

BİTKİ MÜNAVEBESİNİN TOPRAĞIN STRÜKTÜREL DAYANIKLILIĞI VE EROZYONA DUYARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Nutullah ÖZDEMİR (1)

ÖZET : *Bu çalışmanın amacı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi kıraç deneme alanında uygulanan sürekli münavebenin toprağın strüktürel dayanıklılığı ve erozyona karşı duyarlılığı üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Topraklar strüktürel dayanıklılık bakımından; strüktürel dayanıklılık ölçütü, hava geçirgenliğinin su geçirgenliğine oranı ve agregat stabilitesi değerleri birer ölçü alınarak birbirleri ile karşılaştırılmış ve bir sıraya konulmuştur. Erozyona dayanıklılık bakımından ise dispersiyon oranı, erozyon oranı ve toprak aşınım faktörü değerleri birer ölçüt olarak alınmıştır. Gerek dispersiyon oranı ve gerekse erozyon oranı için verilen sınır değerlere göre yapılan değerlendirmelerde topraklar erozyona karşı dayanıksız bulunmuştur. Münavebe sistemlerinin etkinlikleri münavebede yer alan bitki çeşidi ve münavebenin uygulana şekline bağlı olarak değişmiştir.*

EFFECTS OF ROTATIONS ON STRUCTURAL STABILITY AND ERODIBILITY OF SOILS

SUMMARY : *This investigation has been undertaken in order to find out the effects of crop rotations on the structural stability and therefore on the erodibility of soils. surface soil samples (0-20 cm) were taken from Atatürk University farmland at Erzurum. The structure stability of soils were compared by means of the structure stability index, air-water permeability ratio and aggregate stability values. The erodibility of soils were evaluated on the basis of their dispersion ratio, erosion ratio and soil erodibility factors. All of the soils examined were found erodible. Effectiveness of the crop rotations varied depending on teh type of rotations.*

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Erzurum.

GİRİŞ

Toprakların strüktürel dayanıklılığı ve erozyona karşı duyarlılığı hem bitki yetiştiriciliği ve hem de toprak koruma açısından oldukça önemlidir. Toprağın strüktürel dayanıklılığının saptanması, toprak yönetimine ilişkin çeşitli uygulama ve işlemlerin toprağın fiziksel özellikleri üzerine yapabileceği etkileri ortaya koymada ve toprak kayıplarını tahmin etmede yararlı olmaktadır. Bu nedenle toprak korumalı çiftlik planları hazırlanırken, çoğu kez yüzey toprağının strüktürel dayanıklılığının ve erozyona uğrama eğiliminin bilinmesine gerek duyulmaktadır.

Bitki münavebesi, toprakların fiziksel özelliklerini geliştirmede, strüktür stabilitesini artırarak erozyona karşı duyarlılığını azaltmada uygun bir bitki büyüme ortamının oluşturulmasında önemli etkilere sahip olan bir faktördür. Bitki münavebesinin toprak özellikleri üzerine olan etkisi uygulanan münavebenin özelliğine bağlı olarak değişmektedir.

Akiyama ve ark. (1986), mısır ve çeltik münavebesinin uygulandığı hidromorfik bir toprakta yaptıkları tarla denemesinde, mısır samanı ile çeltik sap ve samanını, çiftlik gübresi veya sentetik gübrelerle karıştırarak toprak özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, uygulanan münavebe ve ilave edilen artıkların toprağın hacim ağırlığı, su tutma kapasitesi ile gözenek büyüklüğü dağılımını olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır.

Pikul ve Allamaras (1986), ahır gübresi, buğday samanı ve ahır gübresi buğday samanı karışımı uygulamasından sonra, siltli tın bir toprağa 2 yıl tipik haploxeros münavebesi uygulayarak, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimleri incelemişlerdir. Saman artıklarının kullanıldığı araştırmada, toprak pH'sının azalan organik madde uygulamasıyla birlikte düştüğü, saman ve hayvan gübresi karışımının kullanıldığı uygulamada, hidrolik iletkenliğin diğer uygulamalardan 3 kat daha yüksek olduğunu görmüşlerdir.

Leo (1963), tekstürü kumlu ve killi arasında değişen beş toprak üzerinde yapmış olduğu bir araştırmada, toprağın strüktürel dayanıklılık ölçütünün çok düşük ya da yüksek olmasının domates ve yulaf bitkisinde ürünü azalttığını görmüştür. Araştırmacı, toprağın strüktürel dayanıklılık ölçütü ile ürün verimi arasındaki ilişkilerin benzerlik gösterdiğini belirtmiştir.

Middleton (1930), dispersiyon oranını, erozyon oranını ve agregat stabilitesini; Wallis ve Stewan (1961), agregasyon ve dispersiyon oranını; Bryan (1968), erozyon oranını, yüzey agregasyon oranını ve benzeri indeksleri; Balcı ve Özyuvacı (1974), dispersiyon oranını; Sönmez (1979), dispersiyon oranını, erozyon oranını, geçirgenlik oranını ve Boekel oranını temel alarak toprakların aşınma

eğilimlerini ya da erozyona karşı duyarlılıklarını incelemişlerdir.

Bu araştırmanın amacı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Erzurum çiftliği kıraç deneme alanında uygulanan münavebenin toprağın strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine olan etkilerini belirlemektedir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Alanının Tanımı ve Bazı Özellikleri

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Erzurum Çiftliği, Erzurum ilinin batısında üniversite bitişiğinde yer almakta olup yüzölçümü yaklaşık 40.000 dekadır. Çiftlik arazisi güneyde Palandöken dağları eteklerinden başlar ve Karasu kanalına kadar uzanır. Çiftlik arazisinin deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 1869 m olup, Karasu civarındaki organik topraklar hariç, tamamen allüviyal bir taban üzerindedir (Baykan, 1961). Bölgede yıllık ortalama yağış 449 mm ve buharlaşma da 1059 mm'dir (DMİB-1984).

Toprak örneklerinin alındığı kıraç deneme alanında münavebe denemeleri 7 farklı ekim sistemi 24 değişik uygulama şekli ile 4 tekerrürlü olarak 96 parsel üzerinde yürütülmektedir (Tablo 1). Denemeye 1966 yılında başlanmış olup, halen devam etmektedir.

Metot

Bu çalışmada mekanik analiz, Bouyoucos hidrometre yöntemi; Reaksiyon, cam elektrodlu pH metre; Kireç Scheibler Kalsimetresi; Organik madde, Smith-Weldon yöntemi; Katyon değişim kapasitesi, Bawer yöntemi; Değişebilir Sodyum, amonyumasetat ekstraksiyonu yöntemi (Soil Survey Staff, 1951; U.S.Salinity Lab. Staff, 1954) kullanılarak belirlenmiştir.

Dispersiyon oranı, erozyon oranı ve strüktürel dayanıklılık ölçütü, hidrometre okumalarına dayanılarak; agregat stabilitesi, ıslak eleme yöntemine göre; nem eşdeğeri, santrifüj yöntemi ile geçirgenlik oranı, kmcoh aygıtı kullanılarak ölçülen hava geçirgenliğinin, aynı örnekler üzerinde sabit kalınlıkta su göllendirilerek ölçülen su geçirgenliğine oranı ile ve toprak aşımı faktöründe, aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (Kmooh, 1962; Leo, 1963; Black, 1965; Wischmeier and Smith, 1978).

$$100K = [2.1 \times 10^{-4} \times (M)^{1.14} \times (12-a) + 3.25 (b-2) + 2.5 (c-3)] 1.292$$

Burada X

K : Toprak aşınım faktörü,

M : Zerre iriliği dağılımı parametresi,

- a : Organik madde içeriği,
b : Strüktür tipi kodu,
c : Su geçirgenliği kodu

1.292 : Metrik sisteme dönüştürme katsayısı

Bu eşitlikte, $M = (\text{Silt} + \text{çok ince kum}) (100\text{-Kil})'$ dir.

Bu denklemde yer alan M ve b parametreleri sabit kalmış, a ve c parametreleri ise değişim göstermiştir.

Tablo 1. Denemede Kullanılan Münavebe Sistemleri.

Table 1. Rotation Systems Used In Experiment.

Ekim Sistemleri (Toprak No)	Uygulama Şekilleri
1	a) Buğday-Nadas b) Nadas+Buğday
2	a) Buğday-Nadas + Çiftlik gübresi b) Nadas-Çiftlik gübresi - Buğday
3	a) Buğday+Azot ve Fosfor-Nadas b) Nadas+Azot ve Fosfor-Buğday
4	a) Buğday-Mercimek b) Mercimek-Buğday
5	a) Mercimek-Nadas-Buğday b) Nadas-Buğday-Mercimek c) Buğday-Mercimek-Nadas
6	a) Buğday-Nadas-Buğday-Korunga-Korunga-Korunga b) Nadas-Buğday-Korunga-Korunga-Korunga-Buğday c) Buğday-Korunga-Korunga-Korunga-Buğday-Nadas d) Korunga-Korunga-Korunga-Buğday-Nadas-Buğday e) Korunga-Korunga-Buğday-Nadas-Buğday-Korunga
7	a) Korunga-Korunga-Korunga-Nadas-Buğday-Nadas-Buğday b) Korunga-Korunga-Nadas-Buğday-Nadas-Buğday-Korunga c) Korunga-Nadas-Buğday-Nadas -Buğday-Korunga-Korunga d) Nadas-Buğday-Nadas-Buğday-Korunga-Korunga-Korunga e) Buğday-Nadas-Buğday-Korunga-Korunga-Korunga-Nadas f) Nadas-Buğday-Korunga-Korunga-Korunga-Nadas-Buğday g) Buğday-Korunga-Korunga-Korunga-Nadas-Buğday-Nadas
8	a) Sürekli doğal örtü

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırma konusu toprak örneklerine ilişkin bazı analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Tablodan görüleceği üzere örneklerin tekstürü kumlu tın olup, pH'sı 7.0

ve kireç içerikleri % 0.6 ve organik madde içerikleri de % 1.8 civarındadır. Toprakların katyon değişim kapasitesi 15 me/100 g olup değişebilir sodyum yüzdesi 0.70'dir ve topraklarda alkalilik sorunu yoktur. Deneme toprağın strüktür tipi ince granülerdir (Soil Survey Staff, 1951).

Tablo 2. Deneme Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Table 2. Some Physical and Chemical Properties of the Experimental Soils.

Örnek No (Ekim sistemi)	Mekanik Analiz			Organik Madde %	pH 1:2,5	Kireç %	KDK me/100 g	DNa %
	Kum %	Silt %	Kil %					
1	52.9	30.6	16.5	1.3	7.0	0.61	15.0	0.70
2	52.9	30.6	16.5	2.1	6.9	0.60	15.0	0.69
3	52.9	30.6	16.5	1.2	7.0	0.59	15.0	0.69
4	52.9	30.6	16.5	1.7	6.9	0.60	14.8	0.72
5	52.9	30.6	16.5	1.4	6.9	0.60	14.9	0.69
6	52.9	30.6	16.5	2.0	7.1	0.62	14.9	0.70
7	52.9	30.6	16.5	2.0	7.1	0.59	15.0	0.70
8	52.9	30.6	16.5	2.7	7.0	0.60	15.0	0.70

Strüktürel Dayanıklılık Ölçütü

Araştırma konusu toprak örneklerine ilişkin strüktürel dayanıklılık ölçütü değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Tablodan görüleceği üzere toprakların strüktürel dayanıklılık ölçütü değerleri 15.5 ile 29.3 arasında değişmektedir ve bu değer doğal örtü altındaki parselde ait olan (8 numaralı) örnekte en yüksektir.

Topraklar strüktürel dayanıklılık ölçütü değerleri bakımından büyükten küçüğe doğru sıraya konulmuşlardır. Bu sıralamada doğal örtü altındaki parselden sonra çok yıllık yem bitkisi olan korunganın münavebede olduğu parseller ilk sıralarda yer almışlardır. Yine Mercimek-Buğday münavebesinin uygulandığı parselde ilişkin olan örnek (4) Buğday-Nadas sisteminin uygulandığı parselde ait (1) olan örnekte daha ilerideki sıralarda yer almıştır. Toprağın strüktürel dayanıklılık ölçütü değeri büyüdükçe erozyona karşı dayanıklılık artar (Leo,1963). Bu yargı ve yukarıda elde edilen bulgular, Buğday-Nadas sistemi yerine Buğday-Mercimek münavebe sisteminin tercih edilebileceğini göstermektedir.

Geçirgenlik Oranı

Araştırma konusu toprak örneklerine ilişkin geçirgenlik oranı değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Geçirgenlik oranı değeri 1 numaralı ekim sisteminin uygulandığı parselde en yüksek (41.0) ve doğal örtü altındaki parselde en düşük (16.0) olarak görülmüştür.

Tablo 3. Toprakların Strüktürel Dayanıklılığına ve Erozyona Duyarlılığına İlişkin Parametrelere Göre Sıralanışları.

Table 3. Ordering of the Soils Based on Their Structural Stability and Erodibility Values.

Toprak No	8	7	6	4	2	3	5	1
Strüktürel dayanıklılık ölçütü, %	29.3	25.1	23.2	21.9	19.4	19.3	17.7	15.5
Toprak No	8	7	6	5	4	2	3	1
Geçirgenlik oranı	16.0	20.5	26.0	29.0	29.5	30.0	31.0	41.0
Toprak No	8	7	6	2	3	5	4	1
Agregat stabilitesi (0.1 mm), %	46.0	43.0	43.5	38.5	36.5	35.5	34.8	32.3
Toprak No	8	7	6	4	2	3	5	1
Dispersiyon oranı, %	38.8	46.5	50.0	53.5	58.5	58.6	62.5	67.5
Toprak No	8	7	6	4	3	2	5	1
Erozyon oranı, %	33.0	41.0	43.0	45.0	49.0	50.0	53.0	57.0
Toprak No	8	7	6	2	5	4	3	1
Toprak aşınım faktörü	0.16	0.20	0.21	0.24	0.24	0.25	0.25	0.26

Topraklar geçirgenlik oranı değerleri bakımından da küçükten büyüğe doğru sıraya konulmuşlardır. Yine diğer oran ve indekslerde olduğu gibi bu sıralamada da su karşısındaki direnci yüksek olan örnekler (8, 7, 6) ilk sıralarda yer almışlardır. Toprağın hava geçirgenliğinin su geçirgenliğine oranı onun strüktür stabilitesinin değerlendirilmesinde iyi bir ölçüt olarak kullanılabilir. Bu oran ıslanmanın bir sonucu olarak strüktürdeki bozulmayı yansıtır ve oran büyüdükçe stabilite azalır. Geçirgenlik oranı stabil topraklarda 2-3 arasında, normal tarım topraklarında 3-50 arasında değişmektedir ve stabil olmayan topraklarda çok daha büyüktür (Reeve, 1965). Araştırma konusu toprak örneklerinin geçirgenlik oranı değeri tarım toprakları için verilen sınırlar arasında değişmektedir.

Agregat Stabilitesi

Araştırma konusu toprak örneklerinin ıslak eleme yöntemine göre belirlenen

agregat stabilitesi değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Agregat stabilitesi değeri 1 numaralı örnekte en düşük (% 32.3) ve 8 numaralı örnekte ise en yüksektir (% 46.0).

Topraklar agregat stabilitesi değerleri bakımından da büyükten küçüğe doğru sıraya konulmuşlardır ve bu sıralamada da yine çok yıllık yem bitkilerinin münavebede olduğu parsellere ait örnekler ilk sıralarda yer almışlardır.

Dispersiyon Oranı

Araştırma konusu toprak örneklerine ilişkin dispersiyon oranı değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Tablodan görüleceği üzere 1 numaralı toprak örneğinin dispersiyon oranı değeri en yüksek (67.5) ve doğal örtü altındaki parselde olan 8 numaralı rneğinki ise en dşktir (38.8).

Dispersiyon oranı toprakların erozyona uğrama eğilimlerini ortaya koymada kullanılan güvenilir bir ölçüttür. Dispersiyon oranı % 15'den büyük olan topraklar erozyona karşı dayanıksız, kk olanlar ise dayanıklıdır (Bryan, 1968). Araştırma konusu toprak örneklerinin dispersiyon oranı değeri % 15'lik sınır değerinin üstünde olup topraklar erozyona karşı dayanıksızdırlar (Tablo 3). Münavebe sistemleri dispersiyon oranını büyük ölçüde düşürmüş, ancak % 15'lik sınır değerin altına indirememiştir. Topraklar dispersiyon oranı değerleri bakımından kkten büyüğe doğru sıraya konulmuşlardır. Bu sıralamadan da görüleceği üzere uygulanan münavebe sistemlerinin toprağın dispersiyon oranı değeri üzerindeki etkinlikleri farklı olmuştur.

Sönmez (1979), Muş Alparslan D, topraklarının erozyona uğrama durumunu değerlendirmek üzere yapmış olduğu bir çalışmada, dispersiyon oranı ve % 15'lik sınır değerini kullanarak toprakları birbiri ile karşılaştırmış ve erozyona dayanıklılık bakımından sıraya koymuştur.

Erozyon Oranı

Araştırma konusu toprak örneklerine ilişkin erozyon oranı değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Erozyon oranı sürekli doğal örtüye bırakılan 8 numaralı örnekte en düşük (33.0) ve Buğday-Nadas sisteminin uygulandığı 1 numaralı örnekte ise en yüksektir (57.0).

Topraklar erozyon oranı değerleri bakımından kkten büyüğe doğru sıraya konulmuşlardır (Tablo 3). Diğer oran ve indekslerde olduğu gibi erozyona duyarlılığı daha düşük olan parsellere ait örnekler (8, 7, 6) bu sıralamada da ilk sıralarda yer almışlardır. Toprakların erozyona karşı duyarlılığını ortaya koymada bir ölçüt olarak yararlanılan erozyon oranı için sınır değer 10 olarak kabul edilmiştir. Erozyon oranı

10 değerinden büyük olan topraklar erozyona karşı dayanıksızdırlar (Bryan, 1968). Bu sınır değer esas alınacak olursa, araştırma konusu toprakların tümünün erozyona karşı dayanıksız olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak uygulanan ekim sistemlerinin toprağın erozyon oranı değeri üzerindeki etkinliği oldukça farklı olmuştur. Buğday-Nadas sisteminin uygulandığı parselde 57 olan erozyon oranı değeri korunganın münavebeye girdiği 7. parselde 41'e düşmüştür. Yine aynı oran değeri Mercimek-Buğday münavebesinin uygulandığı parselde 45'e inmiştir.

Akalan (1967) Bryan, (1968) ve Sönmez (1982) yaptıkları çalışmalarda erozyon oranı değerini esas alarak toprakları birbirleri ile karşılaştırmışlar ve erozyona karşı daha dayanıklı olanları saptamışlardır.

Toprak Aşınım Faktörü (K)

Toprakların tekstürel ve strüktürel özellikleri, organik madde içeriği ve su geçirgenliği değerlerinden yararlanılarak toprak aşınabilirlik eşitliği yardımıyla belirlenen aşınım faktörü değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Farklı münavebe sistemlerinin uygulandığı parsellere ilişkin toprağın aşınım faktörü değerleri 0.16 ile 0.26 arasında değişmektedir ve buğday nadas ekim sisteminin uygulandığı 1 numaralı parselde en yüksektir.

Topraklar aşınmaya karşı duyarlılık derecelerine (K'ya) göre küçükten büyüğe doğru sıraya konulmuşlardır. Diğer oranı ve ölçütlerde olduğu gibi bu sıralamada da çok yıllık yem bitkilerinin münavebede olduğu parsellere ilişkin örnekler ilk sıralarda yer almışlardır.

Üniversal toprak kayıp denklemindeki parametrelerden biri olan toprak aşınım faktörü (K), toprakların organik madde içeriği, tekstür, strüktür ve geçirgenlik değerlerine bağlı olup aşınmaya karşı direnci gösterir. Bu değer küçüldükçe aşınmaya karşı direnç artar (Wischmeier ve Smith, 1978). Topraklar aşınmaya karşı duyarlılık derecelerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler (Doğan ve Güçer, 1976).

K. Faktörü	Aşınım Derecesi
0.00 < K ≤ 0.05	Çok az aşınabilir topraklar
0.05 < K ≤ 0.10	Az aşınabilir topraklar
0.10 < K ≤ 0.20	Orta derecede aşınabilir topraklar
0.20 < K ≤ 0.40	Kuvvetli derecede aşınabilir topraklar
0.40 < K ≤ 0.60	Çok kuvvetli derecede aşınabilir topraklar

Bu gruplama esas alınacak olursa, sürekli doğal örtü altındaki 8 numaralı parsel ve korunganın münavebede olduğu 7 numaralı parsel için örnekler orta

derecede aşınabilir, diğerleri ise kuvvetli derecede aşınabilir topraklar sınıfına girmektedirler. Diğer bir ifade ile kuvvetli derecede aşınabilir özellikte olan deneme toprağı, çok yıllık korunga yetiştirildiğinde orta derecede aşınabilir duruma yükselmektedir.

KAYNAKLAR

- Akiyama, Y., Arıta, Y., Verapattaranirund, P. and V., Sasiprapa, 1986. Application of Organik Materials and Chemical Fertilizers. Technical Bulletin, Tropical Agriculture Res. Center No 20 : 81-102.
- Balcı, N ve N., Özzyuvacı, 1974. Türkiyenin Farklı İki Bölgesinde Yer Alan Topraklarda Erozyon Eğiliminin Anamateryal, Bakı, Arazi, Kullanma Şekli ve Örnekleme Derinliğine Bağlı Olarak Değişimi, İstanbul Üni. Orman Fak. Dergisi, A (2) : 79-107.
- Baykan, Ö.L., 1970. Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliği Topraklarının Bazı Özellikleri, Tasnifi ve Haritalanması, Atatürk Üni. Yayınları No : 87 Erzurum.
- Black, C.A., 1965. Methods of Soil Analysis. Part I American Society of Agronomy, Agronomy No 9.
- Bryan, R.B., 1968. The Development use and Efficient of indices of Soil Erodibility. Geoderma, 2:2-25.
- Anonymous, 1984. Ortalama ve Ekstrem Yağış, Sıcaklık ve Buharlaşma Değerleri. Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Doğan, O. ve C., Güçer, 1976. Su Erozyonunun Nedenleri, Oluşumu ve Üiversal Denklem ile Toprak Kayıplarının Saptanması. Köy İşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müd. Yayınları Teknik Yayın No : 14.
- Kmoch, H.G., 1963. Die Luftdurchlassighe Ifdens Bodens Verlag Gerbruder Borntroger Berlin-Nikolas 84.
- Leo, M.W., 1963. A Rapid Method For Estimating Structura Stability Of Soils. Soil Sci. 96 : 342-346.
- Middleton, H.E., 1930. Properties Of Soils Which Influence Soil Erosion. U.S. Dept. Agr. Tech. Bu. 170 : 1-16.
- Pikul, J.L. Jr. and R.R., Allamaraş, 1986. Physical And Chemical Properties of A Haploxerol After Fifty Years Of Residue Management. Soil Sci. Soc. Of Amer. J. 50 (1) : 214-219.
- Reewe, R.C., 1965. Air-to Water Permeability Ratio. In C.A. Black. (e7) Methods of Soil Analysis. Part I Agronomy No. 9: 520-531.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manuel. U.S.A.D. Handbook No. 18.

- Sönmez, K., 1979. Muş-Alparslan Devlet Üretim Çiftliği Arazisinde Yüzyeden Alınan Toprakların Strüktürel Dayanıklılığı ve Erozyona Duyarlılığı Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 10 : 17-26.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils. Agricultural Handbook No : 60.
- Wallis, J.R. and L. Stewan, 1961. Erodibility of Some California Midlands Soils Related to Their Cation Exchange Capacity. J. Geop. Res. 66 : 1225-1230.
- Wischmeier, W., and D.D. Smith, 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses, a Guide to Conservation Planning. U.S.D.A. Agriculture Handbook No : 577.