

# TOPRAK ISLANABİLİRLİĞİNİN AGREGAT STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ VE FARKLI ISLANMA ÖZELLİĞİ TAŞIYAN TOPRAKLARIN DEĞİŞİK EROZYON EĞİLİM İNDEKSLERİ KULLANILARAK SAPTANAN DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Kâmil ŞENGÖNÜL<sup>1</sup>

## Kı s a Ö z e t

Topraklarda hidrofobik özellikteki organik maddelerin bulunuşu, toprakların hidro-fiziksel özelliklerinde önemli değişmelere neden olabilmektedir. Islanmaya karşı gösterilen direnç, erozyon olayında önemli bir özellik olarak değerlendirilen agregatların dispersleşmesi ve toprağın su iletimi gibi faktörleri doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle güç islanan topraklarda erozyon eğiliminin saptanması sırasında kullanılan indislerde yer alan bazı komponentler toprağın bu özelliğinden etkilenmekte ve farklı indisler değişik sonuçlar verebilmektedir.

## GİRİŞ

Bir toprağın erozyon eğilimi, toprağın kendine özgü nitelikleri ile erozyona karşı göstermiş olduğu direnç olarak tanımlanabilir. Doğal durumda açıkça izlenebileceği gibi aynı koşullar altında farklı topraklar farklı derecelerde erozyona uğramaktadırlar. Bu doğal olgu ise üzerinde durulması gereken şu soruyu ön plana çıkarmaktadır. «Bir toprağın bünyesindeki hangi özellik diğer çevre koşulları aynı kaldığı halde bu toprağı erozyona karşı diğerinden daha duyarlı hale getirmektedir». Uzun yıllar bu konuda yapılan çalışmalar laboratuvar koşullarında saptanabilen bazı toprak özelliklerinin bir toprağın erozyona duyarlı olup olmadığını ortaya koymada yardımcı olabileceğini göstermiştir. Bu çalışmalarda bazen bir, bazende bir kaç toprak özelliğı birlikte bir kriter olarak alınmıştır. Bununla beraber toprağın suyla çözölmeye ve taşınmaya karşı gösterdiği direncin, suya dayanıklı agregatlaşma ve toprağın su iletimi gibi faktörlerle çok sıkı ilişkide olması nedeniyle erozyon eğilim indislerinin bir çoğı değişik yollarla da olsa bu özellikleri ölçmeyi amaçlamışlardır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan bir yöntem olan *Dispersiyon Oranı*; toprakta primer taneciklerin bir araya gelerek oluşturduğu sekonder taneciklerin su

<sup>1</sup> İ.Ü. Orman Fakötesi, Toprak ve Orman Ekolojisi Anabilim Dalı.

ile dispersleşip daha sonra yine suyun taşıma gücüyle hareket ettiği görüşünden hareketle, topraklarda bir dispersleştirme yapılmadan önce saptanan toz+kil miktarının, aynı toprakta tam bir dispersleştirmeden sonra saptanan toz+kil miktarına oranlanmasıyla elde edilecek değerlerin toprakları erozyona dayanıklı ve dayanıksız olarak ayırmada kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Topraklarda tam bir dispersleşme olmadan ancak belli boyuttaki materyalin erozyonla taşınabileceği noktasından hareket eden bazı toprak bilimciler, bu boyuttan küçük agregat veya toprak parçacıklarının miktar olarak saptanmasıyla, diğer koşullar aynı kaldığı hallerde, o toprağın erozyon eğiliminin açıklanabileceğini belirtmektedirler. Yine agregat çapının önemi üzerinde duran araştırmacılar, ortalama agregat çapının küçülmesiyle topraklarda erozyona karşı duyarlılığın arttığını ortaya koymuşlardır (YODER 1936). Aynı düşünce ile hareket eden Yamamoto ve Anderson (1967), 0.25 mm den küçük agregatları toprağın erozyona hazır fraksiyonları olarak tanımlamaktadırlar.

Toprakların erozyona duyarlılığı ile agregatlaşma arasındaki sıkı ilişki nedeniyle bu konuda geliştirilmiş bir başka indis de *Yüzey Agregatlaşma Oranı*'dir. Bu indeksin dayandığı temel ise; bir toprakta ince kum ve daha büyük boyuttaki taneciklerin toplam yüzey alanlarının o toprakta agregatlaşmaya gerek gösteren yüzey alanı olarak ele alınmasıdır. Aynı yöntemde topraktaki kilin bağlayıcı etkisi nedeniyle agregatlaşmış toz ve kil miktarının toplamı bu yüzey alanına oranlanmaktadır.

Diğer taraftan toprak yüzeyinde akan suyun ve toprağın su iletiminin erozyon olayında önemli etkilerinin olduğu pek çok toprak bilimcisi tarafından belirtilmiştir. Dyrness (1967), stabil bir toprağın bile şiddetli yağışların sık ve uzun süre devam ederek toprağın infiltrasyon kapasitesini aşması halinde hızla erozyona uğrayabileceğini belirtmektedir. Middleton (1930) yaptığı çalışmalar sonunda toprakların kolloid içeriği ile nem ekivalanı değerleri arasındaki oranlarının erozyona duyarlı ve duyarsız topraklar arasında önemli düzeyde farklılıklar gösterdiğini saptamıştır. Erozyon olayında başlıca etkenin yüzeyel akış ve bu yüzeyel akışın da toprakta su iletimi ile yakın ilişkili olmasından hareketle, topraktaki kil ve kilden küçük kolloidal fraksiyonların miktarının aynı toprağın nem ekivalanına oranlanması ile elde edilen değerlerin bir ayınmada kullanılabilceğini belirtmiştir.

Aynı araştırmacının, Kolloid - Nem ekivalanı indeksi ile Dispersiyon Oranı indeksini kombine ederek geliştirdiği *Erozyon Oranı* indeksi de yine toprağın dispersiyon oranı ile doğru, toprağın nem ekivalanı ile ve ters orantılı olarak değişim göstermektedir.

Buraya kadar açıklanmaya çalışıldığı gibi toprakların erozyona duyarlılıklarını saptamada kullanılan yaklaşımların hemen hepsi topraktaki suya dayanıklı agregatlar üzerinde durmakta, buna indekslerin tamamlayıcısı olarak suyun topraktaki hareketini dahil etmektedirler.

#### 1. TOPRAĞIN ISLANABİLİRLİĞİ İLE AGREGAT STABİLİTESİ ARASINDAKİ İLİŐKİLER

Agregatlaşma toprağın katı fazını oluşturan primer taneciklerin bir araya gelerek sekonder parçacıklar oluşturması olarak tanımlanabilir. Toprak agregatlaş-

masında bağlayıcı bir etken olması nedeniyle organik madde önemli bir yere sahiptir. Bunun yanında yapıştırıcı etkisi dolayısıyla kil çeşitli fraksiyonları birbirine yapıştıran bir çimento görevi görmektedir.

Bir toprağın islanabilirliği, o toprakta organik hidrofobik maddelerin varlığı ile önemli ölçüde değişebilmektedir. Toprak taneciklerinin üzerlerinin bu maddelerle kaplanması veya aralarının bu maddelerle doldurulması sonucu topraklarda bir güç islanma meydana gelmektedir. Topraklarda doğal olarak meydana gelen bu oluşum, toprakların fiziksel, kimyasal ve elektriksel özelliklerini değiştirmektedir (DEBANO 1981). Erozyon olayında önemli bir konu olan agregat stabilitesi toprakların islanabilirliği ile sıkı ilişkilidir. Tek tek primer taneciklerin birbirine bağlanması ile oluşan agregatlar suyun çözücü etkisi ile tekrar dağılırlar. Toprağı güç islanan veya tam olarak islanmaz yapan bazı organik maddeler suyun toprağa girişini engellediği için agregatların stabilitesini artırırlar (GABRIEL et al 1973). Toprağın agregatlaşması olayında değişik toprak tanecik sınıflarının etkilerinin farklılıklar gösterdiğini belirten Coughlan ve Hughes (1973) agregatlaşmada esas rolün 0.5 mm den küçük toprak parçacıkları tarafından gerçekleştirildiğini vurgulamaktadır. Diğer taraftan hidrofobik özellikteki organik maddelerin agregat stabilitesi üzerindeki en büyük etkilerinin bilhassa 0.5 - 5.0 mm arasındaki agregat sınıfında olduğu görülmektedir (DEBANO 1981). 5 mm den büyük agregatların oluşumunda en önemli bağlayıcı mekanizma ise bitki kökleridir. Fehl ve Lange (1965), toprak mikroorganizmalarının değişikliğe uğrattığı organik maddenin de toprakta agregat stabilitesini arttırdığını belirtmektedir.

Genel bir yaklaşım olarak; organik madde toprak strüktürünün gelişiminde ve dolayısı ile toprağın havalanması ve geçiririrliği üzerinde çok faydalı etkilere sahiptir. Bununla beraber bu genel kabul güç islanan topraklar üzerinde yapılan araştırmalar sonucu elde ettiğimiz bilgilerle değişmiş görünmektedir. Daha önceki bilgilerin ışığında, miktarı ve özelliği ne olursa olsun organik maddenin toprakta agregatlaşmayı sağlayarak toprak yüzeyine ulaşan suyun kolayca infiltre olması ve toprak içinde daha hızlı hareket etmesi için daha gözenekli bir yapı geliştirdiği kabul edilmekteydi. Bu konuda yeni yaklaşım ise ince tekstürlü topraklara organik madde ilavesi tek tek primer toprak taneciklerini birbirine bağlayarak daha gözenekli bir ortam yaratan agregatlaşmayı geliştirmektedir. Eğer bu agregatlaşma olmazsa doğaldır ki o toprakta az miktarda gelişen makro porlar suyun hareketine daha az elverişli olacaktır. Aynı yaklaşımı kaba tekstürlü topraklarda ele aldığımızda, daha büyük çaplı toprak taneciklerinden oluşmuş bu topraklar tek tek taneler olarak bir arada bulunmakta ve daha geniş porların bulunması ile suyun toprak içinde hareketi daha kolay olmaktadır. Fakat bu topraklara organik madde ilave edildiğinde, eğer bu organik madde hidrofobik özellikler taşıyorsa bu maddeler toprak taneciklerinin aralarını doldurarak ve onların üzerlerini kaplayarak toprakta suyun hareketini önemli düzeyde bazen de tamamen engelleyebilmektedirler. Bu arzu edilmeyen olgu ise organik maddenin ince tekstürlü topraklarda agregatlaşmayı arttırarak oluşturduğu erozyona dayanıklılık avantajını kaba tekstürlü topraklarda dengelemektedir. Çünkü islanmayan toprakta agregatların suyun dispersleştirici etkisine karşı dayanıklılıkları artmış bulunmaktadır.

## 2. FARKLI ISLANABİLME ÖZELLİĞİNE SAHİP TOPRAKLARDA BAZI EROZYON EĞİLİM İNDEKSLERİNİN SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Toprağın ıslanabilirliğinin, agregat stabilitesi ve toprakta su iletimi gibi erodibilite ile ilgili özellikler üzerine farklı etkiler yaptığı göz önüne alındığında, bir toprağın ıslanma özelliği değiştiğçe bazı yöntemler kullanılarak saptanan erozyon eğilimleri de değişik olabilecektir. Bu ön bilgilerden hareketle planlanan bu çalışma, değişik ıslanma özelliğine sahip topraklarda yaygın olarak kullanılan bazı erozyon eğilim indislerinin sonuçlarını karşılaştırmayı amaçlamıştır.

### 2.1. Materyal ve Yöntemler

Bu amaçla laboratuvarında değerlendirilen toprak örnekleri granit anamateryal-den gelişmiş ve ağaçlık çağındaki bir kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşceresi altından doğal yapısı bozulmuş örnekler olarak alınmıştır. Doğal olarak güç ıslanma özelliğinin üst toprak tabakaları ile ilgili bir sorun olması nedeniyle 0-10 cm lik mineral toprak tabakasından birer kilogramlık örnekler şeklinde alınan toprak örnekleri laboratuvarında hava kurusu hale getirildikten sonra usulüne uygun olarak dövülmüş ve 2 mm lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmişlerdir. Daha sonra tüm örnekler üzerinde «Kapılar Yükselme Yöntemi» (LETEY et al. 1962 a) kullanılarak ıslanma açıları ölçmeleri yapılmıştır. Değerlendirilen toprak örneklerinin ıslanabilirliklerinin ayırımında bir kriter olarak alınan ıslanma açılarına göre üç farklı ıslanma özelliği taşıyan üç ayrı grup örnek araştırma için değerlendirilmiştir. 12 şer adet toprak örneğinden oluşan ıslanabilirlik grupları aşağıdaki gibi ayırılmıştır.

- Ekstrem derecede güç ıslanan örnekler (Islanma açısı 80° den büyük olanlar)
- Orta derecede güç ıslanan örnekler (Islanma açısı 70° ile 80° arasında olanlar)
- Güç ıslanmanın bir sorun oluşturmadığı örnekler (Islanma açısı 70° den küçük olan örnekler)

Toplam 36 adet olan örneklerin bu ayırımından sonra tüm toprak örnekleri üzerinde Bouyocous'un hidrometre yöntemi kullanılarak tekstür analizi yapılmıştır. Aynı toprak örneklerinin Dispersiyon Oranı, Kolloid - Nem Ekivalanı Oranı ve Erozyon Oranı yöntemleri kullanılarak saptanacak erozyon eğilimleri için bu yöntemlerde yer alan erozyonla ilgili toprak özellikleri saptanmıştır. Bunlar dispersleştirilmemiş ve dispersleştirilmiş topraktaki toplam toz+kil miktarları ile tarla kapasitesi koşullarında tutulabilen nem miktarlarıdır. Bu özelliklere ilave olarak tüm örneklerin organik madde içerikleri Kromik asit yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

### 2.2. Bulgular ve Tartışma

Üç ayrı ıslanabilirlik sınıfına ayrılarak değerlendirilen toprak örnekleri üzerinde yine farklı yöntemler kullanılarak saptanan değerler, yöntemlerin geliştiricisi araştırmacıların verdiği sınır değerler dikkate alınarak yorumlanmıştır. Dispersiyon Oranı yönteminde, dispersleştirilmemiş topraktaki toplam toz+kil miktarının, aynı

toprakta tam bir dispersleştirmeden sonra saptanan toplam toz+kil miktarına oranlanmasıyla elde edilen değer 15'den büyük veya küçük olmasına göre bir ayırım yapılmaktadır. Saptanan değer eğer 15'den büyük ise o toprak örneği erozyona duyarlı olarak ayırd edilmektedir.

Kolloid - nem ekivalanı yönteminde ise değerlendirilen toprak örneğinde mekanik analiz yoluyla saptanan kil ve kilden daha küçük boyuttaki kolloidal fraksiyonların miktarı, aynı örneğin 1/3 Atm. lik gerilim altında tutabildiği nem yüzdesine oranlanarak elde edilen değerler sınır değer ile karşılaştırılmaktadır. Bu yöntemde sınır değer 1.5'dir. Bu sınırdan küçük değerlere sahip topraklar erozyona duyarlı olarak ayırılmaktadır.

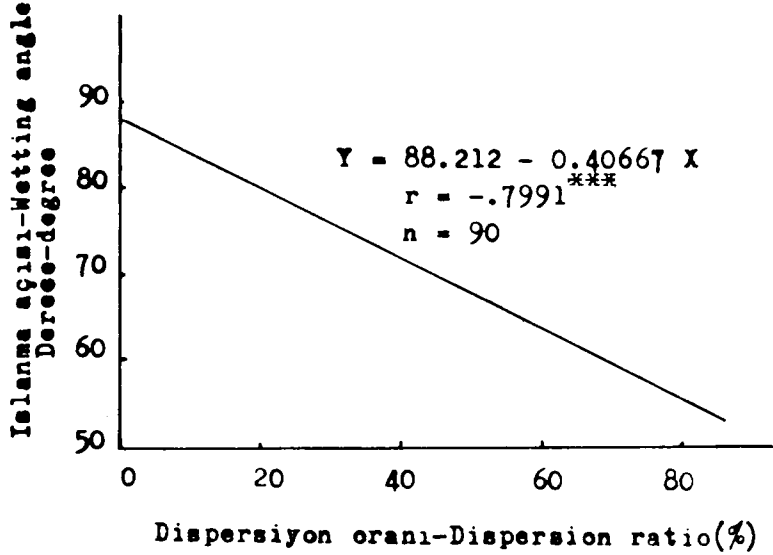
Dispersiyon oranı ve Kolloid - nem ekivalanı yöntemlerinin bir kombinasyonu olarak geliştirilen Erozyon oranı yönteminde ise bu iki yöntemde elde edilen değerler birbirlerine oranlanarak saptanan sonuç sınır değer 10'dan büyük ve küçük oluşuna göre bir sonuca gidilmektedir. Sınır değer 10'dan büyük ise o topraklar erozyona duyarlı olarak ayırd edilmektedirler.

Yukarıda açıklanan sınır değerler göz önüne alınarak yapılan ayırıma göre; ilk grubu oluşturan ekstrem derece güç ıslanır özellikteki 12 toprak örneğinin hepsi, dispersiyon oranı yöntemine göre erozyona oldukça dayanıklı olarak bulunmuştur. Saptanan değerler sınır değer 15'in oldukça altındadır. Öte yandan aynı örnekler üzerinde kolloid - nem ekivalanı oranı yöntemi kullanılarak saptanan değerlere göre 12 toprak örneğinin hepsinin erozyona dayanıksız olduğu görülmektedir. Yine aynı ekstrem derecede güç ıslanan bu toprak örnekleri üzerinde Erozyon oranı yöntemi kullanılarak yapılan tespitlere göre de tüm örnekler erozyona dayanıksız olarak ayırd edilmiştir. Saptanan tüm değerler erozyon oranı indeksindeki sınır değer olan 10'dan büyük bulunmuştur (Tablo 1, 2, 3).

Araştırmada ikinci grup olarak ayrılan orta derecede güç ıslanan özelliklere sahip ve ıslanma açıları 70° ile 80° arasında olan diğer 12 adet toprakörneği üzerinde yine üç ayrı erozyon eğilim indeksi kullanılarak yapılan değerlendirmede tüm örnekler her üç indiste de erozyona dayanıksız olarak bulunmuştur (Tablo 3). Aynı değerlendirme ıslanma açıları 70° nin altında bulunan üçüncü gruptaki 12 örnek üzerinde de tekrarlanmış ve yine üç indis sonucuna göre tüm örnekler erozyona dayanıksız olarak bulunmuştur (Tablo 3).

Elde edilen bu sonuçlar, laboratuvar gözlemleri ile birlikte değerlendirildiğinde bu farklılıkların nedeni daha kolayca açıklanabilecektir. Laboratuvarında, güç ıslanmanın şiddetli olarak görüldüğü topraklarda dispersleştirme yapılmadan önce toplam toz+kil miktarları saptanırken tam bir ıslanma oluşmaması nedeniyle, birbirine bağlanmış kil, toz ve kum taneciklerinin birlikte çökerek bu aşamada saptanan toz+kil miktarlarının gerçek değerden daha düşük okunması sonucunu doğurmaktadır. Mekanik olarak bir dispersleştirme yapıldıktan sonra ise, tek tane boyutlarına indirilen toprak taneciklerinin mejuirlere aktarılacak yine toplam toz+kil miktarı saptanırken, üzerleri hidrofobik organik maddelerce kaplanmış bazı ince kum taneciklerinin mejuirlere su yüzeyinde toplanma eğilimi gösterdikleri görülmüştür. Bu olgu ise mekanik analiz sonucunda toz+kil miktarının gerçek değerinden daha büyük okunmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda dispersiyon

oranı eşitliğindeki pay küçülmekte buna karşılık payda büyümekte ve sonuçta elde edilen oranlar gerçek değerleri yansıtamamaktadır. Bu durum, toprakların ıslanabilirliği ile aynı toprakların dispersiyon oranı değerleri arasında yapılan bir başka karşılaştırmada da (ŞENGÖNÜL 1984). Açıkça görülmüştür. Bu karşılaştırmada, ıslanabilirliğin bir kriteri olarak alınan ıslanma açısı ile dispersiyon oranı değerleri arasında negatif ve önemli düzeyde bir ilişki saptanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Granit Anameteriyal Üzerinde Gelişmiş opraklarda Dispersiyon Oranı İle Islanma Açısı Arasındaki İlişki.  
 Figure 1. Relation Between Dispersion Ratio and Wetting Angles of Soils Developed on Granite Parent Material (ŞENGÖNÜL 1984).

Aynı oluşumu, ıslanma özellikleri birbirinden oldukça farklı toprak örnekleri üzerinde saptanan değerler aracılığıyla karşılaştırarak açıklamak gerekirse; ıslanma açısı 88.48 derece olan güç ıslanan bir toprak örneğinde (Tablo 1), toplam toz+kil oranı % 15.68, dispersleştirilmeden önce saptanan toz+kil oranı ise % 1 dir. Buna karşılık mekanik analiz sonucunda aynı oranda toz+kil içeriği (% 15.90) olan normal ıslanabilir özellikteki bir örnekte (Islanma açısı 68.35°) ise dispersleştirme yapılmadan önce saptanan toz+kil oranı % 7.44 dür (Tablo 3). Bu iki örneğin organik madde miktarları da sırasıyla % 2.01 ve % 4.43 olarak bulunmuştur. Organik maddenin toprak taneciklerini bağlayıcı etkisinde göz önüne alınarak aynı tekstürdeki topraklarda organik madde içeriği daha fazla olanın daha az dispersleşmesi gerektiği halde normal ıslanabilen örneğin yaklaşık 7.5 kat daha fazla dispersleştiği görülmektedir. Öte yandan güç ıslanan toprak örneğinde hemen hemen hiç dispersleşme olamamıştır. Bunun tek nedeni ise ıslanabilirlik arasındaki farklılıktır.

Tablo 1. Ekstrem Derecede Güç İslanan Toprak Örneklerinin Eroditibilite İlgili Bazı Toprak Özellikleri ve Saptanan Eroditibilite Değerleri.  
 Table 1. Some Properties of Extremely Water-Repellent Soil Samples Related to Eroditibility and Calculated Eroditibility Values.

Islanma Açısı Wetting Angle Derece-Degree	Dispersiyon Oranı Dispersion Ratio %	Kolloid-Nem Ekivalanı Oranı Colloid-Moisture Equivalent Ratio		Erozyon Oranı Erosion Ratio	Kum Sand %	Toz Silt %	Kil Clay %	Tarla Kapasitesi FMC %	Organik Madde Organic Matter %
		0.39	0.36						
88.48	6.40	0.39	0.36	16.84	84.32	11.76	3.92	10.36	2.01
88.35	5.70	0.36	0.51	15.83	85.42	11.36	3.22	8.41	3.08
87.54	5.90	0.51	0.34	11.56	84.28	12.30	3.42	6.58	2.81
86.88	7.20	0.34	0.46	21.17	84.10	12.42	3.48	9.96	2.28
85.65	7.80	0.46	0.41	16.95	82.60	13.20	4.20	9.05	1.87
85.13	7.16	0.41	0.35	17.46	82.84	13.20	3.96	9.62	0.67
84.50	8.20	0.35	0.45	23.42	85.42	11.36	3.22	9.03	2.01
81.65	10.16	0.45	0.56	22.57	82.78	13.20	4.22	9.37	1.20
81.62	10.02	0.56	0.39	17.89	81.98	13.12	4.90	8.70	2.81
81.19	14.10	0.39	0.48	36.15	85.42	10.36	4.22	10.63	3.95
80.77	10.12	0.48	0.36	21.08	83.92	11.61	4.47	9.23	1.74
80.00	9.18	0.36	0.36	25.50	82.53	13.21	4.28	11.57	2.81

Sınır değerler

- D.O. : Erozyona dayanıksız > 15 > Erozyona dayanıklı
- KNEO : Erozyona dayanıklı > 1.5 > Erozyona dayanıksız
- EO : Erozyona dayanıklı > 10 > Erozyona dayanıksız

Tablo 2. Orta Derecede Güç Islanan Toprak Örneklerinin Erodibilite ile ilgili Bazı Toprak Özellikleri ve Saptanan Erodibilite Değerleri.  
Table 2. Some Properties of Moderately Water - Repellent Soil Samples Related to Erodibility and Calculated Erodibility Values.

Islanma Açısı Wetting Angle	Dispersi- yon Oranı Dispersion Ratio	Kolloid-Nem Ekivalanı Oranı Colloid-Moisture Equivalent Ratio	Erozyon Oranı Erosion Ratio	Kum Sand	Toz Silt	Kil Clay	Tarla Kapasitesi FMC	Organik Madde Organic Matter
Derece-Degree	%			%	%	%	%	%
79.74	32.42	0.39	83.12	83.00	12.41	4.59	11.61	2.14
79.52	15.30	0.32	47.81	84.24	10.76	5.00	15.20	5.36
78.19	34.14	0.37	92.27	84.11	11.18	4.71	12.69	1.01
78.06	25.30	0.26	97.30	84.76	10.10	5.14	19.40	7.11
77.92	31.90	0.36	86.11	83.86	10.42	5.72	15.81	5.09
77.48	29.14	0.49	59.46	84.01	10.78	5.21	10.59	2.95
76.89	28.16	0.39	72.20	82.96	12.16	4.88	12.42	3.75
76.65	29.11	0.37	78.67	82.38	12.40	5.22	14.06	4.02
76.18	30.71	0.50	61.42	83.14	11.74	5.12	10.23	3.61
75.27	26.02	0.38	68.47	84.16	10.42	5.42	14.00	4.02
75.13	28.20	0.40	70.50	82.42	10.36	4.22	15.82	5.90
74.69	28.00	0.34	82.35	84.38	9.72	5.90	16.90	6.03

Tablo 3. Güç Islanmanın Bir Sorun Oluşturmadığı Toprak Örneklerinin Erodibilite ile ilgili Bazı Toprak Özellikleri ve Saptanan Erodibilite Değerleri.  
Table 3. Some Properties of Normal Wettable Soil Samples Related to Erodibility and Calculated Erodibility Values.

Islanma Açısı Wetting Angle	Dispersi- yon Oranı Dispersion Ratio	Kolloid-Nem Ekivalanı Oranı Colloid-Moisture Equivalent Ratio	Erozyon Oranı Erosion Ratio	Kum Sand	Toz Silt	Kil Clay	Tarla Kapasitesi FMC	Organik Madde Organic Matter
Derece-Degree	%			%	%	%	%	%
69.77	42.03	0.53	79.30	77.21	12.83	9.96	18.52	5.36
69.02	42.42	0.60	70.70	80.03	12.86	7.11	11.84	0.80
68.79	44.44	0.49	90.69	81.71	10.17	8.12	16.30	2.95
68.35	46.80	0.35	133.71	84.10	9.10	6.80	19.19	4.43
68.69	57.16	0.52	109.92	75.27	15.77	8.51	16.12	3.96
68.10	49.01	0.58	84.50	73.02	16.49	10.49	10.49	3.69
66.66	34.34	0.40	85.85	82.44	10.30	7.26	18.00	0.93
66.66	34.12	0.32	106.62	8.54	11.26	6.20	19.01	2.14
66.66	50.70	0.67	75.67	73.14	15.88	10.98	16.15	4.23
66.12	44.76	0.49	91.34	83.20	9.72	7.08	14.17	4.15
62.57	50.92	0.69	73.79	74.94	14.24	10.82	15.66	2.59
56.81	30.22	0.64	47.21	82.70	10.30	7.00	10.85	1.87

## 3. SONUÇ

Üç ayrı ıslanma özelliği taşıyan üç grup toprak örneği üzerinde yapılan değerlendirmelere göre; tekstür bakımından da aralarında önemli bir fark olmayan bu topraklarda toprak ıslanabilirliği erozyon eğilimi sonuçlarını önemli derecede etkileyebilmektedir. Bu sonuçlar ise güç ıslanan topraklarda aslında varolan erozyon eğiliminin dispersiyon oranı yöntemi ile ortaya çıkarılamayacağı yargısını kuvvetlendirmektedir. Çünkü bu özelliğe sahip topraklarda yüzeysel akış suları ile tek tek büyük çaptaki agregatların daha fazla taşındığı gözlenmektedir.

Laboratuvar ve arazi gözlemlerimize göre, güç ıslanan toprakların bulunduğu alanlarda toprak yüzeyinde akan yüzeysel akış sularında büyük çaplı taneciklerin veya parçalanmamış agregatların taşındığı görülmektedir. Bu olgu ise laboratuvar koşullarında sadece dispersleşmeye dayandırılan bu yöntemin doğal koşullarda güç ıslanan topraklarda potansiyel olarak var olan erozyon eğilimini yansıtmadığını göstermektedir. Erozyon Oranı indeksinin ise toprak suyu ile ilgili özellikleri de dahil eden yaklaşımı güç ıslanan topraklar için doğal koşulları daha iyi yansıtabileceği görülmektedir.

## EFFECTS OF SOIL WETTABILITY ON WATER - STABLE AGGREGATES AND COMPARISON OF SOME ERODIBILITY INDICES IN WETTABLE AND WATER - REPELLENT SOILS

Dr. Kâmil ŞENGÖNÜL

### A b s t r a c t

Soil water repellency can effect some physical soil properties related to erosion. Resistance to wetting can increase aggregate stability while decrease infiltration in a soil, thereby, some methods using to determine soil erodibility may give unexpected results.

### INTRODUCTION

Erodibility» may be defined as the inherent resistibility of a soil to detachment and transport by the water. Under natural conditions, the resistance varies from soil to soil even, at the same conditions. This occurrence concerns with answering the question; «what inherent soil properties cause one soil to be more erodible than another when all other conditions of environment are the same.»

Researches done on this subject that some soil properties can be easily determined in laboratory would serve as a sensitive indicator of a soil's relative erodibility. Since the resistance of a soil to detachment and transport by water, is closely tied to water stable aggregation, therefore all indices of erodibility have aimed to measure of this property by several ways.

Middleton (1930) developed two indices for indicating inherent soil erodibility which he designated as the «Dispersion Ratio» and the «Erosion Ratio» these ratios are based on laboratory determinations of aggregate stability, particle - size distribution and moisture equivalent.

Anderson (1951) supplemented Middleton's two indices with his «Surface - Aggregation Ratio». In this index, the surface component refers to the amount of surface in square centimeters per gram on particles larger than silt. The aggregation portion refers to the amount of aggregated silt plus clay.

Woldridge (1964) has used mean water stable - aggregate size as a measure of soil erosion hazard and, his results showed a considerable decrease in mean aggregate size with increasing erodibility.

Another important aspect of inherent soil erodibility is the rapidity with which water flows into and through the soil profile. Since surface runoff is closely

related to conductivity of water in soil profile, Middleton (1930) suggested the «Colloid - Moisture Equivalent Ratio» as an indirect erodibility index.

### 1. SOIL WETTABILITY AND ITS RELATION TO AGGREGATE STABILITY

Soil aggregation which is important for soil structure, is highly dependent on soil wettability. Aggregation occurs when individual soil particles are bound together by organic compounds.

Soil wettability can be effected by hydrophobic substance present in soils. These substances create a water-repellency problem by coating individual soil particles or intermixing them. This resistance to wetting affects entering of water into soil profile thereby increasing the stability of aggregates to slaking in water has been recognized as a desirable soil property when evaluating soil erodibility. According to DeBano (1981), hydrophobic properties of organic substances have the greatest effect on aggregate stability especially in the 0.5 - to 5.0 mm size class of aggregates.

Organic matter in soils has been customarily considered beneficial to soil structure and related soil properties that affect water movement, however this concept must be modified in view of our present understanding of water-repellency. Previously, organic matter in any amount was assumed to be beneficial to any soil, since organic matter aggregated soil particles and produced a more porous soil structure that allowed water to infiltrate and move more readily through the soil. The current view is that organic matter is beneficial to fine-textured soils because individual mineral particles are aggregated, producing large pores which permit water to move readily. In a coarse-textured soil, larger particles become packed as single grains so that large pores are produced. These pores are sufficiently large to permit rapid water movement. But when hydrophobic organic substances are added to soils, these substances coating individual soil particles restrict, in some cases completely impede water movement.

### 2. COMPARISON OF SOME ERODIBILITY INDICES RESULTS IN SOILS HAVING DIFFERENT WETTABILITY CHARACTERISTICS

Since soil wettability has a great effects on aggregate stability and water movement, presence of hydrophobic substances in a soil may be effect some parameters using in erodibility indices. This study was planned to compare three indices results for three wettability classes of soils.

#### 2.1. Material and Methods

For this study, evaluated soil samples were collected under mature *Pinus brutia* Ten. stands on granite parent material as disturbed samples to the depth of 10 cm. Air-dried soil samples grounded to pass 2 mm sieve for laboratory analysis.

Using the Capillary-Rise Method (LETEY et al. 1962 a), wetting angles of soils were measured for all samples and wettability classes were distinguished as follow. Each of these classes consisted of 12 soil samples.

- Extremely water repellent samples ( $\theta^1 > 80^\circ$ )
- Moderately water repellent samples ( $80^\circ > \theta > 70^\circ$ )
- Slightly water repellent and normal wettable soils ( $70^\circ > \theta$ )

Soil properties related to erodibility which are the components of three indices, Dispersion ratio, Erosion ratio and Colloid Moisture equivalent ratio, were determined. These are; Silt plus clay in the soil in the absence of chemical or mechanical dispersion silt plus clay contents after standart dispersion and moisture equivalent in addition to these properties total organic matter of the samples were determined by Walkley-Blake's Method.

#### 2.2. Results and Discussions

Taking into consideration the range values of the indices given by the authors, 12 extremely water-repellent samples were found as nonerodible by using dispersion ratio, while they found as highly erodible by using the other two methods (Table 1).

All the samples of second group distinguished moderately waterrepellent were determined as erodible by three methods (Table 2). Using the same way, 12 wettable soil samples ( $70^\circ > \theta$ ) in the third group were also found as highly erodible (Table 3).

These results above, in the light of laboratory observations, can be easily explained by the wetting behavior of soils. While determining suspension percent of silt plus clay in extremely water-repellent soil, due to resistance to wetting undispersed aggregates tend to settle rapidly to the bottom of tall cylinders, there by, determinations of total silt and clay contents in this stop are lesser than real amounts.

After a mechanical dispersion, some sand particles which are coated with hydrophobic substances tend to float on the water surface in the cylinders. This occurrence lead us to wrong readings for ultimate silt plus clay through Stock's law.

In fact, comparison of an extremely water-repellent soil with a normal wettable soils which are almost equal in particle-size distribution, showed that there was a great differences in disperseability. In normal wettable soil sample suspension percent was seven times higher than extremely water repellent soils. This result comes from resistance to wetting, there by the absence of dispersion in extremely water repellent sample.

#### CONCLUSION

Laboratory tests and field observations concluded that Dispersion Ratio index can not be used to distinguish as erodible or nonerodible in water-repellent soils. Although the results found by this ratio showed extremely water-repellent soils are nonerodible, in field conditions, it can easily be seen that soil aggregates are transported by the water flowing on the soil surface not being able to enter

<sup>1</sup>  $\theta$  - Wetting angle.

into soil profile and, this means that water - repellent soils have a great erodibility potential. Then, the «Erosion Ratio» index adding soil - water relations will be able to reflect the natural erodibility potential of water - repellent soils.

#### L I T E R A T U R E

- ANDERSON, H.W., 1951. *Physical characteristics of soils related to erosion. Jour. Soil and Water Conservation* 6, 129 - 133.
- COUGHLAN, K.J., J.D. HUGHES, 1973. *A study of the mechanisms of aggregation in a krasnosol soil. Austr. J. Soil Res.* 11, 65 - 73.
- DEBANO, L.F., 1981. *Water repellent soils: a state - of - the - art. General technical Rep. PSW - 46.*
- DYRNESS, C.T., 1966. *Erodibility and Erosion potential of Forested Watersheds. Pergamon Press, 1966. In proceedings of International Symposium on Forest Hydrology.*
- FEHL, A.J. and WILLY LANCE, 1965. *Soil Stabilization induced by growth of microorganisms on high - calorie mold nutrients. Soil. Sci.,* 100 - 368.
- GABRIEL, D.M., W.C. MOLDENHAUER and DON KIRKHAM, 1973. *Infiltration, hydrolic conductivity, and resistance to water - drop impact of cold beds as effected by chemical treatment. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.,* 37: 634.
- LETEY, J., J. OSBORN and R.E. PELISHEK, 1962 a. *Measurement of liquid - solid contact angles in soil and sand. Soil. Sci.,* 93: 149 - 153.
- MIDDLETON, H.E., 1930. *Properties of soils that influence soil erosion. Missouri Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.,* 178.
- ŞENGÖNÜL, K., 1984. *Marmara bölgesi koşullarında güç ıslanan toprakların oluşumu üzerine etkili olan Faktörler. İ.Ü. Orman Fak. Yayın. no 363.*
- WOOLDRIDGE, D.D., 1964. *Effects of parent material and vegetation on properties related to soil erosion in central Washington. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.,* 28: 430 - 432.
- YODER, R.E., 1936. *A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. Jour. Amer. Soc. Agron.* 28: 337 - 351.
- YOMAMOTO, T. and H.W. ANDERSON, 1967. *Erodibility indices of wildland soils of Oahu, Hawaii, as related to soil forming factors. Water Res. Research. V.3. N.3.* 785 - 798.