

TC.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT-TURHAL YÖRESİNDE FARKLI ARAZİ KULLANIMI  
ALTINDAKİ TOPRAKLARIN BAZI STRÜKTÜREL VE  
MEKANİKSEL PARAMETRELERİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Elif BÜLBÜL

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

SAMSUN  
2019

Her hakkı saklıdır.

## TEZ ONAYI

Elif BÜLBÜL tarafından hazırlanan “Tokat-Turhal Yöresinde Farklı Arazi Kullanımı Altındaki Toprakların Bazı Strüktürel ve Mekaniksel Parametrelerindeki Değişimler” adlı tez çalışması 26/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri:

**Başkan:** Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR .....  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

**Üye:** Doç. Dr. Ayhan HORUZ .....  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

**Üye:** Doç.Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU .....  
Bozok Üniversitesi  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../.../2019**

.....

**Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK**  
Enstitü Müdürü

## ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.



26/12/2019

Elif BÜLBÜL

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Tokat-Turhal Yöresinde Farklı Arazi Kullanımı Altındaki Toprakların Bazı Strüktürel ve Mekaniksel Parametrelerindeki Değişimler

Elif BÜLBÜL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR

Bu araştırmada, Tokat ili Turhal ilçesi koşullarında farklı bitki yönetimi altında bulunan toprakların strüktürel dayanıklılık ve aşınmaya karşı duyarlılık parametrelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Çalışmada, ayçiçeği, buğday, sebze, meyve bahçesi, şeker pancarı, çayır, mera ve yonca bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan alınan yüzey toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş, yetiştirilen bitkilerin, toprağın söz konusu özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve aşınmaya karşı duyarlılık üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Elde edilen bulgular toprağın strüktürel dayanıklılığı ve erozyona karşı duyarlılığı üzerinde temel toprak özellikleri ile bitki yönetimine ilişkin uygulamaların etkili olduğunu göstermektedir. Toprak örneklerinde en uygun parametrik değerler çayırılık alanlarda, en olumsuz değerler ise şeker pancarı ekili olan topraklarda tespit edilmiştir.

Aralık 2019, 48 sayfa

Anahtar kelimeler: Toprak özellikleri, Strüktürel dayanıklılık, Arazi yönetimi, Erozyona duyarlılık

## **ABSTRACT**

Master's Thesis

Changes in Structural and Mechanical Parameters of Soils under Different Land Use  
in Tokat-Turhal Region

Elif BÜLBÜL

Ondokuz Mayıs University  
Graduate School of Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR

This research examines the changes in structural stability and the erosion susceptibility parameters of soils under different plant management strategies in Turhal, a district of Tokat. Various physical and chemical properties were analyzed from surface soil samples taken from sunflower, wheat, sugar beet, clover fields and vegetable gardens in Turhal. The effect of each plant on the structural strength and erosion susceptibility were investigated, along with other relevant soil properties. Results indicate that different plants and management strategies have a distinct impact on structural strength and erosion susceptibility. The most suitable parametric values were detected in meadows, and the most unfavorable values were detected in sugar beet fields.

December 2019, 48 pages

Key words: Soil features, Structural stability, Land management, Erosion susceptibility

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanması, yürütülmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yorumlanması ile ilgili her aşamada benden katkı ve yardımını esirgemeyen, her koşulda beni yalnız bırakmayan, bilgisini benimle sabırla paylaşan kıymetli danışmanım Sayın Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR hocama teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince her türlü yardımını esirgemeyen ve yakından ilgilenen değerli bölüm başkanım Sayın Prof. Dr. Coşkun GÜLSER'e ve değerli bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında maddi, manevi her daim yanımda olan çok kıymetli annem Gönül BÜLBÜL'e babam Yahya BÜLBÜL'e, kardeşlerim Sümeyra BAŞEKEN'e ve Bedirhan BÜLBÜL'e eniştem Sinan BAŞEKEN'e ve ayrıca pek değerli arkadaşlarıma sonsuz saygı ve sevgilerimi sunarım.

Aralık 2019, Samsun

Elif BÜLBÜL

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETİ .....	3
3. MATERYAL VE METOT .....	12
3.1. Materyal .....	12
3.1.1. Araştırma alanı .....	12
3.1.2. Araştırma alanının iklimi .....	12
3.2. Yöntem .....	12
3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması .....	12
3.2.2. Laboratuvar analiz yöntemleri .....	14
3.2.3. İstatistiksel analiz yöntemleri .....	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	19
4.1. Toprak Özellikleri .....	19
4.1.1. Toprak tekstürü .....	19
4.1.2. Toprak reaksiyonu .....	19
4.1.3. Elektriksel iletkenlik .....	19
4.1.4. Kireç .....	21
4.1.5. Organik madde .....	21
4.1.6. Değişebilir sodyum .....	21
4.1.7. Katyon değişim kapasitesi .....	22
4.2. Strüktürel Parametreler .....	22
4.2.1. Dispersiyon oranı .....	22
4.2.2. Erozyon oranı .....	26
4.2.3. Agregat stabilitesi .....	28
4.2.4. Toprak aşınım faktörü .....	29
4.2.5. Likit Limit/pF <sup>2</sup> ve Plastik Limit/pF <sup>2</sup> nem oranı .....	31
4.2.6. Doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk) .....	35
4.2.7. Yüzde büzülme .....	36
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	39
KAYNAKÇA .....	41
ÖZGEÇMİŞ .....	48

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### SİMGELER

C	Karbon
Ca	Kalsiyum
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum Karbonat
CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	Amonyum Asetat
cm	Santimetre
Db	Hacim Ağırlığı
g	Gram
ha	Hektar
K	Potasyum
m	Metre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Azot
Na	Sodyum
DNa	Değişebilir sodyum
P	Fosfor
pH	Reaksiyon
t	Ton

### KISALTMALAR

AS	Agregat Stabilitesi
DO	Dispersiyon Oranı
EC	Elektriksel İletkenlik
EO	Erozyon Oranı
FS	Faydalı Su
HB	Hacimsel büzülme
K	Toprak Aşınım Faktörü
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
LL	Likit limit
PL	Plastik limit
Pİ	Plastiklik indeksi
SN	Solma noktası
TK	Tarla kapasitesi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Arazi kullanım şekline bağlı olarak dispersiyon oranı değerlerinin değişimi .....	23
Şekil 4.2.	Arazi kullanım şekline bağlı olarak erozyon oranı değerlerinin değişimi .....	27
Şekil 4.3.	Arazi kullanım şekli ile agregat stabilitesi arasındaki ilişki .....	29
Şekil 4.4.	Arazi kullanım şekline bağlı olarak K faktörü değerlerinin değişimi	30
Şekil 4.5.	Arazi kullanım şekline bağlı olarak $LL/pF^2$ nem oranı değişimi.....	33
Şekil 4.6.	Arazi kullanım şekline bağlı olarak $PL/pF^2$ nem oranı değişimi....	34
Şekil 4.7.	Arazi kullanım şekline bağlı olarak COLE çubuk değerleri arasındaki ilişki .....	35
Şekil 4. 8.	Arazi kullanım şekline bağlı olarak yüzde büzülme değerleri arasındaki ilişki .....	37

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Araştırma konusu toprak örneklerinin alındıkları yerler .....	13
Çizelge 4.1.	Araştırma konusu toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	20
Çizelge 4.2.	Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarında strüktürel dayanıklılık ölçütleri ile N ve P içeriklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	24
Çizelge 4.3.	Araştırma konusu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin korelasyon matrisi .....	25

# 1.GİRİŞ

İklim ve canlıların zamanla topoğrafik şartlara bağılı olarak ana materyal üzerinde yaptıkları ortak etkiler ile şekillenen toprak, karasal yaşamın temelini oluşturan, gıda beslenme, yakıt, lifsel materyallerin tedarikini sağılayan doğıal bir kaynaktır. Dinamik bir karakter taşıyan bu kaynak gıda güvenliğı ve çevre kalitesinin temelini oluşturmakta olup bu iki husus insan yaşantısının devam ettirilmesi için gereklidir (Özdemir, 2013). Toprağıın insan yaşamındaki rolü artan nüfus ve gelişen ekonomilerin oluşturduğı baskılar sonucunda erozyonunun hızlanması ve üretkenliğıin azalmasına bağılı olarak gıda üretiminin azalması ya da jeopolitize olması gerçekleşinceye kadar yeterince anlaşılamamaktadır.

Dünya üzerinde tarıma elverişli arazi miktarı oldukça sınırlı sınırlı olup bu oran sadece %11 civarındadır. Ülkemizde ise bu oran yaklaşık %25 civarındadır. Degredasyonun genişlemesi gıda güvenliğini üzerindeki baskıları yoğunlaştırmakta ve çevre kalitesini tehdit ederek tarımsal sürdürülebilirliğı olumsuz yönde etkilemektedir. Toprak erozyonunun alan içerisinde ve alan dışındaki maliyeti oldukça yüksektir. Bu maliyet besin elementlerinin geriye kazandırılması, sedimentasyonla ilgili problemlerin çözümü, su kayıplarının telafi edilmesi vb. ile ilişkili olup dünya ölçeğinde maliyet yaklaşık 400 milyar dolar/yıl, ülkemiz için ise bu değıer yaklaşık 3 milyar dolar/yıl dolayındadır (Özdemir, 2013).

Ülkemizde erozyon etkin bir şekilde devam etmekte olup her yıl yaklaşık 168 milyon ton toprağıın akarsularla deniz ve okyanuslara taşındığı hesaplanmaktadır. Türkiye topraklarının %20,0'sinin orta düzeyde, %58,7'sinin ise şiddetli ve çok şiddetli ölçekte erozyondan etkilendiğı belirlenmiştir. Sadece toprak işlemeli tarım arazileri dikkate alındığında oran %60'dır. Özetle ülke topraklarının yaklaşık 4/5'inde erozyonla ilgili sorunlar devam etmektedir (Yakupoğılu, 2010).

Arazi yönetimine ilişkin çeşitli tarımsal uygulamalar, topoğrafik yapı ve arazinin kullanım şekli toprak özellikleri ile birlikte erozyonu ve arazinin sürdürülebilir şekilde kullanımını belirlemektedir. Erozyonu denetim altına alabilmek için, onu hazırlayan ve farklı derecelerde etkileyerek hızlandıran ya da yavaşlatan etmenleri iyi tanımak, işlevlerini belirlemek ve olumsuz etki ya da

katkılarını belirleyerek bu olumsuz etkileri en alt düzeye indirmenin çarelerini araştırıp bulmak gerekir. Bu tez çalışmasında Tokat ile Turhal ilçesinde farklı arazi kullanım şekillerinin toprakların bazı strüktürel parametreleri ve erozyona karşı duyarlılıkları üzerine olan etkilerinin ortaya konulması planlanmıştır.



## 2. KAYNAK ÖZETİ

Toprakların çoklu işlevsellik özelliklerinin korunması ve geliştirilmesi gelişen ekonomi ve artan nüfusun ortaya çıkardığı ihtiyaçlarını karşılaması açısından önem taşımaktadır. Doğal kuvvetlerle oluştuğu yerden aşındırılan ve taşınan toprağın oluşum hızının üzerine çıkması ile tanımlanan hızlandırılmış erozyon olgusu toprağın çok fonksiyonlu işlevlerini kısıtlayan ana faktörlerden birisidir (Özdemir, 2013). Türkiye jeolojik yapısı, topoğrafyası, iklimi ve toprak yapısı nedeniyle erozyona karşı çok hassas olan ve dolayısıyla erozyondan çok fazla zarar gören ülkelerden birisidir (Çepel, 1997; Dinç vd, 2001).

Erozyon toprak üretkenliğini negatif olarak etkilediği ve çeşitli çevresel problemlere neden olduğu için tüm dünyada, toprak koruma önlemlerinin alınmasını gerektiren büyük bir problem olarak görülmektedir (Tunç ve Schröder, 2010). Türkiye'nin yarı-kurak bölgeleri içerisindeki tarım alanında mevcut düşük tarımsal üretim düzeyi önceki erozyon olayları ile yakından ilişkilidir (Özdemir, 2002). Tarım alanlarında erozyonla mücadelede ve verimliliğin iyileştirilmesinde arazi yönetimi, toprak yönetimi, bitki yönetimi gibi çok sayıda seçenekten yararlanılmaktadır. En genel yaklaşım bu topraklarda ilerideki potansiyel erozyon riskini azaltmak ve bitki gelişimini artırmak için uygun bir arazi yönetim planlaması ile birlikte toprak aşınabilirliği üzerinde etkili olan uygulamaların etki yada katkı derecelerini tespit ederek gerekli tedbirlerin alınmasıdır (Olson, 1977; Mbagwu vd., 1984, Özdemir, 2013).

Zhang vd., (2007), Oxic Paleustalf grubu bir toprak üzerinde yaptıkları çalışmada iki farklı toprak işleme sisteminin, toprak strüktürü, yüzey akış ve erozyon üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmacılar  $<0.25$  mm'den küçük olan parçacıklar ile son infiltrasyon oranı ve toprak kaybı arasında önemli ( $P<0.001$ ) istatistiksel ilişkiler bulunduğunu ve bu durumun söz konusu olan parçacıkların toprak yüzeyindeki gözenekleri tıkaması ile ilişkili olabileceğini açıklamışlardır.

Agregat stabilitesi, tarımsal uygulama ve işlemlerin ortak etkilerini yansıtan, toprak strüktürünün göstergesi olarak kullanılan bir kavramdır (Six vd., 2000). Agregatlar, toprak içerisinde bulunan mineral parçacıkların organik ve inorganik

maddelerle bir araya gelmesi ile şekil alan sekonder parçacıklardır. Agregasyonun karmaşık dinamiği; çevresel faktörler, toprak ve bitki yönetimi, toprak nemi, besin değerleri, değişebilir iyonların içerikleri, mikrobiyal aktivite, toprak oluşum süreci, organic-C ve tekstür gibi birçok toprak özelliği tarafından etkilenmektedir (Kay, 1998).

Leo (1963), tektürü killi ve kumlu arasında değişen beş farklı toprakta yapmış olduğu çalışmada, toprağın strüktürel dayanıklılık ölçütünün sifıra yaklaşmasının toprağın erozyona uğrama eğilimini arttırdığının bir belirtisi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca diğer olumsuz etkilerin bitki gelişimini en düşük düzeye indireceği, toprağın strüktürel dayanıklılık ölçütü ile ürün verimi, toprak verimliliği ile ürün verimi arasındaki ilişkilerin benzerlik gösterdiğini belirtmiştir. Araştırmacı, toprakların strüktürel dayanıklılık ölçütü ile organik madde içeriği arasında önemli pozitif bir ilişki olduğunu ifade etmiştir.

Toprak agregat stabilitesinin, bitki artığının kimyasal birleşimi ile bağlantılı olduğu tespit edilmiştir (Erika, 2011). Uzun süreli bitki artığı ve gübre uygulamaları toprak organik madde içeriğini ve strüktürünü artırır (Sommerfeldt vd, 1988; Gilley and Risse 2000). Yeşil gübre amaçlı toprak isleme, toprak fiziksel özelliklerindeki bozulmayı yavaşlatır, bazen de toprağın fiziksel özelliklerini geliştirir (Skidmore vd., 1986). Bitkiler mineralize oldukları sayede 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 vd, (2008), bitki artığı ilavesinin daha stabil agregatların oluşumunu desteklediğini ifade etmiştir.

Sönmez ve Özdemir (1988), Iğdır ovası yüzey topraklarının strüktürel dayanıklılığını ve erozyona karşı duyarlılığını ortaya koymak üzere yapmış oldukları bir çalışmada, toprakların kil, silt ve organik madde içerikleri ile strüktür stabilite indeksi, agregat stabilitesi ve Boekel oranı değerleri arasındaki ilişkileri irdelemişlerdir. Araştırmacılar, strüktürel dayanıklılığı ve erozyon duyarlılığını ortaya koyabilmek amacıyla geliştirilmiş bir takım ölçütleri göz önüne alarak yapmış oldukları değerlendirmede bu ölçütlerin birbirine oldukça benzer sonuçlar verdiğini görmüşler ve bu ölçütlerin birbirini desteklediklerini açıklamışlardır.

Özdemir (1991), toprağa karıştırılan çeşitli organik atıkların topraktaki bazı özellikler ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona karşı duyarlılık üzerine etkileri ortaya koymak amacı ile yürüttüğü bir çalışmada, agregat stabilitesi, strüktür stabilite indeksi, Boekel oranı, dispersiyon oranı, erozyon oranı, geçirgenlik oranı ve Üniversal Toprak Kayıp Denkleminin (USLE) temel parametresi olan toprak aşınım (K) faktörü gibi parametreleri esas almıştır. Araştırmacı, söz konusu parametrelerin birbiri ile olan ilişkilerini incelemiş ve bu ilişkilerinin büyük bir kısmının istatistiksel açıdan önemli olduğunu ifade etmiştir.

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

Topraktaki stabil strüktürün gelişmesinde, organik karbon, kil ve katyonların interaksiyonunun toprak için önemli olduğu bilinen bir durumdur. Toprak organik karbonu; bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve onların salgılarından kaynaklanır. Organik karbon, agregat stabilitesi ve agregatlaşma oranını yükselten bir özelliktir. (Bronick and Lal 2005).

Agregat stabilitesi üzerinde organik maddenin önemli bir rol oynadığı, toprakların stabilite indekslerinin ve geçirgenlik değerlerinin toprağın organik madde içeriğinin artmasıyla doğru orantılı olarak artış gösterdiği saptanmıştır. (Canbolat 1992). Toprağın fiziksel niteliklerinde meydana gelen bozulma olayları, 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 küçük olduğunu ve toprak organik maddesindeki azalmanın stabilitedeki azalma ile paralellik gösterdiğini tespit etmiştir.

Günümüzde, dünyadaki tarım alanlarının yaklaşık %80'i orta ve şiddetli, %10'luk bir kısmı ise hafif derecede erozyona maruz kalmaktadır. (Pimentel and

Kounang, 1998; Lal, 2005). Türkiye’de ise arazilerin %80’lik kısmı değişik düzeylerde erozyondan etkilenmektedir. Kùltür bitkisi yetiştirilen alanların yaklaşık olarak %73’ü ve arazi yetenek sınıflamasına göre 1-4 sınıfları arasında yer alan arazilerin ise %68’lik kısmı erozyondan etkilenmiş durumdadır. Ayrıca 466000 hektarlık alan rüzgâr erozyonu ile karşı karşıyadır. (Özdemir, 2002)

Türkiye’nin yarı-kurak alanlar içerisindeki pek çok tarım alanında gözlenen tarımsal faaliyetlerdeki düşüş o alanda önceden görùlen erozyon olayları ile ilişkilidir. (Özdemir, 2002)

Toprak erozyonu ciddi çevresel, ekonomik ve sosyal bir sorun oluşturmaktadır. Sadece arazi bozunumuna ve verimlilik kaybına neden olmaz, aynı zamanda kırsal alanlardaki sürdürülebilir toprakların gelişmesini, toplum sağlığını ve istikrarını da etkiler. Bu nedenle erozyon, toprak koruma önlemleri gerektiren büyük bir problem teşkil etmektedir. (Zhang vd, 2007; Tunç and Schröder, 2010).

Toprağın erozyona karşı duyarlılığı, onun erozyona uğrama eğilimi olarak tanımlanmaktadır. Topraklar çeşitli faktörlerin etkisi altında oluşmakta ve oluşumlarında etkin olan faktörlerin etkinlik derecelerine göre, özellikleri bakımından birbirinden önemli ölçüde farklılıklar göstermektedir. Bu özellikler göz önüne alındığında aynı iklim koşulları, farklı topraklarda farklı miktarlarda aşınma ve taşınmalara neden olabilmektedir (Yakupoğlu ve Demirci, 2013).

Toprağın strùktürel dayanıklılığın bilinmesi, toprakta su hareketlerini tahmin etmede ve toprağın yönetimi ile ilgili uygulamaların ve çeşitli işlemlerin toprağın fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerini ortaya koymada yararlı olmaktadır (Reeve, 1965).

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

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 içerisindeki hareketi, kök gelişimi ve dağılımı, mikrobiyal toplulukların aktivitesi gibi toprak özellikleri üzerine etkili olur (Tate, 1995).

Üreticiler erozyona uğramış topraklarda mücadelede ve toprak verimliliğinin iyileşmesinde çok sayıda seçeneğe sahiptirler. Bu konuya en genel yaklaşım ilerleyen zamanlarda oluşabilecek erozyon riskini azaltmak ve bitki gelişimini desteklemek için organik ve inorganik düzenleyiciler kullanılmasıdır. Ancak aşınma uğramış topraklarda çok miktarda kimyasal ve ticari düzenleyici kullanımı verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir. (Olson, 1977; Mbagwu vd, 1984).

Yapılan çalışmalarda erozyona etki eden bazı kalite parametreleri ile erozyon arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bu ilişkileri ortaya koymak amacı ile yürütülen araştırmalarda erozyona maruz kalmış toprakların; bitki besin elementleri, organik madde, çözünebilir tuzlar ve katyon değişim kapasitesi değerlerinin çok düşük olduğu ve verimlilik düzeylerin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. (Gachene vd, 1997).

Aşkın (1997), Ordu İli topraklarının aşınma duyarlılığını ortaya koymak adına yürüttüğü bir çalışmada; kil oranı, dispersiyon oranı, erozyon oranı, toprak aşınım (K) faktörünü esas almış ve araştırma sonucunda sözü geçen değerler arasındaki ilişkilerin istatistiksel açıdan önemli olduğunu belirtmiştir.

Akalan (1967), Ankara ve çevresinden alınan bozulmamış toprak örnekleri üzerinde yürüttüğü bir çalışmada erozyon oranı ile uygulanan yağmurlama sonucu elde edilen toprak kayıpları arasında önemli pozitif ilişkiler elde etmiştir. Araştırmacı, yeniden düzenlemiş olduğu erozyon oranı eşitliği ile Ankara ve çevresi topraklarının erozyona uğrama durumunun saptanabileceği, toprakların birbiri ile karşılaştırılarak hangilerinin erozyona daha duyarlı olduklarının ortaya konulabileceğini ifade etmiştir.

Çeşitli tarım ve mühendislik amaçları için, toprakların doğrusal uzama ve hacimsel genişleme kapasitesi, plastiklik, şişme ve büzülme potansiyeli gibi temel mekaniksel özelliklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Toprakların kil içeriği, kil minerallerinin çeşidi, özgül yüzey alanı ve katyon değişim kapasitesi gibi temel pedolojik özellikleri mekaniksel davranışlar üzerinde önemli etki ya da katkılara sahip olan bileşenlerdir. Toprakların bu temel özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasında önemli ilişkilerin mevcut olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuştur (Farrah ve Coleman, 1967; Smith vd, 1985).

Toprakların erozyona karşı duyarlılıklarını değerlendirmede çeşitli testlerden yararlanılmaktadır. Adams vd, (1958) bu doğrultuda dispersiyon oranı ve agregat stabilitesi esas alarak toprakların aşınma durumlarını ya da erozyon duyarlılıklarını irdelemiştir. Balcı ve Özyuvacı (1974) ise yapmış oldukları bir çalışmada Türkiye'nin iki farklı bölgesinde yer alan toprakların erozyona uğrama eğilimlerini belirlemek adına dispersiyon oranını esas alarak toprakların aşınma eğilimlerini irdelemişlerdir.

Kıvam limitleri olarak tanımlanan likit limit (LL), plastik limit (PL) ve plastiklik indeksi (PI), toprakların tarım ve mühendislik alanlarındaki bazı özelliklerinin değerlendirilmesi amacı ile kullanılan parametrelerdir. (Farrar ve Coleman, 1967). Toprağın hâkim kil minerali çeşidi, kil içeriği, değişebilir katyonların cinsi ve organik madde miktarı bu parametreler üzerinde etkili bileşenlerdir (Odell vd, 1960). McBride ve Bobes (1989), bu doğrultuda yürüttükleri bir çalışmada organik madenin kıvam limitleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Sönmez (1981) ise toprağa organik madde ilavesi ile kıvam limitlerinde pozitif yönlü bir artışın meydana geldiğini vurgulamıştır.

Oğuz ve Durak (1998), Çekerek havzası büyük toprak gruplarının bazı özellikleri ile aşınabilirlik arasındaki ilişkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak aşınmayı etkileyen en önemli toprak özelliklerinin toprak bünyesi, strüktür, organik madde içeriği ve su geçirgenliği olduğunu belirlenmiştir.

Toprak içindeki organik madde oranı bütün tekstür gruplarındaki toprakların fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Haynes vd, 1991). Toprak organik karbonu (SOC), agregatlar ve kil arasındaki etkileşim; pH, katyon değişim kapasitesi (CEC) ve iyonlar (Na, Ca ve Mg) tarafından etkilenir (Amezket, 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 belirtmişlerdir. Singh and Kansal (1985) ve Pikull and Allmaras (1986) ise toprağa organik atık uygulamasının toprak pH'sını önemli düzeyde azalttığını belirtmişlerdir.

Smith vd., (1985) ile Canbolat ve Öztaş (1996) yapmış oldukları 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.

İyi gelişim sergileyen agregatların içinde çok sayıda mikro por mevcuttur (Dalal and Bridge 1996). Toprak organik karbonu poroziteyi önemli derecede etkiler (Thomsen vd, 1999). Kil dispersiyonu, toprak isleme, sıkışma ve parçalanma poroziteyi azaltabilir (Dalal and Bridge 1996). Uzun süreli toprak isleme 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). Ma vd, (2003), Çin’de Yangtze Nehri havzasındaki arazi kullanımını uydu görüntüsüyle inceledikleri çalışmada %25’ten daha fazla eğime sahip alanlarda işlemeli tarımdan vazgeçilmesi sonucu arazi kullanımındaki değişimin, toprak kayıplarında %68 azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.

Sönmez (1980), Atatürk Üniversitesi Elazığ Çiftliği topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin agregasyon üzerine etkilerini incelemek amacı ile yaptığı bir çalışmada, toprak örneklerinin agregasyon değerlerinin %52,60-%78,90 arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmiştir. Araştırmacı toprakların kil içeriği ile agregasyon arasında yüksek bir korelasyon ( $r^2=0,77$ ) olduğunu belirlenmiştir. Toprakların silt miktarları ile agregasyonları arasında ise herhangi bir ilişki bulunamadığını ifade etmiştir. Diğer taraftan 50 mikrondan küçük parçacıklar ile agregasyon arasında yüksek bir korelasyon ( $r^2=0,67$ ) bulunduğu ifade edilmiştir.

Karagül (1994) yaptığı bir çalışmada, Trabzon Söğütlü dere havzasında bulunan farklı kullanım şekillerinin, toprakların bazı özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Bu amaçla, araştırma sahasındaki 3 farklı arazi kullanım şekline (orman, otlak, işlemeli tarım), fizyolojik koşullara göre havzayı temsil edecek şekilde örnekler alınmıştır. Orman alanlarından 48, otlak alanlarından 21 ve işlemeli tarım alanlarından 14 olmak üzere, toplam 83 noktada toprak profili açılmış ve 3 farklı derinlik kademesinden (0-20, 20-50 ve 50+) toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri üzerinde bünye, toprak tane büyüklüğü dağılımı, bazı aşınabilirlik indisleri, toprak nem sabiteleri, geçirgenlik, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi, ateşte kayıp, organik madde ve pH gibi özellikler belirlenmiş ve istatistiksel

yöntemlerle incelemiştir. Elde edilen sonuçlar; toprak özelliklerinin arazi kullanım şekline bağlı olduğunu göstermiştir. Laboratuvarında tespit edilen aşınabilirlik indislerine göre (dağılma oranı, kolloid/nem eşdeğerlik oranı, erozyon oranı), araştırma havzası topraklarının erozyona duyarlı olduğunu ifade etmiştir. Arazi kullanım şekillerine göre, en düşük dağılma oranı orman topraklarında belirlenmiştir. Bu oranı otlak toprakları izlemiş ve en yüksek dağılma oranı tarım topraklarında gözlenmiştir. Araştırmacı bu sonuca göre, orman alanlarının otlak ve tarım alanına dönüştürülmesinin erozyon eğilimini arttırdığını ifade etmiştir.

Ngatunga vd, (1984) yapmış oldukları bir çalışmada, erozyona karşı hassasiyet gösteren topraklarda, toprak aşınım faktörü (K) ile erozyon arasındaki ilişkiyi irdelenmişlerdir. Araştırmacılar, toprakların erozyona uğrama eğilimlerini kil oranı, dispersiyon oranı ve erozyon oranı gibi ölçütleri göz önüne alarak değerlendirmeye çalışmışlardır. Bu değerlendirme sonucunda ise, dispersiyon oranı ve erozyon oranı ile toprak aşınım faktörü (K) arasında istatistiksel olarak önemli pozitif ilişkiler saptamışlardır.

Erozyona karşı duyarlı ve dayanıklı olan toprakları birbirinden ayırmak için bir takım ölçütler geliştirilmiş ve bazı sınır değerler verilmiştir fakat tüm topraklar için geçerli olabilecek bir ölçüt saptanamamıştır. Lal (1988) yapmış olduğu bir çalışmada, ayırım için erozyona dayanıklı topraklarda dispersiyon oranının 15'ten, erozyon oranının ise 10'dan düşük olduğunu belirlemiştir. Benzer doğrultuda Özdemir (2013) perkolasyon oranı için 1.5 ve infiltrasyon oranı için ise 1 sınır değerlerini kullanmıştır. Bu sebeple birden fazla ölçüt yardımıyla sonuca varmanın daha doğru olacağı ifade edilebilir.

Sönmez (1982), yapmış olduğu bir çalışmada kil oranını ölçüt olarak toprakların aşınma eğilimlerini incelemiş ve söz konusu ölçüte göre toprakları dayanıklılık bakımından karşılaştırmış ve daha dayanıklı olan toprakları saptamıştır.

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.

Aggelides ve Londra (2000), yapmış oldukları bir araştırmada arıtma çamurunu, çöp kompostunu ve odun talaşını hacimsel ölçekte %62, %21, %17 oranında karıştırarak düzenledikleri kompostu artan oranlarda tınlı ve killi topraklara uygulayarak fiziksel ve kimyasal kalite parametrelerindeki ıslah edici etkiyi irdelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda kompost uygulamasının değerlendirmede kullanılan parametreler üzerine etkisinin killi topraklard tınlı topraklara oranla daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.saptamışlardır.

Bitki kökleri toprağın çevresinde oluşturduğu iyonik ve kimyasal etki ile toprak strüktürü üzerinde çeşitli sonuçlar doğurur (Denis and Caron 1998). Agregat stabilitesi kök çevresinde kök çevresinin dışına nazaran daha yüksek değerdedir (Caravaca vd, 2002).

Çelik (2004), Kuzey Akdeniz Bölgesinin 1500 m yükseltiyeye sahip orman, mera ve tarım alanlarında(0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerden toprak örneklerinde); toprak organik maddesi ile bazı fiziksel toprak özelliklerinin arazi kullanımında meydana gelen değişimlerden nasıl etkilendiğini irdelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, orman ve mera alanlarının tarımsal kullanıma dönüşmesi ile toprakların organik madde, hacim ağırlığı, agregat dayanıklılığı ve erozyona duyarlılıklarının istatistiki açıdan önemli düzeyde değiştiğini ifade etmişlerdir.

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 vd, 2003).

Demiralay (1982) tarafından Erzurum yöresinde üç doğal çayır arazisinin agregasyon durumunun incelendiği bir araştırmada bakım ve kullanım koşulları uygun olmayan iki çayır arazisinde agregat stabilitesinin oldukça düşük olduğu bulunmuştur.

Eraslan vd, (2017), İnebolu Havzasında yapmış oldukları bir çalışmada toprakların erozyona duyarlılık durumları ile arazi kullanımı durumu ve arazi üzerindeki bitki örtüsü arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Yaklaşık 6 altı farklı havzadan oluşan ve toplam 114 km<sup>2</sup> alana sahip olan havza üç farklı derinlikten (0-10, 10-20, 20-30 cm) toplam 690 adet toprak örnekleri alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre havzanın aşınmaya duyarlılık değerleri ortalama olarak 0.07 ile 0.093 t ha<sup>-1</sup>

MJ.mm<sup>-1</sup> arasında tespit edilmiş olup, derinlik artışına bağlı olarak K değeri azalma göstermiştir.

Parlak vd, (2015) yaptıkları bir araştırmada Gökçeada'nın (Çanakkale) çalılı bitkileri il kaplı meralarında farklı ıslah uygulamalarının toprak erozyonuna etkisini irdelemişlerdir. On dört farklı ıslah parseli üzerinde 4 adet yapay yağmurlama sistemi kullanılarak yürütülen araştırmada parseller arasında toprak kaybı ve hacim ağırlığı değerlerinde önemli farklılıkların bulunduğu ve korunamayan parseller ile korunanlar arasında 57 katlık bir farkın oluştuğu, agregat stabilitesinde ise önemli bir farklılığın bulunmadığı saptanmıştır.

Öztaş ve Hacımüftüoğlu (2012), yapmış oldukları bir çalışmada Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisinden; ayçiçeği, buğday, fasulye, mısır, patates ve yonca bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan aldıkları toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mekaniksel özellikleri incelemiş, yetiştirilen bitkilerin, toprağın strüktürel parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Elde edilen bulgular da yetiştirilen bitki desenine bağlı toprağın strüktürel parametrelerinde ve özelliklerinde önemli farklılıkların meydana geldiğini göstermişlerdir. Toprak örneklerinde en uygun parametrik değerler yonca ekili alanlarda, en olumsuz değerlerin ise patates ve mısır ekili olan topraklarda olduğunu ifade etmişlerdir.

### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Araştırma alanı**

Araştırma alanı, Orta Karadeniz bölgesinde Tokat İli Turhal İlçesi sınırları içinde yer almakta olup ilçenin yüzölçümü 911 km<sup>2</sup>'dir. Deniz seviyesinden ortalama 550 m yükseklikte bulunan ilçede dağlık alanlarda yükselti yer yer 1250 m'yi aşmaktadır. Araştırma alanının kuzeyinde Amasya İli ve Erbaa İlçesi, güneyinde Pazar İlçesi, batısında Zile İlçesi ve doğusunda Tokat İli yer almaktadır. Türkiye'nin en büyük ırmaklarından biri olan Yeşilırmak ilçenin şehir merkezinden geçerek ilçeyi ikiye ayırmaktadır. İlçenin toplam arazi varlığı 90920 ha olup bu arazinin 40.386 hektarı ormanlık ve fundalık, 35.380 hektarı tarım alanları, 8.908 hektarı çayır ve mera ve 6.246 hektarı ise tarım dışı arazilerden oluşmaktadır. İlçede tarımsal üretimin ana ürünü hububattır. Bunun yanında domates, şeker pancarı, yağlık ayçiçeği, yem bitkileri (fiğ, yonca, silajlık mısır) ve her çeşit meyve-sebze yetiştirilmektedir.

##### **3. 1. 2. Araştırma alanının iklimi**

Araştırma alanı Orta Karadeniz ile İç Anadolu bölgesi arasında Geçiş Kuşağında yer almakta olup bölgede karasal-ılıman bir iklim hüküm sürmektedir. Turhal, Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 12.9°C'dir. Yazlar genellikle sıcak ve kurak geçerken, kışlar ise fazla soğuk değildir. Nitekim en sıcak ay olan Temmuz ayı sıcaklığı 23°C, en soğuk ay olan Ocak ayı sıcaklığı 2.2°C'dir. Bölgenin yıllık yağış miktarı 413.3 mm'dir. Bölgenin çevresindeki yüksek dağlık alanlarda bu oran daha fazladır. Yağışın maksimum orana sahip olduğu aylar Nisan ve Mayıs aylarıdır.

#### **3.2. Yöntem**

##### **3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması**

Çalışma Turhal ilçesinden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri kullanılarak yürütülmüştür. Örnekleme noktalarının seçiminde arazilerin kullanım şekilleri dikkate alınmıştır (Çizelge3.1).

Örnekleme Nisan 2018 tarihinde yapılmış olup, bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri 8 farklı tarımsal uygulamanın yapıldığı 24 farklı arazi parselinden ve yüzeyden (0-20 cm) alınmıştır (Çizelge 1). Alınan örnekler etiketlenerek şeffaf poşetler içerisinde laboratuvara nakledilmiştir. Bozulmuş örnekler, gölgede kurutulduktan sonra tahta tokmakla dövülüp 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma konusu toprak örneklerinin alındıkları yerler

<b>Örn. No</b>	<b>Enlem(°K)</b>	<b>Boylam(°D)</b>	<b>Yük. (m.)</b>	<b>Arz. kull.Şekli</b>
1	44°71.381	24°8.689	547	Buğday tarlası
2	44°71.399	24°8.693	546	Buğday tarlası
3	44°71.315	24°8.646	548	Buğday tarlası
4	44°70.293	24°7.608	559	Mera alanı
5	44°69.479	24°6.860	567	Mera alanı
6	44°69.638	24°7.101	561	Mera alanı
7	44°72.052	24°9.493	543	Meyve bahçesi
8	44°72.037	24°9.496	546	Meyve bahçesi
9	44°69.102	24°6.495	578	Meyve bahçesi
10	44°72.008	24°9.632	557	Ayçiçek
11	44°74.786	24°9.345	579	Ayçiçek
12	44°72.063	24°9.628	553	Ayçiçek
13	44°72.429	24°9.431	546	Yonca
14	44°74.749	24°8.882	589	Yonca
15	44°69.471	24°6.869	566	Yonca
16	44°74.731	24°8.637	582	Sebze
17	44°74.749	24°8.734	586	Sebze
18	44°74.932	24°8.377	583	Sebze
19	44°69.582	24°7.118	565	Şeker pancarı
20	44°69.383	24°6.899	569	Şeker pancarı
21	44°69.134	24°6.534	599	Şeker pancarı
22	44°61.911	24°6.376	582	Çayır
23	44°67.722	24°6.141	575	Çayır
24	44°67.718	24°6.065	511	Çayır

### **3.2.2 Laboratuvar analiz yöntemleri**

Analize hazırlanan toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri ile strüktürel değişimin değerlendirilmesinde kullanılan parametrik değerleri aşağıda verilen yöntemler izlenerek belirlenmiştir.

#### **Tekstür analizi**

Toprakların tekstürel analizleri “Bouyoucos Hidrometre” yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar, 1994).

#### **Organik madde**

Örneklerin organik madde içerikleri “Walkley-Black” yöntemi esasına dayanarak titrimetrik olarak belirlenmiş ve % şeklinde ifade edilmiştir (Kacar, 1994).

#### **Toprak reaksiyonu (pH)**

Toprakların reaksiyonları (pH) 1:2.5'lük toprak-su karışımında cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (Jackson, 1958).

#### **Elektriksel iletkenlik (EC)**

Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri, pH ölçümünün yapıldığı örneklerde cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aleti kullanılarak belirlenmiştir (Bayraklı, 1987).

#### **Kireç (CaCO<sub>3</sub>)**

Kireç miktarı, “Scheibler Kalsimetresi” kullanılarak hacimsel olarak belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir (Kacar, 1994).

#### **Katyon değişim kapasitesi (KDK)**

Bu tayinde kireçli topraklar için önerilen “Bower” yöntemi kullanılmıştır. Değişim kompleksleri önce sodyum ile sonra da amonyum ile doyurulmuş ve açığa çıkan sodyum miktarı fleymfotometrede okunmuştur (U.S Salinity Lab. Staff, 1954).

### **Değişebilir katyonlar (DK)**

Değişebilir katyonların belirlenmesinde 5 g torak örneği pH'sı 7.0 olan 25 ml 1N'lik amonyum asetat ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) ile ekstrakte edilmiş ve filtre kâğıdından süzölmüştür. Toplam değişebilir katyonların miktarı, Na ve K süzükte atomik absorpsiyon spektrofotometre aletinde okunmuş Ca+Mg miktarı ise titrimetrik olarak belirlenmiştir (Sağlam, 1997).

### **Hacim ağırlığı (Db)**

Hacim ağırlığı, bozulmamış toprak örnekleri (5\*5 cm boyutundaki silindirlerle alınan örnekler) kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

### **Likit limit (LL)**

Örneklerin likit limit değerleri, 40 nolu (0.42 mm) elekten geçirilen toprak örnekleri kullanılarak "Casagrande" aleti yardımıyla belirlenmiştir (Sowers, 1965).

### **Plastik limit (PL)**

Örneklerin plastik limit değerleri, likit limitin tayini için hazırlanan toprak örnekleri kullanılarak, nemli toprağın 3 mm'lik iplikçiler haline getirilirken dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarına göre belirlenmişlerdir (Sowers, 1965).

### **Plastiklik indeksi (PI)**

Plastiklik indeksi değerleri, likit limit değerinden plastik limit değerinin çıkarılması ile belirlenmiştir (Sowers, 1965).

$$PI = LL - PL \quad (3.1)$$

Burada;

PI: plastiklik indeksi

LL: Likit limit

PL: Plastik limit

### **Tarla kapasitesi**

Örneklerin tarla kapasitesindeki nem içerikleri (0.33 ATM nem yüzdesi) basınçlı tabla aleti kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

### **Solma noktası**

Toprak örneklerinin solma noktası değerleri (15 ATM nem yüzdesi) basınçlı tabla aleti kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

### **Yarayışlı su içeriği**

Toprak örneklerinin yarayışlı su içerikleri; tarla kapasitesindeki ve solma noktasındaki su içeriği değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Demiralay, 1993).

$$FS=TK-SN \quad (3.2)$$

Burada;

FS: Faydalı Su

TK: Tarla Kapasitesi

SN: Solma Noktası

### **Toprak aşınım faktörü(K)**

Toprakların aşınım faktörü değerleri (Universal Toprak Kayıp Denklemindeki K Parametresi), toprakların tekstür, strüktür, organik madde içeriği ve su geçirgenliği gibi özellikleri kullanılarak, Wischmeir ve Smith (1978), tarafından geliştirilmiş olan eşitlikten yararlanılarak saptanmıştır (Wischmeier ve Smith, 1978).

$$K=2.8 \times 10^{-7} \times (M)^{1.14} \times (12-a) + 4.3 \times (b-2) \times 10^{-3} + 3.3 \times (c-3) \times 10^{-3} \quad (3.3)$$

Burada;

K: Toprak aşınım faktörü

M: Zerre irilik dağılımı parametresi (silt+çok ince kum)x(100-kil)

a: Organik madde içeriği, %

b: Strüktür tipi sınıfı kodu

c: Su geçirgenliği sınıfı kodu

### **Agregat stabilitesi (AS)**

Toprakların agregat stabilitesi tayininde, “Islak Eleme” yöntemi kullanılmıştır. Çap büyüklükleri 2mm olan toprak fraksiyonları, 1 mm’lik elekten elenmiş ve elenen toprak 0.250 mm’lik elek üzerine aktarılmış, 5 dakika su içerisinde bekletilip ıslatılmış ve 5 dakika da su içerisinde “Yoder” tipi ıslak eleme aleti kullanılarak

elenmiştir. Eleklerin dalış uzunluğu 5.5 cm ve dalış sıklığı 36 devir.dakika<sup>-1</sup> olarak seçilmiştir. Agregat stabilitesi değerleri aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmış ve yüzde olarak ifade edilmiştir (Demiralay, 1993).

$$\%AS = \frac{(\text{Stabil agregat} + \text{Kum ağırlığı}) - \text{Kum ağırlığı}}{\text{Toprak örneğinin ağırlığı} - \text{Kum ağırlığı}} \times 100 \quad (3.4)$$

### Dispersiyon oranı (DO)

Toprak örneklerinin su içerisinde dispers edilmesinden önce ve sonra silt + kil fraksiyonlarının hidrometreyle ölçülmesi ve aşağıdaki eşitliğin kullanılmasıyla belirlenmiştir (Ngatunga, 1984).

$$\%DO = \frac{(\text{Süspansiyonda ölçülen toplam (silt+kil),\%})}{(\text{Mekanik analizde ölçülen toplam (silt+kil),\%})} \times 100 \quad (3.5)$$

### Erozyon oranı (EO)

Bu oran, hidrometre okumalarından ve 1/3 atmosferdeki nem değerinden yararlanılarak ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Akalan, 1967).

$$\%ER = \frac{\text{Süspansiyonda ölçülen toprak (silt + kil),\%}}{\text{Mekanik analizde ölçülen toprak (sil + kil),\%}} \times \frac{1/3 \text{ atm.Nem,\%}}{\text{Kil,\%}} \times 100 \quad (3.6)$$

### Boekel oranı

Bu oran değeri likit limitte tutulan nem yüzdesinin pF<sub>2</sub>'de (0.01atm.) tutulan nem yüzdesine ve plastik limitte tutulan nem yüzdesinin pF<sub>2</sub>'de (0.01atm.) tutulan nem yüzdesine oranlanması ile belirlenmiştir (Boekel and Pearlkump, 1956).

$$\text{Boekel oranı} = \frac{\text{Likit limit düzeyindeki nem,\%}}{pF'2 \text{ düzeyindeki nem,\%}} \quad (3.7)$$

$$\text{Boekel oranı} = \frac{\text{Plastik limit düzeyindeki nem,\%}}{pF'2 \text{ düzeyindeki nem,\%}} \quad (3.8)$$

### Doğrusal uzama katsayısı (COLE - çubuk)

Doğrusal uzama katsayısı, doğgunluktan biraz daha az nem düzeyindeyken balçıklaştırılan topraktan, bir şırınga yardımı ile elde edilen 1 cm çapında ve 10 cm uzunluğundaki çubukların, belli bir süre ile havada kurutulduktan sonra uzunluklarının ölçülmesiyle aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Schafer, 1976).

$$\text{COLE} - \text{çubuk} = \frac{(L_m - L_d)}{L_d} \quad (3.9)$$

Burada;

$L_m$ : Nemli çubuğun uzunluğu

$L_d$ : Kuru çubuğun uzunluğu

### **Yüzde büzülme**

Bu değer, doygunluktan biraz daha az nem düzeyindeyken hazırlanan toprak macununun, briket kalıplara aktarılıp fırında kurutulmasıyla ve aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir (Ferry and Olson 1975).

$$\text{Yüzde büzülme} = \frac{(V_m - V_b)}{V_m} \times 100 \quad (3.10)$$

Burada;

$v_m$ : Yaş toprak örneğinin konduğu briket kalıbın hacmi

$v_b$ : Fırın kuru briketin hacmi

### **Strüktür stabilite indeksi (SSİ)**

Strüktür stabilite indeksi değeri, hidrometre okumalarına dayanarak ve aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir (Leo, 1963).

$$\text{SSİ} = \Sigma a - \Sigma b \quad (3.11)$$

Burada;

$\Sigma a$ : Dispersiyon sonrası ölçülen (silt + kil) fraksiyonları toplamı, %

$\Sigma b$ : Agregatlardan süspansiyona dispers olan (silt + kil) fraksiyonları toplamı, %

### **3.2.3. İstatistiksel Yöntemler**

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS bilgisayar paket programından yararlanılmıştır (SPSS v21).

## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1. Toprak Özellikleri**

Tokat ili Turhal ilçesi koşullarında ayçiçeği, buğday, sebze, meyve bahçesi, şeker pancarı, çayır, mera ve yonca bitkisi yetiştiriciliğinin yapıldığı parsellerden alınan toprak örneklerinde belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere ilişkin istatistiksel değerler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Söz konusu toprak özellikleri aşağıda verilen alt başlıklar içerisinde irdelenmiştir.

#### **4.1.1. Toprak tekstürü**

Tablo 2’nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere araştırma konusu topraklar kaba ile ince arasında değişen bir tekstür aralığında yer almakta olup kum içerikleri %20.29 ile %65.59, silt içerikleri %19.36 ile %45.15, kil içerikleri ise %1.47 ile %41.14 arasında değişmektedir. Arazi kullanım şekli dikkate alındığında Hububat, mera, meyve bahçesi, ayçiçeği, yonca sebze, şeker pancarı üretim alanlarının tınlı tekstürel yapıya, çayır alanı olarak kullanılan alanların ise tınlı ile killi bir yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir.

#### **4.1.2. Toprak reaksiyonu (pH)**

Toprakların pH değerleri (1:2.5 toprak-su) 7.89 ile 8.06 arasında değişmekte olup ortalama değer 7.93’tür. Topraklar geneli ile orta derecede alkalın bir reaksiyona sahiptirler. Araştırma konusu topraklarda en yüksek pH değeri (8.06) sebze yetiştirilen 16 numaralı örnekte, en düşük değerler ise (7.89) şeker pancarı yetiştirilen 20 numaralı ve çayır alanı olarak kullanılan 24 numaralı örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 3.1, Çizelge 4.1). Arazi kullanım şekli açısından pH değerleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı ifade edilebilir (Hazelton and Murphy, 2007).

#### **4.1.3. Elektriksel iletkenlik**

Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri 0.178 dS.m<sup>-1</sup> ile 0.780 dS.m<sup>-1</sup> arasından değişmekte olup ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0.436 dS.m<sup>-1</sup> ‘dir. EC değeri

toprak tuzluluğunun değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup söz konusu değer 2 dS/m' altında olan topraklar tuzsuz topraklar olarak isimlendirilmektedirler (Hazelton and Murphy, 2007). Bu sınır değeri esas alındığında araştırma alanındaki toprakların tuzluluk açısından bir problemlerinin bulunmadığı ifade edilebilir. Araştırma alanında en düşük EC değeri 0.178 dS.m<sup>-1</sup> ile mera alanında (6 numaralı örnekte) ve en yüksek değerler ise 0.780 dS.m<sup>-1</sup> ile ayçiçeği tarımı yapılan (11 numaralı) örnekte tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).



Çizelge 4.1. Araştırma konusu toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Arazi Kullanımı	Buğday			Mera			Meyve bahçesi			Ayçiçek			Yonca			Sebze			Şeker pancarı			Çayır		
Toprak özellikleri	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak
Kum, %	23.6	20.2	25.6	47.1	28	65.5	30.2	27.5	33.7	48.7	44.2	55.4	33.4	23.7	47.9	54.5	45.1	61.6	44.7	32.8	52.7	33.3	32.8	35.6
Silt, %	37.7	36.4	39.6	28.8	19.3	38.9	36.2	33.6	38.2	31.3	29.8	39.3	44	42.2	45.1	39.2	34.7	42.8	37.8	33.3	40.7	30.6	25.4	34.1
Kil, %	38.5	37.5	40.2	24	7.5	33.3	33.5	28.3	37.1	17.4	5.5	24.4	22.5	7.4	31.1	6.2	1.4	13.7	17.3	11.5	26.6	35.4	30.4	41.1
pH, (1:2.5)	7.9	7.9	7.91	7.89	7.89	7.9	7.91	7.9	7.91	8	7.99	8.01	7.98	7.89	8.04	7.95	7.89	8.06	7.89	7.89	7.91	7.89	7.89	7.89
EC, ds.m <sup>-1</sup>	0.409	0.313	0.504	0.341	0.178	0.54	0.507	0.34	0.677	0.468	0.282	0.780	0.540	0.474	0.596	0.388	0.332	0.459	0.313	0.285	0.363	0.518	0.432	0.636
Kireç, %	14.1	12.3	15.5	17.5	11.7	21.5	19.1	16.2	23.4	18.6	11.2	24.6	20	15.3	23	11.1	8.9	12.7	22.2	16.8	29.9	29.7	23.2	39.5
OM, %	2.6	2.0	3.0	1.0	0.63	1.4	2.5	1.4	3.2	3	2.3	3.4	2.9	2.6	3.1	2.2	1.7	2.8	1.1	0.5	1.7	2.2	1.8	2.8
DNa, %	8.17	4.58	11.2	5.40	4.24	6.48	4.85	2.24	6.57	2.07	1.68	2.71	1.74	1.33	2.31	1.59	1.41	1.73	1.98	1.14	2.62	2.33	1.13	3.91
KDK, me/100g	27.0	23.5	29.1	19.4	15.6	24.1	25.8	20.1	33.4	35.2	30.1	38.3	39.5	33.0	49.3	37.1	32.3	42.2	45.3	40.2	50.7	46.7	43.4	51.2

#### **4.1.4 Kireç**

Toprakların kireç içerikleri %8.95 ile %39.58 arasında değişmekte olup ortalama kireç içerikleri %19.09'dur. Toprakların geneli ile kireç yönünden çok kireçli bir yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir (Soil Survey Manual, 2017). Topraklarda kireç içeriği en düşük değerler %8.95 ile sebze yetiştirilen alanlarda en yüksek değerler ise %39.58 ile çayır alanlarında saptanmıştır. Arazi kullanım şekli ve kireç içeriği ilişkisi irdelendiğinde, kireç içeriklerinin arazi kullanım şeklinden etkilendiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1)

#### **4.1.5 Organik madde**

Toprakların organik madde içerikleri %0.57 ile %3.46 arasında değişmekte olup ortalama değer %2.22'dir. Topraklar aşırı derecede düşük ve yüksek arasında değişen düzeyde organik madde içeriğine sahiptirler (Hazelton and Murphy, 2007). En düşük organik madde içeriği %0.57 (20 nolu örnek) ile şeker pancarı yetiştirilen alanlarda en yüksek değer ise %3.46 (11nolu örnek) ile ayçiçeği yetiştirilen alanlarda (Çizelge 3.1) saptanmıştır. Arazi kullanım şekli ve organik madde içeriği arasındaki ilişkiler irdelendiğinde farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların organik madde içeriklerinde önemli farklılıkların bulunduğu görülmektedir. Bu durum muhtemelen arazi kullanım şekli ile birlikte yapılan tarımsal uygulamalar (gübreleme) ile de yakından ilişkilidir.

#### **4.1.6. Değişebilir sodyum yüzdesi**

Toprakların değişebilir sodyum yüzdesi değerleri %1.13 ile %11.17 arasında değişmekte olup ortalama değişebilir sodyum yüzdesi değeri 3.51'dir. Değişebilir sodyum yüzdesi topraktaki değişebilir Na iyonunun katyon değişim kapasitesine oranını ifade etmekte olup alkalileşmenin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametredir(Hazelton and Murphy, 2007). Oran değeri %15'in üzerinde olan topraklar alkali topraklar olarak değerlendirilmektedir. Araştırma konusu topraklar bu açıdan değerlendirildiğinde alkalilikle ilgili bir sorunun bulunmadığı ifade edilebilir.

Topraklarda en düşük değerler %1.13 ile şeker pancarı yetiştirilen topraklarda en yüksek değerler ise %11.17 ile buğday yetiştirilen alanlarda tespit edilmiştir.

(Hazelton and Murphy, 2007). Başka ifade ile arazi kullanım şekli topraktaki değişebilir sodyum miktarını etkilemiştir.

#### **4.1.7 Katyon değişim kapasitesi**

Toprakların katyon değişim kapasitesi değerleri 15.6 ile 51.2 arasında değişmekte olup ortalama değerleri ise 34.4'dur. Katyon değişim kapasitesi en düşük değerler 15.6 ile mera alanlarında en yüksek ise 51.2 ile şeker pancarı yetiştirilen alanlarda görülmektedir. Arazi kullanım şekli açısından farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların KDK değerlerinde önemli farklılıkların bulunduğu tespit edilmiştir.

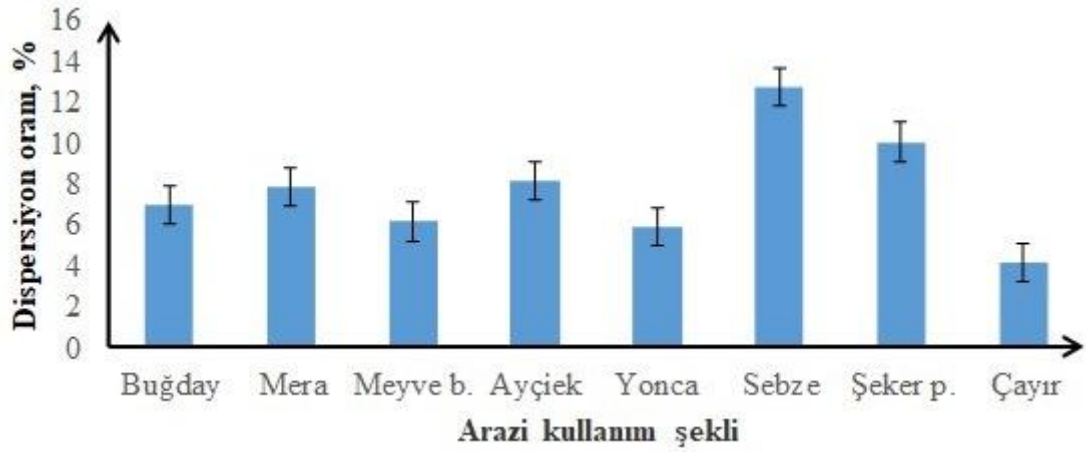
### **4.2 Strüktürel Parametreler**

#### **4.2.1 Dispersiyon oranı**

Turhal koşullarında sekiz farklı arazi kullanımını altında bulunan arazilerden alınan toprak örneklerinde belirlenen dispersiyon oranı değeri ortalamaları ile arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 4.1'de, dispersiyon oranı değerleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu verilerin incelemesinden de anlaşılacağı üzere toprakların dispersiyon oranı değerleri %2.95 ile %18.8 arasında değişmekte olup ortalama değer %7.96' (Çizelge 4.3)'dir. Bu oran değeri ıslanma sonucunda toprak strüktüründe meydana gelen bozulmayı yansıtmakta olup %15'ten büyük oran değerine sahip topraklar erozyona karşı duyarlı, daha küçük oran değerine sahip topraklar ise erozyona karşı dayanıklı olarak değerlendirilmektedir (Morgan, 2005). Bu sınır değer esas alınacak olursa araştırma konusu topraklardan sebze üretiminin yapıldığı parsellerden %18.8 oran değerine sahip olan (17 numaralı örnek) örnek hariç diğer toprakların erozyona karşı dayanıklı olduğu ifade edilebilir.

Topraklar, dispersiyon oranı değerleri bakımından ortalama değerler dikkate alınarak küçükten büyüğe doğru sıraya konulduklarında oran değeri en küçük olan (%4.30) çayır örtüsü altındaki parsellerin ilk sırada oran değeri en yüksek olan (%12.7) sebze üretim alanı topraklarının ise son sırada yer aldıkları, toprakların Çayır< Yonca< Meyve bahçesi< Buğday< Mera< Ayçiçeği< Şeker pancarı< sebze şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Ortaya çıkan bu durum muhtemelen arazi kullanım şeklinin toprağın organik madde içeriğini ve toprak özelliklerini etkilemesinden kaynaklanmış olabilir. Bu sıralamada mera alanı olarak

kullanılan parsellerin hububat üretim alanı olarak kullanılan parsellere göre daha düşük stabilite değerlerine sahip olması dikkat çekmektedir. Bu durum muhtemelen mera alanlarının yoğun şekilde otlatılmasına bağlı olarak toprağın organik madde içeriğininin düşmesi ve eğimli mera arazilerindeki etkin erozyon süreci ile ilişkilidir. Bektaş (2012) Tekman ilçesi koşullarında mono-kültür faaliyetlerin ve aşırı otlatmanın yapıldığı alanlarda toprak kalite parametreleri bakımından en uygun özelliklerin çayır örtüsü altında ortaya çıktığı, toprak tekstürünün toprağın yapısal özelliklerini belirleyen en önemli özellik olduğunu belirlemiştir. Öztaş ve ark. (2003) benzer otlatma geçmişine sahip meralarda toprak özelliklerinin eğimden etkilendiğini ve taban arazilerde kalite parametrelerinin iyileştiğini görmüşlerdir.



Şekil 4.1 Arazi kullanım şekline bağlı olarak dispersiyon oranı değerlerinin değişimi

Toprakların kil içeriği ( $r=-0.778$ ), organik madde ( $r=-0.456$ ), kireç ( $r=-0.382$ ), elektriksel iletkenlik ( $-0.434$ ), tarla kapasitesi ( $r=-0.715$ , solma noktası ( $-0.688$ ) değerleri ile dispersiyon oranı arasında %1 düzeyinde önemli negatif ve kum içeriği (0.654) ile dispersiyon oranı değeri arasında da % 1 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Aşkın (1997), Sönmez ve Özdemir (1988), Morgan (2005), Öztürk (2013) yapmış oldukları çalışmalarda burada elde edilen bulguları destekleyici sonuçlar elde etmişlerdir(Çizelge 4. 3).

Çizelge 4.2. Araştırma alanı topraklarında strüktürel dayanıklılık ölçütleri ile N ve P içeriklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

P	Buğday			Mera			Meyve Bahçesi			Ayçiçek			Yonca			Sebze			Şeker Pancarı			Çayır		
	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.
DO	6.93	5.16	7.99	8.31	5.37	11.14	6.11	4.95	8.10	7.76	5.41	8.94	9.17	5.60	15.41	12.70	6.09	18.84	10.02	6.41	13.35	4.30	2.95	6.21
EO	7.29	5.30	8.33	13.14	5.18	25.88	6.86	5.50	8.89	12.74	6.15	33.19	22.43	5.49	53.70	33.90	12.56	79.62	17.05	7.133	26.10	4.24	1.97	6.63
AS	41.02	30.21	48.56	36.07	17.15	48.63	34.38	22.75	43.51	38.73	12.91	62.88	24.43	13.93	37.16	13.15	9.16	17.59	23.18	9.44	40.25	56.93	46.20	62.97
K fak.	0.019	0.018	0.021	0.0201	0.012	0.024	0.019	0.015	0.024	0.021	0.016	0.028	0.028	0.024	0.035	0.034	0.028	0.039	0.031	0.026	0.036	0.018	0.012	0.024
LL/p F	1.38	1.23	1.49	1.54	1.37	1.89	1.15	0.72	1.38	1.50	0.39	2.67	1.30	1.17	1.47	1.27	0.60	1.76	1.43	1.02	2.13	1.43	1.24	1.66
PL/p F	0.73	0.65	0.80	0.93	0.79	1.15	0.76	0.62	0.82	0.96	0.76	1.15	0.85	0.69	1.03	1.17	1.06	1.32	0.89	0.17	1.41	0.94	0.86	1.15
Na	4.62	2.75	5.65	2.27	1.66	3.33	2.47	1.59	3.18	1.52	1.37	1.73	1.43	1.08	1.81	1.25	1.08	1.52	1.85	1.23	2.24	2.24	1.23	3.62
DNa	32.95	19.26	45.89	13.29	8.39	17.51	13.62	6.90	18.08	9.35	5.59	15.40	7.66	4.70	11.83	11.78	8.52	16.99	8.73	6.02	13.29	8.54	3.11	15.57
K	1.69	1.49	1.96	0.99	0.76	1.23	2.76	1.70	3.71	1.78	1.62	1.92	1.36	1.15	1.62	1.01	0.64	1.70	0.72	0.34	1.02	1.55	0.94	2.05
TK	40.79	37.39	49.30	27.09	17.59	32.01	37.73	31.33	40.43	26.52	21.37	31.96	31.32	26.21	40.32	23.20	17.41	31.11	25.84	18.10	29.54	33.41	27.34	36.54
SN	22.45	20.84	25.46	15.43	10.71	18.41	20.95	16.17	24.18	14.42	8.10	20.22	15.32	8.850	21.26	31.42	6.26	115.6	13.45	11.78	16.48	19.76	19.18	20.07
COL E	0.19	0.15	0.244	0.12	0.08	0.16	0.16	0.11	0.20	0.10	0.036	0.16	0.10	0.02	0.15	0.05	0.03	0.07	0.09	0.06	0.12	0.15	0.11	0.18
%Büz.	63.19	53.38	76.84	36.05	13.35	51.30	52.36	37.35	63.71	28.42	11.82	40.89	39.30	20.45	53.32	15.99	10.67	20.36	33.77	23.88	45.25	48.12	44.65	58.12
N, %	0.53	0.43	0.68	0.41	0.17	0.66	0.49	0.36	0.67	0.61	0.46	0.76	0.70	0.64	0.73	0.54	0.42	0.63	0.40	0.37	0.43	0.35	0.29	0.50
P, ppm	13.0	4.65	23.9	2.62	2.07	3.10	9.28	2.58	18.17	7.08	3.68	11.55	5.06	4.37	5.57	5.78	4.48	6.49	2.37	0.80	4.48	3.13	1.89	5.06

Çizelge 4.3. Araştırma konusu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin korelasyon matrisi

	S	SI	C	OM	KRC	PH	EC	NA	K	KDK	TK	SN	COLE	YB	LL	PL	HA	LLPF	PLPF	AS	DO	KFAK	ER	DNA	N	P
S	1																									
SI	-0.253	1																								
C	-0.892**	-0.212	1																							
OM	-0.607**	0.036	.597**	1																						
KRC	-0.185	-.379**	.364*	0.283	1																					
PH	0.269	0.214	-.372**	0.057	-0.1	1																				
EC	-.337*	.361*	0.172	.365*	0.01	0.17	1																			
NA	-.563**	0.015	.562**	0.271	-0.19	-.359*	0.173	1																		
K	-.462**	-0.014	.473**	.451**	-0.06	-0.02	.441**	.336*	1																	
KDK	-0.055	0.216	-0.045	0.247	.494**	0.11	0.113	.380**	-0.23	1																
TK	-.891**	0.021	.891**	.589**	0.182	-0.19	.309*	.560**	.605**	-0.04	1															
SN	-.807**	-0.138	.880**	.538**	0.199	-0.09	.377**	.579**	.635**	-0.16	.881**	1														
COLE	-.703**	-0.28	.841**	.446**	0.173	-.313*	0.072	.629**	.537**	-0.21	.771**	.801**	1													
YB	-.871**	-0.068	.911**	.526**	0.193	-.290*	0.096	.664**	.453**	-0.17	.888**	.867**	.845**	1												
LL	-.792**	-0.089	.842**	.554**	0.185	-.339*	.296*	.690**	.412**	-0.14	.777**	.810**	.740**	.822**	1											
PL	-.576**	-0.134	.644**	.442**	.387**	-0.18	.348*	.423**	.378**	-0.07	.625**	.689**	.537**	.633**	.778**	1										
HA	.414**	0.155	-.491**	-.637**	.396**	-0.06	-0.257	-0.17	.427**	-0.26	-.494**	-.463**	-.420**	-.408**	-.324*	-.370**	1									
LLPF	.294*	-0.189	-0.208	-0.185	-0.01	-0.19	-0.138	0.071	-.329*	-0.16	-.476**	-0.239	-0.141	-0.235	0.16	0.098	.325*	1								
PLPF	.607**	-0.121	-.557**	-.371**	0.068	0.09	-0.114	-0.27	.417**	-0.04	-.704**	-.499**	-.466**	-.540**	-0.266	0.09	.312*	.750**	1							
AS	-.577**	-.426**	.782**	.593**	.456**	-0.28	0.128	.410**	.330*	0.07	.586**	.664**	.725**	.663**	.640**	.431**	.648**	-0.07	-.405**	1						
DO	.654**	0.097	-.706**	-.544**	.382**	0.13	-.434**	-0.24	.378**	-0.12	-.715**	-.668**	-.481**	-.574**	-.581**	-.446**	.450**	.353*	.594**	-.633**	1					
KFAK	.478**	.662**	-.792**	-.487**	.377**	0.21	-0.062	.384**	.505**	0.21	-.631**	-.767**	-.744**	-.641**	-.638**	-.492**	.433**	0.059	.365*	-.741**	.574**	1				
ER	.457**	0.265	-.585**	-0.206	-0.26	0.1	-0.207	-.286*	-.340*	0.05	-.553**	-.645**	-.467**	-.494**	-.465**	-.320*	0.098	0.215	.473**	-.484**	.774**	.621**	1			
DNA	-.409**	0.138	.348*	0.148	.506**	-0.25	0.132	.909**	0.254	.441**	.433**	.427**	.453**	.500**	.533**	0.216	-0.01	0.051	-0.276	0.153	-0.09	-0.212	-0.16	1		
N	-0.248	.566**	-0.014	.423**	-.308*	.471**	.642**	0.1	.297*	-0.01	0.17	0.201	-0.065	0.047	0.116	0.055	0.01	-0.17	-0.171	-0.122	-0.17	0.112	-0.1	0.213	1	
P	-0.231	0.12	0.178	0.058	-.310*	0.06	.304*	0.258	.502**	-0.25	.313*	.348*	0.274	0.208	.354*	0.237	-0.07	-0.01	-0.123	0.02	-0.01	-0.193	-0.02	.341*	0.26	1

\*\* : %1 düzeyinde önemli, \* : %5 düzeyinde önemli, S: kum, Si: Silt, C: Kil, OM: Organik madde, KRC: Kireç, EC: Elektriksel iletkenlik, Na: Sodyum, K: Potasyum, KDK: Katyon değişim kapasitesi, TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, YB: Yüzde büzülme, LL: Likit limit, PL: Plastik limit, HA: Hacim ağırlık, AS: Agregat stabilitesi, DO: Dispersiyon oranı, KFAK: Toprak aşınım faktörü, ER: Erozyon oranı, DNA: Değişenilir sodyum, N: Azot, P: Fosfor

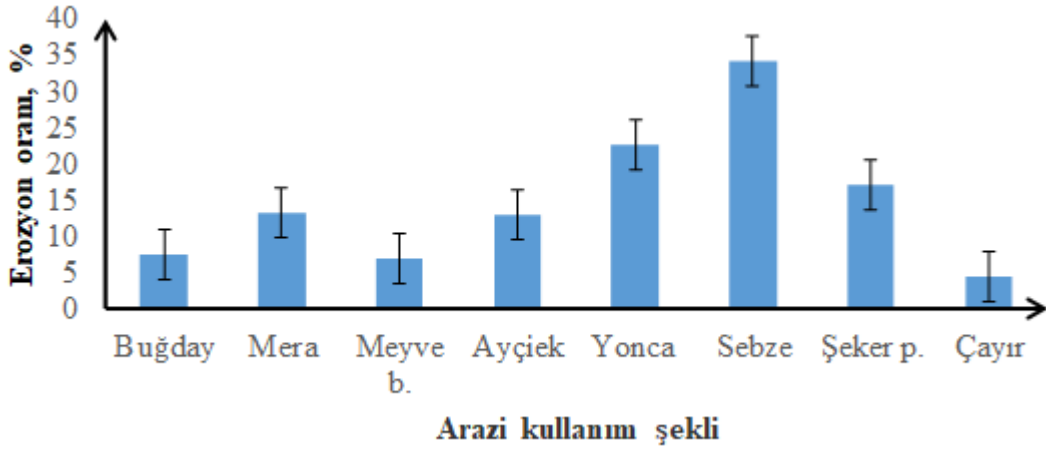
Diğer taraftan toprakların dispersiyon oranı değerleri ile erozyona karşı duyarlılığın değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden toprak aşınım faktörü (0.574), PL/pf2 (0.594) nem değeri arasında %1 düzeyinde, LL/pf2 (0.353) nem değerleri arasında ise %5 düzeyinde önemi pozitif, agregat stabilitesi değerleri (-0.633) ve COLE çubuk değerleri ile dispersiyon oranı arasında da %1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

#### **4.2.2 Erozyon oranı**

Turhal koşullarında sekiz farklı arazi kullanımı altında bulunan 24 farklı arazi ünitesinden alınan toprak örneklerinde belirlenen erozyon oranı değeri ortalamaları ile arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 4.2’de, erozyon oranı değerleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 4.3’de verilmiştir. Bu verilerin incelemesinden de anlaşılacağı üzere toprakların erozyon oranı değerleri %1.97 ile %33.99 arasında değişmekte olup ortalama değer %14.72’dir (Çizelge 4.3). Erozyon oran değeri %10’dan küçük olan topraklar erozyona karşı dayanıklı olarak kabul edilmektedir (Morgan, 2005). Bu sınır esas alınacak olursa araştırma alanı topraklarından ayçiçeği üretiminin yapıldığı 10 ve 11 nolu, yonca üretiminin yapıldığı 14, sebze üretiminin yapıldığı 16, 17, 18, şeker pancarı üretiminin yapıldığı 19, 20 ve mera alanı olarak kullanılan 6 nolu parselde ait örneklerin oran değerleri %10 sınır değerinin üzerinde bulunduğu için erozyona karşı duyarlı diğerleri ise erozyona karşı dayanıklı olarak değerlendirilebilir. Arazi kullanım şekli ve erozyon oranı arasındaki karşılıklı ilişkiler irdelendiğinde erozyona karşı duyarlılığın temel toprak özelliklerinden ve arazi kullanımı şeklinde etkilendiği, kullanım yoğunluğu arttıkça erozyona uğrama eğiliminin de arttığı, hafif yapılı ve düşük organik madde içeriğine sahip olan parsellerin erozyona karşı daha duyarlı oldukları saptanmıştır (Çizelge 4.2). Eraslan vd (2017), İnebolu Havzasında yapmış oldukları bir çalışmada toprakların erozyona duyarlılık durumları ile arazi kullanımı durumu ve arazi üzerindeki bitki örtüsü arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmada aşınabilirliğin arazi kullanımından etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Parlak vd (2015), yaptıkları bir çalışmada Gökçeada’nın (Çanakkale) çalı bitkileri ile kaplı meralarında farklı ıslah uygulamalarının toprak erozyonuna etkisini irdemişlerdir. On dört farklı ıslah parseli üzerinde 4 adet yapay yağmurlama

sistemi kullanılarak yürütülen araştırmada parseller arasında toprak kaybı ve hacim ağırlığı değerlerinde önemli farklılıkların bulunduğu ve korunamayan parseller ile korunanlar arasında 57 katlık bir farkın olduğu, agregat stabilitesinde ise önemli bir farklılığın bulunmadığı saptanmıştır. Karagül (1994) ise yaptığı çalışma sonucunda, çayır ve orman topraklarındaki erozyona karşı dirençli yapının uzun yıllar boyunca şekillenen strüktür stabilitesi, tarım alanlarındaki duyarlı yapının ise bu toprakların devamlı işlenmesinden dolayı stabil bir strüktürün gelişmemesi ile ilişkili olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 4.2. Arazi kullanım şekline bağlı olarak erozyon oranı değerlerinin değişimi

Topraklar, erozyon oranı değerleri bakımından ortalama değerler dikkate alınarak küçükten büyüğe doğru sıraya konulduklarında oran değeri en küçük olan (%1.97) çayır örtüsü altındaki parsellerin ilk sırada oran değeri en yüksek olan (%79.62) sebze üretim alanı topraklarının ise son sırada yer aldıkları, toprakların Çayır< Meyve bahçesi< Buğday< Ayçiçeği< Mera< Şeker pancarı< Yonca< Sebze şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

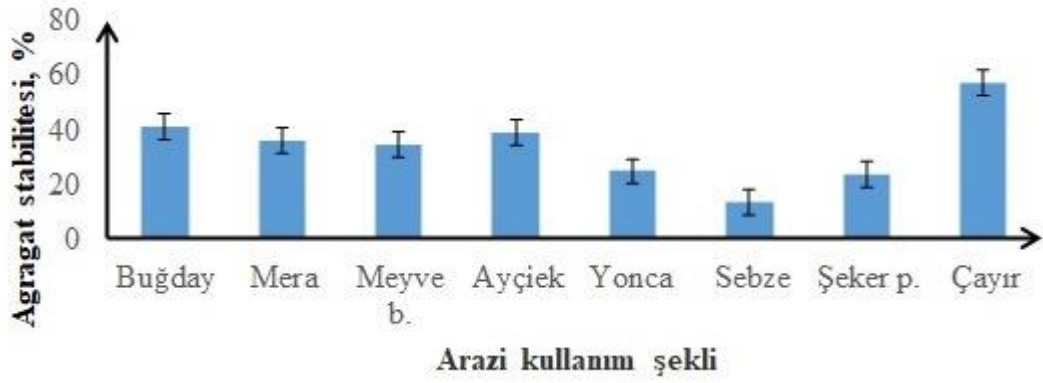
Toprakların kil içeriği ( $r=-0.585$ ), organik madde ( $r=-0.206$ ), kireç ( $r=-0.261$ ), elektriksel iletkenlik ( $-0.207$ ), tarla kapasitesi ( $r=-0.553$ ), solma noktası ( $-0.645$ ) değerleri ile erozyon oranı arasında %1, değişebilir sodyum ( $-0.286$ ), değişebilir potasyum ( $-0.340$ ) ve plastik limit ( $-0.320$ ) değerleri ile de %5 düzeyinde önemli negatif ve kum içeriği ( $0.457$ ) ile erozyon oranı değeri arasında da % 1 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Diğer taraftan toprakların erozyon oranı değerleri ile strüktürel stabilitenenin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden PL/pF<sup>2</sup>( $0.473$ ), dispersiyon oranı

(0.774) ve K faktörü (0.621) değerleri arasında %1 düzeyinde önemli pozitif, COLE-çubuk (-0.467) ve agregat stabilitesi (-0.484) değerleri ile de %1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

#### 4.2.3 Agregat stabilitesi

Turhal koşullarında sekiz farklı arazi kullanımı altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan toprak örneklerinde belirlenen agregat stabilitesi değeri ortalamaları ve arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 4.3’de, agregat stabilitesi değerleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 4.3’de verilmiştir. Bu verilerin incelemesinden de anlaşılacağı üzere toprakların agregat stabilitesi değerleri %9,16–%62.97 arasında değişmekte olup en düşük değerler sebze yetiştirilen alanlarda, en yüksek değer ise çayırılık olarak kullanılan alanlarda saptanmıştır (Şekil 4.3). Agregat stabilitesi değeri tarımsal uygulama ve işlemlerin toprak kalite parametreleri üzerindeki etkilerinin ve erozyona karşı dayanıklılıklarının değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup stabilite değeri yükseldikçe kalite parametrelerinde iyileşme meydana gelmekte ve erozyona karşı direnç artmaktadır. Günümüze kadar bu parametre ile bağlantılı bir sınır değer henüz tespit edilememiştir (Özdemir, 2013). Arazi kullanım şekli ve agregat stabilitesi değerleri arasındaki karşılıklı ilişkiler irdelendiğinde stabilite değerlerinin arazi kullanımından ve temel toprak özelliklerinden etkilendiği, hafif yapılı ve düşük organik madde içeriğine sahip olan parsellerin daha düşük agregat stabilitesi değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.2, 4.3). Öztaş ve Hacımüftüoğlu (2012), yapmış oldukları bir çalışmada Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisinden; ayçiçeği, buğday, fasulye, mısır, patates ve yonca bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan aldıkları toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mekaniksel özellikleri incelemiş, yetiştirilen bitkilerin, toprağın strüktürel parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar yetiştirilen bitki desenine bağlı toprağın strüktürel parametrelerinde ve özelliklerinde önemli farklılıkların meydana geldiğini görmüşlerdir. Toprak örneklerinde en uygun parametrik değerlerin yonca ekili alanlarda, en olumsuz değerlerin ise patates ve mısır ekili olan topraklarda olduğunu ifade etmişlerdir. Demiralay (1982) yapmış olduğu bir çalışmada Erzurum yöresinde üç doğal çayır arazisinin agregasyon durumunun incelemiştir. Araştırma sonuçta bakım ve kullanım koşulları uygun olmayan iki çayır arazisinde agregat stabilitesinin oldukça düşük olduğunu belirlemiştir.



Şekil 4.3. Arazi kullanım şekli ile agregat stabilitesi arasındaki ilişki.

Topraklar, agregat stabilitesi değeri, ortalamaları dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıraya konulduklarında stabilite değeri en büyük olan (%56.93) çayır örtüsü altındaki parsellerin ilk sırada stabilite değeri en düşük olan (%13.15) sebze üretim alanı topraklarının ise son sırada yer aldıkları, toprakların Çayır> Buğday> Ayçiçeği> Mera > Meyve bahçesi> Yonca> Şeker pancarı > Sebze şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

Toprakların kil içeriği ( $r=0.782$ ), organik madde ( $r=0.593$ ), kireç ( $r=0.456$ ), tarla kapasitesi ( $r=0.586$ ), solma noktası ( $r=0.664$ ), yüzde büzülme ( $r=0.663$ ), likit limit (0.640), plastik limit (0.431), değişebilir sodyum (0.410), değerleri arasında %1, potasyum (0.330) değeri ile %5 düzeyinde önemli pozitif, kum (-0.557), silt (-0.426) ve hacim ağırlık (-0.648) ile agregat stabilitesi değeri arasında da % 1 düzeyinde önemli negatif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

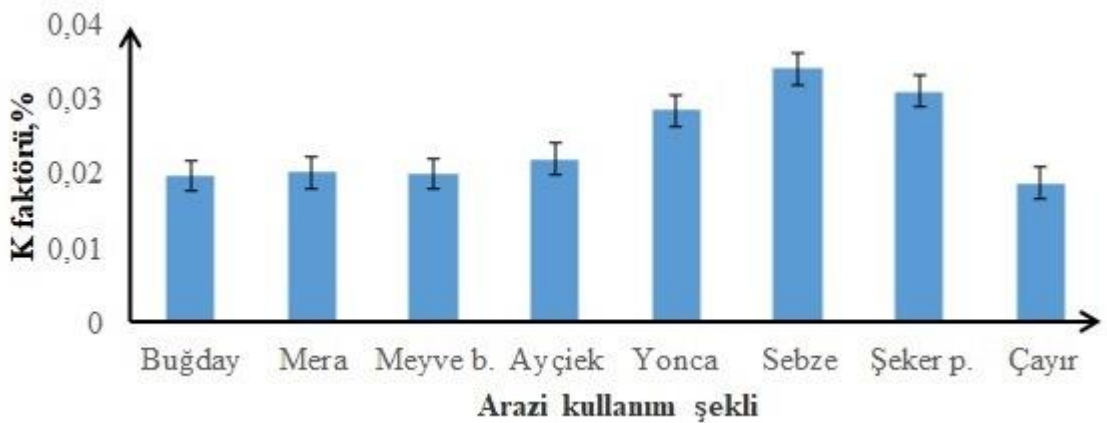
Diğer taraftan toprakların agregat stabilitesi değerleri ile strüktürel stabilitenenin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden PL/pF<sup>2</sup> (-0.405), dispersiyon oranı (-0.633), erozyon oranı (-0.484) ve K faktörü (-0.741) değerleri arasında %1 düzeyinde önemli negatif, COLE-çubuk (0.725) değeri ile de %1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

#### 4.2.4. Toprak aşınım faktörü (K faktörü)

Turhal koşullarında sekiz farklı arazi kullanım şekli altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan toprak örneklerinde belirlenen aşınım faktörü değeri ortalamaları ile arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 4.4'de, toprak aşınım faktörü ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu verilerin incelemesinden de anlaşılacağı üzere toprakların K faktörü değerleri 0.011 ile 0.039

arasında değişmekte olup ortalama değer 0.024'tür (Çizelge 4.2). Ünlversal toprak kayıp denklemindeki parametrelerden biri olan toprak aşınım faktörü, toprakların organik madde içeriğine, toprak tekstürüne, toprak strüktürüne ve geçirgenlik değerlerine bağlı olup aşınmaya karşı direnci ifade eden bir parametredir. Bu değer küçüldükçe toprağın aşınmaya karşı direnci artmaktadır (Wischmeier ve Smith, 1978). Bu değerlendirme esas alınacak olursa araştırma konusu topraklardan aşınım faktörü değeri en düşük (0.011) olan ve çayırılık olarak kullanılan, kumlu-tın tekstüre sahip topraklar erozyona karşı en dayanıklı, aşınım faktörü değeri en yüksek (0.039) olan ve sebze yetiştirilen, kumlu-killi-tın tekstüre sahip olan alanlara ait topraklar ise erozyona karşı en duyarlı topraklar olarak değerlendirilebilir.

Toprakların erozyona karşı hassasiyetleri arazi kullanım şeklinden önemli ölçüde etkilenmektedir (Öztaş ve Hacımüftüoğlu, 2012). Mera Kullanımı ve Yönetiminin etkilerini irdelemek üzere Doğu Anadolu, Karadeniz, İç Anadolu ve Akdeniz bölgesindeki 48 ile ait meralardan alınan 3437 adet toprakta söz konusu ilişkiler irdelenmiştir. Sonuçta toprak özellikleri ile K faktörü değeri arasındaki ilişkinin bölgelere göre değiştiği, K faktörü ile en yüksek ilişkiyi silt ve silt+çok ince kumun gösterdiği, organik madde ve kil içeriği ile K faktörü değeri ilişkisinin bölgesel değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak K faktörü değeri, organik maddenin ve toprak yapısının dinamik davranışı neticesinde toprak koruma önlemi alınması ve mera alanlarında bu parametrelerin belirli aralıklar ile izlenmesi gerektiği belirtilmiştir (Başkan vd., 2011, Doğan vd. 2013).



şekil 4.4. Arazi kullanım şekline bağlı olarak K faktörü değerlerinin değişimi

Topraklar, K faktörü değerleri bakımından ortalama değerler dikkate alınarak küçükten büyüğe doğru sıraya konulduklarında oran değeri en küçük olan (0.011) çayır örtüsü altındaki parsellerin ilk sırada oran değeri en yüksek olan (%0.039)

sebze üretim alanı topraklarının ise son sırada yer aldıkları, toprakların Çayır< Buğday< Meyve bahçesi< Mera< Ayçiçek< Yonca< Şeker pancarı< Sebze şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Bu sıralamada arazi kullanım şekli ile birlikte temel toprak özelliklerinin de etkili olduğu, yüksek kil ve organik madde içeriğine sahip toprakların ilk sıralarda yer aldıkları (Çizelge 4.1) tespit edilmiştir. Öztaş ve Hacımüftüoğlu (2012) benze doğrultuda yapmış oldukları bir çalışmada yetiştirilen bitki desenine bağlı olarak toprağın strüktürel parametrelerinde ve özelliklerinde önemli farklılıkların meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Toprakların kil içeriği ( $r=-0.792$ ), organik madde ( $r=-0.487$ ), kireç ( $r=-0.377$ ), sodyum ( $r=-0.384$ ), potasyum ( $r=-0.505$ ), tarla kapasitesi ( $r=-0.631$ ), solma noktası ( $-0.767$ ), likit limit ( $r=-0.638$ ), plastik limit ( $r=-0.492$ ) değerleri ile K faktörü arasında %1 düzeyinde önemli negatif, kum içeriği ( $0.478$ ), silt ( $r=0.662$ ), hacim ağırlığı ( $r=0.433$ ) ile K faktörü değeri arasında da % 1 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Diğer taraftan toprakların K faktörü değerleri ile strüktürel stabilitenenin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden COLE-çubuk ( $r=-0.744$ ), agregat stabilitesi ( $r=-0.741$ ) ve K faktörü değeri arasında %1 düzeyinde önemli negatif, dispersiyon oranı ( $r=0.574$ ) ve erozyon oranı ( $r=0.621$ ) arasında ise %1 düzeyinde önemli pozitif, PL/pF2 ( $r=0.365$ ) ile K faktörü arasında ise %5 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Ngatunga vd., (1984), Morgan (2005), Öztürk (2013) yapmış oldukları çalışmalarda (K) faktörü ile erozyona karşı duyarlılığın değerlendirilmesinde kullanılan parametreler arasında önemli istatistiksel ilişkiler saptamışlardır.

#### **4.2.5 Likit Limitin/pF<sup>2</sup> ve Plastik Limit/pF<sup>2</sup> nem oranı**

Turhal yöresinde sekiz farklı arazi kullanımını altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan yüzey toprak örneklerinde belirlenen Likit limit/pF<sup>2</sup> ve Plastik limit/ pF<sup>2</sup> nem oranı ortalamaları ile arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 4.5, Şekil 4.6'da,

Boekel 1 ve Boekel 2 nem oranı ortalamaları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, Boekel 1'deki nem oranı değerleri 0.39 ile 2.67 arasında değişmekte olup en yüksek değer mera olarak kullanılan alanda, en düşük ise meyve bahçesi olarak kullanılan alanlarda belirlenirken, Boekel 2'deki nem oranı değerleri 0.17 ile 1.01

arasında değişmekte olup en yüksek değerler sebze üretimi yapılan parsellerde en düşük değer ise buğday üretim alanlarında tespit edilmiştir. Bu durum muhtemelen arazi kullanım şekli ve temel toprak özellikleri ile ilgilidir.

Nem yüzdesi ıskalası üzerinde üst ve alt plastik limitlerin pF'2 noktasına göre konumları, ağır yapılı (killi) toprakların strüktürlerini değerlendirmede iyi bir gösterge olabilir. Boekel 1'deki nem yüzdesine oranı toprakların suda dağılma olasılığını, alt plastik limitin pF'2deki nem oranı ise kil agregatlarının mekaniksel kuvvetlere karşı direncini ortaya koymada iyi bir ölçüt olarak kullanılabilir (De Leenheert vd, 1967). Üst plastik limitin pF'2deki nem oranı "1" den küçük ise toprakta önemli bir dağılma, alt plastik limitin pF'2deki nem oranı "1" den büyük ise fazla bir direnç, küçük ise (0.6 ve 0.7) düşük bir direnç beklenebilir (De Boodt vd, 1967; Karagöktaş, 2014). Bu sınır değerler dikkate alındığında araştırma konusu topraklarda üst plastik limitin pF'2deki neme oranı değerleri tüm topraklarda "1" den büyük olarak saptanmış olup topraklar dispersiyona karşı dirençli olarak değerlendirilebilir. Öte yandan alt plastik limitin pF'2deki nem oranı değerleri esas alındığında toprakların çoğunlukla "1"e yakın bir oran değerine sahip olmaları nedeniyle mekaniksel kuvvetlere karşı dirençli oldukları söylenebilir. Karagöktaş (2014) Kahramanmaraş yöresi toprakları üzerinde yapmış oldukları çalışmada, toprakların strüktürel dayanıklılıklarını söz konusu oranları kullanarak değerlendirmiştir. Gülser ve Candemir (2004), Gülser vd, (2010), Aşağı Aksu ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında yürüttükleri araştırmalarda burada elde edilen bulguları destekleyici sonuçlar tespit etmişlerdir.



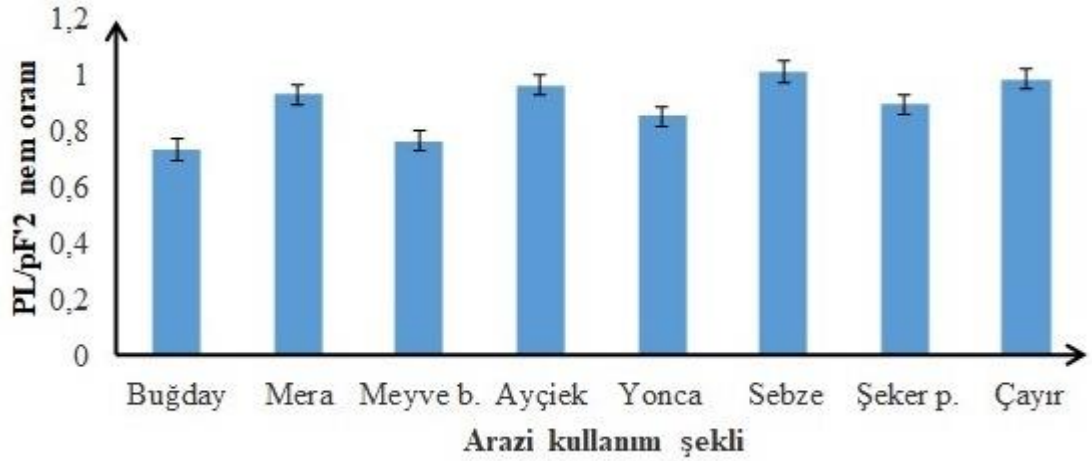
Şekil 4.5. Arazi kullanım şekline bağlı olarak LL/pF'2 nem oranı değişimi

Topraklar Boekel 1'deki nem oranı ortalamaları dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıralandıklarında toprakların Mera> Ayçiçeği> Çayır> Şeker pancarı> Buğday> Sebze> Yonca> Meyve bahçesi şeklinde sıralandıkları ve mera alanı (1.54) olarak kullanılan alanların ilk sırada, meyve bahçesi (1.15) olarak kullanılan alanların ise son sırada yer aldıkları görülmüştür (Şekil 4.5).

Toprakların kum içeriği ( $r=0.294$ ) ve hacim ağırlığı ( $r=0.325$ )n değerleri ile LL/pF'2 nem oranı değerleri arasında %5 düzeyinde önemli pozitif, tarla kapasitesi ( $r=-0.476$ ) değerleri ile %1, değişebilir potasyum ( $r=-0.329$ ) değerleri ile de %5 düzeyinde önemli negatif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Toprakların Boekel 1'deki nem oran değerleri ile strüktürel stabilitenenin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden Boekel 2'deki nem oranı (0.750) ile %1 düzeyinde önemli pozitif, dispersiyon oranı (0.299) ile de %5 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Toprakların silt, kil, organik madde, kireç, pH, EC, DNa, KDK, SN, yüzde büzülme, COLE, K faktörü ve erozyon oranı değerleri ile LL/pF'2 nem oranı değerleri arasında önemli bir ilişki kaydedilmemiştir. Chandra ve De (1978), Aşkın (1997), Morgan (2005), Öztürk (2013) yapmış oldukları çalışmalarda burada elde edilen bulguları destekleyici sonuçlar elde etmişlerdir.

Topraklar, Boekel 2'deki nem oran değerleri ortalamaları dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıraya konulduklarında oran değeri en büyük olan (1.01) sebze ekimi yapılan parseller ilk sırada, oran değeri en düşük olan (0.73) buğday ekimi yapılan alanların toprakları ise son sırada yer aldıkları, toprakların Sebze> Ayçiçeği> Çayır> Mera> Şeker pancarı> Yonca> Meyve bahçesi> Buğday şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Arazi kullanım şekline bağlı olarak PL/pF'2 nem oranı değişimi

Toprakların kum içeriği ( $r=0.607$ ) değerleri ile limit/pF'2 nem oran değerleri ortalamaları arasında %1 düzeyinde, hacim ağırlığı ( $r=0.312$ ) değerleri ile de %5 düzeyinde önemli pozitif, kil ( $r=-0.557$ ), organik madde ( $r=-0.371$ ), değişebilir potasyum ( $r=-0.417$ ), tarla kapasitesi ( $r=-0.704$ ), solma noktası ( $r=-0.499$ ) değerleri ile PL/pF'2 nem oranı arasında ise %1 düzeyinde önemli negatif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Diğer taraftan toprakların plastik limit/pF'2 deki nem oran değerleri ile strüktürel stabilitenenin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden COLE ( $r=-0.466$ ) ve agregat stabilitesi ( $r=-0.405$ ) ile plastik limit/pF'2 nem oranı arasında %1 düzeyinde önemli negatif, LL/pF'2 (0.750), dispersiyon oranı ( $r=0.650$ ), erozyon oranı ( $r=0.473$ ) ile %1, K faktörü ( $r=0.365$ ) ile plastik limit/pF'2 nem oranı arasında da %5 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Diğer taraftan toprakların likit limit/pF'2deki nem oranı değerleri ile toprakların erozyona karşı duyarlılıklarının değerlendirilmesinde kullanılan; agregat stabilitesi, COLE çubuk, yüzde büzülme, K faktörü ve erozyon oranı değerleri arasında önemli ilişkiler kaydedilmemiş, plastik limit/pF'2 nem oranı ve dispersiyon oranı ile likit limit/pF'2 nem oranı değerleri arasında önemli pozitif ilişki elde edilmiştir. Ayrıca toprakların plastik limit/pF'2deki nem oranı değerleri ile toprakların erozyona karşı duyarlılıklarının değerlendirilmesinde kullanılan; agregat stabilitesi, yüzde büzülme ve COLE çubuk değerleri arasında önemli negatif ilişkiler elde edilirken, erozyon

oranı, likit limitin  $pF^2$ deki nem oranı, dispersiyon oranı ve K faktörü ile strüktürel dayanıklılık indeksi arasında önemli pozitif ilişkiler elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

#### 4.2.6. Doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk)

Turhal koşullarında sekiz farklı arazi kullanımı altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan toprak örneklerinde belirlenen COLE çubuk değeri ortalamaları ve arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 4.5’de, COLE-çubuk değerleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 4.3’de verilmiştir. Bu verilerin incelemesinden de anlaşılacağı üzere toprakların COLE-çubuk değerleri 0.022–0.244 arasında değişmekte olup en düşük değerler 14 numaralı örnek olan yonca yetiştirilen alanlarda, en yüksek değer ise 1 numaralı örnek olan buğday yetiştirilen alanlarda saptanmıştır (Şekil 4.5).

Sönmez (1981) bir çalışmada, toprağa organik madde uygulamalarının COLE değerinde istatistiksel bakımdan önemli azalmalar meydana getireceğini ifade etmiştir. Başka bir çalışmada ise Schafer ve Singer (1976), toprakların şişme ve büzülme değerlerine ilişkin yürüttükleri çalışmada, COLE değerinin doğrusal uzama katsayısını verdiğini belirtmişlerdir. COLE ve hacimsel büzülme değerleri ( $S_v$ ) ile topraktaki organik madde içeriği arasında da önemli bir ilişkinin olduğunu ifade etmişlerdir.



Şekil 4.7. Arazi kullanım şekli ile COLE çubuk değerleri arasındaki ilişki.

Topraklar, COLE değeri ortalamaları dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıraya konulduklarında oran değeri en büyük olan (0.199) buğday tarımı yapılan alanlar ilk sırada stabilite değeri en düşük olan (0.056) sebze üretim alanı topraklarının ise son sırada yer aldıkları, toprakların Buğday> Meyve bahçesi> Çayır> Mera> Ayçiçeği> Yonca> Şeker pancarı> Sebze şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.5, Çizelge 4.1). Bu verilerin irdelenmesinden de anlaşılacağı üzere

COLE çubuk değerleri arazi kullanım şeklinin yanında özellikle toprağın kil içeriklerinden önemli ölçüde etilenmiş olup en yüksek kil içeriğine (%38.5) sahip buğday üretiminin yapıldığı topraklar ilk sırada, kil içeriğinin en düşük (%6.2) olduğu sebze üretimi yapılan topraklar son sırada yer almışlardır.

Toprakların kum içeriği ( $r=-0.703$ ) ve hacim ağırlık ( $r=-0.420$ ) değerleri ile COLE çubuk değerleri arasında %1 düzeyinde önemli negatif, kil içeriği ( $r=0.841$ ), organik madde ( $r=0.446$ ), sodyum ( $r=0.629$ ), potasyum ( $r=0.537$ ), tarla kapasitesi ( $r=0.771$ ), solma noktası ( $r=0.801$ ), yüzde büzülme ( $r=0.845$ ), likit limit ( $r=0.740$ ), plastik limit ( $r=0.537$ ), değişebilir sodyum ( $r=0.453$ ) değerleri ile COLOE çubuk arasında %1, pH ( $r=0.313$ ) değeri ile CLE çubuk değerleri arasında %5 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Sönmez ve Öztaş (1988) yapmış oldukları bir çalışmada, toprakların kil içeriği, özgül yüzey alanı, KDK ve higroskopik su değerleri ile likit limit, plastik limit, COLE, yüzde büzülme, büzülme oranı, hacimsel büzülme (HB), doğrusal büzülme ve serbest şişme indeksi arasında önemli pozitif, büzülme sınırı değerleri arasında ise önemli negatif ilişkiler olduğunu belirlemişlerdir.

Diğer taraftan toprakların COLE değerleri ile strüktürel stabilitenenin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden PL/pF<sup>2</sup> ( $-0.466$ ), dispersiyon oranı ( $r=-0.593$ ), erozyon oranı ( $r=-0.467$ ) ve K faktörü ( $r=-0.744$ ) değerleri arasında %1 düzeyinde önemli negatif, agregat stabilitesi ( $r=0.725$ ) değeri ile %1 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

#### **4.2.7. Yüzde Büzülme**

Turhal koşullarında sekiz farklı arazi kullanımını altında bulunan 24 arazi ünitesinden alınan toprak örneklerinde belirlenen yüzde büzülme değerleri ortalamaları ve arazi kullanım şekli arasındaki ilişkiler Şekil 4.8'de, yüzde büzülme değerleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu verilerin incelemesinden de anlaşılacağı üzere toprakların yüzde büzülme değerleri 10.6 ile 76.8 arasında değişmekte olup en düşük değerler sebze yetiştirilen alanlarda, en yüksek değer ise buğday yetiştirilen alanlarda saptanmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Arazi kullanım şekli ile yüzde büzülme değerleri arasındaki ilişki.

Topraklar, yüzde büzülme değerleri ortalamaları dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıraya konulduklarında oran değeri en büyük olan (76.8) buğday tarımı yapılan alanlar ilk sırada stabilite değeri en düşük olan (10.6) sebze üretim alanı topraklarının ise son sırada yer aldıkları, toprakların Buğday> Mera> Çayır> Yonca> Mera> Şeker pancarı>Ayçiçeği> Sebze şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.7, Çizelge 4.2). Bu verilerin irdelenmesinden de anlaşılacağı üzere yüzde büzülme değerleri arazi kullanım şeklinin yanında özellikle toprağın kil içeriklerinden önemli ölçüde etilenmiş olup en yüksek kil içeriğine (%38.5) sahip buğday üretiminin yapıldığı topraklar ilk sırada, kil içeriğinin en düşük (%6.2) olduğu sebze üretimi yapılan topraklar son sırada yer almışlardır. Şişme ve büzülme potansiyeli bitki yetiştiriciliği ve arazi yönetimi açısından oldukça önemli olup yüksek potansiyele sahip topraklar arazi kullanımını ve bitki gelişimini olumsuz şekilde etkilemektedirler. Kurak iklim koşullarında %12'den fazla doğrusal büzülme katsayısına sahip olan topraklar riskli (yüksek şişme büzülme potansiyelli) topraklar olarak değerlendirilmektedir (Hazelton ve Murhy, 2007). Bu doğrultuda sebze üretimi yapılan parseller hariç araştırma alanı topraklarında şişme ve büzülme kaynaklı olumsuzlukların görülebileceği ifade edilebilir.

Toprakların kum içeriği ( $r=-0.871$ ) ve hacim ağırlık ( $r=-0.408$ ) değerleri ile yüzde büzülme değerleri arasında %1, pH ( $r=-0.290$ ) değeri ile de %5 düzeyinde önemli negatif, kil içeriği ( $r=0.911$ ), organik madde ( $r=0.526$ ), değişebilir potasyum ( $r=0.453$ ), tarla kapasitesi ( $r=0.888$ ), solma noktası ( $r=0.867$ ), likit limit ( $r=0.822$ ), plastik limit ( $r=0.633$ ), değişebilir sodyum yüzdesi ( $r=0.500$ ) değerleri ile yüzde büzülme değerleri arasında %1 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Diğer taraftan toprakların yüzde büzülme değerleri ile strüktürel stabilitenenin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden PL/pF<sup>2</sup> (r=-0.540), dispersiyon oranı (r=-0.601), erozyon oranı (r=-0.494) ve K faktörü (r=-0.641) değerleri ile yüzde büzülme arasında %1 düzeyinde önemli negatif, agregat stabilitesi (r=0.633) ve COLE çubuk (r=0.845) değeri ile yüzde büzülme arasında %1 düzeyinde önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Gray ve Allbrook (2002), Yeni Zelanda toprakları üzerinde yürüttükleri bir çalışmada şişme büzülme parametreleri ve kil tipi arasında önemli bir istatistiksel ilişki bulunduğunu saptamışlardır. İslam (2016) Ordu ili koşullarında yürüttüğü bir çalışmada fındık zurufu uygulamasının yüzde büzülme ve doğrusal uzama katsayısı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda kil içeriğine bağlı olarak COLE-çubuk, COLE-kesek, yüzde büzülme, büzülme oranı, doğrusal büzülme ve serbest şişme indeksi değerlerinde farklılıklar gözlenmiş, artan dozlarda uygulanan fındık zurufu kompostuna bağlı olarak organik madde miktarı, COLE-çubuk, büzülme oranı, serbest şişme indeksi değerlerinin arttığı ifade edilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada Tokat İli, Turhal İlçesi koşullarında farklı arazi kullanım Şekilleri altında bulunan yzey topraklarının bazı fiziksel, kimyasal ve mekaniksel ozellikleri ile erozyona duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Çalışmada 8 farklı arazi kullanım Şekli (buğday, mera, meyve bahçesi, ayçiçek, yonca, sebze, Şeker pancarı, çayır) altında bulunan parsellerden alınan 24 adet yzey (0-20 cm) toprak orneği kullanılmıştır. Bu ornekler üzerinde yapılan analiz ve değerlendirme neticesinde;

1. Dispersiyon oranı, erozyon oranı, agregat stabilitesi, toprak aşınım faktörü, likit limit/pF<sup>2</sup> neme oranı, plastik limit/pF<sup>2</sup> neme oranı, COLE çubuk ve yzde büzülme parametreleri esas alınarak yapılan değerlendirmelerde birbirine oldukça yakın sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen bulgular, değerlendirmede kullanılan parametrelerin birbirlerini tamamladıklarını veya desteklediklerini, bir başka ifade ile parametrik değerlerin sağlıklı bir Şekilde seçildiğini ortaya koymaktadır.

2. Strüktürel ve mekaniksel ozellikleri değerlendirmede kullanılan parametreler ile toprakların temel fiziksel ve kimyasal ozelliklerinden kil, silt, kum, organik madde içeriği, kireç, kation değerişim kapasitesi, pH, EC, likit limit, plastik limit, tarla kapasitesi, solma noktası, değerışebilir Na ve K gibi temel parametreler arasında önemli istatistiksel ilişkiler saptanmıştır.

3. Arazi kullanım Şekli ve erozyona duyarlılık arasındaki karşılıklı ilişkiler irdelendiğinde erozyona karşı duyarlılığın temel toprak ozelliklerinden ve arazi kullanımı Şeklinde etkilendiği, kullanım yoğunluğu arttıkça erozyona uğrama eğiliminin de arttığı, hafif yapılı ve düşük organik madde içeriğine sahip olan parsellerin erozyona karşı daha duyarlı oldukları saptanmıştır. Çayır ve mera örtüsü altındaki alanların tarım arazisi olarak kullanılan alanlara göre erozyona karşı daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Tarımsal parseller dikkate alındığında yem bitkilerinin sistemde bulunduğu parsellerin yoğun toprak işlemeyi gerektiren parsellere göre daha dirençli bir yapı oluşturdukları görülmüştür. Münavebe sistemleri belirlenirken bu hususlara dikkat etmede yarar bulunmaktadır.

4. Araştırma konusu toprakların çoğunlukla erozyona karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

5. Araştırma konusu toprakların dispersiyona ve mekaniksel kuvvetlere karşı geneli ile dirençli bir yapıya sahip oldukları, şişme büzölme potansiyellerinin ise yüksek olduğu tespit edilmiştir.

6. Çalışmanın farklı iklim bölgeleri, arazi kullanım şekilleri ve konumları dikkate alınarak genişletilmesi uygulamaya yönelik çalışmalar açısından oldukça yararlı olacaktır.



## KAYNAKÇA

- Adams, J. E., Kirham, D. and Scholtes, W. H. 1958. Soil erodibility and other physical properties of some Iowa soils. *Lowa state J. Science*. 32: 485-540.
- 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.
- Akalan, İ. 1967. Toprak Fiziksel Özellikleri ve Erozyon. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı, 3-4; 490-503.
- Amezketta, E. 1999. Soil aggregate stability: a review. *J. Sustain. Agric.* 14, 83– 151.
- Angin, I., Aksakal, E. L., Oztas, T., ve Hanay, A. (2013). Effects of municipal solid waste compost (MSWC) application on certain physical properties of soils subjected to freeze–thaw. *Soil and Tillage Research*, 130, 58-61.
- Aşkın, Ş. 1997. Ordu İli Toprakların Strüktürel Dayanıklılığının ve Aşınımaya Duyarlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz .mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Attou, F. and 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. Science. Tere Planetes* 326, 545– 552.
- Balcı, N. ve Özyuvacı, N. 1974. Türkiye’nin iki farklı bölgesinde yer alan topraklarda erozyon eğiliminin ana materyal, bakı, arazi kullanma şekli ve örnekleme derinliğine bağlı olarak değişimi. *Araştırma İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Dergisi Seri A (2):* 79-107.
- Başkan, O., Cebel, H., Keçeci, M., Depel, G., Bozkurt, M. 2011. Bölgesel mera alanlarındaki toprakların bazı fiziksel özellikleri ile aşınım arasındaki ilişkiler. II. Ulusal Toprak Su Kaynakları Kongresi, (Sayfa 539–549) Ankara.
- Bayraklı, F. 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayın No: 38, Samsun, 131-135.
- Bal, B. C., and Bektaş, İ. (2012). The effects of heat treatment on the physical properties of juvenile wood and mature wood of *Eucalyptus grandis*. *Bioresources*, 7(4), 5117-5127.
- Boekel, P. and Peerlkamp, P. K. 1956. Soil consistency as a factor determining the soil structure of clay soils. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 122-125.
- Bronick, C. J., Lal. R. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma* 124 (2005) 3–22)
- Canbolat, M. Y. 1992. Toprağın organik madde ilavesinin toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenlik üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 23, 113-123.
- Canbolat, M. Y. ve Öztaş, T. 1996. Toprağın kıvam limitleri üzerine etki eden faktörler ve kıvam limitlerinin tarımsal yönden değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Ziraat Dergisi.

- Caravaca, F., Hernandez, T., Garcia, C. and Roldan, A. 2002. Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plant species subjected to mycorrhiza inoculation and compost addition. *Geoderma* 108:133-144.
- Chan, K. Y., Heenan, D. P. and So, H. B. 2003. Sequestration of carbon and changes in soil quality under conservation tillage on light textured soils in Australia: a review. *Australia Journal. Exp. Agriculture.* 43, 325–334.
- Chandra, S. and De, S. K. 1978. A Simple Laboratory Apparatus to Measure Relative Erodibility of Soil, *Soil Science*, 25, p 115-119.
- Çelik, İ. 2004. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a Southern Mediterranean highland of Turkey. *Soil and Tillage Research*, 83(2): 270-277.
- Çepel, N. 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. TEMA Vakfı Yayınları, No: 14, İstanbul.
- 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.
- De Boodt, M., Hartmann, R. and De Meester, P. 1967. Determination of soil moisture characteristics for irrigation purposes by neutron-moisture meter and air-purged tensiometers. In: *Proc. Symp. Isotope and Radiation Techniques in Soil Physics and Irrigation Studies*, İstanbul 1967, 147-60 IAEA, Vienna.
- De Jong, E., Acton, D. F. and Sistonhouse, H. B. 1990. Estimating the Atterberg Limits of Southern Saskatchewan Soils from texture and Carbon Contents. *Can. J. Soil Science.* 70: 543-554.
- De Leenheert, L., De Boodt, M.D., Low, A.J. and Peerlkamp, P.K. 1967. Determination of the consistency of clay soils according to Boekel and Peerlkamp. *West-Europen Methods for soil structure determination*, 4, 16-18.
- Demiralay, İ. 1993. Toprak fiziksel analiz yöntemleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Erzurum.
- Demiralay, İ. 1982. Erzurum ovasındaki bazı doğal çayır alanları toprakların agregasyon durumu, Atatürk Üniversitesi Ziraat. Fakültesi Dergisi. 13 (1-2), 81-86.
- Denis, A., Angers, J. C. 1998. Plant-İnduced changes in soil structure: Processes and feedback, *Biogeochemistry* 42: 55-72.
- Diñç, U., Şenol, S., Kapur, S., Cangir, C. ve Atalay, İ. 2001. Türkiye Toprakları Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51 Adana.
- Doğan, O. ve Güçer, C. 1976. Su Erozyonunun Nedenleri, Oluşumu ve Üiversal Denklem İle Toprak Kayıplarının Saptanması. Köy İşleri Bakanlığı Toprak-Su Genel Müdürlüğü Genel Yayın 41, Teknik Yayın 24, Ankara.
- Doğan, O., Cebel, H., Akgül, S. Ve Elbaşı, F. 2013. Türkiye Büyük Toprak Gruplarının Erozyona Duyarlılık “K” Faktörleri. *Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Ankara. *Toprak Su Dergisi*, No:1, 30-45.
- Elliott, E. T. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native cultivated soils. *Soil Science Soc. Am. J.* 50:627-633.

- Eraslan, S., İmamoğlu, A., Coşkun, A., Saygın, F. ve Dengiz, O. 2017. İnebolu Havzası Topraklarının Erozyon Duyarlılık Durumları ve Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü ile Olan İlişkinin Belirlenmesi. *YYÜ Tarla Bilimi Dergisi*, 27:1, 95-108.
- 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.
- Farrah, D. M. and Coleman, J. D. 1967. The correlation of surface area with other properties of nineteen British clay soils. *J. Soil. Science*. 18: 118-124.
- Ferry, D. M. and Olsen R. A. 1975. Orientation of clay particles as it relates to crusting of soil. *Soil Sci*. 120: 365-375.
- Gale, W. J. and 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.
- Gachene, C. K. K., Mbuvi, J. P., Jarvis, N. J. and Linner, H., 1997. Soil erosion effect on soil properties in a Highland Area of Central Kenya, *Soil Science Society of America Journal*, 61: 559-564.
- Gilley, J. E. and Risse, L. M. 2000. Runoff and soil loss as affected by the application of manure. *Trans. ASAE* 43: 1583–1588.
- Gray, C. W. and Allbrook, R. 2002. Relationships between shrinkage indices and soil properties in some New Zealand soils. *Geoderma*, 108(3-4), 287-299.
- Grossman, R. B., Brasher, D. P., Franzmeier. and Walker, J. C. 1968. Linear extensibility as calculated from natural clod bulk density measurements. *Soil Science Soc. Amer. Proc.* 32: 570-573.
- Gülser C. ve Candemir F. 2004. Changes in Atterberg Limits With Different Organic Waste Applications. *Natural Resource Management for Sustainable Development, International Soil Congress, SSST, Atatürk University, Erzurum Turkey.*, 6 / 2004.
- Gülser C., O. Dengiz, S. İç, Z. Demir, K. Ve Selvi, Ç. 2010. Some mechanical properties and workability of Aşağı Aksu Basin soils. In: *Proceedings of the International Soil Science Congress on Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality*. R.Kizilkaya, C.Gulser, O.Dengiz (eds.), May 26-28, 2010. Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey. pp. 82-87.
- 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 and Tillage Research* 19: 77-87.
- Hazelton, P., and Murphy, B. (2007). *Interpreting soil test results: what do all those numbers mean.*
- Hillel, D. 1982. *Introduction to soil physics*. academic press limited, 14-28 oval road, London.
- İslam, E. (2016). Fındık zurufu kompostunun toprak mekaniksel özellikleri üzerine etkisi (Master's thesis, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Jackson, M. L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Engleweed Cliffs, New Jersey, pp: 38-47.
- Kacar, B. 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: 3. Toprak analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3. Ankara.
- Karagöktaş, D. 2014. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi İçerisinde Pilot Alanda Yayılım Gösteren Toprakların Erozyona Duyarlılıklarının Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış).
- Kacar, B., Katkat, A. V., ve Öztürk, Ş. (2013). *Bitki fizyolojisi*. Nobel.
- Karagül, R. 1994. Trabzon-Söğütüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şartları Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması. Doktora Tezi. KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 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.
- Lal, R. 1988. Soil erosion reseaech methods. Soil and Water Conservation Society, p. 141-149.
- Leo, Micah W. M. 1963. A rapid method for estimating structural stability of soils. Soil Science, 96: 342-346.
- Lipiec, J, Hatano, R. 2003. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. Geoderma 116 (2003) 107–136.
- Ma, J. W., Xue, Y., Ma, C. F. and Wang, Z. G. 2003. A data Fusion approach for soil erosion monitoring in the Upper Yangtze River Basin of China based on Universal Soil Loss Equation (USLE) model, International Remote Sensing 24 (23) 4777-4789.
- 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.
- Mbagwu, J. S. C., Lal, R. and Scott, T. W. 1984. Effects of desurfacing of Alfisols and Ultisols in Southern Nigeria: I.crop performance, *Soil Science Society of America Journal*, 48, 828-833.
- McBride, R. A. and Bobes M. L. 1989. A Re-examination of Alternative test procedures for soil consistency limit determination. I. A Compression Based Procedure. Soil Science Soc. Am. J. 53:178-183.
- Mertdoğan, S. 1982. Toprak Mekanığı Laboratuvarı El Kitabı. Toprak-Su Genel Müdürlüğü Yayın No: 713, Ankara
- Ngatunga, E. L., Lal, N., Singer, M. J. 1984. Effecat of surface management on runoff and soil erosion from some plot Milangano, Tanzania. Geoderma. 33: 1-12.
- Odell, R. T., Thomburn, T. H. ve McKenzie L. J. 1960. Relationships of Atterberg Limits to Some Other Properties of Illinoi Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 24: 297-300.

- Oğuz, İ. ve Durak, A. 1998. Çekerek havzası büyük toprak gruplarının bazı özellikleri ile su erozyonu ilişkileri ve havza topraklarının erozyona duyarlılık değerlendirilmesi. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporları, Ankara.
- Olson, T. C. 1977. Restoring the productivity of a glacial till soil after topsoil removal. *Journal of Soil Water Conservation*, 32: 130-132.
- Özdemir, N. 1991. Toprağa karıştırılan organik atıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkileri. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum (yayınlanmamış).
- Özdemir, N. 2013. Toprak ve Su Koruma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu.
- Özdemir, N. 2002. Toprak Aşınabilirliği İle Ana Materyal ve Arazi Kullanım Şekli Arasındaki İlişkiler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (1): 61-64. ISSN 1300-2988.
- Öztaş, T. ve Hacımuftuoğlu, F. 2012. Benzer Oluşum Sergileyen Farklı Bitki Yönetimi Altında Toprakların Strüktürel Parametreleri Üzerindeki Değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Parlak, M., Atatürk, F., Özaslan, P. ve Gökkuş, A. 2015. Gökçeada'nın (Çanakkale) Çalılı Meralarında Farklı İslah Uygulamalarının Toprak Erozyonuna Etkisi *ÇOMÜ Zir, Fak, Dergisi (COMU J, Agric, Fac.)* 3:1, 123–132.
- Pikull, J. L. and Allmaras, R. R. 1986. Physical and chemical properties of a haploxeroll after fifty years of residue management. *Soil Science Soc. Am. J.*, 50 (1): 214-219.
- Pimentel, D. and Kounang, N. 1998. Ecology of soil erosion in ecosystems. *Ecosystems*, 1: 416-426.
- Reeve, R. C. 1965. Air – to – water permeability ratio. In C.A. Black(ed). *Methods of soil analysis. Part 1. Agronomy* 9: 520-531. Amer. Sac. Of Agron. Madison, Wis.
- Sağlam, M. T. 1997. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üni. Ziraat Fak. Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5, 2. Baskı, Tekirdağ.
- 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.
- Scout, N. A. 1998. Soil aggregation and organic matter mineralization in forests and grasslands: Plant species effects vol. 62, no4, 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.
- 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: 7–65.
- 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.

- Skidmore, E. L., Layton, J. B., Armbrust, D. V. and Hooke, M. L. 1986. Soil physical properties as influenced by cropping and residue management. *Soil Science Soc. Am. J.* 50:415-419.)
- Smith, C. W., Hadas, A., Dan, J. and Koyumjisky, H. 1985. Shrinkage and Atterberg limits in relation to other properties of principal soil Types in İsrail. *Geoderma* 35: 47-65.
- Sojka, R. E. and Upchurch, D. R. 1999. Reservations regarding the soil quality concept. *Soil Science Soc. Am. J.* 63 (5), 1039-1054.
- Soil Survey Manual. 2017. By Soil Science Division Staff. United States Department of Agriculture. Handbook No. 18.
- Sommerfeldt, T. G., Chang, C. and Entz, T. 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.
- Sowers, G. T. 1965. Consistency. *Methods of Soil analysis. Part 1 American Society of Agronomy, Madison-Wisconsin U.S.A.* 349-397.
- 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 Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisi Cilt: 12, Sayı 2-3, S: 31-37. Erzurum*
- Sönmez, K. 1982. Van yöresi topraklarında fosforik asit üçlü süper fosfat ve ahır gübresinin mutabakatı sözleşmesi stabilitesi ve kırılma yönünde üzerine. Profesörlük takdim tezi (basılmamış), Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Sönmez, K. ve Özdemir, N. 1988. Iğdır ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19, 1-4: 155-165.*
- Sönmez, K. ve Öztaş, T. 1988. Iğdır yöresi yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkiler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisi, Cilt :19 Sayı: 1-4*
- Six, J., Elliott, E.T. and 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.
- Tate, R. L. 1995. *Soil Microbiology. John Wiley & Sons, New York.*
- Thomsen, I. K., Schjonning, P., Olsen, J. E. and 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.
- Tunç, E. ve Schröder, D. 2010. Ankara'nın Batısındaki Tarım Topraklarında USLE ile Erozyon Boyutunun Tespiti. *Ekoloji, 19(75): 58-63.*
- U. S. Salinity Lab. Staff. 1954. *Diagnosis and Improvement. Of saline and alkali soils. U.S.D.A Agriculture Handbook. No: 60.*

- Wischmeier, W. H. and Smith, D. D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses a Guide to Conservation Planning. U.S.D.A. Agriculture Handbook No: 557. England.
- Yakupoğlu, T. 2010. Samsun ili Minoz ve Gölet Havzalarında yaygınlık gösteren toprakların su erozyonuna duyarlılıklarının laboratuvar koşullarında belirlenmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 276685.
- Yakupoğlu, T. ve Demirci, D. 2013. Kahramanmaraş-Narlı Ovası topraklarının erozyona duyarlılıkları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. Anadolu Tarım Bil. Dergisi. 28(1), 33-38.
- Zeytin, S. ve Baran, A., 2003. Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. Bioresour. Technol. 88, 241-244.
- Zhang, G. S., Chan, K. Y., Oates, A., Heenan, D. P. ve Huang, G. B. 2007. Relationship between soil structure and runoff/soil loss after 24 years of conservation tillage. Soil & Tillage Research, 92: 122-128.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Elif BÜLBÜL  
Doğum Yeri : Samsun  
Doğum Tarihi : 30.06.1993  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-Posta : elifb6565@gmail.com

### Eğitim Durumu

Lise : Zile Dinçerler Anadolu Lisesi (2012), Tokat/Zile  
Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü (2016) Samsun.  
Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı (02.2017-12.2019) Samsun.