

## KALİFORNİYA'DA YER ALAN, DOĞAL VEJETASYONLA KAPLI BAZI TOPRAKLARDA EROZYON EĞİLİMİNİN METALİK KATYON MÜBADELE KAPASİTESİ İLE İLİŞKİSİ\*

Yazan :

Wallis J. R. ve Stevan L. J.

Çeviren :

Dr. Necdet ÖZYUVACI

### Ö Z E T

Yirmi değişik sahada toprağın kendine özgü niteliklerine bağlı erozyon eğilimi Middleton'un dispersiyon oranı ve Anderson'un yüzey agregatlaşma oranı indeksleriyle ifade edilmiştir. Bu indeksler bazı regrasyon analizlerinde bağlı değişkenler olarak alınmış, toprakta en çok bulunan dört katyon (Ca, Mg, K ve Na) un mutlak kuru ağırlığın yüzdesi olarak tayin edilen miliekivalan değerleri ise serbest değişkenler olarak kullanılmıştır.

Elde edilen değerlere en iyi uyan denklem tipi aşağıda verilmektedir;

Miliekivalan                      Miliekivalan

Erozyon İndeksi =  $a + b (Ca^{++} + Mg^{++}) + c (Ca^{++} + Mg^{++})^2$  burada gerek doğrusal, gerekse eğrisel terimler % 5 olarak kabul edilen güvenilirlik derecesi için önemlilik göstermişlerdir.

### G İ R İ Ş

Middleton (1930) ve Anderson (1954) toprağın bizatihi bünyesinde mevcut özelliklerinden dolayı gösterdiği erozyon eğilimini iyi bir şekilde ortaya koyan indeksler, geliştirmişlerdir. Middleton'un dispersiyon oranı; bir toprak örneği üzerinde uygulanan işlemleri müteakip, örnekte yer alan küçük daneciklerde meydana gelen artışın bir ölçüsüdür. Dispersiyon oranının Güney Kaliforniya (Anderson, 1951) ve Oregon'da (Anderson, 1954) toprakların kendine özgü niteliklerine bağlı erozyon eğilimlerinin istatistiki anlamda önemli bir müş'iri olduğu tespit edilmiştir. Smerdon ve Beasley (1959) tarafından eksperimental olarak yapılan bir çalışma yine dispersiyon oranının, toprağın bizatihi bünyesinde mevcut özelliklerinden dolayı gösterdiği erozyon eğiliminin iyi bir ölçüsü olduğunu ortaya koymuştur. Anderson (1954) tarafından geliştirilen yüzey agregatlaşma ora-

\* Bu yazının orijinali, Journal of Geophysical Research adlı derginin Nisan-1961 (Vol. 66 number 4. pp. 1225-1230) sayısında neşredilmiştir.

nının yağış havzalarında sediment verimi ile ilişkisi bulunması yanında diğer bir avantajı da jeolojik bakımdan ana materyal ile yüksek bir korelasyon göstermesidir. Bu çalışmada, bahis konusu erozyon eğilim indekslerinin toprakta mevcut katyonların cins ve miktarı ile ilişkisini ortaya koyan hususlar verilmektedir.

Toprakların erozyon yapıcı kuvvetlere karşı mukavemet göstermesine yardım eden bağlayıcı özelliklerinden biri de bünyelerinde absorbe edilmiş olan metalik katyon kompleksleridir. Skula ve Nayar (1943) toprakta mevcut katyonların cins ve miktarında yapılacak bir değişiklikte toprağın permeabilitesinin (geçirgenliğinin) değiştirilebileceğini ortaya koymuşlardır. Toprakta daneciklerin agregatlaşma derecesi ile katyonların cins ve miktarı arasında da aynı şekilde bir ilişkinin varlığını beklemek mantıkî görünmektedir. Eğer böyle bir durum mevcut ise toprakta katyon konsantrasyonunu değiştirmekle erozyon eğilimini azaltmak veya çoğaltmak mümkün olacaktır. Bu hipotezle ilgili olarak iki husus üzerinde durulabilir. Bunlardan ilki; kabili mübadele katyonların yerine başkaları konularak, neticede erozyon eğiliminde meydana gelecek değişikliğin ölçülmesi, ikincisi ise; değişik topraklarda mevcut katyonların miktarı ile erozyon eğilimi arasında bir regrasyon analizi yapılmasıdır. Bu çalışmada ikinci yol tercih edilmiştir.

Böyle bir çalışma daha önce Rost ve Rowles (1941) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar agregatlaşma ile organik madde ve yine agregatlaşma ile (kabili mübadele  $H^+$ ,  $Mg^{++}$  ve  $Ca^{++}$  olarak tarif edilen) total katyon mübadele kapasitesi arasında pozitif bir korelasyon bulmuşlardır. Diğer taraftan agregatlaşma ile ( $Mg^{++}$ ) arasında ilişki olmadığını, yine agregatlaşma ile ( $Ca^{++}$ ) veya ( $Ca^{++} + Mg^{++}$ ) arasında ise zayıf bir negatif korelasyonun varlığını ortaya koymuşlardır. Burada, agregatlaşma ile  $H^+$  arasında mevcut olduğu ifade edilen pozitif korelasyonun ise, muhtemelen, organik madde içersindeki  $H^+$  nin indirekt etkisi nedeniyle meydana geldiğini ileri sürmektedirler. Onların teste tabi tuttıkları topraklar, Kaliforniya'da yer alan ve doğal vejetasyonla kaplı bulunan topraklardan daha çok organik madde ihtiva etmekteydi. Eğer çıplak mineral toprağı teste tabi tutmuş olsalardı bizim çalışmamız ile onların çalışma sonuçları arasında bir mukayese yapmak daha kolay olacaktı.

ARAŞTIRMADA TESTE TABİ TUTULAN TOPRAKLAR

Çalışmamızda J. Andre tarafından sekiz jeolojik tipten her biri

için belli meyil ve yağış şartlarında ve vejetasyonla tam olarak örtülü mineral toprakta 0-6 inç derinlikten alınmış örnekler kullanılmıştır.

Andre 168 toprak örneği üzerinde komple mekanik analiz uygulayarak bunlarda dispersiyon ve yüzey agregatlaşma oranlarını tayin etmiştir. Biz Andre'nin örneklerinden coğrafik mevki ve jeolojik tip bakımından büyük bir varyasyon gösteren yirmi adedini seçtik. Tablo - 1, kullanılan bu yirmi örneğe ait bilgileri ihtiva etmektedir. (Andre'nin örnekleri; Kuzey Kaliforniya'da toprak haritası bulunmayan Sierra ve Coast kesimlerinin tümünü kapsayacak şekilde alınmıştır. Bu toprakları seriler halinde sınıflandırma hususunda herhangi bir teşebbüs yapılmamıştır. Her örnekleme noktasının tam olarak mevkii ve diğer tavsif edici niteliklerine ait materyal, Güneybatı Pasifik Orman ve Mer'a Araştırma İstasyonunun (Pasific Southwest and Range Experiment Station) arşivinde bulunmaktadır.

#### KULLANILAN METODLARIN ÖZETİ

Her bir topraktan alınan 10 gr. örnek, ilave edilen 40 Ml. 1. N. Amonyum asetatla (pH 7) su banyosu üzerinde 30 dakika muamele edilir. Jackson (1958) tarafından tarif edilen şekilde Whatman No. 30 filtre kâğıdı yerleştirilmiş Buechner hunisinden süzülür.

Bağlanmış kabili mübadele magnezyum ve kalsiyum, 0.1 N EDTA (disodyum dihidrojen etilendiamin tetra asetik asit) ve standart 0.1 N kalsiyum çözeltisi ile erikrom black T. indikatörü kullanılmak suretiyle titre edilerek, geri titrasyonla tayin edilir. Calcein indikatörü ile yapılan ayrı bir titrasyonla kalsiyum ve aradaki farktan da magnezyum miktarı bulunur. Bu titrasyon, manganez ve demirin indikatörle enterferansına mani olmak için tri etonal amin ile tamponlanır ve çinko ile bakırın sodyum siyanidle kompleks teşkili sağlanır. Kalsiyum ve magnezyum fosfatı çözmek için ilave edilen fazla EDTA, lüzumlu standart kalsiyum ile geri titre edilir. Titrasyonlarda kör deney uygulanarak gerekli tashihler yapılır.

Potasyum ve sodyum Beckman flame fotometresi ile tayin edilmiştir (Jackson 1958). Toprakta mevcut bu dört metalik katyonun (Ca, Mg, K ve Na) miktarları ayrı ayrı mutlak kuru ağırlığın yüz desisi olarak miliekivalan değerleri ile verilmiştir (Tablo - 2).

Bu çalışmada izlenen kimyasal yolun tam olarak izahına ilişkin malumat aşağıdaki adresten temin edilebilir. (Division of Watershed

Tablo : 1. Kaliforniya'da yer alan doğal vejetasyonla kaplı 20 değişik sahada toprağın fiziksel karakteristikleri (Özet olarak)

Örnek No.	Ana Materyal	Zon	Vejetasyon	Yükseklik	Topraktaki İştirak Yüzedesi							Yüzey Agregatlaşma Oranı	Dispersiyon Oranı
					25 mm	25-5 mm	5-2 mm	2-0.05 mm	Toz	Kil	İnce Kil		
9	Granit	N. Coast	Çam	2400	2	4.2	17.1	50.3	17.2	3.8	5.4	144.0	63.6
16	Granit	Sierra	Çam	3600	0	1.4	9.6	55.7	19.9	5.3	8.0	187.8	76.5
41	Bazalt	N. Coast	Çam	2050	5	4.1	13.7	29.3	29.3	4.6	13.0	39.1	55.9
48	Bazalt	N. Coast	Ot	3000	15	11.6	13.3	25.8	23.4	4.2	6.6	43.6	49.1
42	Bazalt	N. Coast	Ot	4300	15	11.5	12.6	31.3	19.8	3.0	6.7	59.9	49.5
63	Serpantin	N. Coast	Çam	3400	5	14.8	12.1	29.3	25.2	4.1	9.5	33.6	35.6
64	Serpantin	N. Coast	Çam	3700	40	12.7	6.9	17.4	14.9	2.8	5.1	44.4	48.7
66	Serpantin	N. Coast	Çam	2700	10	29.7	21.8	22.6	9.8	1.9	4.2	93.7	49.1
67	Serpantin	N. Coast	Çam	3900	50	17.2	9.2	11.7	6.9	1.2	3.8	49.7	31.9
103	Şist	Sierra	Ot	2400	35	3.9	1.8	35.2	20.5	0.6	3.0	248.4	84.6
117	Şist	N. Coast	Orman	4000	20	20.8	13.8	22.4	14.8	3.6	4.5	67.9	55.4
118	Şist	N. Coast	Orman	4200	10	29.7	23.2	21.9	9.7	2.6	3.0	79.8	38.6
120	Sediment	N. Coast	Çam	3100	0	25.2	28.5	31.6	7.7	1.9	5.1	116.9	40.8
123	Sediment	N. Coast	Çam	2800	15	16.6	14.5	19.7	27.8	2.7	3.8	40.3	55.1
124	Sediment	N. Coast	Çam	3200	0	6.2	20.5	28.6	25.6	5.1	13.9	33.1	41.7
126	Sediment	N. Coast	Çam	4100	0	8.8	19.1	36.0	26.6	3.6	5.8	57.9	50.0
169	Alüvyon	N. Coast	Ot	2300	15	21.1	5.4	16.4	24.6	5.3	12.3	14.6	21.1
170	Alüvyon	N. Coast	Ot	2800	40	14.0	7.6	26.2	9.1	1.2	1.9	98.4	37.7
171	Alüvyon	N. Coast	Ot	2800	0	20.6	23.2	33.9	13.8	3.9	4.5	102.4	54.5
172	Alüvyon	N. Coast	Çam	2300	15	18.6	11.5	25.8	18.1	5.5	5.5	39.5	34.0
Sınır Değerleri				2050	0	1.4	1.8	11.7	6.9	0.6	1.9	14.6	21.1
				4300	50	29.7	28.5	55.7	29.3	5.5	13.9	248.4	84.6
Ortalama				3150	15	14.6	14.3	28.6	18.2	3.3	6.2	79.75	48.67

Tablo — 2. Kaliforniya'da yer alan doğal vejetasyonla kaplı 20 değişik sahada toprağın ihtiva ettiği kabili mübadele katyonlarının miktarı ve kimyasal karakteristikleri

Örnek No.	pH	Kabili mübadele katyonların mutlak kuru ağırlığın yüzdesi olarak miliekivalan değerleri.			
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
9	6.4	6.89	1.65	0.943	0.052
16	5.7	4.69	1.72	0.382	0.040
41	6.5	7.06	3.68	0.852	0.062
43	6.8	11.59	2.33	0.838	0.063
42	7.3	14.02	1.99	1.242	0.074
63	6.5	14.73	11.02	0.312	0.064
64	6.5	2.09	12.03	0.167	0.072
66	6.9	2.01	22.57	0.189	0.054
67	6.5	7.82	20.46	0.453	0.074
103	6.3	4.73	1.45	0.421	0.083
117	5.9	7.66	2.42	0.476	0.059
118	6.4	18.10	3.36	0.815	0.086
120	6.0	5.85	2.19	0.437	0.067
123	5.7	8.85	4.30	0.350	0.074
124	6.6	7.64	9.32	0.740	0.056
126	6.2	6.54	2.15	0.580	0.067
169	6.1	18.30	7.65	0.583	0.113
170	5.8	15.13	3.32	0.375	0.114
171	5.9	9.16	2.72	0.621	0.056
172	6.1	8.56	25.09	0.674	0.070
Sınır Değerler		2.01	1.45	0.167	0.040
		18.30	25.09	1.242	0.114
Ortalama		9.07	7.07	0.573	0.070

Management Research Pasifich Southwest Forest and Range Exp. Sta. P. O. Box 245 Berkeley 1, California).

Sonuçlara uygulanan regrasyon analizlerinde Kaliforniya Üniversitesi'ndeki IBM 701 komputer kullanılmıştır. Bağlı değişkenler olarak dispersiyon ve yüzey agregatlaşma oranları, serbest değişkenler olarak da dört katyonun (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup> ve Na<sup>+</sup>) miliekivalan değerleri, çeşitli toplamları, kareleri ve bunların karşılıklı çarpımları alınmıştır. Her bir regrasyon münasebeti için hesaplanan kat-sayılar ve bunlarla birlikte t - değerleri Tablo - 3 de verilmiştir.

### S O N U Ç L A R

Bu kadar çok varyasyonun bahis konusu olduğu donelerde yirmi örneğe dayanmak, böyle bir analiz için minimum sayıdır. Bu güçlüğü rağmen toprakta erozyon eğilimini gösteren indeksler ile katyonlar arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur t- değerlerinin yer aldığı Tablo - 3 de a) kabili mübadele (Ca<sup>++</sup>), (Mg<sup>++</sup>) ve (Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup>) un doğrusal terimler bakımından erozyon eğilim indeksleriyle negatif bir korelasyon gösterdiği b) bu ilişkinin ileri modellerde (Ca<sup>++</sup>), (Mg<sup>++</sup>) ve (Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup>) un eğrisel terimleri bakımından da önemli olduğunu ve c) yine bu örneklerde bulunan az miktardaki K<sup>+</sup> ve Na<sup>+</sup> un indeksler üzerindeki etkisinin ise istatistiki bakımdan önemsiz olduğunu izlemek mümkündür.

Biz daha geniş modellerde korrelasyonun artıp artmadığını bir sıralama ile değişik modellerde F testleri uygulayarak kontrol ettik ve bunların müsterek veya ayrı ayrı ilişkilere ilaveten önemlilik gösterdiğini ortaya koyduk. Burada % 5 olarak kabul edilen güvenirlilik derecesi için mevcut donelere en iyi uyan denklem tipi aşağıda verilmiştir :

Erozyon eğilim indeksi = a - b<sub>1</sub> (Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup>) + b<sub>2</sub> (Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup>)<sup>2</sup> Bu denklem Tablo - 3 de yer alan 7 ve 8. denklemlerle aynı tipidir.

Ca<sup>++</sup> ve Mg<sup>++</sup> un ayrı ayrı ele alındığı altı regrasyon denkleminde (3, 9, 11, 4, 10 ve 12) bunların benzer katsayılarla ve dolayısıyla erozyon eğilim indeksleri üzerinde de benzer etkilere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Bu tip bir denklemle, pür doğrusal bir ilişki arasında yapılan benzer karşılaştırma, bu durumun ikinci dereceden terimler içinde

Tablo - 3. Kabili mübadele toprak kanyonları ile erozyon eğilimine ilişkin denklemlerde sebebi bilinen varyans ve regrasyon katsayıları ile t- değerleri.

Bağıl Değişken	Sabit Terim	Regrasyon katsayıları ve bağımsız değişkenler için t- değerleri										Sebebi Bilinen Varyans
		Ca++	Mg++	K+	Na+	(Ca++) <sup>2</sup>	(Mg++) <sup>2</sup>	(Ca++) <sup>2</sup>	(Ca++) <sup>2</sup>	(K++) <sup>2</sup>	(K+)	
D.R.	108.7	-4.42 (2.98)	-45.29 (1.00)	-1.44 (5.28)	-4.86 (0.60)	+0.93 (4.22)	+0.93 (1.73)	+0.74 (0.81)	+0.093 (0.45)	+38.56 (1.62)	-805 (0.55)	0.73
D.R.	80.1	-1.92 (2.73)	+1.45 (0.15)	-3.96 (3.00)	-93.64 (0.56)	+0.068 (4.22)	+1.06 (1.8)	+0.055 (0.41)	+0.093 (0.83)	+308 (1.076)		0.68
D.R.	75.0	-3.78 (1.37)	-3.79 (2.29)									0.60
D.R.	90.7	-3.57 (1.13)	-4.51 (2.43)									0.67
D.R.	90.0	-6.26 (1.61)	-3.80 (2.22)									0.73
D.R.	106.5	-3.57 (1.13)	-4.51 (2.43)									0.75
S/A	322.6	-20.28 (2.61)	-152.0 (0.64)									0.52
S/A	146.5	-6.26 (1.61)	-3.80 (2.22)									0.47
S/A	170.8	-4.09 (2.86)	-39.0 (0.92)									0.34
S/A	258.4	-19.21 (2.98)										0.48
S/A	336.6	-34.15 (2.71)	-26.36 (3.54)									0.62
S/A	371.7	-27.93 (1.93)	-29.04 (3.42)									0.66

+ Örnek Denklem 1.

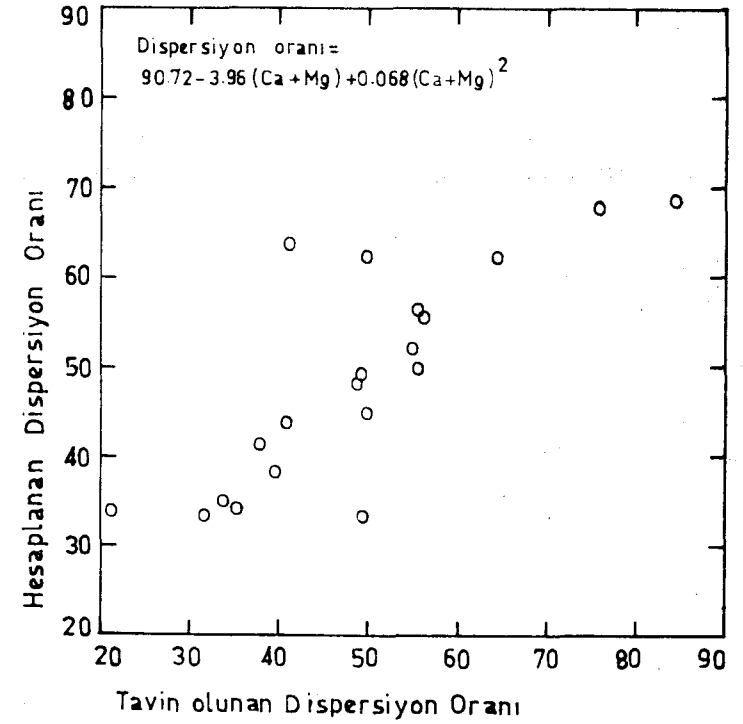
Dispersiyon Oranı =  $108.7 - 4.42 (Ca^{++} + Mg^{++}) - 45.29 (K + Na) + 0.093 (Ca^{++} + Mg^{++})^2 + 38.58 (K + Na)^2 - 0.805 (K^+) (Na^+)$  Her bir değişkene ait t- değerleri regrasyon katsayılarının altında parantez içinde gösterilmiştir.

+ Yüzey Erozyonu

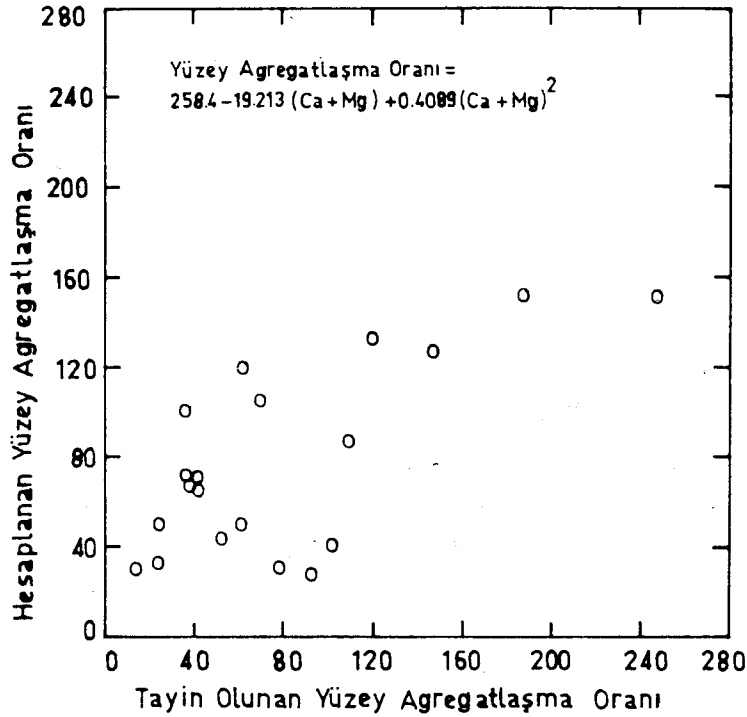
cari olacağını ortaya koymuştur. Sadece bir örnekte dispersiyon oranı 7. denklemden faydalanılarak bulunan minimum değer (33.1) den daha küçük ve yine yalnız iki örnekte de yüzey agregatlaşma oranı 8. denklemden bulunan minimum değerden (32.9) daha küçük çıkmıştır. Tablo - 3 de yer alan 10. denklemin 8. denklem yerine kullanılması halinde, sebebi bilinen varyansın ( $R^2$ ) yüzde 29 oranında arttığı ve münferit t - değerlerine göre bütün terimlerin önemli görünmesine rağmen bunun, yapılan F testlerinde istatistiksel anlamda önem taşımadığı tespit edilmiştir. Oysaki, yapılacak daha geniş bir örnekleme bunun istatistiksel anlamda da önemli olduğunu ortaya koyabilirdi.

#### İRDELEME

7 ve 8. denklemlerden faydalanılarak bulunan dispersiyon ve yüzey agregatlaşma oranları Şekil - 1 ve 2 de grafik olarak verilmiştir.



Şekil - 1 Denklemden faydalanılarak bulunan dispersiyon oranı ile örnekte bizzat tayin olunan dispersiyon oranı arasındaki ilişki.



Şekil — 2 Denklemden faydalanılarak bulunan yüzey agregatlaşma oranı ile örnekte bizzat tayin olunan yüzey agregatlaşma oranı arasındaki ilişki.

Bunlar arasında oldukça yüksek bir ilişki bulunduğu görülmektedir. El'an dahi mevcudiyetini izlediğimiz sapmalardan çoğunu ise; şüphesiz, anamateryalin bizzatihi jeolojik bünyesinde yer alan farklılıklardan ileri geldiği şeklinde izah etmek mümkündür.

Erozyon eğilimi ile ana materyal arasında müşahede edilen korelasyon, farklı ana materyallerden farklı kil mineralleri oluşacağı gerçeği ile izah edilebilir. Marshall (1949) katyonların kil tarafından tutulmasında, büyük ölçüde mevcut bağlı enerjilerin rol oynadığını ve bu bağlı enerjilerin ise kolloid tipi ile pH derecesinin fonksiyonları olduğunu ortaya koymuştur. Bundan sonra, topraklarda erozyon eğilimi konusunda yapılacak çalışmalar bağımsız değişkenler olarak kabili mübadele katyonların miktarı kadar cinsini de tespiti yönelecektir. Temel koloidal vasıfların komple bir şekilde incelenmesi ise problem teşkil eden topraklarda erozyon eğilimini değiştirecek kimyasal muameleleri geliştirmeyi mümkün kılacaktır.

## L İ T E R A T Ü R

- Anderson, H.W., Physical characteristics of soils related to erosion, *J. Soil and Water Cons.*, 6 (3), 129 - 133, July, 1951.
- Anderson, H.W., Suspended sediment discharge as related to streamflow, topography, soil, and land use, *Trans. Am. Geophys. Union*, 35 (2), 268 - 281, 1954.
- Jackson, M.L., *Soil Chemical Analysis*, Prentice - Hall, Englewood Cliffs, N. J., 500 pp., 1958.
- Marshall, C.E., *The Colloid Chemistry of the Silicate Minerals*, Academic Press, N.Y., 195 pp., 1949.
- Middleton, H.E., Properties of soils which influence Soil erosion, *U.S. Dept. Agr. Tech. Bull.* 178, 1 - 16, 1930.
- Rost, C.O., and C.A. Rowles, A study of factors affecting the stability of soil aggregates, *Soil Sci. Am. Proc.*, 5, 421 - 433, 1941.
- Skula, K.P., and M. Nayar, Influence of Na, NH<sub>4</sub> and K ions on the permeability of calcium soils, *Current Sci. India*, 12 (5), 155 - 156, 1943.
- Smerdon, E.T., and R. P. Beasley, The tractive force theory applied to stability of open channel in cohesive soils, *Univ. Missouri Agr. Expt. Sta. Research Bull.* 715, 36 pp., 1959.