



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
AVŞAR YERLEŞKESİ İÇERİSİNDE PİLOT ALANDA
YAYILIM GÖSTEREN TOPRAKLARIN EROZYONA
DUYARLILIKLARININ BELİRLENMESİ

DAMLA KARAGÖKTAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2014

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
AVŞAR YERLEŞKESİ İÇERİSİNDE PİLOT ALANDA
YAYILIM GÖSTEREN TOPRAKLARIN EROZYONA
DUYARLILIKLARININ BELİRLENMESİ

DAMLA KARAGÖKTAŞ

Bu tez,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2014

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Damla DEMİRCİ tarafından hazırlanan “Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi İçerisinde Pilot Alanda Yayılım Gösteren Toprakların Erozyona Duyarlılıklarının Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 06/03/2014 tarihinde oy birliği ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU (DANIŞMAN)

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Tayfun KORUCU (ÜYE)

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN (ÜYE)

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Damla KARAGÖKTAŞ

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Bu çalışma, KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen Münferit Araştırma Projesi'nden üretilmiştir. Proje No: 2012-2-13M.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ AVŞAR YERLEŞKESİ
İÇERİSİNDE PİLOT ALANDA YAYILIM GÖSTEREN TOPRAKLARIN
EROZYONA DUYARLILIKLARININ BELİRLENMESİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Damla KARAGÖKTAŞ

ÖZET

Rüzgar ve su erozyonu, tarım arazilerinin organik maddece zengin olan yüzey toprakların aşınıp taşınmasına neden olmakta ve tarımın sürdürülebilirliğini kısıtlamaktadır. Toprakların erozyona karşı hassasiyetleri birçok yöntem ile belirlenebilmekte ve toprak özellikleri ile ilişkilendirilebilmektedir.

Bu araştırmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü içerisinde seçilen pilot alanda yayılım gösteren toprakların, erozyona karşı duyarlılığının belirlenmesi ve ölçülen aşınabilirlik göstergeleri ile bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki ilişkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Erozivitenin belirlenmesinde, yaygın olarak kullanılan ortalama ağırlıklı çap (OAÇ), dispersiyon oranı (DO), erozyon oranı (EO), strüktür stabilite indeksi (SSI), Boekel oranları (BOE-I ve BOE-II), kil oranı (KO) ve toprak aşınım parametresi (USLE-K) göstergeleri kullanılmıştır. Laboratuvar analizleri sonucunda elde edilen veri kümesine istatistiksel testler uygulandığında genel olarak toprakların aşınabilirlik özellikleri bakımından birbirlerinden farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Otuz adet toprak örneğinde USLE-K değerleri 0.17-0.50 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹ arasında değişirken DO değerleri % 1.1-18.1 arasında, EO değerleri ise % 1.70-47.4 değerleri arasında değişmiştir. BOE-I ve BOE-II indekslerinin en düşük değerleri sırasıyla 1.03 ve 0.61 olarak bulunmuş, en yüksek değerler ise yine sırasıyla 1.60 ve 1.10 olarak bulunmuştur. Toprak örneklerinde minimum KO değeri 3.0 ve maksimum KO değeri 20.0 şeklinde ölçülmüştür. Toprakların SSI değerleri 41.0-77.1 arasında değişim gösterirken OAÇ değerleri 4.59-7.18 mm arasında bulunmuştur. Diğer taraftan topraklar, BOE-II hariç bütün aşınım parametreleri bakımından istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde farklılık gösterirken, BOE-II bakımından $P<0.01$ önem seviyesinde farklılık göstermişlerdir.

Elde edilen bulgular, peyzaj özellikleri bakımından arazinin, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından toprakların birbirinden farklılık göstermesine atfedilmiştir. Toprak fizikokimyasal özellikleri ile aşınım göstergeleri arasındaki ilişkiler korelasyon testi ile incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aşınabilirlik indeksleri, erozyon, toprak, yapısal stabilite

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Mart / 2014

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU

Sayfa sayısı: 48

**DETERMINATION OF SUSCEPTIBILITY TO EROSION OF SOILS
IN A PLOT AREA WITHIN AVSAR CAMPUS OF
KAHRAMANMARAS SUTCU IMAM UNIVERSITY
(MSc. Thesis)**

Damla KARAGOKTAS

SUMMARY

Wind and water erosion result in erosion – transportation of soil which abundant by organic matter and this act restricts to sustainability of agriculture. Susceptibility of soil to erosion can be determined by using several methods and correlated with soil properties.

The objective of this study was to determining of soil erodibility and investigating relations between physicochemical soil properties and soil erodibility indices in a plot area, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Avsar Campus. In this research, we are aimed to be determined susceptibility of soil to erosion and examined some physical and chemical properties of soil with erosion susceptibility indices that were measured which were determined as plot area in Kahramanmaras Sutcu Imam University.

In determination of erosivity, indicators were used such as mean weight diameter (MWD), dispersion ratio (DR), erosion ratio (ER), structural stability index (SSI) Boekel ratios (BOE-I and BOE-II), clay ratio (CR) and soil erodibility factor (USLE-K) which are used as common. When statistical test applied on data obtained from laboratory analyses, it was reached results what soils were generally different from each other in terms of soil erodibility.

In thirty soils samples values changed for USLE-K $0.17-0.50 \text{ t ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, DR % 1.1-18.1 and ER % 1.70-47.4. BOE-I and BOE-II indices were found which the lowest are between 1.03 and 0.61, the highest are 1.60 and 1.10, respectively. Minimum CR was measured as 3.0 and maximum CR was measured as 20.0 in the soil samples. Structure stability indices of soils changed between 41.0-77.1 and MWD values were found between 4.59-7.18 mm. Soils were statistically different from each other ($P < 0.001$) in terms of erodibility indices except for BOE-II. Also soils were statistically different ($P < 0.01$) in terms of BOE-II.

These obtaining findings were attributed to variations of the landscape features and differences in soil physicochemical properties. Relations between erodibility indices and soil physicochemical properties were examined correlation test with.

Key Words: Erodibility indices, erosion, soil, structural stability

Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Institute for Graduate Studies in Science and Technology

Department of Soil Science and Plant Nutrition March / 2014

Supervisor: Assist. Prof. Tugrul YAKUOGLU

Page number: 48

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimi ürettiğim 2012-2-13M kodlu Münferit Bilimsel Araştırma Projesi'ni finansal olarak destekleyen Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü'ne teşekkür ederim. Ayrıca akademik danışmanım Yrd. Doç. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU'na ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli eşim Ziraat Yük. Müh. Mehmet KARAGÖKTAŞ'a, teşekkürlerimi sunarım.

Damla KARAGÖKTAŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
SUMMARY	iii
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. MATERYAL ve METOD	9
3.1. Materyal	9
3.1.1. Çalışma sahasının konumu ve genel özellikleri	9
3.2. Metod	11
3.2.1. Toprak örnekleme	11
3.2.2. Toprağın fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi	12
3.2.2.1. Partikül büyüklük dağılımı	12
3.2.2.2. Toprak aşınım faktörü (USLE-K)	12
3.2.2.3. Dispersiyon oranı (DO)	13
3.2.2.4. Strüktür stabilite indeksi (SSI)	14
3.2.2.5. Erozyon oranı (EO)	14
3.2.2.6. Kil oranı (KO)	15
3.2.2.7. Ortalama ağırlıklı çap (OAÇ)	15
3.2.2.8. Boekel oranı-I ve II (BOE-I, BOE-II)	16
3.2.3. Toprağın kimyasal özelliklerinin belirlenmesi	16
3.2.3.1. Organik madde (OM)	16
3.2.3.2. Reaksiyon (pH)	16
3.2.3.3. Toplam tuz	17
3.2.3.4. Katyon değişim kapasitesi (KDK)	17
3.2.3.5. Kireç (CaCO ₃)	18
3.2.3.6. Değişebilir katyonlar	18
3.2.3.7. Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP)	18
3.3. İstatistiksel Özelliklerin Belirlenmesi	18
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	20
4.1. Araştırma Sahası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	20
4.2. Erozyona Duyarlılık Göstergeleri	21
4.2.1. Dispersiyon oran (DO)	21
4.2.2. Strüktür stabilite indeksi (SSI)	25
4.2.3. Kil oranı (KO)	27
4.2.4. Toprak aşınım faktörü (USLE-K)	30
4.2.5. Erozyon oranı (EO)	34
4.2.6. Boekel oranı-I ve Boekel oranı-II (BOE-I ve BOE-II)	34
4.2.7. Ortalama ağırlıklı çap (OAÇ)	37

5. SONUÇLAR.....	40
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışma alanının Google Earth görüntüsü	10
Şekil 3.2. KSÜ-Avşar kampüsü topografik haritası (1/5000) (Yakupoglu ve Gündoğan, 2014).....	10
Şekil 3.3. Çalışma alanının topografik haritası ve örnekleme noktaları.....	11
Şekil 3.4. Boyucous Silindiri.....	12
Şekil 3.5. Toprak aşınım nomografi (Wischmeier ve Smith, 1978).....	13
Şekil 3.6. Casagrande Aleti	16
Şekil 3.7. Elek seti (Ortalama Ağırlıklı Çap Analizi)	15
Şekil 3.8. pH Metre	17
Şekil 3.9. EC Metre	17
Şekil 3.10. Scheibler Kalsimetresi.....	18
Şekil 4.1. Çalışma konusu toprakların SSI ve KİL değerleri arasındaki ilişki.....	26
Şekil 4.2. Çalışma konusu toprakların SSI ve OM değerleri arasındaki ilişki	26
Şekil 4.3. Çalışma konusu toprakların SSI ve KDK değerleri arasındaki ilişki.....	27
Şekil 4.4. Çalışma konusu toprakların SSI ve CaCO ₃ değerleri arasındaki ilişki	27
Şekil 4.5. Çalışma konusu toprakların KO ve KİL değerleri arasındaki ilişki.....	28
Şekil 4.6. Çalışma konusu toprakların KO ve OM değerleri arasındaki ilişki	29
Şekil 4.7. Çalışma konusu toprakların KO ve CaCO ₃ değerleri arasındaki ilişki.....	29
Şekil 4.8. Çalışma konusu toprakların KO ve KDK değerleri arasındaki ilişki.....	30
Şekil 4.9. Çalışma konusu toprakların USLE-K ve CaCO ₃ değerleri arasındaki ilişki	32
Şekil 4.10. Çalışma konusu toprakların USLE-K ve KİL değerleri arasındaki ilişki	32
Şekil 4.11. Çalışma konusu toprakların USLE-K ve KDK değerleri arasındaki ilişki	33
Şekil 4.12. Çalışma konusu toprakların USLE-K ve OM değerleri arasındaki ilişki.....	33
Şekil 4.13. Çalışma konusu toprakların BOE-I ve KİL değerleri arasındaki ilişki	36
Şekil 4.14. Çalışma konusu toprakların BOE-II ve KİL değerleri arasındaki ilişki.....	36
Şekil 4.15. Çalışma konusu toprakların BOE-II ve OM değerleri arasındaki ilişki.....	37
Şekil 4.16. Çalışma konusu toprakların BOE-II ve KDK değerleri arasındaki ilişki.....	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Deneme Konusu Topraklara Ait Bazı Değişken Değerlerinin Varyans Analizi Sonuçları.....	20
Çizelge 4.2. Toprakların Bazı Aşınım Gösterge Değerleri	23
Çizelge 4.3. Toprak Aşınabilirlik İndeksleri İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki Korelasyonlara Ait Katsayılar	24
Çizelge 4.4. Toprakların erozyona duyarlılık değerlendirmesi	30

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AAS	: Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi
AS	: Agregat Stabilesi
BOE-I	: Boekel Oranı-I
BOE-II	:Boekel Oranı-II
Ca⁺⁺	: Amonyum Asetatla Ekstrakte Edilebilir Kalsiyum
CaCO₃	: Kireç
DO	: Dispersiyon Oranı
EO	: Erozyon Oranı
ESP	: Değişebilir Sodyum Yüzdesi
HA	: Hacim Ağırlığı
K⁺	: Amonyum Asetatla Ekstrakte Edilebilir Potasyum
KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
KO	: Kil Oranı
K_{sat}	: Hidrolik İletkenlik
KSÜ	: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
KSÜ- EAS	: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Erozyon Araştırma Sahası
LL	: Likit Limiti
Mg⁺⁺	: Amonyum Asetatla Ekstrakte Edilebilir Magnezyum
Na⁺	: Amonyum Asetatla Ekstrakte Edilebilir Sodyum
OAC	: Ortalama Ağırlıklı Çap
OC	: Organik Karbon
OM	: Organik Madde
pH	: Toprak Reaksiyonu
PL	: Plastiklik Limiti
SN	: Solma Noktası
SSI	: Strüktür Stabilesi İndeksi
TK	: Tarla Kapasitesi
USLE-K	: Ünlversal Toprak Kaybı Eşitliğinin Toprak Aşınım Faktörü
UTM	: Universal Transverse Mercator

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde artan nüfus ve gelişen endüstrinin sonucu olarak tarım ürünlerine olan ihtiyacın artmasıyla birlikte, tarım arazilerine ilgi giderek artmaktadır. Tarım arazilerinde toprak erozyonunun meydana gelmesiyle verimli topraklar başka alanlara taşınmakta ve taşındığı noktalarda çeşitli sorunlar oluşturmaktadır. Tarımsal alanların kalitesini ve karakterini belirleyen toprak, yüzyıllar boyunca toprak oluşturan faktörlerin etkisi ile meydana gelmekte ancak yanlış tarımsal uygulamalar veya dış faktörler sayesinde kısa zamanda kaybolabilmektedir. Tarımsal alanların kalitesinin korunabilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için toprak erozyonu üzerinde çalışılması gereken önemli bir konudur.

Toprak erozyonu, jeolojik erozyon ve hızlandırılmış erozyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İstenilen erozyon olarak da nitelendirilen jeolojik erozyon, doğal şartlar altında ana kayanın yağışlar ve diğer doğa olayları ile aşınması sonucunda meydana gelmekte ve sonuçta toprak oluşmaktadır. Hızlandırılmış erozyonda ise oluşan bu topraklar, insan faktörünün etkisi ile aşınımına uğramakta ve taşınarak uzaklaşma ortamında birikmektedir. Tarımsal açıdan ele alındığında erozyona sebep olabilecek yanlış faaliyetler; hatalı ve aşırı toprak işleme, dengesiz gübreleme ve sulama programları uygulamaları, aşırı otlatma, anız yakma, monokültür tarım, hatalı nadas uygulamaları vb. şeklinde sıralanabilir (Morgan, 1996).

Toprak erozyonu üzerine birçok faktör etki ederken, bu faktörlerin etkileri başta toprak ve iklim özellikleri olmak üzere bitki örtüsü, topografya ve insan faktörüne bağlı olarak değişmektedir. Çok fazla yağışın olduğu alanlarda bitki örtüsünün bulunmaması durumunda toprak erozyonu meydana gelmekte ve tarım alanlarındaki verimli yüzey toprakları taşınmaktadır (Dvorak, 1994). Çayır ve meraların tarım arazilerine dönüştürülmesi ile ilk yıllarda yüksek verimle birlikte tarımsal kazancın yüksek olmasına rağmen ilerleyen yıllarda organik madde (OM)'nin hızla ayrışması ve arazinin eğimine bağlı olarak toprakların taşınmasından dolayı elde edilen verim giderek azalmakta, tarımsal sürdürülebilirlik sınırlanmaktadır (Özdemir, 2002a). Ayrıca toprak taşınması sadece uzaklaşma alanında kayıplara neden olmakla kalmamakta, ulaşım alanında da sediment kirliliği ve sularda başta fosfor olmak üzere birçok elementin kirliliğine neden olmaktadır (Lal, 1988).

Tarım arazilerinde meydana gelen toprak kayıplarının sebeplerinin başında, çeşitli nedenlerle toprakta strüktürel stabilitenin azalması, buna bağımlı olarak toprak aşınabilirliğinin artması gelmektedir. Toprak aşınabilirliğinin ölçülmesinde birden fazla yöntem kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemlerin hemen hemen her birinde bir aşınım göstergesi geliştirilmiştir (Lal, 1988). Genel olarak bu göstergelere toprak aşınabilirlik indeksleri denilmektedir. Yapılan birçok çalışmada, toprak aşınabilirlik indeksleri ile erozyon arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir.

Toprağın erozyona karşı duyarlılığı, onun erozyona uğrama eğilimi olarak tanımlanabilmektedir. Topraklar çeşitli faktörlerin etkileri altında oluşmakta ve oluşumlarında etkin olan faktörlerin etkinlik derecelerine göre, özellikleri bakımından birbirlerinden önemli ölçüde farklılık göstermektedirler. Bu özelliklerden dolayı aynı iklim koşulları, farklı topraklarda farklı miktarlarda aşınma ve taşınmalara neden olabilmektedir (Yakupoğlu ve Demirci, 2013). Toprağın aşınmaya karşı duyarlılığının saptanması, en uygun toprak, arazi, bitki yönetimi ile toprak koruma önlemlerinin seçilmesi açısından oldukça önemlidir. Toprağın aşınmaya karşı gösterdikleri direnç, onların aşınmasına etki eden etkenlerin farklılık göstermesinden kaynaklanır. Toprağın tekstürü, strüktürü, OM içeriği ve hidrolik özellikleri toprakların aşınabilirliklerine etki eden temel toprak özellikleridir (Antal, 1994).

Yukarıda belirtildiği gibi toprakların amenajman şekli, profil karakteri, sulanması ve birçok tarımsal faaliyetler toprakların erozyona karşı dirençlerine etki etmektedir. Tarım arazilerindeki bitki artıklarının az olması ya da işlenmeden dolayı hızlı bir şekilde ayrışması bu topraklarda OM birikimini sınırlandırmaktadır. Böylece tarım arazileri erozyonun birçok çeşidine karşı daha duyarlı duruma gelmektedir. Ancak mera arazileri ve orman toprakları amenajman faktörlerinin etkisinde olmadığından dolayı OM'nin fazla olması durumunda erozyona karşı dayanıklılıkları daha fazla olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSÜ) Avşar Kampüsü sınırları içerisinde bulunan ve birçok yönden heterojen özellik gösteren pilot alanda, toprakların erozyona karşı duyarlılığını belirlemek ve toprak aşınım göstergeleri ile bazı temel toprak özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Türkiye toprakları genel olarak, gerek topografik yapı ve iklim özellikleri, gerekse OM içeriğinin düşük olması ve hatalı amenajman uygulamaları nedeniyle aşınımına açık durumdadır. Bu nedenle toprak aşınabilirliği ile ilgili çalışmaların yürütülmesi, ülke topraklarının korunumu açısından önem arz etmektedir. Toprak erodibilitesinin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılarak geliştirilmiş olan birçok parametre kullanılmaktadır. Bu parametreler üzerine toprakların birçok fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri etki etmektedir. Söz konusu bu toprak aşınabilirlik indeksleri uzun yıllardır pedoloji çalışmalarında kullanılmakta ve geçerliliğini korumaya devam etmektedir.

Middleton (1930), toprak aşınabilirliğini ortaya koymak için erozyon oranı (EO)'nın iyi bir ölçüt olabileceğini bildirmiş ve bu değerin 10'dan büyük olması durumunda topraklarda erozyona karşı duyarlılığının yüksek, 10'dan küçük olması durumunda ise, aşınabilirliğin düşük olduğunu ifade etmiştir.

Leo (1963), bünyesi killi ile kumlu arasında değişen beş farklı toprakta yapılan araştırmada, toprağın strüktürel dayanıklılığın sıfıra yaklaşması durumunda toprağın erozyona uğrama eğiliminin arttığını ifade etmiştir. Araştırmacı toprakların strüktür stabilite indeksi (SSI) ile organik madde (OM)'nin arasında pozitif bir ilişki olduğunu ifade etmiştir.

Akalan (1967), toprakların erozyona karşı dirençlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişebileceğini ileri sürmüş, Middleton (1930) ise toprakların fiziksel özelliklerinden olan dispersiyon oranı (DO) değerlerinin erozyona karşı direncin bir göstergesi olarak kullanılabileceğini ve bu oran için sınır değerinin 15 olduğunu ifade etmiştir. Bu değerin altında değer gösteren toprakların erozyona dayanıklı olduğu belirtilmiştir.

Bryan (1968), yaptığı bir araştırma sonucunda, toprakların erozyona uğrama eğilimini ve strüktürel dayanıklılığını, kil oranı (KO), DO ve EO gibi göstergeler ile ortaya koymuştur. Araştırmacı, KO değerinin 2'den küçük olması durumunda erozyona dayanıklılığının, 10'a yaklaşması durumunda ise erozyona duyarlılığının arttığını bildirmiştir.

Wischmeier ve Mannering (1969)'a göre, erozyon, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olup, toprak kaybı üzerine tekstür, OM, reaksiyon (pH), yapı ve sürülebilir tabakanın hacim ağırlığı (HA) önemli etkiye sahiptir.

Taysun (1977), toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri yanında, arazinin eğim derecesi, topografik konumu, bitki örtüsü özellikleri gibi faktörlerin de erozyon sürecinde etkili olduğunu belirtmiştir.

Young ve Mutchler (1977), yaptıkları bir çalışmada, toprak aşınım faktörü (USLE-K), DO ve agregat stabilitesi (AS) arasındaki ilişkiyi değerlendirmişler ve USLE-K'daki değişimin çoğunlukla AS ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Yamamoto ve Anderson (1973), Hawaii topraklarının aşınabilirlik indekslerini belirlemek için yağmur simülatörü ile yaptıkları bir çalışmada, brüt sıçrama erozyonu değerini % 81, maksimum sıçrama oranını % 66 olarak belirlemiştir. Brüt sıçrama erozyonu aşınabilirlik indeksi, hacim ağırlığı, infiltrasyon oranı ve saturasyon su yüzdesi ile ilişkiler verirken, maksimum sıçrama erozyonu organik madde ve bunun yanı sıra aşınabilirlik indeksi ve toprak hacim ağırlığı ile ilişkiler vermiştir.

Sönmez ve Özdemir (1988), Iğdır Ovası yüzey topraklarının yapısal stabilite durumlarını ortaya koymak üzere yürüttükleri bir çalışmada, toprakların kil, silt ve OM içerikleri ile SSI, AS ve boekel oranı (BOE) oranı göstergeleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmacılar, strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı ortaya koyabilmek amacıyla geliştirilmiş ölçütlere göre yaptıkları değerlendirmelerinde, bu ölçütlerle elde edilen sonuçların birbirleri ile örtüştüğünü ifade etmişlerdir.

Ngatunga ve ark. (1984), erozyona duyarlı topraklarda USLE-K ile erozyon arasındaki ilişkiyi araştırdıkları bir çalışmalarında, KO, DO ve EO yardımıyla toprakların erozyona uğrama eğilimlerini araştırmışlar. Sonuç olarak DO ve EO ile USLE-K arasında istatistiksel açıdan önemli ilişkiler olduğunu belirlemişlerdir.

Kukal ve ark. (1993), orman topraklarının işlemeli tarım yapılan arazilerin topraklarına göre aşınabilirlik bakımından daha stabil olduğunu bildirmişler ve bunu orman topraklarındaki OM niceliğinin işlemeli tarım yapılan topraklara göre daha büyük olmasına bağlamışlardır.

Özdemir (1993a), bitki münavebesinin toprağın strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkilerini araştırmak için yürüttüğü bir çalışmada erozyona dayanıklılık bakımından DO, EO ve USLE-K değerlerini birer ölçüt olarak ele almıştır. Araştırmacı,

gerek DO ve gerekse EO için verilen sınır değerlere göre değerlendirme yapmış ve araştırma konusu toprakların erozyona karşı dayanıksız olduğunu, münavebe sisteminin etkilerinin ise münavebede yer alan bitki çeşidi ile uygulanma şekline göre değiştiğini bildirmiştir.

Aşkın (1997), SSI, AS, KO, geçirgenlik oranı, DO, EO ve USLE-K gibi ölçütleri esas alarak gerçekleştirdiği bir çalışmada, araştırma konusu toprakların tamamına yakını “erozyona karşı dayanıksız” şeklinde değerlendirmiştir.

Oğuz ve Noyan (2000), eğimli olan bir arazide topografya şartlarına uyarak toprakların temel fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona uğrama eğilimlerindeki değişimleri incelemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. İki farklı derinlikten (0-20 ve 20-40 cm) toprak örneklerini alan araştırmacılar, çalışma alanına ait toprağın erozyona uğrama eğiliminin, meyilli arazinin tepe kısmından aşağı kısma doğru inildikçe azaldığını saptamışlardır.

Barthes ve Roose (2002), tarla koşullarında yürüttükleri bir çalışmada, toprakların yüzey akışa ve erozyona dayanıklılığını değerlendirmek için AS indeksini kullanmışlardır. Araştırmacılar, toprakların kolay ve daha az maliyetle belirlenen bazı temel özelliklerin haritalanmasıyla, alana özgü yönetim çalışmalarında başarı sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Veihe (2002), farklı topraklarda aşınabilirliğin uzaysal değişimin belirlenmesi amacıyla Gana’da yürüttüğü çalışmada aşınabilirlik parametrelerini ve yüzey karakteristiklerini belirlemiştir. Araştırmacı, toprakların kum içeriğinin aşınabilirliklerinin değerlendirilmesinde iyi bir gösterge olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Gülser ve ark. (2002), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüsü topraklarının erozyona uğrama eğilimlerini ve strüktürel dayanıklılığını belirlemek üzere bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada USLE-K, SSI, DO, EO gibi parametreler kullanılmıştır. Araştırmacılar, çalışma alanında bulunan beş toprak serisi üzerinde yürütülen bu çalışmanın sonucunda, İncesu, Kurupelit ve Oyumca serilerinin potansiyel erozyon riskinin “düşük düzeyde”, Aksu ve Müzmüllü serilerinin potansiyel erozyon riskinin ise “orta düzeyde” olduğunu açıklamışlardır.

Özdemir (2002b), ana materyal ve amenajman şekillerinin toprak aşınabilirliği üzerine etkisini belirlemek üzere Erzurum yöresinde üç farklı amenajman şekli altındaki topraklarda bir çalışma yürütmüştür. DO ve EO dikkate alarak değerlendirmeler

yapan araştırmacı, aşınabilirlik üzerine ana materyal çeşidinin ve arazi kullanımının önemli ölçüde etki ettiği sonucuna ulaşmıştır.

Toprağın OM içeriği ile AS arasında yakın bir ilişki bulunduğunu ifade eden Shepherd ve ark. (2002), toplam OM miktarından ziyade henüz ayrışma evresindeki OM'nın AS ile daha yakın ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Bozali (2003), Kahramanmaraş Sır Barajı Derindere yağış havzasında yaptığı çalışmada, arazi kullanım şekilleri, ana kaya grupları, yükseklik ve bakı farklılıklarına göre toprağın erozyon eğilimini belirlemiştir. Yapılan çalışmada toprakların dispersiyon oranları 15'ten büyük bulunmuş dolayısıyla toprakların erozyona dayanıksız olduğunu belirtmiştir.

Erol ve Çanga (2004), toprakların potansiyel ve aktif erozyon risk alanlarını CORINE metoduyla belirlemiştir. Potansiyel erozyon risk haritası sonucuna göre alanın % 44'ünün düşük, % 52'sinin orta, % 4'ünün ise yüksek erozyon riski taşıdığı gözlenmiştir. Gerçek erozyon risk haritası sonucuna göre ise çalışma sahasının % 31'inin düşük, % 20'sinin orta ve % 49'unun yüksek erozyona maruz kaldığı belirlenmiştir.

Khera ve Kahlon (2005), orman ve mera topraklarının işlemeli tarım yapılan alanlarının topraklarına göre daha düşük DO ve EO değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Orman vejetasyonu altındaki toprakların su tutma kapasitesi ve infiltrasyon oranı yüksek olduğundan DO ve EO değerleri düşük olduğu bildirilmiştir. (Singh ve Khera, 2008). Yürütölen çok sayıda çalışmada bu durumun "OM'nin baskın agregat olarak görev üstlenmesinden ileri geldiği iddiasına rastlamak mümkündür.

Yılmaz ve ark. (2005), toprakta agregat oluşumu ve AS üzerine yaptıkları bir çalışmada, topraklardaki başta kil tipi ve kil miktarı, OM ve kireç (CaCO_3) içeriği, katyon değişim kapasitesi (KDK), ıslanma-kuruma döngüleri ve mikroorganizmalar gibi faktörlerin strüktürel farklılıklar meydana getirdiğini, bunların her birinin etkisinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Kumar ve Singh (2007), farklı arazi kullanım şekillerinin toprak özellikleri ve erozyon indeksleri arasındaki ilişkiyi araştırdıkları bir çalışmada, işlenen tarım alanından, meyve bahçesi topraklarından ve orman topraklarından örnekleme yaparak toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemiştir. Araştırmacılar orman topraklarının en düşük EO ve DO değerlerine sahip olduğu, bunları meyve bahçesi ve işlenen tarım arazi topraklarının takip ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Korkanç ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada, arazi kullanım şeklinin toprak özellikleri ve erozyon üzerine etkilerinin belirlemek için, tarım, orman ve mera arazisi olmak üzere toplam 100 noktadan toprak örnekleri alarak fiziksel ve kimyasal toprak analizleri yapmışlardır. Araştırma sonucunda, orman topraklarının yanma ile kaybının mera ve tarım arazilerine göre daha yüksek olduğunu, orman toprakları ile tarım arazilerinin toprakları arasında pH yönünden önemli farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca aşınabilirlik indeksleri ve toprakların kum ve kil içerikleri arasında önemli korelasyonlar belirlenmiştir.

Nwamio (2008), ferralitic özellikteki toprakların erozyona karşı hassasiyetini belirlemek için yaptığı bir çalışmada toprak aşınım faktörü K'yı farklı noktalar için belirlemiş ve USLE-K değerini 4 farklı nokta için 0.31, 0.33, 0.32, 0.34 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹ olarak belirlemiştir. Araştırmacı toprakların yüksek derecede aşınabilir olduğunu ve koruma yöntemlerinin uygulanması gerektiğini belirtmiştir.

Singh ve Khera'nın (2008), yapmış oldukları bir çalışmada farklı arazi kullanım şekillerinin toprak aşınabilirlik indeksleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar toprakların erozyona karşı duyarlılığını belirlemede DO, KO, EO ve AS değerlerini kullanmışlardır buna göre en yüksek aşınabilirlik indeksi değerlerini çorak topraklarda ve tarım alanlarında bulurken, bunu mera alanları ve daha sonra da ormanlık alanların takip ettiğini belirlemişlerdir.

Shabani ve ark. (2010), arazi kullanım şekli ve eğiminin USLE-K üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında orman, mera, sulı tarım ve kuru arazilerinden eğime göre 3 ayrı noktadan örnekleme yapan araştırmacılar, toprakların fiziksel ve kimyasal analizlerini yaparak nomograf üzerinden toprakların USLE-K değerlerini belirlemişlerdir. İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda arazi kullanımı ile arazi eğiminin USLE-K değeri üzerine önemli derece etki ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Toprakların USLE-K değerinin eğim ile önemli derecede arttığını, bu artış üzerine OM, toprak tekstürü ve toprak geçirgenliğinin etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar USLE-K değerini arazi kullanım şekilleri arasında mera topraklarında en küçük (0.023 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹), sulı tarım yapılan alanlarda ise en büyük (0.078 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹) bulmuşlardır.

Yakupoglu ve ark. (2012), Narlı Ovası toprakları üzerinde yürüttükleri bir çalışmada, araştırma sahası topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile aşınabilirlikleri arasında önemli istatistiksel ilişkiler tespit etmişler ve bu ilişkilerden

yararlanarak çalışma alanı için ıslak agregat stabilitesini tahmin edebilecek pedotransfer eşitlikler geliştirmişlerdir.

Manyiva ve ark. (2013) yapmış oldukları bir çalışmada erozyona uğramış ve uğramamış alanlardan toprak örnekleri alarak aşınabilirlik indekslerine etki edebilecek fiziksel ve kimyasal toprak parametrelerinin ölçümünü yapmışlardır. Araştırmacılar belirli eşitlikler yardımı ile toprakların kum, kil, silt ve OM içeriklerinden yararlanarak USLE-K değerini hesaplamışlardır ve ayrıca nomograf üzerinden toprakların USLE-K değerini elde etmişlerdir. Sonuç olarak erozyona uğramış toprakların USLE-K değerininin (0.013–0.055 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹) erozyona uğramış topraklarınkinden (0.012–0.026 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹) genelde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma sahasının konumu ve genel özellikleri

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Erozyon Araştırma Sahası (KSÜ-EAS) International 1909 Spheroid ve European 1950 Datum sisteme göre coğrafik olarak 306305 m- 306750 m E boylamları ve 4162600 m- 4162950 m N enlemleri, UTM (Universal Transverse Mercator) arasında yer almaktadır.

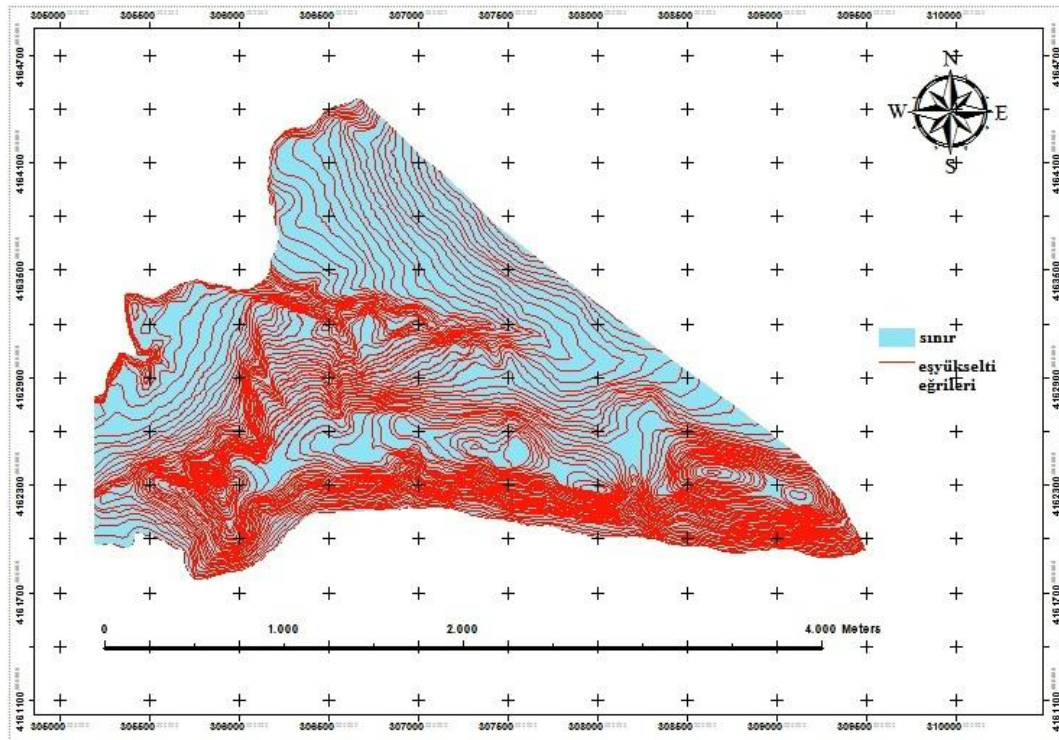
Akdeniz ikliminin etkisi altında bulunan çalışma alanının yıllık toplam yağış miktarı 710.0 mm olup yağışların çoğu kış ve ilk baharda düşmektedir. Yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 16.5 °C olup en yüksek aylık ortalama sıcaklık Temmuz, en düşük aylık ortalama sıcaklık ise Ocak ayında izlenmektedir (Karabulut ve Cosun, 2009).

Toprak rutubet rejimi Xeric, sıcaklık rejimi Mesic'dir. Araştırma alanında Orta miyosen, Pliyosen, yamaç molozları, etek döküntüleri ve genç alüvyonlardan oluşan kuvaterner birimler yer almaktadır. Orta miyosen yaşlı konglomera, çakıl, kum ve kil malzemelerin ardalanmasından meydana gelen formasyonun tabakaları 2-3 m kalınlığındadır. Bu formasyonun üzerinde Pliyosen yaşlı malzemeler yer almaktadır. Pliyosen veya pliyosen sonunda meydana gelen genç tektonizma ile tabakalar yükselerek 15-30° kuzey batı yönünde eğim kazanmışlardır. Birikinti konileri ve vadi tabanlarında ise kuvaterner malzemeler bulunmaktadır KSÜ-EAS toprakları bölgeye ait etüt çalışmasında Entisol ordosunda sınıflandırılmış ve şiddetli derecede erozyona maruz alan olarak tanımlanmıştır (Gündoğan ve ark., 2013).

Çalışma alanının Google Earth görüntüsü Şekil 3.1'de verilmiştir. Çalışmada örnekleme noktalarının gösterimini gerçekleştirmek için taban harita olarak 1/5000 ölçekli topografik harita kullanılmıştır (Şekil 3.2)



Şekil 3.1. Çalışma alanının Google Earth görüntüsü



Şekil 3.2. KSÜ-Avşar kampüsü topografik haritası (1/5000) (Yakupoğlu ve Gündoğan, 2014)

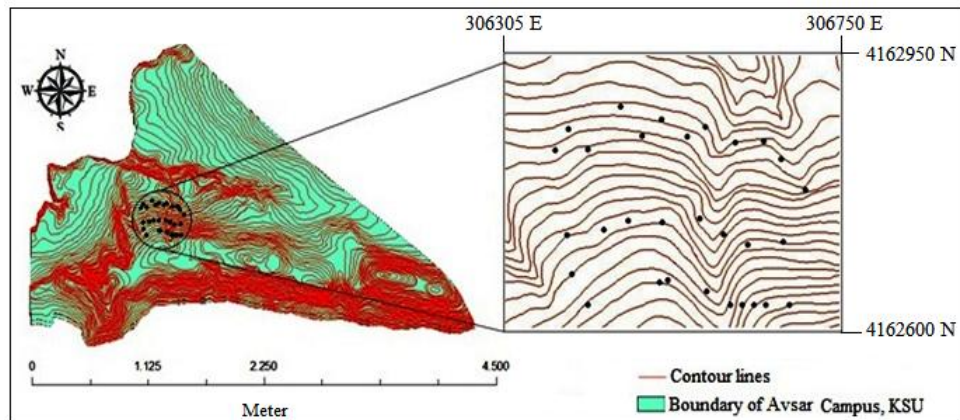
3.2. Metod

Bu çalışmada izlenilen yöntemler; toprakların örnekleme, toprağın fiziksel ve mekanik özelliklerinin, kimyasal özelliklerinin ve istatistiksel özelliklerinin belirlenmesi olmak üzere dört başlık altında sunulmuştur.

3.2.1. Toprak örnekleme

Bu çalışmada KSÜ-EAS'dan 2011 Şubat ayında kış örnekleme yapılmıştır. Örnekler, araştırma alanındaki toprakların erozyona duyarlılık parametrelerinin ve bazı fizikokimyasal özelliklerinin araştırılması amacı ile alınmıştır.

Çalışma sahasının (KSÜ-EAS) 30 farklı noktasından kış mevsiminde toprak örnekleme yapılmıştır. Örnekleme noktalarının seçiminde eğim, yöney, bitki örtüsü, depozit birikimi ve aşırı toprak sıkışması gibi çıplak gözle izlenebilen ölçütlerdeki farklılıklar dikkate alınmıştır. GPS aleti kullanılarak örnekleme noktalarının koordinatları belirlenmiştir. Örnekleme noktalarının topoğrafik harita üzerinde gösterimi Şekil 3.2'de sunulmuştur. Her bir örnekleme noktasından laboratuvar analizlerinde kullanılmak üzere bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmamış toprak örnekleri özel kaplarında sarsılmadan ilgili analizler için laboratuara nakledilmiştir. Bozulmuş toprak örnekleri polietilen torbalara konulmuş, nemli örnekler bir taşıyıcı araca yüklenerek toprak kurutma odasına nakledilmiştir. Odanın tabanına serilen naylon örtünün üzerine boşaltılan topraklar hava kuru duruma gelinceye kadar belirli aralıklarla altüst edilerek kurutulmuş ve büyük kesekler elle ufalanmıştır. OAÇ analizi için bir miktar örnek ayrıldıktan sonra bütün örnekler ahşap tokmakla dövülerek ilgili analizlerde kullanılmak üzere her bir analizin gerektirdiği açıklığa sahip eleklerden geçirilmiştir.



Şekil 3.3. Çalışma alanının topoğrafik haritası ve örnekleme noktaları

3.2.2. Toprağın fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi

3.2.2.1. Partikül büyüklük dağılımı

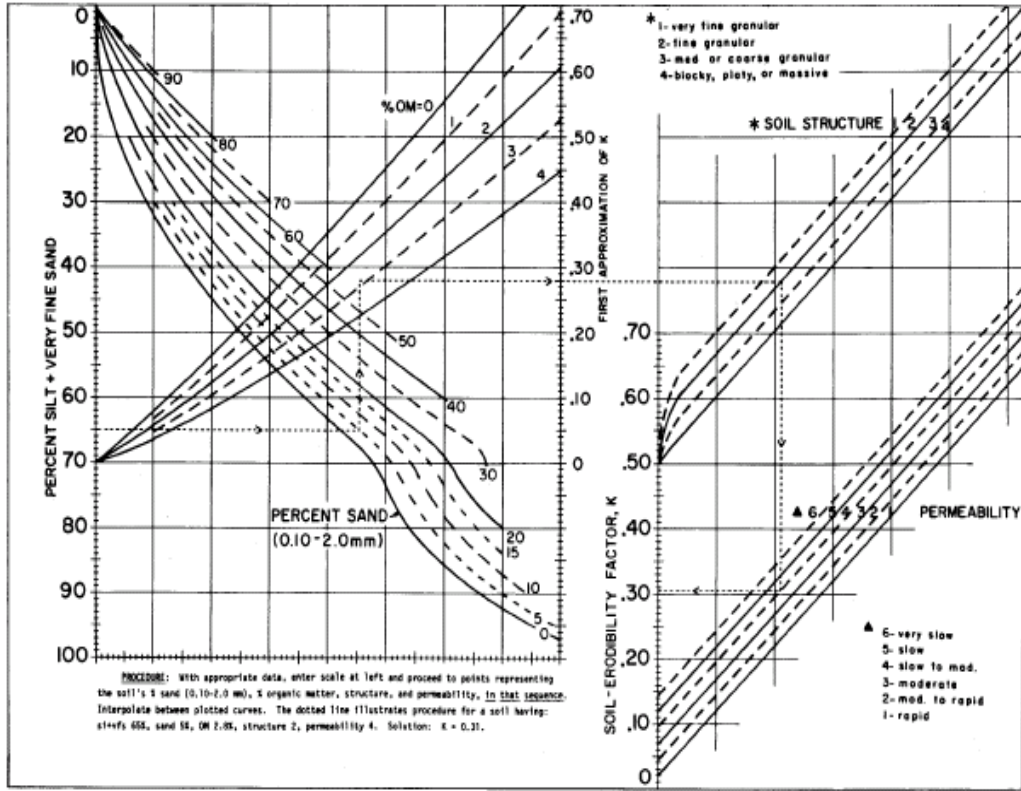
Bünye analizleri, 50'şer gram toprak örneklerinin kalgon ile muamele edildikten sonra dispers edilmeleri ve küre şeklindeki parçacıkların belirli bir sıvı içerisindeki çökme hızlarını esas alan Stokes yasasının dayandığı Bouyoucos yöntemine göre yapılmıştır (Demiralay, 1993).



Şekil 3.4. Boyucous Silindiri

3.2.2.2. Toprak aşınım faktörü (USLE-K)

Şekil 3.4'te verilen “toprak aşınım nomografi” kullanılarak hesaplanmıştır (Wischmeier ve Smith, 1978). Nomografin gerektirdiği toprakların satire hidrolik iletkenlik (K_{sat}) değerleri Darcy yasası uyarınca laboratuvar koşullarında Mariotte düzeneği kurularak belirlenmiştir. Bu yöntemle göre, iç çapı 5.5 cm olan silindir şeklindeki sütunun içerisine yaklaşık 5.0 cm kalınlığında bozulmuş toprak örnekleri paketlenmiş ve 2 tekerrürlü olarak hazırlanan bu örnekler, kapilarite ile doymunluğa ulaşmaları için 24 h süre ile suda bekletilmiştir. Daha sonra kolonlardaki doymun toprakların üzerinde 3.0 ± 0.2 cm yüksekliğinde su göllendirilmiş ve Mariotte düzeneği ile su yükü sabit tutulmuştur. Akışın başlamasından itibaren akış sabitlenene kadar sistemden çıkan su zamana bağlı olarak ölçülerek kaydedilmiş ve Denklem 3.1 yardımı ile K_{sat} hesaplanmıştır, (Özdemir,1998; Yakupoğlu ve Demirci., 2013).



Şekil 3.5. Toprak aşınım nomografı (Wischmeier ve Smith, 1978)

$$K_{sat} = \frac{V L}{A t (h + L)} \quad (3.1)$$

Burada:

K_{sat} : Doygun koşullardaki hidrolik iletkenlik (cm h^{-1}),

V : Toprak kesitinden geçen suyun hacmi (cm^3),

L : Toprak kesitinin yüksekliği (cm),

A : Dairesel toprak sütununun kesit alanı (cm^2),

t : Süre (saat),

h : Su yükü (cm).

3.2.2.3. Dispersiyon oranı (DO)

Süspansiyonda disperse edilmeden ölçülen silt+kil değerinin mekanik analizde ölçülen silt+kil değerine oranlanmasıyla (Denklem 2) hesaplanmıştır (Lal, 1988).

$$DO = a/b \times 100 \quad (3.2)$$

Burada:

DO: Dispersiyon Oranı (%),

a: Süspansiyonda ölçülen silt+kil miktarı (%),

b: Mekanik analizde ölçülen silt+kil miktarı (%).

3.2.2.4. Strüktür stabilite indeksi (SSI)

Mekanik analizde ölçülen toplam silt+kil değerinin süspansiyonda disperse edilmeden ölçülen toplam silt+kil değerinden çıkarılmasıyla (Denklem 3) hesaplanmıştır (Lal, 1988).

$$SSI = \sum b - \sum a \quad (3.3)$$

Burada:

SSI: Strüktür Stabilite İndeksi,

$\sum a$: Mekanik analizde ölçülen toplam silt+kil miktarı (%),

$\sum b$: Süspansiyonda ölçülen toplam silt+kil miktarı (%).

3.2.2.5. Erozyon oranı (EO)

Toprakların erozyon oranı değerleri toprağın su içerisinde dispers edilmesinden önce ve kalgonla dispers edildikten sonra silt+kil fraksiyonlarının hidrometre ile ölçülmesi kil içerikleri ve tarla kapasitesi değerlerinden yararlanılarak Denklem 4 yardımıyla hesaplanmıştır (Ngatunga ve ark., 1984).

Erozyon oranı, toprak örneklerinin *DO* değerlerinin, “nem eşdeğeri” değerlerinin ve mekanik analizde ölçülen kil değerlerinin kullanıldığı Denklem 4 yardımıyla hesaplanmıştır (Lal, 1988).

$$EO = DOx(c/d) \quad (3.4)$$

Burada:

EO: Erozyon oranı (%),

c: toprağın nem eşdeğeri (pF 2'deki nem içeriği) (%) ve

d: mekanik analizde ölçülen C değeri (%).

3.2.2.6. Kil oranı (KO)

Mekanik analizde ölçülen kum+silt değerinin kil değerine oranlanmasıyla ve Denklem 5 kullanılarak hesaplanmıştır (Özdemir, 2002a).

$$KO = \frac{100 - d}{d} \quad (3.5)$$

KO: Kil Oranı,

d: Mekanik analizde ölçülen silt + kil (%),

3.2.2.7. Ortalama ağırlıklı çap (OAÇ)

2 cm'lik elekten geçirilmiş hava kuru toprak örneklerinin 12.7 - 11.2 - 8.0 - 6.4 - 5.6 - 4.0 - 2.0 - 1.0 - 0.42 mm açıklıklarına sahip elek setinde elenmesiyle ve Denklem 6 yardımıyla belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

$$OAÇ = \sum_{i=1}^n x_i w_i \quad (3.6)$$

Burada:

OAÇ: Ortalama ağırlıklı çap (mm),

x_i : Her bir büyüklük fraksiyonunun ortalama çapı,

w_i : Söz konusu fraksiyonun oran değeri,

n: Fraksiyon sayısı.



Şekil 3.6. Elek seti (Ortalama Ağırlıklı Çap Analizi)

3.2.2.8. Boekel oranı-I ve II (BOE-I, BOE-II)

Toprağın likit limit (LL) kıvamındaki nem içeriğinin pF 2'deki nem içeriğine oranlanmasıyla BOE-I hesaplanmıştır (Özdemir, 2002a). Toprağın plastik limit (PL) kıvamındaki nem içeriğinin pF 2'deki nem içeriğine oranlanmasıyla BOE-II hesaplanmıştır (Özdemir, 2002a). Toprakların LL değerleri Casagrande aleti kullanılarak PL değerleri ise nemli toprağın 3 mm'lik iplikçiler haline getirilmesinden sonra dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarına göre belirlenmiştir (Sowers, 1965).



Şekil 3.7. Casagrande Aleti

3.2.3. Toprağın kimyasal özelliklerinin belirlenmesi

3.2.3.1. Organik madde (OM)

Toprak organik karbon değeri, “Walkley-Black” yöntemiyle toprak örneğinin 1N $K_2Cr_2O_7$ ve H_2SO_4 ile yaş yakılması ve 0.5 N $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ile geri titre edilmesi yoluyla belirlenmiş ve elde edilen organik karbon değeri 1.724 olan Van Bemmelen sabitesiyle çarpılarak organik madde hesaplanmıştır. (Kacar, 1994).

3.2.3.2. Reaksiyon (pH)

Toprakların pH değerleri 1:1 toprak su süspansiyonunda cam elektrotlu pH-metre ile örnekler bir gece bekletildikten sonra ölçülmüştür (Kacar, 1994).



Şekil 3.8. pH Metre

3.2.3.3. Toplam tuz

Toprakların elektiriksel iletkenlik değ erleri, 1:1 toprak-su s uspansiyonunda, cam elektrotlu elektiriksel iletkenlik aleti kullanılarak ve gerekli hesaplamaların yapılmasıyla bulunmuştur (Bayraklı, 1987).



Şekil 3.9. EC Metre

3.2.3.4. Katyon değ işim kapasitesi (KDK)

Toprakların katyon değ işim kapasiteleri “Bower” y ontemine g ore belirlenmişt ir. Değ işim kompleksleri  once sodyum ve sonra da amonyum ile doyurulmuşt u ve a ı ı a  cık an sodyum miktarı atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (AAS) okunmuşt ur (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

3.2.3.5. Kireç (CaCO₃)

Toprakların kireç miktarı, Scheibler Kalsimetresi ile hacimsel olarak belirlenmiştir (Kacar, 1994).



Şekil 3.10. Scheibler Kalsimetresi

3.2.3.6. Değişebilir katyonlar

Değişebilir katyonların belirlenmesinde 5 gr toprak örneği pH'sı 7.0 olan 25 ml 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilmiş ve filtre kağıdından süzölmüştür. Toplam değişebilir katyonların miktarı, süzökteki Na⁺ ve K⁺ AAS ile Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ ise 0.01 M EDTA ile titre edilerek belirlenmiştir (Sağlam,1997).

3.2.3.7. Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP)

Bu değer Denklem 7 yardımıyla hesaplanmıştır (Munsuz ve ark., 2001).

$$\frac{[Na^+]}{KDK} \times 100$$

(3.7)

3.3. İstatistiksel Özelliklerin Belirlenmesi

Çalışma sahası (KSÜ-EAS) topraklarının aşınabilirlik indeksleri bakımından farklılıklarının test edilmesinde varyans analizinden yararlanılmıştır. Varyans analizi

sonucunda F değeri önemli bulunan aşınabilirlik indeksleri ile toprakların kalite göstergeleri arasındaki ilişkileri incelemek için korelasyon testinden faydalanılmıştır. İstatistiksel analizler TARİST (1994) bilgisayar programında kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma Sahası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Araştırma sahası topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Toprakların pH değerleri 6.19-8.65 arasında değişmekte olup araştırma alanında toprak reaksiyonu hafif asitten kuvvetli alkaline değişmektedir.

Tuz içerikleri % 0.009 - 0.075 arasında değişmekte olup tuzsuz ve hafif tuzlu toprak sınıfında yer almaktadır.

CaCO₃ miktarları % 0.66-24.4 arasında değişmekte olup, CaCO₃ bakımından toprakların % 33 çok az CaCO₃ (< % 1), % 40 az CaCO₃ (% 1-5), % 20 orta CaCO₃ (% 5-15) ve % 7 fazla CaCO₃ (% 15-25) olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.1. Deneme konusu topraklara ait bazı değişken değerlerinin varyans analizi sonuçları

Değişken	Birim	Max	Min	Ort.	Std. sapma	Hesaplanan <i>F</i>
pH	pH birimi	8.650	6.190	7.283	0.4471	14.372***
TUZ	%	0.750	0.009	0.102	0.0931	1.149ns
OM	%	4.720	0.980	2.481	0.9667	36.892***
CaCO ₃	%	24.400	0.660	3.886	5.2468	86.9001***
Kil	g kg ⁻¹	264.000	38.000	116.517	50.1518	107.713***
Silt	g kg ⁻¹	607.000	258.000	448.917	78.070	11.305***
Kum	g kg ⁻¹	654.000	197.000	434.567	104.5689	19.323***
Ca ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹	63.200	15.800	29.803	10.1793	13.835***
Mg ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹	22.000	0.500	9.468	4.4958	28.692***
Na ⁺	cmol _c kg ⁻¹	2.500	0.860	1.711	0.5369	27.171***
K ⁺	cmol _c kg ⁻¹	3.320	0.020	1.769	0.6804	10.018***

***: 0.001 seviyesinde önemli; ns: İstatistiksel olarak önemli değil

Otuz adet toprak örneğinde OM içerikleri 0.98-4.72 arasında değişmekte olup bir % 43’ü az OM (% 1-2), % 30’u orta OM (% 2-3) % 20 iyi OM (% 3-4) ve % 7 yüksek OM (> % 4) içeriğine sahiptir.

Değişebilir Ca^{++} miktarı 3160-12640 ppm, değişebilir Mg^{++} 60-2640 ppm, değişebilir K^+ 78-1295 ppm ve ESP değerleri % 1.48-6.66 arasında değişmektedir.

Çalışma alanda topraklarının tekstürleri siltli tın, kumlu tın ve tın olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Toprakların kil içerikleri 38-264 gr kg^{-1} arasında, silt miktarı 258-607 gr kg^{-1} arasında ve kum miktarı 197-654 gr kg^{-1} arasında değişmektedir. Tuzluluk haricindeki bütün değerler % 1 önem seviyesinde farklılık göstermiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre çalışma alanı çok geniş olmamasına rağmen çalışma sahasındaki farklılıkların alanın eğim, bakı ve vejetasyon bakımından heterojen bir özellik göstermesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir

Tuz içeriği hariç Çizelge 4.1'de verilen değişkenler bakımından toprak örnekleri birbirinden farklı bulunmuştur. Söz konusu farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

4.2. Erozyona Duyarlılık Göstergeleri

Otuz adet çalışma konusu toprağın ölçülen aşınabilirlik göstergesi değerleri paralel ölçümlerin ortalaması olarak Çizelge 4.2'de aşınabilirlik indeksi ve bazı toprak özellikleri arasındaki korelasyon ilişkileri ise Çizelge 4.3'de verilmiştir. Her bir aşınım parametresi aşağıda farklı başlıklar altında incelenmiştir.

4.2.1. Dispersiyon oran (DO)

Çizelge 4.2'den de anlaşıldığı üzere çalışma alanında yaygınlık gösteren toprakların ortalama DO değerleri % 1.1-18.1 arasında değişmektedir. DO değeri yağışın etkisi ile toprak strüktüründe meydana gelen değişimin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup oran değeri %15'den küçük olan toprakların erozyona karşı dayanıklı olduğu kabul edilir (Ngatunga ve ark., 1984; Lal, 1988). Bu değerlendirme esas alındığında araştırma konusu toprak örneklerinden 1, 11, 17, 28 ve 30 numaralı toprak örneklerinin alındığı bölgeler erozyona karşı dayanıksız, diğer bölgeler ise erozyona karşı dayanıklı olarak nitelendirilmektedir. DO sınır değeri esas alınarak yapılan değerlendirmede topraklar arasında dayanıklı, dayanıksız ayrımı yapılmakta ancak dayanıklılık veya dayanıksızlığın kendi içerisinde herhangi bir ayrımı yapılamamakta yani dayanıklılık kategorileri oluşturulmamaktadır (Öztürk, 2007).

Çalışma alanı topraklarının DO ile bazı toprak özellikleri arasındaki istatistiksel ilişkiler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Toprakların CaCO_3 içerikleri (-0.313*), değişebilir Mg^{++} değerleri (-0.293*), kil içerikleri (-0.326*) ile DO arasında % 5 önem seviyesinde negatif bir ilişki, kum içerikleri (0.258**) ile DO arasında ise % 5 önem seviyesinde pozitif ilişki (0.258*) bulunmuştur. Toprakların DO değerleri ile tuz içerikleri (-0.382**), KDK (-0.322**), değişebilir Ca^{++} içerikleri (-0.338**) arasında % 1 önem seviyesinde negatif bir ilişki, değişebilir Na^+ içerikleri (0.342**) arasında ise % 1 önem seviyesinde pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Yukarıda verilen korelasyon katsayıları ve toprak özellikleri arasındaki ilişkilere bakıldığında DO ile koagülasyon ve agregasyona neden olabilecek olan tuz, değişebilir Ca^{++} ve Mg^{++} , kil, KDK ve CaCO_3 arasında ters orantı bulunmakta ve bu değerlerin artması ile toprakların DO değerleri düşmekte, buna bağlı olarak da erozyona karşı hassasiyetleri azalmaktadır. Ayrıca kum ve değişebilir Na^+ arasında doğru orantı bulunmakta olup bu değerlerin artması ile DO değeri artmakta, buna paralel olarak toprakların erozyona karşı dayanıklılık azalmaktadır.

Öztürk (2007), benzer sonuçları Bafra Ovası topraklarının erozyona duyarlılıklarını belirlemek için yaptığı çalışmada da elde etmiştir. Ergene (1993), toprakların OM ve kil içeriği arttıkça, KDK’larının da arttığını belirtmiştir. Sönmez (1980), KDK’sı yüksek toprakların, erozyona karşı dayanıklılıklarının yüksek olduğunu, bunun da kil miktarı, kil tipi ve OM ‘ye bağlı olarak farklılık gösterdiğini belirtmiştir.

Fo ve Logan (1991), kirecin toprağın strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerindeki etkisini üç farklı toprakta araştırmışlardır. Araştırmacılar, toprağa ilave edilen CaCO_3 ’ün uzun dönemde toprak aşınımını azalttığı ve suda dispers kil miktarını önemli ölçüde düşürdüğü sonucuna varmışlardır.

Özdemir (1993b), Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan üç büyük toprak grubuna farklı organik materyal uygulanmasının strüktürel dayanıklılık ve dolayısıyla erozyona duyarlılık üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada söz konusu uygulamaların DO değerlerini ise istatistiksel olarak önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir.

Kumar ve Singh (2007), yürüttükleri bir çalışmada, farklı arazi kullanımı altındaki topraklarda DO değerinin tarla toprakları için % 19.37-22.54, meyve bahçesi toprakları için % 14.36-14.99 ve orman toprakları için % 12.59-13.70 arasında değiştiği bulgusunu

Çizelge 4.2. Toprakların bazı aşınım gösterge değerleri

Toprak No	DO %	SSI %	KO	USLE-K t ha h ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹	EO %	BOE-I	BOE-II	OAÇ mm
1	17.0	58.2	5.8	0.41	36.8	1.14	0.71	5.89
2	5.0	82.0	3.0	0.17	12.6	1.24	0.73	6.42
3	3.8	55.4	7.1	0.37	8.4	1.11	0.75	5.49
4	3.8	47.7	20.0	0.49	15.3	1.54	1.10	5.73
5	2.4	56.1	7.5	0.33	5.4	1.20	0.78	4.82
6	4.5	45.2	11.5	0.41	11.7	1.53	0.98	6.13
7	4.7	45.4	10.4	0.40	11.3	1.28	0.81	6.13
8	8.9	43.9	5.6	0.28	15.9	1.23	0.68	4.82
9	7.6	45.2	10.1	0.44	17.7	1.42	0.86	4.78
10	2.5	48.1	11.5	0.39	6.9	1.24	0.87	5.83
11	17.5	47.1	8.4	0.43	41.8	1.07	0.75	5.75
12	6.0	44.0	9.1	0.33	14.5	1.21	0.84	6.67
13	1.5	78.8	4.1	0.36	1.9	1.23	0.79	6.18
14	1.7	52.9	10.0	0.40	4.5	1.28	0.79	5.13
15	1.1	77.1	3.0	0.22	1.7	1.05	0.61	5.44
16	13.6	49.1	9.4	0.44	35.1	1.19	0.83	5.34
17	18.1	46.2	9.9	0.42	47.4	1.36	0.76	5.50
18	9.5	53.4	9.9	0.38	26.8	1.35	0.82	6.08
19	1.2	73.5	4.7	0.32	2.4	1.11	0.62	5.10
20	2.5	76.6	4.2	0.30	4.8	1.03	0.63	4.78
21	2.2	58.0	9.8	0.50	5.7	1.04	0.78	5.03
22	5.1	58.9	6.5	0.46	11.2	1.25	0.77	5.72
23	8.4	41.0	11.6	0.41	22.1	1.60	0.90	5.57
24	11.1	43.3	11.7	0.40	30.9	1.56	0.91	6.20
25	12.7	41.0	11.6	0.36	34.5	1.47	0.87	4.59
26	8.8	41.4	9.6	0.24	22.3	1.44	0.83	4.60
27	13.2	44.4	8.7	0.34	31.8	1.25	0.71	4.62
28	15.2	41.9	12.7	0.42	43.0	1.54	0.86	6.23
29	9.4	55.7	9.3	0.48	25.3	1.20	0.81	6.86
30	16.4	46.4	8.6	0.31	42.8	1.24	0.72	7.18

DO: Dispersiyon oranı, SSI: Sütrüktür stabilite indeksi, KO: Kıl oranı EO: Erozyon oranı, OAÇ: Ortalama ağırlıklı çap, BOE-I: Boekel oranı-I, BOE-II: Boekel oranı-II
OAÇ: Ortalama ağırlıklı çap

Çizelge 4.3. Toprak aşınabilirlik indeksleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki korelasyonlara ait katsayılar

	DO	SSI	KO	USLE-K	EO	BOE-I	BOE-II	OAÇ
C	-0.326*	0.819**	-0.835**	-0.642**	-0.402**	-0.559**	-0.603**	-0.005ns
Si	-0.136ns	0.504**	-0.303*	0.185ns	-0.169ns	-0.479**	-0.306*	-0.025ns
S	0.258*	-0.769**	0.627**	0.170ns	0.319*	0.626**	0.518**	-0.015ns
pH	-0.141ns	0.455**	-0.383**	-0.294**	-0.162ns	-0.442**	-0.352**	-0.196ns
Tuz	-0.382**	0.725**	-0.543**	-0.394**	-0.403**	-0.314**	-0.379**	-0.030ns
OM	-0.172ns	0.584**	-0.724**	-0.810**	-0.224ns	-0.395**	-0.564**	0.003ns
CaCO ₃	-0.313*	0.715**	-0.572**	-0.577**	-0.338**	-0.379**	-0.394**	0.010ns
KDK	-0.322**	0.744**	-0.740**	-0.529**	-0.378**	-0.367**	-0.431**	-0.123ns
N	-0.175ns	0.534**	-0.706**	-0.766**	-0.213ns	-0.365**	-0.543**	-0.011ns
Ca	-0.338**	0.743**	-0.783**	-0.661**	-0.401**	-0.395**	-0.562**	-0.094ns
Mg	-0.293*	0.571**	-0.441**	-0.162ns	-0.310*	-0.131ns	-0.208ns	-0.002ns
K	0.042ns	0.088ns	0.019ns	0.028ns	0.071ns	-0.093ns	-0.087ns	-0.297*
Na	0.342**	-0.305*	0.190ns	0.091ns	0.397**	-0.245ns	0.036ns	0.040ns

C: % Kil, Si: % Silt, S: % Kum, DO: Dispersiyon oranı, EO: Erozyon oranı, SSI: Sütrüktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı, OAÇ: Ortalama ağırlıklı çap, BOE-I: Boekel oranı-I, BOE-II: Boekel oranı-II, CaCO₃: % kireç, OM: % organik madde, KDK: Katyon değişim kapasitesi, Ca⁺⁺-Mg⁺⁺-Na⁺ ve K⁺: Değişebilir katyonlar, DO: Dispersiyon oranı, EO: Erozyon oranı, SSI: Sütrüktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı, OAÇ: Ortalama ağırlıklı çap, BOE-I: Boekel oranı-I, BOE-II: Boekel oranı-II

*: 0.05 seviyesinde önemli; **: 0.01 seviyesinde önemli; ns: İstatistiksel olarak önemli değil

elde etmişlerdir. Araştırmacılar DO ve OC arasında negatif yönlü önemli bir istatistiksel ilişki ($r = -0.68$) tespit etmişlerdir.

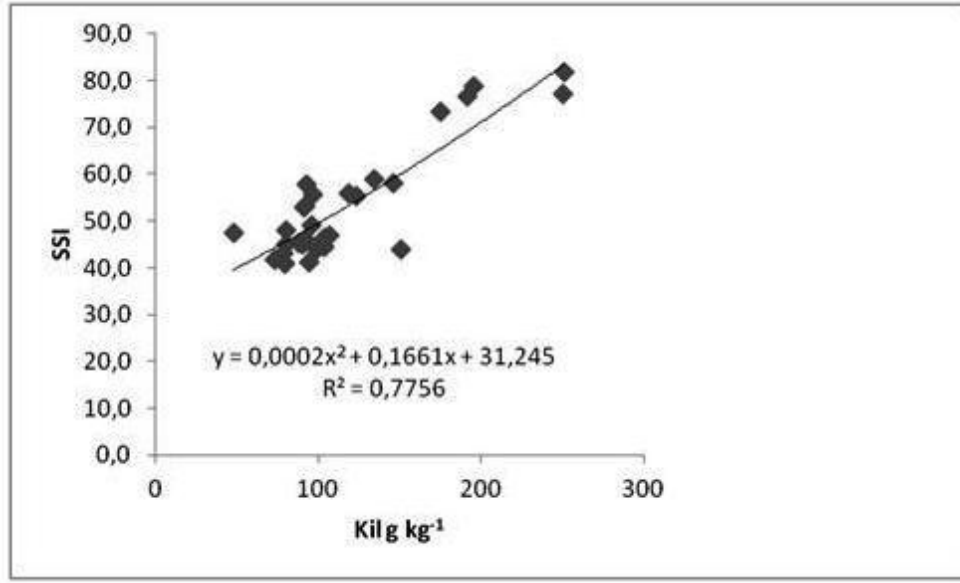
4.2.2. Strüktür stabilite indeksi (SSI)

Çalışma alanının topraklarının SSI değerleri 41-82 arasında değişmekte olup Çizelge 4.2’de verilmiştir. Toprakların SSI değerleri büyüdükçe erozyona karşı dirençleri artmaktadır. Bu indeks dikkate alındığında 2, 13 ve 15 numaralı topraklar aşınmaya karşı en dirençli, 23, 25 ve 26 numaralı topraklar ise aşınmaya karşı en dirençsiz olanlardır. Çalışma alanı topraklarının SSI değerleri ve analizi yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki istatistiksel ilişkiler Çizelge 4.3’de SSI ile en yüksek korelasyon ilişkisi veren kil, OM, KDK ve CaCO_3 ’ün SSI ile ilişkileri Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4’de sunulmuştur. Çizelge 4.2’ye göre SSI değerleri ile, pH (0.455^{**}), tuz (0.725^{**}), OM (0.584^{**}), CaCO_3 (0.715^{**}), KDK (0.744^{**}), değişebilir Ca^{++} (0.743^{**}), değişebilir Mg^{++} (0.571^{**}), kil (0.819^{**}), silt (0.504^{**}) arasında % 1 önem seviyesinde pozitif ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca SSI ile değişebilir Na^+ arasında (-0.305^*) % 5 önem seviyesinde, kum ile (-0.769^{**}) % 1 önem seviyesinde negatif ilişki bulunmuştur.

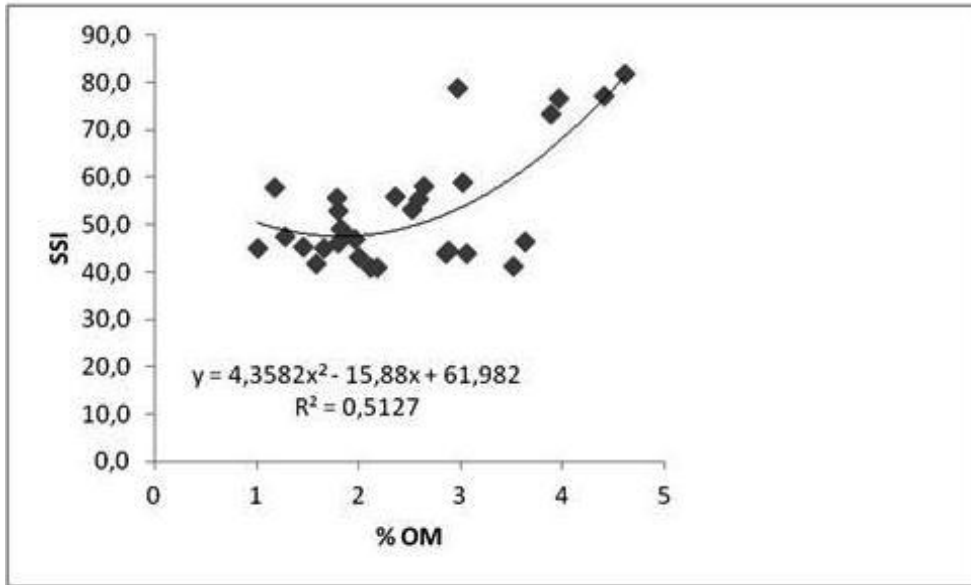
Leo (1963), killi ile kumlu arasında değişen beş toprak üzerinde yapmış olduğu bir araştırmada, toprağın strüktürel dayanıklılık ölçütünün sıfıra yaklaşması ile toprakların erozyona karşı direncinin azaldığını belirtmiştir.

Yukarıdaki değerler incelendiğinde toprakların koagülasyonu ve agregasyonu artırıcı etkisi olan tuz, CaCO_3 , OM, değişebilir Ca^{++} ve Mg^{++} , KDK ve kil içeriklerinde artış oldukça toprakların SSI değerleri artmış ve toprakların erozyona karşı dirençleri artmıştır. Bununla birlikte toprakların dispersiyonu ve tıksal hale gelmesinde etkili olan değişebilir Na^+ ile kumun SSI ile ilişkileri incelendiğinde negatif ilişkiler tespit edilmiş olup bu değerlerin artması ile toprakların erozyona karşı dayanıklılığı azalmıştır.

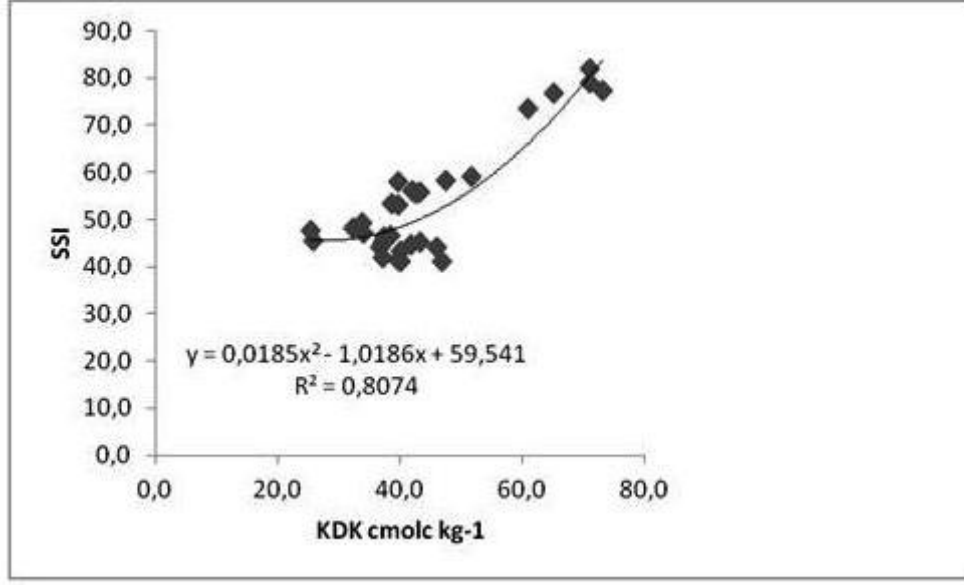
Toprakların SSI değerinin erozyon indeksi olarak kullanılabilmesi için standart bir değer belirlenmiş ve SSI değeri % 40 altında olan topraklarda erozyona duyarlılığının yüksek olduğu kabul edilmiştir (Leo, 1963; Aşkın, 1997). Yılmaz ve ark. (2008) yapmış oldukları bir çalışmada SSI değerini orman toprakları için % 36, açık alan toprakları için % 47.8 ve işlemeli tarım alanları için ise % 49.8 olarak belirlemişlerdir.



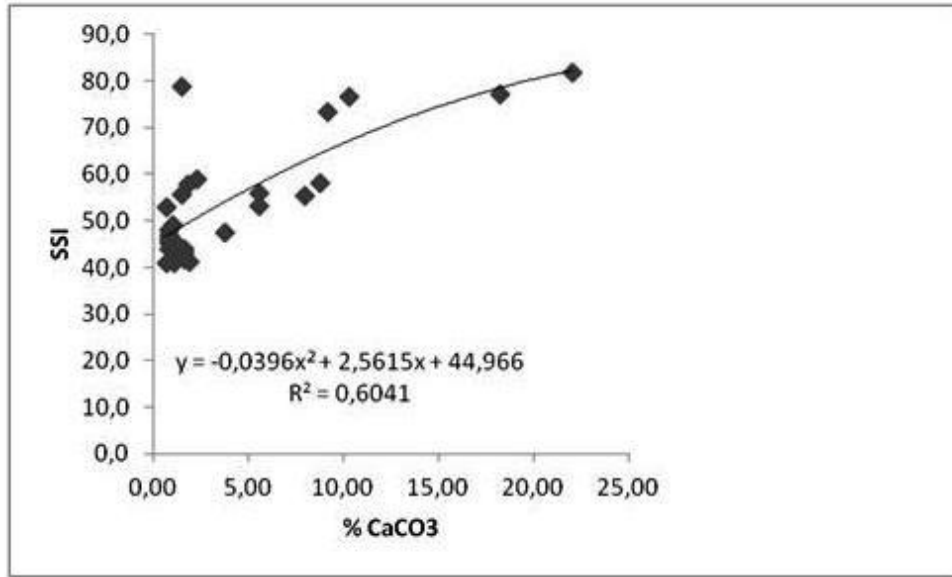
Şekil 4.1. Çalışma konusu toprakların SSI ve KİL değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.2. Çalışma konusu toprakların SSI ve OM değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.3. Çalışma konusu toprakların SSI ve KDK değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.4. Çalışma konusu toprakların SSI ve CaCO₃ değerleri arasındaki ilişki

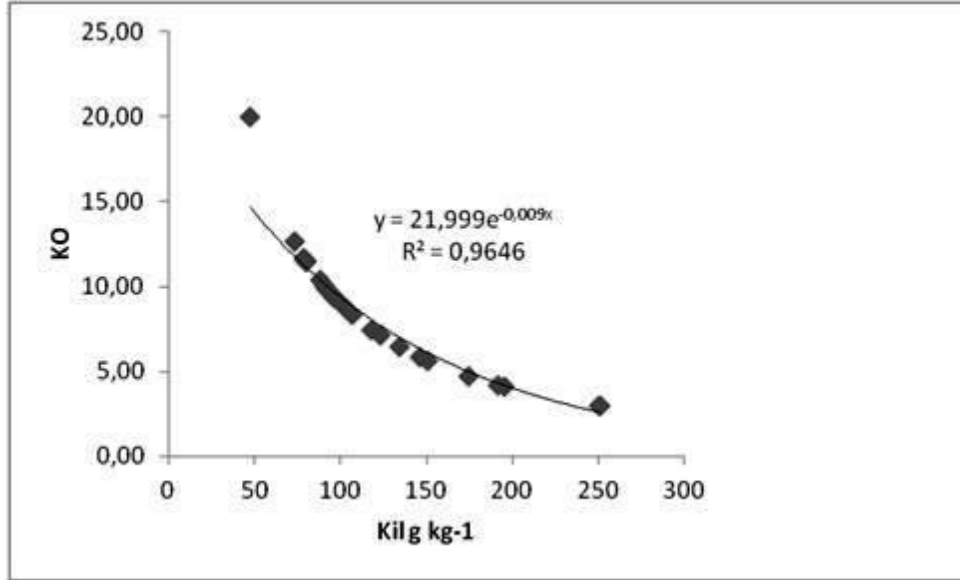
4.2.3. Kil oranı (KO)

Toprakların mekanik analizleri sonucunda elde edilen kum, kil ve silt değerlerinden hesaplanan KO değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2’ye göre deneme alanındaki topraklara ait KO değerleri 3-20 arasında değişim göstermiştir. Yapılan toprak analizleri ile erozyona duyarlılık indeksleri arasındaki istatistiksel ilişkiler Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelge 4.3’e göre araştırma alanı topraklarının KO değerleri ile pH (-0.383**), tuz (-

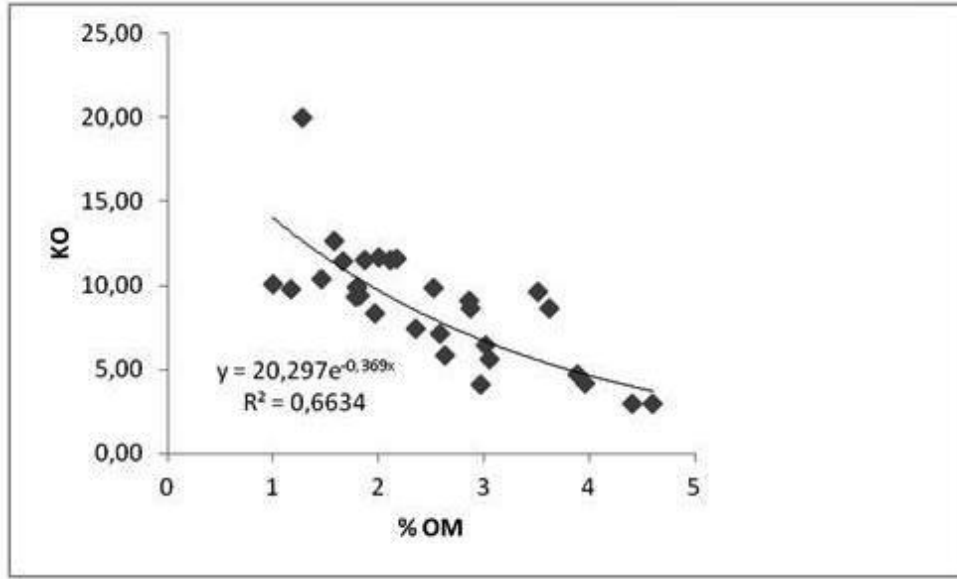
0.543**), OM (-0.724**), CaCO_3 (-0.572**), KDK (-0.740**), değişebilir Ca^{++} (-0.783**), değişebilir Mg^{++} (-0.441**) ve kil (-0.835**), arasında % 1 önem seviyesinde, silt (-0.303*) arasında ise % 5 önem düzeyinde negatif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca KO ile kum arasında % 1 önem seviyesinde pozitif ilişki (0.627**) bulunmuştur. KO ile en yüksek korelasyon gösterdiği tespit edilen kil, OM, CaCO_3 ve KDK'nın söz konusu indeks ile ilişkileri sırasıyla Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Kil oranı değeri, silt+kum değerinin kil miktarına oranlanması ile hesaplandığından kil miktarı ve KO arasında ters bir orantı bulunmaktadır. Buna göre toprakların kil miktarı artınca KO değeri düşmüş ve değişebilir Ca^{++} ve Mg^{++} , OM ve KDK gibi kil içeriği ile pozitif ilişkileri olan parametreler ile negatif ilişkiler bulunmuştur.

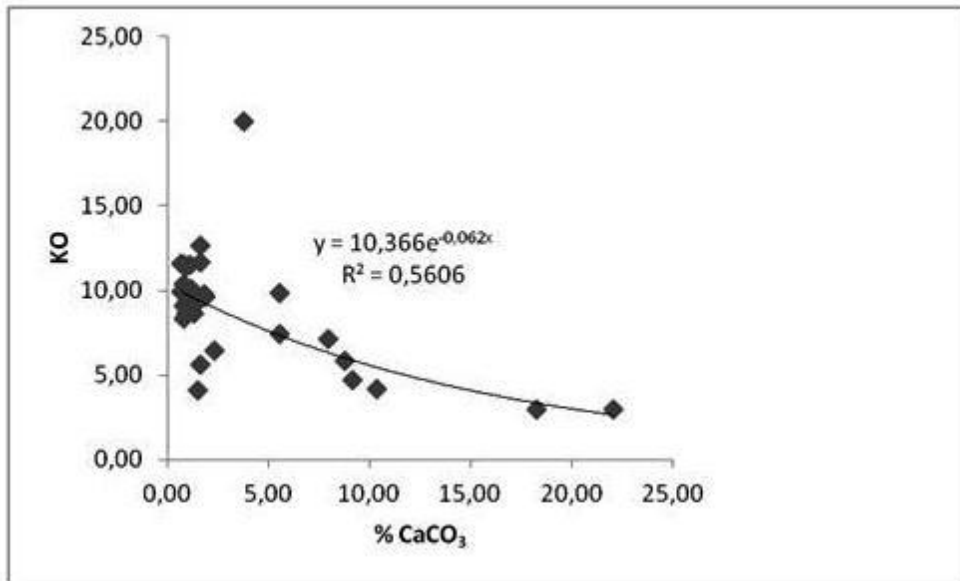
Toprakların kil oranı azaldıkça (kil yüzdeleri arttıkça) erozyona karşı dayanıklılıkları artmakta, oran değeri büyüdükçe ise dayanıklılıkları azalmaktadır. Özdemir (2002a), kil içeriği yüksek olan toprakların erozyona karşı dayanıklı, siltli toprakların ise erozyona karşı dayanıksız oldukları belirtmiştir. Bryan (1968), yapmış olduğu bir çalışmada KO değerini esas almış ve erozyona dayanıklı topraklarda bu oranın 2'nin altında olduğunu, dayanıksız topraklarda ise daha yüksek olduğunu bildirmiştir.



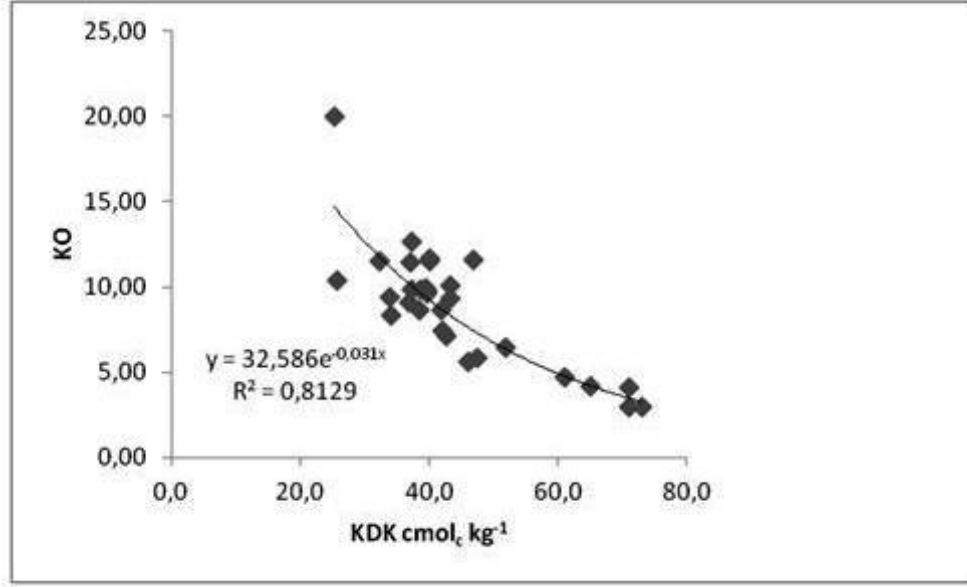
Şekil 4.5. Çalışma konusu toprakların KO ve KİL değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.6. Çalışma konusu toprakların KO ve OM değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.7. Çalışma konusu toprakların KO ve CaCO_3 değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.8. Çalışma konusu toprakların KO ve KDK değerleri arasındaki ilişki

4.2.4. Toprak aşınım faktörü (USLE-K)

Araştırma alanı topraklarının USLE-K değeri $0.17-0.50 \text{ t ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ arasında değişmekte olup Çizelge 4.2'de verilmiştir. USLE-K bakımından toprakların değerlendirilmesinde Çizelge 4.4'e verilen ölçütler esas alınmıştır. Çizelgedeki sınıflandırmalar toprakların aşınmaya karşı duyarlılık derecelerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.4. Toprakların erozyona duyarlılık değerlendirmesi (USLE-K)(Özdemir, 2002a)

K faktörü	Erozyona duyarlılık
< 0.05	Çok az aşınabilir
0.05-0.1	Az aşınabilir
0.1-0.2	Orta derecede aşınabilir
0.2-0.4	Fazla aşınabilir
> 0.4	Çok fazla aşınabilir

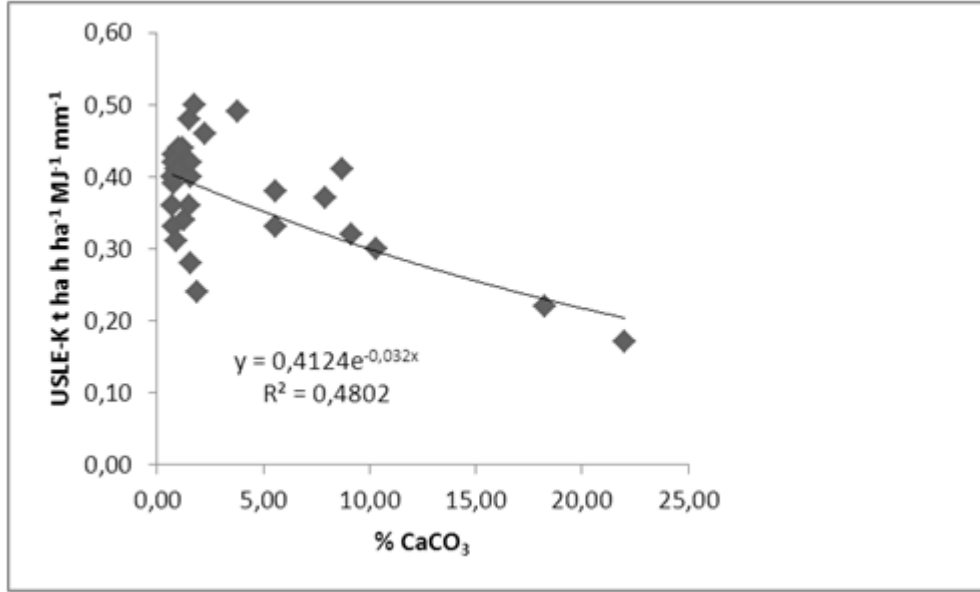
Araştırma alanı topraklarının % 3.33 orta derecede aşınabilir toprak grubuna girerken, % 65.6'sı kuvvetli derecede aşınabilir grubuna (17 toprak), % 40'ı ise çok kuvvetli aşınabilir toprak grubuna girmiştir (12 toprak). Çizelge 4.3'te verilen istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre USLE-K ile pH (-0.294**), tuz (-0.394**), OM (-0.810**), CaCO_3 (-0.577**), KDK (-0.529**), değişebilir Ca^{++} (-0.661**) ve kil (-0.642**) arasında % 1 önem seviyesinde negatif ilişkiler bulunmuştur. USLE-K ile en yüksek korelasyonu veren CaCO_3 , kil, KDK ve OM arasındaki ilişkileri gösteren grafikler Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.

Üniversal toprak kayıp denklemindeki parametrelerden biri olan USLE-K faktörü, toprakların OM içeriğine, bünye, strüktür ve geçirgenlik değerlerinin bir fonksiyonu olup bu değer toprakların erozyona karşı hassasiyetleri belirten bir indekstir. Bu değer in büyümesi ile toprakların erozyona uğrama dereceleri artmaktadır (Wischmeier ve Smith, 1978). Topraklar aşınmaya karşı duyarlılık derecelerine göre Çizelge 4.4'deki gibi sınıflandırılmaktadır.

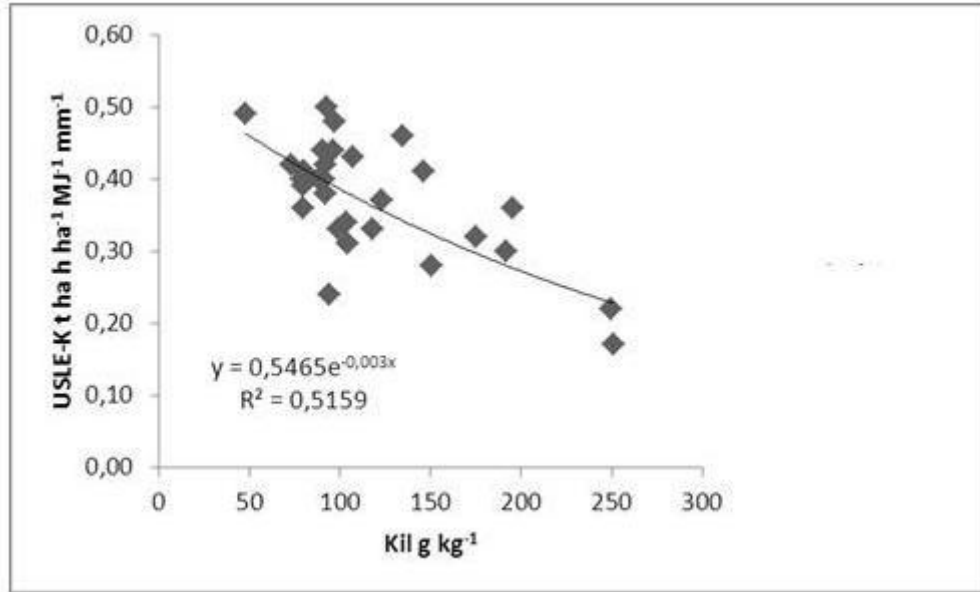
Yakupoğlu ve Demirci (2013), Kahramanmaraş Narlı Ovası topraklarında yaptıkları bir çalışmada, toprakların USLE-K değerlerini $0.026-0.097 \text{ t ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ arasında değiştiğini belirlemişler ve bu erozyona duyarlılık parametresi ile OC, CaCO_3 , kil, tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) arasında % 1 önem düzeyinde negatif korelasyonlar elde etmişlerdir.

Yukarıda belirtildiği gibi USLE-K hesaplanmasında OM, toprak strüktürü, toprakların geçirgenliği, kil ve silt miktarından yararlanılmaktadır. Araştırma alanı topraklarına ait USLE-K değerleri ile OM, KDK, değişebilir Ca^{++} , tuz ve CaCO_3 arasında ters bir orantı olup bu değerlerin artması ile toprakların agregasyon yapısının sağlamlaştığı ve erozyona karşı dirençlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Başka araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ngatunga ve ark. (1984), erozyona karşı çok hassas olan topraklarda, USLE-K ile erozyon arasındaki ilişkiyi inceledikleri bir çalışmada, araştırmacılar toprakların erozyona uğrama eğilimlerini KO, DO ve EO gibi ölçütler yardımıyla değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda DO ve EO ile USLE-K arasında istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde etmişlerdir.

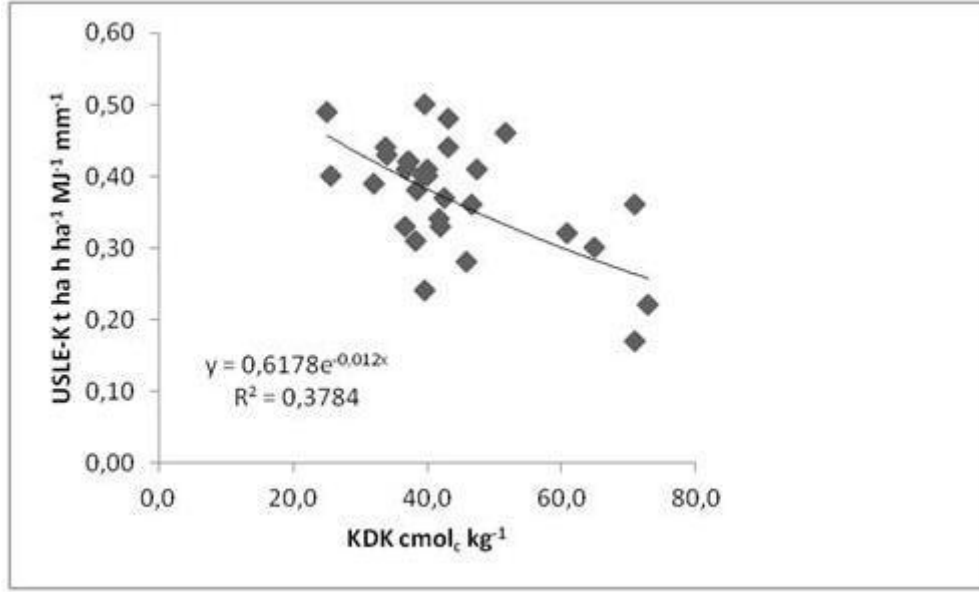
Akalan ve ark. (1991), Orta Anadolu Bölgesi toprakları üzerinde yürütmüş oldukları bir araştırmada, toprakların OM içeriği ile fraksiyonel dağılımı ve USLE-K arasındaki ilişkileri incelemiş ve bazı önemli istatistiksel ilişkiler elde etmişlerdir.



Şekil 4.9. Çalışma konusu toprakların USLE-K ve CaCO₃ değerleri arasındaki ilişki

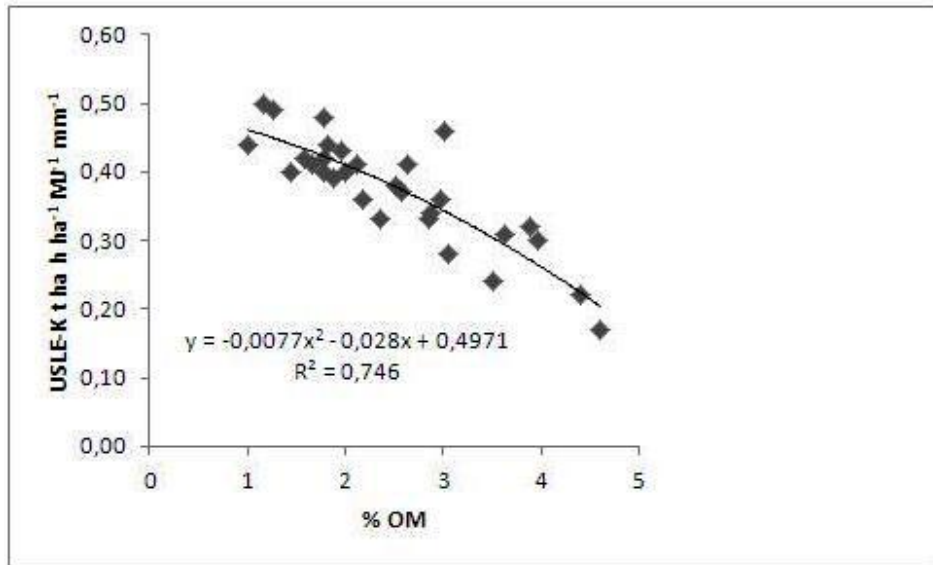


Şekil 4.10. Çalışma konusu toprakların USLE-K ve KİL değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.11. Çalışma konusu toprakların USLE-K ve KDK değerleri arasındaki ilişki

Vaezi ve ark. (2011), yarı kurak CaCO_3 topraklarda saha çalışmasında elde ettikleri USLE-K değeri ile nomograftan elde edilen USLE-K değerinin doğruluğunu araştırmak için yapmış oldukları bir çalışmada nomograftan elde edilen USLE-K değerinin ölçülen değerden 8.77 kat daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Ölçülen USLE-K değerinin kaba kum, CaCO_3 , OM ve AS'den önemli derecede etkilendiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar toprak aşınabilirlik indekslerine CaCO_3 ve yağış rejiminin etkisinin önemli olduğunu bundan dolayı yarı kurak alanlar için yeni bir nomograf yapılması gerektiğini önermişlerdir.



Şekil 4.12. Çalışma konusu toprakların USLE-K ve OM değerleri arasındaki ilişki

4.2.5. Erozyon oranı (EO)

Araştırma konusu topraklarda, DO, kil içeriği ve nem eşdeğeri parametrelerinden yararlanılarak hesaplanan EO değerleri % 1.70-47.4 arasında değişmekte olup Çizelge 4.2’de bütün değerler verilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler ise Çizelge 4.3’de sunulmuştur. Çizelge 4.3’ün incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere EO değeri ile tuz (-0.403**), CaCO_3 (-0.338**), KDK (-0.378**), değişebilir Ca^{++} (-0.401**) ve kil (-0.402**) değerleri arasında % 5 önem seviyesin negatif ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca EO değeri ile değişebilir Na^+ (0.397**) ve kum (0.319*) arasında ise % 5 önem seviyesinde pozitif ilişkiler bulunmuştur

Toprakların EO indeks değeri agregasyon ve kil içeriğine bağlı olarak değiştiğinden dolayı KDK, CaCO_3 miktarı ve değişebilir Ca^{++} ile ters orantılıdır. Topraklarda kil miktarı ve agregasyonu artırıcı etmenlerin artması ile toprakların erozyona karşı dayanıklılıkları artmaktadır. EO değeri, toprağın su iletim özelliği ve aşınabilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup oran değeri %10’dan büyük olan topraklar “aşınabilir”, % 10’dan küçük olanlar ise “daha az aşınabilir” olarak nitelendirilmektedir (Middleton, 1930; Lal, 1988). Bu değerlendirmeye göre çalışmaya konu olan toprakların % 53.5’i (16 tanesi) aşınmaya karşı dayanıksız, geri kalan kısmı ise daha dayanıklıdır.

Özdemir (1993b), Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan üç büyük toprak grubuna farklı organik materyal uygulanmasının strüktürel dayanıklılık ve dolayısıyla erozyona duyarlılık üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacı çalışmasında, söz konusu uygulamaların EO değerleri üzerine etkilerini istatistiksel anlamda önemli bulmuş ve organik atık uygulamalarının EO değerlerini düşürdüğü sonucuna ulaşmıştır.

Organik maddenin agregasyonda ve AS’nin artmasında önemli rol oynayan bir toprak özelliği olduğu (Zhang ve ark. 2005), OM’nin artması ile toprakların EO değerinin azaldığı (Özdemir ve ark., 2010) gerçeği burada elde edilen bulgularla örtüşmektedir.

4.2.6. Boekel oranı-I ve Boekel oranı-II (BOE-I ve BOE-II)

Toprağın LL kıvamındaki nem içeriğinin pF 2’deki nem içeriğine oranlanmasıyla elde edilen BOE-I değeri deneme alanındaki topraklar için 1.03-1.60 arasındadır (Çizelge 4.2). Çizelge 4.3’te verilen istatistiksel değerlendirmelere göre BOE-I değeri ile pH (-0.442**), tuz (-0.314**), OM (-0.395**), CaCO_3 (-0.379**), KDK (-0.367**), değişebilir Ca^{++} (-0.395**), kil (-0.559**) ve silt (-0.479**), arasında % 1 önem düzeyinde negatif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca BOE-I ve kum arasında % 1 seviyesinde pozitif yönlü bir

ilişki (0.626**) tespit edilmiştir. Çalışma konusu toprakların BOE-I değerleri ile kil değeri arasındaki ilişkiye ait grafik Şekil 4.13’de verilmiştir.

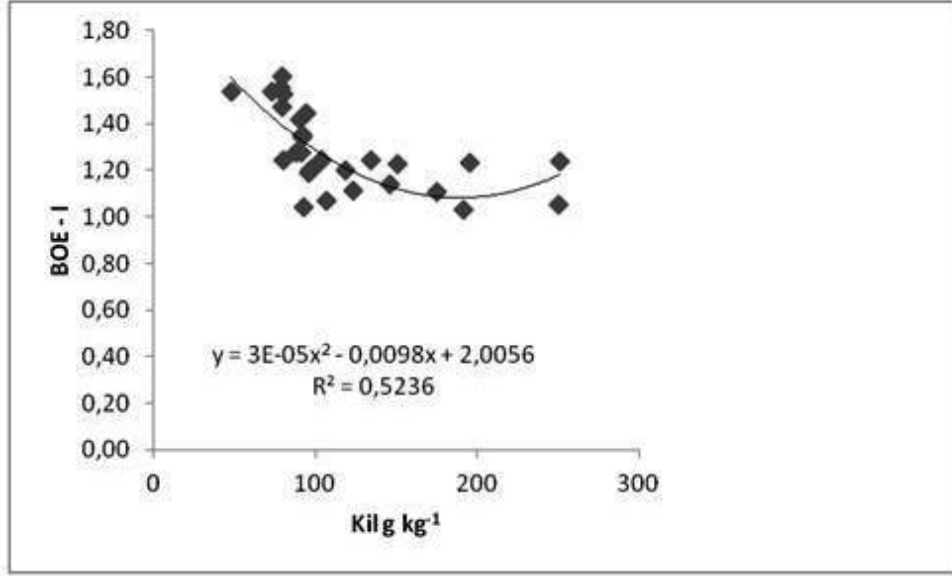
Toprağın PL kıvamındaki nem içeriğinin pF 2’deki nem içeriğine oranlanmasıyla elde edilen BOE-II değerleri deneme alanındaki topraklar için 0.61-1.10 arasında değişmekte olup Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.3’te verilen istatistiksel değerlendirmelere göre BOE-II değeri ile pH (-0.352**), tuz (-0.379**), OM (-0.564**), CaCO_3 (-0.394**), KDK (-0.431**), değişebilir Ca^{++} (-0.562**) ve kil (-0.603**), arasında % 1, BOE-II ile silt (-0.306*) arasında ise % 5 önem düzeyinde negatif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca BOE-II ile kum arasındaki pozitif ilişki istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemlidir. BOE-II değerleri ile kil, OM ve KDK değerleri arasındaki ilişkilerin grafikleri sırasıyla Şekil 4.14, 4.15 ve 4.16’de verilmiştir.

Nem yüzdesi sıkalası üzerinde pF 2 noktasının üst ve alt PL göre yeri, toprak strüktür stabilitesini değerlendirmede kullanılan farklı bir yöntemdir. Üst PL’nin pF 2’deki neme oranı toprakların suda dağılma olasılığını, alt PL’nin pF 2’deki neme oranı ise kil agregatlarının mekaniksel kuvvetlere karşı direncini ortaya koymada kullanılabilmektedir (De Leenheer ve ark, 1967). Üst PL’nin pF 2’deki neme oranı (BOE-I) “ < 1 ” ise toprakta önemli bir dağılma, PL’nin pF 2’deki neme oranı (BOE-II) “ > 1 ” ise fazla bir direnç, küçük ise (0.6 ve 0.7) düşük bir direnç beklenebilir (De Boodt ve ark., 1967).

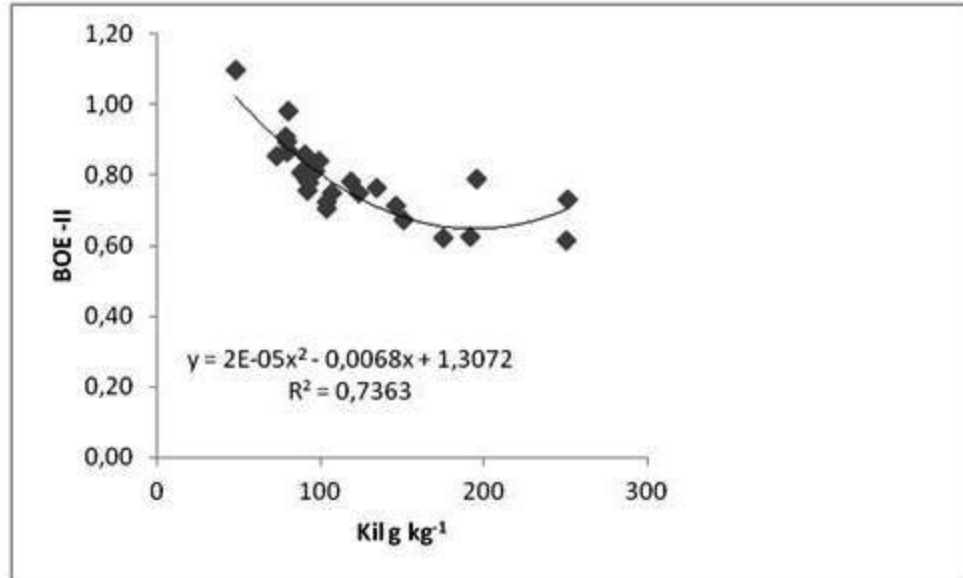
Yukarıda verilen bilgilere göre araştırma sahası topraklarının BOE-I değerleri 1’den büyük olduğu için suda dağılmaya karşı, dolayısıyla su erozyonuna karşı dirençli olduğu, BOE-II değerlerinde ise 4 no’lu toprak dışında tamamı 1’in altında olduğu için mekaniksel kuvvetlere karşı, dolayısıyla rüzgar erozyonuna karşı dirençlerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Sönmez (1979), Muş ve Van yöresi toprakları, Özdemir (1987) Iğdır yöresi toprakları üzerinde yapmış oldukları çalışmalarda, toprakların strüktürel dayanıklılıklarını söz konusu oranları kullanarak değerlendirmişlerdir.

Özdemir (1993b), Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan üç büyük toprak grubuna farklı organik materyal uygulanmasının strüktürel dayanıklılık ve dolayısıyla erozyona duyarlılık üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada, söz konusu uygulamaların BOE değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığı sonucuna ulaşan araştırmacı, toprakların su ile dağılmaya ve mekaniksel kuvvetlere karşı direncinin organik materyal uygulaması ile arttığını bildirmiştir.

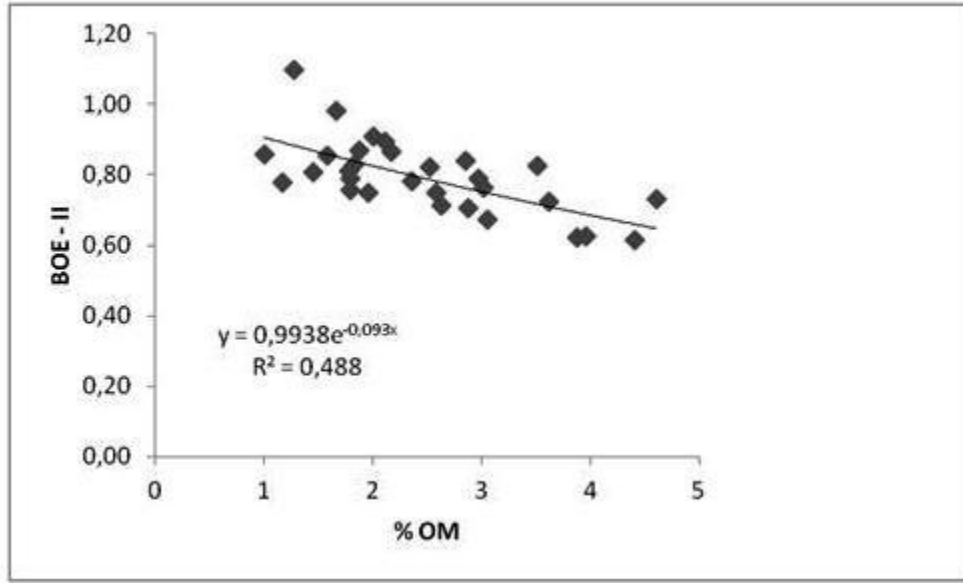
BOE oranlarının kaba bünyeli topraklarda kullanımlarının her zaman doğru sonuçlar vermediği (Boekel, P., 1956; Hanay, 1992) bilinmektedir. Bu yüksek lisans çalışmasında BOE-I ve BOE-II ile bazı toprak özellikler arasındaki ilişkilerin karmaşık çıkması, çalışmaya konu olan toprakların silt ve kum içeriklerinin yüksek olmasına atfedilebilir (Çizelge 4.1).



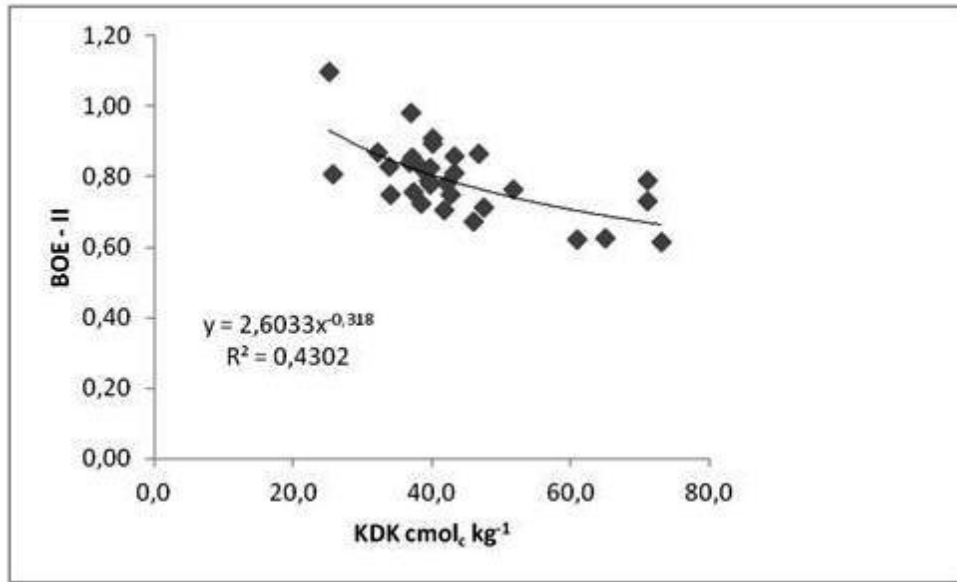
Şekil 4.13. Çalışma konusu toprakların BOE-I ve KİL değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.14. Çalışma konusu toprakların BOE-II ve KİL değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.15. Çalışma konusu toprakların BOE-II ve OM değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.16. Çalışma konusu toprakların BOE-II ve KDK değerleri arasındaki ilişki

4.2.7. Ortalama ağırlıklı çap (OAÇ)

Ortalama ağırlıklı çap kuru agregatların büyüklük dağılımının ifadesi için kullanılmaktadır ve birçok çalışmada OAÇ değeri bitki yetiştiriciliği ve toprak ile önemli değişimler göstermiştir (Van Bavel, 1949; Stone ve Buttery, 1989). Araştırma sahasına ait toprakların OAÇ değerleri 4.59-7.18 mm arasında değişmekte olup Çizelge 4.2’de verilmiştir. OAÇ ile ilişkili istatistiksel değerlendirmeler ise Çizelge 4.3’de verilmiştir. OAÇ değeri ölçülen fizikokimyasal toprak özelliklerinden yalnızca değişebilir K^+ ile (-

0.297*) negatif yönde ve % 5 önem düzeyinde bir ilişki vermiştir. Gülser (2006), OAÇ değerleri ile OC değerleri arasında önemli pozitif (0.533*), HA değerleri arasında ise önemli negatif (-0.533*) korelasyonlar elde etmiştir. Benzer bir çalışmada organik atık uygulamaları sonrasında toprakların OAÇ değerleri ile OC değerleri (0.677**) arasında önemli düzeyde pozitif ve HA değerleri (-0.713**) ile önemli negatif korelasyon katsayıları belirlenmiştir (İç, 2005). Kushwaha ve ark., (2001) anızın arazide bırakılması ve toprak işlemenin azaltılması sonucunda makro agregatlardaki OC içeriğindeki artışa bağlı olarak OAÇ değerlerinin kontrole göre % 71 - 98 oranında arttığını tespit etmişlerdir.

Toprak bileşenleri arasındaki kimyasal reaksiyonlar ve değişebilir katyonlar ile toprak kolloidleri arasındaki yük dengesi sonucunda topraklarda agregasyon artmaktadır. Kil mineralleri ile OM oluşturduğu organo-mineral bileşikler de aynı şekilde agregasyonu artırmakta ve OAÇ değerlerini artırmaktadır. Özbek ve ark., (1993), elektriki çift tabakanın kalınlığını azaltabilen bütün faktörlerin daha büyük agregatların oluşmasını sağladığını, bu faktörlerden özellikle çözeltinin konsantrasyonu ve adsorbe edilmiş katyonların değerlerinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada organik atık uygulaması sonucu elde edilen OAÇ değerleri ile toplam değişebilir katyon değerleri arasında da çok önemli pozitif korelasyon katsayısı (0.957**) belirlenmiş ve topraklardaki değişebilir katyon miktarının artması agregat oluşumunu ve büyüklüklerinin arttığını belirtilmiştir (İç, 2005).

Mahboubi ve ark. (1993) tarafından, farklı amenajman tekniklerinin toprak fiziksel özellikleri üzerine uzun süreli etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada siltli tınlı topraklarda OAÇ değerinin sıfır sürüm uygulamalarında diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özellikle su erozyonu ile mücadele çalışmalarında toprak kalite özelliği olarak da değerlendirilen toprak aşınabilirliğinin yönetimi tercih edilmektedir. Bu yönetimin usulünce gerçekleştirilebilmesi her şeyden önce aşınabilirliğin ilgili alanda doğru bir şekilde tespitine dayanmaktadır. Toprakların aşınabilirlikleri, aynı ekolojide yayılım gösterebilirler dahi geniş bir aralık içerisinde değişim gösterebilmektedir. Toprakların aşınımına karşı duyarlılıklarının farklı olması, aşınabilirliklerine etki eden birtakım özelliklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Toprakların aşınmalarını etkileyen en önemli özellikleri; tekstürleri, strüktürel dayanıklılıkları ve hidrolik özellikleridir (Cebel ve ark., 2013). Sıralanan bu özelliklerden son ikisi toprak organik maddesinden son derece fazla etkilenmektedir.

Yürütölen bu yüksek lisans çalışmasında, ölçölen aşınım parametrelerinin başta topraktaki agregasyonda görev üstlenen organik madde ve CaCO₃ olmak üzere birçok fizikokimyasal toprak özelliğinden etkilendiğı bulgusu elde edilmiştir.

5. SONUÇLAR

Yürütülen bu yüksek lisans çalışmasında, KSÜ Avşar Yerleşkesi'nde bulunan toprakların erozyona karşı hassasiyetlerinin belirlenmesinde farklı erozyona duyarlılık ölçütleri kullanılmıştır. Kullanılan aşınım göstergelerine göre, çalışma alanının bazı noktalarında toprakların erozyona karşı çok hassas iken bazı noktalarda daha dirençli olduğu gözlemlenmiştir. Toprakların CaCO_3 , OM, kil, toplam tuz ve KDK değerlerinin artması ile erozyona karşı hassasiyetleri azalmış ve bu durum sıralanan değişkenlerdeki artışın stabil agregatların oluşumunu teşvik etmesine atfedilmiştir. Toprakların değişebilir katyonlarından Ca^{++} ve Mg^{++} içeriğinin artması ile killerin koagülasyonunun arttığı, erozyona karşı dayanıklılığın arttığını ve değişebilir Na^+ , kum ve silt miktarının artması ile erozyona karşı dayanıklılığın azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ayrıca araştırma sahasındaki eğim, yöney ve vejetasyona göre değişen toprak OM içeriğine bağlı olarak birçok toprak özelliği değişmesi, toprakların aşınımına duyarlılıkları bakımından birbirinden farklılık göstermesine neden olmuştur. Çalışma alanında yer yer yüzeyi kaplayan bitki artıkları da toprak erozyonunu azaltmış ve toprakların erozyona karşı daha dayanıklı olmasına katkıda bulunmuştur. Çalışma sahası farklı bitki örtüleri ile kaplı olduğundan yüzeyin bitki ile kaplı olduğunu alanlarda erozyona karşı hassasiyet az olurken, yüzeyin çıplak olduğu ve eğimin çok yüksek olduğu alanlarda erozyona karşı dayanıklılığın az olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak, KSÜ Avşar Yerleşkesi içerisinde bulunan ve gelecekte Erozyon Araştırma Sahası (KSÜ-EAS)'na dönüştürülmesi planlanan pilot bölgede yürütülen bu çalışmada, alanın erozyona duyarlılık bakımından noktasal olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu farklılığın bitki örtüsü ve yönetim şekli gibi etmenlerden etkilenen dinamik toprak özellikleri ile toprağın doğasından kaynaklı statik toprak özelliklerinin geniş aralıklar içerisinde değişim göstermiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu yüksek lisans tezine konu olan alanın gelecekte KSÜ-EAS olarak düzenlenmesine başlandığında ve alanda yürütülecek farklı projelerin hazırlık aşamasında, toprak aşınabilirliğinin noktasal olarak değişim gösterdiğinin göz önünde bulundurulması büyük faydalar sağlayacaktır. Öte yandan burada elde edilen bulgular, daha sonra konu ile ilgili yürütülecek olan çalışmalara altlık oluşturabilecek niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ. (1967). Toprak Fiziksel Özellikleri ve Erozyon. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı (3-4), 490-503.
- Akalan, İ., Doğan, O., ve Küçükçakar, N. (1991). Orta Anadolu Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri ile Aşınım Duyarlılığı Arasındaki İlişkiler (Cilt 2). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Antal, J. (1994). Erosion Factors. In: Soil Conservation and Silviculture (Eds: J. Dvorak and L. Novak), Elsevier, Amsterdam, pp: 39-77.
- Aşkın, T. (1997). Ordu İli Toprakların Strüktürel Dayanıklılığının ve Aşınım Duyarlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Barthes, B., ve Roose, E. (2002). Aggregate Stability as an Indicator of Soil Susceptibility to Runoff and Erosion; Validation at Several Levels. Catena, Vol. 47(2), pp.133-149.
- Bayraklı, F., (1987). Toprak Analizleri. OMÜ. Yayınları No.17.Samsun.
- Boekel, P., (1956). Evaluation of the Structure of Clay Soil by Means of Soil Consistency. Mededelingen Lanbeuwhogesholl Chent, 24, 353 - 356.
- Bozali, N., (2003). Kahramanmaraş Sır Barajı Derindere Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri ile Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi. 197s, Düzce.
- Bryan, R. B. (1968). The Development, Use and Efficiency of Indices of Soil Erodibility. Geoderma (2), 5-25.
- Cebel, H., Akgül, S., Doğan, O., ve Elbaşı, F., (2013). Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık “K” faktörleri. Toprak Su Dergisi, 2(1): 30-45.
- De Boodt, M. D., De Leenheer, L., Low, A. J., ve Peerlkamp, P. K. (1967). Determination of the Consistency of Clay Soils According to Boekel and Peerlkamp. West-European Methods for soil structure determination , 4, 16-18.

- De Leenheer, L., De Boodt, M. D., Low, A. J., ve Peerlkamp, P. K. (1967). Determination of the consistency of clay soils according to Boekel and Peerlkamp. West-European Methods for soil structure determination , 4, 16-18.
- Demiralay, İ. (1993). Toprak Fiziksel Analizleri Atatürk Ün. Zir. Fak. Yayınları. No:143 Erzurum.
- Dvorak, J. (1994). Erosion of the soil. In: Soil Conservation and Silviculture (Eds: J. Dvorak and L. Novak), Elsevier, Amsterdam, pp: 25-37.
- Ergene, A. (1993). Toprak Biliminin Esasları. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Erol, E., Çanga, R.M., (2004). Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanılarak Erozyon Risk Değerlendirmesi, Tarım Bilimleri Dergisi 10 (2) s.136-143.
- Fo, C. C.ve Logan, T. J. (1991). Liming Effect on the Stability and Erodibility of Some Brazilian Oxisols,. Soil Science Society of America Journal , 55 : 1407-1413.
- Hanay, A., (1992). Çöp kompostu uygulamasının toprakların kıvam limitleri ile bazı strüktür stabilite indekslerine etkisi üzerine bir araştırma. Atatürk Ün. Zir.Fak. Derg.23 (1):29-38
- Gülser, C., Aşkın, T., ve Özdemir, N., (2002). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampüs Topraklarının Erozyona Duyarlılıklarının Değerlendirilmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1): 1-6.
- Gülser, C. (2006). Effect of forage cropping treatments on soil structure and relationships with fractal dimensions. Geoderma, 131:33-44.
- Gündoğan, R., Yılmaz, K., Demirkıran, A.R., Yakupoğlu, T., (2013). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Aşar Kampüsü topraklarının özellikleri, oluşumu, sınıflandırılması ve kullanımı. III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Bildiriler Kitabı: 238-245,22 24 Ekim, Tokat.
- İç, S. (2005). Organik maddenin toprağın bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri üzerine etkisi. OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi .
- Kaçar, B., (1994). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Geliştirme Vakfı Yay. No:3. Ankara.
- Karabulut, M. ve Cosun, F., (2009). Precipitation trend analyses in Kahramanmaraş. Journal of Geographical Science, 7(1): 61-83.

- Khera, K.L. ve M.S. Kahlon.,(2005). Impact of land use patterns on soil erosion in sub-montane Punjab. *Indian Journal of Soil Conservation* 33: 204-206.
- Korkanc, S. Y., Ozyuvaci, N., ve Hizal, A. (2008). Impacts of land use conversion on soil properties and soil erodibility. *Journal of Environmental Biology*, 29(3) 363-370.
- Kukal, S.S., K.L. Khera ve M.S. Hadda. (1993). Soil erosion management on arable lands of submontane Punjab, India: A review. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 7: 369-375.
- Kumar, S. ve Singh, R. (2007). Erodibility Studies under Different Land Uses in North-West Himalayas. *Jour. Agric. Physics*, Vol. 7, pp. 31-37.
- Kushwaha, C. P., Tripathi, S. K., ve Singh, K. P. (2001). Soil organic matter and water-stable aggregates under different tillage and residue conditions in a tropical dryland agroecosystem. *Applied Soil Ecology* , 16, 229-241.
- Lal, R. (1988). *Soil Erosion Research Methods*. Soil and Water Conservation Society , 141-148.
- Leo, W. M. (1963). A Rapid Method for Estimating Structural Stability of Soils. *Soil Science* (96), 342-346.
- Mahboubi, A. A., Lal, R., ve Faussey, N. R. (1993). Twenty-eight years of tillage effects on two soils in Ohio. *Soil Science Society of America* , 506-512.
- Manyiwa T. ve Dikinya O. (2013). Using universal soil loss equation and soil erodibility factor to assess soil erosion in Tshesebe village, North east Botswana. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 8(30), pp. 4170-4178.
- Middleton, H. E. (1930). Properties of Soils Which Influence Soil Erosion. United States Department of Agriculture Technical Bulletin (178), 1-16.
- Morgan, R.P.C. (1996). *Soil Erosion ve Conservation*. Longman, 2nd edition, UK.
- Munsuz, N., Çaycı, G. ve OK, S. S., (2001). *Toprak Islahı ve Düzenleyiciler* Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No: 1518, Yardımcı Ders Kitabı: 471.
- Ngatunga, E. N., Lal, R., ve Singer, M. J. (1984). Effect of Surface Management on Runoff and Soil Erosion From Some Plot Milangano, . 33 (1-12).
- Nwaimo, J. (2008). Determination of the erodibility indices of soils at the new Owerri, Imo

- State, Nigeria. International Journal of Agriculture and Food Systems. ISSN: 0794- 4713.
- Oğuz, İ., ve Noyan, Ö. (2000). Soil Properties and Soil Erodibility Changes Along a Slope. Proceedings of International Symposium on Desertification. Konya, Turkey. Symposium Book, pp:129-134.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., ve Kaptan, H. (1993). Toprak Bilimi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yay. No 73.
- Özdemir, N. (1987). Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Strüktürel Dayanıklılık ve Erozyona Duyarlılık Ölçütleri Arasındaki İlişkiler. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi .
- Özdemir, N. (1993a). Bitki münavebesinin toprağın strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerindeki etkileri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2), 66-75.
- Özdemir, N. (1993b). Toprağa karıştırılan organik artıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 24 (1), 75-90.
- Özdemir, N., (1998). Toprak Fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, No:30, Samsun.
- Özdemir, N. (2002a). Toprak ve Su Koruma. OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Notu.
- Özdemir, N. (2002b.). Toprak Aşınabilirliği ile Ana Materyal ve Arazi Kullanım Şekli Arasındaki İlişkiler. Ondokuz Mayıs Üniversitesi , Ziraat Fakültesi Dergisi 17(1): 61-64 .
- Öztürk, E. (2007). Bafra Ovası yüzey topraklarının önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyon duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler. OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi .
- Özdemir, N., Yakupoglu, T., Ozturk, E. ve Dengiz, E., (2010). The effect of bio solid and tea waste applications on erosion ratio index of eroded soils. In: Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation, Chapter 28: 367-373 (Eds: druli, P., Pagliai, M., Kapur, S. and Faz Cano, A.). Springer, NY, ISBN: 978-90-481 8656-3

- Sağlam, M.T., (1997). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 189, Tekirdağ.
- Shabani F., Gorji M., Heidari A. ve Esmeili A. (2010). Effects of landuse types at different slopes on soil erodibility factor (A case study from Amol area, north of Iran). 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World.
- Shepherd, M. A., Harrison, R., ve Webb, J. (2002). Managing Soil Organic Matter Implications for Soil Structure on Organic Farming. Soil Use and Management , 18:284-292.
- Singh, M.J. ve Khera, K.L. (2008). Soil erodibility indices under different land uses in lower Shiwaliks. Tropical Ecology 49(2): 113-119.
- Sowers G.F. (1965). Consistens Methods of Soil Analipsis. Part I. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin U.S.A.
- Sönmez, K. (1979). Mus-Alparslan Devlet Üretim Çiftliği Arazisinde Yüzeyden Alınan Toprakların Strüktürel Dayanıklılığı ve Erozyona Duyarlılığı Üzerine Bir Arastırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 10, 3-4:17-26.
- Sönmez, K. (1980). Atatürk Üniversitesi Elazığ Çiftliğinde toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin agregasyon üzerine tesirleriyle ilgili araştırmalar. Erzurum Atatürk Üniversitesi Yay. No 531.
- Sönmez, K., ve Özdemir, N. (1988). Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri İle Strüktürel Dayanıklılık Ve Erozyona Duyarlılık Ölçütleri Arasındaki İlişkiler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 19, 1-4: 155-165.
- Stone, J. A., ve Buttery, B. R. (1989). Nine forages and the Aggregation of Clay Loam soil. Candian Journal of Soil Science , 69:165-169.
- TARİST, (1994). İstatistik Programı. Ege Üniversitesi Tarım Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, İzmir.
- Taysun, E. (1977). Bornova ve Civarındaki Mevcut Büyük Toprak Gruplarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Bunların Erozyonla Olan İlişkileri Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi).

- U.S. Salinity Laboratory Staff., (1954). Diagnosis and Improvement of saline and alkaline soils. USDA, No:60.
- Van Bavel, C. H. (1949). Mean Weight-Diameter of Soil Aggregats as a Statistical Index of Aggregation. Soil Science Society of America Proc , 14:20-23.
- Vaezi A. R., Bahrami H. A., Sadeghi S. H. R., Mahdian M. H. 2011. Developing A Nomograph For Estimating Erodibility Factor of Calcareous Soils In North West Of Iran. International Journal of Geology. Issue 4, Volume 5.
- Veihe, A. (2002). The Spatial variability of erodibility and its relation to soil types: a study from northern Ghana. Geoderma, 106:101-120.
- Wischmeier, W. H., ve Mannering, J. V. (1969). Relation of Soil Properties and Erodibility. Soil Science and Society., 33 (131-137).
- Wischmeier, W. H., ve Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Cosses a Guide to Conservation Planning. USDA, Agricultural Handbook No 557 .
- Yakupoğlu, T., ve Demirci, D. (2013). Kahramanmaraş-Narlı Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılıkları İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi , 33-38.
- Yakupoğlu, T. ve Gündoğan, R. (2014). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Erozyon Araştırma Sahası Olarak Planlanan Alanda Erozyona Duyarlılıktaki Mevsimsel Değişimin Pedotransfer Yaklaşımıyla Belirlenmesi. KSÜ-BAP, Proje Sonuç Raporu (*yayınlanmamış*).
- Yakupoğlu, T., Saltalı, K., Karagöktaş, M., (2012). Narlı Ovası'nda toprak aşınabilirliğinin pedotransfer yaklaşım ile tahminlenmesi. KSÜ Doğa Bil. Derg. 15(2): 59-67.
- Yamamoto T., Anderson H. W. (1973). Splash erosion related to soil erodibility indexes and other forest soil properties in Hawaii. Water Resources Research, Volume 9, Issue 2, pages 336–345.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z., ve Öktüren, F. (2005). Toprakta Agregat Oluşumu ve Stabilitesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi , 19 (36), 78-86.
- Yılmaz M., Yılmaz F., Karagül R. ve Altun L. (2008). Changes in Erodibility Indices and Some Soil Properties According to Parent Materials And Land Use Regimes In

Erfelek Dam Creek Watershed (Sinop, Turkey). Fresenius Environmental Bulletin. PSP Volume 17 – No 12a.

Young, R. A., ve Mutchler, C. K. (1977). Erodibility of Some Minnesota Soils. J. Soil and Water Conserv. 32. 4 (180-182).

Zhang, B., Horn, R., Hallett, P.D., (2005). Mechanical Resilience of Degraded Soil Amended with organic Matter. SSSAJ, Vol. 69,(3): 864-871.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Damla KARAGÖKTAŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 22.07.1988 Kahramanmaraş
Medeni hali : Evli
e-posta : damla8846@windowlive.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	KSÜ /Toprak Bil. ve Bitki Bes. Böl.	2014
Lisans	KSÜ/ Toprak Bil. ve Bitki Bes. Böl.	2011
Lise	Gülizar Şamil Aktaş Lisesi/K.Maraş	2005

İş Denevimi

Yıl	Yer	Görev
2011 - 2012	Şirikçiler A.Ş.	Ziraat Mühendisi
2013 - 2014	Güven Toprak An. Lab	Ziraat Mühendisi

Yabancı Dil İngilizce

Yayınlar

1. Yakupoğlu, T., Saltalı, K., Karagöktaş, M., Abacı, A.A., Demirci, D. (2012). Mechanical differences among soils having same textural class. 8th International Soil Science Congress on “Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management” May 15-17, Çeşme, İzmir, Turkey. Proceedings Vol. III, (Eds: Okur, N., Bolca, M., Esetlili, M.T), pp: 565-570.
2. Yakupoğlu T. ve Demirci D. (2013). Kahramanmaraş-Narlı Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılıkları ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 28(1):33-38.
3. Demir, O.F., Yakupoglu, T., Karagöktaş, M., Demirci, D. (2012). Relationships between some soil properties and mechanical features in Avsar Campus, Kahramanmaras, Turkey. International Scientific-Practical Conference on Rational Use of Soil Resources and the Environment. November 15-16, Almaty, Kazakhstan. Proceedings Book: 375-377.