EĞİRDİR-BOĞAZOVA TOPRAKLARININ BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Kadir UÇGUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

Konya, 2007

T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EĞİRDİR-BOĞAZOVA TOPRAKLARININ BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Kadir UÇGUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez 06.08.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Cevdet ŞEKER	Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN	Yrd. Doç. Dr. Refik UYANÖZ
(Danışman)	(Üye)	(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EĞİRDİR-BOĞAZOVA TOPRAKLARININ BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Kadir UÇGUN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cevdet ŞEKER

2007, 66 Sayfa

Jüri : Prof. Dr. Cevdet ŞEKER

: Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN

: Yrd. Doç. Dr. Refik UYANÖZ

Bu çalışma 2006 yılında, yaklaşık 20 km uzunluğunda 2-2.2 km genişliğinde olan Eğirdir-Boğazova yöresinden alınan topraklarda yapılmıştır. Yapılan bu çalışmayla 50 yıldır tarım yapılan ve yapılmayan yöredeki toprak özelliklerindeki değişim incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ovanın farklı yerlerinden toplam 46 adet toprak örneği alınarak analize tabi tutulmuştur. Örneklerin 41 tanesi tarım arazilerinden, 5 tanesini de tarım yapılmayan alanlardan alınmıştır.

Yöreden alınan bu topraklarda pH, EC, kireç, organik madde, tekstür, tarla kapasitesi, solma noktası, agregat stabilitesi, dispersiyon oranı, penatrasyon direnci, zerre yoğunluğu ve hacim ağırlığı analizleri yapılmıştır. Ayrıca yapılan bu analizlerden gözeneklilik ve faydalı su miktarları hesaplanarak bulunmuştur.

Tarım yapılan ve yapılmayan araziler arasında pH, organik madde, tarla kapasitesi, solma noktası, faydalı su, agregat stabilitesi, zerre yoğunluğu, hacim ağırlığı ve gözeneklilik arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Tarım arazilerinde bu değerler ortalama olarak sırasıyla; 7.57, %3.19, %23.94, %15.39, %8.55, %55.30, 2.61 g cm^{-3}, 1.49 g cm^{-3}, %42.86 olarak elde edilirken, tarım yapılmayan arazilerde 8.12, %4.34, %35.09, %21.76, %13.33, %73.26, 2.57 g cm^{-3}, 1.35 g cm^{-3}, %47.32 bulunmuştur.

Yapılan regresyon analizlerinde ise agregat stabilitesi, dispersiyon oranı, hacim ağırlığı ve gözeneklilik yönünden bütün kriterler birbiri ile karşılaştırılmıştır. Agregat stabilitesi ile %kum, %kil, tarla kapasitesi, solma noktası, faydalı su, dispersiyon oranı, hacim ağırlığı ve gözeneklilik arasında R^2 değerleri 0.4304-0.7162 arasında değişen ilişkiler elde edilmiştir. Dispersiyon oranı ile kil arasında, hacim

ağırlığı ile organik madde, tarla kapasitesi solma noktası ve gözeneklilik, gözeneklilik ile organik madde, tarla kapasitesi, solma noktası arasında da R^2 değeri 0.3897-0.9713 arasında değişen ilişkiler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak, Fiziksel Özellikler, Eğirdir-Boğazova

ABSTRACT

MS Thesis

DETERMINATION OF SOME PHYSICAL PROPERTIES OF EĞİRDİR-BOĞAZOVA SOILS

Kadir UÇGUN

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Departmant of Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Cevdet ŞEKER

2007, 69 Pages

Jury : Prof. Dr. Cevdet ŞEKER

: Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN

: Yrd. Doç. Dr. Refik UYANÖZ

ABSTRACT

In 2006, this study was carried out on the soil samples of Eğirdir-Boğazova region- 20 km long and 2.2 km wide. The main objective of the research was to determine the variation in the soil properties on cultivated and uncultivated fields for the last 50 years. 46 soils samples were obtained from different locations of the region ; 41 of them from cultivated and 5 from of them from uncultivated fields.

Those soil samples were analyzed to find out of pH, EC, lime, organic matter, texture, field capacity, wilting point, aggregate stability, dispersion ratio, penatration resistance, specific gravity and bulk density values. From these results, porosity and available water content were calculated.

It has been significally recorded considerable differences between cultivated and uncultivated areas among pH, organic matter, field capacity, wilting point, available water, aggregate stability, specific gravity, bulk density and porosity. The results were respectively; 7.57, 3.19%, 23.94%, 15.39%, 8.55%, 55.30%, 2.61 gr cm^{-3}, 1.49 gr cm^{-3}, 42.86% for cultivated fields and 8.12, 4.34%, 35.09%, 21.76%, 13.33%, 73.26%, 2.57 gr cm^{-3}, 1.35 gr cm^{-3}, 47.32% for uncultivated fields.

Allereteria of aggregate stability, dispersion ratio, bulk densty and porosity were compared to each other in reggression analyses. It was obtained between high R^2 values (0.4304-0.7162) relations between aggregate stability and sand/ clay/ field capacity/ wilting point/ available water/ dispersion ratio/ bulk density/ porosity; and

similarly between dispersion ratio and clay; bulk densty and organic matter/ field capacity/ wilting point/ porosity; between porosity and organic matter/ field capacity/ wilting point.

Key Words: Soil, Physical Properties, Eğirdir-Boğazova

ÖNSÖZ

Tez çalışmamı yönlendiren ve tezimin hazırlanmasında büyük yardımlarını gördüğüm danışmanım sayın Prof. Dr. Cevdet ŞEKER'e katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Toprak örneklerinin alınmasından analizlerin bitimine kadar yardımlarını esirgemeyen laboratuar arkadaşlarım Ahmet ORAL, Engin ERKARA, Muzaffer DOĞAN, Doğan GENCOL'a, istatitiksel analizlerde büyük yardımlarını gördüğüm Alamettin BAYAV ve Mustafa PEKTAŞ'a, tezin düzenlenmesinde büyük katkıları olan Hüseyin AKGÜL'e yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca üniversitedeki işlerimin takibinde gösterdiği ilgiden dolayı araştırma görevlisi İlknur GÜMÜŞ'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa no

ÖZET……... i
ABSTRACT……. iii
ÖNSÖZ…… v
ÇİZELGELER DİZİNİ…… viii
ŞEKİLLER DİZİNİ…….. ix
1.GİRİŞ…… 1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI……. 3
3. MATERYAL VE METOT…….. 19
3.1. Materyal…… 19
3.1.1. Araştırma alanının yeri……..... 19
3.1.2. İklim özellikleri……. 19
3.1.3. Araştırma alanının jeolojik yapısı…… 21
3.1.4. Araştırma alanının toprak özellikleri……. 21
3.1.5. Toprak örnekleme yerleri…….. 21
3.2. Metot……. 23
3.2.1. Deneme yerlerinin belirlenmesi……. 23
3.2.2. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması…….. 23
3.2.3. Toprak analiz metotları…….. 24
3.2.4. İstatistiksel değerlendirme……. 25
4. BULGULAR ve TARTIŞMA …… 26
4.1. Toprakların Özelliklerindeki Değişim…….. 26
4.1.1. pH…….. 26
4.1.2.Elektriki iletkenlik …….. 26
4.1.3. Kireç……... 30
4.1.4. Organik madde……... 30
4.1.5. Tekstür……... 32
4.1.6. Tarla kapasitesi ……..... 33
4.1.7. Solma noktası …… 34
4.1.8. Faydalı su ……..... 35
4.1.9. Agregat stabilitesi ……. 36
4.1.10. Dispersiyon oranı …….. 37
4.1.11. Penatrasyon direnci ……..... 38
4.1.12. Zerre yoğunluğu …… 39
4.1.13. Hacim ağırlığı ……..... 40
4.1.14. Gözeneklilik …….. 41
4.2. Toprakların Bazı Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Matematiksel Modelleri... 43
4.2.1. Agregat stabilitesi ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler……. 45
4.2.1.1. Agregat stabilitesi ile kum yüzdesi arasındaki ilişki…….. 45
4.2.1.2. Agregat stabilitesi ile kil yüzdesi arasındaki ilişki…….. 46
4.2.1.3. Agregat stabilitesi ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki……... 46
4.2.1.4. Agregat stabilitesi ile solma noktası arasındaki ilişki……..... 47
4.2.1.5. Agregat stabilitesi ile faydalı su arasındaki ilişki……. 48
4.2.1.6. Agregat stabilitesi ile dispersiyon oranı arasındaki ilişki……... 49

4.2.1.7. Agregat stabilitesi ile hacim ağırlığı arasındaki ilişki……. 50
4.2.1.8. Agregat stabilitesi ile gözeneklilik arasındaki ilişki……... 50
4.2.2. Dispersiyon oranı ile diğer özellikler arasındaki ilişkiler…….. 51
4.2.2.1. Dispersiyon oranı ile kil yüzdesi arasındaki ilişki…….. 51
4.2.3. Hacim ağırlığı ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler……... 52
4.2.3.1. Hacim ağırlığı ile organik madde arasındaki ilişki……. 52
4.2.3.2. Hacim ağırlığı ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki……. 53
4.2.3.3. Hacim ağırlığı ile solma noktası arasındaki ilişki…….. 54
4.2.3.4. Hacim ağırlığı ile gözeneklilik arasındaki ilişki……. 54
4.2.4. Gözeneklilik ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler……. 55
4.2.4.1. Gözeneklilik ile organik madde arasındaki ilişki…… 55
4.2.4.2. Gözeneklilik ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki…….. 56
4.2.4.3. Gözeneklilik ile solma noktası arasındaki ilişki……. 57
5. SONUÇ VE ÖNERİLER…… 58
6. KAYNAKLAR…… 60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa no

Çizelge 3.1. Eğirdir ilçesinin (rakım 926 m, enlem 37^{o} 53' ve boylam 30^{o} 52') bazı meteorolojik ortalama ve ekstrem değerleri…… 20
Çizelge 3.2. Toprak örneklerinin koordinatları…… 22
Çizelge 4.1. Araştırma yöresi topraklarının özellikleri……..... 27
Çizelge 4.2. Araştırma yöresi topraklarının özellikleri …….. 28
Çizelge 4.3. pH ile ilgili varyans analizi sonuçları…….. 29
Çizelge 4.4. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama pH değerleri…….. 29
Çizelge 4.5. EC ile ilgili varyans analizi sonuçları…….. 29
Çizelge 4.6. Kireç ile ilgili varyans analizi sonuçları…….. 30
Çizelge 4.7. Organik madde ile ilgili varyans analizi sonuçları…….. 31
Çizelge 4.8. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama organik madde değerleri……... 32
Çizelge 4.9. Tarla kapasitesi ile ilgili varyans analizi sonuçları…….. 34
Çizelge 4.10. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama tarla kapasitesi değerleri…….. 34
Çizelge 4.11. Solma noktası ile ilgili varyans analizi sonuçları…….. 34
Çizelge 4.12. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama solma noktası değerleri……... 35
Çizelge 4.13. Faydalı su ile ilgili varyans analizi sonuçları……. 36
Çizelge 4.14. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama faydalı su değerleri……... 36
Çizelge 4.15. Agregat stabilitesi ile ilgili varyans analizi sonuçları…… 37
Çizelge 4.16. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama agregat stabilitesi değerleri…….. 37
Çizelge 4.17. Dispersiyon oranı ile ilgili varyans analizi sonuçları…… 38
Çizelge 4.18. Penatrasyon direnci ile ilgili varyans analizi sonuçları……. 39
Çizelge 4.19. Zerre yoğunluğu ile ilgili varyans analizi sonuçları……. 39
Çizelge 4.20. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama zerre yoğunluğu değerleri…….. 40
Çizelge 4.21. Hacim ağırlığı ile ilgili varyans analizi sonuçları…….. 41
Çizelge 4.22. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama hacim ağırlığı değerleri……... 41
Çizelge 4.23. Gözeneklilik ile ilgili varyans analizi sonuçları……. 42
Çizelge 4.24. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama gözeneklilik değerleri……... 43
Çizelge 4.25. İncelenen toprak özellikleri arasındaki korelasyon matrisi……. 44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa no

Şekil 3.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler…….. 23
Şekil 4.1. Agregat stabilitesi ile kum yüzdesi arasındaki ilişki……. 45
Şekil 4.2. Agregat stabilitesi ile kil yüzdesi arasındaki ilişki…….. 46
Şekil 4.3. Agregat stabilitesi ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki…… 47
Şekil 4.4. Agregat stabilitesi ile solma noktası arasındaki ilişki…….. 48
Şekil 4.5. Agregat stabilitesi ile faydalı su arasındaki ilişki…… 49
Şekil 4.6. Agregat stabilitesi ile dispersiyon oranı arasındaki ilişki…….. 49
Şekil 4.7. Agregat stabilitesi ile hacim ağırlığı arasındaki ilişki……. 50
Şekil 4.8. Agregat stabilitesi ile gözeneklilik arasındaki ilişki…… 51
Şekil 4.9. Dispersiyon oranı ile kil yüzdesi arsındaki ilişki……. 52
Şekil 4.10. Hacim ağırlığı ile organik madde arasındaki ilişki…….. 53
Şekil 4.11. Hacim ağırlığı ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki…….. 53
Şekil 4.12. Hacim ağırlığı ile solma noktası arasındaki ilişki…… 54
Şekil 4.13. Hacim ağırlığı ile gözeneklilik arasındaki ilişki…….. 55
Şekil 4.14. Gözeneklilik ile organik madde arasındaki ilişki…….. 56
Şekil 4.15. Gözeneklilik ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki…….. 57
Şekil 4.16. Gözeneklilik ile solma noktası arasındaki ilişki…… 57

1. GİRİŞ

Toprakların uzun yıllarda oluştuğu bilinen bir gerçektir. Bir toprak, farklı cins ve büyüklükte minerallerden ve organik maddeden oluşur. Mineraller ve humus, ortamda belirli şekilde dizilmişler, beraberce belirli boşluklar sistemi olan bir toprak strüktürü oluşturmuşlardır. Bu boşluklar sistemi çeşitli büyüklükte ve şekilde porlardan oluşmuştur ve bu porlarda toprak çözeltisi ile toprak havası bulunur. Bir toprakta farklı görünüşte horizonlar vardır; üst kısımda ölü örtü, altta da kayaç görüntüsündedir (Özbek ve ark. 1999).

Toprakların uzun yıllar verimli ve üretken bir şekilde kullanımını amaçlayan sürdürülebilir tarım yaklaşımları önemini giderek artırmaktadır. Sürdürülebilir tarımda toprağın sürdürülebilir kullanımı onun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini geliştirmek ve korumakla mümkündür. Özellikle artan mekanizasyon ve yoğun tarımsal faaliyetler toprakların fiziksel ve mekanik özelliklerinde bozulmalara neden olmaktadır. Ayrıca organik gübre kullanımının yetersizliği ve yoğunlaşan kimyasal gübreler de bu bozulmayı hızlandırmaktadır. Topraklarda hacim ağırlığı artışı, gözenekliliğin azalması, hava ve su iletkenliğinin düşmesi, yüzeyde kaymak tabakası oluşumu, yüksek penetrasyon direnci, toprak agregatlarının dayanıklılıklarını kaybetmesi fiziksel ve mekank bozulmanın göstergeleri arasındadır. Özellikle organik madde azalması ile birlikte ortaya çıkan bozulmalar üretkenliği daha fazla etkilemektedir. Tarım alanlarında toprakların sürdürülebilir kullanımı için fiziksel yapının korunması ve/veya geliştirilmesi son derece önemlidir. Özelikle monokültür tarımda fiziki ve mekaniksel bozulmalar çok daha fazla olmaktadır.

Türkiye'de bahçe bitkileri yetiştiriciliği monokültürün yaygın olarak yapıldığı tarımsal faaliyetlerdendir. Ülkemizde bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde elma tarımı önemli bir yere sahip olup, toplam 121667 hektarlık alanda elma tarımı yapılmaktadır. Türkiye 2 milyon ton yıllık elma üretimi ile dünyada yedincidir. (Anonim 2007a). Isparta'da ise 17710 hektarlık alanda toplam 497081 ton elma üretimi yapılmaktadır. Isparta ilinin yaklaşık üretim alanının beşte biri, üretim miktarının da üçte biri Eğirdir ilçesinde gerçekleşmektedir (Anonim 2007b).

Dünyada ve Türkiye'de tarımı yaygın olarak yapılan elma yetiştiriciliğinde toprakların sürdürülebilir kullanımı üretkenliğin devam ettirilmesi ve geliştirilmesi açısından son derece önemlidir. Türkiye'de Isparta bölgesi elma üretimi açısından birinci sırada yer almaktadır. Bu bölgede tamamen elma tarımı yapılan alanlar da mevcut olup, Eğirdir-Boğazova yöresi bunlardan bir tanesidir. Eğirdir-Boğazova yöresi, Eğirdir ve Kovada gölleri arasında yer alan ve daha önceden göl yatağı olan yaklaşık 50 km^2'lik alanı kaplamaktadır. Bu yörede 1955'de açılan kovada kanalı ile bölge tarıma açılmış ve bu yıldan itibaren elma yetiştirilmektedir. Uzun yıllar tek yönlü yetiştiricilik yapılan bu bölgede verim düşüşlerinin olması kaçınılmazdır. Bunun en önemli sebeplerinden birisi toprağın fiziksel bir özelliği olan toprak strüktüründe olan değişmelerdir. Toprak havalanması, toprakta suyun tutulması ve miktarı, mikroorganizma faaliyetleri, toprakta besin elementlerinin yarayışlı hale geçmesi, besin elementlerinin toprak tarafından tutulması ve bitkiye sunulması gibi özellikler toprak strüktürü ile doğrudan ilgilidir. Devamlı toprak işleme yapılan alanlarda organik maddenin ciddi şekilde azalmasıyla toprağın strüktürel durumu bozularak granüler yapısını kaybetmektedir. Toprak strüktürününde meydana gelen bu bozulma neticesinde yukarıda bahsedilen strüktürle ile ilgili özellikler olumsuz etkilenmektedir. Bütün bunların sonucu olarak verim ve kalitede düşüşler olmaktadır. Ayrıca eğimli alanlarda toprak erozyonu, toprakların fiziksel yapılarındaki bozulmanın en çarpıcı sonuçlarıdır.

Yapılan bu çalışma ile yöredeki elma bahçesi topraklarının mevcut durumları tarım yapılmayan alanlardan alınan topraklarla karşılaştırılarak tespit edilmiştir. Yapılan regresyon analizleri ile değişim faktörleri belirlenerek fiziksel bozulmalar değerlendirilmiş ve toprakların uzun yıllar sürdürülebilir kullanımına yönelik öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Toprakların fiziksel özellikleri, bu özelliklerin birbiri ile olan ilişkileri, toprağın bu özelliklerini iyileştirmek için yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Bu araştırmalardan çalışma ile ilgili olanlarından bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Agregatlar, toprak kitlelerini birbirine bağlayan ve daha sonra tekrar ayıran doğal süreçlerin bir ürünüdür. Alkali topraklarda olduğu gibi, toprak başlangıçta dispers halde ise agregat oluşmasında flokülasyon esastır. Dispers durumda değilse katı toprak kitlelerinin küçük ünitelere parçalanması gerekmektedir. O halde iki ayrı süreç söz konusudur. Birincisi, dispers materyalden agregat oluşumu, ikincisi de iri toprak parçalarından küçük parçaların meydana gelmesidir. Devamlı ziraat daha çok ikinci hususu gerçekleştirmektedir. Toprak kitlesinin parçalanmasında mikroorganizma faaliyetleri, sürüm işlemleri, donma ve çözünme olayları, kök basıncı ve buharlaşmayla ortaya çıkan büzülme hareketi etkili olmaktadır (Martin ve ark., 1955).

Toprak agregatları agregat çapına göre iki genel gruba ayrılır (Anonymous 2003);

a) Mikro agregatlar: Bu agregatlar 250 μm'den daha küçük agregatlardır. Primer toprak tanelerinin veya daha küçük agregatların bir araya gelmesinden oluşurlar. Mikro agregatların oluşmasında humuslaşmış organik madde, çok değerlikli metaller, kökler ve mantar hifleri, bitki veya mikrobiyal artıklar demir ve alüminyum hidroksitler rol oynar.

b) Makro agregatlar ise mikro agregatların bir araya gelmesinden oluşmaktadırlar ve bu boyuta sahip agregatları birleştirici faktörler ise mantari hifler, kök fibrilleri, polisakkaritler, demir ve alüminyum oksitler (%10 dan daha fazla içeren topraklarda) olarak sınıflandırılmaktadır.

Israelsen ve Hansen (1962), toprakların tekstür sınıflarına göre bazı fiziksel özelliklerinden hacim ağırlığı değerini kumlu topraklarda 1.65 (1.55-1.80), kumlu tın topraklarda 1.50 (1.40-1.60), tınlı topraklarda 1.4 (1.35-1.50), killi tın topraklarda 1.35 (1.30-1.40), siltli kil topraklarda 1.30 (1.30-1.40), killi topraklarda 1.25 (1.20-

1.30) g cm^{-3}; tarla kapasitesi değeri % olarak kumlu topraklarda 9 (6-12), kumlu tın topraklarda 14 (10-18), tınlı topraklarda 22 (18-26), killi tın topraklarda 27 (23-31), siltli kil topraklarda 31 (27-35), killi topraklarda 35 (31-39); devamlı solma noktası değeri % olarak kumlu topraklarda 4 (2-6), kumlu tın topraklarda 6 (4-8), tınlı topraklarda 10 (8-12), killi tın topraklarda 13 (11-15), siltli kil topraklarda 15 (13-17), killi topraklarda 17 (15-19) olarak belirtmişlerdir.

Ankara Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan topraklar 2 mm'lik elekten elenmiş, 0.5 ve 0.1 mm çapında kumla %60 oranında karıştırılmıştır. Hazırlanan bu toprak içerisine %3, %6, %12 ve %24 oranında çiftlik gübresi ilave edilmiş ve artan dozdaki çiftlik gübresinin toprağın bazı özelliklerini nasıl değiştirdiği incelenmiştir. Çiftlik gübresi ilavesi (%24) toprağın hacim ağırlığını 1.57 g cm^{-3} den 1.05 g cm^{-3}'e düşmüştür. Özgül ağırlık 2.72 g cm^{-3}'den 2.24 g cm^{-3}'e düşerken, gözeneklilik değeri %42.04'ten %53.01'e yükselmiştir. Tarla kapasitesi değeri ise %20.83 iken %35.73'e yükselmiştir (Akalan 1965).

Topraklar pH yönünden <4.5 kuvvetli asit, 4.5- 5.5 orta asit, 5.5-6.5 hafif asit, 6.5-7.5 nötr, 7.5-8.5 hafif alkalin ve >8.5 kuvvetli alkalin olarak; organik madde yönünden % olarak 0-1 çok az, 1-2 az, 2-3 orta, 3-4 iyi, >4 yüksek şeklinde; kireç yönünden % olarak 0-1 az kireçli, 1-5 kireçli, 5-15 orta kireçli, 15-25 fazla kireçli, >25 çok fazla kireçli şeklinde; tuzluluk yönünden %0-0.15 tuzsuz, %0.15-0.35 hafif tuzlu, %0.35-0.65 orta tuzlu, >%0.65 çok tuzlu şeklinde sınıflandırılmıştır (Ülgen ve Yurtsever 1974).

Greenland (1979), 500-5000 μm arasındaki gözeneklerin çatlaklar olarak adlandırıldığını ve hızlı drenaj sağladığını, 50-500 μm arasındaki gözenekler iletim gözenekleri olup gaz difüzyonuna ve su akışına izin verdiğini, 0.05-50 μm arasındaki gözenekler depolama gözenekleri olup bitkilerin kullanabilecekleri suyu tuttuğunu, 0.005-0.05 μm arasındaki gözeneklerin ise rezidual gözenekler olup bitkiler tarafından alınamayacak suyu tuttuğunu bildirmiştir.

Sönmez (1980), Atatürk Üniversitesi Elazığ çiftliği topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin agregasyon üzerine tesirleri ile ilgili yaptığı araştırmada aşağıdaki sonuçları bulmuştur. Toprak örneklerinin agregasyon değerleri %52.60-

78.90 arasında değişiklik göstermiştir. Bu değerler toprakların ortalama bir agregasyona sahip olduklarını göstermektedir. Araştırma topraklarında kil ve agregasyon arasında yüksek bir korelasyon (R^2=0.77) bulunmuştur. Bunun nedeni çok fazla kile sahip olan toprakların daha yüksek bir agregasyon değerine sahip olmalarıdır. Toprakların silt miktarları ile agregasyonları arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Buna rağmen 50 mikrondan küçük zerreler ile agregasyon arasında yüksek bir korelasyon (R^2=0.67) bulunmuştur. Toprakların değişebilir Ca ve Mg toplamları ile agregasyon arasında % 5 ihtimalle önemli bir ilişki (R^2=0.58) bulunmuştur. Toprakların ihtiva etmiş oldukları değişebilir Na ve K agregasyonu etkileyecek seviyelerde olmadıkları için aralarında hiçbir ilişki tespit edilememiştir.

Yeşil gübrelemenin toprağın bazı özelliklerine etkisini belirlemek için yaptıkları bir çalışmada, yeşil gübreleme yapılmadan önce ve yeşil gübrelemeden bir, iki, üç yıl sonra toprak özellikleri incelenmiştir. Hacim ağırlığı değeri başlangıçta 1.34 g cm^{-3} iken üçüncü yıl sonunda 1.20 g cm^{-3}'e düşmüş, gözeneklilik %46.93'dan %57.27'ye, suya dayanıklı agregatlar %6.57'den %25.53'e, organik madde %0.95'den %1.23'e yükselmiştir (Anonymous 1983).

Doğal şartlar altındaki bir toprağın strüktürü bazı etmenlerin etkisiyle zaman içinde gelişmektedir. Büyüyen bitki köklerinin oluşturduğu basınç, toprakta yaşayan çeşitli canlıların toprağı kazma işlemleri ve koloidal tanelerin şişmeleri gibi olaylar toprak strüktürünün gelişmesine kısmen etki etmektedirler. İklim, ıslanma ve kuruma, donma ve çözülme, kümeleşmeye neden olan elektrolitler toprak strüktürünün gelişmesinde dikkate değer etkiye sahiptirler. Bu doğal etmenlerden başka kültivasyon işlemleri ve organik madde, kireç, gübreler ve sentetik toprak düzenleyicilerin toprağa ilavesi gibi insanlar tarafından oluşturulan yapay şartların da işlenen topraklarda strüktürün gelişimi üzerine çeşitli etkileri olduğu bilinmektedir (Özkan 1985).

Tuzlulaşma olayı toprakta tuzların fazla birikmesidir. Tuzlulaşma olayına daha çok kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde rastlanır. Humid bölgelerde toprakta bulunan tuzlar fazla yağışlarla yıkanarak yer altı sularına iletilir ve sonrada

akarsularla denizlere taşınır (Ergene 1987).

Fortun ve ark. (1990), çiftlik gübresi ve peat topraklardan elde ettikleri humik+fulvik (HF) bileşenlerinin kumlu kil ve kil tekstürdeki toprakta agregatların şekil, büyüklük ve yoğunluğu üzerine etkilerini mikromorfolojik ve duyusal analiz yaparak incelemişlerdir. Çiftlik gübresinden elde edilen HF daha büyük agregatlar oluştururken peat topraklardan elde edilen HF daha küçük agregatlar oluşturmuştur. İki toprak tipinde de strüktürel değişimler aynı olmasına rağmen kil tekstürdeki toprakta HF'nin her birim dozu daha çok değişiklik yapmıştır.

Ürün rotasyonu ve kimyevi gübrelerin, tahıl verimi ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları bir çalışmada 9 yılık deneme verileri çim ve baklagilleri içeren ürün rotasyonu tarafından olumlu olarak etkilendiğini göstermiştir. Gübreler toprak strüktürü, suyun tutulmasını, pH ve Mg içeriğini olumsuz yönde etkilemiş fakat alınabilir P ve K'u artırmıştır. Üç yılda iki defa çim ve baklağil içeren ürün rotasyonu toprağın humus içeriğini arttırmıştır (Roszak ve ark. 1990).

Değişim kompleksinde adsorbe edilmiş katyonların, agregat dayanıklılığına etkisi çok büyüktür. Örneğin değişim kompleksinde Na^+ iyonunun yaygın olduğu durumlarda, sodyumun dispersiyon etkisi nedeniyle, dayanıksız kötü bir strüktür oluşur. Öte yandan toprak koloidinde iki değerlikli iyonların ve özellikle kalsiyumun yaygın olduğu durumlarda, kolloidleri koagüle edici etkisi nedeniyle boşluk hacmi yüksek iyi bir strüktür oluşur (Aydemir 1992).

Toprakların zerre yoğunluğu bileşiminde yer alan minerallerin tipi ve miktarına ve organik madde miktarına bağlı olarak değişir. Mineral topraklarda zerre yoğunluğu değerleri 2.2-3.6 arasında değişebilir, ancak toprakların çoğunda 2.4-2.8 arasında değişmektedir. Organik topraklarda bu değer daha düşüktür (Demiralay 1993).

Gözeneklilik, katı toprak taneleri tarafından işgal edilmeyen toprak hacminin yüzdesi olarak tanımlanabilir. Orta bünyeli bir toprağın toplam gözenekliliği %50 civarındadır. Kumlu topraklar ortalamadan genellikle daha az, killi ve organik

topraklar ise ortalamadan genellikle daha fazla toplam gözeneklilige sahiptirler. Bununla beraber çoğu zaman toplam gözeneklilikteki farklılıklar toprakların strüktürel farklılıklarının açıklanmasında yeterli olmamaktadır (Demiralay 1993).

Harran Ovasının yaklaşık %80'ini kaplayan Akçakale, Cepkenli, Gürgelen, Harran, Kısas ve Sırrın toprak serilerini alan bir çalışmada serilerin strüktür ve infiltrasyon özellikleri ile alkalileşme durumları araştırılmıştır. Toprak strüktürü ile ilgili çalışmalarda kullanmak için serilerin her birinde farklı yerlerde bunların yayılma alanları ile orantılı sayıda olmak üzere toplam 23 profil çukuru açılarak; genetik horizonlara göre toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde çeşitli rutin analizlerin yanında, strüktürel durumu belirleyen sekiz ayrı indeks ve bunlara etkili olabilecek toprak özellikleri saptanmıştır. Strüktürel indekslerle bazı toprak özellikleri ilişkilerin araştırılması sonucu, yüzey horizonlarında organik maddenin (C/N oranı), tüm profillerde ise kirecin strüktürü daha çok etkilediği görülmüştür. Topraktaki bütün çimento maddelerinin strüktür üzerindeki olumlu etkilerine karşı, değişebilir sodyumun agregat stabilitesini önemli ölçüde azalttığı anlaşılmıştır (Yeşilsoy ve ark. 1993).

Toprakta boşluklar hacmi (gözeneklilik) toprağın tekstürü ve strüktürü ile yakından ilgilidir. Kumlu topraklar killi topraklara göre genellikle daha az gözenek hacmine sahiptirler. Gözeneklerin 60 mikrondan büyük olanlarına büyük boşluklar küçük olanlarına küçük boşluklar denir. Gözeneklerin yeterince birbiri ile irtibatlı olması halinde büyük boşluklar havalanmayı sağlar. Toprak su altında kalmış değilse bunlarda hava bulunur. Bu sebeple bunlara "havalanma gözenekleri" denir. Küçük gözeneklerin birbirleri ile bağlantıları sonucu ince kanalcıklar oluşur. Bunlar ise su tutarlar ve "Kapillar gözenekler" olarak adlandırılırlar. Eğer toprak tamamen kuru değil ise bunlarda su bulunur. Bir toprakta ideal havalanma ve su tutmayı sağlamak için %50 boşluk hacmine sahip toprağın, gözeneklerinin yarısı büyük diğer yarısı da küçük gözeneklerden oluşması durumunda en uygun tarım topraklarıdır (Aktaş 1995).

Akgül ve Özdemir (1996), Erzurum ve Daphan ovalarından topladıkları 79 toprak numunesinde hacim ağırlığı ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek ve regresyon modelini geliştirmeye çalışmışlardır. Çalışma sonuçları, silt

ve kil içerikleri hariç bütün toprak özelikleri ile hacim ağırlığı arasında önemli ilişkiler olduğunu göstermiştir (R^2=0.30-0.70). Üzerinde çalışılan toprak numunelerinde hacim ağırlığının, organik karbon içeriği ve organik maddenin bir fonksiyonu olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden benzer topraklarda bu iki toprak özelliğinin kullanılarak hacim ağırlığının tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir.

Chan ve Heenan (1998), tarafından yapılan bir çalışmada, 3 yıl süre ile 1.5 t ha^{-1} kireç uygulamasının topraktaki pH, organik karbon ve strüktürel stabilite üzerine olan etkileri incelenmiştir. Toprak yüzeyine (10 cm) yapılan kireç uygulamalarından sonra yüzeye yakın olan bölgelerde (0-2.5 cm) makro agregat (>2mm) stabilitesinde geçici bir azalma olduğu belirlenmiştir. pH'daki en yüksek artışın, organik karbon miktarındaki azalmanın ve mikrobiyal biyomastaki artışın yine bu bölgede meydana geldiği bildirilmiştir. Kireç uygulamasından 1.5 yıl sonra hem makro hem de mikro düzeydeki agregatların stabilitesinin önemli bir artış gösterdiği, uygulamadan 3 yıl sonra ise agregat stabilitesindeki gelişimin toprağın 7.5 cm' lik derinliğinde oluştuğu bildirilmiştir.

Candemir (1998), Çarşamba ovası yüzey topraklarının bazı mekaniksel ve kimyasal özellikleri ile strüktürel dayanıklılıkları ve erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkileri ortaya koymaya çalışmıştır. Bu amaçla bölgeyi temsil etmek üzere tarla tarımı yapılmakta olan alanlardan ve yüzeyden (0-20) 50 adet toprak örneği toplanmıştır. Toprakların kil içeriği, katyon değişim kapasitesi, organik madde, likit limit, plastik limit, tarla kapasitesi, solma noktası, doğrusal uzama katsayısı, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme, doğrusal büzülme ve serbest şişme indeksi değerleri arasında önemli pozitif ve büzülme sınırı değerleri ile önemli negatif korelasyonlar elde edilmiştir. Ayrıca toprakların Ca+Mg içerikleri ve hacim ağırlığı değerleri ile likit limit, plastik limit, tarla kapasitesi, solma noktası, doğrusal uzama katsayısı, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme, doğrusal büzülme ve serbest şişme indeksi değerleri arasında da önemli ilişkiler belirlenmiştir. Toprakların kil, silt+kil, katyon değişim kapasitesi ve organik madde içerikleri ile strüktürel dayanıklılık indeksi değerleri arasında önemli pozitif, kil oranı, dispersiyon oranı, erozyon oranı ve toprak aşınım faktörü değerleri arasında da önemli negatif korelasyonlar saptanmıştır. Diğer taraftan toprakların silt/kil oranı

değerleri ile strüktürel dayanıklılık indeksi değerleri arasında önemli negatif ve kil oranı, dispersiyon oranı, erozyon oranı ve toprak aşınım faktörü değerleri arasında da önemli pozitif korelasyonlar elde edilmiştir.

Barral ve ark. (1998), yaptıkları bir çalışmada demir ve organik maddenin 4 mm'den küçük agregatların strüktürel stabilite ve gözeneklilik üzerine etkisini bulmak için içerisinde ürün yetiştirilen iki arazi belirlenmiştir. Gözenekliliğin belirlenmesinde direk ve dolaylı üç farklı yöntem kullanılmış ve her üç yöntemde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde organik madde ve demir içeriği yüksek olan 1. tip toprakta, 2. tip toprağa göre daha az toplam gözenekliliğe ve daha geniş gözenek büyüklüğü dağılımına sahip olmuşlardır. Strüktürel stabilite düşünüldüğünde 1. tip toprakta daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Bu araştırma sonucu göstermiştir ki hem organik madde hem de demir toprak agregasyonunda önemli faktörlerdir.

Toprağın organik madde durumu ve fiziksel özellikleri üzerine çiftlik gübresi, kimyevi gübreler ve kirecin etkileri karmaşıktır ve birçok etkileşimler oluşur. Kısa sürede kireçleme killerin dispersiyonu ve kaymak tabakasının oluşumu ile sonuçlanabilir. Yüzeyde pH arttığı için kil kolloidleri üzerindeki negatif yükleri ve dominant partiküller arasındaki itme gücünü arttırır. Ancak daha yüksek oranlardaki kireçte bulunan Ca^{+2} ve toprak solüsyonunda bulunan iyonik güç elektriki çift tabakanın sıkışmasına neden olarak folekülasyonu arttırır. Yeterli miktarda esktrakte edilebilir Al'nin çökelmesini sağlayan hem kireç hem de hidroksi Al polimerleri bulunduğu zaman toprak parçacıklarını birbirine bağlayan çimentolayıcı madde olarak hareket edebilir. Bunun sonucunda da toprak strüktürü gelişir. Gübreler ürün verimini arttırmak için veya devam ettirmek için uygulanırlar. Düzenli olarak uygulandıkları zaman uygulanmayan topraklara göre daha yüksek miktarda organik madde ve biyolojik aktivite elde edilir. Bütün bunların sonucu olarak uzun dönemde gübre uygulanması suya dayanıklı agregatları, gözenekliliği, infiltrasyonu ve hidrolik iletkenliği arttırır, hacim ağırlığını düşürür. Gübre uygulanması aynı zamanda toprak agregasyonu üzerine fizikokimyasal etkilere sahiptir. Fosforlu gübreler ve fosforik asit, Al veya Ca fosfat şeklinde toprak zerrelerini bağlayıcı olarak görev yaparken, toprakta yüksek oranda amonyumlu gübre birikimi kil kolloidlerini dispers eder.

Çiftlik gübresi uygulamaları toprak organik madde miktarını arttırır. Dispers etkisine sahip K, Na ve NH_4 gibi katyonları içeren çiftlik gübresi çok miktarlarda uygulandığı zaman problemlerin ortaya çıkmasına neden olur (Haynes ve Naidu 1998).

Toprak işleme ile topraklardaki agregatlaşma ve bu agregatların stabilitesi arasındaki ilişki genellikle olumsuz olmaktadır. Bunun nedeni olarak ise yoğun bir şekilde gerçekleştirilen toprak işlemenin toprak organik maddesinin oldukça hızlı bir şekilde kaybına neden olması olarak gösterilmektedir. Orman örtüsü altında gelişen topraklarla tarımsal faaliyet gerçekleştirilen toprakların agregatlaşma düzeyleri karşılaştırıldığında işlenen topraklarda bu düzeyin daha az olduğu bildirilmiştir. Yoğun toprak işlemeye bağlı olarak topraktaki agregatların karbon içeriğinin azalmasından dolayı agregatların ıslanma yeteneği ve mekaniksel dispersiyona uğrama yeteneklerinin arttığı bildirilmiştir (Chenu ve ark. 1999).

Şeker (1999a), toprak su içeriği ile penatrasyon direnci arasındaki ilişkiyi ortaya koymak ve farklı toprakların penatrasyon dirençlerinin bir biri ile kıyaslanmalarını sağlayacak uygun modeller geliştirmek için yaptığı bir çalışmada, Konya ovasında yer alan Entisol ordosuna dahil dört farklı toprak kullanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, toprak su içerikleri ile penetrasyon dirençleri arasında önemli ilişkiler olduğu belirlenmiştir (R^2=0.77 ile 0.99). Bu ilişkiyi ifade etmede $Y=a+bX^3$ regresyon denkleminin uygun olacağı, yapılan regresyon analizlerinden ortaya çıkmıştır. Buradaki Y, KPa olarak penetrasyon direncini, X ağırlık yüzdesi olarak toprak su içeriğini, a ve b ise regresyon analizi sonucu bulunan sabiteleri ifade etmektedir. Bulunan regresyon denklemlerinden hesaplanan penetrasyon dirençleri ile ölçüm sonucu elde edilen penetrasyon dirençlerinin korelasyon katsayıları 0.94 ile 0.99 arasında değişmiştir.

Şeker (1999b), dört farklı toprağın penetrasyon direnci ile ölçülen bazı özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koyarak, penetrasyon direncinin tahminini sağlayan regresyon denklemlerini geliştirmeye çalışmıştır. Çalışma sonuçlarına göre penetrasyon direnci ile kütle yoğunluğu ve 0.2 μm'den küçük gözenek yüzdesi arasında önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Penetrasyon direnci ile toplam gözeneklilik, 50 μm'den büyük ve 50-8.6 μm arası gözenek yüzdesi ile ise önemli negatif ilişkiler olduğu belirtmiştir.

Ünal ve ark. (1999), Anamur ve Silifke yöresinde çilek yetiştiriciliği yapılan toprakların verimlilik ve bitkinin beslenme durumunu belirlemek amacıyla alınan 24 toprak örneğinde yapılan analizler sonucunda özetle aşağıdaki bulgular elde etmişlerdir. Anamur yöresinde, toprakların yaklaşık %33'ü çok tuzlu sınıfa girmektedir, Silifke yöresinde ise toprakların tamamına yakın kısmı tuzsuzdur. Anamur yöresindeki toprakların %25'inden ve Silifke yöresindeki toprakların da yaklaşık %67'sinden fazlasında organik madde azlığı mevcuttur.

Toprak asitliği toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile bitki gelişimini doğrudan ve dolaylı olarak ekiler. Toprak asitliği, toprakların dissosiye olabilir hidrojen ile alüminyum iyonları içeriğine dayanır. Toprakta hidrojen iyonunun miktarını arttıran olaylardan biride katyon alımı sırasında kökler tarafından hidrojen iyonu salınımıdır (Özbek ve ark. 1999).

Şeker ve Karakaplan (1999), Konya-Çumra-Karapınar arasında, kaymak tabakası sorununun görüldüğü arazilerden, 0-15 cm derinlikten alınmış 16 adet toprak örneğinde toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkileri incelenmişlerdir. Toprak örneklerinden silt yüzdesi, dispersiyon oranı, elektriksel iletkenlik, organik madde, kireç, suda çözünebilir kalsiyum, magnezyum, sodyum, sülfat ve klor içerikleri ile kırılma değerleri arasında istatistiksel bakımdan önemli pozitif ilişkiler; kum yüzdesi, agregat stabilitesi, değişebilir kalsiyum, potasyum ve suda çözünebilir bikarbonat içerikleri ile kırılma değerleri arasında ise önemli negatif ilişkiler saptanmıştır. Tane yoğunluğu, tarla kapasitesi, solma noktası, kil yüzdesi, pH, katyon değişim kapasitesi, değişebilir magnezyum ve sodyum içerikleri, değişebilir sodyum yüzdesi ve suda çözünebilir potasyum içeriği ile kırılma değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel bakımdan önemli olmadığı bulunmuştur.

Wagner ve ark. (2000), değişik tekstüre sahip topraklara (%23, %30, %34 ve %37 kil içeriğine sahip topraklar) farklı düzeylerde organik madde uygulaması ile bu topraklardaki agregatlaşma ve agregatların stabilitesi incelenmiştir. Çalışmada toprağın agregat stabilitesi ile toprak organik maddesi ve kil içeriği arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu, yapılan organik madde ilaveleri ile topraktaki agregasyonun ilerlediği, özellikle % 34 ve % 37 kil içeren toprağa yapılan ilavelerle agregasyonun daha fazla arttığı belirlenmiştir.

Kumlu tın tekstüre sahip toprağın yüzeyinden lastik tekerlekli bir traktörün geçişinin, toprak profilindeki gözenekliliğe ve sıkışmaya etkisinin belirlendiği bir çalışmada; tarla kapasitesine yakın su içeriğine sahip toprak üzerinden farklı sayıda traktör geçişleri yapılarak, toprak profilinde meydana gelen gözeneklilik değişimleri ve sıkışma durumları incelenmiştir.Toprak yüzeyinden bir, iki ve dört defa traktör geçişleri yapılmıştır. Traktör geçişi, kontrol parseli ile kıyaslandığında, toprağın kütlesel yoğunluğunu ve penetrasyon direncini artırırken, toplam gözenekliliği, boşluk oranını, havalanma ve drenaj gözenekleri yüzdesini azaltmıştır. Bir ve iki defa traktör geçişi bitkiye faydalı suyun tutulduğu gözenek yüzdesini önemli ölçüde etkilemezken, dört defa traktör geçişi artırmıştır (Şeker ve Işıldar 2000).

Amik ovasında yer alan bazı topraklarda tuzlulaşma ve alkalileşmenin boyutlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırmada önce, Amik ovasında tuzluluk sorunu olabilecek iki test alanı belirlenmiştir. Sonra her bir test alanında birbirini kesen iki hat ve bu hatlar üzerinde birbirlerinden birer kilometre uzaklıkta toplam 23 nokta saptanmıştır. Belirlenen bu noktalardan 1998 yılı Haziran ve Ekim ayları olmak üzere iki farklı dönemde ve üç farklı derinlikte (0-20, 20-50 ve 50-90 cm) bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde, pH, toplam çözünebilir tuz, kireç, organik madde, katyon değişim kapasitesi (KDK), değişebilir katyonlar ve bünye analizleri yapılmıştır. Ayrıca analiz sonuçlarından değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) değerleri hesaplanmıştır. Büyük çoğunluğu kil bünyeli olan topraklarda; kireç % 23.8-53.3, organik madde % 0.10-3.04, KDK ise 17.97-47.41 meq/100 gr arasında değişmiştir. Araştırma konusu topraklarda; pH'nın 7.24 ile 8.08, toplam tuz içeriğinin % 0.032 ile % 0.355, değişebilir sodyumun 0.11 meq/100 gr ile 1.84 meq/100 gr ve ESP'nin % 0.35 ile % 5.77 arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırma alanı topraklarının tamamında alkalilik ve önemli bir kısmında ise tuzluluk sorunu olmadığı belirlenmiştir. Tuzluluk sorunu olan toprakların tamamının ise hafif tuzlu topraklar sınıfına girdiği saptanmıştır. Ayrıca, toprakların tuzlulukla ilgili özellikleri ile diğer özellikleri arasında önemli korelasyonlar belirlenmiştir (Ağca ve ark. 2000).

Scullion ve Malik (2000), fiziksel olarak bozulmuş topraklara solucan uygulayarak 9 yıllık bir süre sonunda solucanların organik madde ve toprak

agregasyonları üzerine etkilerini ölçmüşlerdir. Uygulanan solucanlar dayanıklı agregatları arttırmış ve bu agregasyonlar organik madde varlığı ile (özellikle karbonhidratlar) yakın ilişkili olmuştur. Organik maddenin çok bulunduğu yerde solucanlarda çok bulunarak agregat stabilitesi üzerine daha çok etkisi olmuştur.

Çullu ve ark. (2000), Harran ovası topraklarında sulamaya bağlı olarak ortaya çıkan bozunmayı incelemişlerdir. Araştırmada hidrolik iletkenlik, strüktürel özellikler, tuzluluk ve yaygın olan kil minerallerinin dağılımını belirlemişlerdir. Çalışmada strüktür stabilite değeri % 30-70, agregasyon indeksi değerleri 0.03-0.28 mm ve hidrolik iletkenlik 0.07-1.51 cm/h arasında değişim göstermiş, ESP değerleri % 1.03-45.10 arasında belirlenmiş ve Harran ovası dominant kil mineralinin smektit olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde sulamadan sonra strüktür stabilitesinde ve agregasyon indeksinde hafif bir azalma gözlenmiş fakat hidrolik iletkenlikteki azalma önemli bulunmuştur. Toprak tuzluluğu önemli miktarda artmış ve kil mineralleri içeriğinde her hangi bir değişme olmamıştır.

Uzun süre geleneksel toprak işleme yapılan ve uzun süre işlenmemiş iki topraktan 12 cm toprak derinliğinden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak parçacıkları (15 cm çapında) olduğu gibi bozulmadan (A) veya ıslak eleme yapılıp tekrardan kümeleşmesi sağlanarak (B) kısa süreli ıslak eleme ve uzun süre toprak işleme arasında toprak organik karbon, makro agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, penatrometre direnci ve infiltrasyon üzerine etkilerinde farklılık olup olamadığını belirlemeye çalışmışlardır. Geleneksel toprak işleme yapılan yerden alınan toprak örneklerinde haftalık ortalama infiltrasyon yönünden A ve B'de herhangi bir farklılık görülmemiş fakat uzun süre işlenmemiş toprak örneklerinde A ve B arasında önemli derecede büyük farklılık olmuştur. Toprak organik maddesinin agregasyon ve infiltrasyonu etkileyen bir toprak özelliği olduğu belirtilmiş ve toprak işlemenin toprak gözenekliliğini geçici olarak arttırdığını buna karşılık olarak toprak yüzeyinde organik madde birikimi ve strüktürel stabilite üzerine olumsuz etkide bulunduğu belirtilmiştir (Franzluebbers 2001).

Salinas Garcia ve ark. (2001), toprak işlemenin besin elementi döngüsünü ve toprak canlısının miktarını nasıl etkilediğini anlamak, uzun dönemde toprak verimliliğinin devam ettirilmesinin başarılması yönünden önemli olduğunu

bildirmişlerdir. Bu amaçla yaptıkları bir çalışmada 6 yıl mısır yetiştirilen bir toprakta konvansiyonel toprak işleme, minumum toprak işleme ve hiç toprak işlememenin toprağın canlı varlığı, azot mineralizasyonu ve topraktaki besin elementi dağılımı üzerine etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Mısır bitkisinin dikimi yapılmadan önce 4 farklı lokasyondan 0-50, 50-100 ve 100-150 mm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve organik C, potansiyel N mineralizasyonu, ekstrakte edilebilir P, toprağın mikrobiyal yönden durumunu değerlendirmişlerdir. Hiç işleme yapılmamış toprağın yüzeye yakın kısmında, yapılan bu analizler yönünden en yüksek oranda bulunmuş ve bu değerler derine gittikçe azalmıştır. İşleme yapılan yerde ise bu değerlerin toprak derinliğine göre değişmediğini ve eşit düzeyde dağılım gösterdiğini bildirmişlerdir. Potansiyel N mineralizasyonu organik C ve mikrobiyal canlı miktarıyla çok yakın ilişkili bulunmuştur.

Denef ve ark. (2001), toprakta meydana gelen ıslanma ve kuruma olaylarının agregat döngüsünü ve toprak organik maddesinin parçalanmasını arttırdığını söylemişlerdir. Aynı araştırıcılar yaptıkları bir araştırmada ıslanma ve kuruma olayının agregat stabilitesi, toprak organik madde dinamiği, mantari ve bakteriyel popülasyon üzerine etkilerini siltli tın bünyeye sahip bir toprakta incelemişlerdir. Çalışmada toprak örnekleri dört kez ıslanma ve kurumaya maruz bırakılmıştır. İlk yapılan ıslanma ve kurumanın makro agregat miktarında % 30 dan % 21'e varan bir azalma meydana getirdiği bununla beraber ikinci ıslanma ve kuruma olaylarından sonra ise makro agregatların parçalanmaya karşı bir direnç kazandıklarını bildirmişlerdir.

Alkali bir toprağın toprak strüktür stabilite (SS), hidrolik geçirgenlik (HC), hacim ağırlığı, değişebilir sodyum yüzdesi (ESP), sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve elektrolit konsantrasyonu (EC) üzerine tütün tozunun etkisini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada 0, 5, 10, 15, 20 ton da^{-1} düzeylerinde tütün tozu uygulanmıştır. Alkali toprağın HC ve SS'i artan tütün tozuna bağlı olarak önemli düzeyde artmıştır. Bununla beraber, bu muamele deneme toprağının hacim ağırlığı, ESP ve SAR değerlerini azaltmıştır. Ancak ESP ve SAR değerlerindeki bu azalış istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Tütün tozu uygulaması pH ($P<0,01$) ve değişebilir sodyumu ($P<0,05$) azaltmış, elektriki kondaktivite ($P<0,01$), $CaCO_3$ ($P<0,05$), değişebilir

kalsiyum ve magnezyum (P<0,05) ve organik maddeyi (P<0,05) arttırmıştır. Tütün tozu uygulamasından sonra elde edilen verilerle yapılan analizler SAR değerlerinin toprakların SS ve HC değerleri ile yakın ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Tütün tozu alkali toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmiş ve tarımsal potansiyellerini arttırmıştır. Sonuç olarak tütün tozu terkedilmiş alkali tarım arazilerinin kullanımı için çiftçilere tavsiye edilebileceğini belirtmişlerdir (Kılıç ve ark. 2002).

Öztaş ve Fayetorbay (2003), tarafından donma ve çözülme olaylarının farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların suya dayanıklı agregat stabilitesi üzerine etkisi değişik agregat büyüklük gruplarında (0-0.1, 0-2.0 ve 2.0-4.0 mm) araştırılmıştır. Donma ve çözülmenin agregat stabilitesi üzerine etkisi toprakların farklı nem içeriği, farklı donma ve çözülme döngüsü (3, 6 ve 9) ile değişik donma sıcaklık değerlerinde (-4 ^{0}C ve -18 ^{O}C) belirlenmiştir. Başlangıçtaki suya dayanıklı agregat stabilitesi yapılan donma ve çözülme uygulamalarıyla toprak tipine bağlı olarak %28.6-% 51.7 oranında azalma gösterdiği bildirilmiştir. Stabilitede meydana gelen bu azalmanın donma sırasındaki toprağın artan nem içeriği ile birlikte daha fazla arttığı bildirilmiştir. Farklı agregat büyüklük grupları içindeki suya dayanıklı agregatların azalma oranı %13.8 ile %57.7 arasında gerçekleştiği bildirilmiştir. Suya dayanıklı agregat stabilitesinin genellikle 3 ile 6 kez yapılan donma ve çözülme döngüsü ile birlikte arttığı, bu noktadan sonra ise stabilitede azalma gözlendiği belirtilmiştir. Tüm topraklarda -18 ^{o}C deki suya dayanıklı agregatların oranının -4 ^{o}C den daha az olduğu bildirilmiştir.

Kamper (1966) kurak, yarı-kurak ve nemli bölgelerden tarım alanı olan ve olmayan alanlardan 519 toprak örneği alarak analizlerini yapmıştır. Analizler sonucunda suya dayanıklı agregatlar ile organik madde ve kil arasındaki bulduğu ilişkiyi inceleyerek aşağıdaki sonuçları elde etmişlerdir. Organik madde sırasıyla % 0.4, 0.8, 1.2, 2, 4, 8, 12 olduğunda suya dayanıklı agregatlardaki değişim sırasıyla % 53, 66, 70, 75, 77, 81, 85 olmuş ve kil içerikleri sırasıyla % 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 olduğunda suya dayanıklı agregatlardaki değişim 60, 65, 70, 74, 78, 82, 86 olarak bulunmuştur (Anonymous 2003).

Anikwe ve ark. (2003), mısır ve yerfıstığı tarımında toprakların sürdürülebilir

kullanımını sağlamak için azaltılmış toprak işleme ve organik gübreleme konularını araştırmışlardır. Araştırıcılar bu çalışmada toprak sıkışma indeksinin (kuru hacim ağırlığı, toplam gözeneklilik, gravimetrik su içeriği ve penetrasyon direnci) toprak işleme yöntemlerine bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini, organik gübre uygulamaları ile kuru hacim ağırlığının düştüğünü, verimin ise arttığını belirtmişlerdir.

Kavdır ve ark. (2004), toprakların gerilim direnci ve agregat stabilitesi değerleri, toprakların strüktürel kalitesinin belirlenmesinde indikatör olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu konuyla ilgili yaptıkları bir çalışmada topraklarının gerilim direnci ve agregat stabiliteleri üzerine toprakların kil içeriğinin, organik karbon miktarlarının ve arazi kullanım tiplerinin etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toprak örnekleri, Çanakkale-Kumkale Ovasının 51 farklı lokasyonundan alınmış ve örneklerin gerilim direnci, agregat stabilitesi, organik karbon ve kil içerikleri belirlenmiştir. Toprak analiz sonuçları ve örnekleme noktalarının koordinatları Arc View Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) programına aktarılmıştır. Regresyon analizleri sonucunda toprakların gerilim direnci ile kil içerikleri arasında pozitif lineer ilişki (Nisan örneklemesinde $r^2 = 0.89$ ve Temmuz örneklemesinde $r^2 = 0.92$) bulunmuş ve regresyon derecesi toprakların organik karbon içeriği ile doğrusal olarak artmıştır. Mera olarak kullanılan alanların toprak agregat stabiliteleri, diğer tarım arazilerine kıyasla yaklaşık 10 kat daha fazla bulunmuştur. Toprakların agregat stabiliteleri, toprak organik karbonu ile beraber artarken, toprak agregatlarının gerilme dirençleri daha çok kil içeriği tarafından etkilenmiştir. Bununla beraber kil içeriğinin agregatların gerilim direnci üzerine olan etkisi, toprak organik maddesine bağlı olarak artış göstermiştir.

Pagliai ve ark. (2004), toprak işleme şekillerinin ve organik gübrelemenin toprak fiziksel özelliklerine etkileri ile ilgili yaptıkları çalışmada, toprak gözenek yapısının toprak kalitesi hakkında önemli bilgiler verdiğini, klasik toprak işleme yöntemlerinin minimum toprak işleme ve alt toprak işlemeye göre toprağın sürdürülebilir kullanımını daha fazla olumsuz etkilediğini, kompost ve çiftlik gübresi ilavesinin toplam toprak gözeneklerini, havalanma gözeneklerinin miktarını ve infiltrasyonu artırarak toprak kalitesini ve sürdürülebilirliğini yükselttiğini

belirtmişlerdir.

Aşağı Pasinler Ovası topraklarının kalite skor değerleri bakımından ikinci derecede önemli toprak kaynağına sahip olduğu, pH, organik madde ve temel bitki besin elementleri bakımından degrade olmuş; üst toprak derinliği, erozyon ve su tutma kapasitesi gibi parametreler bakımından düzeltilebilir veya bozulmuş; toprak tekstürü, drenaj ve taban suyu kalitesi gibi toprak kalite parametreleri bakımından ise kaliteli toprak kaynağına sahip oldukları tespit edilmiştir. İnceleme alnında, toprak kalite parametrelerinin belirlenmesi ve degradasyon süreçlerinin tanımlanması, toprağın biyolojik üretkenliğini sürdürme, çevre kalitesini koruma, bitki, hayvan ve insan sağlığını geliştirme açısından gerekli yönetim uygulamalarının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır (Özbek 2004).

Özpınar ve Çay (2005) 2001-2003 buğday üretim periyodunda klasik (K) ve minimum toprak işleme (rototiller (R), diskaro (D)) sistemlerinin toprak özellikleri ve buğday verimi üzerine olan etkisi incelenmişlerdir. İki yılın sonuçlarına göre R, K ve D'nin yetiştirme periyodu döneminde ve 0-10 cm'deki hacim ağırlıkları sırasıyla 1.20, 1.34, ve 1.24 g cm^3 iken; 10-20 ve 20-30 cm'de ise sırasıyla; 1.26, 1.29, 1.21 g cm^3, ve 1.30, 1.27, 1.40 g cm^3 olarak belirlenmiştir. Agregat dağılımı ve ağırlık ortalama çap değerleri tüm toprak işleme yöntemlerinde istatistiksel olarak farklı çıkmıştır. Organik karbon R'de daha yüksek iken, bunu D ve K izlemiştir. Benzer şekilde toplam N R'de daha yüksek iken, bunu K ve D izlemiştir. Toprak işleme öncesi ve yetiştirme periyodu sırasında 18-30 cm'de ölçülen penetrasyon değerleri ($P < 0.05$) ise; K, R, D için sırasıyla 1.65, 1.18, 1.57 MPa ve 1.33, 1.35, 1.76 MPa olarak belirlenmiştir.

Yılmaz ve Alagöz (2005), değişik kökenli organik materyalin toprağa uygulanmasından sonra toprağın agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sera koşullarında yürütülen çalışmada soya küspesi, pamuk küspesi ve ahır gübresinin yedi aylık inkübasyon sonunda toprak agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri farklı düzeyde gerçekleşmiştir. Soya küspesi uygulamasının agregat oluşumu üzerine etkisi 8-4 mm boyutlara sahip agregatlarda % 5 düzeyinde, pamuk küspesi uygulamasının agregat oluşumu üzerine etkisi ise 1-0.5 mm boyuta sahip agregatlarda % 5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur. Ahır gübresi uygulamasının ise hiçbir agregat boyutunda agregat oluşumu üzerine istatistiksel olarak önemli bir etki meydana getirmediği tespit edilmiştir. Agregat stabilitesine etki bakımından soya gübresi ve ahır gübresi uygulamaları istatistiksel olarak önem göstermez iken, pamuk küspesi uygulaması 8-4 mm agregatların stabilitesinde % 1, 1-0,5 mm boyuta sahip agregatların stabilitesinde ise % 0.1 düzeyinde önemli olmuştur. Her iki uygulamanın diğer boyuta sahip agregatların stabilitesi üzerine etkisinin ise önemli olmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışma ile, özellikleri belirlenmiş organik materyalin etkin bir biçimde kullanımının toprakların agregat oluşumu ve stabitesinin geliştirileceği düşünülmektedir.

Güçdemir (2006), Türkiye topraklarının pH değerlerine göre bölgesel dağılışında göller bölgesinin %0.1'i orta asit (4.5-5.5), %1.3'ü hafif asit (5.5-6.5), %20'si nötr (6.5-7.5), %78.4'ü hafif alkali (7.5-8.5), %0.2'si kuvvetli alkali (>8.5); kireç içeriklerine göre bölgesel dağılışında göller bölgesinin %16.6'sı az kireçli (>%1), %19'u kireçli (%1-5), %29.3'ü orta kireçli (%5-10), %18.1'i fazla kireçli (15-25), %17'si çok fazla kireçli (<%25); organik madde değerlerine göre bölgesel dağılışında göller bölgesinin %26.3'ü çok az (%1), %40'ı az (%1-2), %21.9'u orta (%2-3), %7.9'u iyi (%3-4), %3.9'u yüksek (%4) olduğunu bildirmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanının yeri

Araştırma alanını Eğirdir ve Kovada gölleri arasında uzanan 2-2.2 km genişliğinde ve yaklaşık 20 km uzunluğundaki vadi (Boğazova) oluşturmaktadır.

3.1.2. İklim özellikleri

Araştırma alanı; Akdeniz, Ege ve İç Anadolu bölgeleri arasında yer alan, iklim, bitki örtüsü ve ulaşım bakımından geçit alanı oluşturan Göller Yöresinin Isparta-Eğirdir alt yöresindedir. Bu bölge Akdeniz iklim bölgesi ile İç Anadolu iklim bölgesi arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Özellikleri yönünden İç Anadolu iklimine daha yakın olmakla beraber Eğirdir yöresi ekstrem sıcaklıkların fazla yaşanmadığı bir bölgedir. Bu durum Eğirdir gölünün iklimi yumuşatıcı etkisine ve bölgede oransal nemin Göller yöresinin diğer bölgelerine göre daha fazla olmasına bağlanabilir (Çepel 1988).

Deneme alanının bulunduğu Eğirdir ilçesine ait çok yıllık meteorolojik veriler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Söz konusu çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi yıllık ortalama sıcaklık 12.8 ^{o}C'dir. En yüksek sıcaklık 33.9 ^{o}C ile temmuz ayında ve en düşük sıcaklık –8.0 ^{o}C ile şubat ayında gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama nispi nem % 62.4 olup, en yüksek nispi nem % 77.3 ile aralık ayında, en düşük nispi nem ise % 46.1 ile temmuz ayında görülmektedir. Ortalama buharlaşma yıllık 1233.6 mm'dir. Yıllık ortalama yağış 763.7 kg m^{-2}'dir. En yağışlı ay 139.56 kg m^{-2} ile ocak ve en kurak ay 8 kg m^{-2} ile ağustos ayıdır. Yılın en yağışlı mevsimi kış ve en kurak mevsimi yazdır. Yıllık ortalama yağışın ancak % 7'si yaz mevsiminde düşmektedir. Eğirdir yöresi yılda ortalama 8 gün karla kaplı kalmaktadır. Ortalama rüzgar hızı 2.7 m sn^{-1}'dir. Yılda ortalama 43.7 gün don kaydedilmektedir. Bölgede donlu günlerin başlangıcı en erken 01.10.1970 ve en geç 27.12.1968; son bulması ise en erken 08.03.1957 ve en geç 24.04.1932 tarihinde gerçekleşmiştir. Şiddetli don çok az olmakta ve genellikle Ocak ve Şubat aylarında görülmektedir (Utku 1990).

Çizelge 3.1. Eğirdir ilçesinin (rakım 926 m, enlem 37^{o} 53' ve boylam 30^{o} 52') bazı meteorolojik ortalama ve ekstrem değerleri

Meteorolojik Elemanlar	**Rasat Yılı**	**Aylar**												**Yıllık**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	
Ortalama Sıcaklık (^{o}C)	32	2.2	2.9	6.6	11.2	16.2	20.8	23.9	23.5	19.8	14.2	8.2	4.2	12.8
En Yüksek Sıcaklık (^{o}C)	33	11.0	14.0	19.3	23.8	28.2	32.6	33.9	32.6	31.3	25.8	19.3	13.0	33.9
En Düşük Sıcaklık (^{o}C)	33	-7.1	-8.0	-4.8	0.1	4.3	9.6	12.9	11.9	7	3.2	-3.0	-5.8	1.7
Ortalama Nispi Nem (%)	32	77.1	74.6	68.1	61.2	57.8	51.2	46.1	48.7	52.2	62.7	71.4	77.3	62.4
Ortalama Buharlaşma (mm)	7	-	-	63.2	104.3	155.4	186.6	233.4	214.4	153.8	94.3	28.2	-	1233.6
Ortalama Yağış (kg/m^{2})	40	139.56	102.5	80.44	71.85	45.97	29.78	12.32	8	16.2	47.15	73.7	134.7	763.7
Ort. Karla Örtülü Günler	38	2.1	2.0	1.5	1.0	-	-	-	-	-	-	0.2	1.2	8
Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	29	2.7	2.9	2.9	2.9	2.6	2.6	2.6	2.7	2.5	2.4	2.5	2.7	2.7
Donlu Günler Sayısı	32	14.9	10.9	5.4	0.3	-	-	-	-	-	0.2	3.3	8.9	43.7

3.1.3. Araştırma alanının jeolojik yapısı

Araştırma alanı Eğirdir ve Kovada gölleri arasında uzanan ve jeoloji kaynaklarında "Kovada Grabeni" olarak adlandırılan çöküntü alanının kuzey ucunda bulunmaktadır. Eğirdir-Kovada aralığında, kuzey-güney uzanımlı iki çekim fay arasında gelişen Kovada Grabeni, Miyosen evresinde oluşmuştur. Batısında Davraz dağı, doğusunda ise Dulup dağı yükseltileri (horstu) yer alır. Miyosenden günümüze kadar ki süreç içerisinde bölgesel yükselime de bağlı olarak bugünkü morfolojisini kazanan çöküntü havzasında yer alan kalın alüviyal birikinti, havza kenarındaki yükseltileri oluşturan Mesozoyik yaşlı kireç taşı, radyolarit, çört, spilit ve tersiyer yaşlı ofiyolitlerin kırıntılarından oluşmuştur (Yalçınkaya 1986).

3.1.4. Araştırma alanının toprak özellikleri

Boğazova toprakları "Hidromorfik Alüviyal" karakterdedir (Oaekes 1958).

İlk oluşumları itibarı ile topraklar, gölün çekilmesi yahut gölde suyun yükselmesi neticesinde taban suyunun yükselmiş olması veya bir taban arazi olması nedeni ile yamaç sızıntılarının ve zemin kaymalarının tesirleri altında toprakların uzun zaman ve özellikle yağışlı mevsimlerde su altı koşullarında kalması ile gelişmiş olduğu sanılmaktadır (Oaekes 1958).

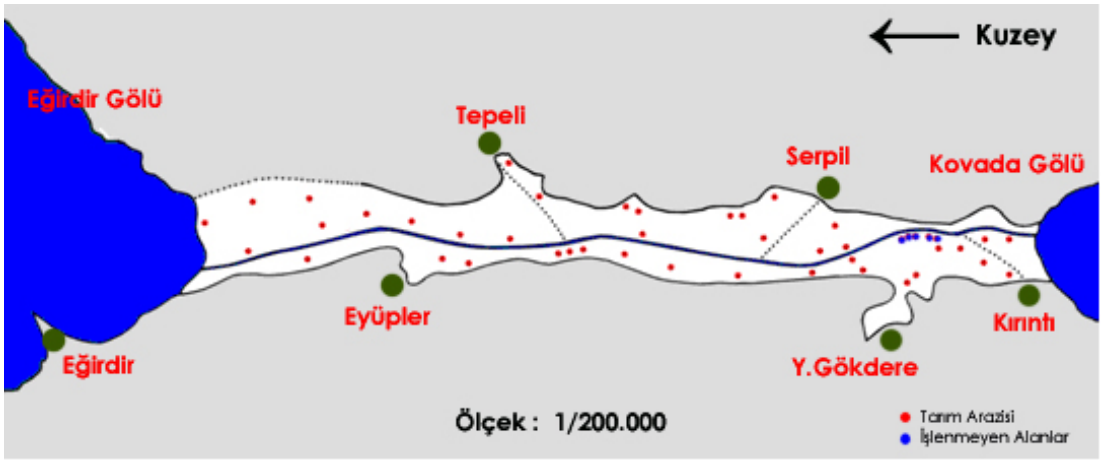
Genel olarak oluşumları bu şekilde tanımlanan araştırma sahası toprakları daha ziyade iki taraftan yükselen dağlardan gelen derelerin getirmiş olduğu alüvyonlardan teşekkül etmiş "Genç Alüviyal" materyallerden oluşmuştur (Günay 1966).

3.1.5. Toprak örnekleme yerleri

Toprak örnekleri yaklaşık 20 km uzunluğunda 2-2.2 km genişliğinde bulunan Eğirdir-Boğazova bölgesindeki 6 köy ve merkezden olmak üzere toplam 46 örnek alınmıştır. Toprak Örneklerinin koordinatları ve coğrafi konumları Çizelge 3.2 ve Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Toprak örneklerinin koordinatları

Örnek No	Boylam	Enlem	Örnek No	Boylam	Enlem
1	N 37° 40.387'	E030° 52.102'	24	N 37° 44.937'	E030° 52.029'
2	N 37° 40.134'	E030° 52.537'	25	N 37° 43.622'	E030° 52.897'
3	N 37° 40.634'	E030° 52.460'	26	N 37° 43.682'	E030° 52.869'
4	N 37° 40.658'	E030° 52.344'	27	N 37° 42.916'	E030° 53.304'
5	N 37° 41.324'	E030° 51.915'	28	N 37° 42.520'	E030° 52.791'
6	N 37° 41.095'	E030° 52.183'	29	N 37° 42.730'	E030° 52.377'
7	N 37° 41.427'	E030° 52.221'	30	N 37° 43.406'	E030° 52.544'
8	N 37° 42.117'	E030° 51.893'	31	N 37° 48.454'	E030° 52.729'
9	N 37° 43.083'	E030° 51.989'	32	N 37° 48.965'	E030° 52.627'
10	N 37° 43.864'	E030° 52.168'	33	N 37° 47.134'	E030° 51.988'
11	N 37° 42.262'	E030° 52.370'	34	N 37° 47.615'	E030° 52.157'
12	N 37° 45.932'	E030° 52.369'	35	N 37° 48.139'	E030° 52.816'
13	N 37° 45.927'	E030° 52.411'	36	N 37° 49.189'	E030° 52.114'
14	N 37° 46.016'	E030° 52.942'	37	N 37° 49.038'	E030° 52.973'
15	N 37° 44.813'	E030° 52.869'	38	N 37° 50.498'	E030° 52.867'
16	N 37° 44.904'	E030° 52.995'	39	N 37° 49.771'	E030° 52.327'
17	N 37° 46.452'	E030° 53.500'	40	N 37° 49.804'	E030° 53.066'
18	N 37° 46.487'	E030° 52.540'	41	N 37° 40.957'	E030° 52.331'
19	N 37° 47.309'	E030° 52.524'	42	N 37° 41.697'	E030° 52.609'
20	N 37° 42.200'	E030° 52.508'	43	N 37° 41.598'	E030° 52.616'
21	N 37° 44.386'	E030° 52.206'	44	N 37° 41.478'	E030° 52.599'
22	N 37° 44.883'	E030° 52.425'	45	N 37° 41.232'	E030° 52.541'
23	N 37° 45.611'	E030° 52.260'	46	N 37° 41.134'	E030° 52.544'



Şekil 3.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler

3.2. Metot

Çalışmayla 50 yıldır tarım yapılan bu bölgede toprakların mevcut yapısı ve bozunum derecesi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla yörenin 46 yerinden toprak örnekleri alınmış ve bunların bir kısmını hiç tarım yapılmayan topraklar oluşturmuştur. Tarım yapılmayan alanlardan alınan 42, 43 ve 44 nolu topraklarda hakim bitki örtüsü çayır olduğu halde 45 ve 46 nolu topraklarda hakim bitki örtüsünün saz olduğu görülmüştür.

3.2.1. Örnekleme yerlerinin belirlenmesi

Eğirdir bahçe kültürleri bünyesinde bulunan tarımsal analiz laboratuarında daha önceden araştırma bölgesinden gelerek analizleri yapılmış topraklar incelenmiş buna göre özellikleri itibarıyla farklılık gösteren alanlar örnekleme yerleri olarak belirlenmiştir.

3.2.2. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Araştırma alanından Kacar'ın (1994) belirttiği şekilde toprak örnekleri 0-20 cm toprak derinliğinden alınarak laboratuara getirilmiş ve kurutma işlemi yapıldıktan sonra 2 mm delik çapına sahip elekten elenerek analiz yapılmaya hazır hale getirilmiştir. Yalnız penatrasyon dirençleri arazide ölçülmüş ve hacim ağırlıkları bozulmamış toprak örneklerinde yapılmıştır.

3.2.3. Toprak analiz metotları

Alınan bu topraklarda EC, pH, organik madde, tekstür, kireç, agregat stabilitesi, penatrasyon direnci, zerre yoğunluğu, hacim ağırlığı, gözeneklilik, tarla kapasitesi, solma noktası, yarayışlı su miktarı belirlenerek bu değerler ışığında tarım yapılmayan topraklar ile tarım arazisi olarak kullanılan topraklar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca ölçülen bu özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Rutubet içerikleri: Bazı hesaplamalarda kullanmak için toprak örneklerinin rutubet içerikleri 105-110 ^{o}C'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak gravimetrik olarak hesaplanmıştır (Demiralay 1993).

Tekstür: "Bouyoucos Hidrometresi" yöntemi uygulanmıştır (Demiralay 1993).

Reaksiyon (pH): Toprakların pH değerleri 1/2.5 toprak-saf su karışımında cam elektrotlu pH metre kullanılarak ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff 1954).

Elektriki iletkenlik (EC): 1/2.5 toprak-saf su karışımında iletkenlik aleti kullanılarak tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff 1954).

Organik madde : Organik maddenin oksidasyonu esasına dayanan "Smith Weldon" yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (Bayraklı 1987).

Kireç: Örneklerin kireç içerikleri "Scheibler Kalsimetresi" ile hacimsel olarak belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal 1966).

Agregat stabiltesi (AS): toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerinin belirlenmesinde " ıslak eleme yöntemi " kullanılmıştır. Çapları 1-2 mm olan toprak agregatları 0.25 mm'lik elek üzerine aktarılmış, beş dakika su içerisinde ıslatılmış ve yine beş dakika su içerisinde elenmiştir. Eleklerin dalış uzunluğu 1.3 cm ve dalış sıklığı da 34 devir dak^{-1} olarak seçilmiştir (Kemper 1965).

Zerre yoğunluğu: Piknometre metodu ile tayin edilmiştir. 2 mm delik çapına sahip elekten elenmiş topraktan 10 gr tartılarak piknometre içerisine konularak üzerine saf su eklenmiş ve ısıtıcı tabla üzerinde hava kabarcıkları çıkıncaya kadar

ısıtılıp daha sonra soğutularak saf su ile çizgisine tamamlanmıştır. Gerekli ölçümleri yapılarak hesaplanması yapılmıştır (Demiralay 1993).

Penatrasyon direnci: Penatrasyon dirençleri 0-5 kg cm^{-2} arasında ölçüm yapabilen el penatrometresi kullanılarak tayin edilmiştir (Glancey ve ark. 1988).

Tarla kapasitesi: Basınç tablası kullanılarak 1/3 bar basınçta toprakta tutulan nem yüzdesi olarak belirlenmiştir (Demiralay 1993).

Devamlı solma noktası: Basınç mebranı aleti kullanılarak 15 bar basınçta toprakta tutulan nem yüzdesi olarak belirlenmiştir (Demiralay 1993).

Faydalı su kapasitesi: Tarla kapasitesi değerinden devamlı solma yüzdesi değeri çıkarılarak bulunmuştur (Demiralay 1993).

Dispersiyon oranı (DO): Dispers edilmeden önce ve sonra topraktaki kil+silt fraksiyonlarının hidrometre ile ölçülmesini takiben formül kullanılarak hesaplanmıştır (Ngatunga ve ark. 1984).

Hacim ağırlığı: Bozulmamış toprak örneklerinde ölçülmüştür (Demiralay 1993).

Toplam gözeneklilik: Zerre yoğunluğu ve hacim ağırlığı değerleri kullanılarak hesaplanmıştır (Demiralay 1993).

3.2.4. İstatistiksel değerlendirme

SAS ve JMP paket programları kullanılarak gerekli analizler yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprakların Özelliklerindeki Değişim

Eğirdir-Boğazova bölgesinde 41 tarım yapılan, 5 tarım yapılmayan alandan alınan toplam 46 toprak örneğinde yapılan analiz sonuçları çizelge 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

4.1.1. pH

Araştırma konusu olan topraklar pH yönünden değerlendirildiğinde en düşük değer (6.64) 8 nolu toprakta bulunurken, en yüksek değer (8.20) 44 nolu toprakta ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar pH bakımından karşılaştırılırsa, tarım yapılan topraklarda ortalama pH değeri 7.57 iken, tarım yapılmayan topraklarda ise ortalama pH 8.12 olarak ölçülmüştür. Değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3). Tarıma açılan arazilerin pH değeri, tarım yapılmayanlara göre yaklaşık %7 oranında azalmıştır. Bu durumun tarıma açılan alanlarda yapılan sulama ve gübreleme faaliyetlerinin etkisi ile ortaya çıktığı düşünülmektedir. Özbek ve ark. (1999), toprakta hidrojen iyonunun miktarını arttıran olaylardan biride katyon alımı sırasında kökler tarafından hidrojen iyonu salınımı olduğunu bildirmişlerdir. Analiz edilen toplam 46 toprak numunesi Ülgen ve Yurtsever'e (1974) göre değerlendirildiğinde; toprakların %26.09'i nötr (6.5-7.5), %73.91'i hafif alkali (7.5-8.5) özellik göstermiştir.

4.1.2. Elektriki iletkenlik (EC)

Analize alınan tüm toprakları EC yönünden değerlendirildiğinde en düşük değer (100 µmhos cm^{-1}) 26 nolu toprakta tespit edilmiş, en yüksek değer ise (293 µmhos cm^{-1}) 30 nolu toprakta bulunmuştur (Çizelge 4.1). Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar EC yönünden istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.5). Tarım arazilerinin ortalama EC değeri 151.38 µmhos cm^{-1} bulunurken, tarım yapılmayan arazilerde bu değer 144.53 µmhos cm^{-1} olmuştur. Bütün topraklar Ülgen ve Yurtsever'e (1974) göre **"tuzsuz"** topraklar sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.1. Araştırma yöresi topraklarının özellikleri

Örnek No	pH	EC µmhos cm^{-1}	Kireç %	Organik Madde %	Kum %	Kil %	Silt %	Tekstür Sınıfı
Tarım Yapılan Topraklar								
1	7.07	208	3.99	3.91	43.98	28.74	27.28	Kumlu killi tın
2	7.61	121	4.78	1.80	56.54	26.00	17.46	Kumlu killi tın
3	7.03	106	3.17	2.65	43.71	29.21	27.08	Kumlu killi tın
4	6.95	137	3.70	2.56	48.41	28.48	23.11	Kumlu killi tın
5	6.93	103	3.18	3.01	43.43	30.08	26.49	Kumlu killi tın
6	6.83	132	3.19	4.37	49.50	27.95	22.56	Kumlu killi tın
7	6.74	260	3.18	3.10	47.97	6.70	45.33	Kumlu tın
8	6.64	129	3.20	3.36	42.37	30.87	26.76	Killi tın
9	7.90	145	7.57	3.19	11.78	50.03	38.20	Siltli kil
10	7.84	133	3.22	3.80	7.27	58.76	33.97	Kil
11	7.60	195	4.80	3.80	19.27	47.23	33.50	Kil
12	7.99	136	9.72	3.80	13.98	45.71	40.31	Siltli kil
13	7.83	125	4.06	2.81	19.25	47.22	33.53	Kil
14	7.51	159	3.18	2.51	31.53	31.24	37.24	Killi tın
15	7.80	128	4.87	3.52	15.81	53.58	30.61	Kil
16	7.63	182	3.88	4.02	8.57	61.88	29.55	Kil
17	7.45	227	3.30	3.47	22.77	43.12	34.11	Kil
18	8.02	205	14.29	2.16	16.71	40.99	42.29	Siltli killi tın
19	7.89	155	13.83	2.92	28.96	34.07	36.98	Killi tın
20	7.97	155	4.74	2.42	26.92	41.26	31.82	Killi tın
21	7.68	149	3.52	3.42	8.56	64.47	26.97	Kil
22	6.96	117	8.77	3.74	11.93	49.83	38.25	Siltli kil
23	6.71	125	3.42	2.18	41.09	31.79	27.11	Killi tın
24	7.87	114	3.70	2.68	6.93	67.14	25.93	Kil
25	7.70	247	10.87	3.33	36.68	31.59	31.73	Killi tın
26	7.87	100	4.78	3.20	42.60	29.63	27.77	Kumlu killi tın
27	7.60	132	3.19	3.30	39.21	32.76	28.03	Killi tın
28	7.63	143	3.42	2.71	61.26	24.11	14.63	Kumlu killi tın
29	7.79	160	4.03	3.10	8.93	54.64	36.43	Kil
30	7.69	293	16.24	2.98	29.44	34.35	36.21	Killi tın
31	8.08	140	9.76	2.84	13.01	51.65	35.35	Kil
32	7.77	120	9.59	2.69	17.09	50.11	32.80	Kil
33	7.30	150	3.46	3.83	34.22	36.43	29.34	Killi tın
34	7.37	116	3.23	3.55	23.27	44.95	31.78	Kil
35	8.00	130	8.17	2.95	15.78	51.35	32.87	Kil
36	7.93	139	13.99	2.81	36.40	24.37	39.23	Tın
37	7.85	134	9.31	4.27	27.80	34.84	37.35	Killi tın
38	7.78	148	4.78	3.64	30.79	35.69	33.51	Killi tın
39	7.79	114	6.39	3.97	31.06	32.68	36.26	Killi tın
40	8.00	147	7.46	2.86	16.75	38.15	45.11	Siltli killi tın
41	7.88	146	5.03	3.70	48.18	25.53	26.28	Kumlu killi tın
Mak.	**8.08**	**293**	**16.24**	**4.37**	**64.47**	**67.14**	**45.33**	
Min.	**6.64**	**100**	**3.17**	**1.80**	**6.93**	**6.70**	**14.64**	
Ort.	**7.57**	**151**	**6.07**	**3.19**	**36.96**	**31.03**	**31.95**	
Tarım Yapılmayan Topraklar								
42	8.02	146	5.16	3.68	29.45	43.23	27.32	Kil
43	8.11	132	3.50	3.17	44.94	32.34	22.72	Kumlu killi tın
44	8.20	148	7.66	2.93	28.14	40.37	31.49	Killi tın
45	8.19	151	7.62	5.90	17.42	46.08	36.50	Siltli kil
46	8.07	147	10.36	6.02	17.20	48.51	34.28	Kil
Mak.	**8.20**	**151**	**10.36**	**6.02**	**48.51**	**40.37**	**36.50**	
Min.	**8.02**	**132**	**3.50**	**2.93**	**28.14**	**17.20**	**22.72**	
Ort.	**8.12**	**145**	**6.86**	**4.34**	**42.18**	**27.36**	**30.46**	

Çizelge 4.2. Araştırma yöresi topraklarının özellikleri

Ör. No	TK (%)	SN (%)	FS (%)	AS (%)	DO (%)	PD (kg cm^{-2})	RY %	ZY (g cm^{-3})	HA (g cm^{-3})	GZ (%)
Tarım Yapılan Topraklar										
1	21.17	15.71	5.46	51.42	34.46	1.53	26.59	2.64	1.44	45.30
2	16.28	12.66	3.62	36.01	36.42	1.73	18.22	2.60	1.65	36.73
3	20.31	12.71	7.60	47.18	34.83	1.84	24.59	2.62	1.37	47.63
4	17.36	11.94	5.42	34.48	36.28	1.45	22.53	2.62	1.58	39.62
5	23.28	15.31	7.97	40.15	31.32	1.75	24.90	2.56	1.51	41.11
6	20.02	15.36	4.66	53.44	20.14	1.88	18.92	2.61	1.45	44.28
7	18.96	11.72	7.24	32.92	37.52	1.73	20.08	2.60	1.55	40.58
8	19.67	13.95	5.72	40.12	36.64	1.91	22.73	2.53	1.50	40.65
9	27.36	16.99	10.37	83.96	24.71	2.18	28.79	2.67	1.47	45.15
10	32.25	18.04	14.21	86.08	21.77	1.73	37.85	2.60	1.33	48.89
11	30.28	16.53	13.75	63.62	29.62	1.93	31.68	2.53	1.51	40.54
12	26.47	17.14	9.33	65.21	30.44	1.67	28.74	2.60	1.34	48.29
13	26.25	17.44	8.81	75.40	25.03	1.88	28.79	2.62	1.37	47.58
14	22.45	8.75	13.70	45.97	38.08	1.29	25.28	2.54	1.49	41.48
15	30.21	20.27	9.94	82.33	30.93	1.98	30.70	2.60	1.37	47.33
16	32.96	20.44	12.52	88.09	23.42	1.81	35.28	2.55	1.29	49.31
17	30.28	17.82	12.46	63.40	30.61	1.49	37.94	2.59	1.33	48.64
18	27.65	16.34	11.31	57.82	36.80	2.45	23.52	2.61	1.65	36.73
19	22.86	11.55	11.31	50.38	39.28	2.26	23.63	2.62	1.54	41.22
20	24.14	12.80	11.34	46.09	38.08	2.11	19.80	2.69	1.63	39.56
21	31.42	16.72	14.70	81.92	24.02	1.58	32.11	2.62	1.40	46.74
22	29.85	17.09	12.76	60.40	28.38	1.50	32.11	2.67	1.38	48.24
23	17.34	11.13	6.21	36.49	38.12	2.10	18.78	2.57	1.65	35.93
24	34.06	17.57	16.49	79.90	21.08	1.55	34.01	2.63	1.34	49.01
25	20.93	15.97	4.96	41.45	27.43	2.19	20.43	2.66	1.57	40.99
26	19.50	9.00	10.50	32.87	35.73	1.98	19.58	2.60	1.69	35.07
27	20.71	14.88	5.83	45.50	34.77	1.90	22.51	2.59	1.54	40.55
28	15.47	11.43	4.04	26.73	37.92	1.83	19.18	2.64	1.65	37.47
29	32.68	18.12	14.56	76.52	24.50	2.18	30.26	2.64	1.46	44.59
30	23.06	15.78	7.28	70.23	32.45	3.13	20.38	2.63	1.54	41.21
31	31.71	16.93	14.78	76.67	25.17	2.07	27.80	2.58	1.47	43.01
32	27.73	17.73	10.00	56.61	32.17	2.05	26.16	2.63	1.54	41.45
33	20.84	14.72	6.12	47.72	34.66	2.03	25.45	2.63	1.40	46.67
34	25.40	18.06	7..34	77.15	23.24	1.58	29.28	2.63	1.46	44.68
35	29.02	18.96	10.06	76.21	25.06	2.15	29.53	2.64	1.50	43.28
36	22.55	18.63	3..92	28.28	45.18	2.39	21.66	2.67	1.53	42.66
37	24.34	16.00	8.34	40.90	36.40	2.24	21.22	2.65	1.57	40.82
38	26.21	16.47	9.74	59.26	33.38	2.34	20.12	2.58	1.63	36.85
39	21.82	13.34	8.48	30.14	39.70	2.60	18.16	2.65	1.46	44.73
40	26.04	15.18	10.86	42.93	43.88	2.43	26.74	2.63	1.58	39.75
41	21.07	13.85	7.22	35.44	27.49	2.14	22.11	2.58	1.44	44.00
Max.	**34.06**	**20.44**	**16.49**	**88.09**	**45.18**	**3.13**	**37.94**	**2.69**	**1.69**	**49.31**
Min.	**15.47**	**8.75**	**3.62**	**26.73**	**20.14**	**1.29**	**18.16**	**2.53**	**1.29**	**35.07**
Ort.	**24.68**	**15.39**	**9.29**	**55.30**	**31.88**	**1.96**	**25.56**	**2.61**	**1.49**	**42.89**
Tarım Yapılmayan Topraklar										
42	37.60	22.85	14.75	68.27	28.46	2.00	30.12	2.58	1.56	39.75
43	25.75	16.80	8.95	49.61	33.76	1.86	32.31	2.59	1.48	42.75
44	31.46	19.30	12.16	67.83	32.63	2.98	33.11	2.59	1.51	41.69
45	40.42	24.87	15.55	90.39	26.22	1.95	50.03	2.53	1.05	58.61
46	40.22	25.00	15.22	90.22	22.66	2.21	31.12	2.54	1.17	53.82
Max.	**40.42**	**25.00**	**15.55**	**90.39**	**33.76**	**2.98**	**50.03**	**2.59**	**1.56**	**58.61**
Min.	**25.75**	**16.80**	**8.95**	**49.61**	**22.66**	**1.86**	**30.12**	**2.53**	**1.05**	**39.75**
Ort.	**35.09**	**21.76**	**13.33**	**73.26**	**28.75**	**2.20**	**35.34**	**2.57**	**1.35**	**47.32**

TK; Tarla kapasitesi, SN; Solma noktası, FS; Faydalı su, AS; Agregat stabilitesi, DO; Dispersiyon oranı, PD; Penetrasyon direnci, RY; Rutubet yüzdesi, ZY; Zerre yoğunluğu, HA; Hacim ağırlığı, GZ; Gözeneklilik

Çizelge 4.3. pH ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	1.3392645	1.33926	8.3921	0.0059**
Hata	44	7.0217700	0.15959		
Genel	45	8.3610345			

**:P<0.01

Çizelge 4.4. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama pH değerleri (p<0.05).

	Örnek Sayısı	pH
Tarım Arazisi	41	7.57b ±0.4175
İşlenmeyen Arazi	5	8.12a ±0.0773

Tuzlulaşma olayı toprakta tuzların fazla birikmesidir. Tuzlulaşma olayına daha çok kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde rastlanır. Humid bölgelerde toprakta bulunan tuzlar fazla yağışlarla yıkanarak yer altı sularına iletilir ve sonrada akarsularla denizlere taşınır (Ergene 1987). Analize alınan bölgenin toplam yağış miktarının 763.7 mm olması, yöredeki yağış miktarının fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca hem drenaj hem de sulama amaçlı kovada sulama kanalının bulunması tuzluluk problemini ortadan kaldırmaktadır.

Çizelge 4.5. EC ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	209.037	209.04	0.1218	0.7287
Hata	44	75503.814	1716.00		
Genel	45	75712.850			

4.1.3. Kireç

Toprak örnekleri kireç içerikleri yönünden karşılaştırıldığında 3 nolu toprakta en düşük değer (%3.17) elde edilirken en yüksek değer (%16.24) 30 nolu toprakta bulunmuştur (Çizelge 4.1). Tarım yapılan toprakların ortalama kireç içeriği %6.07 bulunurken tarımda kullanılmayan toprakların kireç içeriği %6.86 çıkmıştır. Deneme topraklarını oluşturan işlenmiş ve işlenmemiş topraklar arasında kireç içeriği yönünden herhangi bir farklılık bulunmamaktadır (Çizelge 4.6). Analize alınan toprakların Ülgen ve Yurtsever'e (1974) göre %58.70'i kireçli (1-5), %39.13'ü orta kireçli (5-15), %2.17'si fazla kireçli olduğu tespit edilmiştir.

Kireçleşme yağışı sınırlı olan kurak ve yarı kurak bölgelerde ot veya çalı bitki örtüsü altında cereyan eder (Ergene 1987). Bu bölgede kireç içeriğinin düşük çıkması özellikle yağış miktarının yüksek ve yıkanmayı kolaylaştıracak şekilde yoğun sulama faaliyetlerinin yapılması düşünülmektedir.

Çizelge 4.6. Kireç ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	2.76658	2.7666	0.2177	0.6431
Hata	44	559.25195	12.7103		
Genel	45	562.01853			

4.1.4. Organik madde

Deneme alanı topraklarının organik madde değerleri %1.80-6.02 arasında değişmiş, ortalama %3.32 bulunmuştur. En yüksek organik madde içeriği 45 ve 46 nolu toprakta, en düşük 2 nolu toprakta bulunmuştur (Çizelge 4.1). Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar karşılaştırıldığında ise tarım yapılan topraklarda ortalama organik madde değeri %3.19 olurken, bu değer tarım yapılmayan topraklarda ise %4.34 olarak belirlenmiş ve bu değerler arasındaki fark %1 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.7). Tarım arazisi olarak kullanılan toprakların tarım yapılmayan topraklara göre organik maddesinde %27.65 oranında bir azalma tespit edilmiştir.

Organik madde içeriğindeki bu azalmanın monokültür olarak sürekli elma yetiştirilmesi ve toprak işlemenin fazla miktarda yapılmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Analiz edilen 46 örneğin %2.17'si az (%1-2), %36.96'sı orta (%2-3), %50'si iyi (%3-4), %10.87'si yüksek (%4 ve üzeri) organik madde içerdiği belirlenmiştir (Ülgen ve Yurtsever 1974).

Tarımda kullanılmayan topraklarda taban suyu seviyesinin yüksek olması, devamlı bitki örtüsü ile kaplı bulunması bu alanların organik madde miktarını artırmıştır. Tarım yapılan topraklarda ise toprak işleme havalanma miktarını artırdığı ve bunun sonucu olarak oksitlenme aşırı olduğu için organik madde miktarını düşürmektedir (Chenu ve ark. 1999; Franzluebblers 2001). Bölgede tek tip (monokültür) olarak elma yetiştiriciliği yapıldığından tarla tarımına göre daha az toprak işleme yapılması, dökülen yaprakların genellikle tarlada kalması, çiftlik gübresi uygulamalarının yapılması bölge topraklarının organik maddesini koruma yönünden önemli işlevleri olmuştur. Bu sonuçlar Özkan (1985)'te verilen bilgilerle benzerlik göstermektedir. Güçdemir (2006), Türkiye topraklarının %65'inin organik madde içeriğinin %0-2 arasında olduğunu bildirmiştir. Deneme alanının tarım yapılan toprakları Türkiye'de diğer tarım yapılan topraklarla karşılaştırıldığı zaman çok üstünde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7. Organik madde ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	5.863634	5.86363	11.0202	0.0018**
Hata	44	23.411542	0.53208		
Genel	45	29.275176			

**:P<0.01

Çizelge 4.8. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama organik madde değerleri ($p<0.05$).

	Örnek Sayısı	Organik madde (%)
Tarım Arazisi	41	3.19b ±0.5991
İşlenmeyen Arazi	5	4.14a ±1.5041

4.1.5. Tekstür

Yaklaşık 20 km uzunluğunda 2-2.2 km genişliğinde olan Eğirdir-Boğazova yöresi kovada sulama-drenaj kanalı açılmadan önce su altında olduğu bilinmektedir. Kanalın açılmasıyla önceden göl tabanı olan bölge tarıma açılmıştır. Yaklaşık 50 yıldır bu bölgede tarım yapılmaktadır. Toprak örnekleri alınırken bölgesel olarak toprak yapısındaki farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bazı bölgeler kumlu bazı bölgeler ise killi toprak yapısına sahiptir. Özellikle belli bir katmandan sonra bir çok yerde kum tabakası görülmüştür. Bu tabakanın kalınlığı değişmektedir.

Bu bölgeden alınan 46 toprak numunesinde tekstür analizleri yapıldığında kum oranlarının %6.93-61.26 arsında değişmiş ortalama %28.63 bulunmuştur. En düşük kum değeri 24 nolu toprakta, en yüksek kum değeri ise 28 nolu toprakta tespit edilmiştir. Analiz edilen toprakların kil içerikleri birbirinden çok farklılık göstermiş olup, en düşük değer (%6.70) 7 nolu toprakta, en yüksek değer ise (%67.14) 24 nolu toprakta bulunmuş ve iki değer arasında %10'luk bir dalgalanma olmuştur. Silt içerikleri yönünden değerlendirildiğinde, en düşük değer (%14.64) 28 nolu toprakta, en yüksek (%45.33) 7 nolu toprakta olmuştur (Çizelge 4.1).

Tarım yapılan ve yapılmayan toprakların mekanik bileşimlerinde, yaklaşık elli yıldır tarım yapılmasıyla herhangi bir değişim olmadığı anlaşılmaktadır. Toprakların mekanik bileşenleri çok zor değişen özellikleridir. Bu çalışmada da bu durum ortaya koyulmuştur. Yöre topraklarının tekstürel dağılımı incelendiğinde; %32.61'i kil, %28.26'sı killi tın, %21.74'ü kumlu killi tın, %8.69'u siltli kil, %4.36'sı siltli killi tın, %2.17'si kumlu tın ve %2.17'si tın sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

4.1.6. Tarla kapasitesi

Analiz edilen toprak örnekleri tarla kapasitesi yönünden karşılaştırıldığında en düşük değer (%15.47) 28 nolu toprakta bulunurken en yüksek değer (40.42) 45 nolu toprakta elde edilmiştir (Çizelge 4.2). Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar karşılaştırıldığında, tarım yapılan topraklarda ortalama tarla kapasitesi değeri %24.68 olarak belirlenirken, tarım yapılmayan topraklarda bu değer %35.09 düzeyinde olmuştur ve bu değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9). Tarım yapılan arazilerde tarla kapasitesi değeri, tarım yapılmayanlara göre % 29.67 oranında azalmıştır. Bu azalmanın tarım arazilerinde yapılan kültürel işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tarla kapasitesi bakımından analize alınan toprakların %15.22'si 10-20, %56.52'si 20-30, %28.26'sı 30-40 arasında değerler göstermiştir.

Tarla kapasitesini etkileyen faktörlerin başında tekstür, strüktür ve organik madde miktarı gelmektedir. Tekstür inceldikçe toprak tarafından tutulan su miktarı artmaktadır. İyi agregatlaşmış topraklar daha fazla gözeneklilik içerdiğinden tutulan su miktarını arttırmaktadır. Organik maddenin varlığı hem kapilar boşlukları arttırmakta, hem de organik maddenin kendisi yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğundan benzer tekstürlü topraklarda organik madde miktarı arttıkça kapilar su miktarı da artmaktadır (Özkan 1985). Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar arasında tekstür yönünden herhangi bir farklılık bulunmamasından tutulan su miktarına da etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Buna karşılık agregat stabilitesi ve organik madde içeriği bakımından işleme yapılmayan toprakların daha yüksek değerler vermesi tutulan su miktarının bu topraklarda daha yüksek olmasını sağlamıştır. Bu sonuçlar Akalan'ın (1965) yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir. Israelsen ve Hansen (1962), orta bünyeli toprakların tarla kapasitesi değerinin %18-22 arasında değiştiğini, kaba bünyeli topraklarda azaldığını, ince bünyeli topraklarda arttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.9. Tarla kapasitesi ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	482.8045	482.804	17.8087	0.0001**
Hata	44	1192.8646	27.111		
Genel	45	1675.6691			

**:P<0.01

Çizelge 4.10. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama tarla kapasitesi değerleri (p<0.01).

	Örnek Sayısı	Tarla Kapasitesi (%)
Tarım Arazisi	41	24.68b ±5.0779
İşlenmeyen Arazi	5	35.09a ±6.3532

4.1.7. Solma noktası (SN)

Deneme konusu olan toprakların solma noktaları %8.75 ile %25 arasında değişmiş ortalama %16.08 bulunmuştur. En yüksek değer 46 nolu toprakta elde edilirken, en düşük değer 14 nolu toprakta elde edilmiştir. Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar kıyaslandığında tarım arazilerinde ortalama %15.39, tarım yapılmayan alanlarda %21.76 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). İki değer arasındaki farklılık istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Solma noktası ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	181.00359	181.004	21.3451	0.001**
Hata	44	373.11388	8.480		
Genel	45	554.11747			

**:P<0.01

Çizelge 4.12. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama solma noktası değerleri ($p<0.01$).

	Örnek Sayısı	Solma Noktası (%)
Tarım Arazisi	41	15.39b ±2.8333
İşlenmeyen Arazi	5	21.76a ±3.6059

Bir çok durumda özellikle orta tekstürlü topraklarda pratik amaçlar için 15 atmosferlik eksi basınçla tutulan su yüzdesi solma noktasını belirlemekte yeterli olmaktadır. İnce tekstürlü topraklar kaba tekstürlü topraklardan solma noktasında daha fazla su içermektedir. Genellikle su tutma kapasitesi yüksek olan toprakların solma noktası da yüksek olmaktadır (Özkan 1985). Israelsen ve Hansen de (1962), orta bünyeli toprakların solma noktası değerinin %8-12 arasında değiştiğini, kaba bünyeli topraklarda düştüğünü ince bünyeli topraklarda arttığını bildirmişlerdir.

Tarım yapılmayan alanların tarla kapasiteleri yüksek bulunurken solma noktaları da yüksek çıkmıştır.

4.1.8. Faydalı su (FS)

Deneme alanından alınan toprakların faydalı su kapsamları tarla kapasitesi değerinden solma noktası değeri çıkarılarak bulunmuştur. En yüksek değer (%16.49) 24 nolu toprakta, en düşük değer (%3.62) 2 nolu toprakta elde edilmiş olup, ortalama %9.73 olarak tespit edilmiştir. Tarım yapılan arazilerde ortalama %9.29 olurken, tarım yapılmayan yerlerde %13.33 çıkmıştır (Çizelge 4.2). Bu iki değer arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar (%5) elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

İşlenmeyen arazilerin solma noktası yüksek bulunmasına rağmen faydalı su kapsamları da yüksek çıkmıştır. Özkan (1985), faydalı suyun tutulmasında toprak tekstürü, toprak strüktürü ve organik maddenin etkili olduğunu bildirmiştir. Toprak stürüktürü ve organik madde yönünden işlenmeyen araziler daha yüksek değerler göstermişler ve aynı zamanda faydalı su kapasiteleri de yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Faydalı su ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	72.57430	72.5743	6.2530	0.0162*
Hata	44	510.67585	11.6063		
Genel	45	583.25015			

*:P<0.05

Çizelge 4.14. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama faydalı su değerleri (p<0.05).

	Örnek Sayısı	Faydalı su (%)
Tarım Arazisi	41	9.29b ±3.4627
İşlenmeyen Arazi	5	13.33a ±2.7871

4.1.9. Agregat stabilitesi (AS)

Analizi yapılan tüm topraklar agregat stabilitesi açısından değerlendirildiğinde en düşük değer (%26.73) 28 nolu toprakta, en yüksek değer (%90.39) 45 nolu toprakta tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar olarak karşılaştırıldığında ise tarım arazilerinde agregat stabilitesi ortalama %55.30 bulunurken bu değer tarım yapılmayan arazilerde ortalama %73.26 çıkmıştır. Değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.15). Tarıma açılan arazilerin agregat stabilitesinde, tarıma açılmayanlara oranla %24.5 oranında bir azalma olmuştur. Toprak işlemenin bu azalmada etkili olduğu düşünülmektedir. Uygun olamayan nemlerde ve gereğinden fazla toprak işleme toprakların AS değerlerini düşürürken, fiziksel bozulmaya neden olmaktadır (Özkan 1985). Analize alınan toprak numunelerinde toprakların %19'u 20-39, %36,95'i 40-59, %28,26'sı 60-79 ve %15.23'ü 80-99 arasında AS değerleri göstermiştir.

Çizelge 4.15. Agregat stabilitesi ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	1437.789	1437.79	4.2178	0.0460*
Hata	44	14999.019	340.89		
Genel	45	16436.807			

*:P<0.05

Çizelge 4.16. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama agregat stabilitesi değerleri (p<0.05).

	Örnek Sayısı	Agregat stabilitesi (%)
Tarım Arazisi	41	55.30b ±18.58
İşlenmeyen Arazi	5	73.26a ±17.28

Tarım yapılan topraklarda, toprak işleme aletlerinin parçalama etkisi agregasyonu azalttığı gibi, işleme sonucunda oluşacak oksidasyon nedeniyle organik maddelerin ayrışması hızlanacaktır. Agregat stabilitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi organik maddedir. Özellikle kumlu topraklarda organik maddenin ayrışmasından ortaya çıkan bazı yapışkan maddeler toprak zerrelerini birbirine bağlayarak toprak agregasyonunun gelişmesine önemli katkılarda bulunmaktadır. Ayrıca kimyasal gübre kullanımı, özelikle K, Na ve NH_4 içerikli gübreler ile ıslanma kuruma döngüsü (yani sulama) agregat stabilitesini düşürmektedir (Haynes ve Naidu 1998; Denef ve ark. 2001). Yapılan analizlerde tarım yapılmayan topraklarda toprak işleme hiç yapılmaması ve organik maddenin daha yüksek çıkmasıyla agregat stabilitesi değeri de yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar Chenu ve ark. (1999) ile uyumludur.

4.1.10. Dispersiyon oranı (DO)

Dispersiyon oranı bakımından araştırma konusu olan topraklar karşılaştırıldığında en düşük değer (%20.14) 6 nolu toprakta, en yüksek değer ise (%45.18) 36 nolu toprakta bulunmuştur (Çizelge 4.2). Tarım yapılan ve yapılmayan

topraklar olarak karşılaştırıldığında tarım yapılan topraklarda dispersiyon oranı ortalama %31.78 bulunurken bu değer tarım yapılmayan topraklarda %28.75 düzeyinde gerçekleşmekle birlikte değerler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmamıştır (Çizelge 4.17).

İşlenen ve işlenmeyen toprakların DO değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemsiz, AS değerleri arasındaki farklılığın ise istatistiksel olarak önemli bulunması, topraklarda kimyasal bozulmadan daha çok fiziksel bozulmanın olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu tür toprakların ıslahında, toprak işleme yöntem ve şekillerinde değişiklik yapılaması gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 4.17. Dispersiyon oranı ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	43.7948	43.7948	1.1131	0.2972
Hata	44	1731.2036	39.3455		
Genel	45	1774.9985			

4.1.11. Penatrasyon direnci (PD)

Araştırma konusu toprakların penatrasyon dirençleri ve penatrasyon dirençlerinin ölçüldüğü nem değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Tarım yapılan toprakların ortalama penatrasyon direnci 1.96 kg cm^{-2} iken, bu değer tarım yapılmayan topraklarda 2.20 kg cm^{-2} olarak ölçülmüştür. Tarım yapılan ve yapılmayan toprak örneklerinin penatrasyon dirençleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık belirlenememiştir (Çizelge 4.18). Toprakların penatrasyon direnci değerleri su içeriklerinden önemli ölçüde etkilenmektedir (Şeker, 1999a). Şeker (1999b), toprak rutubeti ile ölçülen penatrasyon dirençleri arasında önemli ilişkiler olduğunu bildirmiştir. Araştırma alanı topraklarının su içeriklerinin farklı olması birbirleri ile kıyaslamayı mümkün kılmamaktadır. Diğer taraftan topraklarda penetrasyon direncinin artması su ve hava hareketini azaltmakta, bitki kök gelişimini yavaşlatmakta ve buna bağlı olarak da verim ve kalite olumsuz etkilenmektedir.

Çizelge 4.18. Penatrasyon direnci ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	0.2495719	0.249572	1.8331	0.1827
Hata	44	5.9906451	0.136151		
Genel	45	6.2402170			

4.1.12. Zerre yoğunluğu (ZY)

Çizelge 4.2 incelendiğinde zerre yoğunluğu yönünden en düşük değerin (2.53 g cm^{-3}) 8, 11 ve 45 nolu topraklarda, en yüksek değerin ise (2.69 g cm^{-3}) 20 nolu toprakta olduğu görülecektir. Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar birbiri ile karşılaştırıldığında, tarım yapılan topraklarda zerre yoğunluğu ortalama 2.61 g cm^{-3} iken, bu değer tarım yapılmayan topraklarda 2.57 g cm^{-3} olmuştur. Değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19). Analize alınan toprakların % 34.78'i 2.50-2.59, %65.22'si 2.60-2.69 arasında ZY değerleri gösterdiği belirlenmiştir.

Tarım yapılan topraklarda bu değerin yüksek çıkması organik maddede meydana gelen azalmayla açıklanabilir. Nitekim Akalan (1965), toprağa organik madde ilavesinin zerre yoğunluğunu 2.72 g cm^{-3}'den 2.24 g cm^{-3}'e düşürdüğünü bulmuştur. Diğer taraftan toprakların zerre yoğunluğu bileşiminde yer alan minerallerin tipi ve miktarına ve organik madde miktarına bağlı olarak değiştiği bildirmiştir (Demiralay 1993).

Çizelge 4.19. Zerre yoğunluğu ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	0.00946156	0.009462	6.9954	0.0113*
Hata	44	0.05951148	0.001353		
Genel	45	0.06897304			

*:P<0.05

Çizelge 4.20. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama zerre yoğunluğu değerleri ($p<0.05$).

	Örnek Sayısı	Zerre yoğunluğu (g cm^{-3})
Tarım Arazisi	41	2.61a ±0.0373
İşlenmeyen Arazi	5	2.57b ±0.0301

4.1.13. Hacim ağırlığı (HA)

Eğirdir-Boğazova yöresi topraklarının hacim ağırlıkları Tablo 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi en düşük değer (1.05 g cm^{-3}) 45 nolu toprakta bulunurken, en yüksek değer (1.69 g cm^{-3}) 26 nolu toprakta elde edilmiştir. Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar birbiri ile karşılaştırıldığında, tarım yapılan topraklarda hacim ağırlığı değeri ortalama 1.49 g cm^{-3}, tarım yapılmayan alanlarda 1.35 g cm^{-3} olarak bulunmuştur. Değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21). Tarım yapılan alanların hacim ağırlığı değerinde, tarım yapılmayan alanlara göre %10.37 oranında bir artış olmuştur. Bu artışın sebebinin artan tarla trafiği, toprak işlemeye bağlı olarak organik madde miktarındaki azalma ve toprak yapısında meydana gelen bozulmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Analize alınan toprakların %6.52'si 1-1.3 g cm^{-3}, %17.39'u 1.3-1.4 g cm^{-3}, %26.09'u 1.4-1.5 g cm^{-3}, %34.78'i 1.5-1.6 g cm^{-3}, %15.22'si 1.6-1.7 g cm^{-3} arasında HA değerleri vermişlerdir. Yukarıdaki sınıflandırmadan da görüleceği gibi Eğirdir-Boğazova yöresi topraklarının yaklaşık %60'nın hacim ağırlığı değeri 1.4-1.6 g cm^{-3} arasında değişmektedir. Israelsen ve Hansen (1962), orta bünyeli toprakların hacim ağırlığı değerinin 1.35-1.50 g cm^{-3} arasında değiştiğini, kaba bünyeli topraklarda arttığını, ince bünyeli topraklarda düştüğünü bildirmişlerdir.

Yüksek hacim ağırlıkları, fide çıkışı, kök büyüme ve toprakta ilerlemesine, fiziksel engel oluşturur. Ayrıca yüksek hacim ağırlığı, toprak gözeneklerine O_2 diffüzyon hız ve miktarını azaltır. Kök solunumu ise yeterli ve sürekli oksijen kaynağına doğrudan bağımlıdır. Toprak havasının oksijen kapsamı da, bitki

büyümesinde önemli bir yer tutar (Aydemir 1992).

Hacim ağırlığı özellikle organik madde içeriği ile çok yakından ilişkilidir. Organik madde, toprakta gözenek hacmini arttırması ve kendisinin birim ağırlığının düşük olması ile hacim ağırlığında düşmeye neden olmaktadır. Yapılan bir çok çalışmada (Akalan 1965; Anonymous 1983) toprak organik maddesi arttırıldıkça hacim ağırlığı değerleri düştüğü görülmüştür. Analize alınan topraklarda işlenmeyen toprakların organik madde içeriği daha yüksek bulunmuş, hacim ağırlığı değerleri ise daha düşük çıkmıştır.

Çizelge 4.21. Hacim ağırlığı ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	0.08492503	0.084925	5.7596	0.0207*
Hata	44	0.64878307	0.014745		
Genel	45	0.73370810			

*:P<0.05

Çizelge 4.22. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama hacim ağırlığı değerleri (p<0.05).

	Örnek Sayısı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})
Tarım Arazisi	41	1.49a ±0.1048
İşlenmeyen Arazi	5	1.35b ±0.2287

4.1.14. Gözeneklilik (GZ)

Deneme topraklarının gözeneklilik değerleri hacim ağırlığı ve zerre yoğunlundan hesaplanarak bulunmuştur. Gözeneklilik yönünden araştırma alanının toprakları karşılaştırıldığında en düşük değer (%35.07) 26 nolu toprakta, en yüksek değer ise (%58.61) 45 nolu toprakta bulunmuştur (Çizelge 4.2). Tarım yapılan ve tarım yapılmayan topraklar gözeneklilik bakımından karşılaştırıldığında tarım yapılan topraklarda ortalama gözeneklilik değeri %42.86 çıkarken, tarım yapılmayan

alanlarda bu değer %47.32 olmuştur. Değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23). Tarıma açılan arazilerin gözeneklilik değerinde tarım yapılmayan arazilere göre %9.42 bir azalma belirlenmiştir. Bu durumun tarım arazilerinde yapılan kültürel işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Analize alınan tüm toprakların yaklaşık %75'nin gözeneklilik değeri %40-50 arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

Tarım arazileri ile işlenmeyen alanlar arasında gözeneklilik yönünden farklılığın en önemli nedeninin tarla trafiği, toprak işleme ve organik madde olduğu düşünülmektedir. Akalan (1965), toprağın organik madde içeriğinin arttırılmasıyla gözenekliliğin arttığını belirlemiştir. Şeker ve Işıldar (2000), toprak yüzeyinden bir, iki ve dört defa traktör geçişleri yapıldıktan sonra toprak yapısında meydana gelen değişikliği incelemişlerdir. Traktör geçişi, kontrol parseli ile kıyaslandığında, toprağın kütlesel yoğunluğunu ve penatrasyon direncini artırırken, toplam gözenekliliği, boşluk oranını, havalanma ve drenaj gözenekleri yüzdesini azalttığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda toprak işleme hem toprakta agregatların parçalaması hem de organik madde miktarını azaltarak hacim ağırlığında yükselmeye neden olurken gözeneklilik miktarında düşmelere neden olmaktadır. Yeşil gübrelemenin toprağın bazı özelliklerine etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada, yeşil gübreleme yapılmadan önce ve yeşil gübrelemeden bir, iki, üç yıl sonra toprak özellikleri incelenmiştir. Hacim ağırlığı değeri başlangıçta 1.34 g cm^{-3} iken üçüncü yıl sonunda 1.20 g cm^{-3}'e düşmüş, gözeneklilik %46.93'dan %57.27'ye, suya dayanıklı agregatlar %6.57'den %25.53'e, organik madde %0.95'den %1.23'e yükselmiştir (Anonymous 1983).

Çizelge 4.23. Gözeneklilik ile ilgili varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	1	87.7693	87.7693	4.1643	0.0473*
Hata	44	927.3612	21.0764		
Genel	45	1015.1305			

*:P<0.05

Çizelge 4.24. Tarım yapılan ve yapılmayan arazilerin ortalama gözeneklilik değerleri ($p<0.05$).

	Örnek Sayısı	Gözeneklilik (%)
Tarım Arazisi	41	42.86b ±4.0247
İşlenmeyen Arazi	5	47.32a ±8.3579

4.2. Toprakların Bazı Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Matematiksel Modelleri

Eğirdir-Boğazova yöresinden alınan toplam 46 toprak numunesinde; pH, EC, kireç, organik madde, tekstür, tarla kapasitesi, solma noktası, agregat stabilitesi, dispersiyon oranı, penatrasyon direnci, zerre yoğunluğu, hacim ağırlığı, analizleri yapılmıştır. Ayrıca yapılan bu analizlerden gözeneklilik ve yarayışlı su miktarları hesaplanarak bulunmuştur. Bulunan tüm kriterler arasındaki korelasyonlara bakılarak elde edilen ilişkiler ve önem dereceleri Çizelge 4.25'de verilmiştir. Analizleri yapılan bütün kriterlerle agregat stabilitesi, dispersiyon oranı, hacim ağırlığı ve gözeneklilik arasında regresyon analizleri yapılmış, regresyon analizinde önemli bulunan ve R^2 değeri yüksek olanların değerlendirilmeleri yapılmıştır.

Çizelge 4.25. İncelenen toprak özellikleri arasındaki korelasyon matrisi

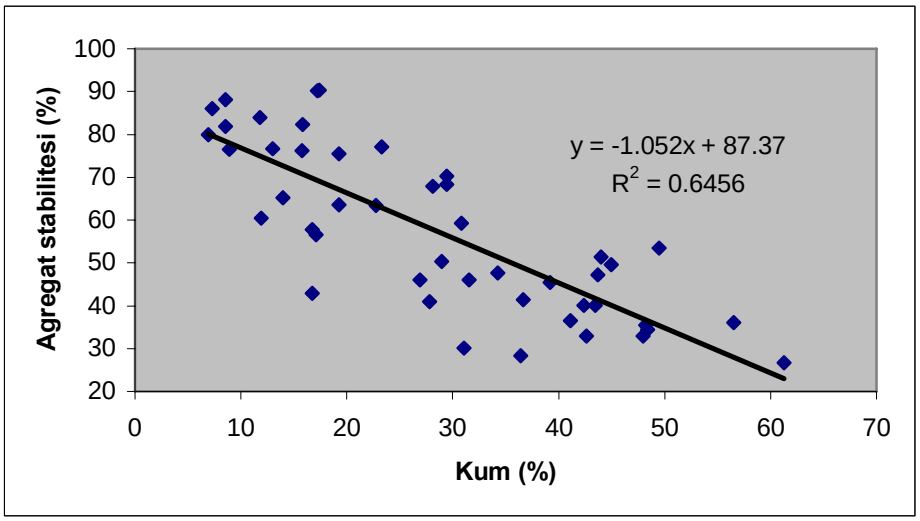
	pH	EC	Kireç	OM	Kum	Kil	Silt	TK	SN	FS	AS	DO	PD	PR	ZY	HA	GZ
pH	1.0000																
EC	-0.0406	1.0000															
Kireç	0.4468**	0.3181*	1.0000														
OM	0.1288	0.0289	0.0192	1.0000													
Kum	-0.4677**	0.0018	-0.2616	-0.2285	1.0000												
Kil	0.4222**	-0.1803	0.0336	0.1982	-0.8972	1.0000											
Silt	0.2551	0.3353*	0.5241	0.1399	-0.5559	0.1316	1.0000										
TK	0.5418**	-0.0041	0.1642	0.5079**	-0.7959**	0.7779**	0.3224	1.0000									
SN	0.4471	0.0240	0.2269	0.5995**	-0.5877**	0.5980**	0.1935	0.8544	1.0000								
FS	0.4825**	-0.0303	0.0572	0.2774	-0.7763**	0.7356**	0.3579	0.8622**	0.4734**	1.0000							
AS	0.3930**	0.0452	0.0806	0.4047**	-0.8035**	0.8463**	0.2107	0.8435**	0.7540**	0.6948**	1.0000						
DO	-0.1282	0.0469	0.1633	-0.4264**	0.5001**	-0.6614**	0.1223	-0.5937**	-0.5690**	-0.4517**	-0.7799**	1.0000					
PD	0.4349	0.2251	0.6228**	-0.0088	-0.0614	-0.0918	0.3105	0.0543	-0.1475	-0.0518	-0.0235	0.2339	1.0000				
PR	0.3299	-0.0245	-0.0857	0.4643	-0.6438	0.6765	0.1718	0.8207	0.7125	0.6966	0.7645	-0.5489	-0.2423	1.0000			
ZY	0.0702	0.0067	0.2580	-0.3303*	-0.0379	-0.0231	0.1284	-0.2671	-0.1857	-0.2717	-0.1958	0.1558	0.1624	-0.3229	1.0000		
HA	-0.1285	0.0540	0.0789	-0.6951**	0.4864**	-0.5038**	-0.1435	-0.6437**	-0.6447**	-0.4627**	-0.6642**	0.5836**	0.2587	-0.7821	0.3141*	1.0000	
GZ	0.1525	-0.0521	-0.0313	0.6690**	-0.5110**	0.5177**	0.1726	0.8544**	0.6411**	0.6948**	0.6560**	-0.5774**	-0.2359	0.7572	-0.1495	-0.9855**	1.0000

*:P<0.05, **:P<0.01 düzeyinde önemli, TK; Tarla kapasitesi, SN; Solma noktası, FS; Faydalı su, AS; Agregat stabilitesi, DO; Dispersiyon oranı, PD; Penetrasyon direnci, RY; Rutubet yüzdesi, ZY; Zerre yoğunluğu, HA; Hacim ağırlığı, GZ; Gözeneklilik

4.2.1. Agregat stabilitesi ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

4.2.1.1. Agregat stabilitesi ile kum yüzdesi arasındaki ilişki

Yapılan korelasyon analizinde agregat stabilitesi ile kum yüzdesi arasındaki korelasyon %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25). Yine bu iki kriter arasında yapılan regresyon analizinde lineer bir ilişki tespit edilmiş olup, bu ilişki Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi kum miktarı arttıkça agregat stabilitesi azalmaktadır.



Şekil 4.1. Agregat stabilitesi ile kum yüzdesi arasındaki ilişki

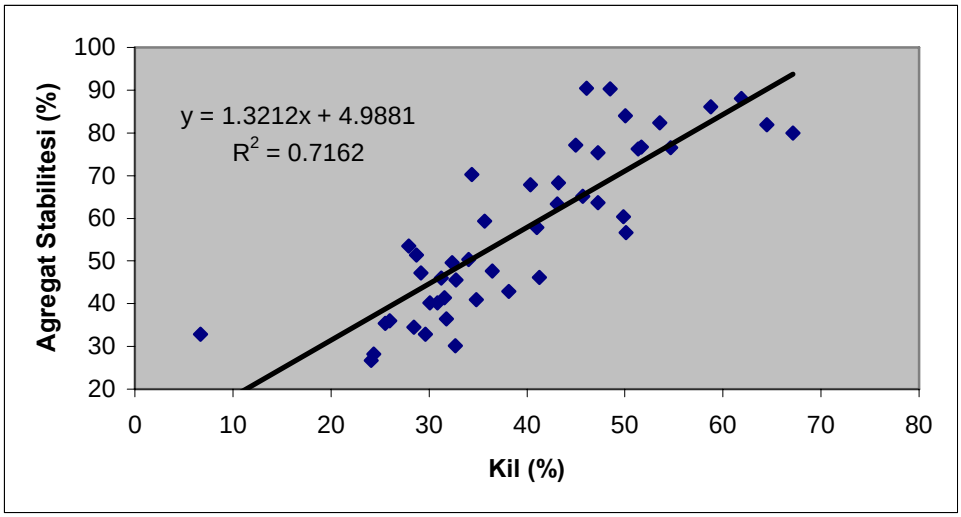
Tane büyüklüğü ile özgül yüzey arasındaki ilişki nedeniyle, değişik büyüklükteki tanelerin topraktaki dağılım yüzdeleri önemli bir toprak özelliği niteliğindedir. Ayrıca tane büyüklüğü dağılımı, toprağın diğer fiziksel kimyasal ve biyolojik özellikleri hakkında tahminlerde bulunmaya yardım etmesi bitki ve toprak arasındaki ilişkileri etkilemesi yönünden de önemli bir toprak özelliğidir. Çok ince kumların (0.05-0.10 mm) bile özgül yüzeyleri 227 cm^2 g^{-1} gibi bir değer gösterirken, montmorillonit kilinde bu değer (<0.002 mm) 800 m^2 g^{-1}'i bulmaktadır (Özkan 1985). Özgül yüzeylerinin düşük olması kumun toprak agregasyonunda olumsuz etkisini ortaya koymaktadır. Çizelge 4.1 ve 4.2 incelendiğinde tekstürleri kum tekstüre yakın bulunan toprakların agregat stabilitesi değerleri de düşük çıkmıştır. Kum miktarı en yüksek çıkan 28 nolu toprağın agregat stabilitesi de en düşük bulunmuştur.

4.2.1.2. Agregat stabilitesi ile kil yüzdesi arasındaki ilişki

Agregat stabilitesi ile kil içeriği arasındaki korelasyon %1 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.25). Yapılan regresyon analizinde agregat stabilitesi ile kil arasında lineer bir ilişki belirlenmiş olup, Şekil 4.2'de bu ilişki ifade edilmiştir. Kil miktarı arttıkça agregat stabilitesi değerinin de arttığı şekilden anlaşılmaktadır.

Sönmez (1980), Atatürk Üniversitesi Elazığ çiftliğinde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin agregasyon üzerine tesirleri ile ilgili yaptığı araştırmada kil ve organik madde miktarının agregasyon üzerine müşterek etki yaptığını ancak bu etkide kil daha hakim durumda olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.1 ve 4.11 incelendiğinde denemeye esas alınan toprakların kil yüzdesi değerleri yüksek çıkan 24 (%67.14), 21 (%64.47), 16 (61.88) nolu topraklarda agregat stabilitesi değerleri de yüksek olmuştur.

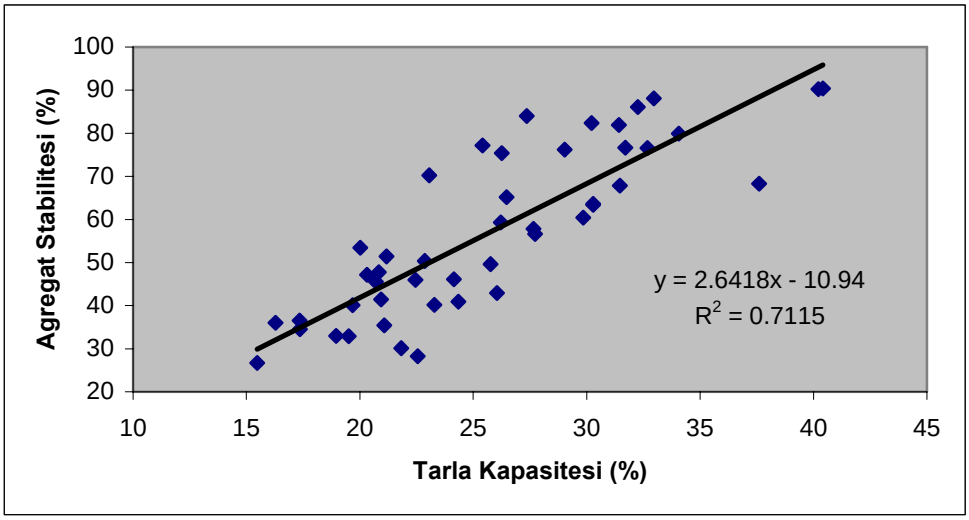


Şekil 4.2. Agregat stabilitesi ile kil yüzdesi arasındaki ilişki

4.2.1.3. Agregat stabilitesi ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki

Agregat stabilitesi ile tarla kapasitesi arasındaki korelasyon (+0,8435) %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25). Şekil 4.3'de görüleceği gibi agregat stabilitesi ile tarla kapasitesi arasındaki regresyon önemli bulunmuş ve agregat stabilitesinin artmasıyla doğru orantılı olarak tarla kapasitesi de artmıştır. Yüksek

agregat stabilitesi gözenekliliği arttırması ve buna bağlı olarak ta tutulan su miktarının artması beklenen bir durumdur.



Şekil 4.3. Agregat stabilitesi ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki

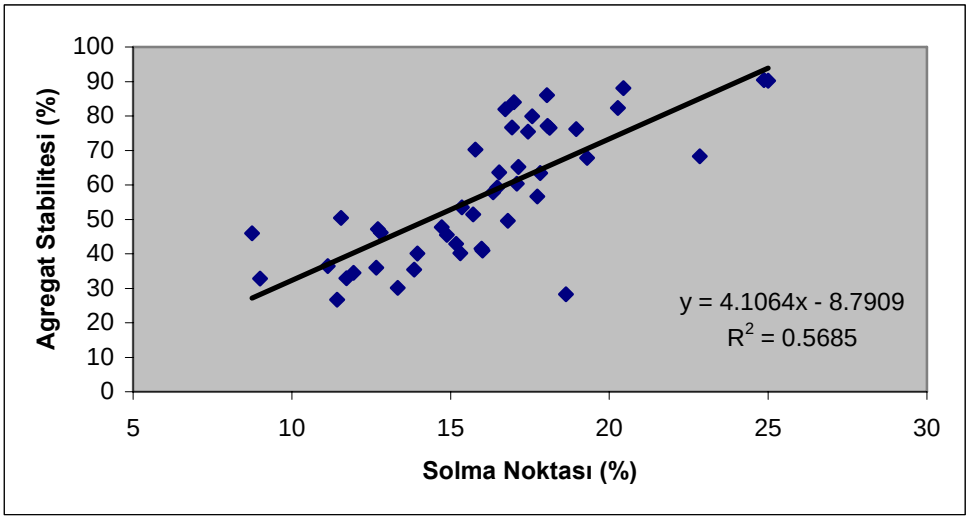
Toprak boşluklarında suların tutulmasını sağlayan belli bir çapa (0.05-50 µm) sahip gözeneklerdir (Greenland 1979). Killi topraklarda gözeneklilik fazla olmasına rağmen faydalı suların tutulduğu porlar oldukça düşüktür. Toprakta iyi bir granül agregasyonun olması 0.05-50 µm arası gözeneklerin miktarının artmasına ve dolayısıyla tarla kapasitesinin de artışına neden olmaktadır. Sönmez (1980), topraklarda 50 µm'den küçük gözenek miktarı ile agregat stabilitesi arasında yüksek korelasyon olduğunu belirtmiştir. Yeşil gübrelemenin toprak strüktürüne etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada, yeşil gübrelemenin yapıldığı yıl sayısına doğru orantılı olarak hem suya dayanıklı agregatlar hem de gözeneklilik miktarının arttığını bildirmişlerdir (Anonymous 1983). Çelebi (1971), en fazla strüktür stabilitesinin (%58.84) görüldüğü parselde gözenekliliğin de diğerlerinden çok yüksek olduğu (%56.0) tespit etmiştir. Sonuçlardan da görüleceği gibi agregat stabilitesinin artmasıyla tarla kapasitesi de artmıştır.

4.2.1.4. Agregat stabilitesi ile solma noktası arasındaki ilişki

Agregat stabilitesi ile solma noktası arasında %1 düzeyinde önemli olan +0.7540 değerinde bir korelasyon tespit edilmiştir (Çizelge 4.25). Ayrıca iki kriter arasında regresyon analizi yapılmış ve doğrusal bir ilişki elde edilmiştir (Şekil 4.4).

Şekilden de görüleceği gibi agregat stabilitesinin artmasıyla solma noktası da artmıştır.

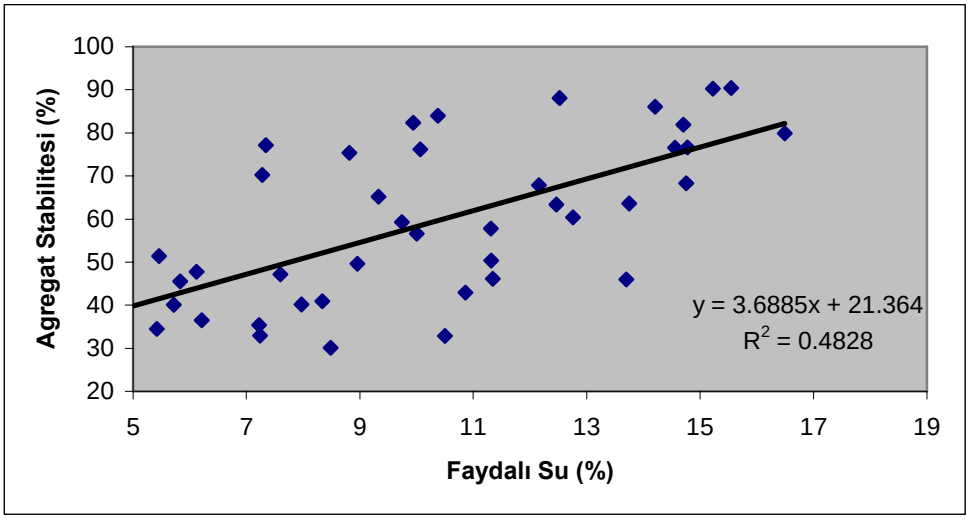
Toprakta iyi strüktürün bulunması tutulan su miktarını arttıracağı bilinen bir durumdur. Özkan (1985), su tutma kapasiteleri yüksek olan toprakların solma noktalarının da yüksek olacağını bildirmiştir. Solma noktasında toprakta tutulan su miktarı daha çok toprağın minerolojik yapısına ve organik madde içeriğine bağlıdır. Toprakta kil miktarı ve organik maddelerin artması solma noktasında tutulan su miktarını da artıracaktır. Ayrıca bu iki faktörün artışı toprakların agregat stabilitelerini de artırmaktadır. Bu durum elde edilen sonuçlarca da desteklenmektedir. Sonuçlardan görüleceği gibi agregat stabilitesinin artmasıyla solma noktası da yükselme göstermiştir.



Şekil 4.4. Agregat stabilitesi ile solma noktası arasındaki ilişki

4.2.1.5. Agregat stabilitesi ile faydalı su arasındaki ilişki

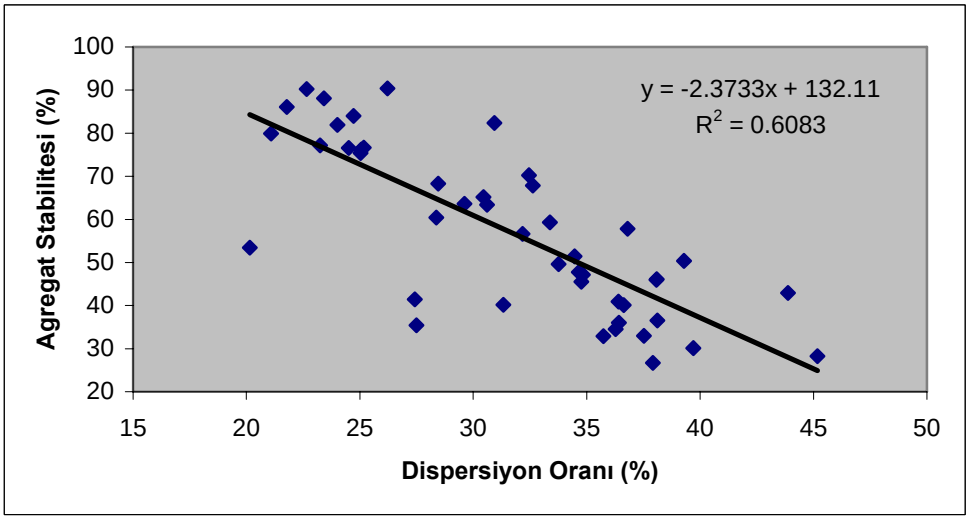
Yapılan korelasyon analizlerinde agregat stabilitesi ile faydalı su arasında %1 düzeyinde önemli olan bir korelasyon elde edilmiştir (Çizelge 4.25). Şekil 4.5'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi yapılan regresyon analizinde bu iki özellik arasında doğrusal olan bir ilişki tespit edilmiştir. Agregat stabilitesinin artmasıyla faydalı su kapasitesi de artmıştır.



Şekil 4.5. Agregat stabilitesi ile faydalı su arasındaki ilişki

4.2.1.6. Agregat stabilitesi ile dispersiyon oranı arasındaki ilişki

Agregat stabilitesi ile dispersiyon oranı arasında -0,7799 düzeyinde bir korelasyon tespit edilmiş ve bu korelasyon %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25). Agregat stabilitesi ile dispersiyon oranı arasında yapılan regresyon analizinde ise lineer bir ilişki belirlenmiş olup bu ilişkiyi ifade eden grafik Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi agregat stabilitesi ile dispersiyon oranı arasında ters yönde bir ilişki bulunmaktadır.

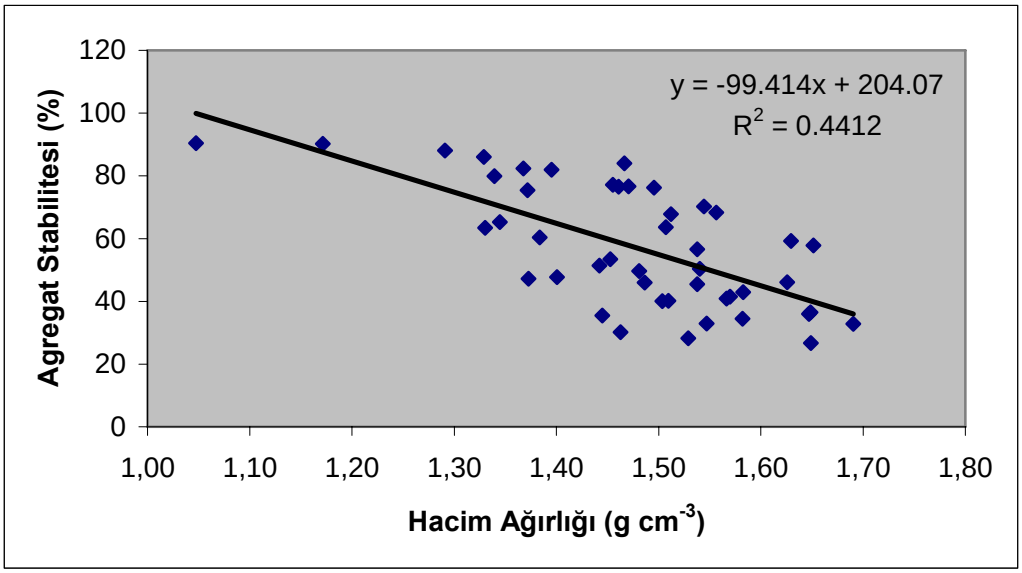


Şekil 4.6. Agregat stabilitesi ile dispersiyon oranı arasındaki ilişki

Agregat stabilitesi toprak zerrelerinin birbirine bağlanma derecesini, dispersiyon oranı ise toprak zerrelerinin su içerisinde dağılma derecesini ifade eder. Tarım topraklarında agregat stabilitesinin yüksek dispersiyon oranının düşük olması arzu edilen bir durumdur. Bu ise toprakların sürdürülebilir kullanımında son derece önemlidir.

4.2.1.7. Agregat stabilitesi ile hacim ağırlığı arasındaki ilişki

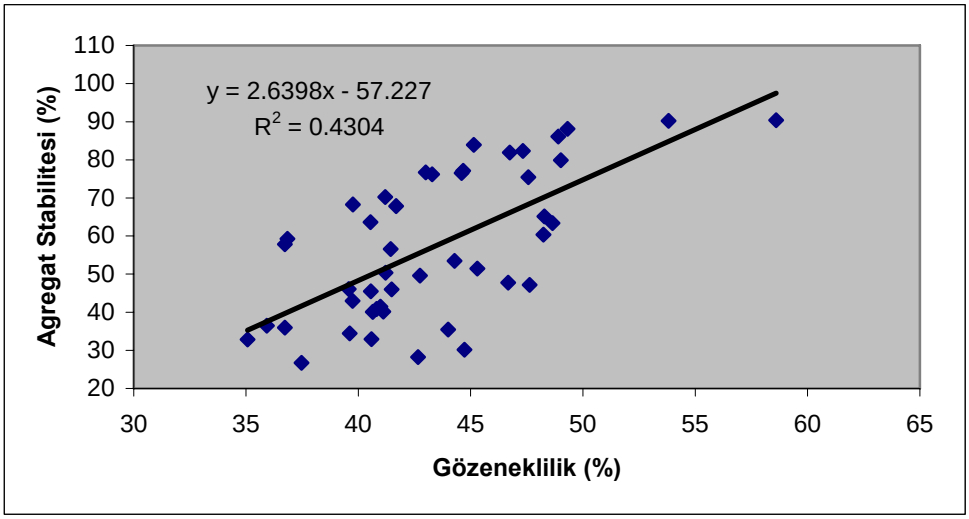
Agregat stabilitesi ile hacim ağırlığı arasındaki korelasyon (R^2=–0.6642) %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25). Bu iki kriter arasında lineer bir ilişki olduğu yapılan regresyon analizleri sonucunda tespit edilmiş olup, denklemin açıklama oranı %44.12 olmuştur.



Şekil 4.7. Agregat stabilitesi ile hacim ağırlığı arasındaki ilişki

4.2.1.8. Agregat stabilitesi ile gözeneklilik arasındaki ilişki

Agregat stabilitesi ile gözeneklilik arasındaki korelasyon (R^2=0.6560) %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25). Agregat stabilitesi ile gözeneklilik arasında yapılan regresyon analizinde doğrusal bir ilişki belirlenmiş olup bu ilişki Şekil 4.8'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi agregat stabilitesinin artmasıyla gözeneklilik miktarında önemli artışlar olmuştur.



Şekil 4.8. Agregat stabilitesi ile gözeneklilik arasındaki ilişki

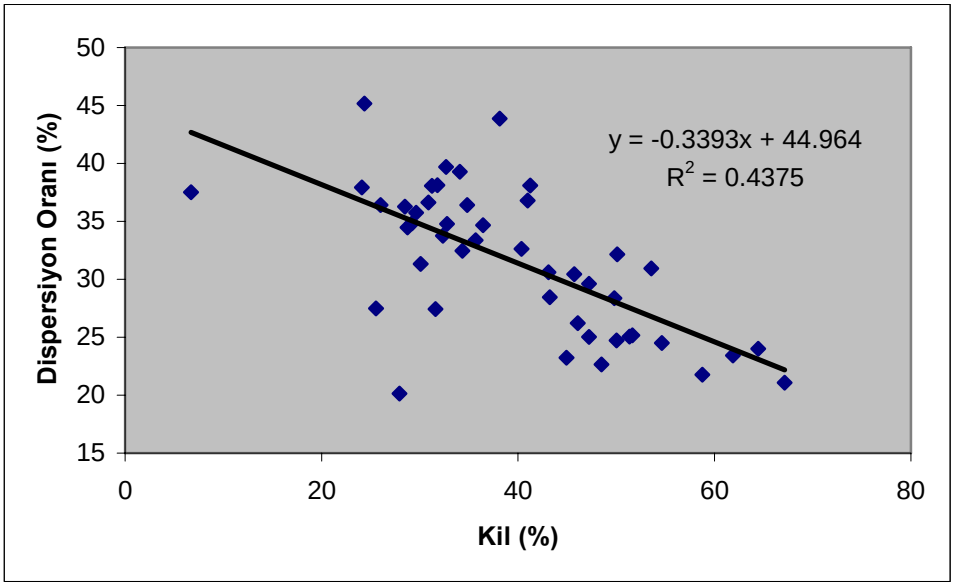
Hem agregat stabilitesi hem de gözeneklilik değeri aynı toprak özellikleri tarafından etkilenmektedir. Özellikle organik madde toprak agregasyonunda önemli artışlara neden olmuş ve artan agregasyon toprak gözeneklilik miktarını arttırmıştır. Yapılan bir çalışmada gözeneklilik değeri yükseldikçe strüktür stabilitelerindeki değişiklik araştırılmıştır. En fazla strüktür stabilitesinin (%58.84) görüldüğü parselde gözenekliliğin de diğerlerinden çok yüksek olduğu (%56.0) tespit edilmiştir (Çelebi 1971).

4.2.2. Dispersiyon oranı ile diğer özellikler arasındaki ilişkiler

4.2.2.1. Dispersiyon oranı ile kil yüzdesi arasındaki ilişki

Örneklerin kil içerikleri ile dispersiyon oranı arasında -0.6614 seviyesinde bir korelasyon bulunmuş ve %1 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.25). Şekil 4.9'da görüldüğü gibi kil içeriği ile dispersiyon oranı arasında yapılan regresyon analizinde lineer bir ilişki bulunmuş, kil miktarı arttıkça dispersiyon oranı düşmüştür.

Kil miktarının yüksek olduğu 24 ve 21 nolu toprakların dispersiyon oranı düşük çıkmıştır (Çizelge 4.1, 4.2). Toprak zerrelerinin birbirine bağlanması bir çok etki altındadır. Bunların başında kil ve organik madde gelmektedir. Sönmez'de (1980), bu duruma dikkat çekmiştir.



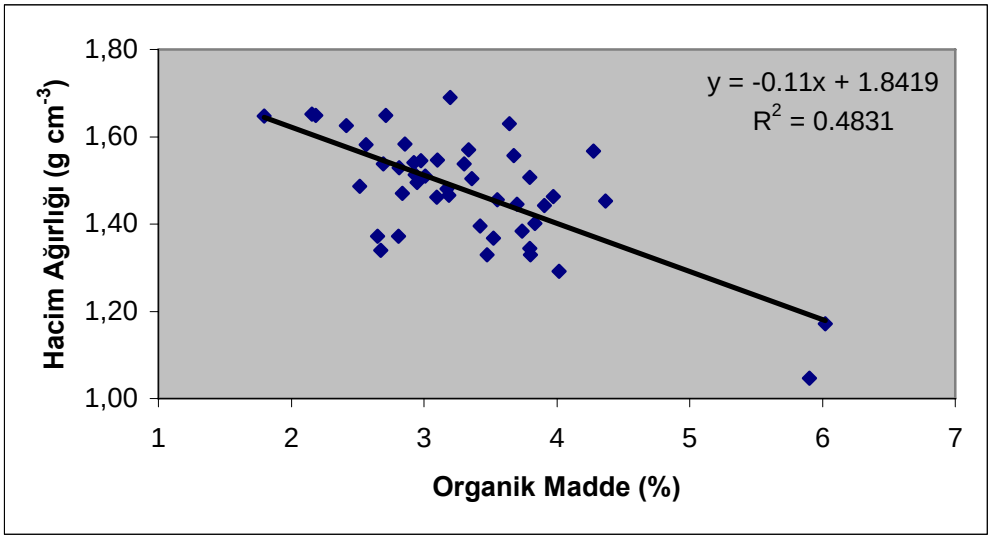
Şekil 4.9. Dispersiyon oranı ile kil yüzdesi arasındaki ilişki

4.2.3. Hacim ağırlığı ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

4.2.3.1. Hacim ağırlığı ile organik madde arasındaki ilişki

Toprakların organik madde içerikleri ile hacim ağırlığı değerleri arasında -0,6951 değerinde bir korelasyon belirlenmiştir ve bu korelasyon %1 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.25). Organik madde ile hacim ağırlığı arasında yapılan regresyon analizinde lineer model önemli bulunmuş olup, bu iki kriter arasındaki ilişki Şekil 4.10'da verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi organik madde miktarı arttıkça hacim ağırlığı düşmektedir.

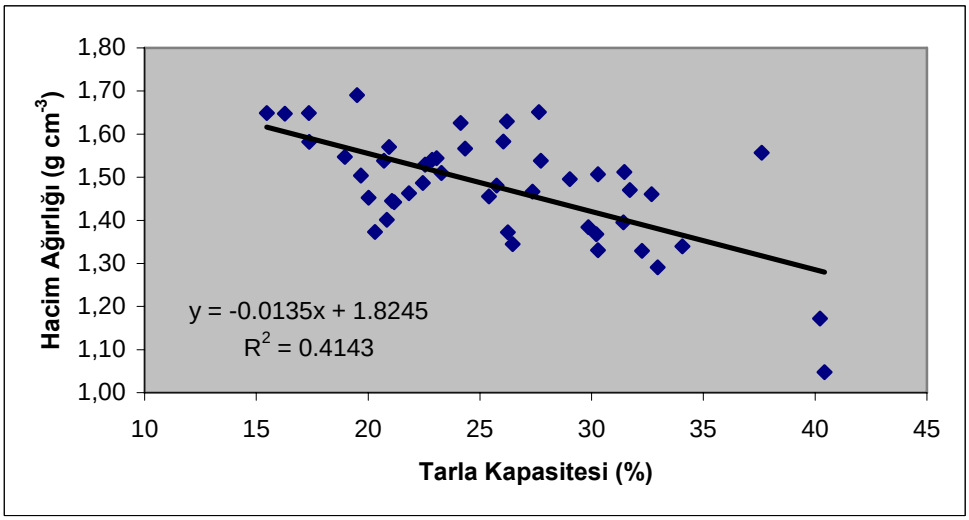
Organik maddenin diğer mineral maddelerden daha hafif olması sebebiyle toprakta organik madde artması ile birim ağırlık düşmektedir. Organik madde iyi bir agregasyon oluşturarak topraktaki toplam gözenek miktarını arttırmakta ve bu toplam gözenek miktarındaki artış hacim ağırlığı değerini düşürmektedir. Sonuçlardan da görüldüğü gibi organik madde miktarının artması ile hacim ağırlığı değeri düşmüştür. Bu sonuçlar Çelebi (1971); Anonymous (1983); Özkan (1985) ile uyum içindedir.



Şekil 4.10. Hacim ağırlığı ile organik madde arasındaki ilişki

4.2.3.2. Hacim ağırlığı ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki

Hacim ağırlığı ile tarla kapasitesi arasındaki korelasyon %1 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge 4.25). Bu iki özellik arasında yapılan regresyon analizinde lineer bir ilişki bulunmuş ve Şekil 4.11'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi hacim ağırlığı ile tarla kapasitesi arasında ters yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.11. Hacim ağırlığı ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki

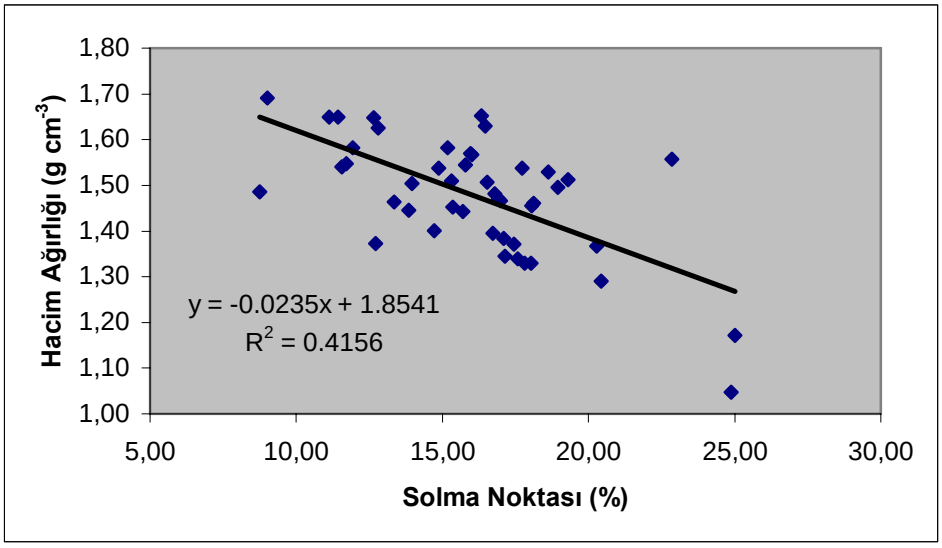
Hacim ağırlığı topraktaki toplam gözeneklilik miktarının bir ölçüsüdür.

Hacim ağırlığı değerinin düşmesi gözeneklik miktarının artması demektir. Gözeneklilik miktarının artmasıyla yani hacim ağırlığı değerinin düşmesiyle toprakta tutulan su miktarı da artmıştır.

4.2.3.3. Hacim ağırlığı ile solma noktası arasındaki ilişki

Hacim ağırlığı ile solma noktası arasında -0.6447 değerinde %1 seviyesinde önemli olan bir ilişki elde edilmiştir (Çizelge 4.25). Regresyon analizinde ise Şekil 4.12'de görüldüğü gibi doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Hacim ağırlığı değerinin artması ile solma noktası azalma göstermiştir.

Hacim ağırlığının artması toprakta fiziksel özelliklerinin olumsuz olduğunun bir göstergesidir. Böyle topraklarda toplam gözenek miktarı azalır ve buna bağlı olarak ta toprak tarafından tutulan su miktarında azalmalar meydana gelir.

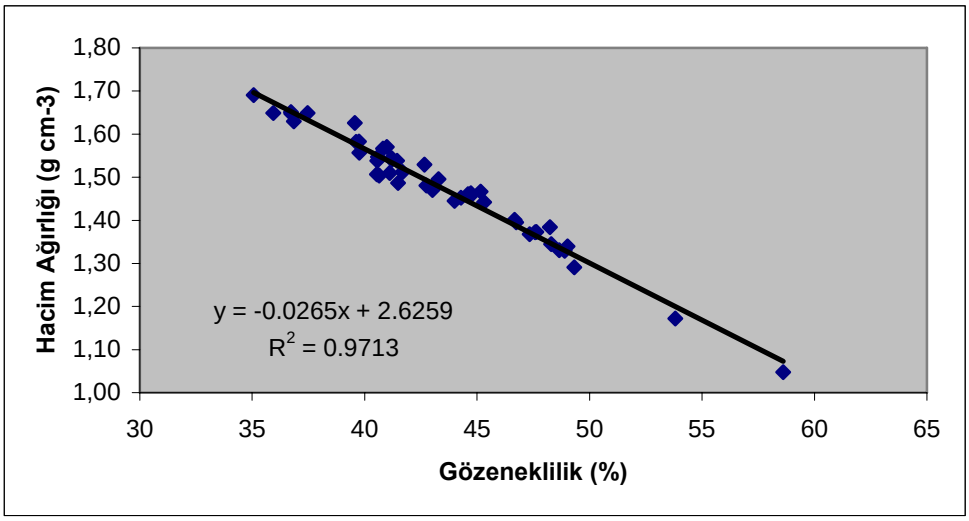


Şekil 4.12. Hacim ağırlığı ile solma noktası arasındaki ilişki

4.2.3.4. Hacim ağırlığı ile gözeneklilik arasındaki ilişki

Hacim ağırlığı ile gözeneklilik arasındaki korelasyon %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25). Yapılan regresyon analizlerinde önemli bulunan hacim ağırlığı ile gözeneklilik arasındaki ilişki Şekil 4.13'de görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi hacim ağırlığı ile gözeneklilik arasında ters yönde bir ilişki tespit edilmiştir.

Hacim ağırlığı toprak gözenek hacminin gerçek bir ölçüsüdür. Belli bir tekstür sınıfı için, hacim ağırlığı arttıkça, gözenek hacmi azalır. Toprak gözenek hacmi, su ve hava ile doludur. Bu iki öğenin miktarları arasında ters bir ilişki vardır. Analize alınan toprakların sonuçları da bunu açık bir şekilde göstermektedir. Yüksek açıklama yüzdesinin diğer bir sebebi ise gözenekliliğin hacim ağırlığı kullanılarak hesaplanmış olmasıdır.



Şekil 4.13. Hacim ağırlığı ile gözeneklilik arasındaki ilişki

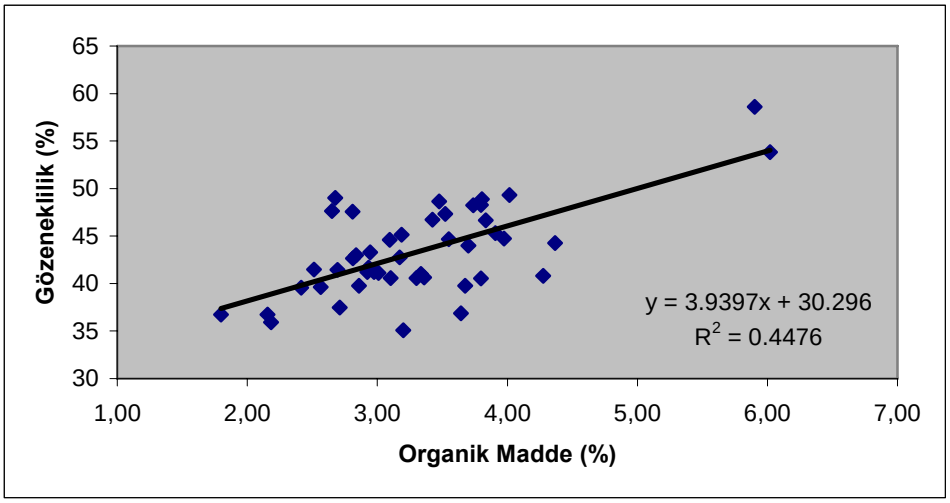
4.2.4. Gözeneklilik ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

4.2.4.1. Gözeneklilik ile organik madde arasındaki ilişki

Organik madde ile gözeneklilik arasında %1 düzeyinde önemli bulunan (+0.6690) bir korelasyon vardır (Çizelge 4.25). Organik madde ile gözeneklilik arasında yapılan regresyon analizinde lineer bir ilişki tespit edilmiş ve bu ilişki Şekil 4.14'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi organik madde miktarı arttıkça gözeneklilik artmaktadır.

Gözeneklilik toprağın tekstürü, strüktürü ile toprağı meydana getiren parçacıkların şekline bağlıdır. Topraktaki yüksek organik madde gözenekliliğin yüksek olmasına neden olur (Ergene 1987). Organik madde ve granüler yapı toprakta boşluk hacmini arttırır. Toprak işleme kısa süreli olumlu bir etkiye sahip olmasına rağmen, sürekli olarak toprak işleme gözenekliliği azaltır. Çünkü toprak işleme

organik maddenin yanarak azalması, agregatların kırılması ve işleme aletlerinin sıkıştırması gibi olumsuz etkilere sahiptir (Aktaş 1995). Analize alınan toprakların organik madde içeriği arttıkça toplam gözeneklilik miktarı da artmıştır. Bulunan sonuçlar yukarıda belirtilen literatürlerle uyum göstermektedir.

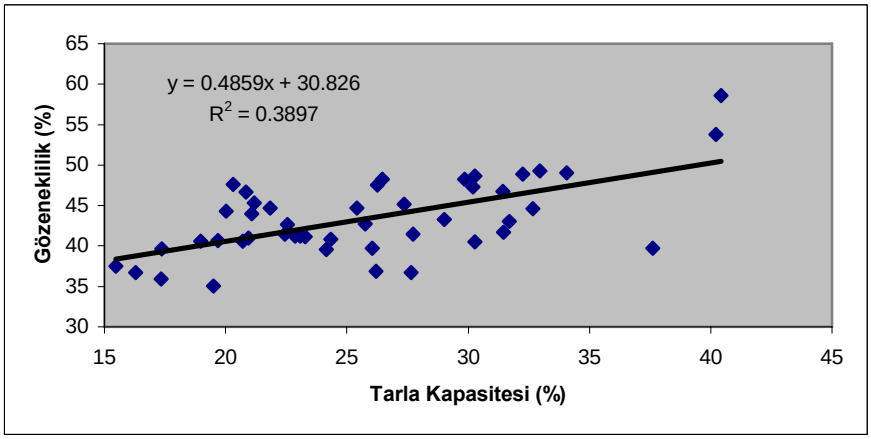


Şekil 4.14. Gözeneklilik ile organik madde arasındaki ilişki

4.2.4.2. Gözeneklilik ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki

Gözeneklilik ile tarla kapasitesi arasında +0.6242 düzeyinde ve %1 seviyesinde önemli olan bir korelasyon bulunmuştur (Çizelge 4.25). İki özellik arasında regresyon analizi yapılmış ve tespit edilen lineer ilişki Şekil 4.15'da verilmiştir. Gözeneklilik ile tarla kapasitesi arasındaki doğrusal ilişki elde edilmiştir.

Toprak suyunun tutulduğu yer toprak boşluklarıdır. Toplam boşluk hacmini kil ve organik madde direk olarak etkilemektedir. Bu iki özelliğin toprakta miktarları artması ile toplam boşluk hacmi de artmaktadır. Aynı zamanda hem kil hem organik madde bünyelerinde fazla miktarda su tutmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde gözeneklilik miktarı arttıkça tarla kapasitesi değeri de artmıştır.

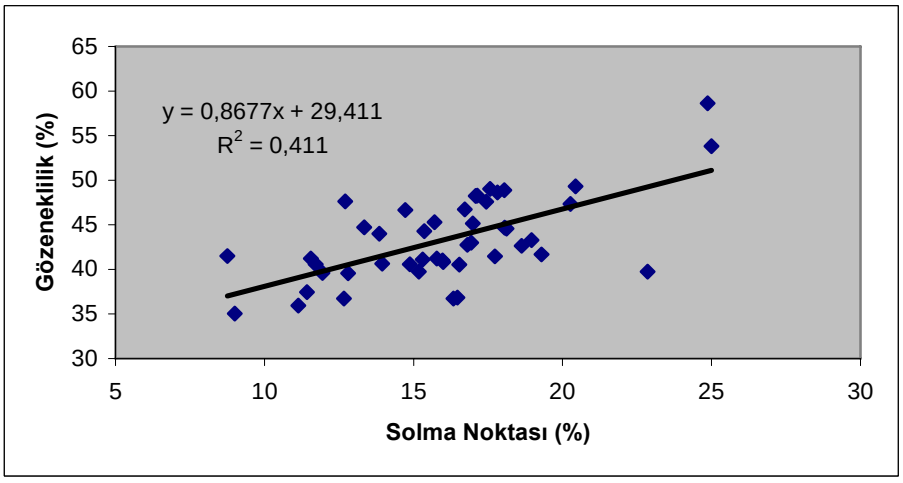


Şekil 4.15. Gözeneklilik ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki

4.2.4.3. Gözeneklilik ile solma noktası arasındaki ilişki

Gözeneklilik ile solma noktası arasında ki ilişki incelenmeye çalışılmıştır. İstatistiksel olarak önemli (%1) korelasyon (+0.6411) elde edilmiştir. Yapılan regresyon analizinde doğrusal bir ilişki elde edilmiş ve Şekil 4.15'te verilmiştir.

Su tutma kapasitelerinin yüksek olan topraklarda solma noktalarının da yüksek olduğunu Özkan (1995) bildirmiştir. Toprakta suyun tutulduğu yer toprak agregatları arasındaki boşluklar ve zerrelerin yüzeyleridir. Solma noktasında tutulan su, mikro porlarda ve zerrelerin yüzeylerinde tutulan sudur. Toprakta gözenek miktarının artması ile solma noktası da artmıştır. Sonuçlardan bu durum açık olarak görülmektedir.



Şekil 4.16. Gözeneklilik ile solma noktası arasındaki ilişki

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Denemesi konusu olan toprakların analiz sonuçları incelendiğinde özet olarak aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir.

Tarıma açılan arazilerin pH değeri (7.57), tarım yapılmayanlara göre (8.12) yaklaşık %7 oranında azalmıştır. pH'daki bu azalma meyve bahçeleri için olumlu bir durumdur. Bu azalmanın sulama ve gübreleme gibi kültürel işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle salma sulama yapılan alanlarda sülfatlı gübrelerin kullanılması önem kazanmaktadır. Bir çok besin elementinin yarayışlılığı pH'nın 6.5-7.0 olduğu aralıkta artmaktadır.

Tarım yapılan alanlarda organik madde miktarındaki değişim olumsuz yönde bulunmuş ve %27.65 bir kayıp söz konusu olmuştur. Organik madde bir çok toprak özelliğinin etkilemesi bakımından önem arz etmektedir. Özellikle toprakların su tutma miktarını arttırması, katyon değişim kapasitesinin yüksek olması ve fiziksel özelliklerini iyileştirmesi bitkiler için uygun bir ortam oluşturacaktır. Aynı zamanda verdiğimiz gübrelerden daha etkin bir şekilde faydalanması organik maddeye bağlıdır. Mevcut organik maddenin korunması için toprak işlemenin azaltılması, organik gübreleme yapılması ve budama artıklarının toprağa geri kazandırılması yararlı olacaktır.

Tarım yapılan ve yapılmayan topraklar birbiri ile karşılaştırıldığında tarım yapılan toprakların agregat stabilitesi daha düşük çıkmış ve %24.5 değerinde bir değişme olmuştur. Toprak agregasyonunun durumu toprakların bozunum derecesini belirleme de önemli bir kriterdir. Daha öncede bahsedildiği gibi agregat stabilitesi yönünden tarım yapılan ve yapılmayan toprakların farklı çıkması, dispersiyon oranı yönünden farklı çıkmaması kimyasal bozulmadan çok fiziksel bozulma olduğunu gösterir. Böyle topraklarda toprak işleme yöntem ve aletlerinde iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Devirerek işleyen aletler yerine yırtarak işleyen aletler kullanılabilir. Ot mücadelesinde rotavatör yerine misine ile ot biçme teknikleri yaygınlaştırılabilir. Mümkün olduğunca toprak işlemesinden kaçınılmalıdır. Çünkü toprak işleme gerek toprak agregatlarını parçalaması gerekse toprakta havalanmayı arttırarak organik maddede parçalanmayı hızlandıracağından tarım arazilerinde

olumsuzluklar oluşturabilir.

Hacim ağırlığında da istenmeyen bir değişim meydana gelmiştir. Tarım yapılmayan alanların değeri daha düşük bulunmuş ve tarım arazilerinde %10.37 oranında bir artış olmuştur. Düşük hacim ağırlığı toprakların fiziksel özelliklerinin daha iyi olduğunu gösterir. Gözeneklilik doğrudan hacim ağırlığı ile ilgilidir. İdeal bir toprak yapısında %50 civarında gözeneklilik olması istenir. Bitki besin elementlerinin yarayışlılığı, köklerin ihtiyacı olan oksijeni bulabilmesi, mikroorganizmalar için uygun bir ortam oluşması bu boşlukların yarısının hava, yarısının da su ile dolu olmasına bağlıdır. Toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirecek uygulamalar hacim ağırlığında düşmelere neden olacaktır.

Tarım yapılan toprakların zerre yoğunluğu da tarım yapılmayanlara göre %1.5 civarında bir artış olmuştur. Denemeye esas alınan yörede tarım yapılan arazilerle tarım yapılmayan alanlar karşılaştırıldığında organik maddenin azalmasına bağlı olarak zerre yoğunluğu ve hacim ağırlığı değerlerinde artışlar olmuş toplam gözeneklilik, ve faydalı su miktarında azalmalar meydana gelmiştir. Bu durum toprakların fiziksel özelliklerindeki olumsuz değişimin bir göstergesidir. Özellikle organik maddeyi arttıracak tedbirler bu bölümde de söz konusudur.

Yöre topraklarının yaklaşık %60'ı kil ve killi tın tekstür sınıfına girmektedir. Böyle topraklarda bazı fiziksel olumsuzlukların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Organik madde kil tekstürlü topraklarda toprak zerreleri arasına girerek iyi bir granülasyon ve gözeneklilik sağlamaktadır. Fazla kilden oluşacak olumsuzlukları ortadan kaldırmak için yukarıda bahsedilen organik maddeyi arttıracak tedbirler bu konuda da geçerli olmaktadır.

Sonuç olarak tarım yapılmayan topraklar fiziksel özellikleri bakımından tarım yapılanlara göre daha üstün özellikler göstermiştir. Tarım arazilerinin uzun yıllar verimliliğinin devam edebilmesi için toprak işlemenin minimize edilmesi ve toprak fiziksel özelliklerini iyileştirici uygulamalar (yeşil gübre, çiftlik gübresi verilmesi gibi) yapılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

Ağca, N., Dogan, K., Akgöl A., 2000. Amik Ovasında Yer Alan Bazı Topraklarda Tuzluluk ve Alkaliliğin Boyutları Üzerine Bir Araştırma. MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 5 (1-2): 29-40.

Akalan, İ., 1965. Effect of Adding Farm Manure on The Moisture Retention Capacity of Soils. University of Ankara Yearbook of The Faculty of Agriculture.

Akgül, M., Özdemir, N., 1996. Regression Models for Predicting Bulk Density from Measured Soil Properties. Turk. J. Agric. For., 20, (1996), 407-413.

Aktaş, M., 1995. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1429.

Anikwe, M.A.N., Obi, M.E., Agbim, N.N., 2003. Effect of Crop and Soil Management Practices on Soil Compatibility in Maze and Groundnut Plots in a Palestula in Southeastern Nigeria. Plant and Soil 253, 457-465.

Anonim, 2007a. www.fao.org

Anonin, 2007b. Tarım İl Müdürlüğü, Proje İstatistik Şube Müdürlüğü Kayıtları, Isparta.

Anonymous, 1983. Agricultural Eco-Technology Handbook Compilation Committee, Agricultural Eco-Technology Handbook, Agricultural Publishing House, Beijing, P157.

Anonymous, 2003. Aggregate Stabilty. Soil Quality Test Kit. Section II. Bacground & Interpetive for Individual Tests, USA.

Aydemir, O., 1992. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:734, Erzurum.

Barral, M.T., Arias, M. Guerif, J., 1998. Effects of Iron and Organic Matter on The Porosity and Structural Stability of Soil Aggregates. Soil-and-Tillage-

Research. 46: 3-4, 261-272; 25 ref. Spain.

Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri (Çeviri ve Derleme) 19 Mayıs Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 17, Samsun.

Candemir, F., 1998. Çarşamba Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Mekaniksel Özellikleri İle Strüktürel Dayanıklılık ve Erozyona Duyarlılık Ölçütlerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Samsun.

Chan, K.Y., Heenan, D. P., 1998. Effect of Lime ($CaCO_3$) Application on Soil Structural Stability of A Red Earth. Aust. J. Soil Res, 36, Pp: 73-86.

Chenu, C., Le Bissonnais, Y., Besnard, E., Arias, M., Arrouyas, D., 1999. The Influence of Cultivation on The Composition and Properties of Clay Organic Matter Associations from Soils. Journal of Conferance Abstracts. Volume. 4 Number. 1. Symposium LO3, Session LO3: 1B. Humic Substances Soils and Sediments, France.

Çelebi, H., 1971. Atatürk Üniversitesi Erzurum Topraklarının Agregat Stabiliteleri ve Erozyona Mukavemetleri Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 91.

Çepel, N., 1988. Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın No: 3416. Orman Fak. Yayın No, 389, İstanbul.

Çullu, M. A., Çelik, İ., Almaca, A., 2000. Degradation of The Harran Plain Soils Due to Irrigation. Proceedigns of International Symposium on Desertification. 13-17 June Konya-Turkey. P-193-197

Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No:143, Erzurum.

Denef, K., Bossuyt, H., Frey, S. D., Elliott, E. T., Merckx, R. And Paustian, K. 2001. Influence of Dry-Wet Cycles on The Interrelationsheep Between Aggregate, Particulate Organic Matter and Microbial Community Dynamics. *Soil*

Biology & Biochemistry. Vol: 33, No: 12, Pp: 1599-1611

Ergene, A., 1987. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 635, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 289, Erzurum.

Fortun, A., Benayas, J., Fortun, C., 1990. The Effects of Fulvic and Humic Acids on Soil Aggregation: A Micromorphological Study. Journal-of-Soil-Science. 41: 4, 563-572; 18 ref. Spain.

Franzluebbers, A.J., 2001. Water Infiltration and Soil Structure Related to Organicgc Matter and Its Stratification With Depth. Tillage&Tillage Research, 66 (2002) 197-205, USA.

Güçdemir, İ.H., 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Güncelleştirilmiş ve Genişletilmiş 5. baskı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 231, Ankara.

Glancey, J.L., Upadhyaya, S.K., Zeier, K.R., Wulfsohn, D., Chancellor, W.J., 1988. Instrumetation for Measuring Soil Crust Strength. Written for Presentation at The International Summer Meeting of The Amer. Soc. of Agricultural Engineers, Rushmore Plaze Ciciv Center Rapid City.

Greenland, D.J., 1979. Structural Organizatin of Soils and Crop Production. In Soil Physical Proporties and Crop Production in the Tropies. P 47-56 Willey and Sons, New York.

Günay, T., 1966. Eğirdir Orman Fidanlığı Toprak Etüt Raporu. Orman Genel Müdürlüğü, Eskişehir Orman Baş Müdürlüğü, Toprak Tahlil Laboratuarı Müdürlüğü, Eskişehir.

Haynes, R.J., Naidu, R., 1998. Influence of Lime, Fertilizer and Manure Applications on Soil Organic Matter Content and Soil Physical Conditions: A review. Nutrient-Cycling-in-Agroecosystems. 51: 2, 123-137; 3 pp. of ref. New Zealand.

Hızalan, E., Ünal, H., 1965. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Zir. Fak. Yay. No:278, Yrd. Ders Kitabı No:97, A.Ü. Basımevi, Ankara.

Israelsen, O.W., Hansen, V.E., 1962. Irrigation Principles and Practices. Third Edition. Capter 8.John Wiley and Sons. New York.

Kacar, B., 1994. Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Anakara.

Kavdır, Y., Özcan, H., Ekinci, H., Yiğini, H., Yüksel, O., 2004. Kil içeriği, Toprak Organik Karbonu ve Arazi Kullanımının Tiplerinin Toprak Agregat Stabilitesi ve Gerilim Direnci üzerine Etkileri. Turk J Agric For 28 (2004) 155-162.

Kemper, W.D., 1965. Aggregate Stability. Black, C.A 8Editör-in-chief). Methods of Soil Analysis, Part I 511-519. Amer. Soc. of Agroa. Madison, Winconsin,USA.

Kılıç, K., Saltalı, K., Sürücü, A.K., 2002. Tütün Tozu Uygulamasının Alkali Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkileri. Turk J Agric For 26 (2002) 87-91.

Martin, J.P., Martin, W.P., Page, J.B., Raney, W.A., Dement, J.D., 1955. Soil Agregation. Advences in Agronomy, Academic Pres, inc., Publishers, New York, 8 : 2-35.

Ngatunga, E.L.N., Lal, I., Singer, M.J., 1984. Effect of Surface Management on Runof and Soil Erosion from Some Plot at Mlangano, Tanzania. Geoderma, 33, 1-12.

Oaekes, H., 1958. Türkiye Toprakları. Türkiye Ziraat Mühendisleri Birliği Neşriyatı. Sayı: 18. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.

Özbek, A. K., 2004 Aşağı Pasinler Ovası Topraklarının Toprak Kalite İndeks Parametreleri Bakımından Değerlendirilmesi. Devlet Su İşleri 8. Bölge

Müdürlüğü, 25100 13, 51, 39-44, Erzurum.

Özbek, H., Gök, M., Kaptan, H., 1999. Toprak Bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel yayın no: 73, Adana

Özkan, İ., 1985. Toprak Fiziği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:946: 34-132, Ankara.

Özpınar, S., Çay, A., 2005. Çanakkale Bölgesindeki Killi-Tınlı Topraklarda Minimum ve Klasik Toprak İşleme Sistemlerinin Toprak özellikleri ve Buğday Verimi Üzerine Etkisi. Turk J Agric For 29 (2005) 9-18.

Öztaş, T., Fayetorbay, F., 2003. Effect of Freezing and Thawing Processes on Soil Aggregate Stability. *Catena*. Vol: 52, 1-8

Pagliai, M., Vignozzi, N., Pellegrini, S., 2004. Soil structure and the Effect of Management Practices. Soil and Tillage Research 79, 131-143.

Roszak, W., Fabijanski, J., Chmielnicki, J., 1990. Effect of Crop Rotation and Mineral Fertilization on the Yield of Cereal Test Plants and on Some Physical and Chemical Properties of Soil. Part II. Changes in Physical and Chemical Properties of Soil as Affected by Crop Rotation and Fertilization. Zeszyty-Naukowe-Akademii-Rolniczej-We-Wroclawiu,-Rolnictwo. No. 53, 235-242; 8 ref. Poland.

Salinas-Garcıa, J.R., Vela´zquez-Garcıa, J. de J., Gallardo-Valdez, M., Dı´az-Mederos, P., Caballero-Herna´ndez, F., Tapia-Vargas, L.M., Rosales-Robles, E., 2001. Tillage effects on Microbial Biomass and Nutrient Distribution in Soils Under Rain-fed Corn Production in Central-western Mexico. Tillage&Tillage Research, 66 (2002)143-152, Mexico.

Scullion, J., Malik, A., 2000. Earthworm Activity Affecting Organic Matter, Aggregation and Microbial Activity in Soils Restored After Opencast Mining for coal. Soil-Biology-and-Biochemistry. 32: 1, 119-126; 40 ref. UK.

Sönmez, K., 1980. Atatürk Üniversitesi Elazığ Çiftliğinde Toprakların Bazı Fiziksel

Ve Kimyasal Özelliklerinin Agregasyon Üzerine Tesirleri İle İlgili Araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 531, Erzurum.

Şeker, C., 1999a. Farklı Toprakların Penetrasyon Dirençleri üzerine Su Üçeriklerinin Etkisi ve Regresyon Modelleri. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) Ek Sayı 2, 467-471.

Şeker, C., 1999b. Penetrasyon Direnci İle Bazı Toprak özellikleri Arasındaki İlişkiler. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) Ek Sayı 3, 583-588.

Şeker, C., Işıldar, A.A., 2000. Tarla Trafiğinin Toprak Profilindeki Gözenekliliğe ve Sıkışmaya Etkisi. Turk J Agric For 24 (2000) 71–77.

Şeker, C., Karakaplan, S., 1999. Konya Ovasında Toprak Özellikleri ile Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) 183-190.

U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkalin Soils. Agricultural Hanbook No. 60.

Utku, N., 1990. Isparta İklim Etüdü. T. C. Başbakanlık, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Ülgen, N., Yurtsever, N., 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayınlar Serisi, No:28, Ankara.

Ünal, A., Güneş, A., Alpaslan, M., 1999. Anamur ve Silifke Yöresinde Çilek Yetiştirilen Alanların Toprak özellikleri ile Bitkilerin Beslenme Durumları Arasındaki İlişkiler Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) Ek Sayı 3, 729-740.

Yalçınkaya, S., 1986. Isparta-Aglasun (Burdur) Arasının Jeolojisi. İstanbul Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Yeşilsoy, Ş., Derici, M.R., Aydın, M., Ağca, N., Bilgehan, G., Erşahin, S., Tuli, A., Kanber, R., Taysun, A., Dağdeviren, İ., 1993. Harran Ovasında Önemli ve

Yaygın Toprak Serilerinin Sulama Başlamadan Önceki Strüktür ve İnfiltrasyon Özellikleri İle Alkalileşme Olasılıklarının Araştırılması. II. Tarımsal Araştırma ve Geliştirme Projeleri 1. Tarımsal Araştırma ve Geliştirme Proje Paketi Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çalışmaları (1987-1997), Adana.

Yılmaz, E., Alagöz, Z., 2005. Organik Materyal Uygulamasının Toprağın Agregat Oluşum ve Stabilitesi Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2005, 18(1), 131-138, Antalya.

Wagner, S., Cattle, S.R., Scholten, T., Felix-Henningsen, P., 2000. Observing The Volution of Soil Aggregates From Mixtures of Sand, Clay and Organic Matter in Soil. New Zealand Society of Soil Science. 3: 217-218.