

T.C.
NIĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SU KAYNAKLARINA YÜZEYSEL AKIŞ YOLUYLA BESİN MADDESİ
TAŞINIMI: AKKAYA BARAJI HAVZASI ÖRNEĞİ

GAMZE İŞILDAR

Mayıs 2017

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SU KAYNAKLARINA YÜZEYSEL AKIŞ YOLUYLA BESİN MADDESİ
TAŞINIMI: AKKAYA BARAJI HAVZASI ÖRNEĞİ

GAMZE IŞILDAR

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ

Mayıs 2017

Gamze IŞILDAR tarafından **Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ** danışmanlığında hazırlanan “**SU KAYNAKLARINA YÜZEYSEL AKIŞ YOLUYLA BESİN MADDESİ TAŞINIMI: AKKAYA BARAJI HAVZASI ÖRNEĞİ**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Çevre Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Niğmet UZAL Abdullah Gül Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Neslihan DOĞAN SAĞLAMTİMUR Ömer Halisdemir
Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ Ömer Halisdemir Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/....../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/....../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

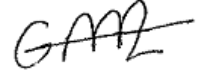
Doç. Dr. Murat BARUT

MÜDÜR V.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Gamze İŞILDAR



ÖZET

SU KAYNAKLARINA YÜZEYSEL AKIŞ YOLUYLA BESİN MADDESİ TAŞINIMI: AKKAYA BARAJI HAVZASI ÖRNEĞİ

IŞILDAR, Gamze

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman

:Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ

Mayıs 2017, 72 sayfa

Bu çalışmanın amacı Niğde Akkaya Barajı havzasında yapay yağış koşulları altında çeşitli arazi kullanımı/örtüsü altındaki topraklardan yüzeysel akış yoluyla taşınan besin maddesi miktarlarını belirlemektir. Bu amaçla arazi koşullarında elma, fasulye, patates, terkedilmiş alan (2 yıl önce), yonca, kekik, sedir, badem ve sazlık araziler üzerinde yağış simülatörüyle yapay yağışa tabi tutulmuştur. Araştırma sonucunda en yüksek taşınımından küçüğe doğru nitrat taşınımı yoncalık > patates > elmalık > fasulyelik > terkedilmiş alan > sedir > kekiklik > sazlık > bademlik. En yüksek taşınımından küçüğe doğru amonyum taşınımı yonca > bademlik > kekiklik > fasulye > sedir > elmalık > sazlık > terkedilmiş alan > patates. En yüksek taşınımından küçüğe doğru toplam fosfor taşınımı elmalık > patates > sazlık > sedir > bademlik > terkedilmiş alan > kekiklik > yonca > fasulye. En yüksek taşınımından küçüğe doğru toplam azot taşınımı patates > fasulye > terkedilmiş alan > elmalık > sedir > kekiklik > badem.

Anahtar Sözcükler: Yüzeysel akış, su kirliliği, besin maddesi taşınımı, Akkaya barajı, yapay yağış simülatörü, yayılı kirleticiler

SUMMARY

NUTRITIONAL TRANSPORTATION BY SURFACE RUNOFF TO WATER RESOURCES: A CASE OF AKKAYA DAMWATERSHED

IŞILDAR, Gamze

Niğde Ömer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

Supervisor

:Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ

May 2017, 72 pages

The purpose of this study is to determine the amounts of nutrients transported by surface flow from soil under various land use/cover under artificial rainfall conditions in Niğde Akkaya Dam Reservoir. For this purpose, rainfall simulator has been subjected to artificial rainfall on apples, beans, potatoes, abandoned area (2 years ago), clover, thyme, cedar, almond and reeds in the field conditions. As a result of the research, nitrate transport from highest to smallest transport clover > potato > apple > bean > abandoned area > cedar > thyme > reedy > almond. Ammonium transport from highest to lowest transport clover > almond > thyme > bean > cedar > apple > reedy > abandoned area > potato. Total phosphorus transport from highest transport to smaller transport apple > potato > reedy > cedar > almond > abandoned area > thyme > clover > bean. Total nitrogen transport from highest to lowest transport potato > bean > abandoned area > apple > cedar > thyme > almond.

Keywords: Surface flow, water pollution, nutrient matter, Akkaya dam, simulated rainfall simulator, diffuse polluters

ÖN SÖZ

“Su Kaynaklarına Yüzeysel Akış Yoluyla Besin Maddesi Taşınımı: Akkaya Barajı Havzası Örneği” isimli çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Bu yüksek lisans tezi arazi çalışmaları, büro çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür.

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesi esnasında, bilgisiyle ve tecrübesiyle yol gösteren, anlayışı ve yardımlarıyla hep destek olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ’a,

Lisans ve yüksek lisans eğitim hayatımda ders aldığım Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’ndeki tüm hocalarıma, bu tez çalışması boyunca ve özellikle arazi çalışmalarında her daim desteğini aldığım değerli hocam Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ’a, arazi çalışmalarında yardımcı olan Ozan UZUN ve Taner YAŞAR’a, her zaman yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi, çalışmamın her aşamasında ve tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen babam Hadi IŞILDAR’a, annem Belkıs IŞILDAR’a ve kardeşim Hatice IŞILDAR’a ithaf ediyorum.

Bu çalışma FEB2014/34 no’lu proje kapsamında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xiv
SİMGE VE KISALTMALAR	xv
BÖLÜM I GİRİŞ	1
BÖLÜM II SU KİRLİLİĞİ	4
2.1 Suların Besin Maddeleri ile Kirlenmesi	6
2.1.1 Su kirleticisi olarak azot (N)	7
2.1.2 Su kirleticisi olarak fosfor (P)	8
2.2 Su Kaynaklarına Yayılı Kaynaklardan Besin Maddesi Taşınım Yolları ve Tahminleri	10
2.2.1 Yüzeysel akışla besin maddesi taşınımı	13
2.2.2 Yüzeysel akışla taşınan besin maddelerinin tahmini	15
2.2.3 Yağış simülatörü ile yüzeysel akış yoluyla taşınan besin maddesi miktarının belirlenmesi	16
BÖLÜM III ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	18
BÖLÜM IV MATERYAL VE METOD	22
4.1 Materyal	22
4.1.1 Çalışma alanının tanımı	22
4.1.1.1 İklim karakteristikleri	24

4.1.1.2	Vejetasyon karakteristikleri.....	25
4.1.1.3	Jeolojik yapı	26
4.1.1.4	Sosyo-ekonomik durum	27
4.2	Metod.....	28
4.2.1	Arazi metodları	28
4.2.2	Büro metodları	29
4.2.3	Laboratuvar metodları	30
4.2.3.1.	Yüzeysel akış suyu örneklerinin analizinde kullanılan metodlar.....	30
4.2.3.1.1	pH	30
4.2.3.1.2	Elektriksel iletkenlik.....	31
4.2.3.1.3	Nitrat (NO_3^-) tayini	31
4.2.3.1.4	Amonyum (NH_4^+) tayini.....	31
4.2.3.1.5	Ortofosfat (PO_4^{-3}) tayini	31
4.2.3.1.6	Toplam fosfor tayini	31
4.2.3.1.7	Toplam azot	32
4.2.3.1.8	Toplam organik karbon tayini	32
4.2.3.1.9	Potasyum tayini	32
4.2.3.1.10	Magnezyum tayini	32
4.2.3.1.11	Kalsiyum tayini	32
4.2.3.1.12	Sodyum tayini.....	32
4.2.3.2	Toprak özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan metodlar	33
4.2.3.2.1	Ateşte kayıp	33
4.2.3.2.2	İnorganik madde.....	33
4.2.3.2.3	Maksimum su tutma kapasitesi	33
4.2.3.2.4	Agregat stabilitesi.....	33
4.2.3.2.5	Tane yoğunluğu.....	34

4.2.3.2.6 Hacim ağırlığı.....	34
4.2.3.2.7 Boşluk hacmi.....	34
4.2.3.3 Dispersiyon oranı	34
4.2.3.4 Organik madde	34
4.2.3.5 Hidrolik geçirgenlik (Permeabilite)	34
BÖLÜM V BULGULAR VE TARTIŞMA.....	36
5.1 Uygulama Parsellerinin Genel Toprak Özellikleri	36
5.2 Uygulama Parsellerinde Yüzeysel Akış Suyuna İlişkin Bulgular	38
5.2.1 pH	39
5.2.2 Elektriksel iletkenlik (E.İ)	40
5.2.3 Nitrat (NO_3^-)	42
5.2.4 Amonyum (NH_4^+).....	45
5.2.5 Toplam fosfor	46
5.2.6 Ortofosfat.....	48
5.2.7 Toplam organik karbon (TOC).....	49
5.2.8 Toplam azot	50
5.2.9 Potasyum.....	52
5.2.10 Magnezyum	53
5.2.11 Kalsiyum.....	54
5.2.12 Sodyum	55
BÖLÜM VI SONUÇLAR	57
KAYNAKLAR	61
ÖZ GEÇMİŞ	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Tarımsal alandan fosfat akıntısını etkileyen faktörler ve yüzey suyuna olan etkileri	9
Çizelge 2.2. Yayılı kirleticilerden kaynaklanan tahmini birim yükler	11
Çizelge 2.3. Alıcı su ortamına farklı kaynaklardan gelebilecek N ve P yükleri	11
Çizelge 5.1. Uygulamanın yapıldığı alanlara ilişkin toprak özellikleri	37
Çizelge 5.2. Uygulamanın yapıldığı alanlara ilişkin genel mevki ve vejetasyon özellikleri	38
Çizelge 5.3. Uygulama parsellerinden oluşan yüzeysel akış suyunun bazı özelliklerine ilişkin ortalama, minimum ve maksimum değerler	39
Çizelge 5.4. Yüzeysel akış suyundaki pH içeriğine ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	40
Çizelge 5.5. Yüzeysel akış suyundaki elektriksel iletkenlik içeriğine ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 5.6. Yüzeysel akış suyundaki nitrat içeriğine ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	42
Çizelge 5.7. Uygulama parsellerinden oluşan yüzeysel akış suyunun bazı özelliklerinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi	44
Çizelge 5.8. Yüzeysel akış suyundaki amonyum konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	45
Çizelge 5.9. Yüzeysel akış suyundaki toplam fosfor konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 5.10. Yüzeysel akış suyundaki ortofosfat konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	48
Çizelge 5.11. Yüzeysel akış suyundaki toplam organik karbon konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	49

Çizelge 5.12. Yüzeysel akış suyundaki toplam azot konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 5.13. Yüzeysel akış suyundaki potasyum konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 5.14. Yüzeysel akış suyundaki magnezyum içeriğine ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 5.15. Yüzeysel akış suyundaki kalsiyum konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	55
Çizelge 5.16. Yüzeysel akış suyundaki sodyum konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Tarım alanlarından gelen besin maddesi emisyonlarının tahmini	12
Şekil 2.2. Havza modelleme ve yayılı besin maddesi yüklerinin tahmini	13
Şekil 2.3. Erozyon ve erozyonu oluşturan etmenler	14
Şekil 4.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası	23
Şekil 4.2. Niğde yağış ve sıcaklık çizelgesi	25
Şekil 4.3. Niğde ili iklim sınıflandırılması	25
Şekil 5.1. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki pH özelliğinin arazi kullanımı/örtüsü göre değişimi	40
Şekil 5.2. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki elektriksel iletkenlik özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi	41
Şekil 5.3. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki nitrat özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi	43
Şekil 5.4. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki amonyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi	46
Şekil 5.5. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki toplam fosfor özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi	47
Şekil 5.6. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki ortofosfat özelliğinin arazi kullanımı/örtüsü göre değişimi	48
Şekil 5.7. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki toplam organik karbon özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi	50
Şekil 5.8. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki toplam azot özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi	51
Şekil 5.9. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki potasyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi	52

Şekil 5.10. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış
suyundaki magnezyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi.. 54

Şekil 5.11. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış
suyundaki kalsiyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi..... 55

Şekil 5.12. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış
suyundaki sodyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi..... 56



FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 2.1. Yapay yağış simülatörü.....	17
Fotoğraf 4.1. Çalışma alanından elma bahçesi (a) ve fasulye tarlası (b)	24
Fotoğraf 4.2. Araştırmada kullanılan yağış simülatörü	29
Fotoğraf 4.3. Yapay yağış uygulaması sonrası toplanan yüzeysel akış örnekleri	30



SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

Simgeler	Açıklama
ha	Hektar
Fe	Demir
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
NH_4^+	Amonyum
NO_3^-	Nitrat
P	Fosfor
μg	Mikrogram
PO_4^{-3}	Fosfat

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devleti
GD	Güney Doğu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Nüfus artışı, su kirliliği ve iklim değişikliği gibi etmenler nedeniyle toplumların su istekleri artmaktadır (Postel vd., 1996). Son yıllarda dünyanın çoğu yerinde olduğu gibi, ülkemiz de pek çok olumsuz sonuca yol açan su kaynaklarındaki bozulma sorunuyla karşı karşıyadır. Birçok su kaynağında kirlilik, sedimantasyon ve kıtlık sorunu yaşanmakta, pekçok su rezervuarı ekonomik ömrünü tamamlayamadan faydalanılamaz hale gelmektedir. Özellikle küresel iklim değişimi ve etkilerinin belirgin bir şekilde tartışıldığı günümüzde su ve toprak kaynaklarının yönetimi ve geliştirilmesi sürdürülebilirlik açısından son derece önemlidir. Su kaynaklarının yönetimiyle ilgili sorunlar günümüzde sürekli artmaktadır. Bu nedenle su kaynaklarının yönetimi ve planlanması çok geniş bir kapsamda, çevre amaçları ve doğal kaynaklar göz önüne alınarak gerçekleştirilmelidir (Güvel, 2007).

Su kaynakları yönetimi ile ilgili sorunlar kısaca şunlardır:

- Su kaynaklarının kullanımı ile ilgili sorunlar
- Sulama şebekelerinin işletimi ile ilgili sorunlar
- Su kirliliği ile ilgili sorunlar
- Kurumlar arası koordinasyon ve işbirliği eksikliği
- İzleme ve değerlendirme eksikliği
- Su yönetim politikası (Aküzüm vd., 2010).

Küresel ölçekte önem arzeden erozyon, su kaynaklarındaki bozulma ve kirlenmenin en önemli alansal kaynaklarından biri olarak gösterilmektedir. Toprak erozyonu, insane etkisiyle hızlandığı zaman ciddi ekonomik ve sosyal bir problem haline gelen doğal ve kaçınılmaz bir süreçtir (Lal, 1998). Su erozyonu ise, şiddetli yağmur ve eriyen kar sularının arazi yüzeyinde eğim doğrultusunda akarken (yüzey akış) aşındırması oldukları materyali (toprak tanecikleri, organik madde, bitki besin maddeleri) taşıması, başka yerlerde (diğer araziler, baraj, göl, deniz) biriktirmesi olayıdır. Özellikle bitki örtüsünden yoksun çıplak ve eğimli arazilerde yağmur ve eriyen kar suları verimli üst

toprağı aşındırıp taşır ve geriye verimsiz ve üretken olmayan kaba iskelet materyalden ibaret bir toprak bırakır. Su erozyonunun şiddeti, yağış ve yüzeysel akışın özelliklerine, toprağın özelliklerine, arazi yüzeyinin topografik özelliklerine bağlı olup, bitki örtüsü yönetimine ve toprak koruma önlemlerine göre artar veya azalır. Su erozyonunda toprağın taşınması daha çok suyun kinetik enerjisi ile olur. Su erozyonuyla savaşta ana hedefin su akış hızını ve/veya yüzeysel akış suyunun ve taşınan materyalin miktarını azaltmak olduğu söylenebilir. Ancak ülkemizdeki çoğu havzada yüzeysel akışın özellikleri, taşınan materyal miktarı vb. konularda uygulamada bilimsel altlık oluşturacak veri eksikliği mevcuttur. Bu verilerin bilinmesi erozyon ve sedimantasyonla etkili bir şekilde mücadele edebilmek ve etkin koruma önlemleri alabilmek için son derece önemlidir (<http://web.firat.edu.tr/cevremuh/bilgi/data2/ToprakErozyonuOlusumuNedenleri.pdf>, 15.02.2013).

Erozyonun önemli sonuçlarından biri toprakların işlenebilir üst kısımlarının kaybıdır ki bunun sonucunda verimlilik azalmaktadır. Besin elementlerindeki azalma nedeniyle topraklar verimsizleşmekte, işlenebilir arazilerde terk etme süreci başlamaktadır. Ayrıca erozyon sonucu meydana gelen sedimantasyon ise su kaynakları açısından bir kirlilik kaynağı olup, su kaynaklarının bünyesindeki özellikle azot ve fosforu arttırarak ötrofikasyona neden olmaktadır. Özellikle tarım topraklarından yüzey ve yeraltı sularına azot ve fosfor taşınımı çevresel bir sorun olup, o sudan faydalanan insanlar açısından da risk oluşturabilmektedir. Tarım alanlarından yüzeysel sularla su kaynaklarına taşınan azot ve fosfor hem topraktaki hem de sudaki besin maddesi bütçesini etkiler. Arazi kullanım şekillerinde meydana gelen değişimler, küresel ve topraktaki karbon bütçesi üzerinde etkilidir. Bu bakımdan erozyon ve yüzeysel akışın azaltılması taşınan besin maddesi kayıplarının azaltılması anlamına geleceğinden küresel iklim değişiminin etkisi altında olan pek çok havzada yine toprak koruma, toprak planlama ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından dikkat çekici bir konudur (Dimoyiannis vd., 2001).

Su kaynaklarının mevcut kaliteleri ve bulundukları havzanın çeşitli çevresel özellikleri de dikkate alınarak yararlı kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmaları, kirlenmenin önlenmesi için en önemli ve olması gereken şartlardan biridir. Bu durumda su kaynaklarının korunması için kirlenmenin azaltılması ve ne kadar kirlenmeye müsaade edilebileceği çözüm alternatifi olarak düşünülmektedir. Besin maddeleri ile kirlenmenin boyutlarını ortaya koymak da bu konudaki çabalara önemli katkılar sağlayacaktır.

Havza yönetimi çalışmalarında su kirliliğini kontrol önlemleri alabilmek için ilk koşul öncelikle kirlilik kaynaklarını ortaya koymak ve kirlilik durumunu analiz etmektir.

Niğde ili sınırları içerisindeki Akkaya baraj gölü evsel atık sular, tarımsal kaynaklardan gelen kirleticilerden dolayı ciddi kirlilik problemiyle karşı karşıyadır. Su kirliliği ile ilgili önlemler alınırken noktasal ve yayılı kaynaklardan gelen kirletici yükünün bilinmesi alınacak önlemler hakkında yol gösterici bilgiler içerecektir.

Bu bağlamda bu tez çalışmasının amacı, farklı arazi kullanım/örtüsü şekilleri altındaki topraklardan yapay yağış koşulları altında yüzeysel akışla taşınan besin maddesi (azot ve fosfor) miktarlarını belirlemektir.



BÖLÜM II

SU KİRLİLİĞİ

Sudaki doğal dengeyi bozacak her madde/parametre kirletici olarak adlandırılır. Su ortamına girmiş bir kirletici 3 dinamik olaya maruz kalmaktadır:

- Taşınım
- Karışım
- Reaksiyon (korunan bir kirletici değilse)

Su kalitesine etki eden parametreler; alıcı ortamın geometrisi (derinlik ve genişlik), eğim ve taban pürüzlülüğü, hız, debi, karışım özelliği, sıcaklık, askıda katı madde ve sediman taşınımı, pH, asidite-alkalinite, çözünmüş oksijen konsantrasyonu ve toplam çözünmüş katı miktarı, zehirli kimyasal içeriği, sucul bitkilerin ve yosunların varlığıdır. Kirleticiler; içeriklerine, kaynaklarına ve su ortamına giriş şekillerine göre sınıflandırılmaktadır <http://cevre.beun.edu.tr/dersnotu/sukalitesi/CEV301-su-kalitesi-yonetimi.pdf>, 26.01.2015.

Kirleticilerin içeriklerine göre sınıflandırılması

- Bulanıklık (Türbidite)
- İletkenlik
- Sıcaklık
- Kimyasal kirleticiler
- Bakteri
- Alg vb.

Kirleticilerin kaynaklarına göre sınıflandırılması

- Endüstriyel kaynaklı
- Evsel kaynaklı
- Tarım ve ziraate dayalı

- Doğal olaylara bağlı (sel, fırtına, yağmur).

Kirleticilerin su ortamına giriş şekillerine göre sınıflandırması

Kirleticiler su ortamına giriş şekillerine göre noktasal ve yayılı kaynak olmak üzere ikiye ayrılır. Noktasal kaynak alıcı ortama tek bir noktadan deşarj olan/edilen kirleticidir. Noktasal kaynaklardan gelen kirleticiler:

- Evsel atık su deşarjları,
- Endüstriyel atık su deşarjlarıdır.

Yayılı kaynak ise alıcı ortama yayılı olarak giren kirleticidir. Yayılı kaynaklardan gelen kirleticiler (<http://cevre.beun.edu.tr/dersnotu/sukalitesi/CEV301-su-kalitesi-yonetimi.pdf>, 26.01.2015):

- Yağış suları ve yıkama suları gibi yüzeysel akış ile taşınanlar,
- Tarım ve orman alanlarından gelenler,
- Atmosferden su ve toprağa taşınan kirleticiler,
- Yerleşim alanlarından gelen kontrolsüz yağış suları,
- Katı atık depo ve dökme sahalarından, maden sahalarından ve fosseptiklerden yer altı sularına karışan sızıntı suları,
- Kirlenmiş nehir ve derelerin doğal ortama yayılımıdır

Yayılı kaynaklar tarımsal akışlar gibi geniş ve yayılan kirlilik kaynaklarını kapsar. Gerek tarla ve bahçe tarımı için kullanılan doğal ve yapay gübreler, pestisitler, toprağın işlenmesi ve gerekse hayvancılık yaparken oluşan atıklar suların kirlenmesine sebep olmaktadır (Demirekin, 2001).

Organik maddece zengin toprağın üst kısımları yağış ve rüzgarlarla taşınarak akarsu, göl ve denizlere kadar ulaşmaktadır. İşte bu taşınım hareketi bulanıklık gibi fiziksel bir kirliliğe, tabanlarda sedimantasyona ve hem de -fosfor yönünden zengin olduğu için organik madde birikimine ve neticede ötrofikasyona sebep olur (Demirekin, 2001).

2.1 Suların Besin Maddeleri ile Kirlenmesi

Primer kirlenme olarak adlandırılan, suların bitki besin maddeleri ile kirlenmesinin son senelerde arttığı bununla ilgili olarak da suların niteliğinin düştüğü bilinen bir gerçektir. Sulardaki bitki besin maddesi oranının yükselmesi algler ve diğer su bitkilerinin gelişmesine ve sürekli olarak organik madde üretilmesine neden olur. Sular kendi kendini temizlerken, organik maddelerin parçalanması için suyun oksijeni kullanılmakta ve sulardaki oksijen azalmasıyla sekonder su kirlenmesi ortaya çıkmaktadır (<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/34907>, 29.03.2015).

Doğal çevrede azot ve fosfor bitkilerin büyümesi için olmazsa olmazdır. Fakat bu besinlerin tarım alanlarında uygulanması yüzey ve yüzey altı sularda noktasal olmayan kirliliğe neden olmaktadır. Besinler genellikle çözünmüş olarak kimi zaman da partikül madde olarak taşınırlar. Tarımsal aktivitelerin takvimine göre besin taşınım çeşitleri, girdi kullanım tipi ve toprak profiline göre besin maddelerinin kirlilik dereceleri değişkenlik gösterebilir (Kaufmann, 2014).

Azotlu gübrelerin uygulanması esnasında dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Bunlar; ürünün ne kadar azota ihtiyacı olduğu, sulama suyu içindeki azot miktarı ve topraktaki mineral azot miktarıdır (Paz ve Ramos, 2004). İdeal koşullarda toprağa atılan azotun %50-70'inin bitkiler tarafından kullanıldığı; %2-20'sinin buharlaşma yoluyla kaybedildiği, %15-25'inin killi toprakta bulunan organikler ile birleştiği ve geri kalan %2-10'luk kısmının yüzey ve yeraltı sularına karıştığı belirtilmektedir (Can ve Kali, 2008).

Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabilecek kirlenmelerden diğer bir tanesi fosfat maddesinden kaynaklanan kirlenmelerdir. Temel olarak fosfat kirlenmelerinin kaynakları, kimyasal ve hayvan gübrelerinin kullanılması ve geçmiş dönemlerde tarımsal faaliyetlerde kullanılan fosfatlı gübrelerin toprakta bıraktığı kalıntılardır. Fosfat, öncelikle suda çözünebilen bir madde değildir. Fosfatın ekolojik etkileri ulaştığı suda ötrofikasyona ve sedimana neden olmasıdır (Helmerts vd., 2007).

Bu durumda atık su ve yayılı kaynaklardan gelen suların bünyesinde bulunan karbon (C), azot (N) ve fosfor (P) elementlerinin su ortamında artmasına neden olmaktadır.

Bunun bir sonucu olarak nütrient (besin maddesi) artışı kirliliğe sebep olmakta ve sucul ekosistemi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle mevcut kaynaklarının korunması için azot ve fosfor kontrolü büyük önem taşımaktadır (He, 2011).

2.1.1 Su kirleticisi olarak azot (N)

Azot atmosferde yaklaşık %80 oranında gaz formunda, toprakta ise organik madde, kayalar ve minerallerde yarayışsız formlarda bulunmaktadır. Bitkiler azot ihtiyaçlarını topraktaki azot bileşikleriyle sağlarlar (<http://www.nkfu.com/nitrojen-azot-nedir-nitrojen-elementinin-ozellikleri/>,09.04.2015).

Azot tarımda sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için gerekli bir girdidir (Sugimoto and Hirata, 2006) ve hareketli bir elementtir. Sulama suyuyla aşağılara doğru hareket eder ve amonyum, üre ve nitrat (nitrit) şeklinde formları bulunur. Bitkinin kullanamadığı azot sulama suyuyla hareket ederek taban suyuna karışır (<http://www.hammaddeleran-siklopedisi.com/makale-detay.php?seo=tarimda-azottarimda-azotun-onem>, 09.04.2015).

Bitki gelişimi bakımından çok önemli bir besin maddesi olan azot, bitkiler tarafından NO_3^- ya da NH_4^+ formunda alınmakta olup tüm bitki organlarında bulunmaktadır. Ancak alınan nitratin çeşitli faktörlerin etkisi ile (kuraklık, soğuk, Fe, Mn, Mo eksikliği, güneşli gün sayısı) parçalanamaması sonucu bitkide nitrat birikimi teşvik edilmektedir. Bitkinin değerlendiremediği nitrat, toprağın yağmur sularıyla yıkanması sonucu yeraltı ve yüzey sularına karışmakta ve nitrat miktarını artırmaktadır (Al icek ve Başlar, 1995).

Suların kirlenmesinde büyük rol oynayan, bitki besin maddelerinin yıkanması; aynı zamanda kök bölgesinden besin maddelerinin kayıp kaynağı olmaktadır. Tarım için önemli ekonomik kayıplara neden olan, bitki besin maddelerinin yıkanması, fazla ve yanlış gübreleme sonucu ortaya çıkmaktadır. Kumlu topraklarda derinlere sızan su miktarının fazla olması, diğer topraklara oranla yıkanan azot miktarında da kendini göstermektedir. Yağışların başlangıcında topraktaki nem miktarı ile yüzey akışları ve bitki besin maddelerinin taşınması arasında doğru bir ilginin olduğu belirlenmiştir. Nemin fazla olduğu topraklarda, yüzey akışları daha erken ortaya çıkmakta ve fazla miktarda olmaktadır. Yapılan çalışmalara göre, yüzey akışlarıyla taşınan azot miktarı arasındaki ilginin doğru olduğunu ve aynı zamanda yüzey akışlarının artışıyla, sulardaki

azot içeriğinin de arttığı saptanmıştır (<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/34907>, 29.03.2015).

Dünya genelinde tarımsal faaliyetlerden kaynaklı azotun, büyük oranda göllerde ve nehirlerde ötrofikasyona, yeraltı sularında nitrat kirlenmelerine ve N₂O (diazotmonoksit) yolu ile küresel ısınma gibi çevresel bozulmalara neden olduğu konusunda görüşler vardır (Sugimoto and Hirata, 2006).

2.1.2 Su kirleticisi olarak fosfor (P)

Bitkilerin gelişmesi için optimal miktarlarda bulunması gerekli besin maddeleri; karbon, azot ve fosfordur. Karbon ve azot atmosfer gibi doğal mekanizmalar tarafından kazanılmaktadır. Liebig'in Minimum Yasası'na göre, göllerde sınırlayıcı element fosfordur (<http://cevre.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/2.%20D%C3%B6nem%20Deney%20F%C3%B6yleri/Fosfor%202013.pdf>, 29.03.2015).

Fosfor, ortalama olarak yer kürenin üst kabuğunda %0,1 (Brinck, 1978), topraklarda ise %0,06 (Lindsay, 1979) düzeyinde bulunmaktadır. Fosforun tarım topraklarındaki miktarının genellikle az olması, ayrıca topraklarda çok değişik şekillerde reaksiyona girerek büyük bir kısmının topraklarda demir ve alüminyum oksitlerce ve kalsiyum fosfatlarca bitkilerin yararlanamayacağı formlarda tutulması nedeniyle, ihtiyaç duyulan önemli bir makro besin elementidir (Bertrandvd.,1999; Lu and Cooner, 1999; McGechan and Lewis 2002; Dodorand Tabatabai, 2003; Gallet, vd., 2003a; Alam and Ladha, 2004). Topraklarda toplam fosfor kapsamı normal, bazen de yüksek düzeyde bulunduğu halde, yarayışlı fosforun azlığı ve uygulanan fosforun fikse edilmesi nedeniyle, çiftçiler bitki ihtiyacının çok üzerinde fosforu gübre olarak uygulamaktadırlar. Bu aşırı uygulama, ekonomik zararı ve çevre kirliliğini de birlikte getirmektedir (Korkmaz, 2005).

Fosfor, toksik madde tipinde bir kirletici olmayıp ötrofikasyon bazında ortaya çıkan çevre sorununun fazla bitki üretimi ile ilgili bir yönüdür. Fosfor yüklemesindeki artış ötrofikasyonu hızlandırır (Fakıoğlu, 2004).

Bir göle fosfor girdisinde ani bir artış olduğu zaman, azot ve karbon yönünden bir kısıtlama varmış gibi görünse de uzun vadede bu eksiklikler giderilerek, fosfor konsantrasyonu ile orantılı bir fitoplankton büyümesi gerçekleşmektedir. Alglerin büyümesinde de %76 tarımsal alanlarda yapılan gübreler etkili olmaktadır (<http://cevre.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/2.%20D%C3%B6nem%20Deney%20F%C3%B6yleri/Fosfor%202013.pdf>, 29.03.2015).

Zirai gübrelerdeki fosfor, topraktaki alüminyum ve reaktif demir tarafından hızla tutulur, göl ve nehir tabanında depo edilene kadar yüzey akışlarıyla mil parçacıklarıyla taşınabilir (Bennett, 1983). Yüzey akışına karışan fosfor miktarı; toprağın fosfor düzeyine, topografyaya, bitki örtüsüne (ormanlar, meralar), yüzey akışının miktar ve süresine, arazi kullanım şekline, nüfus yoğunluğuna ve kirlenmeye göre değişir (Dillonand Kirchner, 1975). Kanalizasyon arıtma sistemleri fosforu çok az arıtabilir ve bu atıksu nehir ve göllerde su kalitesinin bozulmasına neden olur (<http://www.nigdecevreorman.gov.tr/n/default.asp?t=3&id=8>, 12.02.2014).

Aşağıdaki Çizelge 2.1’de tarımsal alandan fosfatın akışını etkileyen faktörler ve fosfat kullanımının suya olan etkileri görülmektedir.

Çizelge 2.1. Tarımsal alandan fosfat akıntısını etkileyen faktörler ve yüzey suyuna olan etkileri (Sharpley vd., 2001)

Faktörler	Tanımlama
Erozyon	Fosfat kaybı, büyük oranda erozyondan etkilenmektedir.
Toprak yapısı	Kumlu, fosfat bakımından doymuş ve organik topraklardan fosfatın akışı daha kolay olmaktadır.
Sulama	Hatalı sulama yöntemleri, topraktan fosfatın akışına ve su erozyonuna neden olmaktadır.
Fosfat uygulaması	Fosfatlı gübrelerin çok miktarda uygulanması, fosfatın yüzeyden akış riskini de beraberinde getirmektedir.
Fosfat uygulama yöntemi	Fosfatlı gübrelerin yüzeyin hemen altına uygulanması (pullukla tabana verilmesi) durumunda, yüzeyden fosfat akışı kolaylaşmaktadır.
Fosfat uygulama zamanı	Fosfatlı gübrelerin uygulanmasından hemen sonra yağışın olması, büyük oranda fosfatın akış riskini de beraberinde getirmektedir.

2.2 Su Kaynaklarına Yayılı Kaynaklardan Besin Maddesi Taşınım Yolları ve Tahminleri

Su kaynaklarına gelen yayılı azot ve fosforun başlıca kaynakları tarım ve kentsel aktivitelerdir (Carpenter vd., 1998). Tarım alanlarından kaynaklanan yükler (atık ticari gübre), orman alanlarından kaynaklanan yükler, çayır, mera ve otlak alanlarından kaynaklanan yükler, kentsel yüzeysel akış, kırsal yüzeysel akış, atmosferik birikim, katı atık depo alanları sızıntı suları ve foseptik çıkış sularını N ve P bazında kg/yıl olarak su kaynaklarına yayılı kaynaklardan besin maddesi taşınım yolları şeklinde sıralayabiliriz (Ekdal, 2013).

Noktasal kirleticilerin arıtılması ile havza için bir tehdit oluşturmasının önlenmesine karşın yayılı kirleticilerin oluştuktan sonra kontrol edilmesi zordur. Bu bağlamda mevcut yayılı kirletici kaynakların belirlenmesi ve bu kaynaklardan oluşacak yüklerin tahmini, geleceğe yönelik olarak önerilerin sunulması havza ölçeğinde yayılı azot ve fosfor yüklerinin tahmini ve azaltma yollarının belirlenmesi son derece önemlidir (Yontar, 2009).

Atmosferden taşınım ile tarım havzalarına gelecek yükler, uluslararası literatürde birim yüklerle ifade edilmektedir. Bu yükler 0,2 kg/ha.yıl P ve 20 kg/ha.yıl N olarak kabul edilmektedir. Benzer şekilde gelişmiş ülkelerde sorun olmayan ve noktasal kirletici kaynaklar olarak değerlendirilen evsel atık sular, kanalizasyon sistemi mevcut olmayan kırsal yörelerde foseptik tanklarında biriktirilmektedir. Sızdırmalı olarak tasarlanan bu tip tankların üst suları yine yayılı kaynak olarak değerlendirilmektedir. Foseptikler ön arıtma birimleri olarak düşünülebilir ve toplam kirleticilerin %70 oranındaki yükleri özellikle yeraltı sularını tehdit edebilmektedir. Tarımsal alanlarda kullanılan ticari gübre kullanımlarından kaynaklanan yükler ile birlikte, orman alanlarında, fundalık çayır ve meralardan ve yerleşim alanlarının yüzeysel akış sularından gelebilecek azot ve fosfor yükleri birim yükler olarak bir fikir vermesi açısından önemlidir. Bu yükler Çizelge 2.2’de verilmektedir (Yontar, 2009).

Çizelge 2.2. Yayılı kirleticilerden kaynaklanan tahmini birim yükler (Dahl and Kurtar, 1993; ÖEJV, 1993)

	Birim Yükleri(kg/ha.yıl)	
Yayılı Kaynak	Toplam N	Toplam P
Tarım Alanları	10	0,3
Orman Alanları	2	0,05
Çayır, Fundalık	5	0,1
Kentsel Alan Yüzeysel Akış Suları	3	0,5

N ve P (besin maddesi) parametreleri bazında yıllık yük tahminleri yapılmaktadır. Arazi kullanımı dağılımı ve arazi kullanımına ait alansal veriler kullanılmaktadır. Birim kirlilik yükleri literatür bazlı aralık değerler olarak verilmektedir (Çizelge 2.3) (Ekdal, 2013).

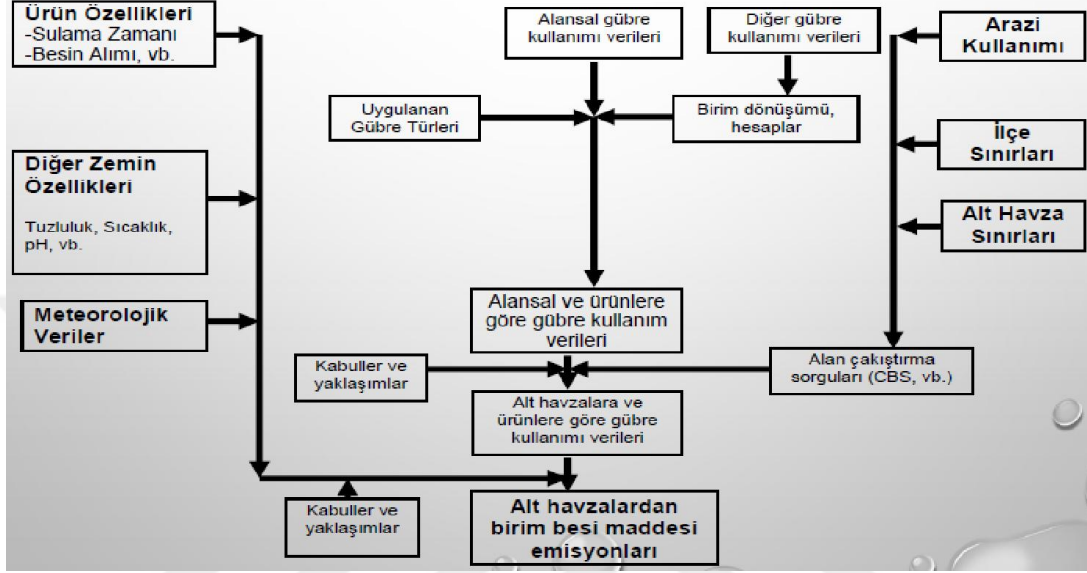
Aralık değerlerin seçimindeki önemli faktörler:

- Coğrafi Durum
- Topoğrafya
- İklim ve Meteoroloji
- Toprak yapısı ve özellikleri (Ekdal, 2013).

Çizelge 2.3. Alıcı su ortamına farklı kaynaklardan gelebilecek N ve P yükleri (Saatçi vd., 1999)

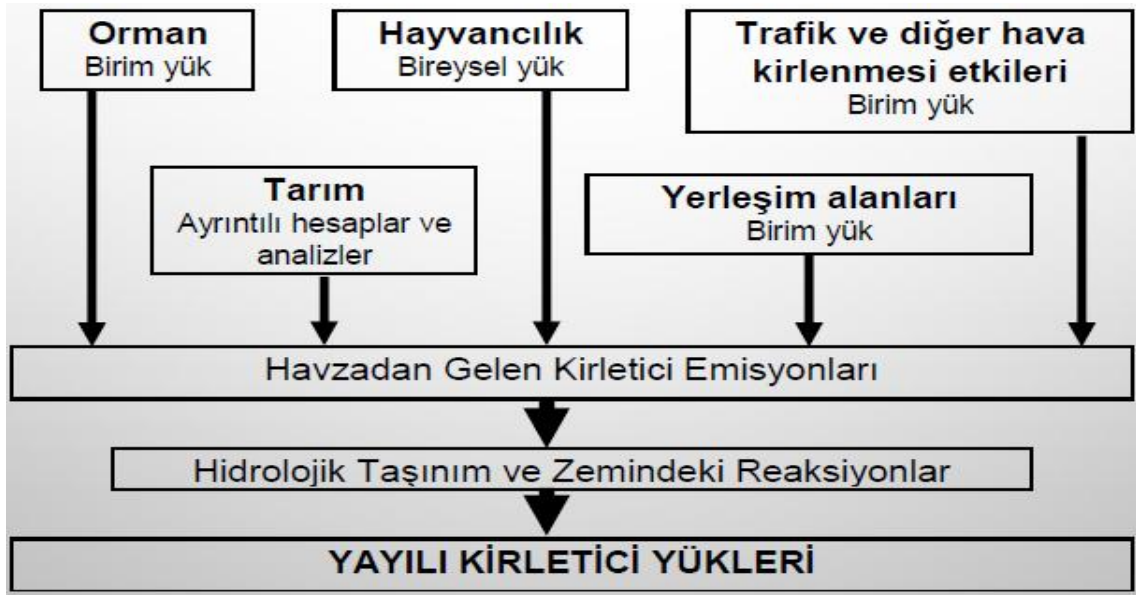
Yayılı Kaynak Tipi	Aralık Değerler	Ortalama Değerler
Evsel Atıksu g/kişi/gün	N 2,19-4,38 P 0,37-1,46	N 3,28 P 0,92
Tarım Alanları kg/ha/yıl	N 0,11-13,45 P 0,56-3,03 N 7,96 P 0,11	N - P - N 7,96 P 0,11
Orman Alanları kg/ha/yıl	N 1,45-3,36 P 0,56-3,03	N 2,41 P 0,05
Kırsal Alanlar kg/ha/yıl	N 9,50 P 0,90	N 9,50 P 0,90
Yağış mg/L	N 1,00 P 0,10	N 1,00 P 0,10

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi meteorolojik veriler, ürün özellikleri ve tuzluluk, sıcaklık vb. gibi zemin özellikleri gerekli kabuller ve yaklaşımlar yapılarak alansal ve diğer gübre kullanımı verileri ile alt havzalardan birim besin maddesi emisyonlarını oluşturmaktadır. Yapılan bu emisyon sonuçlarına göre de tarım alanlarından gelen besin maddesi emisyonlarının tahmini yapılabilir (Ekdal, 2013).



Şekil 2.1. Tarım alanlarından gelen besin maddesi emisyonlarının tahmini (Ekdal, 2013)

Arazi kullanımına göre ortaya çıkan yayılı kirlilik yükleri topraktan alıcı ortama ulaşınca dek çeşitli taşınım prosesleri ile azalmalara uğrayabilir. Bu azalmalara bağlı olarak ortaya çıkan veri eksikliği yayılı kirlleticilerin tespitinde önemli bir dezavantajdır. Detay çalışmalarda havza yük modellerinden yararlanarak alıcı ortama ulaşabilmesi olası yükler çeşitli senaryolarla irdelenebilir (Şekil 2.2) (Ekdal, 2013).



Şekil 2.2. Havza modelleme ve yayılı besin maddesi yüklerinin tahmini(Ekdal, 2013)

Türkiye’de spesifik bölgesel çalışmalarda modelleme çalışmaları için gerekli verileri temin etmek her zaman mümkün olmamaktadır. Ayrıca bu verilerin elde edilmesi de yoğun iş gücü ve maliyetli çalışmaları beraberinde getirebilmektedir. Küçük boyutlu su havzalarındaki yayılı kaynakların etkilerini belirleyebilmek için daha az kompleks modelleme çalışmaları ile etkin ve hızlı bir değerlendirme amaçlanmıştır (Göncü ve Albek, 2009).

Detay çalışmalarda havza yük modellerinden yararlanarak alıcı ortama ulaşabilmesi olası yükler çeşitli senaryolarla irdelenebilir. HSPF (ABD) ve MONERIS (Avrupa) modelleri örnek olarak verilebilir. Modellerin girdi verilerinin sağlıklı elde edilmesi veya üretilmesi gereklidir. HSPF dinamik bir modeldir, veri ihtiyacı fazladır. MONERIS kararlı hal modeli olup, yıllık bazda kabaca bir fikir verdiği için özellikle büyük havzalarda kullanılmaktadır (Ekdal, 2013).

2.2.1 Yüzeysel akışla besin maddesi taşınımı

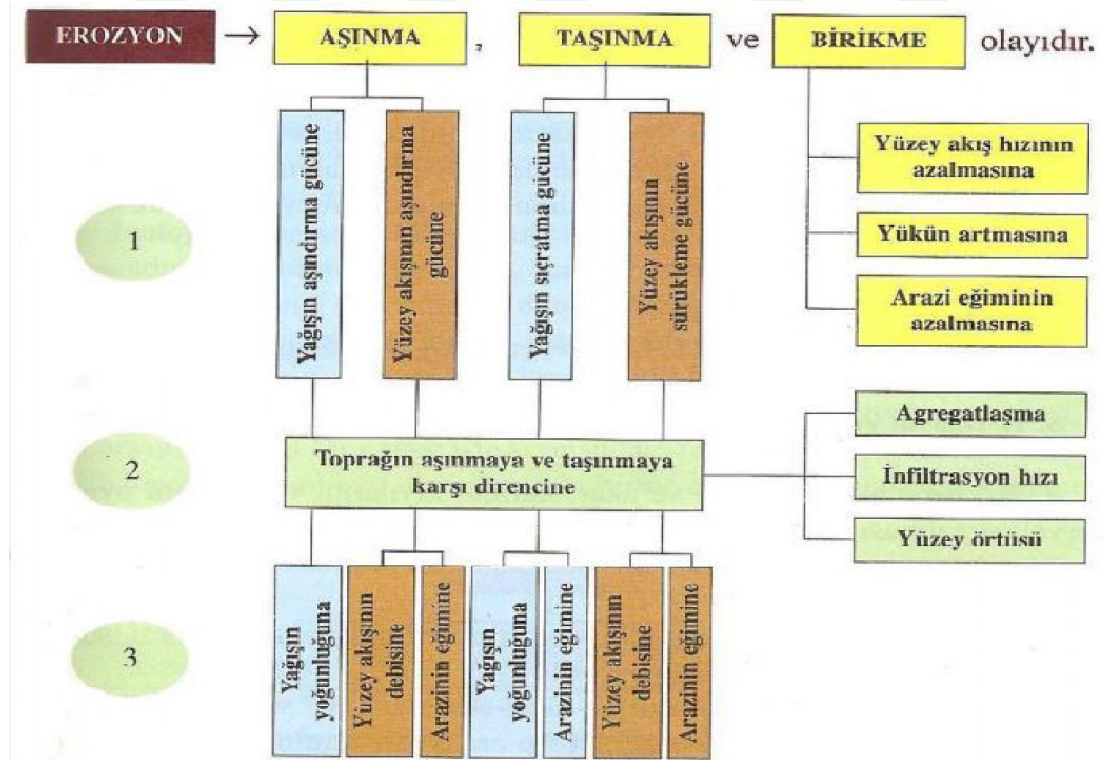
Eğimli arazilerde toprak yüzeyinden, eğim yönünde suyun akması olayına yüzeysel akış adı verilmektedir. Toprak yüzeyinin çok sert olup kabuklaşması, toprağın içinin toprak havası ile dolu olduğu uzun süreli kuraklıktan sonra bu havanın toprak suyu ile yer değiştirmesinin uzun zaman alması, toprağın gözeneklerinin uzun süreli yağışların ardından su ile dolu olması ve yeni düşen yağmur sularının toprağa girememesi gibi

nedenler yüzeysel akışın sebepleridir (http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/15_01_07_8deab.pdf, 20.05.2014).

Yüzey akışı ve erozyon problemlerine iklim faktörünün etkisinin tartışılmasında, toprağın yağış esnasındaki su miktarının yüzey akış miktarına etkisi üzerinde önemle durulmuştur (Baver,1938).

Diseker ve Yoder'e (1936) göre toprağın su ile doyması, yüzey akışı büyük oranda arttırmaktadır. Önceki toprak nem kapsamı erozyon sürecini etkileyen önemli bir değişkendir (Truman and Bradford, 1990).

Doğada yağmur damlaları toprak yüzeyine düşerek toprak agregatlarını parçalar. Parçalanmış agregatlar ise yağışın kinetik enerjisinin de etkisiyle toprak yüzeyinde zamanla geçirimsiz bir tabaka (kaymak tabakası) oluşturur. Bu oluşan geçirimsiz tabaka, toprakların infiltrasyonunu azaltırken yüzey akışları da artırır, böylece verimli toprak yüzeyi aşınarak erozyona uğrar (Şekil 2.3) (Yönter, 2006).



Şekil 2.3. Erozyon ve erozyonu oluşturan etmenler (Bahtiyar, 2000)

Bitkiye su ve besin maddeleri sağlayan toprağın kaybı yanında taşınan toprakla ve özellikle suda erimiş halde önemli miktarda bitki besin maddeleri kaybı da söz konusudur (Ökten, 2005).

2.2.2 Yüzeysel akışla taşınan besin maddelerinin tahmini

Yüzeysel akış toplam yağışın zemine infiltre olmayan ve zemin yüzeyinden akan kısmıdır. Besin maddeleri bakımından zengin bir yüzeysel akış bu besinleri su ortamına taşıyarak ötrofikasyon gibi su kalitesini etkileyen çeşitli sorunlara neden olmaktadır. Besin maddeleri yüzeysel akışla iki yolla taşınmaktadır:

- Toprak çözeltisinin içinde çözünmüş olarak
- Yüzeysel akış içinde taşınan sediman ile.

Yüzeysel akışla besin maddesi taşınımını etkileyen faktörler ise şunlardır ([http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/epw11920/\\$FILE/8-1.pdf](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/epw11920/$FILE/8-1.pdf), 20.05.2014):

- Yağışın özellikleri (miktar, süre, şekil vb.)
- Toprak özellikleri (maksimum su tutma kapasitesi, toprak yapısı, organik madde miktarı, agregatlaşma durumu)
- Eğim (Yamaç uzunluğu)
- Arazi yüzeyi örtüsü ve jetasyon.

Doğrudan ya da arazide toplam erozyonun ölçülmesi, çeşitli yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Yüzeysel akış parseli tesis edilerek erozyon, toprak kaybı ve yüzeysel akış ölçülmesi bu yöntemlerden biridir. Parsel kullanarak erozyon ve yüzeysel akışın ölçümü arazi koşullarında doğal yağmur altında veya yapay yağmur uygulanarak ya da kontrollü laboratuvar ortamında gerçekleştirilmektedir (Şensoy, 2010).

Arazi denemeleri genellikle uzun bir deney dönemini kapsar ve doğal yağış birçok kontrol edilemeyen faktörler içerir. Bu nedenle, ideal bir sonuç elde etmek zordur. Buna karşılık, bir yağış simülasyon deneyi, doğal yağışı farklı yoğunluklarda benzetimini

yapmak için, deney süresini kısaltmak için ve yüzeysel akış oluşumu ve evrimini kolay gözlemek için deneysel koşulları kontrolde kullanılabilir. Şuanda dünyada yayılı kaynak kirliliğini araştırmada, doğru parametreleri sağlamak için yağış simülasyonları kullanmak en yoğun uygulanan yöntemlerdendir (Liuvd.,2014).

2.2.3 Yağış simülatörü ile yüzeysel akış yoluyla taşınan besin maddesi miktarının belirlenmesi

Yapay yağış simülatörleri, tarım arazilerinde yüzey akış, geçirgenlik ve toprak erozyonu araştırmalarını hızlandırmak amacıyla yıllardır kullanılmaktadır (Fotoğraf 2.1) (Erpul ve Çanga, 2000). Araştırmacıları farklı özelliklerde yapay yağmurlama aletlerini tasarlama ve kullanmaya iten güç; erozyon, infiltrasyon, yüzey akış ve sediment taşınımı üzerine veri toplama işlemini hızlandırmasıdır (Erpul ve Çanga, 2001). Meyer (1965), yapay yağış simülatörlerinin yararlarını ve doğal yağışları betimlemedeki eksikliklerini detaylı bir biçimde açıklamıştır. Yapay yağmurlama aletleri veri elde etmede sayısız kolaylık ve olanaklar sunabilmekte olup buna bağlı olarak erozyonun değişik yönleri hızlı bir şekilde araştırılabilir. Özellikle son yirmi yıl içerisinde, bireysel yağmur damlası çalışmaları ile toprak sıçrama erozyonunun işleyişi daha iyi anlaşılmıştır. Kontrol edilebilen koşullar altında çalışabilirlik ve kısa zaman dilimlerinde denemelerin tekrarlanabilirliği sağlanan kazançlar arasındadır (Erpul ve Çanga, 2001).

Dünyada özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki çalışmalarda yağış simülatörleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Ries vd., 2000). Ayrıca yağış simülatörleri farklı arazi örtüsü koşulları altında ve ekosistemler arasında erozyonun ve yüzeysel akışın kontrollü olarak karşılaştırılmasına yardımcı olmaktadır (Foster vd.,2000; Johansen vd., 2001).



a



b

Fotoğraf 2.1. Yapay yağış simülatörü (a) ve (b) (Iserloh vd., 2013)

Bu yapay yağış simülatörleri, doğal yağışta iki yağış zaman ölçeğinde eşzamanlı eylem olarak düşünülmedi, bir simülatör kullanılarak üretilen yağışın yanı sıra farklı mineral ve organik uygulamalarla gübreleme gibi farklı toprak yönetim prosedürlerini de dikkate almamıştır. Yağış zaman ölçekleri, nehirlere, göllere ve rezervuara yüzey akışı sağlayan ve drenaj olarak yeraltı suları depolamasına neden olan yoğun yağışlardan kısa dönemde ortaya çıkan besin kayıplarının sayısallaştırılmasına olanak tanır. Bu tür kayıplar, düşük yoğunluklu benzetilmiş günlük yağışlarla verilenlerle kıyaslanabilir (Kaufmann, 2014).

BÖLÜM III

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kaufmann vd. (2014), bir yapay yağış simülatörü tarafından üretilen yoğun yağış olaylarında ve doğal yağış esnasında oluşan yüzeysel akıştaki, azot ve fosforlu besinlerin taşınmasını simüle eden SWAP ve ANIMO modellerinin hacimsel drenaj lizimetresi üzerindeki performansını değerlendirmiştir. Yapay yağmurda yüzey suyu ile taşınan nitrat yükü 0,08 kg/ha ve 8,46 kg/ha arasındayken, fosfat yükü ise 0,002 kg/ha ve 0,504 kg/ha arasında değişmiştir.

Göncü ve Albek (2009), yoğun tarımsal faaliyetlerin sürdürüldüğü Seydi Suyu havzasının drenajını sağlayan Seydi Suyu'nda fosfor döngüsünü belirlemek amacıyla QUAL2EU (Belirsizlik Analizleri ile Geliştirilmiş Akarsu Su Kalitesi Modeli) ile modelleme yapmışlardır. İki yıl boyunca her ay düzenli örnek alınan iki ölçüm istasyonundan 1. istasyondaki ölçüm değerleri model girdisi olarak kullanılırken, 2. istasyondaki ölçüm değerleri modelin kalibrasyonunda kullanılmıştır. Elde edilen model sonuçları ile ölçüm sonuçlarının büyük ölçüde uyduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda bazı girdiler ve parametrelerin duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile temel olarak noktasal kaynakların modellenmesinde kullanılan QUAL2EU modelinin yayılı kaynakların da etkilerini hesaplamak için kullanılabileceğini göstermiştir.

Yontar (2009), Aras Havzası'nın Türkiye sınırları içerisinde yer alan bölümünde, mevcut yayılı kirletici kaynakların belirlenmesi, bu kaynaklardan oluşacak yüklerin tahmini ve geleceğe yönelik önerileri saptayarak havzada yayılı azot ve fosfor yüklerindeki tahmini azalmanın belirlenmesiyle ilgili bir çalışma yapmıştır. Yayılı azotun en çok hayvancılık sonucu oluşan doğal gübrelerden ve kırsal yüzeysel akıştan ve çayır, mera ve otlaklardan kaynaklanan yüklerden; yayılı fosfor yüklerinin ise %40'lık bir oranda tarımsal faaliyetlerde kullanılan ticari gübrelerden kaynaklandığı saptanmıştır. Önerilerin hayata geçirilmesi ile tahminler doğrultusunda 2028 yılına kadar N yükünde %16 ve P yükünde ise %24 oranında azalma olacağı öngörülmektedir.

Karaş'ın (2005) yaptığı bu çalışmada Sakarya havzasında yer alan, ülkemiz şartlarında uzun sayılabilecek sürede verileri elde edilen ve seri düzeyinde toprak etütleri yapılmış,

toprak, topoğrafya, iklim ve arazi kullanım özellikleri birbirinden farklı iki küçük su toplama havzasında SWAT ve USLE modellerinin sonuçları araştırılmıştır. Çalışmada Küçük Elmalı ve Güvenç havzalarının su ve sediman verimleri, dağınık parametrelili bir model olan SWAT kullanılarak tahmin edilmiştir. Havzadan akışla ve su erozyonu ile gelebilecek sedimente kaynaklık eden potansiyel toprak kayıplarının havzadaki konumu ve miktarı USLE modeli CBS ile entegre edilerek tahmin edilmiş ve sonuçta havzaların sürdürülebilir yönetimi için alınması gereken toprak koruma önlemlerinin sonuçlarının ve etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Erpul ve Çanga (2001), yapay yağış simülatörünün veri elde etmede sayısız kolaylık ve olanak sunduğunu, bu sayede erozyonun değişik yönleri hızlı bir şekilde araştırılabilineceğini ve yapay yağış simülatörünün erozyon, infiltrasyon, yüzey akışı ve sediman taşınımı üzerine veri toplama işlemini hızlandırdığını bildirmişlerdir.

Hollanda'da Molen ve Portielje (1999) tarafından yapılan bir araştırmada nehirlerle göllere taşınan besin (azot, fosfor) girdisinin önemli ölçüde azaltılması sonucu, fosfor yükündeki indirgenme %55, azot yükündeki indirgenme ise %20 olarak bulunmuştur. Bunun nedeni olarak, azot yükünün tarımsal faaliyetler gibi yayılı kaynaklardan köken alması ve evsel atık suların arıtılmasında azottan çok fosforun dikkate alınması gösterilmiştir.

Aslan vd. (1998), yaptıkları çalışmada, besin maddelerinin (azot ve fosfor) Aşağı Seyhan Havzası'nda bulunan drenaj kanallarındaki taşınımını matematiksel modelleme yöntemi ile incelemişlerdir. Yapılan incelemelerde parametrelerin drenaj şebekesindeki konsantrasyonlarının tahmini için, tüm dünyada yaygın olarak kullanılan QUAL2EU su kalitesi benzetim modeli kullanılmıştır. Sonuç olarak da Aşağı Seyhan Nehri'nin değişik kirlilik yükleri altındaki davranışını tahmin edebilen bir su kalitesi modeli kullanıma hazır hale getirilmiştir. Böylelikle, Aşağı Seyhan'da kirlilik ve su kalitesi parametreleri açısından meydana gelebilecek değişiklikler önceden tahmin edilebilecek ve gerekli önlemler zamanında alınabilecektir.

Burak vd. (1997) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'deki önemli bazı havzalarda belli başlı kirlilik parametreleri çerçevesinde su kaliteleri tartışılmıştır. Bu bağlamda, su kaynaklarının kirlenmesine yol açan kaynaklar gözden geçirilerek endüstriyel ve evsel

atık su yükleri ile tarımsal üretimde kullanılan gübrelerden kaynaklanan kirletici yükler verilmiştir. İncelenen Marmara, Meriç, Sakarya, Yeşilırmak, Kızılırmak, Seyhan, Gediz, Kuzey Ege ve Konya Kapalı havzalarında, tarımsal faaliyetlerde kullanılan kimyasallardan sulara taşınan azotun ve fosforun yarattığı kirlilik yükü değerlendirilmiştir.

Ekholmvd. (1997), zirai faaliyet çıktı sularıyla yüklenmiş sığ bir gölün (Pyhajarvi Gölü, Finlandiya) besin elementleri derişimlerine, iç ve dış kaynaklı yüklemenin etkilerini araştırmışlardır. Gölün girdi ve çıktılarına ilişkin 13 yıllık ölçüm değerleri kullanılarak uzun dönemli toplam fosfor ve toplam azot dengeleri hesaplanmıştır. Dış kaynaklı yükleme, kütle-denge modeli ile belirlenmiş; dış yükün %80'den fazlasının gölde alıkondduğu saptanmıştır. Kütle-denge modeli, dış kaynaklı yüklemenin kısmen göldeki ortalama yıllık besin elementi konsantrasyonu ile düzenlendiğini göstermiştir. Gölde tarımsal faaliyetler ve hayvansal üretimden kaynaklanan dış kaynaklı fosfor ve azot yükünün sırasıyla %55 ve %33 oranlarında bir paya sahip olduğu bulunmuştur.

Guerra (1994), İngiltere'de Sussex'de yapay yağış denemeleriyle toprak erozyonunda organik madde içeriğinin etkisini araştırmıştır. İngiltere'de Sussex'den alınan 30 toprak örneği yapay yağış simülatörü kullanılarak incelenmiştir. Erozyona uğramayan alanlardan alınan topraklarda, 50 mm/saat yağış intensitesi söz konusu olduğu zaman erozyon ve yüzey akışı oluşmamıştır. Bununla birlikte 70 mm/saat'te tüm örnekler erozyona uğramış ve yüzey akış oluşmuştur. 70 mm/saat yağış intensitesine maruz kalan erozyona uğramayan alandan alınan örneklerdeki organik madde içeriği ve pH'nın erozyon faktörlerinden her biriyle önemli derecede korelasyon gösterdiği halinde bulunmuştur. Organik madde içeriği, toprak kayıplarının toplam miktarıyla ve yıkanan miktarla negatif korelasyon halinde olduğu saptanmıştır.

Oenema (1991) tarafından yapılan bir çalışmada mineral kaynaklı gübrelemenin uygulandığı zirai faaliyetler ile yoğun çiftlik hayvanı barındıran çiftliklerden kaynaklanan hayvansal kökenli atıkların, yüzey akışları ile Kuzey Denizi'ne ulaşarak bu ekosistemin gittikçe kirlendiğini belirtmişlerdir. Kuzey Denizi'nin artan azot ve fosfor yüklerine maruz kalmasının, fitoplankton patlamalarına yol açtığı ve bu patlamalar sırasında balık ve kabuklu su ürünlerini öldürebilen toksinler bırakıldığından söz konusu azot ve fosfor yükünün azaltılması gerektiği bildirilmiştir.

Heatwarte vd. (1990), hafif otlatılan mera, ağır otlatılan mera, yapay mera, çim alan ve tanık parsellerden oluşan denemelerine 12,5 mm/saat'lik yapay yağışı 4 saat uygulamışlardır. Araştırmacılar uygulanan yağışın, ağır otlatılan merada %53'ü, yapay merada %23'ü, çim alanda %7'si, tanık parselde ise %21'inin yüzey akışa geçtiğini bildirmişlerdir.

Young vd. (1989), kırsal havzalarda yayılı kirlenmeyi analiz etmek ve potansiyel su kalitesi problemlerine çözüm üretmek amacıyla geliştirilen AGNPS modelini kullanmışlardır. Araştırmacılar, Minnessota'daki üçte biri orman ve üçte ikisi tarımsal kullanımlı Garvin Brook havzası ile South Dakota-Minnesota sınırındaki 5000 ha büyüklüğünde, su kalitesi problemlerinin yoğun şekilde yaşandığı, ötröfikasyon ve sedimentasyon problemlerinin gözlemlendiği, belediyenin septik sistemlerinin tehdidi altındaki Salmonson deresi havzasındaki sonuçlarını tartışmışlardır. Çalışmada AGNPS modeli ile sediman ve bitki besin maddesine katkısı olan alanlar ile kirlenme etkisi altındaki kritik alanlar belirlenerek yörede uygulanacak havza yönetimi uygulamaları için kirlenme problemlerini azaltacak tavsiyelerde bulunulmuştur.

Ohle (1965), şiddetli yağmurlardan sonraki araştırmasında, aynı bölgenin derelerindeki fosfat miktarını (15-18 $\mu\text{g/L}$) ve toplam fosfor miktarını da bunun iki katı olarak tespit etmiştir. Bu çalışmaların neticesinde gübrelemenin Kuzey Almanya'daki göl ve diğer suların kirlenmesinde önemli rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

Ohle'nin (1953), Ostholstein'de ki araştırmasına göre; az gübrelenen tarım arazisi drenaj sularının fosfatı 15-18 $\mu\text{g/L}$ ve toplam fosforu 30-60 $\mu\text{g/L}$ arasında içerdiğini; fazla gübre verilen sahalarda ise bu değerin fosfatta 200 $\mu\text{g/L}$ ve toplam fosforda 300 $\mu\text{g/L}$ değerine ulaştığını saptamıştır.

Ellison (1944), yağmur damlası faktörünün erozyon üzerine etkisi hakkında önemli araştırmalar yapmıştır. Ellison üzerine metal diskler yerleştirilen toprağa suni yağmur uygulamıştır. Sonuç olarak disklerin altında kalan kısımlar yerinde kalırken, disklerin dışında kalan kısımların taşındığını bulmuştur. Yüzey akışla taşınan materyalin %95 oranında silt ve kil ihtiva ettiğini tespit etmiştir.

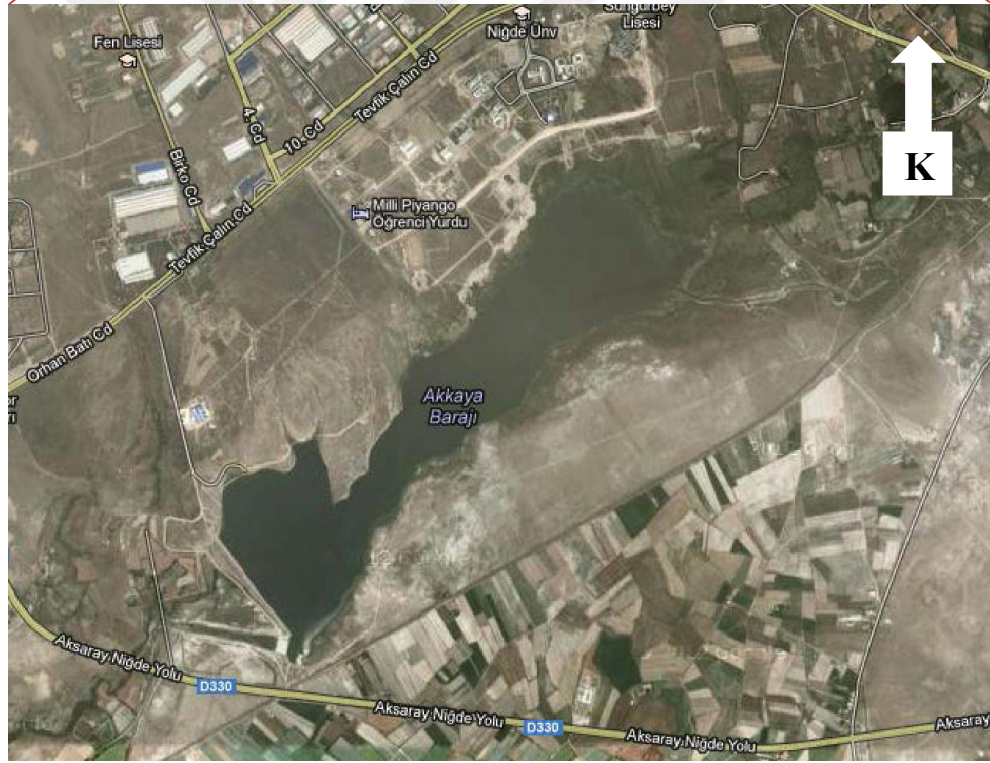
BÖLÜM IV

MATERYAL VE METOD

4.1 Materyal

4.1.1 Çalışma alanının tanımı

Niğde ili, İç Anadolu Bölgesinin Orta Kızılırmak Bölümü'nde yer alan orta büyüklükte bir ilimizdir. Kapadokya Bölgesi içerisinde yer alan Niğde'nin, güneyden Mersin, güneydoğudan Adana, doğudan Kayseri, kuzeyden Nevşehir, kuzeybatıdan Aksaray ve batıdan da Konya ile idari komşuluğu bulunmaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen Akkaya Barajı Havzası Niğde İli sınırları içerisinde bulunmaktadır (Bulut ve Ceylan, 2011). Niğde Akkaya Barajı Havzası 37°54'-38°06' kuzey enlemleri ile 34°31'-34°51' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havzanın alanı 496,498 km²'dir(Şekil 4.1). Havza içerisinde bulunan bazı önemli yerleşkeler Gümüşler, Ovacık, Kırkpınar, Güllüce, Yeşilburç, Hançerli, Koyunlu ve Fertek'tir. Alanda bulunan bazı tepeler Akpınar, Gökseki, Çalkama ve Künk Tepesi'dir. Alanda bulunan önemli dereler ise Kuru Dere, Ören, Cebiş, Yukarıöz ve Aşağıöz Deresi'dir (Şekil 2.1) (Bulut ve Ceylan, 2011).



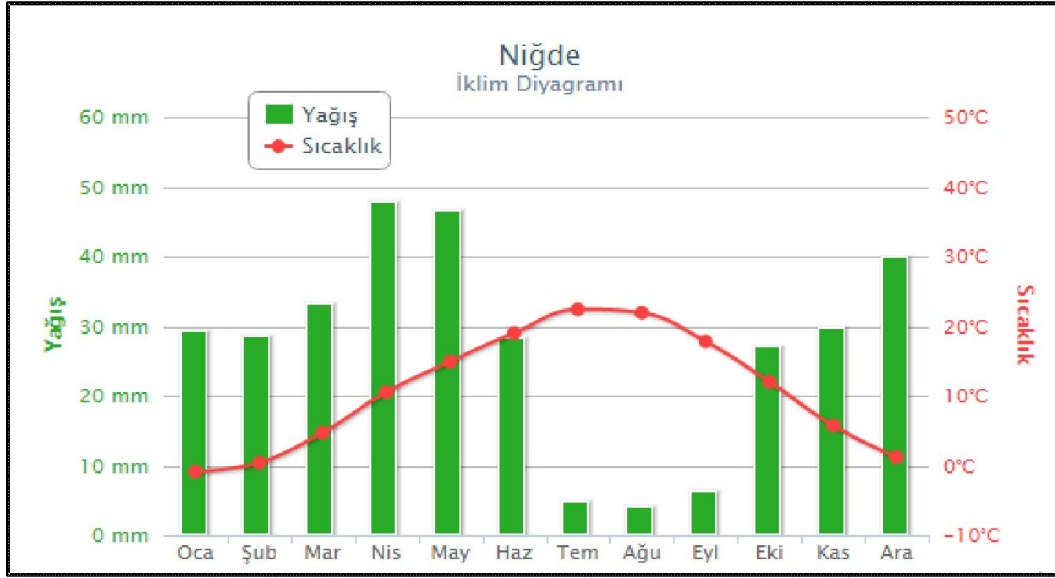
Şekil 4.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası



Fotoğraf 4.1. Çalışma alanından elma bahçesi (a) ve fasulye tarlası (b)

4.1.1.1 İklim karakteristikleri

Niğde’de karasal iklim görülür. Kara iklimi görülmesinin nedenleri ise; etrafının dağlarla çevrili olması, deniz seviyesinden 1208 m yükseklik göstermesi, denizin bunaltıcı etkilerini ve denizden gelen rüzgarları alamaması, kuzeyden gelen soğuk rüzgarlara açık olmasındandır. Bu durumda Niğde’nin genel iklim özelliği; yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Yağışlara kar halinde kışın, yağmur halinde ilkbaharda rastlanmaktadır. Niğde’de yağış ortalaması 330 mm’dir. Yağışın en fazla olduğu ay 78,5 mm ile Nisan, en az olduğu ay ise 0,2 mm ile Temmuz ayıdır (Şekil 4.2). Yağışların azlığı sebebiyle ormanlık bölge azdır. Ormanlar Toroslar bölgesinde, Hasan ve Melendiz dağlarının yüksek yamaçlarında bulunur. Niğde’ye ait iklim sınıflandırılması Şekil 4.3’te verildiği gibi Aydeniz’e göre kurak, Erinç’e göre step-yarı kurak, De Martonne’e göre step-yarı kurak, Thornthwaite’e göre ise yarı kurak, mezotermal, su fazlası olmayan veya çok az olan yaz buharlaşma oranı %56’dır (<http://www.nigde.gov.tr/iklimi-bitki-ortusu.html#.VU8icfntmko>, 09.05.2015).



Şekil 4.2. Niğde yağış ve sıcaklık çizelgesi (<http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx#sfU>, 10.05.2015)

Aydeniz İklim Sınıflandırması			
Kuraklık Katsayısı	1,46	İklim Tipi	Kurak
Eriñ İklim Sınıflandırması			
Yağış Etkinlik İndisi	19,06	İklim Tipi	Step-Yarı kurak
DeMartonne İklim Sınıflandırması			
Kuraklık İndisi	9,21	İklim Tipi	Step-Yarı kurak
Trewartha İklim Sınıflandırması (evrensel sıcaklık ölçeğine göre)			
Kış mevsimi iklim tipi	Kışları soğuk, (-0,90)	Yaz mevsimi iklim tipi	yazları ılık (22,40)
Thornthwaite İklim Sınıflandırması			
İklim Sınıfı	D,B'1,d,b'2	D: Yarı Kurak	B'1: Mezotermal
		d: Su fazlası olmayan veya pek az olan	b'2: Yaz buharlaşma oranı: % 56

Şekil 4.3. Niğde ili iklim sınıflandırılması (<http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx#sfU>, 10.05.2015)

4.1.1.2 Vejetasyon karakteristikleri

Araştırma alanında yapılan bir çalışmada 74 familya ve 262 cinse ait 405 takson belirlenmiştir. Çalışma alanında 1 takson *Pteridophyta* ve 404 takson *Spermatophyta* divisiosuna aittir. *Gymnospermae* alt divisiosuna ait 5 takson, *Angiospermae* alt divisiosuna ait 399 takson tespit edilmiştir. *Angiospermae* alt divisiosuna ait olan *Dicotyledones* sınıfından 341, *Monocotyledones* sınıfından 58 takson belirlenmiştir. Ayrıca 27 takson C5 Grid karesi için yeni kayıttır. Mevcut taksonlardan 33 tanesi

endemik olup endemizm oranı %8,1'dir. Taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımları şöyledir; İran-Turan elementi %21,0, Akdeniz elementi %6,4, Avrupa-Sibiryaya elementi % 6,2'dir (Başköse vd., 2012).

4.1.1.3 Jeolojik yapı

Niğde kent merkezi ve yakın dolayını oluşturan havzanın güneyinde metamorfik kayalar, kuzey ve batı volkanik kayalar gözlenmektedir. Havzanın doğu ve güney batı kesiminde ise çeşitli kalınlıkta genç alüvyonlar bulunmaktadır. Söz konusu havzada yayılım sunan kayalar yaşlıdan gence doğru aşağıda tanımlanmıştır. Havzanın güney kesimini oluşturan ve Niğde Masifi olarak da adlandırılan metamorfik kütle, Orta Anadolu metamorfik kütesinin GD ucunu oluşturur. Masifin metamorfik kayaları "Niğde Grubu" olarak adlandırılmıştır. Bu grubun içinde, tabandan tavana doğru; Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği metamorfikleri ayırt edilmiştir. Gümüşler metamorfiklerinin ana kaya birimini gnayslar oluşturur. Gnayslar içerisinde mermer, amfibolit, kuvarsit bant ve mercekleri gözlenir. Kaleboynu metamorfikleri gnays, mermer, kuvarsit ve amfibolit aralanmasından oluşur. Gümüşler metamorfikleri üzerine uyumlu olarak gelmiştir. Aşıgediği metamorfiği birimin alt düzeyleri kalın katmanlı mermerler, üst düzeylere doğru mermer içinde gnays, kuvarsit ve amfibolit bant ve mercekleri ile temsil edilmiştir. Kaleboynu metamorfikleri üzerine uyumlu olarak yer alır. Sineksizyayla Metagabrosu, metagabrolarda ngabroik pegmatite kadar değişim gösteren litolojilerden oluşurlar ve Niğde metamorfikleriyle beraber metamorfizmaya uğramış ve kıvrılmıştır (Göncüoğlu, 1981). Bütün bu birimleri kesen Üçkapılı Granodiyoriti Üçkapılı Köyü, Eynelli Köyü ve Gümüşler Köyü civarında yüzeylenir. Kayacın mineral bileşimi, kuvars, plajiyoklas, biyotit az oranda ortoklas ve muskovitten oluşmuştur (Atabey ve Ayhan, 1986).

Niğde Havzasının kuzey ve kuzeybatı kesimini Melediz grubu kayalarından aglomera, tuf ve andezitlerden oluşan volkanikler oluşturmaktadır. Aglomera ve tüfler, Niğde'nin batısında püsküren volkanik materyal nedeniyle yükselmeye başlayan Melendiz Dağından kuzeydoğu, doğu ve güneydoğu yönlerinde yuvarlanma, sellenme, lahar akıntıları ve akarsular vasıtasıyla, kil boyutundan çok büyük boyuttaki bloklara varan volkanik kökenli klastikler, yamaç aşağı çukurluk ve göllere doğru yelpaze ve yamaç çökelleri oluşturmuşlardır (Beekman, 1966). Aglomera ve tüfler andezitik lav

akıntılarının altında yer almaktadır. Andezitler, genellikle lav akıntıları halinde görülmektedir. Andezitlerde K/Ar yöntemine göre yapılan yaş tayinleri sonucunda $13,7\pm0,3$ ile $6,5\pm0,2$ m.y arası değerler elde edilmiştir (Batum, 1978).

4.1.1.4 Sosyo-ekonomik durum

Niğde ilinin ekonomisi tarıma dayanır. Faal nüfusun %70'i tarımla geçinir. Türkiye'de en çok elma bu ilde yetişir. Bunlara ilaveten baklagiller, ayçiçeği, patates, buğday, arpa, çavdar, fasulye, nohut, sarımsak ve şekerpancarı da yetişir. Sebzeçilik çok yaygın değildir. Fakat meyvecilikte ileri durumdadır. Bor, Merkez ilçe, Çamardı ve Kemerhisar'da geniş elma bahçeleri vardır.

Bağcılık da önemli yer tutar. İç Anadolu'da üzüm yetiştirmede en önde gelen illerdendir. Gübreleme, sulama, modern tarım araçlarının kullanılması ve ilaçlama hızla artmaktadır.

Hayvancılık: Küçükbaş hayvancılığı önemlidir.

Ormancılık: Niğde ilinde orman varlığı çok azdır. Orman ve fundalıklar il topraklarının %3'ünü kaplar. En çok rastlanan ağaç türü kayın, meşe, çam, dışbudak ve köknardır.

Madencilik: Niğde ili maden bakımından oldukça zengin sayılır. Başlıca maden rezervleri demir, çinko, kurşun, civa, volfram, bakır, kükürt, gümüş, altın, antimon, kaolin ve alçıtaşıdır.

Sanayi: Niğde ilinde sanayi 1980 senesinden sonra ve bilhassa son senelerde gelişmeye başlamıştır. Başlıca sanayi kuruluşları; çimento fabrikası, Bor şeker fabrikası, Un fabrikaları, peynir-tereyağ fabrikası, Niğde Meyve Suyu ve Gıda Sanayi A.Ş., beton direk fabrikası, biriket-tuğla fabrikaları, Ulukışla alçıtaşı işletmesi, otomobil yedek parça (rotbaşı, rotel ve rot çubuğu) imal eden fabrika ve Birko Halı Fabrikası.

Ulaşım: Niğde ili İç Anadolu ile Kuzey ve Batı Anadolu'yu güney ve doğuya bağlayan önemli demiryolu ve karayollarının kavşak noktasıdır. Ülkemizin dört yanı ile ulaşım

irtibatı vardır (<http://www.nitso.org.tr/index.php/tr/nigde-2/302-nigde-genel-bilgiler>, 15.03.2015).

Gübre Kullanımı: Ülkemizde kimyasal gübre tüketimi bitki besin maddesi olarak 1.970.634 ton olup, bunun %68'i azotlu, %27,7'si fosforlu ve %4,2'si potasyumlu gübrelerden oluşmaktadır. Bitki besin maddesi cinsinden birim alana gübre tüketimi dünya ortalaması 54 kg azot, 22 kg fosfor ve 15 kg potasyum olmak üzere toplam 90 kg/hektar'dır (Yılmaz, 2005).

4.2 Metod

Niğde ili sınırları içerisinde yer alan Akkaya Barajı Havzası'ndaki farklı arazi kullanımları altındaki arazilerde yürütülen bu çalışma; arazi çalışmaları, büro çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

4.2.1 Arazi metodları

Arazi uygulaması yapılmadan önce ön arazi etütleri yapılmış ve büroda tespit edilen potansiyel uygulama alanları arazide kontrol edilmiştir. Daha sonra yağış simülasyonunun uygulanacağı farklı arazi kullanımlarına ait (ağaçlandırma, tarım, mera, terkedilmiş alan vb.) alanlar belirlenmiştir. 2014 Ağustos ve 2015 Haziran ayı içerisinde yapay yağış uygulaması için parsellerin tesis edilmesi amacıyla fasulye, elma, yonca, patates yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarından, arazi kullanım şekli sazlık, mera ağaçlandırma (sedir, bademlik), mera (kekik) ve terk edilmiş arazi olan alanlar uygulama alanı olarak tespit edilmiştir. Araştırma için uygun alanlara, kalibrasyonu yapılmış yapay yağış simülatörü düzeneği kurularak ve arazi koşullarına göre yapay yağışın uygulanacağı 0,28 m²'lik parseller tesis edilmiştir (Fotoğraf4.2). Her uygulama alanındaki her bir arazi kullanım/örtüsü için 2 örnek alan seçilmiş (20x20 m) ve bu alanlar içerisinde tesis edilen 2 parsel üzerine yapay yağış uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yağış uygulamasında arazi tipi nozzle yağış simülatörü kullanılmıştır (Fotoğraf4.2). Her bir alana eşit şiddette ve zamanda yağış uygulanmıştır. Alanda doğal koşullarda kaydedilen 5-10 yıllık tekerrüre sahip doğal yağışa benzer şiddette yapay yağış 30 dk süre ile uygulanmıştır. Akış 5 dakikada bir ölçülmüştür. Parsellerde yağış sırasında meydana gelen yüzeysel akış suyu örnekleme şişelerinde

toplanarak laboratuara taşınmıştır. Arazi uygulamaları 2014 yılı Ağustos-2015 yılı Haziran ayları arasında kuru günlerde yapılmıştır. Toprak özellikleri; toprak kaybı ve yüzeysel akış oluşumu ile ilişkili olduğundan, deneme parsellerindeki toprakların özelliklerini belirlemek için her uygulama parselinden 0-10 cm derinlik kademesinden doğal yapısı bozulmuş ve bozulmamış (100 cm³'lük silindirlerle) toprak örnekleri alınmıştır. Toprak nemi ile ilgili ölçümler arazide yerinde yapılmıştır. Toprak nem koşullarında meydana gelebilecek değişimler dikkate alınarak aynı tekerrüre sahip arazi kullanım şekillerinde yapay yağış uygulamaları aynı gün yapılmaya çalışılmıştır. Arazide uygulama yapılan alanlardaki vejetasyon özellikleri de kaydedilmiştir.



Fotoğraf 4.2. Araştırmada kullanılan yağış simülatörü (a) ve (b)

4.2.2 Büro metodları

Büro çalışmalarına 2013 güz döneminden itibaren araştırma konusu ile ilgili literatür derlemeleriyle başlanmıştır. Yapılan gözlem ve deneylerden elde edilen bütün veriler bilgisayar ortamına aktarılarak, gerekli hesaplamalar yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 16.0 istatistik paket programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (P=0,05) Farklı ortalamaların karşılaştırılmasında ise Duncan testinden faydalanılmıştır (Zar, 1996).

4.2.3 Laboratuvar metodları

Araziden alınan suve toprak örnekleri laboratuara taşınmıştır. Toprak örnekleri hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve analize hazırlanmıştır.



Fotoğraf 4.3. Yapay yağış uygulaması sonrası toplanan yüzeysel akış örnekleri

Su ve toprak örnekleri kullanılarak laboratuvar çalışmalarıyla belirlenen özellikler ve kullanılan metodlar aşağıda verilmiştir.

4.2.3.1. Yüzeysel akış suyu örneklerinin analizinde kullanılan metodlar

4.2.3.1.1 pH

Yüzeysel akış suyu örnekleri analize tabi tutulmadan önce santrifüj cihazında santrifüj edilmiştir.

Yüzeysel akış sularının pH özelliği cam elektrotlu pH metre yardımıyla ölçülmüştür (Gülçur, 1974).

4.2.3.1.2 Elektriksel iletkenlik

Yüzeysel akış sularının elektriksel iletkenlikleri Hache-Lange multiparameter ölçüm cihazı ile ölçülmüştür(Gülçur, 1974; Eruz, 1979).

4.2.3.1.3 Nitrat (NO_3^-) tayini

Spektrofotometrik yöntem kullanılarak Hache-Lange DR 2800 cihazı ile ölçüm yapılmıştır. 1 mL su örneğinden alınıp LCK 339 kotlu kitin içine konulmuştur. Üzerine 0,2 mL A reaktifinden konulup çalkalanmıştır. 15 dk bekledikten sonra da DR 2800 spektrofotometrede ölçülmüştür (http://tr.hach.com/cmsportals/hach_tr/cms/documents/DOC032.94.20121.Apr14.pdf,30.03.2014).

4.2.3.1.4 Amonyum (NH_4^+) tayini

Spektrofotometrik yöntem kullanılarak Hache-Lange DR 2800 cihazı ile ölçüm yapılmıştır. 5 mL su örneğinden alınarak LCK 304 kotlu amonyum kitinin içerisine konulup kapağı ters çevrilerek takılıp çalkalanmıştır. 15 dk beklenip DR 2800 spektrofotometrede ölçülmüştür (http://tr.hach.com/cmsportals/hach_tr/cms/documents/DOC032.94.20121.Apr14.pdf,30.03.2014).

4.2.3.1.5 Ortofosfat (PO_4^{3-}) tayini

Spektrofotometrik yöntem kullanılarak Hache-Lange DR 2800 cihazı ile ölçüm yapılmıştır. Ortofosfat tayini için 2 mL su örneği alınıp LCK 349 kotlu kitin içine konulmuştur. Daha sonra 0,2 mL B reaktifinden konulup C kutusundaki kapak takılmıştır. Sonrasında kit çalkalanıp 10 dk. bekledikten sonra DR 2800 spektrofotometrede ölçülmüştür (http://tr.hach.com/cmsportals/hach_tr/cms/documents/DOC032.94.20121.Apr14.pdf,30.03.2014).

4.2.3.1.6 Toplam fosfor tayini

Spektrofotometrik yöntem kullanılarak Hache-Lange DR 2800 cihazı ile ölçüm yapılmıştır. Spektrofotometrik yöntem kullanılarak Hache-Lange DR 2800 cihazı ile

ölçüm yapılmıştır. 2 mL su örneği LCK 349 kotlu kitin içine konulup kapağı ters çevrilip takılmış ve yukarı aşağı şeklinde çalkalanmıştır. CR 3200 termo reaktörüne konulmuş ve 1 saat yakılmıştır. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra soğumaya bırakılmıştır. Soğuduktan sonra birkaç kez çalkalanmış ve 0,2 mL B reaktifinden konulmuştur. Daha sonra C kutusundaki kapak takılmış ve yine birkaç kez çalkalanmıştır. 10 dk bekledikten sonra DR 2800 spektrofotometrede ölçülmüştür (http://tr.hach.com/cmsportals/hach_tr/cms/documents/DOC032.94.20121.Apr14.pdf, 30.03.2014).

4.2.3.1.7 Toplam azot

TOC cihazı ile ölçülmüştür.

4.2.3.1.8 Toplam organik karbon tayini

TOC cihazı ile ölçülmüştür.

4.2.3.1.9 Potasyum tayini

ACME Laboratuvarı'nda (Kanada) ICMS cihazıyla ölçülmüştür.

4.2.3.1.10 Magnezyum tayini

ACME Laboratuvarı'nda (Kanada) ICMS cihazıyla ölçülmüştür.

4.2.3.1.11 Kalsiyum tayini

ACME Laboratuvarı'nda (Kanada) ICMS cihazıyla ölçülmüştür.

4.2.3.1.12 Sodyum tayini

ACME Laboratuvarı'nda (Kanada) ICMS cihazıyla ölçülmüştür.

4.2.3.2 Toprak özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan metodlar

4.2.3.2.1 Ateşte kayıp

2 mm'lik elekten geçirilen 10 gr toprak örneklerinin Proterm marka kül fırınında 700°C'de 3-4 saat bekletilmesiyle % olarak belirlenmesidir (Gülçur, 1974).

4.2.3.2.2 İnorganik madde

$$\text{İnorganik madde} = 100 - \text{Ateşte kayıp} \quad (4.1)$$

4.2.3.2.3 Maksimum su tutma kapasitesi

Maksimum su tutma kapasitesi ile toprak su ile doyurulduktan bir gün sonra serbest drenaj koşulları altında kalan su ifade edilmek istenmektedir ki bu da tarla kapasitesindeki nem kapsamına eşittir (<http://www.volkanderinbay.com/TARIMNET/tfizik.asp?konuno=6>, 10.03.2014).

Geçirgenliği belirlenen silindir örnekleri eğimli bir yüzeyde 10 dk serbest drenaja bırakılarak, tartılmıştır (Özyuvacı, 1976).

4.2.3.2.4 Agregat stabilitesi

Su içerisinde 1 mm'lik elekler yardımıyla bir süre toprak örneğinin elenmesi ve elekler üzerinde kalan agregat miktarının hesaplanarak, bunların suya dayanıklı agregat yüzdesi hesabı ile belirlenmesine dayanır. Agregat stabilite yüzdesi hesaplamasında Kemper'in agregat stabilitesi formülü kullanılmıştır (Demiralay, 1993).

$$\text{Suya dayanıklı agregat yüzdesi (\%)} = \text{FKT} - \text{A} / \text{FKT} - \text{B} \times 100 \quad (4.2)$$

FKT: Fırın kuru toprak

A: Elek üstünde kalan ıslak toprak tanelerinin miktarı

B: Elek üstünde kalan toprak taneleri miktarı

4.2.3.2.5 Tane yoğunluğu

Balon joje yöntemine göre belirlenmiştir (Blake 1965; Gülçur 1974; Brady, 1990).

4.2.3.2.6 Hacim ağırlığı

Doğal yapısı bozulmamış toprak örnekleri 105°C’de kurutularak fırın kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Fırın kuru ağırlığı/silindir hacmi ile de hacim ağırlıkları belirlenmiştir (Gülçur, 1974).

4.2.3.2.7 Boşluk hacmi

Boşluk hacmi, tane yoğunluğu ve hacim ağırlığı arasındaki ilişki kullanılarak hesaplanmıştır (Brady, 1990; Rowell, 1994; Kantarcı, 2000; Özhan, 2004).

$$\text{Boşluk hacmi} = \left(1 - \frac{\text{hacim ağırlığı}}{\text{tane yoğunluğu}}\right) \times 100 \quad (4.3)$$

4.2.3.3 Dispersiyon oranı

2 mm’lik elekten geçen toprak örnekleri beherlere konulur, üzeri tamamen kapanacak şekilde saf su ile ıslatılıp bir gece bekletilir. Sonra örnekler yıkanarak hidrometre silindirine aktarılıp saf su ile 1000 mL’ye tamamlanır. Hidrometre yöntemine göre %(toz+kil) belirlenir. Sonuç olarak %kil, toz içerikleri belirlenir (Balcı,1996).

4.2.3.4 Organik madde

Walkley-black ıslak yakma yöntemine göre 0,2 mm elekten geçirilmiş 0,5 gr toprak kullanılarak belirlenmiştir (Gülçur, 1974; Kaçar, 1995).

4.2.3.5 Hidrolik geçirgenlik (Permeabilite)

Dancy yasasına göre belirlenmiştir. Belirli bir çaptaki veya kesit alanındaki ve belirli kalınlıktaki bir topraktan belirli bir zamanda geçen suyun miktarı o toprağın

permeabilite değerini vermektedir. Hidrolik eğim ve su seviyesi diğer bir deyiğle hidrolik yük sabit durumda tutulur. Belirli hidrolik yük altında topraktan sızan su miktarı belirli sreler içinde ölçülür. Darcy eğitliği kullanılarak toprak örneğinin geçirgenliği veya permeabilitesi hesaplanır (<http://docplayer.biz.tr/15826959-Ders-notlari-3-gecirimlilik-permeabilite.html>, 01.04.2014).



BÖLÜM V

BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 Uygulama Parsellerinin Genel Toprak Özellikleri

Uygulamanın yapıldığı alanlara ilişkin toprak özellikleri Çizelge 5.1’de görülmektedir. Çizelge 5.1 incelendiğinde pH değerlerinin en düşük (7,53) elma yetiştirilen alan topraklarında, en yüksek (8,27) terk edilmiş alanda olduğu görülmektedir. Elektriksel iletkenlik en düşük (168,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sazlık alanda, en yüksek (466 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ise mera topraklarında gözlenmiştir. Ateşte kayıp değerleri en düşük (%3,5) elma yetiştirilen alan en yüksek (%31,19) bademlik alan topraklarındadır. Araştırma alanından alınan toprak özelliklerine bakıldığında inorganik madde en düşük (%68,80) bademlik alanda görülürken en yüksek (%96,51) elmalık alandaki topraklarda olduğu gözlenmiştir. Organik madde ise en düşük (%1,15) patates yetiştirilen alanda, en yüksek ise (%5,31) mera topraklarındadır. Maksimum su tutma kapasitesi en düşük (%4,5) terk edilmiş alan topraklarında, en yüksek (%13,51) sazlık alan topraklarındadır. Boşluk hacmi en düşük (%31,43) kekiklik alandaki topraklarda gözlenmişken, en yüksek (%58,52) ise mera topraklarındadır. Hacim ağırlığı en düşük (0,95 g/cm^3) mera topraklarında, en yüksek (1,61 g/cm^3) kekiklik alandaki topraklarda gözlenmiştir. Hidrolik geçirgenlik en düşük (0,32 cm/s) yoncalık alan topraklarında, en yüksek (6,5 cm/s) elmalık alan topraklarında gözlenmiştir. Tane yoğunluğu en yüksek (2,73 g/cm^3) sedir ağaçlandırmasının olduğu topraklarda, en düşük (2,18 g/cm^3) kekiklik alandaki topraklarda gözlenmiştir. Agregat stabilitesi en düşük (%9,85) terk edilmiş alan topraklarında, en yüksek (%53,51) mera topraklarında; dispersiyon oranı ise en düşük (%36,4) merada topraklarında, en yüksek (%87,95) terk edilmiş alan topraklarındadır. Kum miktarı en düşük (%72,07) mera topraklarında, en yüksek (%87,65) yoncalık alan topraklarında; kil miktarı en düşük (%6,29) fasulye yetiştirilen alanda, en yüksek (%13,8) terk edilmiş alan topraklarındadır; silt miktarı en düşük (%4,05) yoncalık alan topraklarında; en yüksek (%20,02) mera topraklarında gözlenmiştir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Uygulamanın yapıldığı alanlara ilişkin toprak özellikleri

Toprak Özellikleri	Elmalık	Fasulyelik	Patates yetiştirilen alan	Terkedilmiş alan	Mera	Yoncalık	Kekiklik	Bademlik	Sedir	Sazlık
pH(1:5 H ₂ O)	7,53	8,15	7,88	8,27	8,2	8,08	7,78	7,7	7,68	7,72
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	199,2	218	176,55	325	466	215	201,4	173,35	183,9	168,8
Ateşte Kayıp (%)	3,5	4,44	5,15	6,43	13,51	4,31	30,33	31,19	29,17	26,94
İnorganik Madde (%)	96,51	95,96	94,86	93,58	86,49	95,69	69,66	68,80	70,83	73,06
Organik Madde (%)	1,47	1,92	1,15	1,34	5,31	1,79	1,42	1,54	2,43	1,9
Max. Su Tutma Kapasitesi (%)	8,15	9,56	7,59	4,5	11,13	7,21	12,06	13,24	11,97	13,51
Boşluk Hacmi (%)	43,3	48,55	32,02	34,45	58,52	33,7	31,43	35,26	40,33	46,69
Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	1,32	1,25	1,60	1,45	0,95	1,49	1,61	1,52	1,60	1,45
Tane Yoğunluğu (g/cm ³)	2,36	2,38	2,33	2,21	2,55	2,24	2,18	2,33	2,73	2,72
Agregat Stabilitesi (%)	29,42	23,51	29,02	9,85	53,51	21,86	51,35	44,82	18,33	21,23
Dispersiyon Oranı (%)	69,9	59,63	70,32	87,95	36,4	67,98	58,29	62,68	65,66	66,41
Kum (%)	83,59	85,62	85,88	80,13	72,07	87,65	73,67	73,17	75,17	73,17
Kil (%)	8,06	6,29	8,81	13,8	7,95	8,3	9,01	7,01	8,01	8,01
Silt (%)	8,36	8,09	5,31	6,05	20,02	4,05	17,32	19,82	16,82	18,82
Hidrolik Geçirgenlik (cm/s)	6,5	2,48	1,41	0,62	3,96	0,32	-	-	-	-

Uygulamanın yapıldığı alanlara ilişkin genel mevki ve vejetasyon özellikleri Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Uygulamanın yapıldığı alanlara ilişkin genel mevki ve vejetasyon özellikleri

Plotlar	Baki	Eğim %	Vejetasyon	Yaprak tabakası cm	Vh cm.	Pc %	Ana kaya	Taahılık %
Sedir	Güneybatı	15-20	Sedir	1	100cm	95	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	70
Bademlik	Güneybatı	10-15	Badem	0	80	45	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	60
Kekiklik	Güneybatı	10-15	Kekik	0	1 cm	70	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	60
Sazlık	Güney batı	5-10	Saz	0	60 cm	80	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	70
Fasulye	Güneybatı	15-20	Fasulye	0	20 cm	70	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	25-30
Elmalıık	Güneybatı	10-15	Yok	0	0	0	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	10-15
Terkedilmiş Alan	Güneybatı	10-15	Diken	0	25 cm	40	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	20-25
Yoncalık	Güney batı	5-10	Yonca	0,1	75 cm.	85	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	50
Patates	Güney batı	10-15	Patates	0	40-45	65	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	20-25
Mera	Güney batı	0	Ayrık otu	0	3 cm.	90	Ayırtlanmamış tüf+Alüvyon	10-15

Vh: Vejetasyon yüksekliği

Pc: Bitki ile kaplı alan

5.2 Uygulama Parsellerinde Yüzeysel Akış Suyuna İlişkin Bulgular

Bu bölümde uygulama parsellerinde ölçülen yüzeysel akış suyunun pH, elektriksel iletkenlik gibi özellikleri ile nitrat (NO_3^-), amonyum (NH_4^+), toplam fosfor, ortofosfat (PO_4^{3-}), toplam organik karbon, toplam azot, potasyum, magnezyum, kalsiyum ve sodyum, özelliklerinin farklı arazi kullanım/örtüsüne göre değışimleri irdelenmiştir.

Yağış simülasyonu uygulanan parsellerden oluşan yüzeysel akış suyunda saptanan besin maddelerine ilişkin değerler Çizelge5.3’te sunulmuştur. Çizelge 5.3’te de görüldüğü gibi araştırma alanı üzerinde uygulama yapılan parsellerdeki pH değerlerinin 7,83-8,16arasında değıştiğı saptanmıştır. Yüzeysel akış suları genel olarak değerlendirildiğinde ortalama pH açısından zayıf alkali bir özelliğe sahip olduğı gözlenmiştir. Yüzeysel akış suyunun ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin 380,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 761 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değıştiğı gözlenmiştir. Yüzeysel akış suyunun ortalama nitrat değerleri 0,065 mg/L ile 1,88 mg/L arasındayken, amonyum değerleri 0,006 mg/L ile 0,347 mg/L arasında değıştiğı bulunmuştur. Yüzeysel akış suyunun ortalama toplam fosfor değerlerinin 0,07 mg/L ile 0,55 mg/L arasında değışirken, ortofosfat değerlerinin ise 0,05 mg/L ile 0,197 mg/L arasında değıştiğı gözlenmiştir. Yüzeysel akış suyundaki ortalama potasyum değerlerinin 2,01 mg/L ile 11,74 mg/L arasında değıştiğı, magnezyum değerlerinin 0,29 mg/L ile 4,14 mg/L arasında değıştiğı, kalsiyum

değerlerinin 49,98 mg/L ile 70,45 mg/L arasında değiştiği ve sodyum değerlerinin 19,92 mg/L ile 25,78 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır. Uygulama parsellerinden oluşan yüzeysel akış suyunun ortalama toplam organik karbon değerleri 1,11 mg/L ile 4,15 mg/L arasında değişirken, toplam azot değerleri ise 0,06 mg/L ile 2,77 mg/L arasında değişim göstermektedir (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3. Uygulama parsellerinden oluşan yüzeysel akış suyunun bazı özelliklerine ilişkin ortalama, minimum ve maksimum değerler

Parametre	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
pH (1:5 H ₂ O)	7,99	7,83	8,16	0,24
Elektriksel İletkenlik (dS/m)	528,77	380,5	761	130,70
Nitrat (mg/L)	0,61	0,07	1,88	0,53
Amonyum (mg/L)	0,08	0,006	0,35	0,09
Toplam Fosfor (mg/L)	0,25	0,07	0,55	0,15
Ortofosfat (mg/L)	0,16	0,05	0,20	0,15
Potasyum (mg/L)	5,35	2,01	11,74	3,46
Magnezyum (mg/L)	3,23	0,29	7,11	2,30
Kalsiyum (mg/L)	62,87	49,98	70,45	7,44
Sodyum (mg/L)	22,59	19,92	25,78	2,26
Toplam Organik Karbon (mg/L)	2,64	1,11	4,15	0,94
Toplam Azot (mg/L)	1,37	0,06	2,77	1,12

5.2.1 pH

Farklı ürünler yetiştirilen tarım alanları ile diğer arazi kullanımlarının bulunduğu uygulama parsellerinde yağış simülasyonu sonucu oluşan yüzeysel akış suyunun pH'ına ilişkin ortalama değerler Şekil 5.1'de sunulmuştur. Şekil 5.1 incelendiğinde, kekiklik alanında oluşan yüzeysel akış suyunun pH'ının en düşük (7,83) ve zayıf alkali olduğu, terk edilmiş alandan elde edilen yüzeysel akış suyunun pH'sının en yüksek (8,16) ve orta derecede alkali olduğu görülmektedir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, yüzeysel akış suyunun pH özelliği istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmemektedir ($P>0,05$) (Çizelge 5.4).

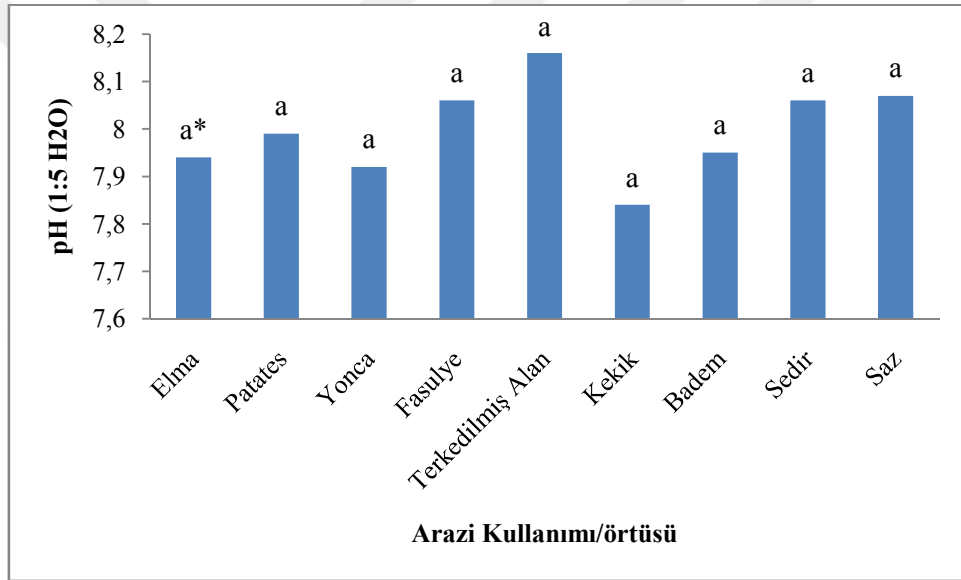
Çizelge 5.4. Yüzeysel akış suyundaki pH içeriğine ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	0,158	0,02	0,761	0,643
Grup İçi	0,284	0,026		
Toplam	0,442			

* P>0,05 ise ortalamalar arasında fark yoktur

P<0,05 ise ortalamalar arasında fark vardır

Ökten (2005), toprak nem ve kil kapsamının yüzey akış ve erozyon üzerine etkisini yapay yağış simülatörü kullanarak araştırmıştır. Bu araştırma sonucuna göre pH değerini ortalama olarak 7,93 olarak ölçmüştür. Bu ölçüme göre araştırma topraklarının zayıf alkalen toprak özelliğine sahip olduğunu saptamıştır.



*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.1. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki pH özelliğinin arazi kullanımı/örtüsü göre değişimi

5.2.2 Elektriksel iletkenlik (E.İ)

Elektriksel iletkenlik suyun tuzluluğu hakkında bilgi vermektedir. 25°C’de 4 dS/m (4000 µS/cm) ve üzeri iletkenlikteki su, tuzlu kabul edilmektedir (<http://www.orfeteknik.com.tr/orta-kutuphane3.htm>, 15.05.2015).

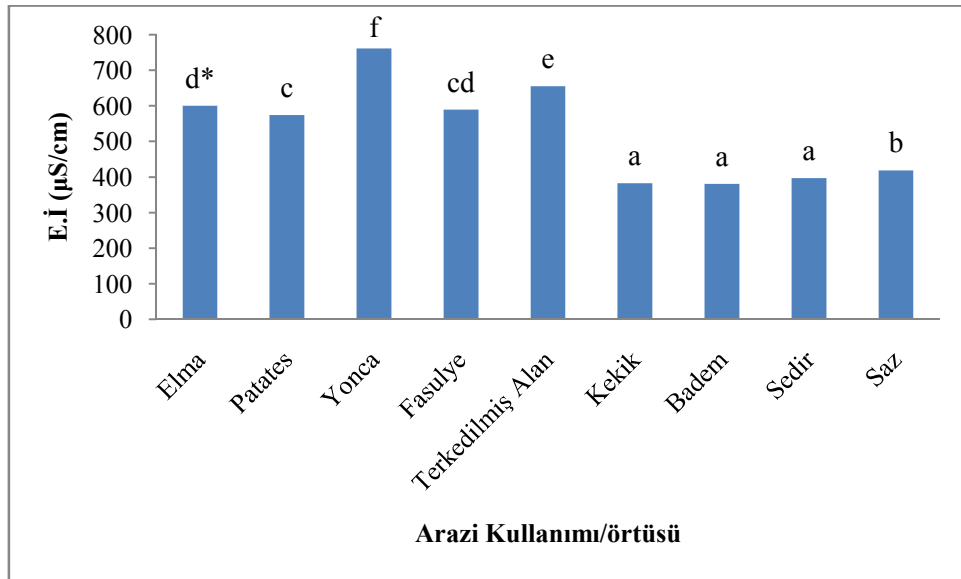
Uygulama parsellerinden oluşan yüzeysel akış suyu ortalama elektriksel iletkenlik açısından değerlendirildiğinde tuzluluk problemi olmadığı gözlenmiştir. Arazi

kullanımı/örtüsü göre ise yüzeysel akış suyunun elektriksel iletkenlik değerlerinin en düşük bademlik alanda (380,5 dS/m), en yüksek (761 dS/m) ise yoncalık alanda olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.2). İstatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre yüzeysel akış suyunun elektriksel iletkenlik özelliği arazi kullanım/örtüsüne göre istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 5.5). Kekiklik, bademlik, sedir yetiştirilen alanlardaki yüzeysel akış suyunun ortalama elektriksel iletkenlik değerleri kendi aralarında istatistiksel olarak benzerlik gösterirken, diğer kullanım şekli altındaki alanların yüzeysel akış suyunun elektriksel iletkenlik değerlerinden farklı bulunmuştur. Yine fasulye yetiştirilen alanda oluşan yüzeysel akış suyunun E.İ. değerleri elmalık ve patates yetiştirilen alanın E.İ. değerleri ile benzer, diğer kullanım şekillerinin E.İ. değerleri ile farklıdır. Yoncalık alandaki yüzeysel akış suyunun E.İ. değerleri, diğer arazi kullanım/örtüsünden oluşan yüzeysel akış suyunun değerlerinden yüksek ve istatistiksel olarak farklıdır (Şekil 5.2).

Çizelge 5.5. Yüzeysel akış suyundaki elektriksel iletkenlik içeriğine ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	316759,2	39594,9	434,349	0
Grup İçi	1002,75	91,159		
Toplam	317761,95			

* $P>0,05$ ise ortalamalar arasında fark yoktur
 $P<0,05$ ise ortalamalar arasında fark vardır



* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.2. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki elektriksel iletkenlik özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Ökten (2005), toprak nem ve kil kapsamının yüzey akış ve erozyon üzerine etkisini yapay yağış simülatörü kullanarak araştırmıştır. Bu araştırma sonucuna göre elektriksel iletkenlik değerini ortalama olarak 0,70 mhos/cm olarak ölçmüştür.

5.2.3 Nitrat (NO_3^-)

Nitrat, protein sentezi için temel yapıtaşı olarak kullanılmaktadır fakat fazla kullanıldığında kirlilik meydana getirmektedir. 50 mg/L'den fazla nitrat içeren sular kirli kabul etmektedir (Adalı, 2014).

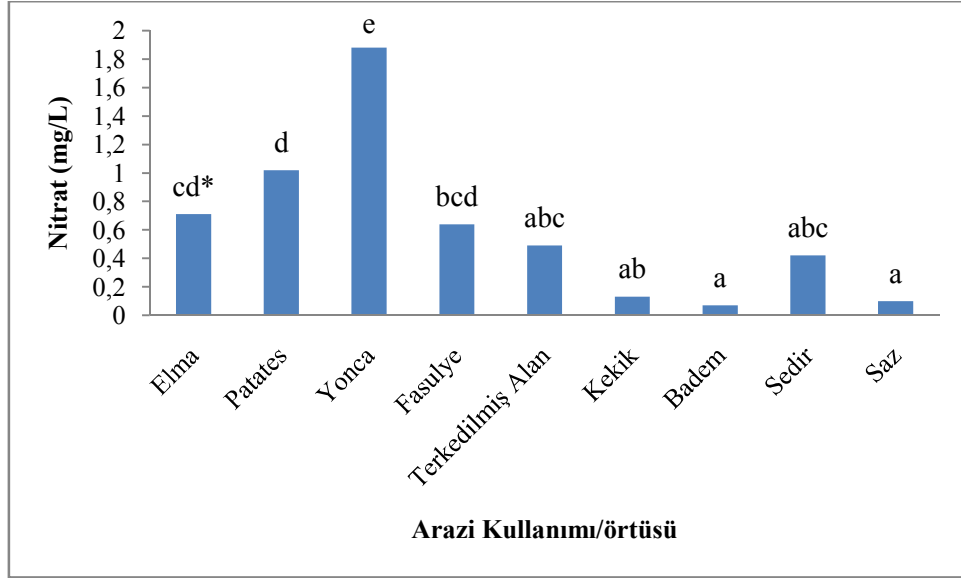
Arazi kullanım/örtüsüne göre nitrat değerlerinin en düşük (0,07 mg/L) bademlikte, en yüksek (1,88 mg/L) ise yoncalık alanında oluşan yüzeysel akış örneklerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 5.3). Yüzeysel akış suyunun nitrat konsantrasyonu arazi kullanımı/örtüsündeki değişimden istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilenmektedir ($P < 0,05$) (Çizelge 5.6). Elmalık, patates yetiştirilen alan, yoncalık ve badem yetiştirilen alanlardaki yüzeysel akış suyunun nitrat değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Badem, saz, kekiklik, terkedilmiş alan ve sedir alanlardaki yüzeysel akış suyunun ortalama nitrat değerleri kendi aralarında istatistiksel olarak benzer özellik göstermektedir. Yine elmalık, fasulyelik, sedir, terkedilmiş alanlardan oluşan yüzeysel akış suyunun nitrat değerlerinin istatistiksel olarak benzer olduğu saptanmıştır (Şekil 5.3).

Çizelge 5.6. Yüzeysel akış suyundaki nitrat içeriğine ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	5,283	0,66	13,117	0
Grup İçi	0,554	0,05		
Toplam	5,837			

* $P > 0,05$ ise ortalamalar arasında fark yoktur

$P < 0,05$ ise ortalamalar arasında fark vardır



*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.3. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki nitrat özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Arazi kullanımı/örtüsüne göre yüzeysel akış suyundaki nitratın kg/ha.yıl bazındaki değişimi Çizelge 5.7’de verilmiştir. Yüzeysel akış suyundaki nitrat değerlerinin en düşük (159,43 kg/ha.yıl) badem ve en yüksek (4611,26 kg/ha.yıl) yonca yetiştirilen alanda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.7). Tarımsal ürün yetiştirilen alanlarda nitratın yüksek çıkmasının bu alanlarda nitratlı gübre kullanımı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yoncalık alanda en yüksek çıkmasının nedeni ise, baklagil bitkilerinin toprağı azotça zenginleştirmesinden dolayı toprakta fazla miktarda azot bulunması ile açıklanabilir. En yüksek taşınımından küçüğe doğru nitrat taşınımı yoncalık>patates yetiştirilen alan>elmalık>fasulyelik>terkedilmiş alan>sedir>kekiklik>sazlık>bademlik.

Çizelge 5.7. Uygulama parsellerinden oluşan yüzeysel akış suyunun bazı özelliklerinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi (kg/ha.yıl)

Plotlar	Nitrat	Amonyum	Toplam Fosfor	Ortofosfat	Toplam Organik Karbon	Toplam Azot	Potasyum	Magnezyum	Kalsiyum	Sodyum
Elma	1716,96	144,72	1366,21	1349,04	6335,58	3161,66	10025,82	6518,32	167182,85	63233,18
Fasulye	1545,26	206,04	159,43	134,9	5204,84	6791,8	7186,7	4782,96	145426,5	59627,57
Patates	2477,33	14,72	1066,97	355,66	6610,3	7853,87	4930,13	699,05	122578,7	13892,05
Terkedilmiş arazi	1177,34	46,6	416,98	483,2	5322,58	3433,92	28783,61	10142,33	162976,3	49804,1
Yonca	4611,26	851,12	245,28	156,98	-	-	14630,95	17439,41	172787,50	55568,19
Kekik	613,2	218,3	360,56	179,05	10187,71	1449,6	-	-	-	-
Badem	159,43	299,24	491,79	280,85	2729,97	551,5	-	-	-	-
Sedir	1017,91	171,7	632,82	425,56	8991,96	1455,74	-	-	-	-
Saz	245,28	88,3	799,61	299,24	-	-	-	-	-	-

Kaufman vd. (2014), mısır ekili olan bir tarım arazisinde toprağın farklı katmanlarında (0-5 cm, 5-10 cm, 15-20 cm, 30-35 cm, 45-50 cm, 65-70 cm) yaptıkları bir çalışmada yapay yağış simülatörü kullanarak yüzey suyu ile taşınan nitrat yükünü 0,08 ve 8,46 kg/ha arasında değiştiğini saptamıştır.

Elrashidi vd. 2005 yılında Amerika’da nadas, ekili alan ve otlak (çayır) olmak üzere 3 farklı arazi örtüsünde yüzey suyunda nitrat kaybını araştırmıştır. Yapılan bu araştırmada nitrat kaybının en fazla (2,91 kg/ha.yıl) çayır alanda olduğu belirlenmiştir.

Liu vd.(2014) yapay yağış simülatörü ile yaptığı bir çalışmada nitrat değerini en az 1,53 mg/L (3752,78 kg/ha.yıl), en fazla ise 5,14 mg/L (12607,39 kg/ha.yıl) saptamıştır.

5.2.4 Amonyum (NH_4^+)

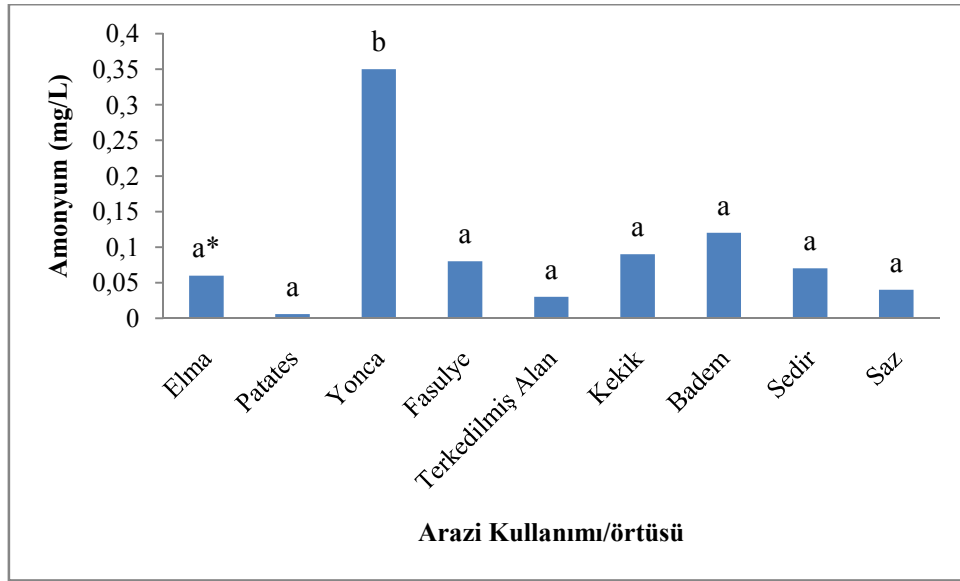
Arazi kullanımı/örtüsüne göre yüzeysel akış suyunda ölçülen amonyum değerlerinin en düşük patates yetiştirilen alanda (0,006 mg/L), en yüksek ise yoncalıkta 0,35 mg/L olduğu saptanmıştır (Şekil 5.4).Yüzeysel akış suyunun amonyum içeriği arazi kullanımı/örtüsüne göre istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 5.8). Elmalık, patates, fasulye, terkedilmiş alan, kekik, badem, sedir ve saz yetiştirilen alanlardaki suların ortalama amonyum değerleri kendi aralarında istatistiksel olarak benzer özellik gösterirken, yonca yetiştirilen alanlardaki yüzeysel akış suyunun ortalama amonyum değeri diğer bütün arazi kullanım şekillerinden yüksek ve istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur (Şekil5.4).

Çizelge 5.8. Yüzeysel akış suyundaki amonyum konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	0,166	0,021	5,476	0,006
Grup İçi	0,042	0,004		
Toplam	0,208			

* $P>0,05$ ise ortalamalar arasında fark yoktur

$P<0,05$ ise ortalamalar arasında fark vardır



*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.4. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki amonyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Arazi kullanımlarına göre amonyum değerlerinin kg/ha.yıl bazındaki değerleri Çizelge 5.7’de verilmiştir. Yüzeysel akış suyundaki amonyum değerlerinin en düşük (14,72kg/ha.yıl) patates yetiştirilen alanda, en yüksek (851,12 kg/ha.yıl) yonca yetiştirilen alanda olduğu tespit edilmiştir. En yüksek taşınımdan küçüğe doğru amonyum taşınımı yonca>bademlik>kekiklik>fasulye>sedir>elmalık>sazlık>terkedilmiş alan>patates.

Yoncalık alandaki amonyum değerinin yüksek çıkması baklagil bitkilerinin toprağı azotça zenginleştirmesi olarak açıklanabilir.

Liu vd. (2014) yapay yağış simülatörü ile yaptığı bir çalışmada amonyum değerini en az 0,01 mg/L (24,53kg/ha.yıl), en fazla ise 4,15 mg/L (10179,12kg/ha.yıl) saptamıştır.

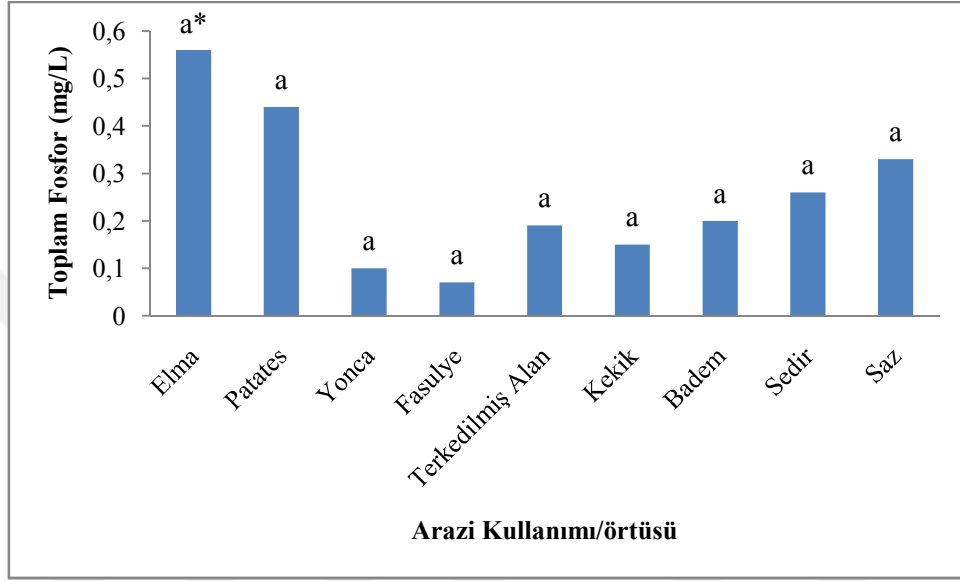
5.2.5 Toplam fosfor

Arazi kullanımı/örtüsüne göre yüzeysel akış suyunun toplam fosfor değerlerinin en düşük fasulye yetiştirilen alanda (0,07 mg/L), en yüksek ise elmalık alanda (0,55 mg/L) olduğu bulunmuştur (Şekil 5.5). Yüzeysel akış suyunun toplam fosfor konsantrasyonu istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmemektedir (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.9. Yüzeysel akış suyundaki toplam fosfor konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	0,583	0,073	1,241	0,361
Grup İçi	0,645	0,059		
Toplam	1,228			

* P>0,05 ise ortalamalar arasında fark yoktur
P<0,05 ise ortalamalar arasında fark vardır



*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.5. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki toplam fosfor özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Arazi kullanımı/örtüsüne göre toplam fosfor değerlerinin kg/ha.yıl bazındaki değişimler Çizelge 5.7’de verilmiştir. Yüzeysel akış suyundaki toplam fosfor değerlerinin en düşük (159,43kg/ha.yıl) fasulye yetiştirilen alanda, en yüksek (1366,21 kg/ha.yıl) elma yetiştirilen alanda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.7). En yüksek taşınımından küçüğe doğru toplam fosfor taşınımı elmalık>patates>sazlık>sedir>bademlik>terkedilmiş alan>kekiklik>yonca>fasulye.

Liu vd. (2014), yapay yağış simülatörü ile yaptığı bir çalışmada toplam fosfor değerini en az 0,18 mg/L (441,50kg/ha.yıl) en fazla ise 1,25 mg/L (3066 kg/ha.yıl) saptamıştır.

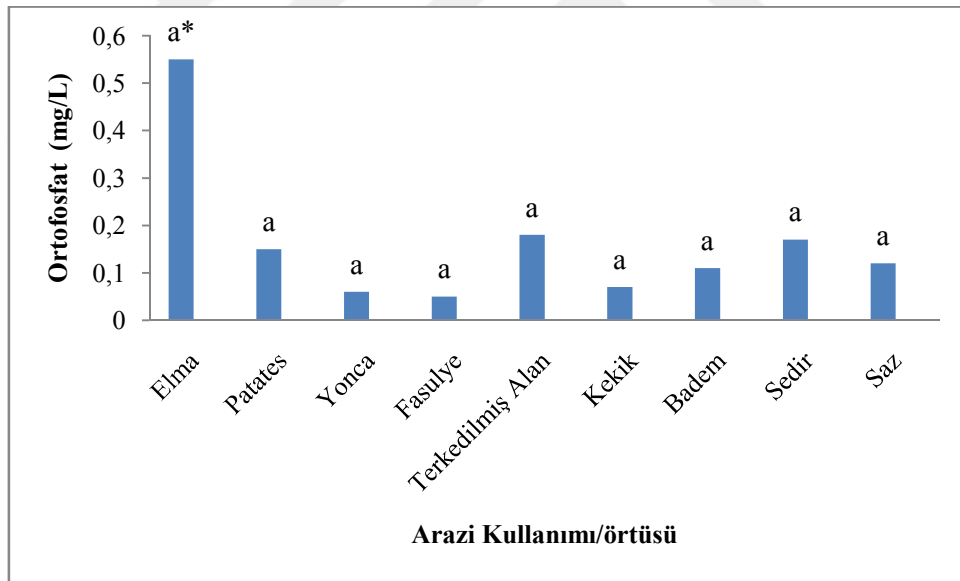
5.2.6 Ortofosfat

Arazi kullanımı/örtüsüne göre ise ortofosfat değerlerinin en düşük (0,05 mg/L) fasulye yetiştirilen alanda oluşan yüzeysel akış suyunda, en yüksek (0,20 mg/L) ise elmalık alanda olduğu saptanmıştır (Şekil 5.6). Yüzeysel akış suyunun ortofosfat konsantrasyonu istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmemektedir ($P>0,05$) (Çizelge 5.10). Araştırma alanındaki tüm ürün desenlerinin istatistiksel açıdan benzer özellik gösterdiği gözlenmiştir.

Çizelge 5.10. Yüzeysel akış suyundaki ortofosfat konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	0,628	0,078	1,469	0,271
Grup İçi	0,588	0,053		
Toplam	1,216			

* $P>0,05$ ise ortalamalar arasında fark yoktur
 $P<0,05$ ise ortalamalar arasında fark vardır



*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.6. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki ortofosfat özelliğinin arazi kullanımı/örtüsü göre değişimi

Arazi kullanımı/örtüsüne göre ortofosfat değerlerinin kg/ha.yıl bazındaki değişimi Çizelge 5.7’de verilmiştir. Yüzeysel akış suyundaki ortofosfat değerlerinin en düşük (134.9kg/ha.yıl) fasulye yetiştirilen alanda, en yüksek (1349,04kg/ha.yıl) elma yetiştirilen alanda olduğu tespit edilmiştir. Elmalık alanda yüksek çıkmasının nedeninin

kullanılan fosforlu gübreler olduğu düşünülmektedir. En yüksek taşınımından küçüğe doğru ortofosfat taşınımı elmalık>terkedilmiş alan>sedir>patates>saçlık>bademlik>kekiklik>yonca>fasulye.

Liu vd. (2014) yapay yağış simülatörü ile yaptığı bir çalışmada fosfat değerini en az 0,11 mg/L (269,81kg/ha.yıl) en fazla ise 1,12 mg/L (2747,14kg/ha.yıl) saptamıştır.

5.2.7 Toplam organik karbon (TOC)

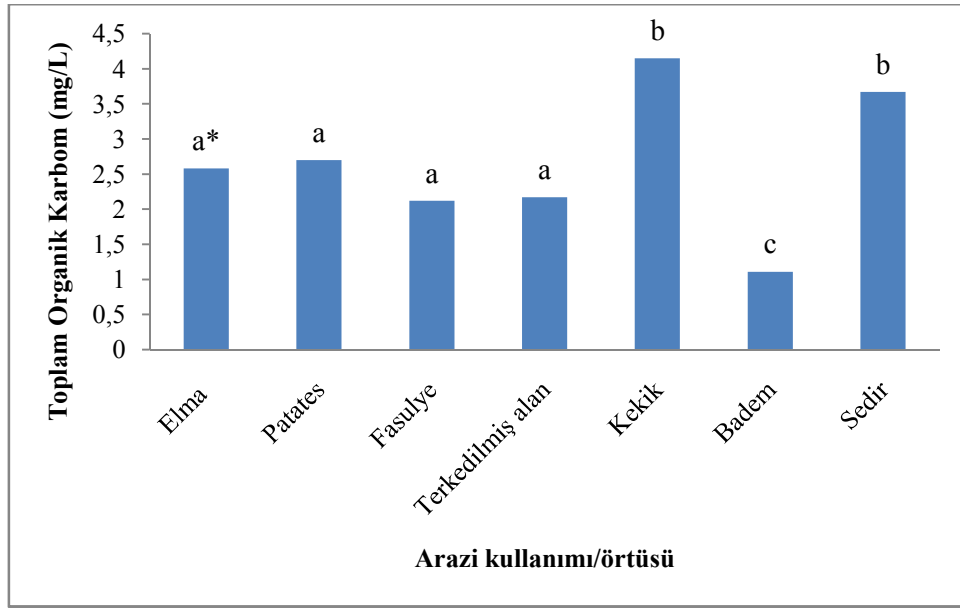
Arazi kullanımı/örtüsüne göre toplam organik karbon değerlerinin en düşük (1,11 mg/L) badem yetiştirilen alanda oluşan yüzeysel akış suyunda, en yüksek (4,15 mg/L) ise kekiklik alanda oluşan yüzeysel akış suyunda olduğu bulunmuştur (Şekil 5.7). Yüzeysel akış suyunun toplam organik karbon özelliği istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 5.11). Elmalık, patates yetiştirilen, fasulye yetiştirilen ve terkedilmiş alanlardaki yüzeysel akış suyunun ortalama toplam organik karbon değerleri kendi aralarında istatistiksel olarak benzer özellik göstermektedir. Kekik ve sedir yetiştirilen alanlardaki yüzeysel akış suyunun ortalama toplam organik karbon değerleri kendi aralarında istatistiksel olarak benzer özellik gösterirken, diğer arazi kullanımı/örtüsü ile farklıdır. Badem yetiştirilen alan tüm ürün desenlerinden istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (Şekil 5.7).

Çizelge 5.11. Yüzeysel akış suyundaki toplam organik karbon konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	12,341	2,057	19,057	0,001
Grup İçi	0,756	0,108		
Toplam	13,097			

* $P>0,05$ ise ortalamalar arasında fark yoktur

$P<0,05$ ise ortalamalar arasında fark vardır



*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.7. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki toplam organik karbon özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Yüzeysel akış suyundaki toplam organik karbon değerlerinin en düşük (2729,97kg/ha.yıl) badem ve en yüksek (10187,71kg/ha.yıl) kekik yetiştirilen alanda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.7). En yüksek taşınımdan küçüğe doğru toplam organik karbon taşınımı kekiklik>sedir>patates>elmalık>terkedilmiş alan>fasulye >badem.

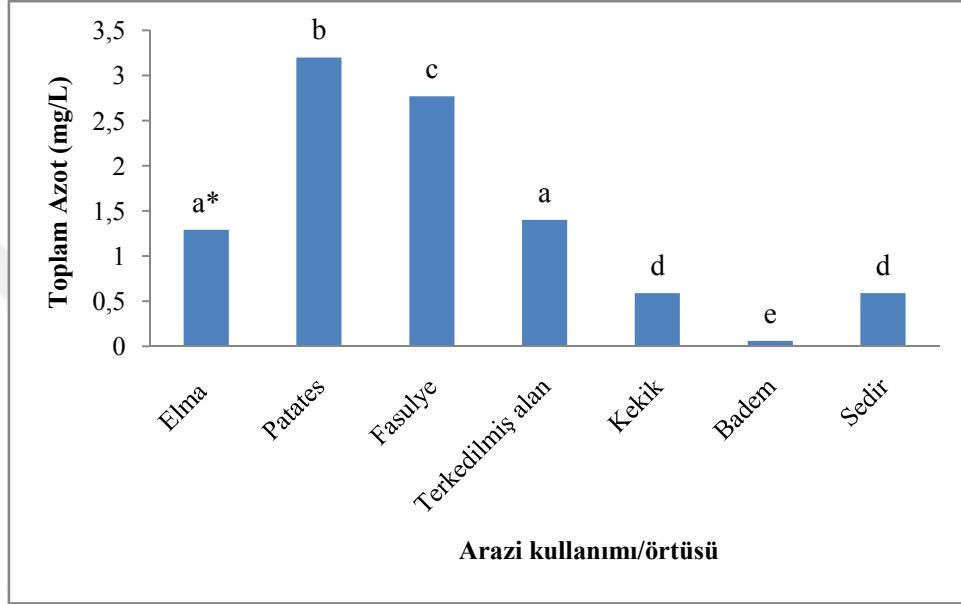
5.2.8 Toplam azot

Arazi kullanımı/örtüsüne göre toplam azot değerlerinin en düşük (0,06 mg/L) badem yetiştirilen alanda oluşan yüzeysel akış suyunda, en yüksek (2,77 mg/L) ise fasulye bitkisinde olduğu bulunmuştur (Şekil 5.8). Yüzeysel akış suyunun toplam azot özelliği istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 5.12). Elmalık ve terkedilmiş alan kendi aralarında, kekik ve sedir yetiştirilen alanlar da kendi aralarında yüzeysel akış suyunun ortalama toplam azot değerleri istatistiksel olarak benzer özellik gösterirken, diğer ürün desenleri istatistiksel açıdan farklı özellik gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 5.12. Yüzeysel akış suyundaki toplam azot konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	16,452	2,742	163,815	0
Grup İçi	0,117	0,017		
Toplam	16,569			

* P>0,05 ise ortalamalar arasında fark yoktur
P<0,05 ise ortalamalar arasında fark vardır



*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.8. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki toplam azot özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Arazi kullanımı/örtüsüne göre toplam azot değerlerinin kg/ha.yıl bazındaki değerleri Çizelge 5.7’de verilmiştir. Yüzeysel akış suyundaki toplam azot değerlerinin en düşük (551,5kg/ha.yıl) badem ve en yüksek (7853,87kg/ha.yıl) patates yetiştirilen alanda olduğu tespit edilmiştir. En yüksek taşınımından küçüğe doğru toplam azot taşınımı patates>fasulye>terkedilmiş alan>elmalık>sedir>kekiklik>badem.

Liu vd. (2014) Kuzey Çin ovasındaki ekili alanlardan azot ve fosfor kayıp mekanizmasının keşfedilmesi için 16 adet yağış simülatörü kullanarak yaptığı çalışmada toplam azot değerini ortalama 5,44 mg/L bulmuştur. En düşük değeri 2,58 mg/L ve en yüksek değeri ise 8,98 mg/L ölçmüştür.

Ramos ve Martinez-Casasnovas (2006) eğimli bir arazide bulunan üzüm bağlarında doğal yağış altındaki besin kaybını araştırmış ve toplam azotu en düşük 0,2 mg/L en yüksek 0,6 mg/L bulmuştur.

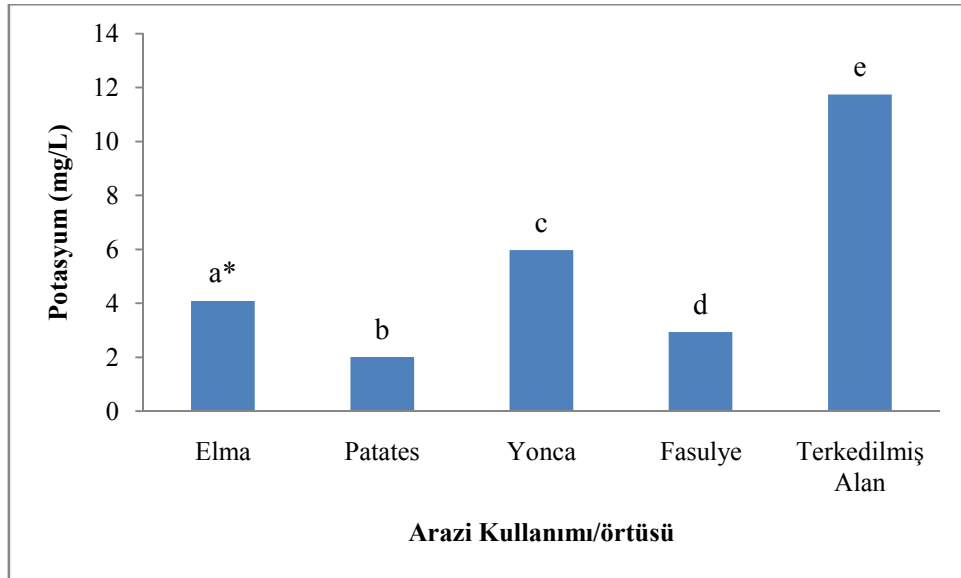
5.2.9 Potasyum

Arazi kullanımı/örtüsüne göre potasyum değerlerinin en düşük (2,01 mg/L) patates yetiştirilen alanda oluşan yüzeysel akış suyunda ve en yüksek (11,75 mg/L) ise terkedilmiş alanda olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.9). Yüzeysel akış suyunun potasyum özelliği istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 5.13). Araştırma alanındaki tüm ürün desenlerinin istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu saptanmıştır (Şekil 5.9).

Çizelge 5.13. Yüzeysel akış suyundaki potasyum konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	122,142	30,536	9,828	0
Grup İçi	0,002	0		
Toplam	122,144			

* $P>0,05$ ise ortalamalar arasında fark yoktur
 $P<0,05$ ise ortalamalar arasında fark vardır



*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.9. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki potasyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Arazi kullanımı/örtüsüne göre potasyum değerlerinin kg/ha.yıl bazındaki değerleri Çizelge 5.7’de verilmiştir. Yüzeysel akış suyundaki potasyum değerlerinin en düşük (4930,13kg/ha.yıl) patates yetiştirilen alanda ve en yüksek (28783,61kg/ha.yıl) terkedilmiş alanda olduğu tespit edilmiştir. En yüksek taşınımdan küçüğe doğru potasyum taşınımı terkedilmiş alan>yonca>elmalık>fasulye>patates.

Ökten (2005), toprak nem ve kil kapsamının yüzey akış ve erozyon üzerine etkisini yapay yağış simülatörü kullanarak araştırmıştır. Bu araştırma sonucuna göre değişebilir potasyum yüzdesi değerleri ortalama olarak 16,5 me/100gr olarak ölçmüştür.

5.2.10 Magnezyum

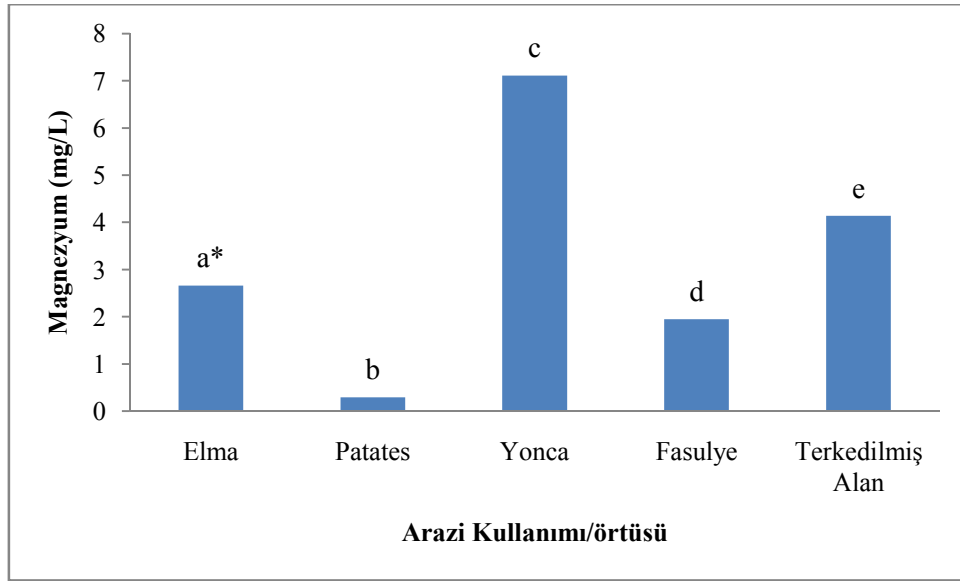
Arazi kullanımı/örtüsüne göre magnezyum değerlerinin en düşük (0,29 mg/L) patates yetiştirilen alanda oluşan yüzeysel akış suyunda, en yüksek (7,11 mg/L) ise yoncalık alanda bulunmuştur (Şekil 5.10). Yüzeysel akış suyunun magnezyum özelliği istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 5.14). Araştırma alanındaki arazi kullanımı/örtüsünde oluşan yüzeysel akış suyunun magnezyum konsantrasyonu istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 5.14. Yüzeysel akış suyundaki magnezyum içeriğine ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	53,567	13,392	1,21	0
Grup İçi	0,001	0		
Toplam	53,567			

* $P>0,05$ ise ortalamalar arasında fark yoktur

$P<0,05$ ise ortalamalar arasında fark vardır



*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.10. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki magnezyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Arazi kullanımı/örtüsüne göre yüzeysel akış suyundaki magnezyum değişimi kg/ha.yıl bazındaki değerleri Çizelge 5.7’de verilmiştir. Yüzeysel akış suyundaki magnezyum değerlerinin en düşük (699,05kg/ha.yıl) patates yetiştirilen alanda ve en yüksek (17439,41 kg/ha.yıl) yonca yetiştirilen alanda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.7). En yüksek taşınımından küçüğe doğru magnezyum taşınımı yonca>terkedilmiş alan>elmalık>fasulye>patates.

Ökten (2005), toprak nem ve kil kapsamının yüzey akış ve erozyon üzerine etkisini yapay yağış simülatörü kullanarak araştırmıştır. Bu araştırma sonucuna göre değişebilir magnezyum ve kalsiyum yüzdesini birlikte değerlendirmiş ortalama olarak 25 me/100g olarak ölçmüştür.

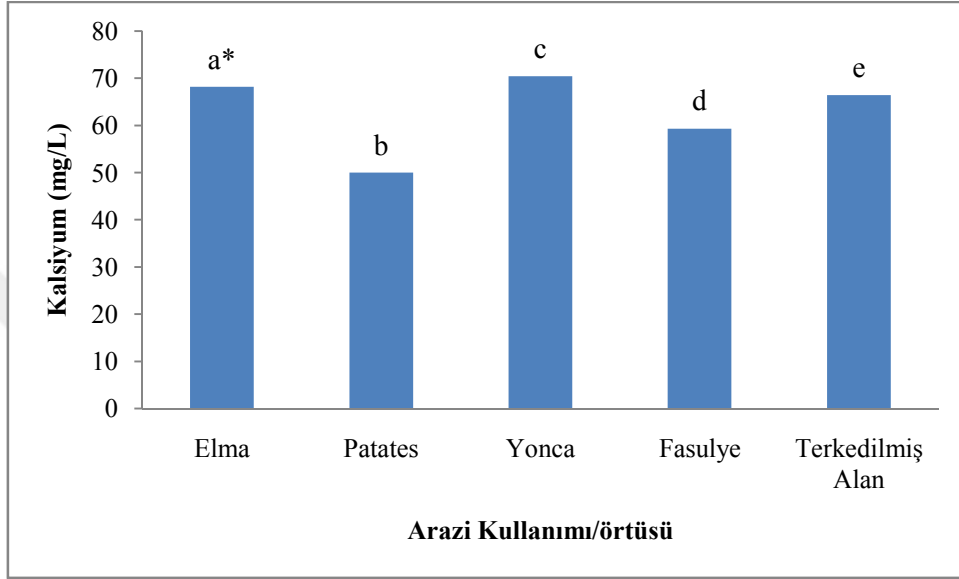
5.2.11 Kalsiyum

Arazi kullanımı/örtüsüne göre kalsiyum değerlerinin en düşük (49,98mg/L) patates yetiştirilen alanda oluşan yüzeysel akış suyunda, en yüksek (68,16mg/L) ise elma yetiştirilen alanda saptanmıştır (Şekil 5.11). Yüzeysel akış suyunun kalsiyum özelliği istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 5.15). Araştırma alanındaki tüm arazi kullanımı/örtüsündeki yüzeysel akış suyunun kalsiyum değerlerinin istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.15. Yüzeysel akış suyundaki kalsiyum konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	601,249	150,312	9,149	0
Grup İçi	0,001	0		
Toplam	601,25			

* $P > 0,05$ ise ortalamalar arasında fark yoktur
 $P < 0,05$ ise ortalamalar arasında fark vardır



* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.11. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki kalsiyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Arazi kullanımı/örtüsüne göre kalsiyum değerlerinin kg/ha.yıl bazındaki değerleri Çizelge 5.7’de verilmiştir. Yüzeysel akış suyundaki kalsiyum değerlerinin en düşük (122578,7kg/ha.yıl) patates yetiştirilen alanda ve en yüksek (172787,50kg/ha.yıl) yoncalık alanda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.7). En yüksek taşınımından küçüğe doğru kalsiyum taşınımı yonca>elmalık>terkedilmiş alan>fasulye>patates.

5.2.12 Sodyum

Arazi kullanımı/örtüsüne göre sodyum değerlerinin en düşük (0,29 mg/L) patates yetiştirilen alanda oluşan yüzeysel akış suyunda, en yüksek (7,11 mg/L) ise yoncalık alanda olduğu bulunmuştur (Şekil 5.12). Yüzeysel akış suyunun sodyum özelliği istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmektedir ($P < 0,05$) (Çizelge 5.16).Araştırma

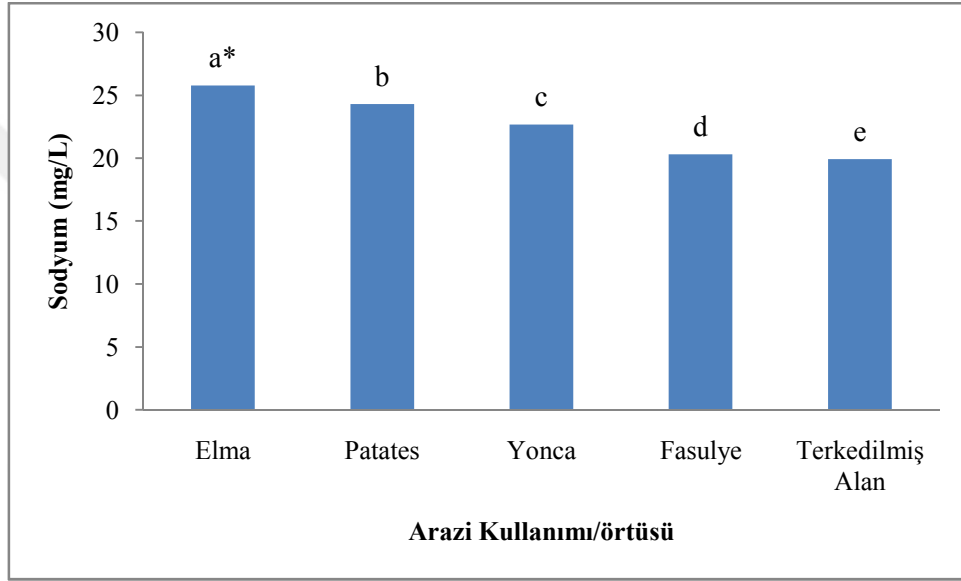
alanındaki tüm arazi kullanımı/örtüsündeki yüzeysel akış suyunun sodyum değerlerinin istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.16. Yüzeysel akış suyundaki sodyum konsantrasyonuna ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)*
Gruplar Arası	67,895	16,974	9,14	0
Grup İçi	0,001	0		
Toplam	67,897			

* $P > 0,05$ ise ortalamalar arasında fark yoktur

$P < 0,05$ ise ortalamalar arasında fark vardır



* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan benzerdir

Şekil 5.12. Araştırma alanında yapay yağış uygulaması sonrası oluşan yüzeysel akış suyundaki sodyum özelliğinin arazi kullanımı/örtüsüne göre değişimi

Arazi kullanımı/örtüsüne göre sodyum değerlerinin kg/ha.yıl bazındaki değerleri Çizelge 5.7’te verilmiştir. Yüzeysel akış suyundaki sodyum değerlerinin en düşük (13892,05kg/ha.yıl) patates yetiştirilen alanda, en yüksek (63233,18kg/ha.yıl) elma yetiştirilen alanda olduğu tespit edilmiştir. En yüksek taşınımdan küçüğe doğru sodyum taşınımı elmalık>patates>yonca>fasulye>terkedilmiş alan.

Ökten (2005), toprak nem ve kil kapsamının yüzey akış ve erozyon üzerine etkisini yapay yağış simülatörü kullanarak araştırmıştır. Bu araştırma sonucuna göre değişebilir sodyum yüzdesi değerleri ortalama olarak 6 me/100gr olarak ölçmüştür.

BÖLÜM VI

SONUÇLAR

Bu çalışma farklı arazi kullanımı/örtüsü altındaki topraklardan yapay yağış koşulları altında yüzeysel akışla taşınan besin maddesi (azot ve fosfor) miktarlarını ve alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlemek amacıyla Niğde ili Akkaya Barajı havzasında gerçekleştirilmiştir.

Araştırma alanlarındaki toprakların ortalama pH değerlerine bakıldığında zayıf alkalin bir özelliğe sahip olduğu göstermektedir. Alınan toprak örneklerinin ortalama pH değerleri en yüksek terkedilmiş alanda, en düşük ise elma yetiştirilen alandadır.

Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den düşük olduğu için tuzluluk problemi görülmemektedir. Ortalama elektriksel iletkenlik değerleri en yüksek mera topraklarındayken, en düşük sazlık alan topraklarında olduğu tespit edilmiştir.

Ateşte kayıp en düşük elma yetiştirilen alan topraklarında, en yüksek kekiklik alanda saptanmıştır.

İnorganik madde en düşük bademlik alan topraklarında en yüksek elma yetiştirilen alan topraklarında bulunmuştur.

Organik madde en düşük patates yetiştirilen alan topraklarında ve en yüksek mera topraklarındadır.

Maksimum su tutma kapasitesi en düşük terk edilmiş alandaki topraklarda, en yüksek sazlık alanda saptanmıştır.

Boşluk hacmi en düşük kekiklik alan topraklarında ve en yüksek mera topraklarındadır. Hacim ağırlığı en düşük mera topraklarında ve en yüksek kekiklik alan topraklarındadır. Tane yoğunluğu en düşük kekiklik alan topraklarında ve en yüksek ise sedir ağaçlandırmasındadır.

Agregat stabilitesi en düşük terkedilmiş alan topraklarında ve en yüksek mera topraklarındadır.

Dispersiyon oranı en düşük mera topraklarında ve en yüksek terkedilmiş alan topraklarındadır.

Kum yüzdesi en düşük mera topraklarında ve en yüksek yoncalık alan topraklarındadır.

Kil yüzdesi en düşük fasulye yetiştirilen alan topraklarında ve en yüksek terkedilmiş alan topraklarındadır.

Silt yüzdesi en düşük yonca yetiştirilen alan topraklarında ve en yüksek mera topraklarındadır.

Hidrolik geçirgenlik en düşük yonca yetiştirilen alan topraklarında ve en yüksek elmalık alan topraklarındadır.

Genel olarak yüzeysel akış suyundan alınan örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarında amonyum, nitrat, elektriksel iletkenlik, potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, toplam organik karbon ve toplam azot özellikleri arazi kullanımı/örtüsü değişiminin istatistiksel anlamda önemli düzeyde etkilediği; toplam fosfor, ortofosfat ve pH gibi özelliklerini ise değiştirmedeğini göstermiştir.

Araştırma alanındaki yüzeysel akış suyu alkali özellik göstermektedir. Alınan örneklerin ortalama pH değerlerinin en yüksek terkedilmiş alanda, en düşük ise kekiklik alandır.

Yüzeysel akış suyunda tuzluluk yoktur.

Araştırma alanındaki yüzeysel akış suyu ortalama nitrat açısından değerlendirildiğinde sınır değeri olarak belirlenen 50 mg/L'den daha düşük olduğu için herhangi bir problem olmadığı görülmektedir.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru nitrat taşınımı yoncalık > patates yetiştirilen alan > elmalık > fasulyelik > terkedilmiş alan > sedir > kekiklik > sazlık > bademlik.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru amonyum taşınımı yonca > bademlik > kekiklik > fasulye > sedir > elmalık > sazlık > terkedilmiş alan > patates.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru toplam fosfor taşınımı elmalık > patates > sazlık > sedir > bademlik > terkedilmiş alan > kekiklik > yonca > fasulye.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru ortofosfat taşınımı elmalık > terkedilmiş alan > sedir > patates > sazlık > bademlik > kekiklik > yonca > fasulye.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru toplam organik karbon taşınımı kekiklik > sedir > patates > elmalık > terkedilmiş alan > fasulye > badem.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru toplam azot taşınımı patates > fasulye > terkedilmiş alan > elmalık > sedir > kekiklik > badem.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru potasyum taşınımı terkedilmiş alan > yonca > elmalık > fasulye > patates.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru magnezyum taşınımı yonca > terkedilmiş alan > elmalık > fasulye > patates.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru kalsiyum taşınımı yonca > elmalık > terkedilmiş alan > fasulye > patates.

En yüksek taşınımından küçüğe doğru sodyum taşınımı elmalık > patates > yonca > fasulye > terkedilmiş alandır.

Bu çalışma sonuçları tarımsal alanlardan taşınımın genel olarak daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Bu alışma sonuçları su kaynaklarına yayılı kirleticilerden (tarım, mera vb.) besin maddesi taşınımasını deneysel olarak ortaya koymuştur. Özellikle tarım alanları önemli bir yayılı kirletici kaynak olarak görünmektedir.

Bu alışma sonucu elde edilen bulgular su kirliliği ile ilgili modellerde yayılı kaynaklardan gelen kirlilik yüklerinin tahmininde kullanılabilir niteliktedir.

Bu alışma sonuçlarına göre tarım alanlarında gübrelemenin kontrol altına alınması gereklidir.



KAYNAKLAR

Adalı, N., Su kirliliği açısından hassas alanların ve su kalitesi hedeflerinin belirlenmesi ile hassas alanların yönetimine ilişkin esaslar, Uzmanlık Tezi, **Orman ve Su İşleri Bakanlığı**, Ankara, s. 6-7, 2014.

Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Gökalp Z., “Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi”, **Tarım Bilimler Araştırma Dergisi** 3(1), 67-74, 2010 .

Alam, M. M., and Ladha, J. K., “Optimizing Phosphorus Fertilization in An Intensive Vegetable-Rice Cropping System”, **Biol Fertil Soils** 40, 277–283, 2004.

Alçicek, A. ve Başlar, S., “Bitki ve sularda aşırı nitrat birikiminin sonuçları”, **Ekoloji** 14, 15-18, 1995.

Aslan G., Tumbat G., Soyupak S. ve Yurteri C., “Aşağı Seyhan havzasında besin maddesi taşınımı”, **Tr. J. of Engineering and Environmental Science** 23, 261-271, 1998.

Atabey, E. ve Ayhan, A., Niğde-Ulukışla-Çamardı-Çiftehan yöresinin jeolojisi, **MTA Raporu, Rapor No: 957**, Ankara, 1986.

Bahtiyar, M., “Toprak erozyonu oluşumu ve nedenleri, erozyonla mücadele”, **TEMA Eğitim Semineri Notları**, İstanbul, s. 35-51, 2000.

Balcı, O., Toprak Koruması, İ.Ü. Orman Fakültesi, Havza Amenajmanı Dalı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, **İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi**, İstanbul, 1996.

Batum, İ., “Nevşehir güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl yöresi volkanitlerinin jeolojisi ve petrografisi”, **Yerbilimleri Dergisi** , 50-69, 1978.

Başköse, İ., Paksoy, M.Y., Savran, A., “The flora of Nigde University campus area and Akkaya dam lake environments”, *Biological Diversity and Conservation*, 82-97, 2012.

Baver, L. D., “Soil permeability in relation to noncapillary porosity”, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 3, 52-56, 1938.

Beekman, M.N., “The Pliocenand Quaternary Volkanism in the Hasandağı-Melendizdağı Region”, *M.T.A Bull.* 66, s. 99-106, 1966.

Bennett, G.W., Management of Lakes and Ponds, 2nd, Edition, *Remzi Kitapevi*, İstanbul, 1983.

Bertrand, I., Hinsinger, P., Jaillard, B. and Arvieu, J. C., “Dynamics of phosphorus in the rhizosphere of maize and rape grown on synthetic”, *Phosphated Calcite and Goethite. Plant and Soil* 211 (1): 111-119 1999, 1999.

Blake, G. R., Bulk density, In: C.A. Black (ed.) Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. No. 9, *Agronomy. Amer. Soc. of Agron.*, Madison, Wise, s. 374-390, 1965.

Brady, N. C., The nature and properties of soils. 10th edition. 621 pp. *Macmillan Publishing Co.*, New York, NY, 1990.

Brinck, J. N., “World Resources of phosphorus, in: phosphorus in the environment: its chemistry and biochemistry”, *Ciba Foundation Sym* 57: 23- 63, 1978.

Bulut, İ. ve Ceylan, S., “Ekolojik sorunları ve fonksiyonlarıyla Niğde yöresi yapay gölleri”, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 15 (2): 263-288, 2011.

Burak, S., Duranyıldız, İ. ve Yetiş, Ü., “Su Kaynaklarının Yönetimi: Ulusal Çevre Eylem Planı”, *Devlet Planlama Teşkilatı*, ISBN 975-19-1799-9, Ankara, 1997.

Can, B.Z.K. ve Kali, N., “Erzurum yöresinde içme sularında nitrat, nitrit kirlenme düzeyleri”, *DSİ Teknik Bülteni* 104, 8-15, 2008.

Carpenter, S.R., Caraco, N. F., Correll, D.L., Howarth, R.W., Sharpley, A.N. and Smith, V. H., “Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen”, *Ecological Applications* 8(3), 559-568, 1998.

Carpenter, S.R., Caraco, N.F., Correll, D.L., Howarth, R.W., Sharpley, A.N. and Smith, V.H., Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen”, *Ecological Applications* 8, 559-568, 1998.

Dahl, S. and Kurtar, B., Environmental Situation, Working Paper, No: 21. Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi-Fizibilite Raporu, *Ömerli ve Elmalı Ortak Girişimi 1.1-5.10*, İstanbul, 1993.

Demiralay, İ., Toprak Fiziksel Analizleri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143*, Erzurum, s.131, 1993.

Demirekin, H., Isparta ilinde çevre sorunlarına duyarlılık analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Isparta, s. 35-37, 2001.

Dillon, P.J. and Kirchner, W.B., “The effects of geology and land use on the export of phosphorus from watersheds”, *Water Res.* 9;135-148, 1975.

Dimoyiannis, D.G., Valmis, S. and Vyrilas, P., A “Rainfall Simulation Study of Erosion of Some Calcareous Soils”, *Global Nest: The International Journal* , vol 3, No:3 179-183, 2001.

Diseker, E. G. and Yoder, R. E., “Sheet erosion studies on Cecil clay”, *Alabama Agr. Exp. Sta. Bull* 245, 1936.

Dodor, D. E. and Tabatabai, M. A., “Effect of cropping systems on phosphatases in soils”, *J. Plant Nutr. Soil Science* 166, 7-13, 2003.

Ekdal, A., Kirlilik Yüğü Hesaplamaları, *İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü*, İstanbul, 2013.

Ekholm, P., Malve, O. and Kirkkala T., “Internal and external loading as regulators of nutrient concentrations in the agriculturally loaded lake Pyhajarvi (southwest Finland)”, *Hydrobiologia* 345; 3-14, 1997.

Ellison, W. D., “Two devices for measuring soil erosion”, *Agr. Eng.* 25: 131-136, 1944.

Elrashidi, M. A.; Mays, M. D.; Fares, A.; Seybold, C. A.; Harder, J. L.; Peaslee, S. D.; and VanNeste, Pam, "Loss Of Nitratenitrogen By Runoff And Leaching For Agricultural Watersheds", *Publications from USDA-ARS / UNL Faculty*, s.152, 2005.

Erpul, G. ve Çanga. M.R, “Doğal yağışların laboratuvar tipi yapay yağışlar ile karşılaştırılması”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 6(1); s. 32-35, 2000.

Erpul, G. ve Çanga. M.R, “Toprak erozyon çalışmaları için bir yapay yağmurlama aletinin tasarım prensipleri ve yapay yağış karakteristikleri”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 7(1); s. 75-83, 2001.

Eruz,E.,“Toprak tuzluluğu ve bitkiler üzerindeki genel etkileri”, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* B29 (2), 112-120, 1979.

Fakıoğlu, Ö., Mogan Gölü’ünde (Ankara) bazı restorasyon önlemleri sonrası dış kaynaklı fosfor yükünün belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s. 1-2, 2004.

Foster, I.D.L., Fullen, M.A., Brandsma, R.T. and Chapman, A.S., “Drip-screen rainfall simulators for hydro- and pedo-geomorphological research: the coventry experience. earth surf. process”, *Landf*25, 691–707, 2000.

Gallet, A., Flish, R., Ryser, J., Frossard, E. and Sınaj, S., “Effect of phosphate fertilization on crop yield and soil phosphorus status”, *J. Plant Nutr. Science* 166: 568-578, 2003a.

Göncü, S. ve Albek, E., “Seydi suyunda yaygın fosfor kaynaklarının QUAL2EU ile modellenmesi”, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 10, 2, 525-535, 2009.

Göncüoğlu, M. C., “Niğde masifinin jeolojisi”, *İç Anadolu’nun Jeolojisi Sempozyumu*, Ankara, s. 16-19, 1981.

Guerra, A., “The Effect Of Organic Matter Content On Soil Erosion In Simulated Rainfall Experiments In W. Sussex, UK.”, *Soil Use and Management* 10,2, 60-64, 1994.

Gülçur, F., Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, *Kurulmuş Matbaası*, İstanbul, 1974.

Güvel, Ş.P., Karar destek sistemi ile Seyhan baraj haznesi katı madde birikiminin incelenmesi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, s. 1-3, 2007.

He, J., Balasubramanian, R., Burger, D. F., Hicks, K., Kuylenstierna, J. C. I. and Palani, S., “Dry and wet atmospheric deposition of nitrogen and phosphorus in Singapore”, *Atmospheric Environment* 45, 2760-2768, 2011.

Heatwarte, A.L., T.P. Burt and S.T. Trudgill, “Land-use controls on sediment production in a lowland catchment South England”, *Soil Erosion on Agricultural Land. Proceeding of a Workshop Sponsored by the British Geomorphological Res. Group, UK* 69-86, 1990.

Helmerts, M.J., Isenhardt, T.M., Kling, C.L., Moorman, T.B., Simpkins, W.W. and Tomer, M., Agriculture and Water Quality in the Cornbelt: Overview of Issues and Approaches, The Magazine of Food, Farm and Resource Issues, A publication of the American Agricultural Economics Association 2nd Quarter, 22(2), 79-86, 2007.

Iserloh, T., Ries, J.B., Arnaez, J., Boix-Fayos, C., Butzen, V., Cerda, A., Echeverria, M.T., Fernandez-Galvez, J., Fister, W., Geißler, C., Gómez, J.A., Gómez-Macpherson, H., Kuhn, N.J., Lázaro, R., León, F.J., Martínez-Mena, M., Martínez-Murillo, J.F., Marzen, M., Mingorance, M.D., Peters, P., Regüés, D., Ruiz-Sinoga, J.D., Scholten, T.,

Seeger, M., Solé-Benet, A., Wengel, R., Wirtz, S., “European small portable rainfall simulators: A comparison of rainfall characteristics”, *Catena* 110, 100-112, 2013.

Johansen, M.P., Hakonson, T.E. and Breshears D.D., “Post-fire runoff and erosion from rainfall simulation: contrasting forests with shrublands and grasslands”, *Hydrol. Process* 15, 2953–2965, 2001.

Kaçar, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3*, Ankara, 1995.

Kantarcı, M. D., Toprak ilmi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Matbaası*, İstanbul, 2000.

Karaş, E., Küçükemali ve güvenç havzalarının su ve sediment verimlerine göre sürdürülebilir yönetimi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s. 1-6, 2005.

Kaufmann, V., Pinheiro, A., Maria, N. and Castro, R., “Simulating transport of nitrogen and phosphorus in a Cambisol after natural and simulated intense rainfall”, *Journal of Contaminant Hydrology* 160, 53–64, 2014.

Korkmaz, K., Kireçli toprakların fosfor durumlarının belirlenmesi ve fosfor uygulamasının mısır verimine etkisi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, s. 25, 2005.

Lal, R., “Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality: Critical Review”, *Plant Science* 17: 319-464, 1998.

Lindsay, W. L., “Chemical Equilibrium in Soils”, *John Wiley and Sons*, New York, 1979.

Liu, R., Wang, J., Shi, J., Chen, Y., Sun, C., Zhang, P. and Shen, Z., “Runoff characteristics and nutrient loss mechanism from plain farmland under simulated rainfall conditions”, *Science Of The Total Environment*, 468-469, 1069-1077, 2014.

Lu P, O. and Cooner, G. A., “Factors affecting phosphorus reactions in soils: potential sewage sludge effects”, *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings* 58: 66-71, 1999.

Mcgechan, M. B. and Lewis, D.R., “Sorption of phosphorus by soil, part 1: principles, equations and models”, *Biosystems Engineering* 82(1): 1-24, 2002.

Mciwem, R.K. and Fciwem, C.H., A Review of Catchment Management in the New Context of Drinking Water Safety Plans. *Water and Environment Journal*, 21, s. 208-216, 2007

Meyer, L. D.,” Symposium on simulation of rainfall for soil erosion research”, *Trans.of the ASAE* 8(1):66-67, 1965.

Molen, D.T. and Portielje, R., “Multi-lake studies in the Netherlands: trends in eutrophication”, *Hydrobiologia* 408 /409; 359 –365, 1999.

Oenema, O., “Nitrogen and phosphorus budgets in dutch agriculture and farm strategies to increase fertilizer efficiency”, *Wat. Sci. Tech.* 24 (10); 341 –342, 1991.

Ohle, W., “Der vorgang rasanter seenalterung in Holstein”, *Die Naturwissenschaften* 40, s. 153-162, 1953.

Ohle, W., “Naehrstoffanreicherung der gewaesser durch düngemittel und meliorationen”, *Münchner Beitræge zur Abwasser, Fishrei und Flussbiologie* 12, s. 54-83, 1965.

ÖEJV, Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi, Fizibilite Çalışması, Gelişme Raporu, Ömerli-Elmalı Ortak Girişimi, *İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi*, İstanbul, 1993.

Ökten, E., Toprak nem ve kil kapsamının yüzey akış ve erozyon üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s. 1-2, 2005.

Özhan, S., Havza Amenajmanı, **İ.Ü. Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı**, **İ.Ü. Rektörlük Yayın No: 4510**, İstanbul, s. 384, 2004.

Özyuvacı,N., “Arnavutköy deresi yağış havzasında hidrolojik durumu etkileyen bazı bitki toprak su ilişkileri”, **İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi** A(56)1, 30-35, 1976.

Paz, J.M. and Ramos, C., “Simulation of nitrate leaching for different nitrogen fertilization rates in a Region of Valencia (Spain) Using a GIS– GLEAMS System”, **Agriculture, Ecosystems and Environment** 103, 59-73, 2004.

Postel, S.L., Daily G. C. and Ehrlich, P. R. “Human Appropriation of Renewable Fresh Water”, **Science** 271 (5250): 785-788, 1996.

Ramos, M.C. and Martinez-Casasnovas, J.A., “Nutrient losses by runoff in vineyards of the Mediterranean Alt Penede`s region (NE Spain)”, **Agriculture, Ecosystems and Environment** 113, 356-363, 2006.

Ries, J.B., Langer, M. and Rehberg, C., “Experimental investigations on water and wind erosion on abandoned fields and arable land in the central ebro basin, Arago’n/Spain”, **Zeitschrift für Geomorphologie NF Supplement** 121: 91-108, 2000.

Rowell, D.L., “Soil Science. Methods and Applications”, **Longman scientific & Technical**, UK, 1994.

Saatçi, Y.,İpek, U., Tanyıldızı, S. ve Çınarcı, B., “Keban barajı gölü Uluova bölgesinde trofik seviyenin belirlenmesi üzerine bir araştırma”, **Su Kirliliği Kontrolü Dergisi**9/3,41-49, 1999.

Sharpley, A. N., McDowell, R.W. and Kleinman, P.J.A., “Phosphorus Loss from Land to Water: Integrating Agricultural and Environmental Management”, **Plant and Soil** 237, 287-307, 2001.

Sugimoto, Y. and Hirata, M., “Nitrate concentration of groundwater and its association with livestock farming in miyakonojo basin, Southern Kyushu”, *Japan Grassland Science* 52, 29-36, 2006.

Şensoy, H., Yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkilerinin araştırılması, Doktora Tezi, *Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bartın, s. 3, 2010.

Truman, C. C. and Bradford, J. M., “Effect of antecedent soil moisture on splash detachment under simulated rainfall”, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 150: 787-798, 1990.

Yılmaz, H., “Kimyasal Gübre Kullanımının Çevresel Etkilerinin Teknik ve Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi”, *I. Çevre ve Ormancılık Şurası, Tebliğler* (1), s. 118-128, 2005.

Yontar, B., Aras Havzası’nda yayılı kirletici kaynakların belirlenmesi ve yönetim önerileri, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s. 59-64, 2009.

Young, R.A., Onstad, C.A. and Anderson, W.P., “AGNPS: A nonpointsource pollution model for evaluating agricultural watersheds”, *Journal of Water and Soil Conservation, Vol. March-April*, s.168-291, 1989.

Yönter, G., “Laboratuvar koşulları altında yağış yoğunlukları, kaymak tabakası oluşumu ve su erozyonu arasındaki ilişkiler”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 43(1):109-119, 2006.

Yüksel, A.N., “Tarımda kullanılan azotlu gübrelerin kayıp yolları ve çevre sularına etkisi”, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi* 9, 179-180, 2010.

<http://web.firat.edu.tr/cevremuh/bilgi/data2/ToprakErozyonuOlusumuNedenleri.pdf>, 15.02.2013.

<http://cevre.beun.edu.tr/dersnotu/sukalitesi/CEV301-su-kalitesi-yonetimi.pdf>, 26.01.2015.

<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/34907>, 29.03.2015.

<http://www.nigdecevreorman.gov.tr/n/default.asp?t=3&id=8>, 12.02.2014.

<http://www.nkfu.com/nitrojen-azot-nedir-nitrojen-elementinin-ozellikleri/>, 09.04.2015.

<http://www.hammaddeleransiklopedisi.com/makale-detay.php?seo=tarimda-azot-tarimda-azotun-oenem> 09.04.2015.

<http://cevre.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/2.%20D%C3%B6nem%20Deney%20F%C3%B6yleri/Fosfor%202013.pdf>, 29.03.2015.

http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/15_01_07_8deab.pdf, 20.05.2014.

[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/epw11920/\\$FILE/8-1.pdf](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/epw11920/$FILE/8-1.pdf), 20.05.2014.

<http://www.nigde.gov.tr/iklimi-bitki-ortusu.html#.VU8icfntmko>, 09.05.2015.

<http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx#sfU>, 10.05.2015.

<http://www.nitso.org.tr/index.php/tr/nigde-2/302-nigde-genel-bilgiler>, 15.03.2015.

<http://www.orfeteknik.com.tr/orta-kutuphane3.htm>, 15.05.2015.

http://tr.hach.com/cms-portals/hach_tr/cms/documents/DOC032.94.20121.Apr14.pdf, 30.03.2014.

<http://www.volkanderinbay.com/TARIMNET/tfizik.asp?konuno=6>, 10.03.2014.

<http://docplayer.biz.tr/15826959-Ders-notlari-3-gecirimlilik-permeabilite.html>, 01.04.2014.

ÖZ GEÇMİŞ

Gamze İŞILDAR 20.10.1990 tarihinde Ceyhan’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ceyhan’da tamamladı. Lisans eğitimini 2009-2013 yılları arasında Ömer Halisdemir Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde tamamladı. Aynı yıl Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2014 yılında Çevre Görevlisi, 2015 yılında C sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlığı belgelerini aldı. 2015-2016 yılları arasında Komz Geri Dönüşüm Araç Kiralama Nakliyat ve Ticaret Limited Şirketi’nde Çevre Mühendisi olarak çalıştı. 2016 yılından bu yana İntegral İnşaat Tesisat ve Sanayi Limited Şirketi’nde İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

BU TEZ ÇALIŞMASINDAN ÜRETİLEN ESERLER

Bu tez çalışmasından 1 (bir) adet uluslararası bildiri üretilmiştir. Bu üretilen çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Yaşar Korkanç, S. and Işıldar, G., (2017).The Transportation of nutrients from agricultural lands in Akkaya dam watershed by surface run off, 70. Geological Congress of Turkey, Cultural Geology and Geological Heritage Abstractbook page:, 10-14 April, Ankara Turkey.

