

**BENZER OLUŞUM SERGİLEYEN FARKLI BİTKİ
YÖNETİMİ ALTINDAKİ TOPRAKLARIN
STRÜKTÜREL PARAMETRELERİNDEKİ
DEĞİŞİMLER**

Fazıl HACİMÜFTÜOĞLU

**Yüksek Lisans Tezi
Toprak Anabilim Dalı
Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ
2012
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Y.LİSANS TEZİ

**BENZER OLUŞUM SERGİLEYEN FARKLI BİTKİ
YÖNETİMİ ALTINDAKİ TOPRAKLARIN STRÜKTÜREL
PARAMETRELERİNDEKİ DEĞİŞİMLER**

Fazıl HACİMÜFTÜOĞLU

TOPRAK ANABİLİM DALI

ERZURUM

2012

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

BENZER OLUŞUM SERGİLEYEN FARKLI BİTKİ YÖNETİMİ ALTINDAKİ
TOPRAKLARIN STRÜKTÜREL PARAMETRELERİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Prof.Dr.Taşkın ÖZTAŞ'ın danışmanlığında, Fazıl HACİMÜFTÜOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma 03/01/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT

İmza :

Üye : Prof.Dr.Taşkın ÖZTAŞ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Süleyman ŞENGÜL

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

ÖZET

Y.Lisans Tezi

BENZER OLUŞUM SERGİLEYEN FARKLI BİTKİ YÖNETİMİ ALTINDAKİ TOPRAKLARIN STRÜKTÜREL PARAMETRELERİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Fazıl HACİMÜFTÜOĞLU

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Toprak strüktürü toprağın verim kapasitesini belirleyen en önemli fiziksel karakteristiklerden biridir. Toprakların strüktürel gelişimleri birçok iç ve dış faktörün kontrolü altındadır. Bu araştırmada, farklı bitki yönetimi altında bulunan toprakların yapısal özelliklerinde meydana gelen değişimlerin değerlendirmesi amaçlanmıştır. Farklı bitki yönetim uygulamalarının bitkinin agronomik özellikleri, kök sistemi ve toprağa organik madde döngüsü farklılıkları dahilinde toprağın strüktürel durumunu önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir.

Bu araştırmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisinden; ayçiçeği, buğday, fasulye, mısır, patates ve yonca bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan alınan toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mekaniksel özellikleri incelenmiş, yetiştirilen bitkilerin, toprağın strüktürel parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular toprağın strüktürel parametrelerinde, yetiştirilen bitki desenine bağlı olarak önemli farklılıkların meydana geldiğini göstermektedir. Toprak örneklerinde en uygun parametrik değerler yonca ekili alanlarda, en olumsuz değerler ise patates ve mısır ekili olan topraklarında tespit edilmiştir.

2012, 49 sayfa

Anahtar Kelimeler: Toprak strüktürü, agregat stabilitesi, bitki deseni

ABSTRACT

Master Thesis

CHANGES IN STRUCTURAL PARAMETERS OF SOILS FORMED ON SIMILAR CONDITIONS BUT UNDER DIFFERENT CROPPING SYSTEMS

Fazıl HACİMÜFTÜOĞLU

Atatürk University

Graduate Scholl of Natural and Applied Sciences

Soil Science Department

Advisor: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Soil structure is one of the most important soil physical characteristics affecting on soil productivity. Structural development of soil is under the control of many inside and outside factors. The objective of this study was to evaluate changes in structural behaviors of soils under different crop management systems. It is expected that soil structural characteristics change with changes in plant pattern because of differentiations in agronomic properties, root system and amounts of organic matter incorporated into the soil.

Soil samples collected from the Agricultural Farmland of Ataturk University-Agricultural Faculty under different plant management systems; sun flower, wheat, beans, corn, potatoes and alfalfa, were analyzed for physical, chemical and mechanical properties and structural characteristics were evaluated based upon plant patterns. The results indicated that soil structural characteristics significantly changed depending on plant patterns. The best structural conditions was obtained in soils under alfalfa crops, but the worst structural conditions in soils under potatoes and corn production.

2012, 49 pages

Keywords: Soil structure, Aggregate stability, cropping pattern

TEŞEKKÜR

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakóltesinde eğitim hayatına başladığım günden beri; akademik kimliğiyle, bilimsel vizyonuylle ve her yönüyle bizlere örnek olan değerli danışman hocam Sayın Prof.Dr. Taşkın ÖZTAŞ'a ve her konuda bana yol gösteren kıymetli hocam Sayın Prof.Dr. Mustafa CANBOLAT'a, yapmış olduğum bütün çalışmalarda hiçbir desteğini esirgemeyen Sayın Yrd.Doç.Dr. Ekrem Lütfi AKSAKAL'a, Sayın Arş.Gör. Adem GÜNEŞ'e, laboratuvar çalışanlarımıza ve Toprak Bölümünde ki bütün hocalarıma şükranlarımı sunarım.

Fazıl HACİMÜFTÜOğLU

Ocak 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM	12
3.1. Materyal	12
3.2. Yöntemler	12
3.2.1. Laboratuvar analiz yöntemleri	12
3.2.1.a. Toprak tekstürü	12
3.2.1.b. Toprak reaksiyonu	12
3.2.1.c. Kireç	13
3.2.1.d. Organik madde	13
3.2.1.e. Toplam azot	13
3.2.1.f. Katyon değişim kapasitesi	13
3.2.1.g. Değişebilir katyonlar	13
3.2.1.h. Fosfor	14
3.2.1.i. Elektriksel iletkenlik	14
3.2.1.j. Hacim ağırlığı	14
3.2.1.k. Agregat stabilitesi (AS)	14
3.2.1.l. Dispersiyon oranı (DO)	15
3.2.1.m. Hava geçirgenliği (HG)	15
3.2.1.n. Su geçirgenliği (SG)	15
3.2.1.o. Likit limit (LL)	16
3.2.1.p. Plastik limit (PL)	16
3.2.1.r. COLEçubuk değeri	17

3.2.1.s. Buzulme limiti (BL)	17
3.2.1.t. Hacimsel buzulme (HB)	18
3.2.1.u. Serbest sisme indeksi (SSI)	18
3.2.2. İstatistiksel Değerlendirme	18
4. ARAşTIRMA BULGULARI ve TARTIşMA	19
4.1. Toprak Fiziksel Özellikleri	19
4.2. Toprak Kimyasal Özellikleri	25
4.3. Toprak Mekaniksel Özellikleri	35
4.3.1. Doğrusal uzama katsayısı (COLEçubuk)	35
4.3.2. Hacimsel buzulme	36
4.3.3. Buzulme limiti	37
4.3.4. Serbest sisme indeksi	38
4.3.5. Likit limit	39
4.3.6. Plastik limit	40
5. SONUÇ	42
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİş	50

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AS	Agregat stabilitesi
BL	Büzülme Limiti
CEC	Katyon Değişim Kapasitesi
DO	Dispersiyon oranı
EC	Elektriksel İletkenlik
HA	Hacim Ağırlığı
HB	Hacimsel Büzülme
HG	Hava Geçirgenliği
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
LL	Likit Limit
OM	Organik Madde
PI	Plastiklik İndeksi
PL	Plastik Limit
SG	Su Geçirgenliği
SOC	Toprak Organik Karbon
SSI	Serbest Şişme İndeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda hacim ağırlığı değişimi	19
Şekil 4.2. Farklı ekim sistemleri altındaki toprakların agregat stabilitesi değerleri	21
Şekil 4.3. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların dispersiyon oranındaki değişim	23
Şekil 4.4. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda hava geçirgenliği Değişimi.....	23
Şekil 4.5. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda su geçirgenliği değişimi.....	24
Şekil 4.6. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda organik madde değişimi	25
Şekil 4.7. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların toplam azot içeriğindeki değişim.....	26
Şekil 4.8. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda pH değişimi	28
Şekil 4.9. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda elektriksel iletkenlik değişimi	29
Şekil 4.10. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların kireç oranındaki değişim.....	29
Şekil 4.11. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda katyon değişim kapasitesi değişimi.....	30
Şekil 4.12. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda fosfor içeriği değişimi	31
Şekil 4.13. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda kalsiyum içeriği değişimi	32
Şekil4.14. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda Magnezyum içeriği değişimi	33
Şekil 4.15. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda sodyum içeriği değişimi	34
Şekil 4.16. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda potasyum içeriği değişimi	34
Şekil 4.17. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda COLE-çubuk değerleri değişimi	36
Şekil 4.18. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların hacimsel büzülme değerlendeki değişim	37

Şekil 4.19. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların büzülme limiti değerlerindeki değişim.....	38
Şekil 4.20. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların serbest şişme indeksi değerlerindeki değişim	39
Şekil 4.21. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların likit limit değerleri değişimi.....	40
Şekil 4.22. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların plastik limit değerlerindeki değişim.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Araştırma topraklarının fiziksel özellikler	20
Çizelge 4.2. Araştırma topraklarının kimyasal özellikler	27
Çizelge 4.3. Araştırma topraklarının mekaniksel özellikler	35

1. GİRİŞ

Günümüz modern tarım sistemlerinde toprağın verimliliğini arttırmak maksadıyla çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler uygulanmaktadır. Bu uygulamalar içerisinde, özellikle kimyasal gübreleme, toprağın hızla kirlenmesine sebep olmakta ve toprağın ekolojik dengesini tehdit etmektedir. Toprakta verim artışı kadar verimin devamlılığı ve toprağın ekolojik dengesi de hayati bir öneme sahiptir. Özellikle son yıllarda, bu ekolojik dengenin insan sağlığı açısından son derece hassas boyutlarının olduğu anlaşılmakta ve toprağa doğal yollardan veya organik kaynaklı girdi uygulamaları teşvik edilmektedir. Toprağa uygulanan doğal gübreler ve bitki artıkları yardımıyla, toprağın; fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri iyileştirilerek, toprak verim parametrelerinin bilinçli bir hassasiyetle iyileştirilebileceği görülmüştür. Kimyasal olarak bitki besin elementlerini optimum düzeye yaklaştıran bu girdiler, fiziksel olarak da agregatlaşmayı ve dolayısıyla strüktürel yapının gelişmesini teşvik ederler.

Agregatlar, toprak taneciklerinin organik ve inorganik maddeler yardımıyla bir araya gelerek şekil almasıyla meydana gelirler. Bu taneciklerin floküle olmasında, toprak bitki yönetimi ve organik madde yoğunluğu etkili olmaktadır.

Agregat dinamikleri; yetiştirilen çeşit, rotasyonda kullanılan çeşit ve doğal bitki örtüsüne göre değişiklik gösterir (Jarecki and Lal 2003). Bu farklılaşma ürünün kök sistemiyle, bitki artışının kimyasal birleşimiyle ve rotasyona alınan bitkilerin özellikleriyle yakından ilişkilidir. Bu ilişkide bitki kökleri; kök basıncı ve kılcal köklerin bağlayıcı etkisiyle agregasyonu teşvik eder. Yoğun kök sistemi sağlayan bitkiler bu sebepten agregasyon üzerinde yüksek bir etki gösterebilirler (Öztaş vd 1997). Bitki kökleri, kök yüzeyindeki mikrobiyal aktiviteyi destekleyebilen veya toprak parçacıklarını doğrudan stabilize edebilen materyaller salgılayarak da toprak agregasyonunu arttırabilirler (Denis and Caron 1998).

Bitkiler; kökleri aracılığıyla organik madde salınımını ve besin alımını etkileyerek, kök çevresindeki osmotik ve iyonik dengeyi değiştirir ve agregasyon üzerinde etkili olabilirler (Bronick and Lal 2005).

Toprak parçacıklarını ağ gibi sararak, agregasyon üzerinde kimyasal, biyolojik ve fiziksel değişimlere yol açan bitki köklerinin etkisi; uzunluk, yoğunluk ve mikrobiyal bileşimlerine bağlı olarak değişkenlik gösterir (Rillig *et al.* 2002). En yüksek agregat stabilitesi değerlerinin kök bölgesinde olduğunu tespit eden Caravaca *et al.* (2002)'nın çalışmaları da bu sonuçları desteklemektedir.

Toprak taneciklerinin çeşitli bağlayıcılar sayesinde bir araya gelerek oluşturdukları dizilişi ifade eden toprak strüktürü, agregasyon derecesinin önemli bir göstergesidir. Gelişmiş bir strüktürel yapıya ve ideal fiziksel koşullara sahip olan topraklar; su ve besin maddeleri bakımından zengin ve havalanma kapasitesi iyi olup, yüksek bir biyolojik aktiviteye, kök gelişimi için ideal bir ortama ve iyi bir drenaj sistemine sahiptirler. Toprakların en önemli karakteristiklerinden biri olan toprak strüktürünün gelişimi; tanecikler arası çekim kuvveti, bitki kök basıncı, kök salgıları, ürün artıkları, kil minerallerinin tipi, çeşitli sentetik kimyasallar ve toprakta yaşayan canlılar gibi birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörün etkisi altındadır.

Toprak strüktürü, besin döngüsünü ve bitki gelişimini kontrol ederek biyolojik aktiviteyi etkiler. Bitki gelişimi için ideal koşullara zemin hazırlayan strüktürel yapı, bitkiyle karşılıklı etkileşim içindedir. Toprağa dönen bitki artıkları toprak strüktürünü düzenler (Martens 2000b). Toprak flora ve faunasının kalitesi ile artan çeşitlilik, toprak strüktürünün gelişimi için çok önemlidir. Yüksek karbon içeren bitkiler toprak strüktürünün gelişimini hızlandırır (Bronick and Lal 2005). Ayrıca fiziksel tamponlayıcılar olan bitki artıkları, toprağı güneş ışığı, rüzgâr ve yağmurun direkt etkisinden koruyarak strüktürün gelişmesine öncülük ederler (Anonymous 2006).

Özellikle çürüyen bitki köklerinin ve toprak üstü bitki artıklarının toprağa eklenen organik karbon miktarını arttırdığı ve bu artışın toprak strüktürüyle paralellik gösterdiği

bilinmektedir. Bitki artığı ilavesi, bir süre sonra özellikle daha iyi ve daha stabil agregatların oluşumunu hızlandırır (Martinez *et al.* 2008).

Toprakta bulunan organic-C; bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve onların salgılarından kaynaklanır. Organik madde, toprağın üst kısmında agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine kuvvetli bir etkiye sahiptir. Bu durum stabil agregatların toprağın diğer kısımlarına oranla daha yüksek karbon içeriğine sahip olması ile açıklanmaktadır. Ayrıca uzun süreli organik gübreleme büyük agregatların (>0,5 mm) oranını artırır (Özbek vd 1993).

Toprak strüktürü üzerinde etkili olan diğer bir önemli etken ise toprak işleme yöntemidir. Toprak işleme toprağı sıkıştırır, organik madde miktarını, katyon değişim kapasitesini, besin içeriğini, mikrobiyal aktiviteyi ve faunal aktiviteyi azaltır (Plante and McGill 2002).

Toprak işleme kısa dönemde poroziteyi artırır ama uzun dönemde agregasyonu azaltır. (Bronick and Lal 2005). Elliott (1986), Toprak işlemenin toprağın havalanmasını düzenlediğini ve toprak flora ve faunası için uygun yaşam koşullarının oluşmasına katkı sağladığını, ancak sürüm tekniklerine bağlı olarak, toprağın yapısı üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğunu rapor etmektedir. Ancak toprak işlemenin etkileri tek yönlü düşünülmemelidir. Toprak işleme şeklinin, bitki rotasyonunun ve bitki artıklarının, toprağın fiziksel özellikleri üzerinde yapıcı bir etki oluşturabileceği unutulmamalıdır.

Bu çalışmada, farklı bitki yetiştiriciliği altında bulunan toprakların (ayçiçeği, buğday, fasulye, mısır, patates ve yonca) temel fiziksel, kimyasal ve mekaniksel özellikleri ile strüktür parametreleri arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak strüktürü; bitki ve hayvan yaşamının desteklenmesini, toprak fonksiyonunu ve toprağın kalitesini etkileyen anahtar faktördür. Toprak strüktürü, toprak özellikleri ve çevre üzerinde önemli etkiler ortaya koymaktadır. Agregat stabilitesinin derecesi olarak açıklanan toprak strüktürü; toprakta suyun hareketine ve tutulmasına, erozyona, kaymak tabakası oluşumuna, besin döngüsüne, kök gelişimine ve ürün yetiştiriciliğine etki eder. Uygun toprak strüktürü ve yüksek agregat stabilitesi; toprak verimliliği, ergonomik üretkenliğin yükselmesi, porozitenin artması ve erodibilitenin azalması açısından önemlidir. Toprak strüktürü; yüksek biomas ve yüksek karbon içeren bitkilerin kullanımı ile agregasyonu arttıran bitki kullanımı ve bitki yönetim pratikleri sayesinde gelişir. Toprak flora ve faunasının kalitesi ile artan çeşitlilik toprak strüktürünün gelişimi için çok önemlidir (Bronick and Lal 2005).

Agregat stabilitesi toprak strüktürünün göstergesi olarak kullanılan bir kavramdır (Six *et al.* 2000). Agregatlar, mineral parçacıkların organik ve inorganik maddelerle bir araya gelmesi sayesinde şekil alan sekonder parçacıklardır. Agregasyonun kompleks dinamiği; çevresel faktörler, toprak bitki yönetimi, kullanılabilir nem, besin rezervi, değişebilir iyon, mikrobiyal aktivite, pedolojik süreç, organic-C ve tekstür gibi birçok toprak özelliği tarafından etkilenmektedir (Kay 1998).

Toprak agregat stabilitesinin, bitki artığının kimyasal birleşimi ile bağlantılı olduğu tespit edilmiştir (Erika 2011). Uzun süre, bitki artığı ve gübre uygulamaları toprak organik madde içeriğini ve strüktürünü artırır (Sommerfeldt *et al.* 1988; Gilley and Risse 2000). Yeşil gübre amaçlı toprak işleme, toprak fiziksel özelliklerindeki bozulmayı yavaşlatır, bazen de toprağın fiziksel özelliklerini geliştirir (Skidmore *et al.* 1986). Bitkiler mineralize olarak agregasyonu arttırabilirler (Scoot 1998). Bitki artıklarının miktarı ve biyokimyasal karışımı, toprak üzerinde ortak bir etki ortaya koyarak agregatlaşma oranını etkiler (Bronick and Lal 2005). Martinez *et al.* (2008), bitki artığı ilavesinin daha stabil agregatların oluşumunu desteklediğini ifade etmiştir.

Toprak organik maddesi ile agregat stabilitesi arasında yakın bir ilişki vardır (Shepherd *et al.* 2002). Özellikle yüzey toprağının organik madde kapsamının yeterli düzeyde bulunması toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek toprak kalitesini de artırmaktadır (Sojka and Upchurch 1999). Toprak strüktürü, biyolojik aktiviteyi ve besin döngüsünü bitki gelişimini kontrol ederek etkiler. Toprakta karbon (C) kaynağı olarak kökler ve bitki artıkları, strüktürel formasyon ve stabilizasyonu sağlayan fauna ve floraya besin kaynağı oluşturur (Denis and Caron 1998).

Toprak stabil strüktürünün gelişmesinde, organic-C, kil ve katyonların interaksyonunun önemli olduğu bilinmektedir. Toprak organik karbonu; bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve onların salgılarından kaynaklanır. Organic-C; agregat stabilitesi ve agregatlaşma oranını yükseltir (Bronick and Lal 2005).

Organik madde, toprağın üst kısmında agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine kuvvetli bir etkiye sahiptir. Bu durum stabil agregatların toprağın diğer kısımlarına oranla daha yüksek karbon içeriğine sahip olması ile açıklanmaktadır. Ayrıca uzun süreli organik gübreleme ile büyük agregatların (>0.5mm) oranı artmaktadır (Özbek vd 1993). Organik madde; gözenekliliği ve toprakların su tutma kapasitesini artırır, yüzey akış kayıplarını azaltır, killi bünyeye sahip topraklarda havalanmayı düzenler (Boyle *et al.* 1989; Chenu *et al.* 2000; Marinari *et al.* 2000).

Anikwe (2000), yaptığı bir araştırmada, çeltik kavuzunun killi toprağa 0-1,5-3-4,5 ve 6 t/ha dozlarında ilave edilmesiyle toprakta meydana gelen fiziksel değişimleri incelemiştir. Sonuç olarak en iyi etkiyi 4,5 t/ha dozunda elde etmiş ve toprağın fiziksel özelliklerinden doygun hidrolik iletkenliğin ve porozitenin arttığını, hacim ağırlığının ve penetrasyon direncinin azaldığı tespit etmiştir.

Bitki artıkları toprağa organik madde vererek su tutma kapasitesini, mikrobiyal aktiviteyi, omurgasız hayvan aktivitesini ve besin miktarını artırır (Gale and Cambardella 2000).

Toprakta meydana gelen agregatlaşma ve agregatların stabilitesi; mikrobiyal topluluklar, topraktaki organik ve inorganik mineraller, yüzeyde birikmiş olan bitkisel atıkların doğası ve ekosistemdeki değişikliklere bağlı olabilmektedir. Topraklardaki agregatlaşma; toprakların su tutma ve havalanma kapasitesi, suyun ve havanın toprak içersindeki hareketi, kök gelişimi ve dağılımı, mikrobiyal toplulukların aktivitesi gibi toprak özellikleri üzerine etkili olur (Tate 1995).

Agregat stabilitesi üzerinde organik maddenin önemli bir rol oynadığı, toprakların stabilite indekslerinin ve geçirgenlik değerlerinin toprağın organik madde içeriğinin artmasıyla doğru orantılı olarak arttığı kaydedilmiştir (Canbolat 1992). Toprağın fiziksel niteliklerinde meydana gelen bozulma, agregasyonun temelini oluşturan organik madde konsantrasyonunun azalmasıyla yakından ilişkilidir (Zeytin ve Baran 2003). Elliott (1986), agregat stabilitesinin, tarım yapılan alanlarda doğal çim alanlarına nazaran daha düşük olduğunu ve toprak organik maddesindeki azalmanın stabilitedeki azalma ile paralellik gösterdiğini tespit etmiştir.

Topraktaki organik madde bütün tekstür gruplarında toprakların fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Haynes *et al.* 1991). Toprak organik karbonu (SOC), agregatlar ve kil arasındaki etkileşim; pH, katyon değişim kapasitesi (CEC) ve iyonlar (Na, Ca ve Mg) tarafından etkilenir (Amezketta 1999). Aggelides and Londra (2000) toprakların kimyasal özelliklerinin kompost uygulamasından etkilendiğini, organik madde, pH, EC ve değişebilir katyon miktarlarının organik madde uygulamasıyla doğru orantılı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Singh and Kansal (1985) ve Pikull and Allmaras (1986) ise toprağa organik atık uygulamasının toprak pH'sını azalttığını belirtmişlerdir.

Gür (1982), Van ve Muş yörelerinden almış olduğu toprak örneklerine çeşitli bitkisel artıkları ilave ederek, belli sürelerde inkübasyona tabi tutmuştur. İnkübasyon süreleri sonunda toprakların agregat stabiliteilerinin arttığını ifade etmiştir.

Caravaca *et al.* (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, taze organik atık ilavesinin suya dayanıklı agregat stabilitesinde %17 artış sağladığı, kompostlaşmış organik atık

ilavesinin ise kil içeriği yüksek olan topraklarda %13 artış sağladığı belirlenmiştir. Her iki toprakta ince silt fraksiyonu içerisindeki organik karbon ve hümin maddelerdeki büyük artışın, kompost ilavesi ile gerçekleştiği bildirilmiştir.

McBride and Bobes (1989), organik madenin kıvam limitleri üzerinde etkili olduğunu ifade etmiştir. Sönmez (1981), toprağa organik madde ilavesi ile kıvam limitleri arasında önemli bir ilişkinin olduğunu vurgulamıştır. Smith *et al.* (1985) ile Canbolat ve Öztaş (1996) yapmış oldukları bazı çalışmalarda, toprağın organik madde içeriği ile likit limit (LL), plastik limit (PL) ve COLE değerleri arasında önemli pozitif ilişkiler saptamışlardır. Benzer bir çalışma yapan Sönmez ve Öztaş (1988), toprakların kil içeriği, özgül yüzey alanı, KDK ve higroskopik su değerleri ile LL, PL, COLE, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme (HB), doğrusal büzülme ve serbest şişme indeksi (SSI) arasında önemli pozitif ve büzülme sınırı değerleri ile önemli negatif ilişkiler kaydetmişlerdir.

Toprak tekstürü agregasyon üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kil konsantrasyonu agregasyonu fiziksel olarak etkiler (Attou and Bruand 1998). Organik maddenin agregat oluşumundaki etkisi kil yüzdesi düşük olan topraklarda daha belirgindir (Hillel 1982). Kaba tekstürlü topraklarda SOC strüktür üzerinde daha etkili olmaktadır.

Sönmez (1980), Atatürk Üniversitesi Elazığ Çiftliği topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin agregasyon üzerine etkileri ile ilgili yaptığı çalışmada, toprak örneklerinin agregasyon değerlerinin %52,60-78,90 arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmiştir. Toprakların kil içeriği ile agregasyon arasında yüksek bir korelasyon ($r^2=0,77$) belirlenmiştir. Toprakların silt miktarları ile agregasyonları arasında ise herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Buna rağmen, 50 mikrondan küçük parçacıklar ile agregasyon arasında yüksek bir korelasyon ($r^2=0,67$) bulunmuştur.

İyi gelişim sergileyen agregatların içinde çok sayıda mikro por mevcuttur (Dalal and Bridge 1996). Toprak organik karbonu poroziteyi önemli derecede etkiler (Thomsen *et al.* 1999). Kil dispersiyonu, toprak işleme, sıkışma ve parçalanma poroziteyi azaltabilir

(Dalal and Bridge 1996). Uzun süreli toprak işleme yapılan arazilerde bir süre sonra agregat stabilitesi değerlerinde düşüşler meydana gelir ve tarımı yapılan bitki kökleri zamanla gelişerek oluşturdukları basınç, toprağı sıkıştırarak poroziteyi azaltır (Bronick and Lal 2005). Bruand *et al.* (1996), mısır köklerinin poroziteyi %22-24 oranında azalttığını ve araya giren köklerin 1,54 gr/cm³ olan toprak kütle yoğunluğunu 1,80 gr/cm³ e kadar yükselttiğini rapor etmiştir.

Saman örtüsü toprak strüktürünü geliştirir (Bronick and Lal 2005). Christensen (1986), topraklara karıştırılan samanın, toprakların agregat büyüklüğüne ve dağılımına etkisini araştırmış ve saman uygulamasının tınlı kum bünyeli toprakta 1-20 mm arasındaki agregat miktarını artırdığını ve kumlu killi tın bünyeli toprakta ise etkili olmadığını belirtmiştir.

Özdemir (1991), Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan üç büyük toprak grubunun (kahverengi, kestane rengi, kireçsiz kahverengi) strüktürel dayanıklılığı ve dolayısıyla erozyona duyarlılığı üzerine yaptığı çalışmada topraklara; çöp kompostu, ahır gübresi, buğday samanı ve fiğ samanı gibi organik atıkların karıştırılmasının etkilerini laboratuvar koşullarında incelemiş ve bu organik atıkların, toprakların; suya dayanıklı agregat miktarını, strüktürel stabilite değerini ve Boekel oranını önemli düzeyde artırdığını; dispersiyon oranı, erozyon oranı, geçirgenlik oranı, toprak aşınım faktörü değerlerini ise önemli düzeyde azalttığını belirlemiştir. Bu çalışma neticesinde, deneme konusu toprakların strüktürel dayanıklılığını artırmak ve dolayısıyla toprakları aşınmaya karşı dirençli kılabilmek üzere, topraklara %1,0 veya %2,0 düzeyinde ahır gübresi, buğday ya da fiğ samanı veya %4 düzeyinde, çöp kompostu karıştırılması önerilmiştir.

Canbolat ve Demiralay (1995), toprağı organik materyal ilave edilmesinin toprağın agregat stabilitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla Batı Iğdır ovasından alınan dört adet yüzey toprak örneğine (0-10 cm) organik materyal olarak çiftlik gübresi ve buğday samanını beş farklı düzeyde ilave ederek araştırmışlardır. Altı haftalık bir inkübasyonun sonunda ilave edilen organik madde miktarı arttıkça agregat stabilitesinde önemli derecede artış kaydedildiğini bildirmişlerdir. Deneme topraklarının agregat

stabilitesinde sağlanan artışların, çiftlik gübresine nazaran, buğday samanı ilaveli topraklarda daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir.

Toprağın yoğun yapısı içindeki kökler; fiziksel, kimyasal ve biyolojik birçok durumu etkiler (Glin'ski and Lipiec 1990). Parçacıkları saran kökler ve lifler, onları tekrar düzenleyerek bir arada tutabilir ve parçacıkları bir arada tutan organik bileşenleri serbest bırakabilirler. Bu süreç toprak karbon ayrışmasında pozitif bir etkiye sahiptir (Bronick and Lal 2005).

Bitki kökleri ve kök çevresi toprak agregasyonu üzerinde birçok etkiye sahiptir. Kökler toprak parçacıklarını ağ gibi sararak agregasyon üzerinde kimyasal biyolojik ve fiziksel değişime yol açan salgılar bırakırlar. Agregasyon köklerin; uzunluk, yoğunluk ve mikrobiyal bileşimine paralel olarak artma eğilimindedir (Rillig *et al.* 2002).

Birçok ekosistemde bitki kökleri, toprak organik materyalinin önemli bir kaynağını oluşturur ve bu sayede toprak strüktüründeki değişimi baskın bir etkiyle biyolojik olarak teşvik eder (Denis and Caron 1998).

Yüksek kök yoğunluğu iyi bir agregasyonla bağlantılıdır (Silva and Mielniczuk 1998). Agregat stabilitesi kök çevresinde kök çevresinin dışına nazaran daha yüksek değerdedir (Caravaca *et al.* 2002). Benzer sonuçlar Haynes and Beare (1997) tarafından da rapor edilmiştir.

Bitki kökleri, toprağın çevresinde oluşturduğu iyonik ve kimyasal etki ile toprak strüktürü üzerinde çeşitli sonuçlar doğurur (Denis and Caron 1998). Kökler, köklerden organik madde salınımı ve besin alımı sayesinde kök çevresindeki osmotik ve iyonik dengeyi değiştirerek agregasyonu etkileyebilir (Bronick and Lal 2005).

Farklı kök sistemleri agregasyonu; farklı kök özelliklerine, salgılarına ve fonksiyonlarına göre farklı şekilde etkiler (Chan and Heenan 1999). Bitki kökleri; köklerin bağlayıcı nitelikleri sayesinde agregasyonu arttırırlar (Öztaş vd 1997). Baklagil

bitki kökleri, agregasyonu daha fazla teşvik eder (Chan *et al.* 2003; Haynes and Beare 1997). Yemelik tane baklagillerin ekim nöbetine alınması ile baklagillerin kazık kökleri toprağın derinlemesine kullanımını sağlayarak, toprak verimliliğini arttırmakta ve alt toprak tabakalarında strüktürel gelişime katkı sağlamaktadır (Mart 2010). Gijsman and Thomas (1995) da benzer sonuçları rapor etmektedir.

Çok yıllık baklagil yem bitkilerinin yer aldığı bitki rotasyon sistemlerinin, toprağın agregat stabilitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Islak agregat stabilitesi azot-buğday rotasyonunda düşük, sürekli doğal örtü ve çiftlik gübresi uygulama alanlarında yüksek bulunmuştur (Öztaş vd 1997).

Özdemir (1993), uzun dönem bitki rotasyonunun, toprağın, strüktür stabilitesi ve erodibilitesi üzerine etkisini araştırmış ve rotasyonun; hava-su geçirgenliği, stabilite indeksi, toprak erodibilite faktörü (K) ve agregat stabilitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Ürün rotasyonu agregatlaşma üzerine etki eder (Jarecki and Lal 2003). Bitki münavebesi, toprakların fiziksel özelliklerini geliştirmede, strüktür stabilitesini arttırarak erozyona karşı duyarlılığını azaltmada ve uygun bir bitki büyüme ortamının oluşmasında önemli etkilere sahiptir (Özdemir 1991).

Toprak yönetimi, toprak strüktürünü etkileyen önemli faktörlerden biridir. Çayır toprağı agregatlarının, yetiştirme sezonu boyunca stabil kaldığı, soya fasulyesi ve mısır toprağında ise yetiştirme sezonu boyunca agregat stabilitesinde önemli değişimlerin meydana geldiği belirtilmektedir (Martens 2000a). Dufey *et al.* (1986) yonca bitkisinin, yetiştirildiği toprağın agregat stabilitesini arttırdığını ifade etmiştir.

Patates üretim sisteminde, toprak organik madde miktarının ve strüktür stabilitesi değerlerinin düşük seviyelerde olduğu belirtilmiştir (Saini and Grant 1980). Patates ürününden yaklaşık 1500 kg ha⁻¹ artığın toprağa geri dönüşü olduğu belirtilmektedir (Porter and McBurnie 1996).

Bitki artığı ve gübre düzenleyicileri uygulamalarından sonra patates üretimi yapılan toprakların toplam agregasyon ve karbon içeriğinde artışların meydana geldiği belirtilmiştir (Porter and McBurnie 1996).

Mısır artığı tarımında yüksek fenol içeriği nedeniyle agregasyonun yüksek olduğu ve sürekli alfa-alfa yetiştiriciliğinin de agregat stabilitesini arttırdığı rapor edilmiştir (Raimbault and Vyn 1991).

Sıkışmadan kaynaklanan strüktürel değişim, toprağın; dayanıklılığını, gaz, hava, sıcaklık dengesini ve bunun gibi birçok özelliğini etkileyerek, bitkinin kök gelişimine ve çevresel kaliteye etki eder (Lipiec and Hatano 2003).

Silisyum, kalsiyum, demir ve alüminyum gibi katyonlar, primer taneciklerin çökmesini teşvik eder. Ayrıca katyonlar, agregasyonu sağlayan, kil ve toprak organik maddesi arasında köprü vazifesi görür. İki değerlikli kalsiyum ve magnezyum kil parçacıkları ve SOC ile katyonik bağlar kurarak toprak strüktürünü geliştirir (Bronick and Lal 2005). Çok değerlikli alüminyum ve demir; katyonik bağlar, organometalik bileşikler ve jellerin oluşumu sayesinde toprak strüktürünü geliştirir (Amezketta 1999).

Dao (1996), bitki artığındaki artışın, 5cm lik üst toprakta, kütle yoğunluğunu azalttığını tespit etmiştir.

Bitki artıkları toprağın kalitesini ve fiziksel özelliklerini, rüzgârın etkisinden ve erozyondan korur (Larson 1979).

Bronick and Lal (2005), sodyumun agregat stabilitesi üzerinde dispers edici bir etki oluşturduğunu ifade etmiştir. Toprak degradasyonunun neticesinde toprak strüktüründeki bozulmanın arttığı görülmüş ve bu durum genellikle uygulanan toprak bitki yönetimine bağlanmıştır (Chan *et al.* 2003).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada kullanılan topraklar Atatürk Üniversitesi çiftlik arazisinden alınmıştır. Benzer toprak oluşumu sergileyen ve en az 10 yıldan beri bu alanda yetiştirilen; ayçiçeği, buğday, fasulye, mısır, patates ve yonca ekim sistemlerin altındaki toprakların 20 cm lik üst toprak derinliğinden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri usulüne uygun olarak havada kurutulmuş ve 2 mm lik elekten geğirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

3.2. Yöntemler

3.2.1. Laboratuvar analiz yöntemleri

Analize hazırlanan örneklerin fiziksel, kimyasal ve mekaniksel özellikleri aşağıdaki yöntemlerle belirlenmiştir.

3.2.1.a. Toprak tekstürü (Mekanik analiz)

Toprakların tekstürleri Bouyoucos hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Gee and Bauder 1986).

3.2.1.b. Toprak reaksiyonu

Toprakların pH'ları 1:2,5'luk toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Mc Lean 1982).

3.2.1.c. Kireç

Toprakların kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Nelson 1982).

3.2.1.d. Organik madde

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).

3.2.1.e. Toplam azot

Toprakların toplam azot içerikleri, sülfürik asit tuz karışımında yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra azotun damıtılması esasına dayanan mikro Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner and Mulvaney 1982).

3.2.1.f. Katyon değişim kapasitesi

Toprakların katyon değişim kapasiteleri, örneklerde sodyum asetatla (1 N, pH=8,2) sodyum adsorpsiyonu sağlandıktan sonra, amonyum asetatla (1 N, pH=7,0) ekstrakte edilen solusyonlarda Na miktarı ICP OES (Optima 2100 DV Perkin Elmer) spektrofotometresinde okunmak suretiyle tespit edilmiştir (Rhoades 1982a).

3.2.1.g. Değişebilir katyonlar

Toprakların değişebilir katyonları amonyum asetatla (1 N, pH=7,0) çalkalanıp ekstrakte edildikten sonra ICP OES spektrofotometresinde okunmak suretiyle tespit edilmiştir (Thomas 1982).

3.2.1.h. Fosfor

Molibdofosforik mavi renk yöntemine göre oluşturulan mavi renkli çözeltinin ışık absorpsiyonu 660 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Olsen and Sommers 1982).

3.2.1.i. Elektriksel iletkenlik

Hazırlanan saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon süzüklerinde elektriki kondüktivite aleti ile $\mu\text{mhos/cm}$ olarak belirlenmiştir (Rhoades 1982b).

3.2.1.j. Hacim ağırlığı

Toprakların hacim ağırlıkları silindir yöntemiyle belirlenmiştir (Blake and Hartge 1986).

3.2.1.k. Agregat stabilitesi (AS)

Toprakların agregat stabilitesi değerleri hava kurusu <0.5, 0.5-1.0, 1-2, 2-4 büyüklüğündeki agregat fraksiyonlarında 0,25 mm. elek açıklığında, 12,7 mm. darbe uzunluğu ve 42 devir/dak. darbe frekansına sahip yoder tipi ıslak eleme aleti kullanılarak belirlenmiştir (Kemper and Rosenau 1986).

$$AS = \frac{P_1 - P_2}{P - P_2} \times 100$$

AS: Agregat stabilitesi, %

P_1 : Stabil agregat + Kum miktarı, g

P_2 : Kum miktarı, g

P: Fırın kuru toprak miktarı, g

3.2.1.l. Dispersiyon oranı (DO)

Toprak örneklerinin su içerisinde disperse edilmesinden önce ve sonra, 50 mikrondan daha küçük fraksiyonların hidrometre yardımıyla ölçülmesi ve aşağıdaki eşitliğin kullanılmasıyla hesaplanmıştır (Bryan 1968; Lal 1988).

$$DO = \text{Süspansiyonda ölçülen toplam (silt+kil)} / \text{Mekanik analizde ölçülen toplam (silt+kil)} \times (100)$$

DO: Dispersiyon Oranı (%)

3.2.1.m. Hava geçirgenliği (HG)

Bozulmamış toprak örneği alma silindirleri içerisine yerleştirilmiş toprak örneklerinde Kmoach aygıtı kullanılarak belirlenmiştir (Corey 1986).

$$HG = n \times V \times L / t \times P \times A$$

HG: Hava geçirgenliği, cm^2 , (Değerler μ^2 olarak verilmiştir)

n: Ölçümün yapıldığı andaki sıcaklıktaki havanın viskozitesi, dyne.sn cm^{-2}

V: Hava deposunun hacmi, cm^3

L: Toprak sütununun kalınlığı, cm

t: Havanın topraktan geçme süresi, sn

P: uygulanan hava basıncı, dyne cm^{-2}

A: Toprak sütununun taban alanı, cm^2

3.2.1.n. Su geçirgenliği (SG)

Hava geçirgenliğinde kullanılmış olan pirinç silindirler üzerine uzun plastik silindirler takılıp toprak yüzeyine kaba filtre kağıdı konulduktan sonra, pirinç kaplar geçirgenlik

sehpaları üzerine oturtularak ve sabit su seviyesi sağlayacak düzenek yardımıyla toprak üzerinde belli bir kalınlıkta su göllendirilmiştir. Su damlamaya başladıktan sonra damlayan suyun hacmi ölçülü bir kaptaki biriktirilmiş ve suyun hacmi her 10 dakikada bir ölçülerek kaydedilmiştir. Bu işleme su hacmi sabitleşinceye kadar devam edilmiş ve su geçirgenliği aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Klute and Dirksen 1986).

$$SG = (n / q \times g) \times (Q \times L / t \times h \times A)$$

SG: Su geçirgenliği, cm², (Değerler μ² olarak verilmiştir)

Q: 10 dakikalık aralıklarla sızan suyun hacmi, ml

L: Toprak sütununun yüksekliği, cm

h: Toprak sütununun tabanından serbest su düzeyine olan uzaklık, cm

A: Toprak sütununun taban alanı, cm²

g: Yerçekimi ivmesi, g cm⁻²

n: Ölçümün yapıldığı andaki sıcaklıktaki suyun viskozitesi, dyne.sn cm⁻²

q: Ölçümün yapıldığı andaki sıcaklıktaki suyun yoğunluğu, g cm⁻³

t: Topraktan Q hacminde suyun geçmesi için gerekli süre, sn

3.2.1.o. Likit limit (LL)

Macun kıvamına getirilen toprakların cone-penetrometre cihazı yardımıyla batma derinliği ve nem içeriği belirlenerek likit limit değerleri tespit edilmiştir (Head 1984).

3.2.1.p. Plastik limit (PL)

Likit limit için hazırlanan toprak macunu belli bir süre açık havada bırakılıp toprak macununun avuç içine yapışmayacak kıvama gelene kadar nem kaybına müsaade edilmiştir. Bu kıvamda spatula ile bir miktar macun alınarak düz bir levha üzerinde 3 mm çapında ince bir çubuk meydana getirilmeye çalışılmıştır. Bu işleme, çubuğun dağılmaya başladığı kıvama kadar devam edilmiştir. Kırılan parçalar darası alınmış alüminyum kap içerisine konularak 105°C de bir gece etüvde bekletilmiştir. Desikatörde

soğutulup tartılan örneklerin %nem içerikleri ağırlık esasına göre belirlenerek plastik limit değeri kaydedilmiştir (Head 1984).

3.2.1.r. COLEçubuk değeri

Doygunluk derecesine yakın nem içeren çamurdan bir şırınga yardımıyla 1 cm çapında ve 6-10 cm uzunluğunda çubuklar hazırlanıp nemli uzunlukları kaydedilmiş, çubukların 48 saat süreyle havada kurutulduktan sonra uzunlukları tekrar belirlenerek aşağıdaki eşitlik yardımıyla COLEçubuk değerleri hesaplanmıştır (Schafer and Singer 1976).

$$\text{COLEçubuk} = (L_m - L_d) / L_d$$

L_m : Nemli Çubuğun Uzunluğu, cm

L_d : Kuru Çubuğun Uzunluğu, cm

3.2.1.s. Büzülme limiti (BL)

Doygunluk derecesine yakın neme sahip toprak macunu bir buharlaştırma kabı içerisine hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmiş ve yüzeyi düzeltilip, fırında kurularak büzülme limiti değeri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (ASTM 1974).

$$\text{BL} = W - ((V - V_0) / W_0) \times 100$$

W: Yaş toprağın nem içeriği, %

V: Yaş toprak kalıbının hacmi, cm³

V_0 : Fırın kuru toprak kalıbının hacmi, cm³

W_0 : Fırın kuru toprak kalıbının kütlesi, g

(V ve V_0 , civa ile yer değiştirme yöntemiyle bulunmuştur.)

3.2.1.t. Hacimsel büzülme (HB)

Bu değer aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuştur (ASTM 1974).

$$HB = ((V_m - V_b) / V_m) \times 100$$

V_m : Yaş Toprak Macununun Konulduğu Biriket Kalıbının Hacmi, cm^3

V_b : Kuru Biriketin Hacmi, cm^3

3.2.1.u. Serbest Şişme indeksi (SSI)

Yaklaşık 10 gr toprak 6 cm^3 lük bir kap içerisine istiflenip üzeri düzeltilerek su içerisinde bir gece serbest ŐiŐmeye bırakılmıŐ ve ŐiŐerek kabın dışına çıkan kısım, fırında kurutulup aşağıdaki eşitlik yardımıyla serbest Şişme indeksi değeri bulunmuştur (Ross 1978).

$$SSI = W / (W_0 - W)$$

W: ŐiŐerek kabın dışına taŐan kuru ağırlık, g

W_0 : Kap içerisine istiflenen toprağın baŐlangıçtaki ağırlığı, g

3.2.2. İstatistiksel değerlendirme

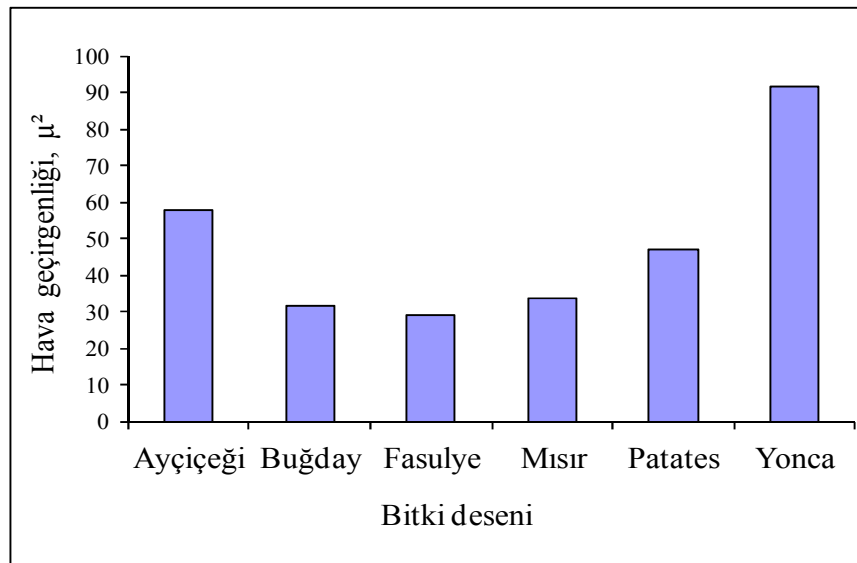
Çalışma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak önemli olan sonuçlara Duncan oklu karŐılaŐtırma test yöntemi uygulanmıŐtır (SPSS 1999).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Toprak Fiziksel Özellikleri

Çalışma alanı topraklarının fiziksel özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çalışma alanı toprakları Çiftlik serisi olarak tanımlanmış olup, %30 kil, %29 silt ve %41 kum içeriğine sahiptir ve killitın tekstürel sınıfında yer almaktadır.

Çalışma alanı topraklarının hacim ağırlıkları ($0,95\text{gr/cm}^3$) ile ($1,06\text{ gr/cm}^3$) arasında değişmektedir. Toprak örnekleri içinde en yüksek hacim ağırlığı değeri mısır toprağında ($1,06\text{ gr/cm}^3$) ölçülürken en düşük değerin yonca ($0,95\text{gr/cm}^3$), fasulye ($0,95\text{gr/cm}^3$) ve ayçiçeği ($0,95\text{gr/cm}^3$) toprağında tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Hacim ağırlığı bakımından farklı bitki paterni altındaki topraklar arasında istatistiksel bir fark tespit edilememiştir. Yonca toprağında yüksek agregatlaşma, toprak taneciklerinin sistematik olarak kümelenmesini sağlayarak, sıkışma oranının daha düşük ve dolayısıyla birim hacimdeki madde miktarının daha az olmasını sağlar. Bu sebeple HA nın, AS değerlerinin yüksek olduğu yonca toprağında düşük iken, AS değerleri düşük olan mısır ve patates toprağın da yüksek olduğu görülmektedir.



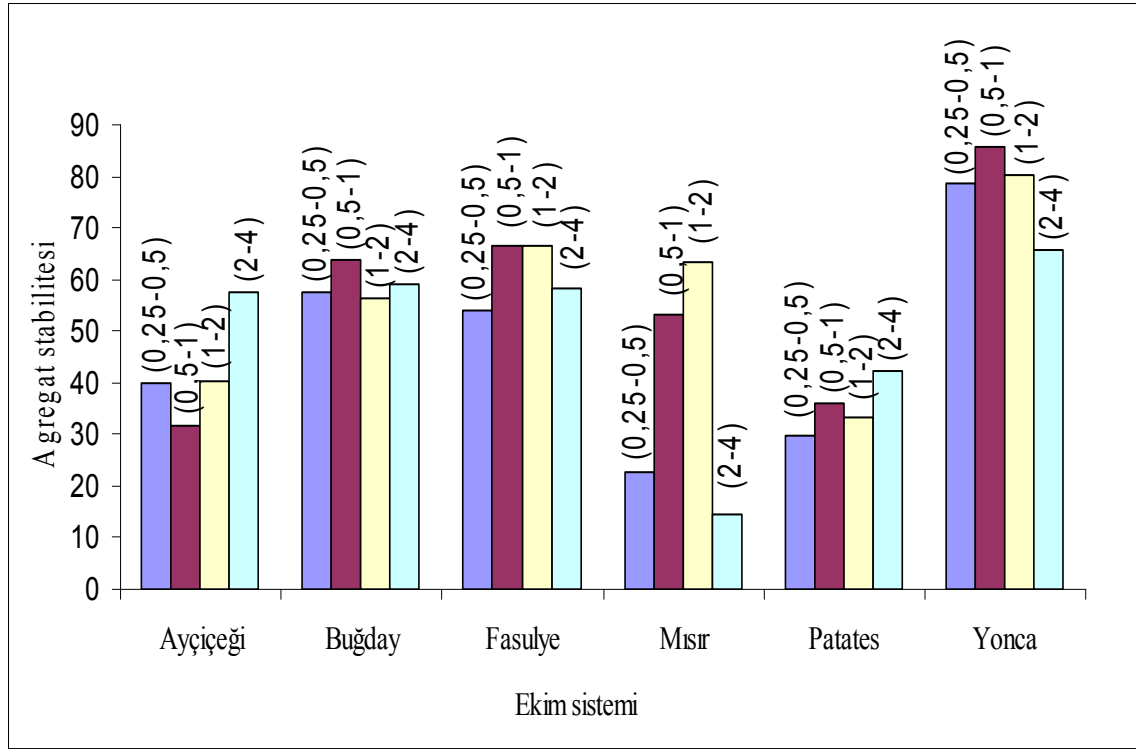
Şekil 4.1. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda hacim ağırlığı değişimi

Çizelge 4.1. Araştırma topraklarının fiziksel özellikler

Ekim Sistemi	Mekanik Analiz			HA gr/cm ³	Agregat Stabilitesi (%)				DO* (%)	HG* µ ²	SG* µ ²
					Agregat Büyüklüğü mm						
	Kil (%)	Silt (%)	Kum(%)	0,25-0,5*	0,5-1*	1-2*	2-4*				
Ayçiçeği	30	29	41	0,95	39,78c	31,73d	40,13d	57,63b	57,74bc	57,51b	0,74b
Buğday				0,99	57,64b	63,89b	56,27c	58,95b	51,48c	31,76d	1,15b
Fasulye				0,95	53,86b	66,33b	66,43b	58,21b	65,31b	28,88d	0,52b
Mısır				1,06	22,78d	53,38c	63,24bc	14,31d	79,42a	33,44cd	0,54b
Patates				0,99	29,61cd	36d	33,4d	42,11c	62,17bc	46,81bc	0,71b
Yonca				0,95	78,46a	85,54a	80,11a	65,55a	39,79d	91,79a	2,04a

(*): Önemli (p≤0,05) HA: Hacim ağırlığı, DO: Dispersiyon oranı, HG: Hava geçirgenliği, SG: Su geçirgenliği

Farklı ekim sistemleri altındaki toprakların agregat stabilitesi değerleri agregat büyüklük dağılımına göre önemli farklılıklar göstermektedir (Çizelge 4.1, Şekil 4.2). Agregat büyüklük çaplarında en yüksek agregat stabilitesi değerlerinin yonca ekili topraklarda, en düşük değerlerin ise patates ekili alanlarda olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı ekim sistemleri altındaki toprakların agregat stabilitesi değerleri

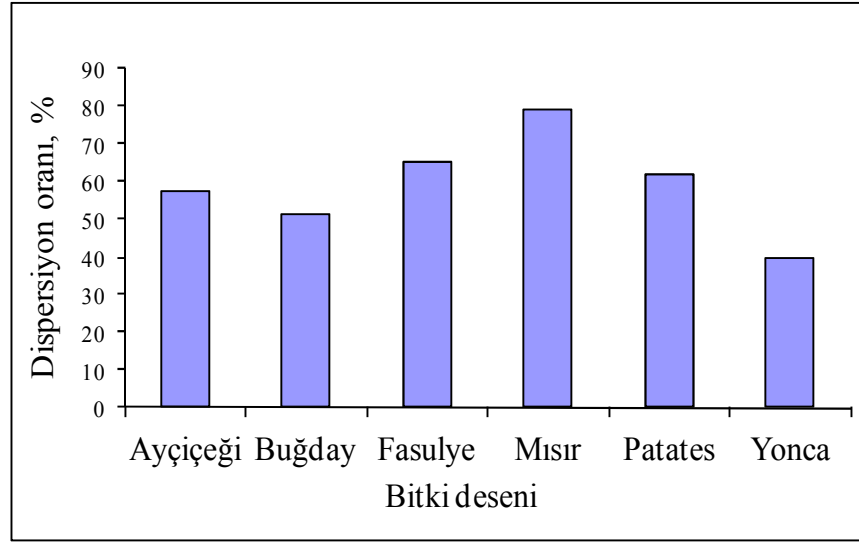
0,25-0,5 mm agregat büyüklüğünde toprak örnekleri içinde en yüksek AS değeri yonca toprağında (%78,46) ölçülürken en düşük değer mısır (%22,78) toprağında olduğu tespit edilmiştir. Farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların 0,25-0,5 mm büyüklüğündeki agregat stabilitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar mevcuttur ($p \leq 0,05$). 0,5-1 mm agregat büyüklüğünde toprak örnekleri içinde en yüksek AS değeri yonca toprağında (%85,54) ölçülürken en düşük değer ayçiçeği (%31,73) toprağında olduğu tespit edilmiştir. Farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların 0,5-1,0 mm büyüklüğündeki agregat stabilitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar mevcuttur ($p \leq 0,05$).

1-2 mm agregat büyüklüğünde toprak örnekleri içinde en yüksek AS değeri yonca toprağında (%80,11) en düşük değer patates (%33,44) toprağında tespit edilmiştir.

2-4 mm agregat büyüklüğünde ise toprak örnekleri içinde en yüksek AS değeri yonca toprağında (%65,55) en düşük değer mısır (%14,31) toprağında tespit edilmiştir. Farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların 2-4 mm büyüklüğündeki agregat stabilitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar belirlenmiştir ($p \leq 0,05$).

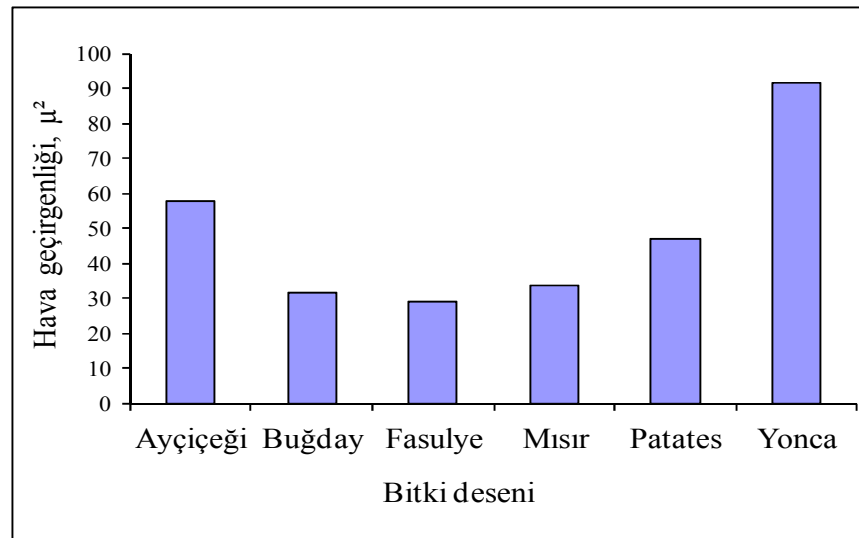
Toprakların dispersiyon oranı (%39,79) ile (%79,42) arasında değişmektedir. Farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların dispersiyon oranı değerlerinde istatistiksel olarak çok önemli farklar saptanmıştır ($p \leq 0,01$). Toprak örnekleri içinde en yüksek dispersiyon oranı değeri mısır toprağında (%79,42) ölçülürken en düşük değer yonca (%39,79) toprağında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

Yonca toprağında, yonca bitkisinden salınan yüksek OM ye bağlı olarak, toprak tanecikleri arasında güçlü bir çekim kuvveti oluşmuş ve bu durum DO oranı değerlerini düşürmüştür. Toksoy (1998), dispersiyon oranı ile agregat stabilitesi arasında önemli bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. Agregatların parçalanarak dispers olması ve strüktürel yapının dağılması olarak ifade edilen dispersiyonun, yonca toprağında çok düşük düzeyde olması ve aynı toprakta agregat stabilitesi değerlerinin en yüksek düzeyde görülmesi, yonca bitkisinin agregatlaşmayı arttırarak strüktürel yapıyı geliştirdiğini işaret etmektedir.



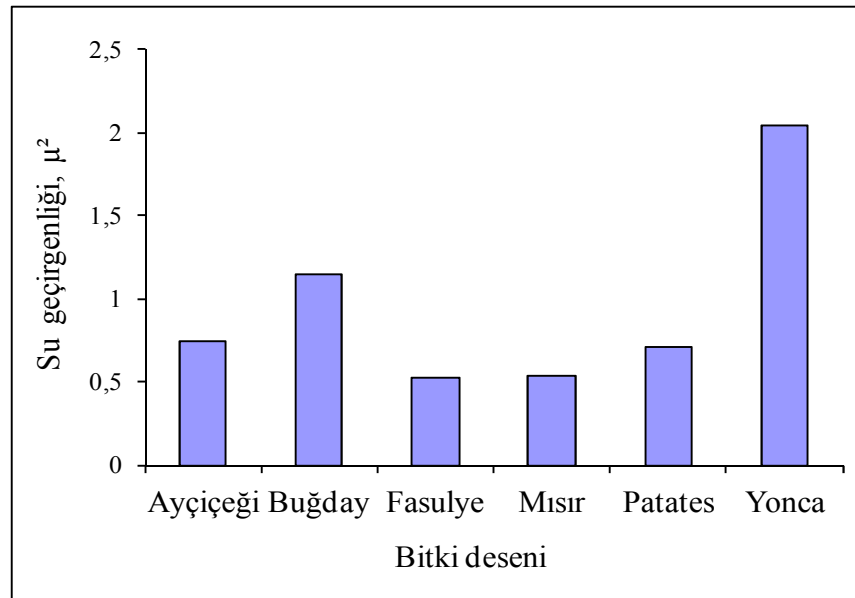
Şekil 4.3. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların dispersiyon oranındaki değişim.

Toprak hava geçirgenliği değerleri ($28.88 \mu^2$) ile ($91,79 \mu^2$) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Toprak örnekleri içinde en yüksek hava geçirgenliği değeri yonca toprağında ($91,79 \mu^2$) ölçülürken en düşük değer fasulye ($28.88 \mu^2$) toprağında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Çizelge 4.1 incelendiğinde farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların hava geçirgenliği değerlerinde istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar olduğu görülmektedir ($p \leq 0,01$). Agregat stabilitesi ve organik madde miktarı yüksek olan yonca toprağında hava geçirgenliğinin yüksek olması beklenen bir sonuçtur.



Şekil 4.4. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda hava geçirgenliği değişimi.

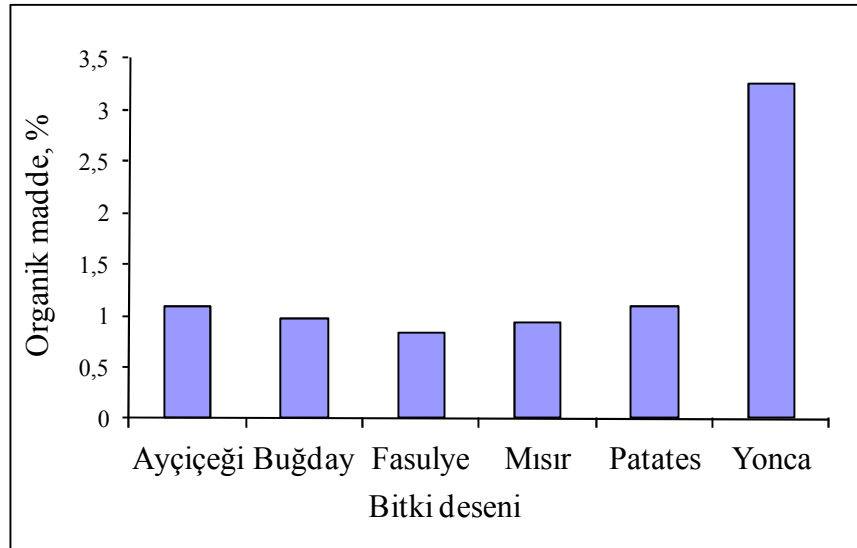
Toprakların su geçirgenliği değerleri ($0,52 \mu^2$) ile ($2,04 \mu^2$) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1, Şekil 4.5). Hava geçirgenliğine benzer olarak, toprak örnekleri içinde en yüksek su geçirgenliği değeri yonca toprağında ($2,04 \mu^2$) ölçülürken en düşük değerin fasulye ($0,52 \mu^2$) toprağında olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu Çizelge incelendiğinde farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların su geçirgenliği değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu saptanmıştır ($p \leq 0,05$). Çizelge 4.1'de agregat stabilitesi değerlerinin yonca toprağında en yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Yonca toprağında geçirgenlik oranının en yüksek düzeyde olması agregat stabilitesi ile ilgili bir durumdur. Toprağın strüktürel yapısı iyileştikçe porozite artmakta ve su daha hızlı bir şekilde toprağa infiltrasyon olmaktadır. Su geçirgenliği oranının fasulye, mısır ve patates topraklarında düşük ve birbirine yakın düzeylerde olduğu görülmektedir. Toprak strüktüründeki makro gözenekliliğin artması veya mikro gözenekliliğin azalması hidrolik iletkenliğin artmasına neden olmaktadır (Ahuja *et al.* 1984). Organik madde miktarı ve organik maddenin toprak agregat yapısını düzenleyici etkisinin yanı sıra toprağın tekstürel yapısı da hidrolik iletkenlik değerlerini etkilemektedir.



Şekil 4.5. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda su geçirgenliği değişimi.

4.2. Toprakların Kimyasal Özellikleri

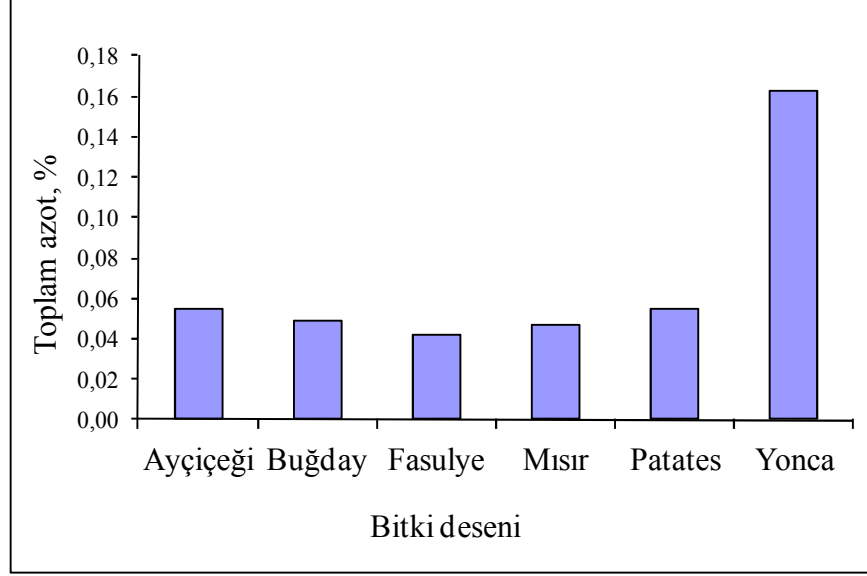
Çalışma alanı topraklarının kimyasal özellikleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Toprakların organik madde içerikleri (%0,84) ile (%3,25) arasında değişmekte olup, yonca toprağı hariç diğerleri büyük bir benzerlik göstermektedir. Topraklar içinde en yüksek organik madde değerinin yonca toprağında (%3,25) ve en düşük değerin ise fasulye toprağında (%0,84) olduğu görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda organik madde değişimi

Toprakların toplam azot miktarları ise (%0,042) ile (%0,162) arasında değişmektedir. Toprak örnekleri içinde en yüksek azot değeri yonca toprağında (%0,162) ölçülürken en düşük değerin fasulye (%0,042) toprağında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.7). Toprakların azot içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu saptanmıştır ($p \leq 0,05$). Yeşil gübre toprağı azot girdisi sağlar (Soyergin 2003). Bitkiler, karbon ve azot mineralizasyonu sayesinde agregasyon üzerinde etkili olabilirler (Scoot 1998). Şekil 4.2 de en yüksek agregat stabilitesi değerlerinin yonca toprağında olması ve Çizelge 4.2’de en yüksek azot değerlerinin yonca toprağında görülmesi, agregat stabilitesi değerleri ile toplam azot miktarı arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.7 incelendiğinde azot değerleri, ayçiçeği, buğday, fasulye, mısır ve patates topraklarında birbirine yakın ve düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.



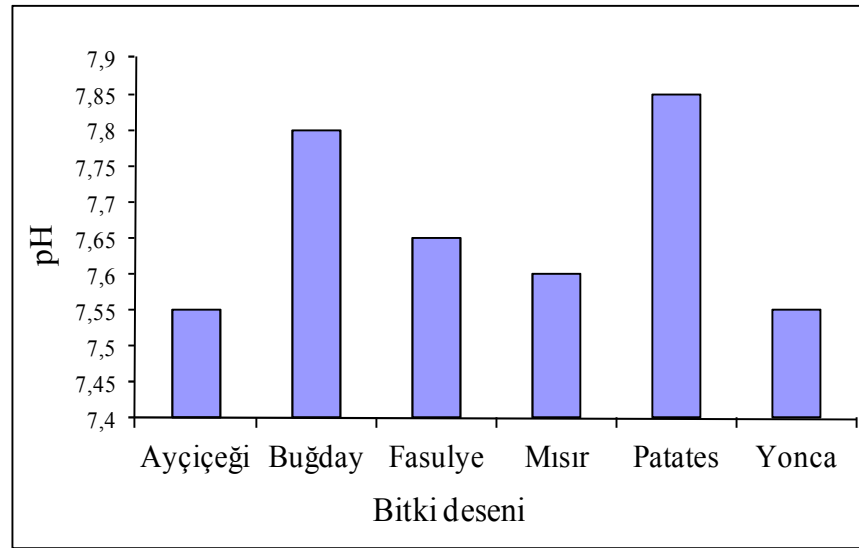
Şekil 4.7. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların toplam azot içeriğindeki değişim.

Çizelge 4.2. Araştırma topraklarının kimyasal özellikler

Ekim Sistemi	OM* (%)	ΣN* (%)	pH*	EC (µmhos/cm)	Kireç* (%)	KDK* (me/100 gr)	P* (ppm)	Değişebilir Katyonlar (me/100gr)			
								Ca*	Mg*	Na*	K*
Ayçiçeği	1,1b	0,055b	7,55c	341,5	0,42b	25,8a	54,5a	12,97c	2,45bc	0,8b	3,78c
Buğday	0,97b	0,048b	7,80ab	370	0,6b	24,585b	35b	15,02b	2,36c	1,08a	3,35d
Fasulye	0,84b	0,042b	7,65abc	458,5	0,53b	23,025c	35 b	12,73c	2,7ab	0,93ab	3,86c
Mısır	0,94b	0,047b	7,60bc	310	0,14c	22,58c	68,5a	9,61d	2,36c	0,93ab	4,65a
Patates	1,09b	0,054b	7,85a	408,5	0,87a	24,07b	53a	14,04b	2,68ab	1,06a	3,33d
Yonca	3,25a	0,162b	7,55c	328,5	0,55b	22,86c	53,5a	16,37a	2,8a	0,83b	4,07b

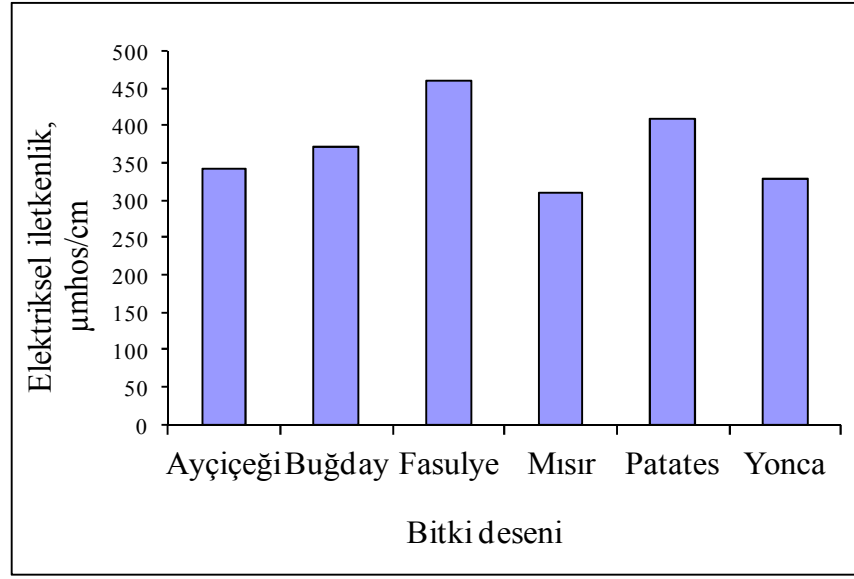
(*): Önemli ($p \leq 0,05$) OM: Organik madde, ΣN: Toplam azot, EC: Elektriksel iletkenlik, KDK: Katyon değişim kapasitesi P: Fosfor, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Na: Sodyum, K: Potasyum

Toprakların pH değerleri (7,55) ile (7,85) arasında değişmekte olup reaksiyon bakımından nötr ile orta derecede alkalın karakterlidir. En yüksek pH değeri patates (7,85) bitkisi yetiştirilen toprakta, en düşük pH değeri ise ayçiçeği (7,55) ve yonca (7,55) toprağında tespit edilmiştir (Şekil 4.8). pH değerleri arasındaki bu fark toprakların organik madde miktarındaki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Zira toprakta organik atıkların parçalanıp ayrışmasıyla açığa çıkan CO₂ gazı toprakta bulunan mevcut su (H₂O) ile reaksiyona girerek karbonik aside (H₂CO₃) dönüşebilmektedir (Sağlam 1997). En yüksek organik madde değerine sahip olan yonca toprağında bitki artığı ilavesinin toprağın pH seviyesini düzenleyerek nötr değere (7,00) yaklaştırdığı görülmektedir. Çizelge 4.2 incelendiğinde söz konusu farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların pH değerinde istatistiksel olarak önemli farklar olduğu görülmektedir ($p \leq 0,05$).



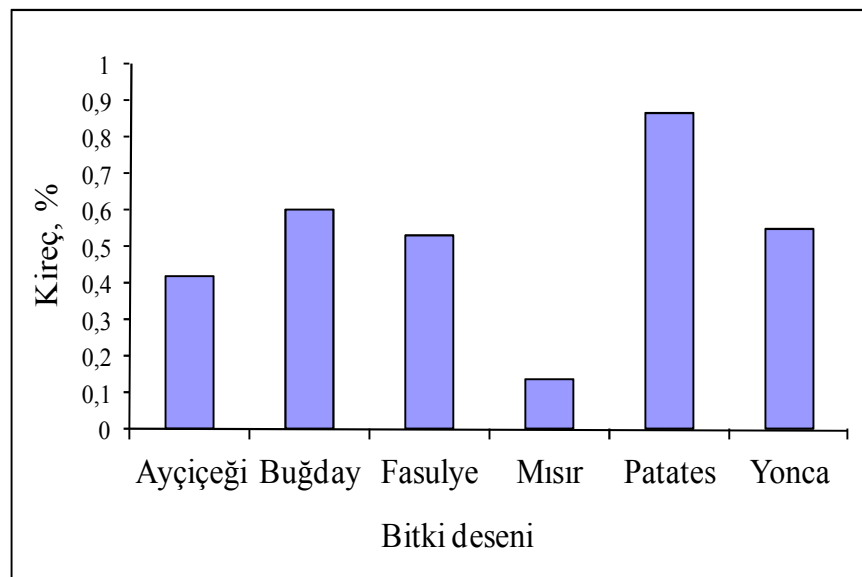
Şekil 4.8. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda pH değişimi.

Toprakların EC değerleri içerisinde en yüksek değer in fasulye toprağında (458,5 $\mu\text{mhos/cm}$) olduğu görülürken en düşük değer ise mısır toprağında (310 $\mu\text{mhos/cm}$) ölçülmüştür (Şekil 4.9). Değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemektedir. Çizelge 4.2 incelendiğinde mısır ve yonca ile patates ve buğday bitkilerinin elektriksel iletkenliğinin yakın değerlerde olduğu görülmektedir.



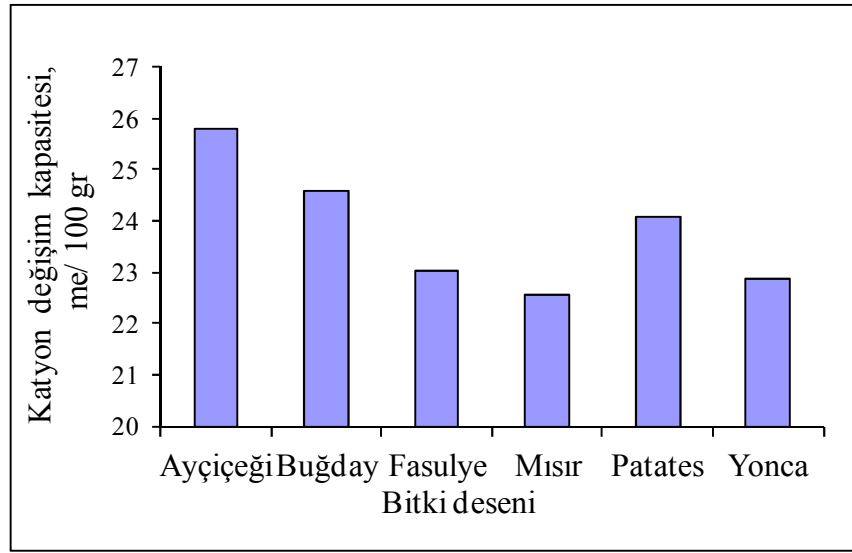
Şekil 4.9. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda elektriksel iletkenlik değişimi.

Toprakların kireç içerikleri (%0,14) ile (%0,87) arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Toprak örnekleri içinde en yüksek kireç değeri patates toprağında (%0,87) ölçülürken en düşük değerin mısır (%0,14) toprağında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.10). Farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların kireç değerinde istatistiksel olarak çok önemli bir fark olduğu görülmektedir ($p \leq 0,01$).



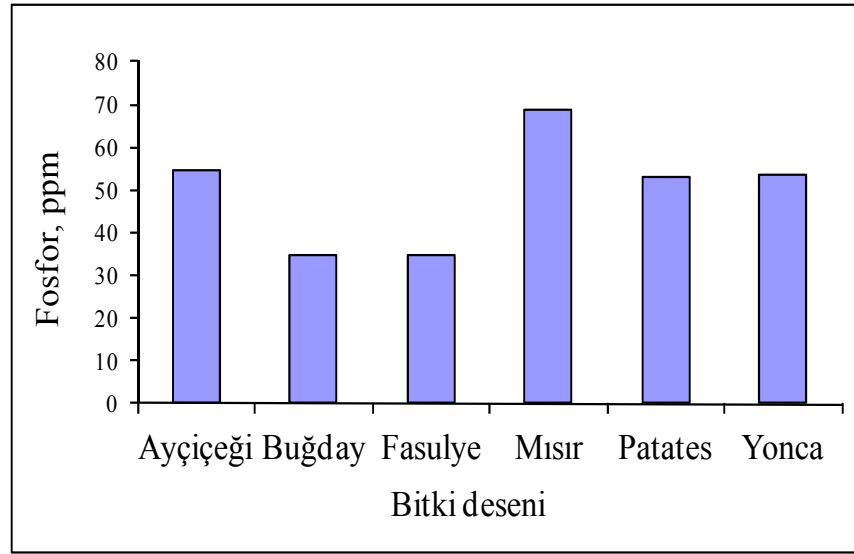
Şekil 4.10. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların kireç oranındaki değişim.

Farklı bitkilerin yetiştirildiği topraklara ait KDK değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Toprakların KDK parametreleri içinde en yüksek değer ayçiçeği toprağında (25,8 me/100gr) olduğu görülürken, en düşük değerin ise mısır toprağında (22,58 me/100gr) olduğu görülmektedir (Şekil 4.11). Toprakların KDK değeri istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermektedir ($p \leq 0,01$). Patates, buğday ve ayçiçeği topraklarında KDK yüksek değerlerde iken fasulye, mısır ve yonca topraklarında birbirine yakın ve düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.11. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda katyon değişim kapasitesi değişimi.

Farklı bitki yönetimi altındaki topraklara ait fosfor değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Örnek topraklar arasında en yüksek fosfor değeri mısır toprağında (68,5 ppm) ölçülürken en düşük değerlerin buğday (35 ppm) ve fasulye (35 ppm) toprağında olduğu görülmüştür (Şekil 4.12). Toprakların fosfor değerlerinde istatistiksel olarak çok önemli farklar vardır ($p \leq 0,01$).



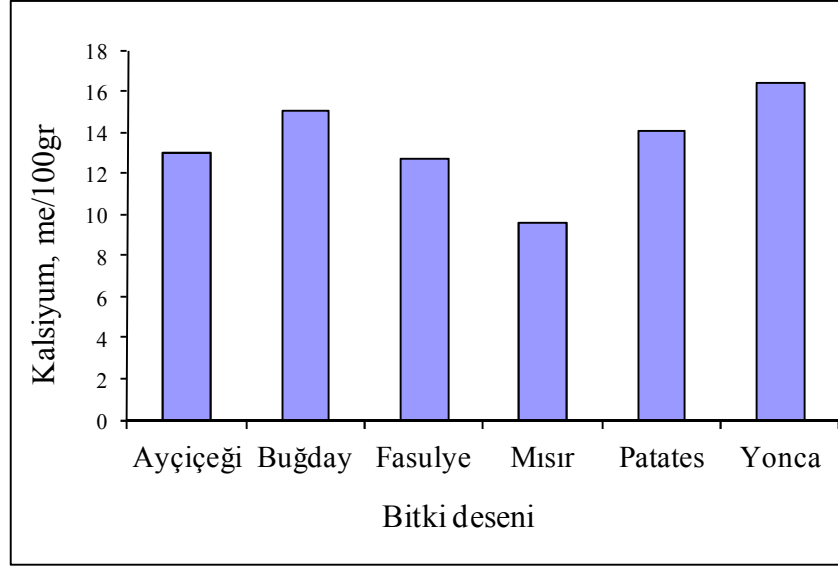
Şekil 4.12. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda fosfor içeriği değişimi.

Farklı bitki yönetimi altındaki topraklara ait değişebilir katyon değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Örnekler içinde en yüksek kalsiyum değeri yonca toprağında (16,37 me/100gr) görülürken en düşük değerin ise mısır toprağında (9,61 me/100gr) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.13). Şekil 4.2 de verilen agregat stabilitesi değerleri içinde en yüksek değerin yonca toprağında ölçülmesi, kalsiyumun toprak strüktürünü iyileştirici bir etki yapmış olabileceğini ortaya koymaktadır. İki değerlikli kalsiyum ve magnezyum katyonları, kil parçacıkları ve organik-C ile katyonik bağlar kurarak toprak strüktürünü geliştirir (Bronick and Lal 2005). Çizelge 4.2 incelendiğinde farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların kalsiyum miktarlarında istatistiksel olarak çok önemli farklar olduğu saptanmıştır ($p \leq 0,01$). Kalsiyum değerleri buğday ve yonca topraklarında yüksek seviyelerde olduğu görülürken ayçiçeği ve fasulye topraklarında birbirine yakın ve orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Kalsiyum kilin flokülasyonunu sağlamaktadır (Güler 2001). Toksoy (1998), toprakların organik madde ve agregat stabilitesi ile Ca değerleri arasında önemli bir pozitif ilişkinin olduğunu bildirmiştir.

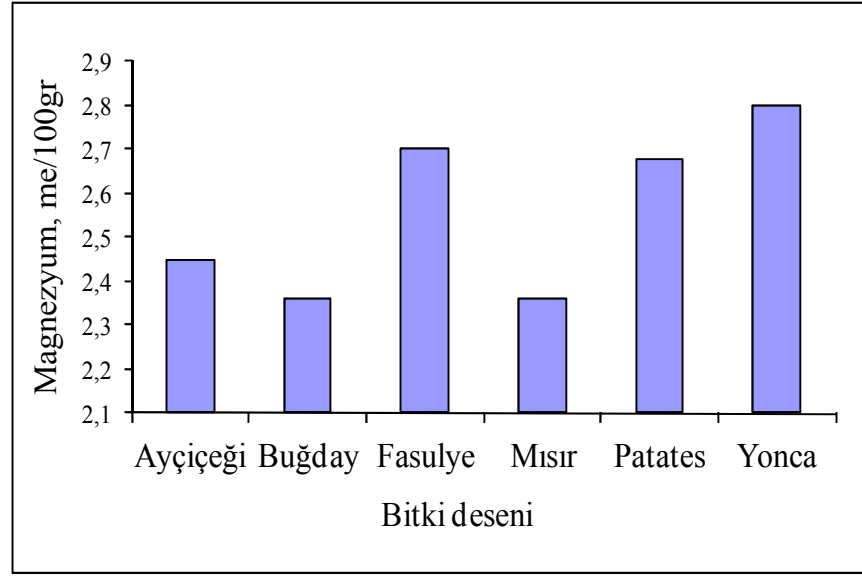
En yüksek organik madde içeriğine sahip olan yonca toprağının aynı zamanda en yüksek Ca değerlerine de sahip olması bu bilimsel çalışmayı destekler niteliktedir.



Şekil 4.13. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda kalsiyum içeriği değişimi.

Toprak örnekleri içinde en yüksek Mg değeri yonca toprağında (2,8 me/100gr) ölçülürken en düşük değerin mısır (2,36 me/100gr) ve buğday (2,36 me/100gr) topraklarında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların magnezyum miktarlarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır ($p \leq 0,05$).

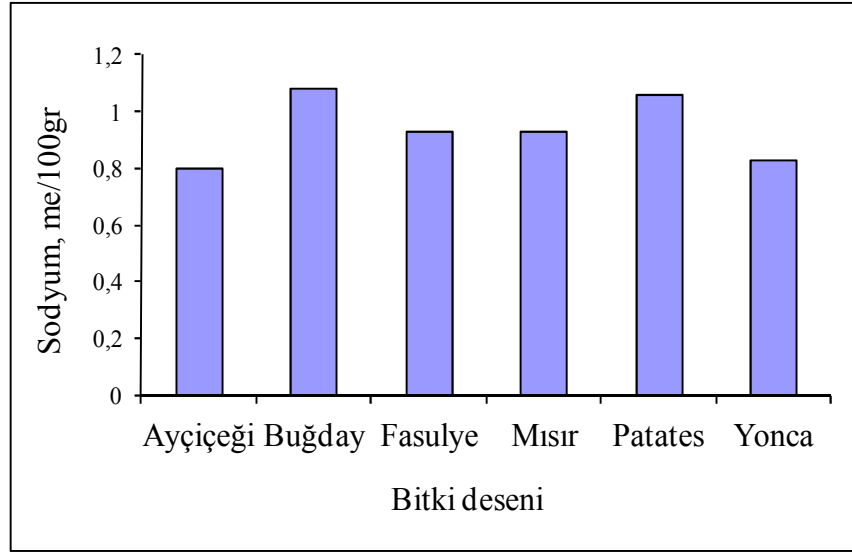
Mg kilin flokülasyonunu sağlamaktadır (Güler 2001). Sönmez (1980), Atatürk Üniversitesi çiftlik arazisinde yaptığı bir çalışmada, toprakların değişebilir Ca ve Mg toplamları ile agregasyon arasında %5 ihtimalle önemli bir ilişki ($r^2=0,58$) olduğunu bulmuştur. Agregat stabilitesi değerleri en yüksek düzeyde olan yonca toprağının en yüksek Mg değerine sahip olması agregat stabilitesi ile Mg arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.14. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda magnezyum içeriği değişimi.

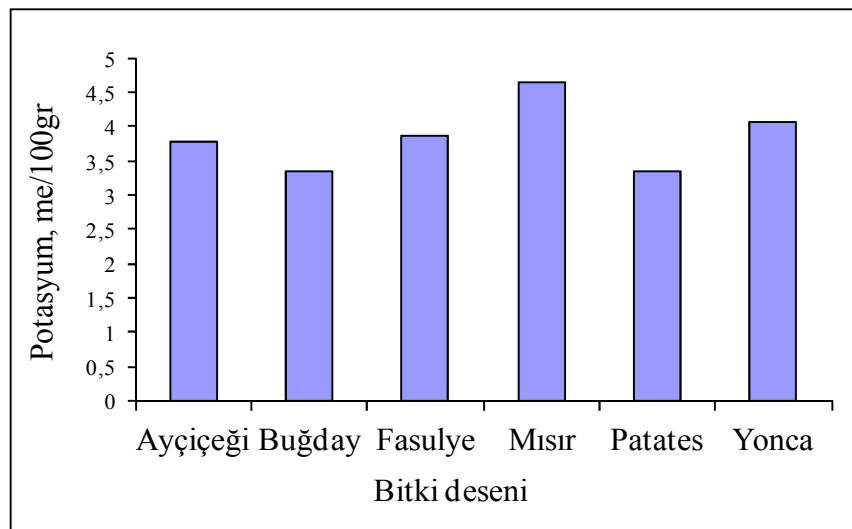
Toprak örnekleri arasında en yüksek sodyum değeri buğday toprağında (1,08 me/100gr) ölçülürken, en düşük değer ayçiçeği (0,8 me/100gr) ve yonca (0,83 me/100gr) toprağında olduğu görülmektedir (Şekil 4.15).

Sodyum, yüksek oranda dispers edici olarak agregatların bozulmasına doğrudan etki ederken, dolaylı olarak da bitki üretkenliğini azaltarak agregasyonu etkiler (Bronick and Lal 2005). Sodyumun toprak agregatlarını dispers edici etkisi, yapılmış olan birçok bilimsel çalışma ile ispatlanmıştır (Karagül 1994; Balcı 1996; Morgan 1985). Agregat stabilitesi değerlerinin buğday bitkisi toprağında yüksek olması ve buğday bitkisinin en yüksek sodyum değerine sahip olması bize araştırma topraklarının sodyum probleminin olmadığını işaret etmektedir. Söz konusu Çizelge incelendiğinde farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların sodyum miktarlarında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu görülmektedir ($p \leq 0,05$).



Şekil 4.15. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda sodyum içeriği değişimi.

Toprak örnekleri arasında en yüksek potasyum değeri mısır toprağında (4,65 me/100gr) ölçülürken, en düşük değer patates toprağında (3,33 me/100gr) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2, Şekil 4.16). Agregat stabilitesi değerleri içinde patates bitkisinin en düşük seviyelerde olması ve patates bitkisinde potasyumun düşük olması, bu elementin patates bitkisi tarafından fazlaca sömürülmesinin neticesinde toprak agregat yapısında bozulma meydana getirmiş olabileceğini düşündürmektedir. Toprakların potasyum miktarları istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar göstermektedir ($p \leq 0,01$).



Şekil 4.16. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda potasyum içeriği değişimi.

4.3. Toprak Mekaniksel Özellikleri

Çalışma alanı topraklarının mekaniksel özellikleri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

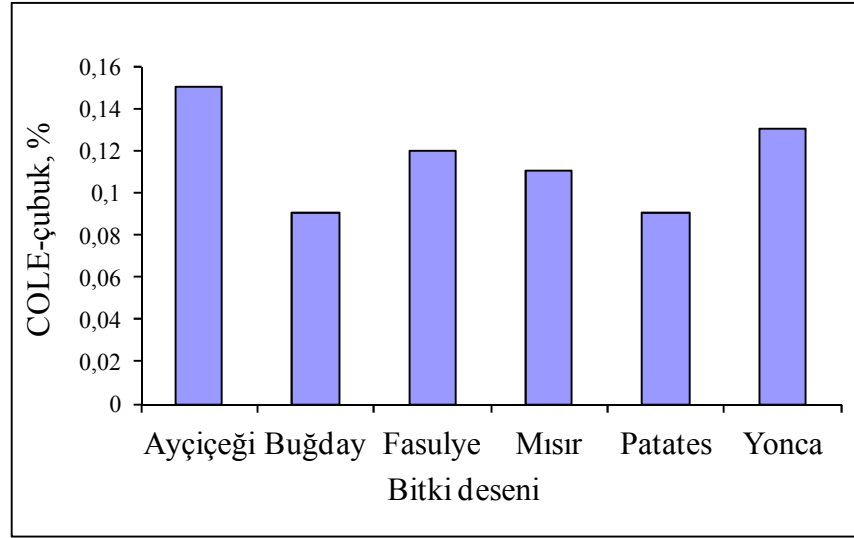
Çizelge 4.3. Araştırma topraklarının mekaniksel özellikleri

Ekim Sistemi	COLE	HB (%)	BL (%)	SSI* (%)	LL* (%)	PL* (%)
Ayçiçeği	0,15	61,96	13,5	0,36b	47,8ab	27,04a
Buğday	0,09	57,1	15,53	0,33b	41,65cd	22,97c
Fasulye	0,12	66,07	11,74	0,4b	47,1abc	24,96bc
Mısır	0,11	56,41	12,69	0,28b	40,3d	23,46c
Patates	0,09	60,01	13,45	0,25b	43,07bcd	24,94bc
Yonca	0,13	75,44	13,96	0,79a	52,39a	28,48a

(*): Önemli ($p \leq 0,05$) COLE: Doğrusal uzama katsayısı, HB: Hacimsel büzülme BL: Büzülme limiti, SSI: Serbest şişme indeksi, LL: Likit limit, PL: Plastik limit

4.3.1. Doğrusal Uzama Katsayısı (COLEçubuk)

Toprakların COLE-çubuk değerleri (0,09) ile (0,15) arasında değişmektedir (Şekil 4.17). Farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların COLEçubuk değerlerinde istatistiksel olarak herhangi bir fark olmadığı görülmektedir. Örnekler içinde en yüksek COLEçubuk değeri ayçiçeği toprağında (%0,15) ölçülürken, en düşük değer patates (%0,09) ve buğday toprağında (%0,09) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3). Özdemir (1991), yaptığı bir çalışmada toprağa organik artık karıştırılmasının toprağın COLEçubuk değerini düşürdüğünü tespit etmiştir. Sönmez (1981), toprağa ahır gübresi uygulanmasına bağlı olarak yüzde büzülme, büzülme oranı ve doğrusal uzama katsayısı (COLE) değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir azalma ve büzülme sınırında ise artma olduğunu kaydetmiştir.

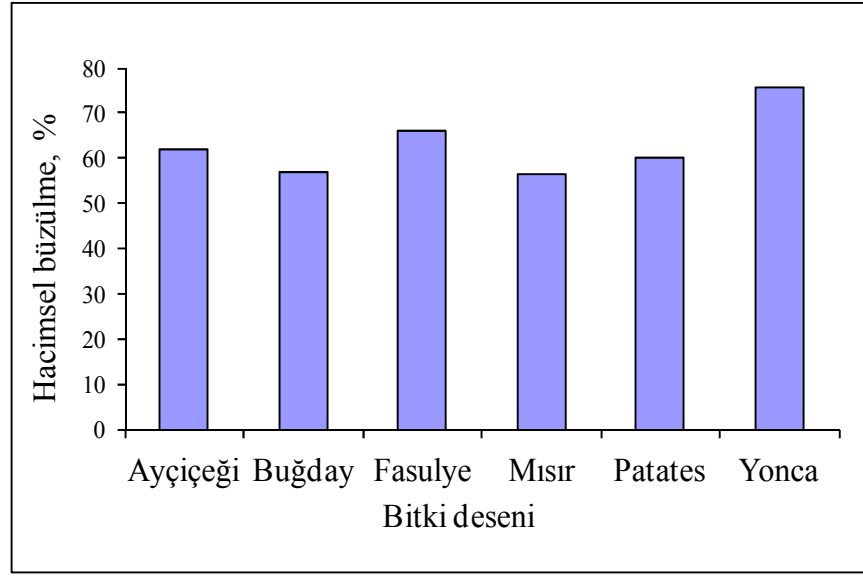


Şekil 4.17. Farklı bitki yönetimi altındaki topraklarda COLE-çubuk değerleri değişimi

4.3.2. Hacimsel büzülme (HB)

Farklı bitkilerin yetiştirildiği topraklara ait hacimsel büzülme değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Örnekler içinde en yüksek hacimsel büzülme değeri yonca toprağında (%75,44) ölçülürken, en düşük değer mısır toprağında (%56,41) olduğu görülmektedir (Şekil 4.18).

Hacimsel büzülme, toprak nem değerinin BL nem değerine kadar azalması durumunda toprak hacminde meydana gelen değişim olarak ifade edebiliriz. OM ve AS değerlerini incelediğimizde OM içeriği ile AS değerlerinin düşük olduğu mısır toprağında HB değerlerinin de düşük olduğu görülürken, AS değerlerinin yüksek olduğu yonca ve fasulye toprağında HB değerlerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Toprakların hacimsel büzülme değerlerinde istatistiksel olarak herhangi bir fark saptanmamıştır.



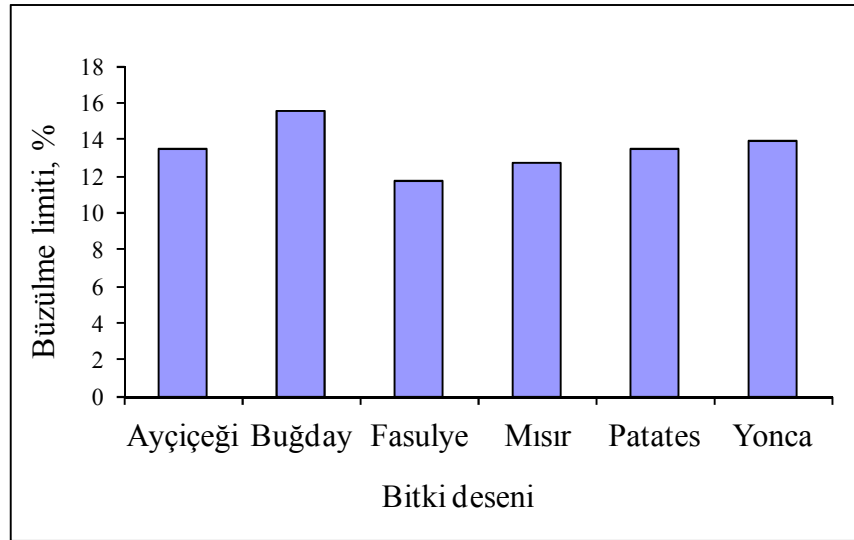
Şekil 4.18. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların hacimsel büzülme değerlerindeki değişim.

4.3.3. Büzülme limiti (BL)

Farklı ekim sistemleri altındaki topraklara ait büzülme limiti değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Söz konusu Çizelge incelendiğinde farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların büzülme limitinde istatistiksel olarak herhangi bir fark saptanmamıştır. Bununla birlikte en yüksek büzülme limiti değeri (%15,53) ile buğday bitkisinin yetiştirildiği toprakta, en düşük değer ise (%11,74) ile fasulye bitkisi toprağında ölçülmüştür (Şekil 4.19). Büzülme limitindeki bu fark toprakların organik madde miktarındaki farklılıktan kaynaklanmış olabilir.

Büzülme limiti, toprak kütlelerinin hacminde daha fazla azalma olmayacak şekilde, su içeriğindeki maksimum azalma olarak tanımlanır. Çizelgeler incelendiğinde AS değerleri ile BL değerleri arasında bir ilişki olmadığı görülmektedir. Toprakların BL değerlerinin birbirine çok yakın olması bize BL değerlerinin toprağın tekstürel yapısıyla bağlantılı olabileceğini işaret etmektedir. DeJong *et al.* (1990) toprakların A,B ve C horizonlarından alınan örneklerin LL, PL ve plastiklik indeksi (PI) değerleri ile kil içeriği arasında önemli bir pozitif kolerasyon olduğunu kaydetmişlerdir. Ancak organik maddenin fazlalığı da toprağın kil fraksiyonu gibi etkide bulunarak toprakların büzülme

limitinde artışlar meydana getirmiştir. McBride and Bobes (1989), organik maddenin toprak nem içeriği sınırlarını değiştirerek atterberg limitleri üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir.



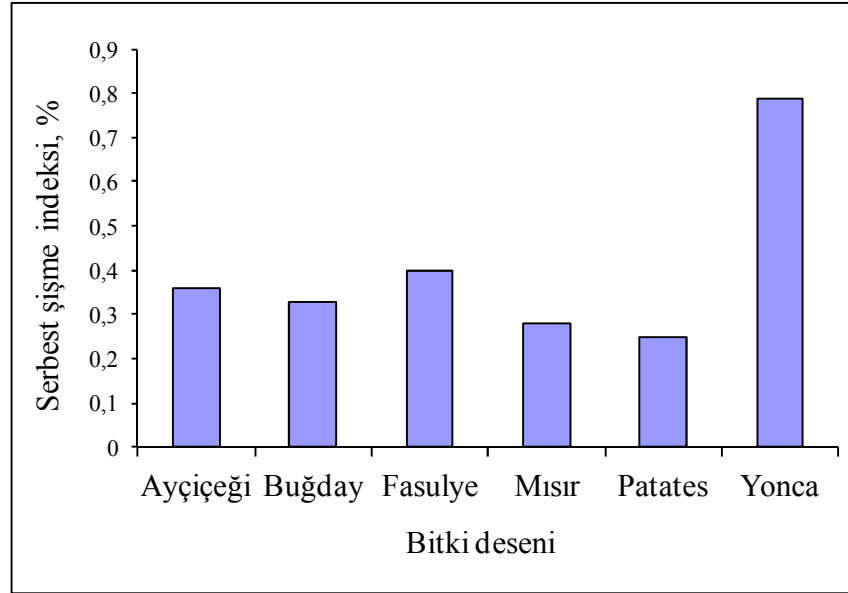
Şekil 4.19. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların büzülme limiti değerlerindeki değişim.

4.3.4. Serbest şişme indeksi (SSI)

Farklı bitkilerin yetiştirildiği topraklara ait serbest şişme indeksi değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Toprak örnekleri içinde en yüksek serbest şişme indeksi değeri yonca toprağında (%0,79) ölçülürken en düşük değer patates (%0,25) toprağında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.20). Toprakların hacimsel büzülme değerlerinde istatistiksel olarak farklılıklar vardır ($p \leq 0,05$). Çizelge 4.2’de en yüksek organik madde değeri yonca toprağında görülmektedir. Çizelge 4.3’de serbest şişme indeksi değerinin de yonca toprağında en yüksek seviyede olması toprak organik madde içeriği ile serbest şişme indeksinin ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Şekil 4.2 incelendiğinde en yüksek agregat stabilitesi değerinin yonca toprağında, en düşük değer ise patates toprağında olması ve Çizelge 4.3’de de en yüksek SSI

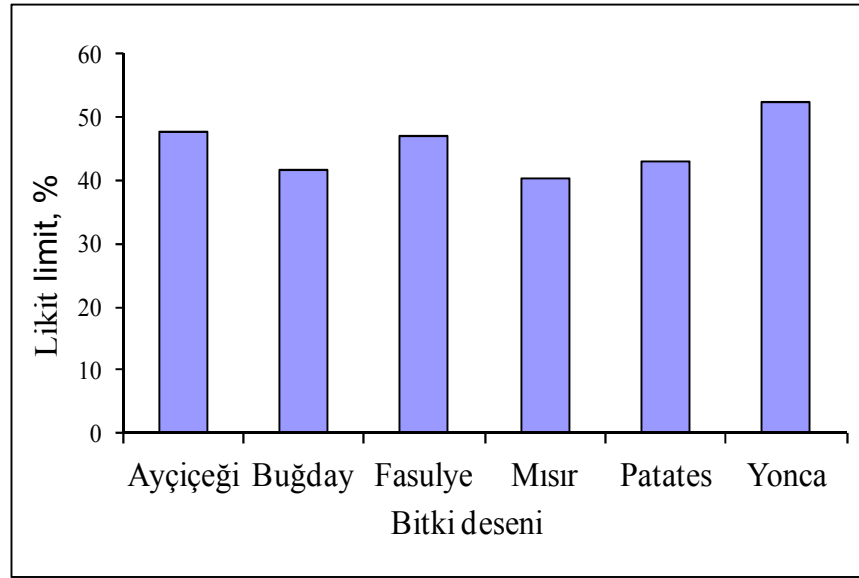
değerinin yonca toprağında en düşük değer ise patates toprağında olması, agregat stabilitesi ile SSI değerleri arasında bir ilişkinin olabileceğini işaret etmektedir.



Şekil 4.20. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların serbest şişme indeksi değerlerindeki değişim.

4.3.5. Likit limit (LL)

Farklı bitkilerin yetiştirildiği topraklara ait likit limit değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Toprak örnekleri içinde en yüksek likit limit değeri yonca toprağında (%52,39) ölçülürken en düşük değerin mısır (%40,3) toprağında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.21). Toprakların likit limit değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklar olduğu saptanmıştır ($p \leq 0,05$). Toprağın akışkanlık seviyesine kadar doyurulması ile tespit edilen LL değerleri içinde, en yüksek değerin, en yüksek OM içeriğine sahip olan yonca toprağında olması, yonca toprağında yüksek oranda organik artığın toprağa karışmasından kaynaklanmaktadır. Canbolat ve Öztaş (1996) toprakların kil içeriği, organik madde miktarı, kireç içeriği ve KDK ile LL ve PL değerleri arasında önemli pozitif ilişkiler tespit ederken kum içeriği ile söz konusu özellikler arasında önemli bir negatif kolerasyon olduğunu belirlemişlerdir.



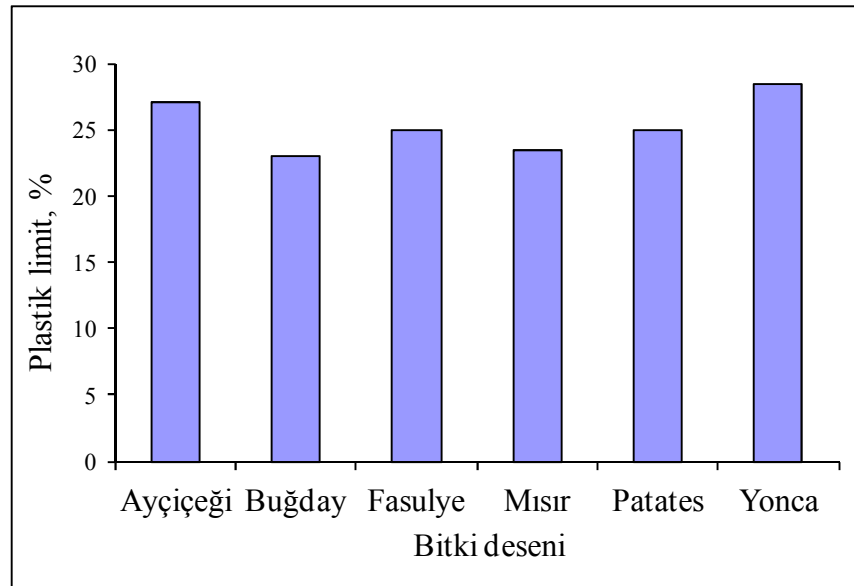
Şekil 4.21. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların likit limit değerleri değişimi

4.3.6. Plastik limit (PL)

Farklı bitkilerin yetiştirildiği topraklara ait plastik limit değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Toprakların plastik limit değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu saptanmıştır ($p \leq 0,05$). Örnekler içinde en yüksek plastik limit değeri yonca toprağında (%28,48) ölçülürken, en düşük değer buğday toprağında (%22,97) olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4.22). Değerler içinde buğday, fasulye, mısır ve patatesin yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Çizelge 4.2'de yonca toprağının en yüksek organik madde içeriğine sahip olması plastik limit değerinin organik madde miktarı ile ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Kuru bir toprağa su ilave edildiğinde yapışkanlık göstermeye başladığı andaki nem içeriğini ifade eden PL değerleri ile toprak organik madde içeriği arasında yakın bir ilişki vardır. Yonca toprağında OM içeriğinin ve PL değerinin diğer topraklara nazaran daha yüksek seviyede olması bu durumu destekler niteliktedir. Sönmez ve Öztaş (1988), toprakların fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek üzere yapmış oldukları bir çalışmada, toprakların kil içeriği, özgül yüzey alanı, KDK ve higroskopik su değerleri ile LL, PL, COLE, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel

büzülme, doğrusal büzülme ve SSI arasında önemli pozitif ve büzülme sınırı değerleri ile önemli negatif ilişkiler kaydetmişlerdir. Aynı çalışmada, toprakların organik madde içerikleri ile LL, PL, COLE, yüzde büzülme, hacimsel büzülme ve doğrusal büzülme arasında önemli pozitif, buna karşılık büzülme sınırı ile de önemli negatif kolerasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Smith *et al.* (1985), yapmış oldukları bir çalışmada, toprağın organik madde ve kil içeriği, özgül yüzey alanı, katyon değişim kapasitesi ve higroskopik su değerleri ile likit limit (LL), plastik limit (PL) ve COLE arasında önemli pozitif ilişkiler saptamıştır.



Şekil 4.22. Farklı bitki yönetimi altındaki toprakların plastik limit değerlerindeki değişim.

5. SONUÇ

Strüktürel yapının oluşumunda toprağın minerolojik bileşiminin yanında organik madde, seski oksitler ve CaCO₃ gibi bileşenler çok yönlü düzeyde etkilidir. Strüktürün şekillenmesinde ise toprağın bulunduğu bölgenin iklim koşulları ile bitki yönetimi ve amenajman uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Yetiştirilen bitki deseni toprak strüktürü üzerinde, kök salgıları ve köklerinin morfolojik özellikleri sayesinde de etkili olmaktadır. Özellikle yonca gibi uzun ve saçak köklere sahip olan bitki kökleri, toprak agregatları arasında güçlü bir bağlayıcı etki oluşturarak strüktürel gelişimi teşvik ederken ayçiçeği gibi kazık köklere sahip olan bitkilerin aynı bağlayıcı etkiyi oluşturamadığı bilinmektedir.

Bu araştırmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisinden; ayçiçeği, buğday, fasulye, mısır, patates ve yonca bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan alınan toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mekaniksel özellikleri incelenmiş, yetiştirilen bitkilerin, toprağın strüktürel parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular toprağın strüktürel parametrelerinde, yetiştirilen bitki desenine bağlı olarak önemli farklılıkların meydana geldiğini göstermektedir. Toprak örneklerinde en uygun parametrik değerler yonca bitkisi toprağında, en olumsuz değerler ise buğday, patates ve mısır bitkisi topraklarında tespit edilmiştir.

Toprak strüktürü toprağın verimlilik kapasitesini belirleyen en önemli fiziksel karakteristiklerden biridir. Bu çalışmanın sonuçları, farklı bitki yönetim uygulamalarının bitkinin agronomik özelliklerini, kök sistemi ve toprağa organik madde döngüsünü, farklılıkları dahilinde toprağın strüktürel davranışını önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur.

Bu bilimsel araştırmanın neticesinde elde edilen veriler dikkate alınarak, bitki yetiştiriciliğinde uygun; hava, su, ve besin dengesinin oluşmasında temel faktör olan toprak strüktürünün geliştirilebilmesi, toprak bitki yönetim stratejisinin iyi

değerlendirilmesi ve strüktürel yapıyı geliştiren yonca gibi bitkilerin ekim nöbetine alınması ile toprağın yapısal özelliklerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aggelides, S.M. and Londra, P.A., 2000. Effects of ompost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource Technology*, 71: 253-259.
- Ahuja I.R., Namey J.W., Green R.E. and Nielsen D.R. (1984). Macroporosity to characterize spatial variability of hydraulic conductivity and effects of land management. *Soil Science Society Of America Journal* ., 48 pp. 699–702.
- Amezketta E., 1999. Soil aggregate stability: a review. *J. Sustain. Agric.* 14, 83– 151.
- Anonymous, 2006. Written by: soil quality national technology development team 200 e. northwood st, ste. 410 greensboro, nc 27401 336-370-3331. .crop residue removal for biomass energy production: Effects on soils and recommendations, *Soil Quality Argonomy Technical Note No. 19 August 2006*
- ASTM, 1974. Annual book of ASTM standarts. American society for testing and materials. part 19: 90-92. race st. pa. USA.
- Attou, F., Bruand, A., 1998. Experimental study of ‘fragipans’ formation in soils. role of both clay dispersion and wetting– drying cycles. *c. r. acad. sci., ser. 2, fascicule II. Sci. Tere Planetes* 326, 545– 552.
- Anikwe, M.A.N., 2000. Amelioration of a heavy clay loam soil with rice husk dust and its effect on soil physical properties and maize yield. *Bio. Tech.*74, 169-173.
- Balcı, A.N. (1996). Toprak koruması. İ.Ü. Orman Fakültesi yayın no: 439. İstanbul.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. bulk density. *methods of soil analysis*.part 1. physical and mineralogical methods. 2nd edition. agronomy no: 9. 363-375, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Boyle, M., Frankerberger, J. and Stolzy, L.H., 1989. The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. *J. Prod. Agric.* 2: 290-299.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-total. *methods of soilanalysis*.part 2. chemical and microbiological properties. 2nd edition. agronomy no: 9, 595-624, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Bronick C.J, R. Lal,2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma* 124 (2005) 3–22)
- Bruand, A., Cousin, I., Nicoullaud, B., Duval, O., Begon, J.C., 1996. Backscattered electron scanning images of soil porosity for analyzing soil compaction around roots. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60, 895– 901.
- Bryan, R. B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*, 2, 5-25.
- Canbolat, M., Demiralay, İ. 1995. Organik materyal ilave edilmiş toprakların agregat stabilitesi, briket hacim ağırlığı ve kırılma değeri arasındaki ilişkiler. *Türkiye toprak ilmi derneği toprak ve çevre sempozyumu. Cilt II. Yayın No: 7, ss: A-116 A-124, Ankara*
- Canbolat, M.Y., 1992. Toprağa organik madde ilavesinin toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenlik üzerine etkileri. *Atauni. Zir. Fak. Derg.* 23, 113-123

- Canbolat M.Y., Öztaş T. 1996. Toprağın kıvam limitleri üzerine etki eden faktörler ve kıvam limitlerinin tarımsal yönden değerlendirilmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Derg.
- Caravaca, F., Lax, A. and Albaladejo, J., 2001. Soil aggregate stability and organic matter in clay and fine silt fraction in urban refuse-amended semiarid soils. *Soil Science Society Of America Journal*, 65: 1235,1238.
- Caravaca, F., Hernandez, T., Garcia, C., Roldan, A., 2002. Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition. *Geoderma* 108, 133– 144.
- Chan, K.Y., Heenan, D.P., 1999. Microbial-induced soil aggregate stability under different crop rotations. *Biol. Fertil. Soils* 30, 29–32.
- Chan, K.Y., Heenan, D.P., So, H.B., 2003. Sequestration of carbon and changes in soil quality under conservation tillage on light textured soils in Australia: a review. *Aust. J. Exp. Agric.* 43, 325–334.
- Chenu, C., Le Bissonnais, Y. and D. Arrouays 2000. Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1479-1486.
- Christensen, B., 1986. Straw incorporation and soil organic matter in macroaggregates and particle size separates. *Soil Sci.*, 37 : 125-135.
- Corey, A.T., 1986. Air permeability. methods of soil analysis. part 1. physical and mineralogical methods. 2nd edition. agronomy no: 9. 1121-1137, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Dalal, R.C., and Bridge, B.J., 1996. Aggregation and organic matter storage in sub-humid and semi-arid soils. In: Carter, M.R., Stewart, B.A. (Eds.), *Structure and organic matter storage in agricultural soils*. Crc press, boca raton, fl, pp. 263–307.
- Dao, T.H. 1996. Tillage system and crop residue effects on surface compaction of a Paleustoll. *Agron. J.* 88:141–148.
- Dufey JE, Halen H&Frankart R (1986) Evolution de la stabilite structurale du sol sous l'influence des racines de trèfle (*Trifolium pratense* L.) et de ray-grass (*Lolium multiflorum* Lmk.). *Observation pendant et apres culture. Agronomie* 6:811-817
- Denis A. Angers, Jean Caron, 1998. Plant-Induced changes in soil structure: Processes and feedback, *Biogeochemistry* 42: 55-72.
- De Jong E.D., F. Acton and H.B. Stonehouse. 1990. Estimating the atterberg limits of southern saskatchewan soils from texture and carbon contents. *Canadian Journal of Soil Sci.* 70(4): 543-554
- Elliott, E.T. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:627–633.
- Erika T., 2011. The effect of organic matter on the structure of soils of different land uses, (Soil & Tillage Research), Department of pedology and geology, faculty of agrobiolgy and food resources, slovak agricultural university, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic.
- Gale, W.J., Cambardella, C.A. 2000. Carbon dynamics of surface residue- and root-derived organic matter under simulated no-till. *Soil Science Society of America Journal* 64(1):190-195.

- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. methods of soil analysis.part 1. physical and mineralogical methods. 2nd edition. agronomy No: 9. 383-411, 1188 p, Madison, Wisconsin USA
- Gijisman, A.J., Thomas, R.J., 1995. Aggregate size distribution and stability of an ferralsol under legume-based and pure grass pastures in the Eastern Colombian Savannas. *Aust. J. Soil Res.* 33, 153–165
- Gilley, J.E. Risse, L.M. 2000. Runoff and soil loss as affected by the application of manure. *Trans. ASAE* 43: 1583–1588.
- Glin'ski, J., Lipiec, J., 1990. Soil physical conditions and plant roots. crc press, boca raton, fl, USA. 250 pp.
- Güler S.2001.Kompostlaştırılmış materyallerin tarımda kullanımı. Türkiye II. ekolojik tarım sempozyumu 14-16 Kasım. Antalya. 353-362 s.
- Gür, K., 1982. Mus ve van yöresi topraklarında mantar (mikro fungus) dağılımı ve bunlardan aspergillus versicolor ile penicillium chrysogenum'un toprakların agregat stabilitesi ve kırılma degeri üzerine etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat. Fak., Erzurum(Yayınlanmamıs).
- Haynes, R.J., Swift, R.S. and Stephen, R.C., 1991. Influence of mixed cropping rotations pasture-arable on organic matter content water stable aggregation and clod porosity in a group of soils. *Soil & Tillage Research* 19: 77-87
- Haynes, R.J., Beare, M.H., 1997. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. *Soil Biol. Biochem.* 29, 1647– 1653.
- Head K.H, 1984. Manual of soil laboratory testing vol.1. USA
- Hillel, D., 1982. Introduction to soil physics. academic press limited, 14-28 oval road, London.
- İç S. ve Gülser C., 2008. tütün atığının farklı bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Samsun. *Omü Zir. Fak. Dergisi*, 2008,23(2):104-109 *J. Of Fac. Of Agric., Omu*, 23(2):104-109
- Jarecki, M., Lal, R., 2003. Crop management for soil carbon sequestration. *Crit. Rev. Plant Sci.* 22, 1 –32.
- Karagül, R. (1994). Trabzon Söğütlü dere havzasında farklı arazi kullanım şartları altındaki toprakların bazı özellikleri ile erozyon eğilimlerinin araştırılması, doktora tezi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Kay, B.D., 1998. Soil structure and organic carbon: a review. In: Lal, R., Kimble, J.M., Follett, R.F., Stewart, B.A. (Eds.), *Soil processes and the carbon cycle*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 169– 197.
- Kemper, W.D., and Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution. *Methods of soil analysis.part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 425-442, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Klute, A., and Dirksen, C., 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. *methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*. 2nd edition. Agronomy no: 9. 687-734, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Lal, R., 1988. *Soil erosion research methods*. Soil and Water Conservation Society, Iowa-USA.
- Larson, W.E. 1979. Crop residues: Energy production or erosion control. *Journal of Soil and Water Conservation* March-April: 74-76.)

- Lipiec J, R. Hatano , 2003. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. *Geoderma* 116 (2003) 107–136
- Marinari, S., Masciandar, G., Ceccanti, B. and Grego, S., 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Tech.* 72: 9-17.
- Mart D, 2010. Çukurova Bölgesinde Nohut Tarımı - T.C. Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
- Martens, D.A., 2000a. Management and Crop Residue Influence Soil Aggregate Stability. *Journal of Environmental Quality* Volume 29, no: 3, May-June
- Martens, D.A., 2000b. Plant residue biochemistry regulates soil carbon cycling and carbon sequestration. *Soil Biol. Biochem.* 32, 361– 369.
- Martinez, E., Fuentes, J.P., Silva, P., Valle, S., Acevedo, E., 2008. Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. *Soil Till. Res.* 99, 232–244.
- McBride, R.A., Bobes M.L., 1989. A Re-examination of Alternative test procedures for soil consistency limit determination. I. A Compression Based Procedure. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:178-183
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* 2nd Edition. Agronomy No: 9. 199-224, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Morgan, R.P.C. (1985). *Soil erosion and conservation.* John Wiley and Sons Inc., New York.
- Nelson, D.W., and Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *methods of soil analysis. part 2. Chemical And Microbiological Properties.* 2nd edition. Agronomy No: 9. 539-579, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. *methods of soil analysis. Part 2. Chemical And Microbiological Properties.* 2nd Edition. Agronomy No: 9. 181-197, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. *methods of soil analysis. Part 2. Chemical And Microbiological Properties.* 2nd edition. Agronomy No: 9, 403-427, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Özbek, H., Kaya Z., Gök, M. ve Kaptan, H. 1993. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: A-16, ss: 77-119, Adana.
- Özdemir N, 1991. Toprağa karıştırılan organik artıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkileri. *Atatürk Ü.Zir.Fak.Der.* 24 (1), 75-90,
- Özdemir, N. 1993. Effect of rotations on structural stability and erodibility of soils. *Atatürk Ü. Zir. Fak. Der.* 24(2):66-77 (In Turkish with english summary)
- Öztaş T. Çağlar Ö, Canbolat M.Y., Akten Ş., 1997. Long term crop rotation effect on soil aggregate stability. *Symposium Antalya*
- Pikull, J.L. and Allmaras, R.R., 1986. Physical and chemical properties of a haploxeroll after fifty years of residue management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50 (1): 214-219.

- Plante, A.F., McGill, W.B., 2002. Soil aggregate dynamics and the retention of organic matter in laboratory-incubated soil with differing simulated tillage frequencies. *Soil Tillage Res.* 66,79–92.
- Porter, G.A., and J.C.McBurnie. 1996. Crop and soil research. p. 8–62. In M.C. Marra (ed.) *The ecology, economics, and management of potato cropping systems: A report of the first four years of the maine potato ecosystem project.* Bull. no. 843. Maine Agric. And Forest Exp. Stn., Orono, ME.
- Raimbault, B.A., Vyn, T.J., 1991. Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agron. J.* 83, 979– 985.
- Rhoades, J.D., 1982a. Cation exchange capacity. methods of soil analysis. Part 2. Chemical And Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 149-157, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Rhoades, J.D., 1982b. Soluble salts. methods of soil analysis.part 2. chemical and microbiological properties. 2nd edition. Agronomy No: 9, 167-179, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Rillig, M.C., Wright, S.F., Eviner, V.T., 2002. The role of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin in soil aggregation: comparing effects of five plant species. *Plant Soil* 238, 325– 333.
- Ross G.J., 1978. Relationships of specific surface area and clay content to shrink-swell. potential of soils having different clay mineralogical composition. *Can. J. Soil. Sci.* 58: 159-166
- Sağlam, M.T., 1997. Toprak Kimyası. Trakya Üniv. Zir. Fak. Yay.190. Ders Kitabı No:21
- Saini, G.R., and W.J. Grant. 1980. Long-term effects of intensive cultivation on soil quality in the potato-growing areas of New Bruns-wick (Canada) and Maine (U.S.A). *Can. J. Soil Sci.* 60:421–428.
- Schafer W.M. And Singer M.J. 1976. A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 40:805-806.
- Scot N.A 1998, Soil aggregation and organic matter mineralization in forests and grasslands: Plant species effects vol. 62, n^o4, pp.1081-1089 (1 p.1/4) *Soil Science Society of America, Madison, WI, ETATS-UNIS (1976) (Revue)*
- Shepherd, M.A., Harrison, R. and Webb, J., 2002. Managing soil organic matter implications for soil structure on organic farms. *Soil Use and Management* 18: 284-292
- Silva, I.F., Mielniczuk, J., 1998. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. *R. Bras. Ci. Solo* 22, 311–317.
- Singh, J. and Kansal, B.D., 1985. Effects of long-term application of municipal waste water on some chemical properties of soils. *j.of res. punjab agr. Uni.*, 22: 235-242.
- Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., 2000. Soil structure and soil organic matter: II. A normalized stability index and the effect of mineralogy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64, 1042– 1049.
- Skidmore, E.L., J.B. Layton, D.V. Armbrust, and M.L. Hooker. 1986. Soil physical properties as influenced by cropping and residue management. *Soil Sci. SOC. Am. J.* 50:415-419.)
- Smith, C.W., Hadas A, Dan J. And Koyumjisky H. 1985. Shrinkage atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in israel. *Geoderma* 35: 47–65.

- Sojka, R.E. and Upchurch, D.R., 1999. Reservations regarding the soil quality concept. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63 (5), 1039-1054.
- Sommerfeldt, T.G., C. Chang, and T. Entz. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen, and decrease carbon to nitrogen ratio. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 1668–1672.
- Soyergin, S. 2003. Organik tarımda toprak verimliliğinin korunması, gübreler ve organik toprak iyileştiricileri. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova
- Sönmez, K., 1980. Atatürk Üniversitesi Elazığ Çiftliğinde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin agregasyon üzerine tesirleri ile ilgili araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 531, Erzurum
- Sönmez K, 1981. Ahır gübresinin killi toprağın büzülme özelliği üzerine etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Der. Cilt :12, Sayı 2-3, S: 31-37. Erzurum
- Sönmez K. ve Öztaş T. 1988. Iğdır yöresi yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkiler. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ziraat Derg. Cilt :19 Sayı: 1-4
- SPSS, 1999. SPSS for Windows, Release 10.0.5., SPSS Inc., USA.
- Tate, R. L. 1995. *Soil Microbiology*. John Wiley & Sons, New York.
- Thomas, G.W., 1982. Exchangeable Cations. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical And Microbiological Properties*. 2nd edition. Agronomy No: 9, 159- 165, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Thomsen, I.K., Schjonning, P., Olesen, J.E., Christensen, B.T., 1999. Turnover of organic matter in differently textured soils: II. Microbial activity as influenced by soil water regimes. *Geoderma* 89, 199– 218.
- Toksoy, M.1998. Erzurum ovası topraklarının önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona duyarlılıkları arasındaki ilişkiler. Atatürk Üni. Fen. Bil. Enst. Toprak Ana Bil. Dalı Master Tezi, Erzurum.
- Zeytin, S., Baran, A., 2003. Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. *Bioresour. Technol.* 88, 241–244.)

ÖZGEÇMİŞ

Trabzon'un Çaykara ilçesinde 25.08.1983 de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2002 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesinden 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl aldığı yabancı dil eğitiminden sonra Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2010 yılı Aralık ayında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başlayan Hacımüftüoğlu bu görevini sürdürmektedir.