

## Bazı Sulak Alan Topraklarının Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi

Ahu Alev ABACI BAYAN<sup>1,\*</sup>, Kadir YILMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kırşehir

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,  
Kahramanmaraş

### Öz

Bu araştırmada, Doğu Akdeniz Bölgesinde Güney-Kuzey yönünde uzanan üç sulak alan üzerinde yapılan uygulamalar sonucunda ortaya çıkan değişimler belirlenmeye çalışılmıştır. Bölgenin en önemli sulak alanlarından olan Amik, Gavur ve Gölbaşı Gölleri topraklarının bazı fiziksel analizleri yapılmıştır. Toprakların bozunum düzeyinin Amik Ovasında daha ileri düzeyde olması bu toprakların hacim ağırlığı değerlerini arttırmıştır. Gavur Gölü topraklarında ıslak agregat stabilitesi, hidrolik iletkenlik, plastik sınırı, sıvı sınırı ve plastik indeksi parametrelerinin yüksek değerlerde olması bu alanın yıl içerisinde daha uzun süre su altında kalması ile orantılı olduğu belirlenmiştir. Doğal durumun en az bozulmaya uğradığı Gölbaşı Gölleri alanında kil düzeyinin diğer alanlara göre daha yüksek düzeylerde bulunması, erozyona bağlı olarak su ile ince materyalin taşınmasının doğal durumunu koruyan alanlarda daha düşük düzeylerde olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Akdeniz, sulak alan, toprak, bozunum, fiziksel özellik

## Investigation of Physical Properties of Some Wetland Soil's

### Abstract

In this study, was to determine the changes in the three wetlands extending as a result of in the South-North direction in the Eastern Mediterranean Region the applications. The most important wetlands of the region; Some physical analyses have been made of the lands of Amik, Gavur and Golbasi Lakes. The higher level of decomposition of soils in Amik plain has increased the volume weight values of these soils. Soils of Gavur Lake; wet aggregate stability, hydraulic conductivity, plastic limit, liquid limit and plastic index are high values, it is determined that this area is proportional to being inundated longer in the year. Golbasi Lakes as natural condition suffered the least distortion; the clay level in the area is found to be higher than in other areas and it is considered to be a sign of lower levels in the areas protecting the natural state of water and thin matter transport due to erosion.

**Keywords:** Eastern Mediterranean, wetland, soil, degradation, physical characteristic

---

\* e-mail: [ahu.abaci@ahievran.edu.tr](mailto:ahu.abaci@ahievran.edu.tr)

## 1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artması ve bu nüfusu beslemek için daha fazla sürdürülebilir gıda kaynağına ihtiyaç duyulması birçok sulak alan gibi doğal kaynağın gerek bilinçli gerekse bilinçsiz bir şekilde tüketilmesine neden olmaktadır. Ayrıca sulak alanların kurutularak niteliklerinin değiştirilmesi ve alanların tarımsal üretimde kullanıldıkları bilinmektedir. Kurutulan arazilerin tarım arazisine dönüştürülmesi topraktan ve iklimden kaynaklanan bitkisel üretimdeki verim ve kalitenin düşmesi gibi birçok problemi ortaya çıkarmaktadır.

Sulak alan bozulması dünyanın hemen hemen her yerinde yaşanmaktadır. Türkiye’de 1960-1970 yılları arasında halk sağlığı ile ilgili sorunları çözmek ve yeni tarım alanları kazanmak amacıyla birçok sulak alan kurutulmuştur. Yanlış yönetim politikaları ve yapay müdahalelerle gerçekleştirilen drenajlarla ülke, mevcut sulak alanlarının % 50’sinden fazlası kaybedilmiştir [1]. Sulak alan topraklarının kurutulmasından sonra alanda önce doğal bitkilerin yetişmekte ve sonra kültür bitkilerinin yetişmesine olanak sağlamaktadır. Kurutularak bozulan topraklarda ilk aşamada sıkışmanın olduğu, gözenekliliğin ve geçirgenliğin de düşük olduğu belirtilmektedir [2]. Konya Ovasının Entisol ordosuna sahip topraklarında yapılan bir çalışmada, toprağın su içeriğinin azalması ile penetrasyon direncinin arttığı, toprakların yüzey katmanlarının penetrasyon dirençleri, alt katmanların penetrasyon dirençlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Toprak su içeriklerinin penetrasyon direnci üzerinde önemli etkisinin olduğu, standart su içeriği olarak tarla kapasitesinin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir [3]. Başka bir çalışmada, Ilica Deneme İstasyonu arazisi topraklarında 72 noktada penetrasyon testleri yapılarak toprak örnekleri alınmıştır. Penetrasyon direnci, kütle yoğunluğu, toprak nemi ve ortalama ağırlık çap değerleri arasında çok önemli düzeyde ( $p < 0,01$ ), agregat stabilitesi bakımından ise önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde farklılıkların olduğu bulunmuştur [4]. Kumlu-tınlı bünyeye sahip bir tarlada yapılan çalışmada, arazi üzerine uygulanan hayvan otlatma, toprak yönetimi ve toprak işleme faaliyetlerinin yüzey toprağının sıkıştığını ve hacim ağırlığının  $1,6 \text{ g cm}^{-3}$ ’den  $1,8 \text{ g cm}^{-3}$ ’e yükseldiği bildirilmiştir [5]. Uğrak Havzasında yapılan bir çalışmada, orman, mera ve tarım arazisi olarak üst toprak ve alt toprak örneği üzerinde çalışılmıştır. Üst toprakta sıvı sınırı değerleri tarım alanlarında en yüksek (% 50,10-67,47), orman alanlarında en düşük (% 40,51-44,39); plastiklik sınırı tarım alanlarında en yüksek (% 25,16-37,23), orman alanlarında en düşük (% 21,51-22,75) olarak bulunmuştur. Alt toprak sıvı sınırı değeri mera alanlarında en düşük (% 43,32-50,27), tarım alanlarında en yüksek (% 52,71-58,85); plastiklik sınırı değeri ise en yüksek tarım alanlarında (% 24,20-29,35), en düşük orman alanlarında (% 22,53-23,59) belirlenmiştir. Toprakların kil içeriği, organik madde, kireç içeriği ve hacim ağırlıkları ile kıvam limitleri arasında önemli pozitif korelasyonların olduğu tespit edilmiştir [6]. Kum içeriğinin artması toprağın su tutma kapasitesini azalttığından, kıvam limitlerindeki su içeriği azalmakta ve bu durum negatif bir ilişkinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır [7].

Yukarıda verilen literatür araştırmalarında da belirtildiği gibi sulak alanların önemi vurgulanmış ve Doğu Akdeniz Bölgesindeki en önemli sulak alanlar arasında yer alan Amik, Gavur ve Gölbaşı Gölleri topraklarının fiziksel özellikleri incelenmiş ve bunların birbirleri ile olan ilişkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Araştırma alanı, Amik Gölü Hatay il sınırında, Gavur Gölü Kahramanmaraş il sınırında ve Gölbaşı Gölleri Adıyaman il sınırında yer almaktadır (Şekil 1). Amik Gölü, Antakya-Kahramanmaraş grabeninin en güneyini oluşturan Amik Ovası'nın tabanında bulunmakta ve Amik Ovası doğu-batı doğrultusunda 2-35 km genişliğinde, kuzey-güney yönünde 80-90 km uzunluğunda, yükseltisi 80-250 m ve yüzölçümü yaklaşık 800 km<sup>2</sup>'dir [8]. Gavur Gölü, Antakya-Kahramanmaraş grabeninde ve deniz seviyesinden 475-481 m yükseklikte yer almaktadır [9]. Gölbaşı Gölleri (İneklı Gölü, Azaplı Gölü, Gölbaşı Gölü) Doğu Anadolu Fay Zonu içerisinde Gölbaşı Depresyonunda yer almakta, havza içinde gölün yüzölçümü 3 km<sup>2</sup>'ye yaklaşmaktadır. Bu göl, oluşum bakımından Karstik Tektonik Göller grubuna dahil edilmektedir [10]. Amik Gölü alanından 5 profil, Gavur Gölü alanından 6 profil ve Gölbaşı Gölü alanından 13 profil olmak üzere 24 adet toprak profili açılmıştır. Amik Gölü toprak profillerinden 20, Gavur Gölü toprak profillerinden 26 ve Gölbaşı Gölleri toprak profillerinden ise 43 adet olmak üzere toplam 89 adet toprak horizonu belirlenerek analizler yapılmıştır.



Şekil 1. Amik Gölü, Gavur Gölü ve Gölbaşı Gölleri sulak alanı

Araştırma alanlarına gidilerek, göl aynasına enine kesit yaparak toprak profilleri açılmıştır. Açılan profillerde mümkün olduğunca anamateryale kadar ulaşılmaya çalışılmış ve horizon tanımlamaları yapılmıştır. Fiziksel analizlerin yapılması için bozulmamış toprak örnekleri 3 tekerrürlü olarak 100 cm<sup>3</sup> hacimli çelik silindirlerle araziden alınmış ve rutubet kabına konularak düzenli bir şekilde etiketlenmiştir. Bozulmuş toprak örnekleri tanımlanan horizonlardan yaklaşık 3 kg olacak şekilde alınmıştır. Jackson [11] tarafından bildirilen ilkeler doğrultusunda alınan toprak örnekleri laboratuvar ortamında kurutulup, 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Tekstür tayini [12], hacim ağırlığı [13], agregat stabilitesi [13-15], ortalama ağırlıklı çap [14], hidrolik iletkenlik [16 ve 17], penetrasyon direnci ölçümleri [18], plastik sınırı, sıvı sınırı ve plastik indeksi [19]'e göre yapılmıştır. Analizler sonucu elde edilen bulgular, SPSS programı (IBM SPSS Advanced Statistics version 19.0.0) kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Hem alan topraklarında hem de göl aynası içerisinde bulunan topraklarda yapılan varyans analizi sonucunda, önemli bulunan gruplar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir.

## 3. Bulgular

Üç farklı sulak alanın topraklarında yapılan fiziksel analizlerin sonuçları Tablo 1' de verilmiştir. Analiz sonuçlarının korelasyon tablosu ise Tablo 2'de gösterilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, Amik Gölü topraklarının bünye özellikleri incelendiğinde; kum % 60,2; silt % 16,1 ve kil % 23,7 olarak bulunmuştur.

Göl aynasının ortasına yakın yerlerde yer alan profillerin kil yüzdeleri göl kıyısına yakın ve göl aynasının kenarlarında yer alan profillerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kum dağılımı ise göl kıyısına doğru yaklaştıkça artış göstermiştir. Bu durum göl kıyısında yer alan alanlardan göl içine doğru bir sedimentasyon taşınmasının olduğunu, göl aynası içine doğru ince materyalin taşınması sonucu göl kıyısına yakın yerlerde kaba materyalin birikmesi ile açıklanmıştır. Gavur Gölü topraklarının kum % 68,2; silt % 14,2 ve kil % 17,6 olarak bulunmuştur. Gavur Gölü topraklarının genellikle kaba bünyeye sahip olmasının nedeni, alanı çevreleyen dağ ve tepelerin dik eğimli olmasından dolayı kaba materyalin göl havzasına taşındığı, gelen ince materyallerin ise su akışının sürekli olduğu aksu çayı ile alandan uzaklaşması ile göl aynası alanında kaba materyalin oransal olarak artmasının bir sonucu olabilir. Gölbaşı Gölleri (İnekli, Azaplı ve Gölbaşı Gölü) topraklarının kum % 59,5; silt % 14,2 ve kil % 26,3 olarak bulunmuştur. Araştırılan üç bölge içerisinde kil fraksiyonu ortalaması en yüksek düzeyde Gölbaşı alanında bulunmuş, bunu sırasıyla Amik ve Gavur Gölü bölgeleri takip etmiştir. Doğal durumun en az bozulmaya uğradığı Gölbaşı alanında kil düzeyinin diğer alanlara göre daha yüksek düzeylerde bulunması erozyona bağlı olarak su ile ince materyalin taşınımının doğal durumunu kaybeden alanlarda daha yüksek düzeylerde olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiki çalışmada, kum yüzdesi ile hidrolik iletkenlik arasında pozitif ( $p<0.01$ ), kil yüzdesi ile hidrolik iletkenlik arasında negatif ( $p<0.1$ ); ıslak agregat stabilitesi ile kum arasında negatif ( $p<0.01$ ), ıslak agregat stabilitesi ile silt ve kil arasında ise pozitif ( $p<0.5$ ,  $p<0.5$ ) ilişki gözlenmiştir.

Amik Gölü topraklarının hacim ağırlığı değeri  $1,32 \text{ g cm}^{-3}$ , Gavur Gölü topraklarının hacim,ağırlığı  $0,82 \text{ g cm}^{-3}$  ve Gölbaşı Gölü topraklarının ise  $1.28 \text{ g cm}^{-3}$  ortalama olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda hacim ağırlığı ile ıslak agregat stabilitesi arasında negatif ( $p<0.01$ ) ilişki bulunmuştur. Hacim ağırlığı, toprakların zerre irilik dağılımı ile ilişkili olup, artan zerre iriliğine bağlı olarak paralel bir artış göstermesi beklenen bir sonuç olmuş, çalışma alanının genellikle kum düzeyinin yüksek olması bu sonuç ile uyumlu bulunmuştur. Toprakların hacim ağırlığı ile hidrolik iletkenlik arasında önemli negatif ( $p<0.5$ ) ilişki tespit edilmiştir. Toprakların hacim ağırlığı ile plastik sınırı, plastik indeksi ve sıvı sınırı arasında önemli negatif ( $p<0.01$ ,  $p<0.1$ ,  $p<0.01$ ) ilişki tespit edilmiştir. Kıvam limitleri topraktaki ince materyalin artışını bağlı olarak daha yüksek nem içeriklerinde oluşmaktadır.

Amik, Gavur ve Gölbaşı Gölleri topraklarının ıslak agregat stabilitesi değerleri incelendiğinde sırasıyla; % 42,2, % 65,9 ve % 56,7 ortalama olarak bulunmuştur. Islak agregat stabilitesi değeri yüksek olduğu horizonlarda plastik sınırı değeri ile birlikte hacim ağırlığı değeri de yüksek, penetrasyon direnci değeri düşük düzeyde olduğu gözlenmiştir. Toprakların ıslak agregat stabilitesi ile penetrasyon direnci arasında önemli pozitif ilişki ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. İyi bir agregat yapısına sahip üst topraklarda, topraklar dışarıdan uygulanacak kuvvetlere karşı bir direnç göstermektedir. Toprakların ıslak agregat stabilitesi ile plastik sınırı, sıvı sınırı ve plastik indeksi değeri arasında önemli pozitif ilişki ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Kıvam limitleri ve agregat stabilitesi toprakların içerdiği organik madde ve kil içeriklerinden aynı yönde etkilenen faktörlerdir. Topraklarda koloidal özellikteki organik madde ve kil miktarının yükselmesi kıvam limitlerinin daha yüksek nem içeriklerinde oluşmasına neden olmaktadır.

**Tablo 1.** Toprakların bazı fiziksel analiz değerleri ve duncan testi sonuçları

	Tekstür										
	kum %	silt %	kil %	HA g cm <sup>-3</sup>	AS %	OAÇ mm	K <sub>sat</sub> cm h <sup>-1</sup>	PNTR MPa	PS %	SS %	PI %
	<u>Amik Gölü</u>										
<b>Min.</b>	36,9	0,9	6,7	1,07	6,8	5,2	1,27	0,82	18,3	12,4	0,70
<b>Max.</b>	92,4	39,6	53,9	1,53	86,9	29,8	13,90	9,28	43,0	64,9	31,30
<b>Ort.</b>	60,2	16,1	23,7	1,3	42,4	15,0	5,3	3,3	28,6	39,5	12,9
<b>Duncan testi</b>	60,2 <sup>b</sup> ±2,2	16,0±1,2	23,7 <sup>a</sup> ±1,9	1,3 <sup>a</sup> ±0,1	42,4 <sup>c</sup> ±3,7	15,0 <sup>a</sup> ±1,0	5,3 <sup>b</sup> ±0,7	3,3 <sup>b</sup> ±0,8	28,8 <sup>b</sup> ±2,4	39,5 <sup>b</sup> ±3,9	12,9 <sup>b</sup> ±1,3
	<u>Gavur Gölü</u>										
<b>Min.</b>	45,4	2,6	1,4	0,41	14,4	4,1	1,55	4,89	28,1	39,8	7,13
<b>Max.</b>	86,1	33,5	47,1	1,42	90,5	13,7	25,20	8,90	90,0	195,0	38,80
<b>Ort.</b>	68,2	14,2	17,6	0,8	65,9	8,3	8,7	6,8	51,6	89,1	22,0
<b>Duncan testi</b>	68,1 <sup>a</sup> ±1,9	14,2±1,1	17,8 <sup>b</sup> ±1,7	0,8 <sup>c</sup> ±0,04	65,9 <sup>a</sup> ±3,3	8,3 <sup>c</sup> ±0,9	8,7 <sup>a</sup> ±0,6	6,8 <sup>a</sup> ±0,8	51,7 <sup>a</sup> ±2,4	88,6 <sup>a</sup> ±3,2	21,9 <sup>a</sup> ±1,2
	<u>Gölbası Gölü</u>										
<b>Min.</b>	43,8	0,7	3,0	0,16	25,3	2,4	0,69	1,07	17,5	29,5	5,41
<b>Max.</b>	96,4	31,1	41,6	1,61	87,5	23,3	11,90	8,40	56,0	72,1	24,70
<b>Ort.</b>	59,5	14,2	26,3	1,3	56,7	12,1	4,0	4,8	33,5	46,5	15,0
<b>Duncan testi</b>	59,5 <sup>b</sup> ±1,5	14,2±0,9	26,3 <sup>a</sup> ±1,3	1,3 <sup>b</sup> ±0,03	56,7 <sup>b</sup> ±2,6	12,1 <sup>b</sup> ±0,7	4,0 <sup>b</sup> ±0,5	4,8 <sup>ab</sup> ±0,5	33,5 <sup>b</sup> ±1,6	46,5 <sup>b</sup> ±2,6	15,0 <sup>b</sup> ±0,9
<b>Önem düzeyi</b>	p<0.001	p<0.382	p<0.001	p<0.00	p<0.00	p<0.00	p<0.00	p<0.011	p<0.00	p<0.00	p<0.00

**Tablo 2.** Topraklarda yapılan bazı fiziksel analizlerin korelasyon tablosu

	Kum	Silt	Kil	HA	AS	OAÇ	K <sub>sat</sub>	PNTR	PS	SS	PI
<b>Kum</b>	-										
<b>Silt</b>	-0,467***	-									
<b>Kil</b>	-0,844***	-	-								
<b>HA</b>	-0,275***	-	0,360***	-							
<b>AS</b>	-0,260***	0,190*	0,180*	-0,435***	-						
<b>OAÇ</b>	-	0,248*	-	-	-0,261*	-					
<b>K<sub>sat</sub></b>	0,302***	-	-0,253**	-0,165*	-	-0,230*	-				
<b>PNTR</b>	-	-	-	-	0,554***	-	-	-			
<b>PS</b>	-	-	-	-0,801***	0,487***	-	-	0,436**	-		
<b>SS</b>	-	-	-0,189*	-0,820***	0,542***	-	0,216**	0,497**	0,870***	-	
<b>PI</b>	-0,243**	-	0,232**	-0,244**	0,510***	-	0,343***	-	0,418***	0,715***	-

(\* = p<0.05, \*\* = p<0.01, \*\*\*= p<0.001 ) HA= Hacim ağırlığı, AS= İslak agregat stabilitesi, OAÇ= Ortalama ağırlıklı çap, K<sub>sat</sub>= Hidrolik iletkenlik, PNTR= Penetrasyon direnci, PS= Plastik sınırı, SS= Sıvı sınırı, PI= Plastik indeksi

Amik, Gavur ve Gölbaşı Gölleri topraklarının ortalama ağırlıklı çap değerleri incelendiğinde sırasıyla; 15,0 mm, 8,3 mm ve 12,1 mm ortalama olarak bulunmuştur. Toprakların ortalama ağırlıklı çap değeri ile silt yüzdesi arasında önemli pozitif, hidrolik iletkenlik değeri arasında önemli negatif ilişki ( $p<0.5$ ) tespit edilmiştir. Bu ilişki, siltin kum içeriği yüksek olan toprakların kümeleşmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Amik Gölü topraklarının hidrolik iletkenliği  $5,34 \text{ cm h}^{-1}$ , Gavur Gölü topraklarının  $8,74 \text{ cm h}^{-1}$  ve Gölbaşı Gölü topraklarının hidrolik iletkenliği  $4,03 \text{ cm h}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Gavur Gölü topraklarının ortalama hidrolik iletkenlik değerleri Amik Gölü ve Gölbaşı Gölü topraklarından daha yüksek düzeyde gözlenmiştir. Gavur Gölü topraklarında kum düzeyinin yüksek olduğu profillerde hidrolik iletkenlik değerleri genelde yüksek olarak gözlenmiş, kil yüzdesinin yüksek olduğu profillerde ise düşük olarak tespit edilmiştir. Amik, Gölbaşı ve Gavur Gölleri topraklarının penetrasyon direnci değerleri sırasıyla incelendiğinde; 3,26 MPa, 4,83 MPa ve 6,76 MPa olarak bulunmuştur. Üç bölgede yer alan toprakların strüktür tipleri incelendiğinde sadece Gavur Gölü topraklarında levhali strüktürün yer aldığı görülmüştür. Levhali strüktür morfolojik karakteri bakımından penetrasyona direnç oluşturacak bir yapıdır. Toprakların penetrasyon direnci ile plastik sınırı ve sıvı sınırı arasında önemli pozitif ilişki ( $p<0.1$ ) tespit edilmiştir. Toprakların plastik ve sıvı sınırı toprak bünyesi tarafından etkilenen parametreler arasında bulunmaktadır. Silt ve kil ince materyalinin artması bu kıvam limitlerinin daha yüksek nem içeriklerinde oluşmasına neden olmaktadır.

Amik Gölü topraklarının plastik sınırı % 28,6, Gavur Gölü % 51,6 ve Gölbaşı Gölü topraklarının plastik sınırı % 33,5 ortalama olarak bulunmuştur. İstatistiksel analizi yapılan toprakların plastik sınırı ile sıvı sınırı arasında önemli pozitif ilişki ( $p<0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırma alanı toprağında smektit ve vermikülit gibi 2:1 tipi kil minerallerinin genelde baskın kil tipi olarak bulunabilmesi plastik sınırı ile sıvı sınırı arasında önemli pozitif ilişkinin oluşmasında etken faktör olarak değerlendirilebilir. Amik, Gavur ve Gölbaşı Gölleri topraklarının sıvı sınırı değerleri sırasıyla incelendiğinde; % 39,46, % 89,1 ve % 46,5 olarak bulunmuştur. Araştırma alanını oluşturan Amik, Gavur ve Gölbaşı Gölleri topraklarında bu etkileyen faktörlerin öncelikleri alandan alana, hatta profilden profile değişkenlik göstermektedir. Toprakların sıvı sınırı ile kum arasında negatif, silt arasında önemli pozitif ilişkinin ( $p<0.01$ ,  $p<0.5$ ) olduğu tespit edilmiştir. Toprakların sıvı sınırı ile plastik indeksi değerleri arasında önemli pozitif ilişki ( $p<0.01$ ) olduğu bulunmuştur. Plastik indeksi toprakların sıvı sınırı ile plastik sınırı arasındaki nem farkının hesaplanması ile bulunduğu toprakların plastiklik grafiğindeki yerini belirleme açısından öneme sahiptir. Amik, Gavur ve Gölbaşı Gölleri topraklarının plastik indeksi değerleri sırasıyla incelendiğinde; % 12,90, % 21,96 ve % 15,02 ortalama olarak belirlenmiştir. Toprakların plastik indeksi özelliklerinin tek yönlü varyans analizi yapılarak, önemli bulunan gruplar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile araştırılmıştır.

Toprakların fiziksel analiz sonuçları üzerinde tek yönlü varyans analizi yapılarak, önemli bulunan gruplar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiş ve Tablo 1'de gösterilmiştir. Amik ve Gölbaşı topraklarının kum ve kil oranları arasında istatistiki farklılık önemli bulunmamıştır. Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlıkları karşılaştırıldığında birbiri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Amik Gölü topraklarının hacim ağırlığı değerlerinin diğer iki göl alanına göre daha yüksek değerde bulunması, bu topraklarda ağır minerallerin daha baskın olması ve mineral topraklara göre ağırlığı daha düşük olan organik madde miktarının daha az seviyede

bulunması etkili olabilmektedir. Amik Gölü topraklarının ıslak agregat stabilitesinin Gavur ve Gölbaşı Gölleri topraklarının değerinden daha düşük, Gavur Gölü topraklarının ıslak agregat stabilitesi ise en yüksek olarak bulunmuştur. Bu verilere göre Amik ovası topraklarının erozyona karşı duyarlılığının diğer iki araştırma alanı topraklarına göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Amik Gölü toprağının organik madde içeriği ve saturasyon yüzdesi değerinin daha düşük olması bulguyu desteklemektedir. Islak agregat stabilitesi değerinin en yüksek bulunduğu Gavur Gölü topraklarının rüzgar ve su erozyonuna karşı daha dirençli olduğu ve bunun nedenin ise organik madde içeriğinin yüksek olmasından dolayı iyi bir agregat yapısının oluşması ile belirtilebilir. Amik Gölü topraklarının ortalama ağırlıklı çap değerinin Gavur ve Gölbaşı Gölleri topraklarının değerinden daha yüksek, en düşük ise Gavur Gölü topraklarında bulunmuştur. Topraklar kurudukları zaman ortalama ağırlıklı çap değerini arttıran unsurlar arasında şişme ve büzülme potansiyeli olan smektit ve vermikülit killerin olduğu belirtilmiştir. Amik Ovası topraklarında smektit ve vermikülit killeri gibi 2:1 tipi kil tipinin diğer ova topraklarından daha yüksek oranlarda bulunabileceği, bu ovada ortalama ağırlıklı çap değerinin yüksek değerlerde gözlenmesindeki etmenler olarak değerlendirilmiştir. Amik ve Gölbaşı Göllerinin topraklarının plastik sınırı, sıvı sınırı ve plastik indeksi değerleri arasında istatistiksel bir fark bulunamamış, Gavur Gölü topraklarının plastik sınırı, sıvı sınırı ve plastik indeksi değerleri bu iki araştırma alanı topraklardan istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Organik madde içeriği yüksek olan topraklar daha yüksek nem içeriklerinde Atterberg sınırlarına gelmektedir. Gavur Gölü topraklarının organik madde düzeyi diğer iki araştırma alanından yüksek olduğundan plastik indeksi daha yüksek ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Araştırma alanı topraklarında yapılan fiziksel analiz sonuçlarına göre; Gavur Gölü alanını çevreleyen dağ ve tepelerden yüzey akış ile gelen kil iriliğindeki materyalin drenaj sistemi ile göl sahasından uzaklaştığı, buna karşılık kaba kum tanelerinin alanda biriktiği gözlenmiştir. Gavur Gölü topraklarının kum içeriklerinin diğer iki göl alanı topraklarından yüksek, kil içeriklerinin ise düşük olması, bu araştırma alanı toprağının hidrolik iletkenlik ölçümlerinin yüksek olması ile uyumlu bulunmuştur. Çünkü topraktaki kum miktarı arttıkça hidrolik iletkenlik artmakta ve kil yüzdesi arttıkça hidrolik iletkenlik azalmaktadır. Benzer bir çalışma da, alüvyal ve kireçli topraklarda sıkışma ile toprakların hacim ağırlıklarının  $1,1 \text{ g cm}^{-3}$ 'den  $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ 'e çıktığını, hidrolik iletkenlik ve havalanma boşluklarının oranlarında önemli derecelerde azalmaların meydana geldiği belirtilmiştir [20]. Gavur Gölü topraklarının hidrolik iletkenlik değerinin Amik ve Gölbaşı Gölleri toprakları değerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Toprakların hidrolik iletkenliklerinin, kil ve silt bileşenleriyle ters, kum bileşeniyle doğru orantılı olduğu da bunu bir göstergesi olarak belirtilmiştir [21 ve 22]. Bu çalışmada agregat stabilitesi ile kum oranı arasında negatif, kil oranı arasında pozitif ilişkinin olduğu bulunmuştur. Harran ovası topraklarında yapılan bir çalışmada kum oranı ile agregat stabilitesi arasında da negatif bir ilişki olmasının yanısıra birçok araştırmacı tarafından da toprakların kil miktarı ile agregat stabilitesi arasında yüksek seviyede pozitif ilişki bulunduğu belirtilmiştir [23-25]. Hacim ağırlığı değeri Gavur Gölü topraklarında en az ( $0,8 \text{ g cm}^{-3}$ ), bu alan toprağında hidrolik iletkenlik değeri ise en fazla ( $8,7 \text{ cm h}^{-1}$ ) olarak bulunmuştur. Hacim ağırlığı ile hidrolik iletkenlik arasında istatistiksel olarak  $p < 0.05$  önem seviyesinde negatif ilişki olduğu bildirilmiştir [26]. Amik Ovası topraklarının hacim ağırlığı değerinin

fazla olması kıvam limitleri değerlerinin düşük olmasına neden olmuştur. Kıvam limitleri, topraktaki ince materyalin artışına bağlı olarak daha yüksek nem içeriklerinde oluşmaktadır. Gölbaşı Özel Çevre Koruma alanı ve yakın çevre topraklarının üst horizonlarında yapılan bir çalışmada hacim ağırlığı ile kıvam limitleri arasında negatif ilişkinin bulunduğu belirtilmiştir [27]. Islak agregat stabilitesi ve penetrasyon direnci değerleri en fazla Gavur Gölü alanında olurken bunu sırasıyla Gölbaşı ve Amik Gölü toprakları oluşturmaktadır. Toprakların ıslak agregat stabilitesi ile penetrasyon direnci arasındaki korelasyon incelendiğinde benzer çalışmanın Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Ilıca Deneme İstasyonu arazilerinde yapılan araştırmada görüldüğü tespit edilmiştir. Üst toprak katmanında penetrasyon direncindeki artış ile agregat stabilitesindeki artışın orantılı olduğu belirtilmiştir. Agregat stabilite değerlerinin çok yüksek olduğu bazı noktalarda penetrasyon direncinin yüksek olmamasının nedeninin toprakların nem içerikleri ile ilişkili olduğu şeklinde açıklanmıştır [28].

Araştırılan üç bölge içerisinde ortalama ağırlıklı çap değeri en düşük Gavur Gölü topraklarında (8,3 mm), en yüksek Amik Gölü topraklarında (15,0 mm) ölçülmüştür. Toprak agregatlarının kırılmaya karşı olan dayanıklılıklarını bulmak için yapılan çalışmada, ortalama ağırlıklı çap ile silt oranı arasında yüksek pozitif korelasyon bulunmuştur [29]. Gavur Gölü topraklarında ölçülen penetrasyon direnci değerleri Amik ve Gölbaşı Gölleri topraklarının ortalama değerlerinin üzerinde bulunmuştur. Bu nedenle levhalı strüktür, penetrasyon direncinin yüksek olarak gözlenmesinde etken faktör olarak görülebilir. Penetrasyon direncini etkileyen etmenlerin en önemlisinin toprak strüktür özelliğinin bilinmesinin gerektiği bildirilmiştir [31]. Penetrasyon direnci üzerine yapılan birçok araştırmada da kıvam limitleri pozitif bir ilişki bulunmuştur [32 ve 33]. Bu araştırma alanı topraklarında yapılan çalışmada plastik sınırı ile sıvı sınırı arasında pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Kıvam limitleri ile ilgili yapılan birçok araştırmada da benzer sonuçlarla karşılaşılmış, toprakların bazı mekaniksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona duyarlılık ölçütlerinin belirlenmesi üzerinde yapılan çalışmada plastik sınırı ile sıvı sınırının kendi arasında pozitif ilişkide olduğu belirtilmiştir [27-34]. Sıvı sınırı değeri en fazla Gavur Gölünde (% 88,6), en düşük ise Amik Gölü topraklarında (% 39,5) bulunmuştur. Yapılan birçok araştırmada kıvam limitlerini etkileyen faktörler belirlenmiş, sıvı sınırı ile kum içeriği arasında önemli negatif ilişkilerin olduğu farklı bünyeli topraklarda ve heyelan alanı topraklarında yapılan araştırmalar sonucunda bildirilmiştir [35 ve 36]. Başka bir çalışmada Grohova kentinin kuzey doğusundaki aktif yamaç hareketinin olduğu Hırvat kıyıların bulunduğu alanda yapılan araştırmada sıvı sınırı ile plastik indeksi arasında doğrusal ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Toprakların sıvı sınırı ile plastik sınırı arasında önemli pozitif ilişkisi olduğu belirtilmiştir [37].

Sonuç olarak; Gavur Gölü topraklarının kum içeriklerinin Amik Gölü ve Gölbaşı Gölleri topraklarının kum içerikleri değerinden daha yüksek, kil içerikleri değeri ise daha düşük bulunması, Gavur Gölü alanına yüzey akışıyla gelen materyalin genellikle kaba bünyeli olduğu, ince materyallerin bir kısmının drenaj sistemi ile göl sahasından uzaklaştığı, kaba materyalin ise göl havzasında biriktiği şeklinde değerlendirilmiştir. Amik ovası topraklarının agregat stabilitesi değerleri diğer araştırma alanlarından daha düşük bulunması ise incelenen üç alan içerisinde erozyona en duyarlı topraklar olarak değerlendirilmiştir. Gavur Gölü topraklarının agregat stabilitesi değerleri diğer araştırma alanı topraklardan daha yüksek düzeylerde bulunması diğer araştırma alanı topraklarından erozyona en fazla dirençli topraklar olarak değerlendirilmiştir. En çok bozunuma uğrayan ve mineralizasyon olayının



gerçekleştiği Amik Gölü topraklarının hacim ağırlığı değerleri Gavur ve Gölbaşı Gölleri alanına göre daha yüksek bulunmuş, hacim ağırlığının yüksek olmasındaki etkili faktörün, ağır minerallerin daha baskın olması ve düşük organik madde düzeyine sahip olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

## 5. Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 2013/2-32 D no'lu projenin bir bölümüdür.

## 6. Kaynaklar

- [1] Özemesi U., Özemesi S., “ Amerika Birleşik Devletlerinde Sulak Alan Tanımı ve Korunması: Türkiye İçin Getirdikleri”. *III. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi* 3-5 Eylül, s. 40-42, Kırşehir, , 1997
- [2] Sarı M., Altunbaş S., Yıldırım M., “ Göller Yöresinde Kurutulan Kestel Göl Alanından Kazanılan Arazilerin Özelliklerinin Belirlenmesi”. Çevre Bakanlığı, *Çevre Koruma Genel Müdürlüğü Araştırma Raporu*, Ankara, 2000
- [3] Şeker C., “ Penetrasyon Direnci ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler”. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 3, 583-588, 1999
- [4] Turgut B., Aksakal, E.L., Öztaş, T., “ Toprak Sıkışmasına Bağlı Fiziksel Ortam Özelliklerindeki Etkileşimler”. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi* 20-22 Mayıs, Cilt IV, s.1439-1446, Artvin, 2010
- [5] Meek B.D., Reche, E.R., Carter L.M., DeTar W.R., Urie A.L., “ Infiltration Rate of a Sandy Loam Soil: Effects of Traffic, Tillage and Plant Roots”. *Soc. Am. J.*, 56, 908-913, 1992
- [6] Demir S., Kılıç K., Aydın M., “ Farklı Kullanım Altındaki Toprakların Kıvam Limitleriyle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişki”. *Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29,2, 63-71, 2012
- [7] De Jong E., Acton D.F., Stonehouse H.B., “ Estimating the Atterberg limits of southern Saskatchewan soils from texture and carbon contents”. *Canadian Journal of Soil Science*, 70, 543-554, 1990
- [8] Atalay İ.Z., “ Gediz Havzası Alluvial Topraklarının Besin Elementi Durumu ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri”. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27, 2, 161-174, 1987
- [9] Korkmaz H., “ Amik Gölü'nün Kurutulmasının Yöre İklimine Etkileri”. Mustafa Kemal Üniversitesi, *BAP Projesi*, Proje No: 03 F 0701, Antakya, 2005
- [10] Anonim, “Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, İl Tarım ve Kırsal Kalkınma Master Planlarının Hazırlanmasına Destek Projesi”, Adıyaman Tarım Master Planı, Aralık, 2004
- [11] Jackson M.L., “ Soil Chemical Analysis”. *Advanced Course. 2nd ed. Published by the Author, University of Wisconsin, Madison*, 8955, 1969
- [12] Bouyocous G.L., “A Recalibration of Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of soils”. *Agronomy Journal*, 43, 434-438, 1951

- [13] Demiralay İ., “ Islak Eleme Yöntemlerinde Kullanılan Darbe Uzunluğu Ve Frekansının Agregat Stabilitesi Ölçmesine Etkisi Ve Erzurum Ovası Topraklarının Bazı Özellikleri İle Agregat Stabilitesi Arasındaki İlişkiler Üzerinde Araştırmalar”. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, 1975
- [14] Black C. A., “ Methods of Soil Analysis, Agronomy”, No: 9, Part: 1 and 2. *Ame. Soc. of Agr., Madison*, Wisc., 1572 p, 1965
- [15] Kemper W.D., Koch E.J., “ Aggregate Stability of Soils From Western United States and Canada”. *U.S. Dept. Agriculture Tech. Bull*, 1355, 1966
- [16] Özdemir N., “ Toprak Fiziği”. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı* No:30. Samsun, 1998
- [17] Tüzüner A., “Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı”. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. S.21-27, 1990
- [18] Aksakal E.L., Oztaş T., “ Changes In Distribution Patterns of Soil Penetration Resistance Within a Silage-Corn Field Following The Use of Heavy Harvesting Equipments”. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34, 173-179, 2010
- [19] Sayın M., “ Toprak Mekaniği Ders Notları”. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Adana*, 1981
- [20] Talha M., Metwally S.Y., Abu-Gabol E., “ The effect of compaction on some physical properties of alluvial and calcareous soil”. *Egyptian Journal of Soil Science*, 18, 1, 29-38, 1978
- [21] Abacı Bayan A.A., “ Doğu Akdeniz Bölgesinde Yer Alan Sulak Alanlarda Oluşan Toprakların Özellikleri, Verimlilik Düzeyleri ve Sorunları”. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi*, Kahramanmaraş, 2016
- [22] Kurt M. A., “ Deliçay ve Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Alandaki Toprak Profillerinin Mineralojisi, Toprak ve Su Kirliliğinin Araştırılması”. Mersin Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi*, Mersin, 2010
- [23] Chesters G., Attoe O.J., Allen O.N., “ Soil aggregation in relation to soil constituents”. *Soil Science Society American Proceeding*, 21, 272-277, 1957
- [24] Noori K., “ Ankara Çevresinde Çeşitli Ana Materyal Üzerinde Oluşmuş Topraklara Ait Örnek Profillerin Önemli Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Bu Özelliklerin Erozyonla İlgisi”. Ankara Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi*, Ankara, 1969
- [25] Savaş Y., “ Harran Ovası Topraklarında Agregat Stabilitelerinin Sulama Öncesi Ve Sonrasındaki Durumunun Değerlendirilmesi”. Harran Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi*, Şanlıurfa, 2011
- [26] Olorunfemi I. E., Fasinmirin J. T., “ Hydraulic Conductivity and Infiltration of Soils of Tropical Rain Forest Climate of Nigeria”. *Proceedings of the Environmental Management Conference*, Federal University of Agriculture, Abeokuta, Nigeria, 2011
- [27] Başkan O., “ Gölbaşı Yöresi Topraklarının Mühendislik-Fiziksel Özellik İlişkilerinde Jeostatistik Uygulaması”. Ankara Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi*, Ankara, 2004

- [28] Turgut B., Aksakal E.L., Öztaş T., Babagil, G. E.. “Penetrasyon Direncine Etki Eden Toprak Özelliklerine Ait Etki Katsayılarının Çoklu Regresyon Analizi ile Belirlenmesi”. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39, 1, 115-121, 2008
- [29] Öztaş T., Canpolat M.Y., Sönmez K., “ Strength of Individual Soil Aggregates Against Crushing Forces II. Influence of Selected Soil Properties”. *Turkish. Journal of Agriculture & Forestry*, 23, 573-577, 1999
- [31] Grunwald S., “ Profile Cone Penetrometer Data Used To Distinguish Between Soil Materials”. *Soil and Tillage Research*, 62,1-2, 27-40, 2001
- [32] Arvidsson J., Keller T., Gustafsson K., “ Specific draught for mouldboard plough, chisel plough and disc harrow at different water contents”. *Soil and Tillage Research*, 79, 221-231, 2004
- [33] Ekwue E. I., Stone R. J., “ Organic matter effects on the strength properties of compacted agricultural soils”. *Transactions of the ASAE*, 38, 357-365, 1995
- [34] Keskin S. N., Çimen Ö., Uzundurukan, S., “ Killerde Likit Limit- Plastik Limit Parametrelerinin İlişkilendirilmesi”. *XI. Ulusal Kil Sempozyumu* 3-6 Eylül, s. 515-527, İzmir, 2003
- [35] Shakir M. S., Hassan A. U., Razzaq A., “ Effect Of Brackish Water On Atterberg Limits Of Different Soil Series”. *International Journal of Agriculture and Biology*, 1560-8530/04-41-43, 2002
- [36] Summa, V., Margiotta, S., Colaiacovo, R., Giannossi, M. L., “ The influence of the grain-size, mineralogical and geochemical composition on the Verdesca landslide”. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 15, 135-146, 2015
- [37] Benac C., Ostric M., Jovancevic S.D., “ Geotechnical properties in relation to grain-size and mineral composition: The Grohova landslide case study (Croatia)”. *Geologia Croatica*, 67/2, 2014