

**KATI ATIK DEPOLAMA ALANLARINDAKİ KİL ŞİLTELERİN
LİKİT LİMİTİNE TUZ ÇÖZELTİ SICAKLIĞININ ETKİSİ
EFFECT OF SALT SOLUTION TEMPERATURE ON THE LIQUID LIMIT
OF CLAY LINERS IN SOLID WASTE DISPOSAL LANDFILLS**

Z.N. KURT⁵, S. ARASAN⁶, U. HAMUTCU⁷, R.K. AKBULUT⁸

ABSTRACT

Clay liners are exposed there to various chemical, biological, and physical events and these clay liners are affected by temperature of the resulting leachate. In this study, the liquid limit tests were conducted on clay samples using NaCl and KCl solutions at different concentrations and temperatures (20°C, 40°C, and 60°C). The test results showed that the liquid limit decreased with increasing concentration and temperature of salt solutions. However, the liquid limit increased with increasing the temperature of distilled water.

Keywords: Temperature, salt, liquid limit, clay liner

ÖZET

Depolama alanlarındaki kil şiltelerin, atık bünyesinde fiziksel, biyolojik ve kimyasal etkileşim sonucunda meydana gelen sızıntı suyunun sıcaklığından etkilendiği bilinmektedir. Bu çalışmada, farklı sıcaklıklarda (20°C, 40°C ve 60°C) ve konsantrasyonlarda hazırlanan NaCl ve KCl çözeltileri ile kil numuneleri üzerinde likit limit deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçları, tuz çözelti konsantrasyonu ve sıcaklığının

⁵ Arş. Gör., Atatürk Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü 25240 Erzurum ,
znkurt@atauni.edu.tr

⁶ Arş. Gör., Atatürk Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü 25240 Erzurum ,
arasan@atauni.edu.tr

⁷ Arş. Gör., Atatürk Üniversitesi, Pasinler Meslek Yüksekokulu 25300 Erzurum ,
uhamutcu@atauni.edu.tr

⁸ Arş. Gör., Atatürk Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü 25240 Erzurum ,
rkakbulut@atauni.edu.tr

artmasıyla likit limitin azaldığını, buna karşın damıtık su ile yapılan deneylerde ise sıcaklığın artmasıyla likit limitin arttığını göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Sıcaklık, tuz, likit limit, kil şilte

1. GİRİŞ

Depolama alanlarındaki kil şilteler, atık bünyesinde fiziksel, biyolojik ve kimyasal etkileşim sonucunda meydana gelen sızıntı suyu sıcaklığından etkilendiği bilinmektedir. Dolayısıyla, killerin geoteknik özelliklerinin belirlenmesinde saf ya da şebeke suyunun laboratuvar sıcaklığında kullanılması arazi şartlarını temsilden uzaktır.

Atık depolama alanlarında oluşan sızıntı suları ve sıcaklık değişimleri kil şiltelerin geoteknik özelliklerini önemli şekilde etkilemektedir (Schmitz et al. 2004; Romero et al., 2005). Bu etkilerin incelenmesi, geçirimsizlik elemanı olarak kullanılan kil veya geosentetik kil şiltelerin atık depolama alanlarındaki davranışlarını belirleyebilmek için önemlidir. Bu kapsamda, literatürde kimyasalların kil ve geosentetik kil şiltelerin, geoteknik özellikleri üzerindeki etkisini konu alan bir çok çalışma bulunmaktadır (Gleason et al., 1997; Alawaji, 1999; Lee et. al., 2005). Birçok araştırmacı da sıcaklığın killerin geoteknik özellikleri üzerinde etkisini araştırmışlardır (Romero et. al., 2001; Villar and Lloret, 2004; Villar et. al., 2005).

Kıvam limitleri, kil davranışının önemli bir göstergesidir (Jefferson and Rogers, 1998). Zeminlerin geçirimsizlik, sıkışabilirlik, şişme, kayma dayanımı gibi birçok mühendislik özellikleri kıvam limitleri ile ilişkilidir (Sharma and Lewis, 1994; Abdullah et al., 1999). Bu sebeple, zeminlerin belirlenmesi uzun süren bazı özelliklerinin tahmininde kıvam limitleri ile yapılan kolerasyonlar kabul edilebilir bir doğrulukla kullanılabilir.

Bu çalışmada, arazi şartlarında kil şiltelerin maruz kaldığı etkileşimi temsil etmek için laboratuvar deneyler yapılmıştır. Farklı sıcaklıklarda (20°C, 40°C ve 60°C) ve

konsantrasyonlarda hazırlanan NaCl ve KCl çözeltileri ile kil numuneleri üzerinde likit limit deneyleri yapılmıştır. Referans olarak damıtık su ile yapılan deneyler referans alınmıştır. Her bir deney, sonuçların güvenilirliği açısından en az üç kez tekrarlanmıştır.

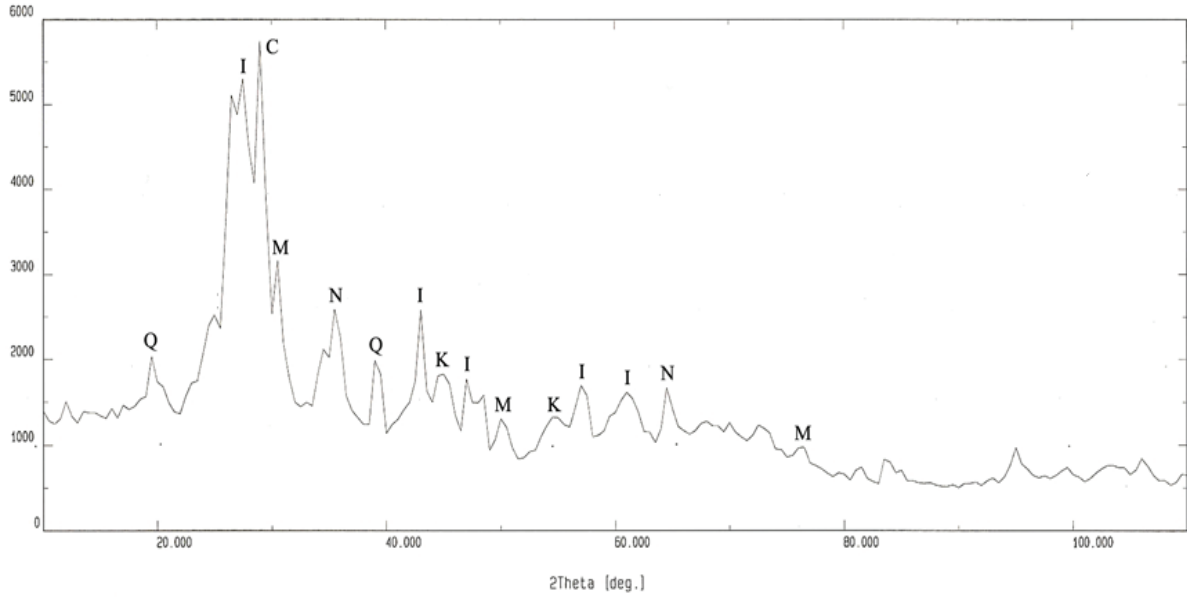
2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Kullanılan Malzemeler

Deneylerde, yüksek plastisiteli (CH sınıfı) kil kullanılmıştır. Bu kile ait bazı geoteknik özellikler laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir. Kilin belirlenen geoteknik özellikleri Tablo 1’de, XRD grafiği ise Şekil 1’de verilmiştir. XRD analizi sonuçları kullanılan kilde hakim kil mineralinin illit olduğunu göstermiştir. Deneylerde, sodyum klorür (NaCl) ve potasyum klorür (KCl) tuzları 0,25M, 1M ve 4M konsantrasyonlarda kullanılmıştır (Tablo 2). Tuz çözeltileri Tablo 2’te verilen çözünürlük sıcaklıkları dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Tablo 1. Deneylerde kullanılan kilin özellikleri

CH Kili			
Kil İçeriği,	< 0,002 mm	(%)	29
İnce Dane İçeriği,	<0,075 mm	(%)	99
Özgül Ağırlık,	G _S		2.65
Likit Limit,	w _L	(%)	57
Plastik Limit,	w _P	(%)	29
Plastisite İndisi	I _P	(%)	28



Şekil 1. Deneylerde kullanılan kilin XRD grafiği

Tablo 2. Deneylerde kullanılan tuzlar ve çözünürlükleri (Anonim, 2007)

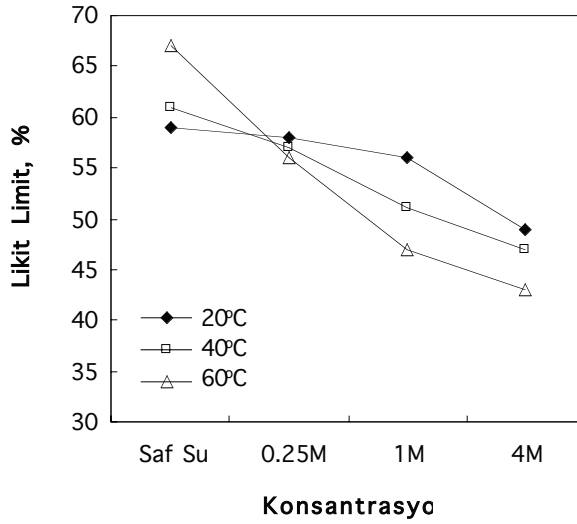
Kimyasalın İsmi	Formülü	Molekül Ağırlığı (gr)	Çözünürlük [g/100 g H ₂ O (°C)]
Sodyum klorür	NaCl	58,4	35,85 (20)
Potasyum klorür	KCl	74,5	34.2 (20)

2.2. Likit Limit Deneyleri

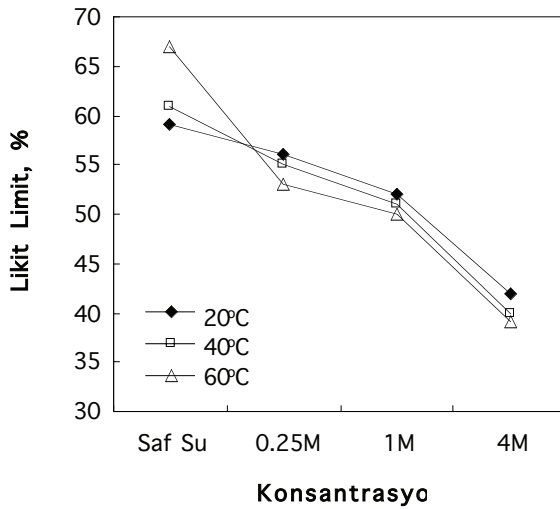
20⁰C, 40⁰C ve 60⁰C sıcaklıklarında hazırlanan saf su ve tuz çözeltileri kil ile karıştırılmıştır. Karışımın sıcaklığının değişmemesi için numuneler 24 saat boyunca aynı sıcaklıktaki su banyosunda ısıya dayanıklı cam kaplar içinde bekletilmiştir. 24 saat sonunda kaplardan çıkarılan numuneler üzerinde sıcaklık kaybını önlemek için hızlı bir şekilde likit limit deneyleri yapılmıştır. Likit limit deneylerinde BS 1377, Part 2, 1990 esas alınmış ve koni penetrasyon yöntemi tercih edilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

NaCl ve KCl tuz çözeltileri için, deneylerden elde edilen tuz konsantrasyonu-likit limit ilişkileri sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir. Şekillerden görüleceği gibi tüm sıcaklıklarda likit limit, tuz konsantrasyonlarının artmasıyla azalmıştır. Benzer şekilde, Gleason et al. (1997) ve Schmitz et al. (2004) yaptıkları çalışmalarda tuz konsantrasyonunun artmasıyla likit limitin azalacağını ifade etmişlerdir.

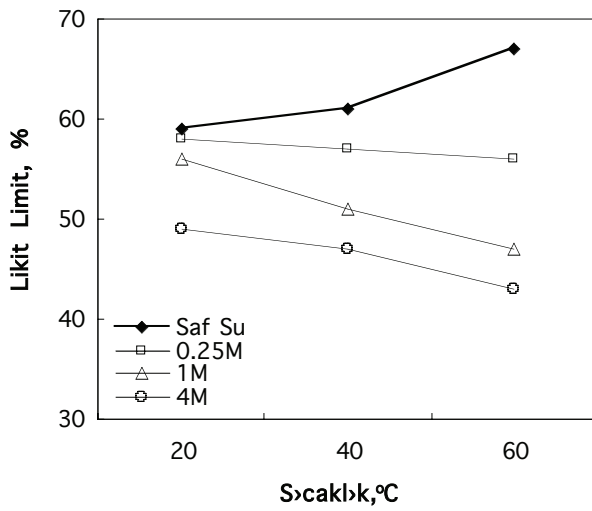


Şekil 2. Likit limitin NaCl tuz konsantrasyonu ile değişimi

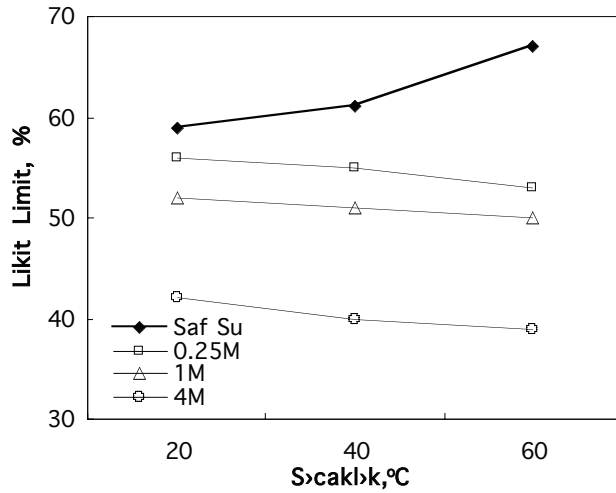


Şekil 3. Likit limitin KCl tuz konsantrasyonu ile değişimi

Deneylerden elde edilen sıcaklık-likit limit ilişkileri ise NaCl ve KCl tuz çözeltileri için sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir. Şekillerden görüleceği gibi saf su ile yapılan deneyler sonucunda, sıcaklığın artmasıyla likit limit artmıştır. Benzer olarak, Jefferson and Rogers (1998) çalışmalarında smektit kili üzerinde yaptıkları likit limit deneyleri sonucunda, sıcaklığın artmasıyla likit limitin arttığını ifade etmişlerdir.



Şekil 4. NaCl tuzu için likit limitin sıcaklık ile değişimi



Şekil 5. KCl tuzu için likit limitin sıcaklık ile değişimi

Buna rağmen, NaCl ve KCl tuz çözeltileri için farklı sıcaklıklarda yapılan deneyler sonucunda, sıcaklığın artmasıyla likit limitin azaldığı tespit edilmiştir. Saf su ve tuz çözeltileri ile yapılan farklı sıcaklıklardaki likit limit deneylerinde ortaya çıkan bu farklılığın; kilin yapısının tuz çözeltileri etkisinde bozulması ve difüzyon çift tabaka (Diffusion Double Layer-DDL) kalınlığının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, yüksek plastisiteli bir kil üzerinde farklı sıcaklıklarda (20⁰C, 40⁰C ve 60⁰C), NaCl ve KCl tuz çözeltilerinin değişik konsantrasyonlarında (0,25M, 1M ve 4M) bir seri likit limit deneyi yapılmıştır. Saf su ile yapılan likit limit deneylerinde, sıcaklığın artmasıyla likit limitin arttığı bulunmuştur. Buna karşın, tuz çözeltilerinin kullanıldığı deneylerde ise konsantrasyon ve sıcaklığın artmasıyla likit limitin azaldığını tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abdullah, W.S., Alshibli, K.A., Al-Zou'bi, M.S., 1999. Influence of pore water chemistry on the swelling behavior of compacted clays. *Applied Clay Science* 15, 447-462.
- Alawaji, H.A., 1999. Swell and compressibility characteristics of sand-bentonite mixtures inundated with liquids. *Applied Clay Science* 15, 411-430.
- Anonim, 2007. <http://www.kimyaevi.org/dokgoster.asp?dosya=903000005> (21.06.2007).
- Gleason, M.H., Daniel, D.E., Eykholt, G.R., 1997. Calcium and sodium bentonite for hydraulic containment applications. *J. Geotech. Geoenviron. Eng.* 123(5), 438-445.
- Jefferson, I., Rogers, C.D.F., 1998. Liquid limit and the temperature sensitivity of clays. *Engineering Geology* 49, 95-109.
- Lee, J.M., Shackelford, C.D., Benson, C.H., Jo, H.Y., Edil, T.B., 2005. Correlating index properties and hydraulic conductivity of geosynthetic clay liners: *J. Geotech. Geoenviron. Eng.* 131(11), 1319-1329.

- Romero, E., Gens, A., Lloret, A., 2001. Temperature effects on the hydraulic behaviour of an unsaturated clay. *Geotechnical and Geological Engineering*, 19, 311-332.
- Romero, E., Villar, M.V., Lloret, A., 2005. Thermo-hydro-mechanical behaviour of two heavily overconsolidated clays. *Engineering Geology*, 81, 255-268.
- Schmitz, R.M., Schroeder, C., Charlier, R., 2004. Chemo-mechanical interactions in clay: a correlation between clay mineralogy and Atterberg limits. *Applied Clay Science* 26, 351-358.
- Sharma, H.D., Lewis, S.P., 1994. Waste containment systems, waste stabilization, and landfills: design and evaluation. John Wiley & Sons Inc., Canada, 588 pp.
- Villar, M.V., Lloret, A., 2004. Influence of temperature on the hydro-mechanical behaviour of a compacted bentonite. *Applied Clay Science*, 26, 337-350.
- Villar, M.V., Martin, P.L., Barcala, J.M., 2005. Modification of physical, mechanical and hydraulic properties of bentonite by thermo-hydraulic gradients. *Engineering Geology*, 81, 284-297.