

Tokat-Kazova Topraklarının Alkalileşme Durumunun Belirlenmesi*

Kadir SALTALI

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Tokat-TÜRKİYE

M. Rifat DERİCİ

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Adana-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 08.09.1997

Özet: Bu araştırma, Kazova topraklarının alkalilik durumunu ve toprakların alkalileşmeye karşı eğiliminin bir göstergesi olan Gapon Katsayısını (Kg) belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, toplam yirmi dört adet profil incelenmiş olup, incelenen bu profillerde 0-15 cm'de (A3 nolu profil hariç) alkalilik sorunu yoktur. Ancak, 15-30 cm'de üç, 30-60 cm'de on iki, 60-90 cm'de on bir ve 90-120 cm'de ise altı profile alkalilik sorunu mevcuttur. Toprak katmanlarının ESP değerleri, 30-60 cm'de en yüksek olup, bunu sırasıyla 60-90 > 90-120 > 15-30 > 0-15 cm'lik katmanlar izlemektedir. Deneysel olarak bulunan ESR-SAR değerlerinden hesaplanan Gapon Katsayısı (Kg), 0.0041 - 0.0264 arasında değişmektedir. En yüksek değer (0.0264) 30-60cm'de, en küçük değer (0.0041) ise 0-15 cm'lik katmanda bulunmuştur. Profillerin her katmanı için hesaplanan Kg değerleri, 1994 yılına göre 1995 yılında daha yüksek çıkmıştır. Bu durum da topraklarda alkalileşmenin bir göstergesidir. Bozulmuş toprak örneklerinde yapılan hidrolik iletkenlik testleri, 30-60 cm'de çok düşüktür. Bu katmanda hidrolik iletkenliğin düşük olması, muhtemelen killerin dispersiyonundan kaynaklanmaktadır.

Determination of the Alkalinity of Tokat-Kazova Soils

Abstract: This research was conducted in order to determine the alkalinity of soils in Kazova and the Kg values which are an indicator of alkalinity. Twenty-four soil profiles were studied for this purpose. None of these profiles exhibited any alkalinity problem for 0-15 cm soil depths (except profile A₃). However, 3 profiles exhibited an alkalinity problem for 15-30 cm, 12 profiles for 30-60 cm, 11 profiles for 60-90 cm, and 6 profiles for 90-120 cm depths. The ESP values calculated for 30-60 cm were highest, followed by those for 60-90, 90-120, 15-30, 0-15 cm in decreasing order. The Gapon Coefficient (Kg), calculated from the experimental ESR - SAR values, varied between 0.0041 and 0.0264. The highest value (0.0264) was found at 30-60 cm, and the lowest value (0.0041) was found at 0-15 cm depths. The average Kg value of every layer of the profiles calculated for 1995 was higher than that for 1994, indicating a general increase in alkalinity of the study area soils.

Hydraulic conductivity values, measured with disturbed soil samples, were extremely low at 30-60 cm depths. It was likely that the dispersion of the clay fraction decreased the hydraulic conductivity of the soils in this zone.

Giriş

Toprak ve su kaynaklarından etkin bir şekilde yararlanılabilmesi için bitki, toprak ve su arasında belirli bir dengenin kurulması gerekir. Bu denge kurulamamışsa ve su toprakta gereğinden fazla ise, bir yandan birim alandan sağlanan ürün miktarında azalma, diğer yandan da toprakta tuzluluk ve alkalilik gibi ıslahı için büyük yatırımların yapılmasını gerektiren çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır(1).

Kurak ve yarı kurak iklimin hakim olduğu ülkelerin en verimli ovalarında önemli bir problem olan ve gerekli tedbirler alınmadığı takdirde sürekli artma eğilimi gösteren tuzluluk ve alkaliliğin önlenmesinde, modern

tarımın gerektirdiği her türlü hizmet ve yatırımın yapılmasına daha fazla önem verilmesi gerektiği bir gerçektir.

Ülkemizde mevcut ovalarımızın alkalilik durumunun ve alkalileşme eğiliminin saptanması bu alanlara yapılacak yatırımlar için temel doneler oluşturacaktır. Bu açıdan sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ve değişebilir sodyum oranı (ESR) arasındaki ilişkinin katsayılarının (Gapon Katsayısı) belirlenmesi, toprakların alkalileşme eğilimi ile ilgili yorum yapılmasını sağlayacaktır.

Değişebilir ve çözünebilir iyonlar arasındaki ilişkiyi araştırmak üzere 1933 yılında Gapon tarafından geliştirilen eşitlik, değişim ve çözelti fazlarında bulunan

* Bu makale doktora tez çalışmasından hazırlanmıştır.

benzer iyonlar arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğunu varsaymaktadır (2). Bu nedenle, Gapon eşitliği topraklarda Na-Ca değişimini tanımlamakta sıkça kullanılmaktadır (3,4,5,6,7). ESR - SAR arasındaki ilişkiden bulunan Kg (Gapon katsayısı), değişim fazındaki Na'un miktarına bağlı olarak değişir (6). Kg'nın SAR değerinin artışı ile yükseldiğini, Frenkel, Alperovitch (8) ve Ağca (2) bildirmektedir.

Konu ile ilgili olarak Mehta ve ark (9) yaptıkları bir çalışmada; Gapon Katsayısının (Kg) ESP (ESR) ile birlikte arttığını saptamışlardır. Ağca (2), ise Harran ovasında bazı yaygın toprak serilerinde yaptığı araştırmada, ESR - SAR arasındaki ilişkiden elde edilen denklemin katsayılarının (Kg) 0.0124 (Gürgelen), 0.0097 (Akçakale), 0.0080 (Cepkenli), 0.0079 (Harran), 0.0076 (Sırrın), 0.0062 (Kıyas) olduğunu saptamıştır. Bu sonuçlara göre, alkaleleşme olasılığının Gürgelen serisinde en fazla, Kıyas serisinde ise en düşük olduğunu bildirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Tokat Kazova yöresi topraklarda ESR-SAR arasındaki ilişkilerin katsayılarını (Gapon katsayısı) saptayarak, topraklarda alkaleleşme olup olmadığını belirlemektir.

Materyal ve Metod

Materyal

Araştırma alanı, Turhal ile Pazar ilçeleri arasında olup genel olarak Ovacık, Çiftlik, Mentese ve Tatlıcak köyleri arazilerini içine alan 1250 hektar arazi, yapılan ön etüdlere Kazovayı en iyi şekilde temsil edebilecek nitelikte olması nedeniyle çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu alan Yeşilirmak vadisi ile ana drenaj kanalı arasında olup, 13 bloktan oluşmaktadır. Bloklar açık drenaj kanalları ile birbirinden ayrılmıştır. Örneklerin alındığı ilk blok, Kaz gölünün kuzey yönünde olup Turhal'a 10 km, son blok ise Pazar'a 4 km'dir. Araştırmada, A ve B hatları boyunca 24 ayrı noktadan, 5 farklı derinlikten 4 defa alınan, 480 adet toprak örneği incelenmiştir.

Metod

Örneklerin Araziden Alınması ve Analiz Metodları

Toprak örnekleri, birbirine dik olarak oluşturulan iki hat boyunca (A ve B hatları) aynı noktalardan 1994-1995

haziran ve ekim aylarında olmak üzere dört kez alınmıştır.

Turhal yönünden başlanarak yaklaşık 500m. aralıklarla yer alan her bloktan 0-15, 15-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm toprak derinliklerinden burğu ile örnekler alınmıştır. Ayrıca Ovacık köyünün batı tarafındaki 6. bloktan, A hattını dik kesen B hattı boyunca 125 m'de bir örnekler alınmıştır. Toprak örneklerinde, hidrolik iletkenlik, tekstür, organik madde, kireç, % tuz, pH, KDK, DK, çözünebilir anyon ve katyonların tayinleri yapılmıştır.

Hidrolik iletkenlik bozulmuş toprak örneklerinde Tüzüner (10)'in bildirdiğine göre, pH saturasyon çamurunda pH metre, toprak bünyesi hidrometre, kireç Scheibler kalsimetresi, organik madde modifiye Walkley-Black, katyon değişim kapasitesi (KDK) sodyum asetat, değişebilir katyonlar ise amonyum asetat metodu ile tayin edilmiştir(10). Suda çözünebilir iyonlardan Na ve K saturasyon çamurundan elde edilen ekstrakta flamefotometrik olarak, Ca + Mg EDTA (Versenat) metodu ile, CO₃ ve HCO₃ titrimetrik olarak tayin edilmiştir (11).

Hesaplamalar

Topraklarda belirlenen KDK ve değişebilir Na değerlerinden değişebilir sodyum oranı (ESR), çözünebilir Na ve Ca+Mg değerlerinden sodyum adsorbsiyon oranı (SAR), aşağıda verilen bağıntılardan hesaplanmıştır (11).
ESR = Na / KDK - Na.

$$SAR = Na / (Ca + Mg / 2)^{1/2}.$$

Hesaplama yoluyla bulunan, ESR ve SAR değerlerine ise regresyon analizi uygulanmıştır. Regresyon analizleri ile belirlenen ESR-SAR ilişkileri aşağıdaki bağıntıda yerine konularak, ESP-SAR ilişkilerine dönüştürülmüştür (3,2).
ESP=(ESRx100)/(1+ESR)

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Araştırma Alanı Topraklarının Özellikleri

Toprakların (0-120 cm toprak derinliğinde) %22.6'si kil, % 25.2'si tın, % 14.8'i killi-tınlı, % 19.1'i kumlu-tınlı, %18.3'nü ise diğer tekstür sınıfları oluşturmaktadır. Toprakların pH'sı 7.53 - 9.55, kireç içeriği % 5.05 - 13.69, organik madde kapsamı % 0.34 - 3.80, katyon

değişim kapasitesi (KDK) 8 - 50 me/100gr, değişebilir sodyum miktarı 0.18 - 8.35 me/100gr arasında değişmektedir. Suda çözünebilir karbonat miktarı 0.0 - 7.19 me/l, bikarbonat miktarı 0.25 - 8.95 me/l, çözünebilir sodyum miktarı ise 0.30 - 42.73 me/l arasındadır.

Araştırma Alanı Topraklarının ESP (Alkalilik) Durumu

Araştırma alanı topraklarının (A₃ nolu profil hariç) yüzey katmanlarında (0-15 cm) alkalilik sorunu yoktur. ESP değeri, 15-30 cm derinlikte yüzey katmana göre nisbi olarak artış eğilimi göstermiş olup üç profilde alkalilik sorunu vardır. Bu katmanlarda mevsimsel ESP değişimi yüzey katmana göre daha fazladır. Yüzey katmanın sürekli işlenmesi ve sulanması iyonların alt katmanlara doğru yıkanmasını sağlayabilir (12). Değişebilir Na yüzdesinde mevsimsel dalgalanmalar olsada A₃, A₇, A₈, A₁₂, B₄, B₈ nolu profillerde ESP değeri 10'dan büyüktür. Bohn ve ark. (13) değişebilir katyonlarda (Na, Ca, Mg) mevsimsel dalgalanmaların olacağını ve değişebilir Na'un dalgalanmasının Ca ve Mg'a göre daha fazla olduğunu, bunun nedenini ise değişim kompleksleri üzerindeki divalent katyonların daha kuvvetli tutulmasına bağlamıştır.

ESP değeri genellikle orta katmanlarda (30-60, 60-90 cm) daha fazladır. A₃, A₅, A₆, A₇, A₈, A₉, A₁₂, B₄, B₅, B₆, B₇, B₈, B₉ nolu profillerin bu katmanlarında ESP değerinin 15'ten, pH değerinin 8,5'ten büyük olması, bu katlara alkalilik karakteri kazandırmıştır. Böyle koşullarda, toprakların fiziksel özelliklerinin bozulması hidrolik iletkenliği azaltmakta ve iyonların yıkanmasını engellemektedir (14). A₃, A₅, A₉, A₁₂, B₅, B₉ nolu profillerin 90 - 120 cm derinliğindeki ESP değeri 15'ten fazladır. Ancak 90-120 cm'deki ESP değeri, 30-60 ve 60-90 cm'deki ESP değerlerinden düşüktür. ESP değerinin üst iki katmana göre bu katmanda daha düşük olması

mevsimsel olarak taban suyunun etkisinde kalmasına ve hidrolik iletkenliğin daha fazla olmasına bağlanabilir (Tablo 4) (15). Nitekim araştırma alanının dahil olduğu bölgede taban suyu, en yüksek olduğu dönemlerde 1-2 m. arasında değişmektedir(15).

ESR-SAR İlişkisi

Araştırma alanında bulunan profillerin her katmanı için ESR-SAR değerleri arasında doğrusal regresyon analizleri ile belirlenen ilişkiden elde edilen Gapon katsayıları (Kg) Tablo 1'de, ilgili grafikler ise Şekil 1'de verilmiştir.

ESR-SAR ilişkileri aynı derinlikteki örneklerde araştırılmıştır. Çünkü ESR-SAR arasındaki ilişkiyi etkileyen KDK, organik madde, değişebilir sodyum, tuz gibi toprak özellikleri yüzey katmandan alt katmanlara doğru önemli düzeyde değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, ESR-SAR ilişkisinin profilden ziyade katman bazında incelemek, elde edilecek katsayının alkalilik eğilimini belirleme açısından daha güvenilir olması ihtimalini arttıracaktır. Nitekim Ağca (2), tuzluluk ve alkalilik ile ilgili duyarlı çalışmalarda seriler için ve belki de her bir serinin horizonları için ayrı ayrı belirlenen denklemlerin kullanılmasının daha uygun olacağını vurgulamaktadır.

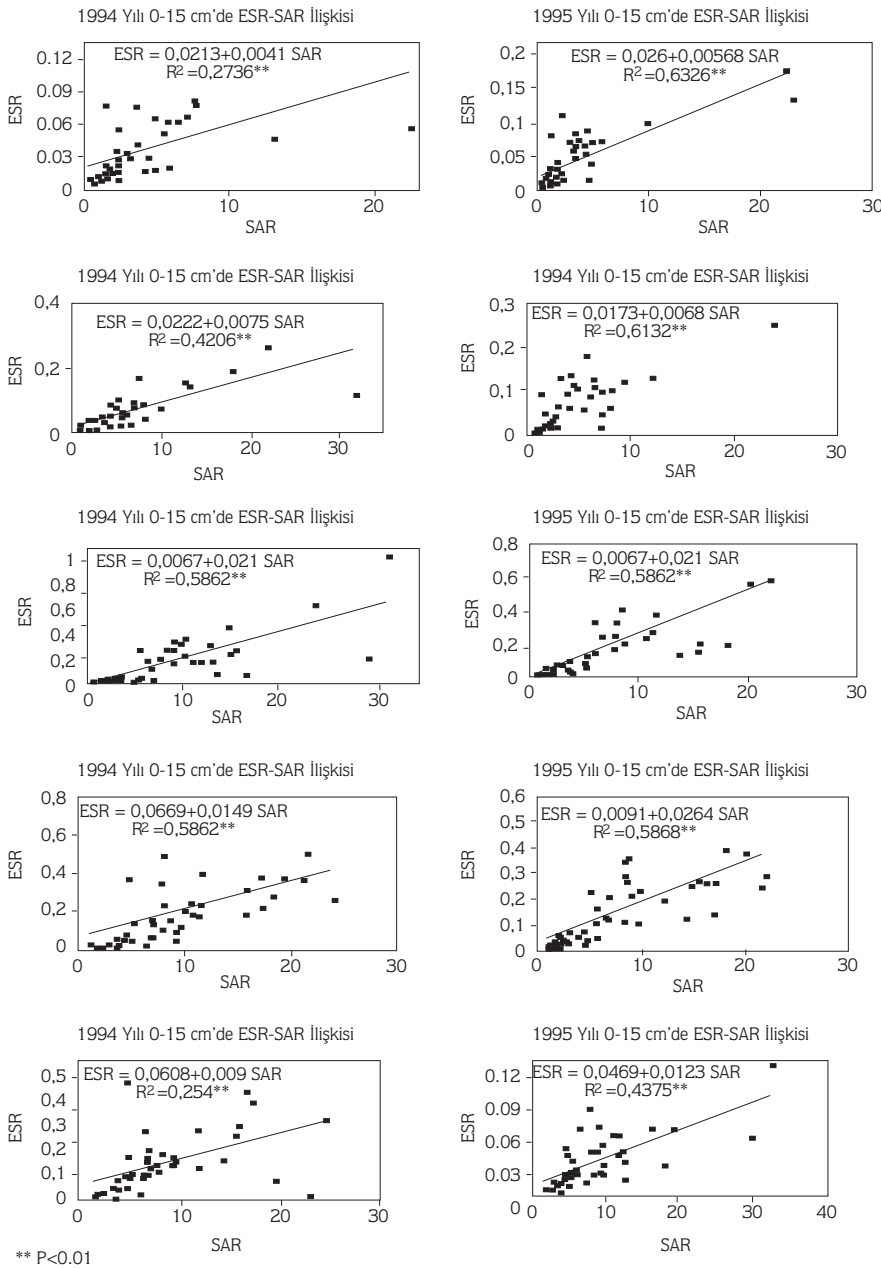
Araştırmanın yapıldığı 1994-95 yıllarına ait Gapon katsayısını (Kg) belirlemek için bu yılların haziran ve ekim dönemlerine ait ESR-SAR verileri (her yıl için) beraber değerlendirilmiştir.

Profillerin tüm katmanlarında ESR-SAR değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmak için yapılan regresyon analizleri 0.01 (% 1) düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1'de görüldüğü gibi Kg değerleri her katman için farklı çıkmıştır. Bu farklılık, katmanların özelliklerinin

Tablo 1. ESR-SAR ilişkisinden elde edilen denklemler.

Derinlik	1994		1995	
	Genel Denklem	R ²	Genel Denklem	R ²
	ESR= a + Kg SAR		ESR= a + Kg SAR	
0-15	ESR=0.0213 + 0.0041 SAR	0.273	ESR=0.0206 + 0.0068 SAR	0.632
15-30	ESR=0.0222 + 0.0075 SAR	0.421	ESR=0.0173 + 0.0108 SAR	0.544
30-60	ESR=-0.0067 + 0.021 SAR	0.586	ESR=-0.0091 + 0.0264 SAR	0.641
60-90	ESR=0.0669 + 0.0149 SAR	0.254	ESR=0.0321 + 0.0159 SAR	0.586
90-120	ESR=0.0608 + 0.009 SAR	0.215	ESR=0.0469 + 0.0123 SAR	0.436



Şekil 1. Toprak katmanlarında ESR-SAR ilişkileri

birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Jurinak ve ark. (16) ve Ağca (2) Kg değerlerinin tuz konsantrasyonu ve SAR değerlerinin yanısıra horizonlara göre de farklılık göstereceğini vurgulamıştır.

ESR-SAR arasında ilişkiden elde edilen regresyon denkleminin eğimleri (Kg) yüzey katmanda (0-15) en düşük, 30 - 60'lık katmanda ise en fazladır. Gapon katsayılarına (Kg) göre katmanların sıralaması yapıldığında, Kg yüzey katmanda (0-15 cm) düşük, bunu

sırasıyla 15-30, 90-120, 60-90 ve 30-60 cm'lik katmanlar izlemektedir (Tablo 1. Şekil 1). Bu durum, toprak katmanlarının alkalilik özellikleri ile uyum göstermektedir.

Gapon katsayısının, (Kg) yüzey (0-15) ve yüzey altı (15-30) katmanlarda diğer katmanlara göre düşük çıkması, bu katmanların KDK ve organik madde içeriğinin alt katmanlara göre daha fazla, ESP değerinin ise daha düşük olmasından kaynaklanabilir. Konu ile ilgili olarak,

Ağca (2) Harran ovasında altı toprak serisinde topraklarda KDK ve organik madde içeriğinin artması ile Kg değerinin azaldığını rapor etmiştir. Ancak 30-60 ve 60-90 cm'de Kg değeri, organik madde ve KDK'nın 90-120 cm'e göre fazla olmasına rağmen yüksek çıkmıştır. Söz konusu katsayının 30-60 cm'de diğer katmanlara göre daha yüksek çıkması, bu katmanlarda Kg'nı etkileyen faktörlerden ESP değerinin nisbi olarak yüksek olmasından kaynaklanabilir. Toprakların alkalilik özellikleri ile Kg değerleri karşılaştırıldığında bu durum görülmektedir. Gapon katsayısı adsorbe edilmiş katyonların bir yansıması olduğundan (17), ESP değerindeki artışın Kg değerindeki artışı yansıtacağı bildirilmektedir(9). Gapon katsayısı 60-90 cm'de, 30-60 cm'den az, diğer katmanlardan fazladır. Bu katmana kılcallıkla yükselen iyonların, yukardan gelen sular ile etkin bir şekilde yıkanamaması ve toprak karakteristiklerinin farklı olması, Kg değerinin artışına neden olabilir. Diğer katmanlara göre, bu iki katmanda ESP ve pH daha fazladır. Bu durum, söz konusu katmanlarda dispersiyon ihtimalini arttırmaktadır. Toprak kolloidlerinin dispersiyonunun, değişim kompleksindeki Na'un en az % 10-15 ve toplam tuz içeriğinin ise % 0.10-0.15 veya daha az olduğunda başlayacağını bildirmektedir (18). Bu koşullar, çalışma alanı topraklarının yarısından fazlasında mevcuttur.

ESP - SAR İlişkisi

Topraklarda, alkalileşmenin kriteri olarak ESP değeri kullanıldığından ESR - SAR arasındaki ilişkiyi, ESP olarak yansıtılabilmek amacıyla, her katman için belirlenen genel ESR - SAR denklemleri; ESR ile SAR arasındaki matematiksel ilişkiden yararlanılarak ESP - SAR denklemlerine dönüştürülmüş olup, Tablo 2'de verilmiştir.

Toprağın veya sulama suyunun SAR değerini, bu denklemlerde yerine koyarak, her katman için olası ESP değerini, denklemlerden yararlanarak hesaplamak mümkündür. Hesapla bulunan bu değer, bundan sonraki alkalilik ile ilgili çalışmalarda, araştırmacılara bölge toprakları hakkında önemli fikirler verecektir.

Toprak Katmanlarının Alkalileşme Eğilimi

Toprak katmanlarında, ESR-SAR ilişkilerinin regresyon denklemlerindeki eğimleri (Kg), katmanların sodikleşmeye karşı eğilimlerinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir (6,2). Katmanların alkalileşme olasılığını yansıtılabilmek için, herhangi bir SAR değeri (örneğin SAR=10) alındığında regresyon denklemlerinden hesap yoluyla bulunan ESR ve ESP değerlerinin, 1994 ve 1995 yıllarına ait ortalamaların en yüksek 30-60 cm'de olduğu

Tablo 2. ESP-SAR ilişkisi

Derinlik	1994 yılı	1995 yılı
10-15	ESP = $\frac{100 (0.0213+0.0041 \text{ SAR})}{1+(0.0213+0.0041 \text{ SAR})}$	ESP = $\frac{100 (0.0206+0.0068 \text{ SAR})}{1+(0.0206+0.0068 \text{ SAR})}$
15-30	ESP = $\frac{100 (0.0222+0.0075 \text{ SAR})}{1+(0.0222+0.0075 \text{ SAR})}$	ESP = $\frac{100 (0.0173+0.0108 \text{ SAR})}{1+(0.0173+0.0108 \text{ SAR})}$
30-60	ESP = $\frac{100 (-0.0067+0.021 \text{ SAR})}{1+(-0.0067+0.021 \text{ SAR})}$	ESP = $\frac{100 (-0.0091+0.0264 \text{ SAR})}{1+(-0.0091+0.0264 \text{ SAR})}$
60-90	ESP = $\frac{100 (0.0669+0.0149 \text{ SAR})}{1+(0.0669+0.0149 \text{ SAR})}$	ESP = $\frac{100 (0.0321+0.0159 \text{ SAR})}{1+(0.0321+0.0159 \text{ SAR})}$
90-120	ESP = $\frac{100 (0.0608+0.009 \text{ SAR})}{1+(0.0608+0.009 \text{ SAR})}$	ESP = $\frac{100 (0.0469+0.0123 \text{ SAR})}{1+(0.0469+0.0123 \text{ SAR})}$

(Tablo 3'de) görülmektedir. Bu durum, 30-60 cm'de alkalileşmenin fazla olduğunu göstermektedir.

ESP ile ESR arasındaki matematiksel ilişki kullanılarak yapılan hesaplamalara göre sodiklik için kritik bir değer olarak kabul edilen $ESP=15$ 'e (1995 yılı için) 30-60 cm'de $SAR=7$, 60-90 cm'de $SAR=9$, 90-120 cm'de $SAR=10.5$, 15-30 cm'de $SAR=15$, 0-15 cm'de ise $SAR=23$ olduğunda ulaşılmaktadır. Düşük SAR değerlerinde, kritik olarak değerlendirilen $ESP=15$ 'e ulaşılması, araştırma alanının 30-60 ve 60-90 cm katmanlarında, alkalileşmenin daha fazla olduğunu göstermektedir. Sonuçlara göre, SAR değeri 7'den büyük olan sulama sularının kullanılması, alkalilik açısından tehlikelidir. Bu bulguları hidrolik iletkenlik açısından kontrol etmek için çalışma alanında iki (A_9 , B_8 nolu) toprak profilinin katmanlarından alınan örneklerde, hidrolik iletkenlik tayini yapılmıştır. Toprakların (katmanların) hidrolik iletkenlikleri Tablo 4'de görüldüğü gibi 30-60 cm'de çok yavaş, 60-90 cm'de ise orta yavaştır. Hidrolik iletkenliğin düşük olması yüksek ESP nedeniyle, killerin dispersiyona uğramasının ve şişmesinin

bir sonucudur. Konu ile ilgili diğer bazı araştırmacılar da aynı noktaya dikkat çekmektedir (19,15). ESP ve pH değerinin alkali toprak kriterinin üzerinde olması, toprakların fiziksel özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır. Toprakların fiziksel özelliklerinin bozulması, hidrolik iletkenliği azaltmakta ve iyonların yıkanmasını engellemektedir (15). Hidrolik iletkenliğin 30-60 cm toprak katmanlarında, diğer katmanlara göre çok yavaş olması, 30-60 cm'de yıkanmanın engellendiğini doğrulamaktadır (Tablo 4). Dolayısıyla, alkalileşme bu katmanda daha fazladır.

Nitekim Miller ve Pawluk (20), dört farklı alandaki profillerde değişebilir Na'u incelemiş ve bütün profillerin B horizonunda değişebilir sodyum yüzdesinin (ESP) 15'ten büyük olduğunu tespit etmiştir. Diğer horizonlara göre, B horizonunda ESP değerinin daha yüksek olmasının, daha fazla bir alkalileşme düzeyi yansıtacağını bildirmektedir. Alkali koşullarda, killerin şişmesi ve dispersiyonu ile toprak strüktürünün bozulacağı ve hidrolik iletkenliğin azalacağı rapor edilmiştir (21,22).

Tablo 3. 1994-1995 yıllarında Katmanlarda ESR-ESP Değerleri

SAR=10 Derinlik	ESR		ESP		ESR		ESP	
	1994	1995	1994	1995	1994-95 yılı ort.		1994-95 yılı ort.	
0-15	0.0623	0.0886	5.86	8.14	0.0754		7.00	
15-30	0.0972	0.1253	8.86	11.13	0.1112		10.00	
30-60	0.2033	0.2549	16.90	20.31	0.2291		18.61	
60-90	0.2159	0.1911	17.76	16.04	0.2035		16.90	
90-120	0.1508	0.1699	13.10	14.52	0.1603		13.81	

Tablo 4. Örnek olarak Seçilen (Ekim A_9 , B_8) iki toprak profilinin hidrolik iletkenliği

Derinlik	Ekim 1995. A_9 Nolu Profil Hidrolik İletkenlik (cm/saat)	Ekim 1995. B_8 Nolu Profil Hidrolik iletkenlik (cm/saat)
0-15	0.16 (Yavaş)	0.52 (Orta yavaş)
15-30	0.21 (Yavaş)	0.72 (Orta yavaş)
30-60	0.10 (Çok yavaş)	0.11 (Çok yavaş)
60-90	0.88 (Orta yavaş)	0.68 (Orta yavaş)
90-120	11.02 (Orta hızlı)	2.08 (Orta)

Kaynaklar

1. Tekinel, O., Aşağı Seyhan Ovası Sulaması Sorunları ve Çözüm Önerileri. Adana'nın Türk Ekonomisine Katkıları, Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu. Ticaret Odası. Adana. 1989.
2. Ağca, N., Harran Ovasında Bazı Yaygın Toprak Serilerinde Değişebilir Sodyum Oranı (ESR) Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) İlişkilerinin Saptanması. Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 1990.
3. Bower, C. A., Cation Exchange Equilibrium in Soils Affected by Sodium Salt. Soil Science. Vol. 88. 32 - 35. 1959.
4. Prat, P. F., Whitting, L. D., Grover, B.L., Effect of pH on the Sodium - Calcium Exchange Equilibria in Soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 1962.
5. Thomas, G.W., Chemical Reaction Controlling Soil Solution Electrolyte Concentration. 483 - 505. E.W. Caryon (Ed). The Plant Root and its Environment. Virginia Polytechnic Enstitute. Blacksburg. 1974.
6. Oster, J.D., G.Sposito., The Gapon Coefficient and the Exchangeable Sodium Percentage Sodium Adsorption Ratio Relation. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 258 - 260. 1980.
7. Evangelou, P.V., Coale, F.J., Dependence of the Gapon Coefficient on Exchangeable Sodium for Mineralogically Different Soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. 51: 68 - 72. 1987.
8. Frenkel, H., Alperovitch, N., The Effect of Mineral Weathering and Soil Solution Concentration on ESR - SAR Relationships of Arid and Semi - Arid Zone Soils From Israel. Journal of Soil Sci. 35. 367 - 372. 1984.
9. Mehta, S. C., Poonia, S. R., Pal, R., Sodium Calcium and Sodium Magnesium Equilibria in Soil for Chlorid and Sulfate Dominated Systems. Soil Science Vol. 136. No: 6. 339 - 345. 1983.
10. Tüzüner, A., Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı. Köy. Hiz. Gen. Müd. 1990. Ankara.
11. Richards, L. A., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Agriculture Handbook No: 60. 1954.
12. Bucland, D.G., M.J. Hendry., Groundwater Response and Salt Removal in a Saline-Seep Soil in Southern Alberta. Can. Agr. Eng. Vol. 34. No: 2. 1992.
13. Bohn, H. L., Mcneal L. B., O'connor, A.G., Soil Chemistry. A Wiley-Interscience Publication. John. Wiley and Sons. 223-240. New York, Brisbane, Toronto. 1977.
14. Shainberg, I., Rhoades J., Prather, J.R., Effect of Low Electrolyte Concentration on Clay Dispersion and Hydraulic Conductivity of A Sodic Soil. Soil. Sci. Am. J. Vol. 45. 273 - 277. 1981.
15. Anonymous., T.C. Bayındırlık Ve Iskan Bakanlığı. D.S.İ. Genel Müd. İşletme Ve Bakım Dairesi Başkanlığı. Tokat Sulaması Tabansuyu Raporu. 1994 - 95 .
16. Jurinak, J. J., Amrhein, C., Wagenet, R.J., The Effect of Salinity and SAR on the Sodic Hazard of Oveburden Material. Soil Science. 137. 159. 1984
17. Poonia, S.R., Talibudeen, O., Sodium-Calcium Exchange Equilibria in Salt-Affected and Normal Soils. Journal of Soil Sciece Vol. 28. 276 - 288. 1977.
18. Sommerfeldt, G., Soil Salinity in an Alberta Irrigation District as Affected by Soil and Groundwater Characteristics. Can. J. Soil Sci. 57: 1977.
19. Frenkel, H., Goertzen, O.J., Rhoades, D. J., Effect of Clay and Content, Exchangeable Sodium Percentage, and Electrolyte Concentration on Clay Dispersion and Soil Hydrolic Conductivity. Soil Sci. Am. J. Vol 42. 32 - 39. 1978.
20. Miller, J.J., Pawluk, S., Genesis of Solonetzic Soils As a Function of Topography and Seasonal Dynamics. Canadian Journal of Soil Science. 207 - 217. 1993.
21. So, H., Aylmore L., How Do Sodic Soils Behave? The Effects of Sodictity on Physical Behaviour. Aust.J. Soil Res. 31: 761-768. 1993.
22. Chorum, M., Rengasamy, P., Murray, R.S., Clay Dispersion as Influenced by pH and Net Particle Charge in Sodic Soils. Aust. J. Soil. Res. 32: 1243 - 1252. 1994.