istenilen kalitede su elde etmek için, bu yollarla bulunan, kullanılması gerekli Na ve Ca miktarlarını karşılayacak eşdeğer gram tuz miktarlarının da hesaplanmasının gerekli olduğu açıktır.

Bu yöntemlerle hazırlanan benzer suların, ayrı ayrı deneysel olarak kontrolleri yapılmış ve yöntemin doğru olduğu, beklenen gayeyi gerçekleştirdiği saptanmıştır.

GİRİŞ

Suda erimiş maddelerin konsantrasyon ve bileşimi, sulama için o suyun kalitesini tayin eder. Sulanan herhangi bir alanda, tuzluluk veya sodiklik durumlarının değerlendirilmesinde olduğu gibi, laboratuvar çalışmalarında da, bilhas-

sa toprakların fiziksel ve hidrolojik özelliklerinin belirlenmesinde, kullanılan suyun kalitesi çok önemli bir faktör olarak kendini göstermektedir.

Uzun vadede, taban suyuna sahip topraklarda, Tabansuyu-Top-

rak, tabansuyu bulunmayan sulanan alanlarda da, Sulama suyu-Toprak arasında dinamik bir denge meydana gelmektedir. Diğer bir ifadeyle, tabansuyu ve sulama suyunun kalitesi, temasta bulunduğu toprağın özelliklerini kendi yönünde etkilemektedir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Bu itibarla, laboratuarda yapılacak toprak araştırma sonuçlarının, arazide yerinde yapılan araştırma sonuçlarına yaklaşımını sağlamak bakımından, herşeyden önce laboratuvar araştırma koşullarının mümkün olduğu kadar doğal koşullara benzetilmesi gerekmektedir. Aksi halde, elde edilecek sonuçların pratikteki geçerliliği daima tartışma konusu olacaktır (Wolkewitz, 1964).

Laboratuarda yapılan hidrolik kondaktivite, permeabilite, agregat stabilitesi (Islak Eleme), gözenek iriliği dağılımı, strüktürel fraksinyasyon gibi, vasıta olarak suyun kullanıldığı daha birçok, toprağın fiziksel ve hidrolojik özelliklerini belirleme çalışmalarında, toprakların, etkileri altında buldukları suların özelliklerine benzer sular hazırlanıp kullanılarak analiz edilmeleri, gerçeği yansıtmak için kaçınılmaz bir zorunluluktur. Çünkü, toprak strüktürü ve buna bağlı olarak bütün fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri üzerine, farklı kalitelere sahip suların etkileri de farklı farklı olmaktadır (Janert, 1964; Hartge, 1966; Hartge, 1967).

Sulama suyunun kalitesini tayin eden faktörlerin başında, suyun tuzluluğu (EC) ve ahtiva ettiği, toprağı bozucu ve düzeltici iyonlarının oranı (SAO) gelmektedir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

İyi kaliteli kabul edilen sulama sularında genellikle Bor ve benzeri toksik elementlerle, karbonat ve bikarbonat iyonları çok düşük hatta eser seviyelerde bulunduğundan, esas kaliteyi tayin eden faktörler EC ve SAO olmaktadır.

Cinsi ve miktarı ne olursa olsun, sularla getirilen fazla tuzların kısa zamanda toprağı floküle ettiği, öte yandan tuzların yıkanmasını takiben, Na'un toprağın fiziksel özelliklerini bozduğu, Ca ve Mg un ise düzelttiği bilinen bir gerçektir (Fireman ve Reeve, 1948; Kelley, 1951; U.S. Salinity Lab. Staff, 1954; Wolkewitz, 1960; Fiedler ve Reissig, 1964).

Somut bir örnek olarak, arazide tabansuyu seviyesinin altındaki bir toprak tabakasının hidrolik kondaktivitesi tayin edilmiş olsun. Arazi ve laboratuvar yöntemlerinin karşılaştırılması söz konusu olduğu hallerde, aynı toprak tabakasından alınmış bozulmamış toprak örneklerinin de laboratuvar da hidrolik kondaktiviteleri tayin edilmek istendiğinde, hatayı önlemek için, perkolasyon maddesi olarak kullanılacak suyun, elbet ki arazide kullanılan suyun (Tabansuyu) aynısı veya benzeri olması gerekmektedir. Yoksa sonuç-

lar arasında hiçbir zaman değil benzerlik, bir yaklaşım dahi beklenemez.

Sulama suyunun kalitesiyle ilgili olarak, toprağa etkileri bakımından, önemli olan tuzluluk, suyun ihtiva ettiği çözünmüş total katyonlardan ileri gelmekte ve

elektriki kondaktivite (EC) ile ölçülmektedir. Sodyum adsorbsiyon oranı (SAO) ise, Na'un diğer iyonlar (Ca + Mg.) karşısında adsorbe edilebilme imkânını vermektedir. Bu hususla ilgili geniş bilgi, U.S. Salinity Lab. Staff (1954)'de mevcuttur.

MATERYAL VE YÖNTEM

A — Materyal

Bu çalışmada, Erzincan Karasu Adası ana sulama kanalından alınmış Karasu Nehri suyu, Iğdır Kiti Hidroelektrik Santrali çıkışı ana sulama kanalından alınmış Aras Nehri suyu, Ata. Üni. Ziraat Fakültesi şebeke suyu ve damıtık su kullanılmıştır.

Şebeke suyu ve damıtık sudan, Karasu ve Aras Nehir sula-

rına benzer su hazırlamak için, Na kaynağı olarak NaCl, Ca ve Mg kaynağı olarak da, CaCl₂ tuzları öngörülmüştür. Bununla beraber, benzetilecek orijinal suyun anyonları da biliniyorsa, hazırlanacak suya, SO₄ ve HCO₃ tuzları da katılabilir. Örneğin : CaSO₄, NaHCO₃, Ca (HCO₃)₂ gibi.

Araştırma konusu sulara ait analiz sonuçları cetvel 1'de verilmiştir.

Cetvel : 1. Aras ve Karasu Nehir Sularıyla, şebeke suyunun bazı özellikleri.

Sular	EC.10 ⁶ µmhos/cm	pH	Ca + Mg me/1	Na me/1	K me/1	SAO	SO ₄ me/1	Cl me/1	HCO ₃ me/1	CO ₃ me/1
Aras Nehri	557,32	7,60	4,068	3,144	0,256	2,20	—	—	—	—
Karasu Neh.	437,32	7,50	3,164	1,710	0,077	1,36	1,47	2,54	0,75	0,0
Şebeke S.	96,28	7,15	0,904	0,200	0,047	0,30	0,56	0,60	0,0	0,0

B — Yöntemler

a) Analiz yöntemleri

Söz konusu yerlerden usulüne uygun olarak alınan su örnek-

leri üzerinde aşağıdaki analizler yapılmıştır:

1) Tuzluluk (Elektriki Kondaktivite, EC) :

U.S. Salinity Lab. Staff (1954)'in 72 numaralı yöntemine göre, direkt göstergeli «Wheatstone Bridge» aletiyle belirlenmiştir.

2) Suda çözünebilir katyonlar :

Ca + Mg, aynı yazarın 7 numaralı yöntemine göre, «Verse-nat» kullanılarak titrasyonla, Na ve K ise, 10a ve 11a numaralı yöntemlerine göre, Dr. B. Lange model «Alev Fotometresiyle» bulunmuşlardır.

b) Hesaplama kullanılan eşitlikler :

1) Sodyum adsorbsiyon oranı (SAO) :

U.S. Salinity Lab. Staff (1954)'e göre Gapon (1933), şularda total katyon konsantrasyonunun toprağa etkisi dikkate alınarak, çözünebilir bir değerli katyonun molar konsantrasyonu, çözünebilir iki değerli katyonun molar konsantrasyonunun kare köküne bölündüğünde, toprakta mevcut değişebilir bir değerli katyonun değişebilir iki değerli Katyona oranı ile doğrusal bir ilginin elde edildiğini bildirmiş, çözünebilir katyonların oranı ile ilgili olarak aşağıdaki eşitliği vermiştir :

$SAO = \frac{Na}{\sqrt{Ca+Mg/2}}$ (İyon birimleri me/1'dir.).

2) Yaklaşık total tuzluluk (TT, me/1) :

Su analizlerinin değerlendirilmesinde pekçok yollar vardır.

Elektriki kondaktivitenin «Mikromhos/cm» değeri, katyonların «Miliekivalan/litre» değerine bölünmesiyle elde edilecek oran çoğu sular için ortalama 100 değerini vermektedir. Bu oran, Ca ve Mg bakımından zengin HCO₃ veya SO₄'lu sular için, 80 kadar düşük ve Na bakımından zengin Cl'lu sular için de 110 kadar yüksek olabilmektedir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

$$\text{Yani : } \frac{EC \cdot 10^6 \cdot 25^\circ C}{100; 80 \text{ veya } 110} = (TT) \\ = Na + (Ca+Mg) \text{ me/1. dir.}$$

Bu çalışmada, söz konusu oranın 100, ancak sadece Na tuzu kullanılması halinde, 110 olduğu kabul edilmiştir.

c) Belli kalitede su hazırlamak için matematiksel yeni yöntem :

1) Damıtık su kullanılarak istenilen kalitede bir suyun hazırlanması : (Yazar Tarafından Geliştirilmiştir).

$$SAO = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad (1) \text{ ve}$$

$$\frac{EC \cdot 10^6 \cdot 25^\circ C}{100} = (TT) \text{ me/1} \quad (2)$$

Bir numaralı eşitlik Na'a göre düzenlenip kare kökten kurtarılarak, (Na)² = (SAO)² (Ca+Mg/2) elde edilir. (3)

Sulama suyunun kalitesinin toprak üzerine etkisi, Na ve Ca + Mg dan ileri gelmektedir. Öte yandan K hemen her zaman su-

lama sularında çok az hatta diğer katyonlara oranla ihmal edilebilecek miktarlarda bulunduğundan, sözkonusu iyonlar sulama suyunun total tuzluluğunu da meydana getirmektedirler. Toprağa etkileri bakımından, Ca ve Mg'yi özellikleri taşıdıklarından, hesaplamalarda Mg'ün yerine Ca'ü kullanmak mümkün gözükmektedir. Bu kabullenmeye göre (2) numaralı eşitlikten;

$$(EC. 10^{\circ} 25^{\circ}C) / 100 = (TT) = Na + 2Ca \text{ elde edilir. (4).}$$

Ve (3) numaralı denklem ise;

$$(Na)^2 = (SAO)^2 \cdot Ca \text{ şeklinde alır. (5).}$$

Böylece Na ve Ca gibi iki bilinmeyene karşılık, iki tane de denklem elde edilmiş olmaktadır. (4) ve (5) numaralı denklemler. (4) Numaralı eşitlik Ca' a göre düzenlenerek;

$Ca = (TT - Na) / 2$ bulunur. (6). Bu değer (5) numaralı eşitlikte yerine konularsa;

$$(Na)^2 = (SAO)^2 \cdot Ca \longrightarrow$$

$$(Na)^2 = (SAO)^2 (TT - Na) / 2 \longrightarrow$$

$$(Na)^2 = (SAO)^2 (TT/2 - Na/2) =$$

$$(SAO)^2 (TT/2) - (SAO)^2 (Na/2)$$

düzenlenerek;

$$(Na)^2 + \frac{(SAO)^2}{2} (Na) - \frac{(TT)}{2} (SAO)^2 = 0 \quad (7).$$

gerçek köklü ikinci derece denklemi elde edilir. Denklem, 2 ile çarpılarak;

$$2 (Na)^2 + (SAO)^2 Na - (SAO)^2 (TT) = 0 \quad (7a) \text{ şekline de getirilebilir.}$$

Bulunan artı işaretli kök, gerekli Na miktarını vermektedir. Bu değer (4) numaralı eşitlikte yerine konularak, ihtiyaç olan 2Ca Miktar Na ve Ca'ü sağlayacak eki bu Na ve Ca miktarları, damıtık suyun bir litresine katılması gereken «me» cinsinden element miktarını ifade etmektedir. Bu bakımdan, hesapla bulunmuş olan miktar Na ve Ca'ü sağlayacak eki valan tuz miktarının ayrıca hesap edilmesi gereklidir.

2) Kalitesi bilinen herhangi bir su kullanılarak, istenilen kalitede başka bir suyun hazırlanması :

(Yazar Tarafından Geliştirilmiştir)

İzlenecek yol, damıtık su kullanılması haline genel olarak benzemekte ise de, yararlanılan su belli bir $(SAO)_B$ ve $(EC)_B$ değerine sahip olduğundan, hesaplamaların iki aşamada yapılması zorunlu görülmektedir.

a) Evvela, belli bir $(SAO)_B$ değerindeki suya ne kadar Na_C ilave etmelidir ki, istenilen $(SAO)_I$ değeri elde edilebilsin?

Bunun için; (1) numaralı eşitlikten yararlanarak,

$$(SAO)_I = (Na_B + Na_C) / \sqrt{(Ca + Mg)_B / 2} \quad (8) \text{ eşitliğini yazmak mümkündür.}$$

Burada :

$(SAO)_I$: İstenilen SAO_I değeri-
ridir ve bilinendir,

Na_G : İlavesi gereken (me/
1) Na miktarıdır.

Na_B ve

$(Ca+Mg)_B$: Bilinen (me/1) iyon
miktarlarıdır.

(8) Numaralı eşitlik, Na_G 'ye göre
düzenlenerek,

$Na_G = (SAO)_I \sqrt{(Ca+Mg)_B/2} -$
 Na_B (9) eşitliği elde edilir ve kul-
lanılacak suya ilavesi gerekli (me/
1) Na_G miktarı bulunabilir.

b) Kullanılacak suya (9) nu-
maralı eşitlik yardımıyla bulunan
miktar Na_G katıldığında, herne
kadar $(SAO)_I$ değeri ayarlanmış
olursa da, bu aşamada $(EC)_B$ de-
ğerini istenilen seviyeye çıkarmak
mümkün olmamaktadır. Bu ba-
kımından, $(SAO)_I$ değerini bozma-
dan, Na_G ilavesiyle yeni teşekkül
eden $(EC)_{B1}$ değerini de, istenilen
 $(EC)_I$ değerine çıkarmak gerek-
mektedir.

Başlangıçta, kullanılan suyun
belli bir $(EC)_B$ değeri vardı. Ancak
işlemin birinci aşamasında isteni-
len $(SAO)_I$ değerini elde etmek
için bu suya belli miktar Na_G
ilave edilmiş ve $(EC)_B$ değeri,
 $(EC)_{B1}$ gibi bir seviyeye çıkmıştır.
Bu yeni durumdaki $(EC)_{B1}$ de-
ğerinin belirlenmesi gelecek işlemler
bakımından kaçınılmaz bir zor-
unluluktur.

$(EC)_{B1}$ değerini, deneysel ve
matematiksel olmak üzere iki ay-

rı yöntemle saptamak mümkün-
dür.

I — Deneysel yöntem :

Mevcut suya istenilen $(SAO)_I$ 'nı
elde etmek için gerekli Na_G veril-
dikten sonra, bu suyun $(EC)_{B1}$
değerinin doğrudan doğruya alet
yardımıyla tayin ve tespit edilme-
sidir.

II — Matematiksel yöntem :

$(EC)_{B1} = (EC)_B + 110 \cdot Na_G$
(10) denkleminde $(EC)_{B1}$ değeri hesaplanabilir.

$(EC)_{B1} = (EC)_B + 110 \cdot Na_G$
(10) denkleminde elde edilir.

İşlemin bu aşamasında, sadece Na
tuzu sözkonusu olduğundan, kat-
sayı 110 alınmıştır (U.S. Salinity
Lab. Staff, 1954).

İstenilen $(SAO)_I$ değerine ayar-
lanmış olan bu suyun, bu değerini
bozmadan, tuzluluğunun da $(EC)_I$
değerine çıkarılması için,

$$(11) \frac{(EC)_I - (EC)_{B1}}{100} = (TT)_G$$

kadar bir tuz ilavesi gereklidir.

Ancak ilave edilecek bu $(TT)_G$
miktar tuzun, bir o kadar kısmı
 Na 'lu ve bir okadar kısmı da
 Ca 'lu tuz olmalıdır ki, daha önce
ayarlanmış olan $(SAO)_I$ değeri
değişmesin. Bu da ancak, sözkonu-
su $(TT)_G$ miktar tuzun, $SAO = 1$
değerini verecek şekilde bölünme-
siyle mümkün görülmektedir. Bu
maksatla, (7) numaralı denklemden
yararlanılır.

$(TT)_G$ miktar tuz, $SAO = 1$ ola-
cak biçimde Na 'lu ve Ca 'lu tuza
bölüneceğinden, (7) numaralı

denkleme deęerleri yerine konularak;

$$(Na)^2 + (1/2) (Na) - (1/2) (TT)_G = 0 \text{ veya}$$

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

A — Damıtık su kullanılarak, SAO = 8, EC = 2000 mikromhos/cm olan bir su nasıl hazırlanır?

(2) numaralı eşitlikten, $(TT)_1 = (EC \cdot 10^6) / 100 = 2000 / 100 = 20$ me/1 bulunur. (7a) numaralı denkleme verilenler yerine konularak;

$$2 (Na)^2 + (SAO)^2 (Na) - (SAO)^2 (TT) = 0$$

$2 (Na)^2 + 64 \cdot Na - 64 \cdot 20 = 0$ olur. Bütün terimleri 2'ye bölerek,

$$(Na)^2 + 32 \cdot Na - 640 = 0 \text{ elde edilir.}$$

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

dan, $Na = \frac{-32 + \sqrt{1024 + 2560}}{2} = \frac{-32 + 59,867}{2} = 27,867/2 = 13,9335$ me/1 Na,

(4) Numaralı eşitlikten de, $2Ca = (TT)_f - Na \longrightarrow$

$$2Ca = 20,0000 - 13,9335 = 6,0665 \text{ me/1. Ca bulunur.}$$

Na için :

1 me Na 58,5 mgr NaCl ederse,

13,9335 «..... X Mgr NaCl eder. $X = 815,11$ mgr/1 NaCl,

$2(Na)^2 + Na - (TT)_G = 0$ (12) nihai eşitliği elde edilmiş olur.

Denklemin çözümüyle bulunan Na değeri, (4) numaralı eşitlikte yerine konularak, ihtiyaç olan 2Ca miktarı tespit edilir.

Ca için :

1 me Ca 55,5 mgr CaCl₂ ederse,

6,0665 «..... X mgr NaCl₂ eder. $X = 336,69$ mgr/1 CaCl₂, tuzları damıtık suda eritilip, bir litreye tamamlanmalıdır.

Tartışma :

a) SAO'nun kontrolü : (1) numaralı eşitlikten;

$$SAO = \frac{Na}{\sqrt{Ca + Mg/2}} = 13,9335 / \sqrt{6,0665/2} = 13,9335 / 1,74168 = SAO = 8 \text{ bulunur. Şu halde, ilave edilen tuzlarla istenilen SAO değeri elde edilmiştir.}$$

b) EC'nin kontrolü :

Deney :

$$k = 0,923 \text{ (Cell konstant)}$$

$$EC_t = 1,96 \cdot 1000 = 1960 \text{ mikromhos/cm}$$

$$t = 24^\circ C, EC_{25} = EC_t \cdot f_t = 1960 \cdot 1,020 = \mathbf{1999,2} \text{ mikromhos/cm.}$$

$$f_t = 1,020 \text{ (Sıcaklık düzeltme faktörü)}$$

Yaklaşık 2000 mikromhos/cm lik istenilen tuzluluk değeri elde edilmiş olur.

B — Şebeke suyu kullanılarak, $SAO_I = 2,2$, $EC = 557,32$ mikromhos/cm. olan Aras Nehri suyuna benzer bir su nasıl hazırlanır?

Cetvel 1'de verilmiş bulunan, şebeke suyunun kalitesine ait bazı değerlerden faydalanılmaktadır.

Bilinen bu değerler şunlardır :

$NA_B = 0,2$ me/1, $(Ca + Mg)_B = 0,904$ me/1, $EC_B = 96,28$ mikromhos/cm. dir.

(8) Numaralı eşitlikte yerine konularak; $2,2 = (0,2 + Na_G) / \sqrt{0,904/2}$ elde edilir. Ve çözümlenir, $Na_G = 1,2828$ me/1 bulunur.

Eşdeğer tuz miktarı; $(1,2828)(58,5) = 75,044$ mgr/1 NaCl eder.

Şebeke suyuna bu kadar NaCl ilave edildiğinde hernekadar $(SAO)_I$ ayarlanmış olursa da, bu muameleyle $(EC)_I$ değerini istenilen seviyeye çıkarmak mümkün olmamaktadır. Deneyle bu suyun $(EC)_{B1}$ değerinin 239,40 mikromhos/cm'ye yükseldiği bulunmuştur.

Deney :

$$k = 0,923, EC_t = 2,25 \cdot 100 = 225 \text{ mikromhos/cm,}$$

$$t = 22^\circ C,$$

$$f_t = 1,064, EC_{25} = EC_t \cdot f_t = 239,40 \text{ mikromhos/cm.}$$

Matematiksel olarak da; (10) numaralı eşitliğe göre,

$$(EC)_{B1} = 96,28 + 110 \cdot 1,2828 = 237,39 \text{ mikromhos/cm'dir.}$$

Şu halde, $(SAO)_I$ değerini bozmadan bu suyu $(EC)_I$ tuzluluk değerine çıkaracak bir miktar tuza daha ihtiyaç vardır. $(TT)_G$.

(11) numaralı eşitliğe göre;

$$(TT)_G = (EC_I - EC_{B1}) / 100 = (557,32 - 239,40) / 100 = 3,1792 \text{ me/1 tuz gerekli olur.}$$

Bu miktar tuzun ne kadarı Na'lu ne kadarı Ca'lu olmalıdır? Değerler (12) numaralı denklemde yerine konularak;

$$2(Na)^2 + Na - (TT)_G = 0 \longrightarrow$$

$$2(Na)^2 + Na - 3,1792 = 0 \text{ elde edilir.}$$

$$Na = (-1 + \sqrt{1 + 25,43}) / 4 = 1,035 \text{ me/1 Na bulunur.}$$

Bu değer (4) numaralı eşitlikte yerine konularak; $2Ca = 2,1442$ me/1 Ca bulunur.

Böylece şebeke suyunun litresine, SAO değerini ayarlamak için, 1,2828 me, EC değerini ayarlamak için de 1,035 me, toplam olarak 2,3178 me Na ve 2,1442 me'da Ca, yani 135,59 mgr/1 NaCl ve 119,00 mgr/1 CaCl₂ tuzu verilmiş olmaktadır.

Tartışma :

a) SAO'nun kontrolü : (1) numaralı eşitlikten;

$$SAO = 1,035 / \sqrt{2,1442/2} = 1,035 / 1,0353 = 1 \text{ bulunur. ve doğrudur. İlâve tuzlarla (SAO)_I değeri bozulmamıştır.}$$

Öte yandan, ilave edilen tüm tuzlar dikkate alınarak;

$SAO = 2,3178 / \sqrt{2,1442/2} = 2,3178/1,354 = 2,23$ çıkar. % 3'lük bir hata ile, benzetilmek istenen suyun SAO'ı elde edilmiş olmaktadır.

b) EC'nin kontrolü :

Deney :

$EC_t = 5,47 \cdot 100 = 547$ mikromhos/cm,

$t = 24^\circ C$

$f_t = ,1,020$

$EC_{25} = EC_t \cdot f_t = 557,94$ mikromhos/cm ile orijinal suyun tuzluluk değeri çıkarılabilmiş olmaktadır.

Cetvel 1 'de verilen değerlerden yararlanarak, şebeke suyundan, Karasu Nehri Suyuna benzer bir su hazırlamak için de aynı yol izlenir. Toplam olarak hangi tuzdan ne kadar katılması gerektiğini bulunuz.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine neue Rechnungsmethode zur Vorbereitung eines Wassers mit bestimmter Qualitaet, aus destilliertem oder irgendeinem Wasser

In dieser Arbeit wurden die Wasserproben aus dem Fluss ARAS (Bei dem Hydroelektrizitaetswerk K i t i, aus Hauptkanal - in Iğdır/Türkei) und KARASU (Auf dem Karasu-Insel, aus Hauptkanal - in Erzincan/Türkei), die Trinkwasserprobe der landwirtschaftlichen Fakultät der Uni. und destilliertes Wasser verwendet.

a) Um ein Wasser mit gewünschter Qualitaet (gewünschte elektrische Leitfaehigkeit «EC», und Natrium Adsorbtiions Verhaeltnis «SAO») aus dem destillierten Wasser und,

b) ein aehnliches Wasser mit Qualitaet des Wassers von Karasu - und Aras - Flüssen, aus der Trinkwasserprobe vorbereitet werden zu können, wurden verschie-

dene Untersuchungen durchgeföhrt und eine neue Rechnungsmethode, deren Richtigkeit experimentell festgestellt ist, entwickelt.

Nach den erhaltenen Ergebnissen;

a) Bei der Vorbereitung eines Wassers mit bestimmter Qualitaet aus dem destillierten Wasser gilt folgende Gleichung :

$$aX^2 + bX - c = 0$$

Hierbei lautet :

$$a = 2, b = (SAO)^2 \longrightarrow$$

$$SAO = Na / \sqrt{Ca + Mg/2},$$

$$X = Na \text{ me/1.}$$

$$c = (SAO)^2 (TT) \longrightarrow$$

$$TT = EC \cdot 10^6 \cdot 25^\circ C / 100$$

$$\text{me/1. totale Salzigkeit.}$$

(U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Der mit der Lösung der oben genannten Gleichung gefundene Wert «X» gibt die Na Menge und

auch der Wert $(TT) - Na = Ca + Mg = 2Ca$ die Ca Menge, die in ein Liter destillierten Wassers hinzugegeben werden müssen. Da die Einflüsse des Ca und Mg auf den Boden gleich sind, wurde bei den Rechnungen statt $(Ca + Mg)$ nur $2Ca$ angenommen.

b) Bei der Vorbereitung eines ähnlichen Wassers, mit bestimmter Qualitaet (ZB : den Wassern von Karasu - und Aras - Flüssen) aus einem Wasser, das eine noch andere bestimmte Qualitaet hat, gilt aber folgende Gleichung :

$$a_1 X^2 + b_1 X - c_1 = 0$$

Dabei ist;

$$a_1 = 2, \quad b_1 = 1, \quad c_1 = (TT)_G \text{ me/l erforderliche gesamt Salzmenge.}$$

$$X = Na \text{ me/l.}$$

$$(TT)_G = (EC_I - EC_{B1}) / 100 \text{ darin ist aber;}$$

EC_I = gewünschter Salzgehalt und bestimmt.

$$EC_{B1} = EC_B + 110.Na_G \longrightarrow \text{darin ist;}$$

EC_B = der Salzgehalt des verwendeten Wassers und auch bestimmt.

$$Na_G = (SAO_I \sqrt{(Ca + Mg)_B} / 2) - Na_B \text{ auch dabei ist;}$$

$(SAO)_I$ = gewünschter SAO Wert und auch bestimmt,

$(Ca + Mg)_B$ und Na_B = Kationengehalt des verwendeten Wassers und auch bestimmt. me/l.

Der mit der Lösung der oben erklarten Exponentialfunktion gefundene «X» Wert gibt die Na Menge und auch der Wert $2Ca = TT_G - Na$ die Ca «aber eigentlich $(Ca + Mg)$ » Menge, die in ein Liter - Wasser mit der EC_{B1} und $(SAO)_I$ Qualitaet hinzugegeben werden müssen.

Mit diesen alle gerechneten Ca und Na Anzahlen ist es offenbar erforderlich, nebenbei auch die nötige gleichwertige Salzmenge (mgr/l) zu rechnen.

Einzelnen wurden die mit diesen Methoden vorbereitenden Wasser experimentell kontrolliert und festgestellt, dass sie richtig sind.

LITERATÜR LİSTESİ

- Fiedler, H. J. ve H. Reissig, 1964, Lehrbuch der Bodenkunde, VEB. Gustav Fischer Verlag, Jena, DDR., S : 311-326.
- Fireman, M. ve R. C. Reeve, 1948, Some Characteristics of Saline and Alkali Soils in Gem County, Idaho, USA. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol : 13, S : 494-498.
- Hartge, K. H., 1966, 1. c. 4, 7, S : 155-163, BRD.
- Hartge, K. H., 1967, Der Zusammenhang zwischen Luft-wasserpermeabilitaet in Bodenproben. Zeitschrift für Pflanzenernaehung und Bodenkunde, Bd : 117, H : 2, S : 97-107, BRD.
- Janert, H., 1964, Probleme der Re-kultuvierung versumpfter und versalzter Böden der ariden Gebiete. Trans. 8. Int. Cong. of Soil Sci. S : 909-920, Bucharest, Romania.
- Kelley, W. P., 1951, Alkali Soils, their Formation, Properties and Reclamation. Reinhold Pub. Corp., New-York, USA.
- U.S. Salinity Lab. Staff, 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agric. Handbook No : 60, USA.
- Wolkewitz, H., 1960, Untersuchungen über die Auswirkung der Kationenbelegung auf die physikalischen Eigenschaften eines Mineralsbodens. Zeitschrift für Kulturtechnik, 1, S : 162-179, BRD.
- Wolkewitz, H., 1964, Die physikalische Eigenschaften von Böden, ihre methodische Erfassung und ihre Veraenderung durch verschiedene Faktoren, dargestellt an Modellsubstanzen. Habilitationsschrift, an der Technischen Universitaet, West Berlin.