

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAK DÜZENLEYİCİSİ BAZI POLİMERLERİN
(POLİAKRİLAMİD VE POLİVİNİL ALKOL) KANOLA
(BARASSİCA NAPUS L.) VE JÜT (CORCHORUS OLİTORİUS L.)
BİTKİLERİNİN BESİN ELEMENTİ ALIMINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
FEYZİYE DAVRAN ÇAĞLAR**

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Yasin DEMİR**

BİNGÖL-2020



T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**TOPRAK DÜZENLEYİCİSİ BAZI POLİMERLERİN (POLİAKRİLAMİD VE
POLİVİNİL ALKOL) KANOLA(BARASSİCA NAPUS L.) VE JÜT
(CORCHORUS OLİTORİUS L.)BİTKİLERİNİN BESİN ELEMENTİ ALIMINA
ETKİSİ**

Dr. Öğr. Üyesi Yasin DEMİR danışmanlığında, Feyziye DAVRAN ÇAĞLAR tarafından hazırlanan bu çalışma 11/05/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan	: Prof. Dr.Mustafa Yıldırım CANBOLAT	İmza	:
Üye	: Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN	İmza	:
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Yasin DEMİR	İmza	:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun// tarih ve/
nolu kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Zafer ŞİAR
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Yüksek Lisans Tez projeleri kapsamında desteklenmiştir. Proje No: BAP-ZF. 2019.00.003

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

ÖNSÖZ

Araştırma konumun seçiminde, planlanıp yürütülmesinde, çalışmanın her aşamasında bana yardımcı olan, lisansüstü eğitimim süresince güler yüz ve samimiyetini benden esirgemeyen ve ileriki çalışma hayatım boyunca örnek alacağım çok kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Yasin DEMİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarında bana her türlü kolaylığı sağlayan Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Başkanlığına teşekkürü bir borç bilirim. İstatistik çalışmaları ve değerlendirilmesi konusunda yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Azize DOĞAN DEMİR'e, Laboratuvar çalışmalarında ilk günden son güne kadar yardımlarını esirgemeyen değerli yüksek lisans arkadaşım Muhittin GÖÇÜK'e ve yeğenim Elif Berfin YILMAZ'a, her türlü çalışmamda yardımcı olan değerli abim Mehmet BARAÇ'a teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yapılmasında gerekli finansal desteği sağlayan Bingöl Üniversitesi Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (BAP-ZF. 2019.00.003) teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca bana maddi manevi her türlü imkanı sunan ve her zaman benimle gururlanan çok kıymetli babam Feyzi DAVRAN ve annem Sayime DAVRAN başta olmak üzere ailemin tüm fertlerine ve özellikle ablam Fatoş DAVRAN'a, çalışmam boyunca bana her türlü destek olan yardımlarını esirgemeyen kıymetli eşim Kadir ÇAĞLAR'a sonsuz teşekkür ederim.

Feyziye DAVRAN ÇAĞLAR
Bingöl - 2020

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Toprak Materyali	13
3.1.2. Bitki Materyali	13
3.1.3. Toprak Düzenleyici Polimerler	14
3.1.4. Gübre Materyali	15
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi.....	15
3.2.2. Toprak ve Bitki Analizleri	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. Polimer Uygulamalarının Bitkilerin Besin Elementi (N, P, K) Alımına Etkisi ..	21
4.1.1. Azot	21
4.1.2. Fosfor	23
4.1.3. Potasyum.....	25
4.2. Polimer Uygulamalarının Toprakların Besin Elementi İçeriğine Etkisi	27
4.2.1. Azot	27

4.2.2.	Fosfor.....	28
4.2.3.	Potasyum.....	30
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	32
	KAYNAKLAR.....	34
	ÖZGEÇMİŞ	40

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AS	: Agregat Stabilitesi
CaCO₃	: Kireç
C₂H₇NO₂	: Amonyum Asetat
C₂H₃NaO₂	: Sodyum Asetat
cm	: Santimetre
da	: Dekar
DSN	: Devamlı Solma Noktası
EC	: Elektriksel İletkenlik
g	: Gram
Ha	: Hektar
K	: Potasyum
KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
kg	: Kilogram
m	: Metre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mol	: Molarite
N	: Azot
NaHCO₃	: Sodyum Bikarbonat
NH₄⁺	: Amonyum
OM	: Organik Madde
P	: Fosfor
PAM	: Poliakrilamid

pH	: Toprak Reaksiyonu
ppm	: Milyonda Bir Kısım
PVA	: Polivinilalkol
TK	: Tarla Kapasitesi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Deneme Deseni.....	15
Şekil 2. Bitki materyallerinin viyollerde çimlendirilmesi süreci	16
Şekil 3. Çimlenen bitki materyallerinin saksılara transferleri süreci	17
Şekil 4. Kanola bitkisi denemesinden bir görünüm.....	17
Şekil 5. Jüt bitkisi denemesinden bir görünüm	18
Şekil 6. Deneme Süreci.....	18
Şekil 7. Polimer uygulamalarının kumlu ve killi bünyedeki toprakların azot içeriğine etkisi.....	28
Şekil8. Polimer uygulamalarının kumlu ve killi bünyedeki toprakların yarayışlı fosfor içeriğine etkisi.....	29
Şekil 9. Polimer uygulamalarının kumlu ve killi bünyedeki toprakların yarayışlı potasyum içeriğine etkisi.....	31

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. Denemede kullanılan topraklara ait genel özellikler	14
Tablo 2. Araştırma materyali polimerlerin tanımlayıcı bazı özellikleri	14
Tablo 3. Polimer uygulamalarının bitkilerin toplam azot (N) alımına etkisi..... (ANOVA test sonuçları).....	21
Tablo 4. Polimer uygulamalarının bitkilerin toplam azot (N) alımına etkisi.....	22
Tablo 5. Polimer uygulamalarının bitkilerin yarıyışlı fosfor (P) alımına etkisi (ANOVA test sonuçları).....	24
Tablo 6. Polimer uygulamalarının bitkilerin yarıyışlı fosfor (P) alımına etkisi	24
Tablo 7. Polimer uygulamalarının bitkilerin yarıyışlı potasyum (K) alımına etkisi (ANOVA test sonuçları).....	26
Tablo 8. Polimer uygulamalarının bitkilerin yarıyışlı potasyum (K) alımına etkisi.....	26
Tablo 9. Polimer uygulamalarının toprakların toplam azot içeriğine etkisi	28
Tablo 10. Polimer uygulamalarının toprakların yarıyışlı fosfor içeriğine etkisi	29
Tablo 11. Polimer uygulamalarının toprakların yarıyışlı potasyum içeriğine etkisi	30

TOPRAK DÜZENLEYİCİSİ BAZI POLİMERLERİN (POLİAKRİLAMİD VE POLİVİNİL ALKOL) KANOLA (BARASSİCA NAPUS L.) VE JÜT (CORCHORUS OLİTORİUS L.) BİTKİLERİNİN BESİN ELEMENTİ ALIMINA ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışma, toprak düzenleyici bazı polimerlerin (poliakrilamid ve polivinilalkol) bitki besin elementi alımına etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Denemede 2 tip bitki çeşidi (kanola ve jüt), 2 farklı polimer (poliakrilamid ve polivinilalkol), 2 bünyeli toprak çeşidi (kaba ve ince), 4 farklı polimer doz seviyesi ve 3 tekrarlamalı olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre çapı 30 cm, yüksekliği 40 cm olan plastik saksılar kullanılarak kurulmuştur. Denemede NPK kaynağı olarak kimyevi kompoze gübre kullanılmıştır (15:15:15). Çalışma sonucuna göre, jüt ve kanola bitkilerinin azot alımına etkisi ince bünyeli topraklarda polimer dozunun ve polimer x doz interaksyonunun önemli olduğu kaba bünyeli topraklarda ise sadece polimer dozunun önemli olduğu belirlenmiştir. Jüt ve kanola bitkilerinin fosfor alımına etkisi kaba bünyeli topraklarda polimer x doz interaksyonunda etki ettiği gözlemlenmiştir. Kaba ve ince bünyeye sahip her iki toprak tipinde kanola bitkisinin fosfor alımına etkisi sadece polimer dozunda önemli düzeyde etki ettiği sonucuna varılmıştır. İnce bünyeli topraktaki jüt bitkisinin potasyum alımına etkisinin sadece polimer dozunda olduğu sonucu varılmıştır. Kaba bünyeli topraktaki jüt bitkisinin potasyum alımına etkisi üç kaynakta da yani polimer, doz, polimer x doz interaksyonu şeklinde önemli etki elde edilmiştir. İnce bünyeli topraktaki kanola bitkisinin potasyum alımına etkisi sadece polimer dozunda etkili olduğu gözlemlenmiştir. Kaba bünyeli topraktaki kanola bitkisinin potasyum alımına etkisi jüt bitkisinde olduğu gibi üç kaynakta da önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Poliakrilamid, polivinilalkol, azot, fosfor, potasyum, bitki besin alımı.

EFFECTS OF SOME POLYMERS (POLYACRYLAMID AND POLYVINYL ALCOHOL) CANOLA (BARASSICA NAPUS L.) AND JUTE (CORCHORUS OLITORIUS L.) PLANTS ON FOOD ELEMENT

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effect of some soil regulating polymers (polyacrylamide and polyvinylalcohol) on plant nutrient uptake. In the experiment, 2 types of plants (canola and jute), 2 different polymers (polyacrylamide and polyvinylalcohol) for each plant type, 2 soil types (sandy and clayey), 4 different polymer dose levels and 3 repetitions randomly, 30 cm in diameter according to the trial pattern. was established using plastic pots with a height of 40 cm. In the experiment, chemical compound fertilizer was used as the source of NPK (15:15:15). According to the results of the study, the effect of jute and canola plants on nitrogen uptake was determined that only the polymer dose is important in sandy soils where polymer dose and polymer x dose interaction are important in clay soils. Effect of jute and canola plants on phosphorus uptake has been observed to be effective in polymer x dose interaction in sand-based soils. It is concluded that the effect of canola plants on both soil types with sandy and clayey structure on phosphorus uptake has a significant effect only on the dose of polymer. It is concluded that the effect of jute plant in clay-based soil on potassium intake is only in the polymer dose. The effect of the jute plant in the sand-based soil on potassium intake has been achieved in three sources, namely polymer, dose, polymer x dose interaction. The effect of canola plant in clay-based soil on potassium intake has been observed to be effective only in polymer dose. It was concluded that the effect of canola plant in the sand-based soil on potassium intake is important in all three sources as in the jute plant.

Keywords: Polyacrylamide, polyvinylalcohol, nitrogen, phosphorus, potassium, plant nutrient intake.

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde geliştirilen yeni yöntemler olmasına rağmen, tarımın temeli yenilenemeyen ve sınırlı bir kaynak olan toprağa dayanmaktadır. Hızla artan dünya nüfusunun dengeli ve yeterli beslenebilmesini sağlamak tarım alanlarının üretim potansiyellerini arttırmakla mümkündür. Bu sebepten tarımsal üretimi arttırmada çözüm, birim alanından daha fazla ürün alınmasının sağlanmasıdır. Bu durum ise ürün arttırıcı faktörlerin kullanımıyla ilgilidir. Ekonomik, ekolojik ve teknolojik faktörlere bağlı olarak tarımsal üretimde bilinçsizce kullanılan bir takım (sulama, ilaç, gübre vs.) girdiler toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini etkileyerek toprak üretkenliğini ve toprak verimliliğini sınırlandıran birtakım sorunları da beraberinde getirmektedir. Tarımsal alanlardan elde edilecek ürünün kalite ve miktarını artırmak amacıyla yapılan çeşitli kimyasalların kullanımı, tarımsal faaliyetler, tarımsal alanların sürdürülebilirliğini tehlikeye sokmaktadır. Tarım alanlarının bilinçsiz ve yoğun olarak kullanımı, toprağın kimyasal ve fiziksel yapısının bozulmasına sebep olmakta ve tarım alanlarının verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sınırlamaktadır.

Toprak, yaşamın kaynağını oluşturması bakımından ekosistemin en önemli öğelerinden biridir. İnsan beslenmesinde ve ekolojik denge içerisindeki durumu dikkate alındığında toprakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Toprakların yapısal özellikleri alkalileşme, erozyon, tuzlulaşma, kaymak bağlama, asitleşme, kirlenme, sıkışma vb. olaylar nedeniyle bozulmakta ve toprağın bitkisel üretime sağlayacağı destek sınırlanmaktadır.

Oluşumu için uzun bir zaman isteyen ve canlıların yaşamlarını sürdürebilmesini sağlayan en önemli doğal kaynak olan toprağın, yanlış kullanımı sonucunda kısa bir sürede verimliliği azalmakta ve bu sonuç neticesinde topraklar tamamen elden çıkmaktadır. Çağımızda hızlı sanayileşme ve kentleşmenin yanında yanlış toprak işleme, amaç dışı arazi kullanımı, çoraklaşma, toprakların arazi kullanım yetenek sınıfına uygun kullanılmaması,

erozyon, toprak kirliliği vb. nedenlerle tarımsal alanlar giderek daralmaktadır. Ülkemizde özellikle rüzgâr ve su erozyonu sebebiyle toprak kayıplarının fazla oranda olması, birçok sorunu da beraberinde getirmektedir (Uysal vd. 1995). Türkiye genel alanının %89,77' sinde rüzgâr ve su erozyonu sorunu mevcuttur (Taysun 1984). Türkiye'nin alan büyüklüğüne etki bakımından bakıldığında en önemli tarımsal sorununun erozyon olduğu görülmektedir. Erozyon sonucunda her yıl 500 milyon ton toprak taşınarak kaybolmaktadır (Doğan 1991). Bu olay neticesinde bir taraftan toprak kaybı meydana gelirken, diğer taraftan toprak verimlilik ve üretimleri azalmaktadır.

Toprakların erozyona karşı verimlilik ve dirençleri toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklere göre değişmekte ve fiziksel özellikler arasında agregat stabilitesi toprakların erozyona karşı verimliliğinin ve direncinin bir göstergesi olmaktadır. Toprakta agregatlaşmanın artırılması ve stabilite sağlanması için birçok yapay ve doğal maddeler kullanılmaktadır. Bu konuyla ilgili olarak araştırmalar hakkında yoğun çalışmalar yapılmıştır (Levy 1996).

Toprakların içerdiği kum ve kil miktarının çokluğu ve azlığı da toprak sorunlarına sebep olmaktadır. Topraklarda kil oranının fazlalığı su iletimini ve kök gelişimini düşürebilir. Kil varlığı sebebiyle fizyolojik derinliği sınırlanmış topraklarda gerekli ıslah tedbirleri alınmalıdır. Ağır bünyeli topraklarda yarayışlı su tutma kapasitesi yüksek olsa da bitkilerin kök gelişimi için fazla kilin sorunlara neden olduğu bilinmektedir. Kil miktarı fazla bulunan bir toprağın alt horizonları, toprağın göstermesi gereken değerin oldukça üzerinde hacim ağırlığına sahip olabilmektedir. Kumlu topraklarda ise bitki ihtiyaç duyduğu besin elementlerinden faydalanamaz ve bitki fizyolojik olarak zarar görür. Toprağın hacim ağırlığının yüksek değerlerde olması özellikle topraktaki hava ve su döngüsü olumsuz yönde etkilenmekte ve bitkilerin kök gelişimleri, su tutma ve su iletimi gibi özelliklerinde sorunlara neden olmaktadır (Göl ve Dengiz 2006).

Toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilerek strüktür stabilitelerinin artırılması, profilde normal su rejiminin düzelmesine, toprakta iletkenliğin artışı ve bitkide daha elverişli bir duruma gelmesine neden olmaktadır (Munsuz 1973). Agregat stabilitesini ve toprak strüktürünü iyileştirmek için kimyasal toprak iyileştiricilerinin toprağa uygulanması yüksek su infiltrasyonunu sağlamada ve yüzey akış ile erozyonu azaltmada büyük etkiye

sahiptir. Hatta polimerik toprak düzenleyicilerin kullanımıyla toprak erozyonu en aza indirilebilmekte veya tamamen önlenebilmektedir (Wallace and Wallace 1986).

Yapılan araştırmalar sonucunda, toprağı iyileştirici polimerlerin veya yapay stabilizatörlerinin suya dayanıklı agregat oluşumunu ve havalanmayı artırdığı, buharlaşma, yüzey akış ve su erozyonunu azalttığı, yüzey kaymak tabakasının oluşumunu önlediği ve suyun infiltrasyonunu kolaylaştırdığı, tuzlu ve alkali toprakların ıslahında etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Wallace and Wallace 1986, Mitchell 1986, Smith et al., 1990; Zang and Miller 1996). Bu durum bitki yetiştirme ortamının iyileşmesine dolayısıyla toprak-bitki-su ilişkilerinin sağlıklı bir şekilde gelişmesine neden olmaktadır.

Fiziksel özelliklerinin bozulmasına neden olan faktörlere bağlı olarak yapısı bozulan, üretkenlik ve verimliliğini yitiren toprakların iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle günümüzde birçok uygulama yapılmaktadır. Fakat uygulanan yöntemlerin ekonomik olarak uygun olması, hem bitki gelişimini artırıcı hem de toprak yapısını düzenleyici etkiye sahip olması gerekmektedir (Gül 2008). Bu nedenle son zamanlarda organik kaynaklara ek olarak toprak iyileştiricileri olan polimerik maddeler geliştirilmiştir. Fakat başlangıçta gereken ilgiyi görmeme nedeni üretim maliyetindeki ekonomik sebeplerdendir. Diğer dönemlerde polimerlerin etkinliği artırılarak düşük maliyetlerle daha yüksek etkiye sahip polimerlerin üretilmeye başlamasıyla birlikte tarım alanlarında kullanılmaya başlanmıştır.

Gelişmiş ülkelerde toprak kaynaklarının korunmasında toprak iyileştiriciler yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğal organik ürünlerin yanında sentetik organik polimerlerin toprak yüzeyine serpilerek veya toprağı karıştırılarak uygulanmasının toprağın strüktürel yapısını büyük oranda geliştirerek toprak geçirgenliğini arttırdığı bilinmektedir. Son zamanlarda ise, yapay organik polimerlerin strüktür düzenleyici olarak; toprak havalanması ve su geçirgenliği, kabuk bağlama, stabil agregat oluşumu, yüzey akış ve erozyon üzerindeki etkilerinin belirlenmesi önemli çalışma konuları olarak dikkat çekmektedir.

Toprakların aşındırıcılara karşı stabilitelerini artırmak amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Uygulanan bu yöntemlerden biri de toprağı organik kökenli sentetik iyileştiricileri ilave etmektir. Poliakrilamid ve polivinilalkol bu en çok kullanılanlarıdır. Polimer uygulama dozu, uygulama zamanı, uygulama şekli, iklim elemanlarının polimer

parçalanmasına etkisi ve toprak özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak PAM ve PVA'nın topraktaki etkinliği değişebilmektedir (Blanco-Canqui and Lal 2008). Toprak düzenleyiciler; toprak, su kalitesini ve su kullanım verimliliğini arttırırken yüzey akışı ve erozyonu azalttığı bilinmektedir.

PAM genel bir toprak yapısı düzenleyicisidir. PAM uygulaması toprak mikro yapılarını ve suya karşı agregat dayanıklılığını ıslah edebilir (Miller et al. 1998; Levy and Miller 1999; Zhang 2006; Mamedov et al. 2007), toprak parçacıkları arasındaki kohezyon kuvvetini artırır ve sonuç olarak kaymak oluşumunu ve toprak kaybını azaltır (Ben-Hur et al. 1985; Bradford et al. 1987; Ben-Hur and Keren 1997; Bjorneberg et al. 2003; Sojka et al., 2007). PAM, infiltrasyonu arttırmak, toprak kaybını azaltmak ve bazı durumlarda topraklardaki besin kayıplarını azaltmak için etkili yöntemlerden biri olarak bilinir (Bahr and Stieber 1996; Sojka et al. 1998). PAM'lar ucuzdur ve sulamadan önce toprak yüzeyine hızla uygulanabilir.

Polimerler, toprak tanelerini kümeleştirebilen adhesif özelliklere sahip toprak düzenleyicisi olarak toprağa daha iyi strüktür kazandırmak için kullanılmaktadır. Toprakta killer üzerinde polimerin adsorpsiyonu ile suya dayanıklılık sağlanmakta, adhesif özellikleri sürdüren çözünemez kompleksler oluşmaktadır (Schamp and Huylebroeck 1973). Agregat stabilitesini ve toprak strüktürünü iyileştirmek için kimyasal toprak iyileştiricilerinin toprağa uygulanması yüksek su infiltrasyonu sağlamada ve yüzey akış ile erozyonu azaltmada etkili olmaktadır (Ben-Hur 1994). Hatta polimerik toprak iyileştiricilerin kullanılmasıyla toprak erozyonu en aza indirilebilmekte veya tamamen önlenebilmektedir (Wallace and Wallace 1986).

Hidrofilik polimerlerin etkileri, kullanım durumları ve kimyasal yapılarına göre sentetik polimerler, yarı sentetik polimerler ve doğal polimerler diye sınıflandırılırlar. Doğal polimerler, en fazla buğday ve mısırdan elde edilen polisakkaritler olup, şişmanlatıcı ajan olarak yiyecek endüstrisinde kullanılırlar. Yarı sentetik polimerler büyük oranda selülozik maddelerden üretilirler bunun dışında petro-kimya sanayisinde kullanılmaktadırlar. Sentetik polimerlerin belli başlıları PVA ve PAM olup, en fazla tarım alanında kullanılmaktadırlar (Mikkelsen 1994). Sentetik polimerlerin az miktarlarda toprak yüzeyine uygulanmasının dahi agregat stabilitesini artırması bakımından önemli pozitif

etkiler yaratabileceği genel bir sonuç olarak vurgulanmaktadır (Bryan 1992; Sojka and Lentz 1994; Imbue et al. 2005).

Bu araştırmanın amacı, yapay organik polimerlerin (PAM ve PVA) farklı bünyeli topraklara uygulamanın sonrasında yetiştirilen kanola (*Barissca napus L.*) ve jt (*Corchorus olitorius L.*) bitkilerinin besin elementi içeriği üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Bu bağlamda toprağa artan dozda ilave edilen bu polimerlerin, toprak çözeltisinde çözünmüş halde bulunan azot (N), fosfor (P) ve potasyumun (K) bitki kökleri içine geçişini ne yönde etkileyeceği araştırmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak düzenleyicisi olarak kullanılan PAM ve PVA ile ilgili yapılan çalışmalar genellikle toprak fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ile sınırlıdır. Yapılan çalışmalar bitki yetiştirme ortamının iyileştirilmesi yönünde olmuştur. Polimerlerin toprak besin elementi elverişliliği üzerine yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır. Araştırma konusu ile ilgili yakın olan çalışmalar bu bölümde değerlendirilmiştir.

1970'li yıllardan günümüze kadar polisakkaritler, nişasta kopolimerleri ile PAM ve PVA dahil çok sayıdaki sentetik organik polimerler toprakların strüktürel stabilitesini sağlamak amacıyla araştırmalara konu edilmektedirler. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, sentetik polimerlerin (PVA, PAM) toprak yüzeyine az miktarda uygulanmasının dahi strüktürel yapıyı ve agregat stabilitesini geliştirmesi sebebiyle önemli pozitif etkiler yaratacağı sonucuna varılmıştır.

Stefanson (1973), sentetik organik polimerlerle toprağın strüktürel stabilitesinin sağlanması üzerine yapılan ilk çalışmalarında PVA'nın diğer birçok organik polimer kadar etkili olduğunu belirtmekte ve yüzey toprağının strüktürel yapısının toprak organik maddesi tarafından korunduğu sürece PVA uygulamasının toprağın strüktürel yapısını etkili bir şekilde stabilize ettiğine dikkat çekmektedir. Ayrıca, bozulmamış toprak kolonları üzerine ağırlık esasına göre %0,005 oranında PVA uygulamasının bile suni yağmur koşulları altında toprak tarafından infiltre edilen yağış miktarının iki katına çıkarılabileceğini bildirmektedir.

Farklı tekstüre sahip topraklara, PAM ve PVA uygulanmasıyla bu toprakların hacim ağırlıklarının azaldığı, bunun sonucunda su karşısındaki agregat stabilitesi ve toplam porozite yüzdelерinin arttığı belirtilmektedir (Stefanson 1973; Ben-Hur and Keren 1997; Green et al. 2000).

Stefanson (1974), yaptığı bir çalışmada polivinilalkolün 6 farklı düzeyi ve azotlu gübrenin 5 farklı düzeyi kullanılarak serada faktöriyel bir deneme yürütmüştür. Çalışma sonucunda, PVA bitki gelişimini veya azot alımını etkilememiştir. PVA'nın uygulanmasıyla yapay yağış (simulated rain) yağdırılması sonucu toprak kaybını artırmadığını ve toprak kayıplarının da belirgin bir biçimde azaltmadığını belirtmiştir.

Toprağa PAM uygulaması toprak dispersiyonunu ve flokülasyonunu etkilemekte, mevcut agregatların stabilizasyonunu arttırmaya yardımcı olurken bitişik toprak partikülleri arasındaki bağları güçlendirmektedir (Schamp et al. 1975; Ben-Hur and Keren 1997).

Polyakova (1976), Rusya'da yaptığı çalışmada hektara 100, 150 ve 200 kg toprak düzenleyici uygulamıştır. Araştırmacıya göre düzenleyicilerin uygulaması toprakta nitrifikasyonu ve nitrat düzeyini yükseltmiş, verimi %20-140 arttırmıştır.

Koerner (1978), PVA'ün erozyona duyarlı bir toprağa 48gr/ m² oranında uygulanmasıyla birlikte 3.8 cm/saat yoğunlukta 120 dakika boyunca yağın yağışa karşı erozyona dirençli kalabildiğini rapor etmektedir.

Gabriels, Moldenhauer ve Kirkham'ın bildirdiğine göre poliakrilamidlerin, Polivinilalkollerin yaptığı gibi yağış sırasında erozyonu önlediğini ancak, tüm bu materyallerin, yağışın infiltrasyonunu artırmasına karşın polivinilasetat ve bitumen ya da kauçuk emülsiyonlarının bu işlevi yerine getirmediğini belirtmektedirler. (Page and Quick 1979).

Polyakova'nın bildirdiğine göre Poliakrilamid, HPAN'dan daha az etkili olmasına rağmen agregatların suya dayanıklılığını artırmaktadır (Page and Quick 1979).

Taysun vd. (1984), tarafından farklı özelliğe sahip üç toprak örneğinde PVA uygulamalarının agregatlaşmaya etkisi araştırılmışlardır. Araştırma sonucuna göre:

1-PVA uygulamaları agregatlaşmayı büyük ölçüde arttırmıştır.

2-PVA uygulamalarıyla killi tın bünyeli topraklarda küçük çaplı agregatlar daha fazla artarken, tınlı kumlu toprakta ise büyük çaplı agregatların miktarı artmaktadır. Tınlı toprakta ise orta çaplı agregatlar daha fazla artmıştır.

3-Karıştırma işlemi kaba bünyeli topraklarda agregatlaşmayı karıştırmama işlemine göre biraz azaltmaktadır.

Wallace and Wallace (1986), yüksek kil içeriği, alkalilik ve aşırı tuzluluk gibi koşullara bağlı olarak drenajı zayıf olan topraklarda toprak düzenleyicilerinin kullanımı ile böyle topraklarda drenajın iyileştiğini belirtmişlerdir.

Uysal (1986); Rendzina, Regosol ve Kireçsiz Kahverengi topraklarda PVA uygulaması ile agregat stabilitesinde büyük artış sağlandığını ve oransal olarak en büyük artışın kaba bünyeli topraklarda olduğunu saptamıştır.

Uysal (1986), Gediz havzasında bulunan büyük toprak gruplarına ait su erozyonuna maruz kalan eğimli tarım alanlarında PVA kullanarak yapmış olduğu çalışmada, solüsyon halindeki PVA'nın çok küçük miktarının toprağa uygulanması ile işlenen toprakların zayıf strüktürlerinin ıslah edilebildiğini, agregatlaşmanın artırıldığını, su hareketinin ve havalanmanın önemli ölçüde değiştiğini tespit etmiştir.

Painuli and Pagliali (1990), tınlı ve killi topraklara sentetik iyileştirici olarak bilinen polivinilalkol, hümkik asidi ve dekstran %0- %0,5- %1,0- ve %2,5 miktarında eklenerek strüktürel değişimlerini incelemiş, dekstran ve PVA uygulamasıyla toprak yapısını önemli oranda geliştirilebildiğini ve suda dispers olabilen silt+kil miktarının büyük oranlarda azaldığını belirlemişlerdir.

Toprakların fiziksel özellikleri üzerinde polimerin etkisini saptamak üzere Wallace and Wallace (1990) yürüttükleri bir araştırmada; sulama suyuyla 2 kg ha⁻¹'in biraz üzerinde polimer uygulandığında toprağın fiziksel özelliklerinin pulluk derinliği boyunca geliştiğini ileri sürmüşlerdir. Polimer uygulamasıyla sağlanan yararların toprağın daha iyi havalanması, suyun toprakta muhafazası ve toprak erozyonun kontrolü anlamına geldiği belirtilmiştir.

Polimerin etki oranının toprağın kil içeriği ve organik madde içeriği ile değiştiğini belirten Wallace and Wallace (1990), PAM kullanarak yaptıkları araştırmada, toprakta kil oranının

yüksek olması durumunda daha yüksek PAM konsantrasyonuna gereksinim duyulduğu sonucuna varmışlardır.

Barry et al. (1991), toprağa uygulamış oldukları PVA'nın 7 gün inkübasyonu sonunda toprağın dağılıbilirliğini önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir.

Uysal ve Taysun (1995), toprağa hidrofolik özellikte kümeleşmeyi sağlayan PVA ve PAM uygulanmasının yüzey akışı ve toprak kayıplarının önemli ölçüde azalttığını belirlemişlerdir.

Sen et al. (1995), sera koşulları ve sera laboratuvarında kumlu toprağa organik ve sentetik toprak iyileştiricileri farklı oranlarda uygulayarak, toprak su oranı, porozite, toprak agregasyonu, hidrolik iletkenlik ve bitki gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Topraklara fazla miktarda PVA uygulamasının toprağın suya dayanıklı agregat miktarını ve su tutma kapasitesini büyük oranda arttırdığını belirlemişlerdir.

PAM'ın toprak strüktürünü geliştirilmesinde etkileri toprak biliminde birçok araştırmaya konu olmuştur. Bu çalışmalardan birinde (Nadler et al. 1996) PAM tınlı kumlu toprağın kuru ve ıslak agregatlarına düşük miktarda (28-75 ppm) uygulamasının, agregat stabilitesinin polimer yük yoğunluğuna, toprak nem içeriğine ve değişebilir iyonun tipine bağlı olarak geliştiği belirtilmiştir.

Zlatkovic and Raskovic (1998), PVA, PAM ve Carboxymethylcellulose'ün toprak agregasyonu ve bitki gelişimi üzerine etkisini incelemiş suda çözünen polimerlerin 1-2 ve 5 ppm konsantrasyonlarında agregasyonun gelişimi ve bitki gelişimi üzerine artan dozlarla önemli pozitif etkiler yarattığını belirlemişlerdir.

Öztaş vd. (2000), toprağın strüktürel yapısının toprağa ilave edilen ıslah maddeleri ve toprak yönetim uygulamalarıyla değiştiğini belirtmişler ve yapılan çalışmada polivinilalkol'ün strüktürel özellikler ve agregat stabilitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Toprağa polivinilalkol uygulaması sonucu direnci ve agregat stabilitesi üzerinde önemli bir etki gözlenmiş ve parçalanma kuvvetlerine karşı her bir agregat direncinin arttığını ve daha yüksek bir agregat stabilitesine neden olduğunu belirlemişlerdir.

Santos and Serraheiro (2000), erozyona karşı duyarlı Akdeniz topraklarında 1 mg/l PAM'ın sulama suyuyla toprağa uygulanması sonucu toprağın hidrolik iletkenlik değerinin %168 kat arttırılabileceğine dikkat etmektedirler.

Chiellini et al. (2003), toprağa uygulanan PVA'ün yıkanma ile kaybı zemine yapmış oldukları çalışmada, toprağa 5-10 gr/ 2 m miktarında uygulanan PVA'nın toprak tarafından tamamen tutulduğunu ve yıkama solüsyonunda PVA'e rastlanmadığını tespit etmişlerdir.

Aksakal ve Öztaş (2004), polivinilalkol'ün strüktürel stabilite üzerindeki etkilerinden dolayı, toprak iyileştirici (stabilizer) olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Araştırmacıların yaptıkları bu çalışmada, Polivinilalkol'ün farklı tekstüre sahip toprakların sıkışabilirliği üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. PVA'ün hidrolik iletkenlik üzerindeki etkisi tınlı tekstürlü topraklarda, kumlu tınlı tekstürlü topraklarla karşılaştırıldığında çok daha belirgin biçimde ortaya çıktığını belirlemişlerdir.

Özkaptan (2004), çalışmada organik ve inorganik toprak iyileştiricilerin erozyona karşı toplam kuru madde verimi ve duyarlılık üzerine etkileri araştırılmıştır. Amaç, Samsun yöresinde bulunan killi asit reaksiyonlu toprakların erozyona karşı duyarlılığı ve verimi üzerine, kireç, atık çamuru, zeolit ve PAM gibi düzenleyicilerin karıştırılmasının etkilerini sera koşullarında incelemektir. Deneme sonuçları: a) Organik ve inorganik materyal ilavesi, topraklarda suya dayanıklı 250 mikrondan büyük stabil agregatlar miktarını %50,5 ten %70,1 çıkararak önemli düzeyde artırmış, b) Aynı muamele işlemleri, dispersiyon oranı değerlerini %9,5 ten %3,3 e düşürerek istatistiksel olarak önemli düzeyde azaltmış, c) Düzenleyici ilavesi, toprak aşınım faktörü değerlerini 0,032'den 0,020'ye düşürerek istatistiksel olarak önemli düzeyde düşüş sağlamış,

d) Organik ve inorganik materyal ilavesi, mısır bitkisinde toplam kuru madde miktarı ve bitkinin toplam azot içeriğini önemli düzeyde artırmıştır.

Özdemir vd. (2005), toprak düzenleyicilerinin asit toprakta strüktürel dayanıklılığa etkisini araştırdıkları çalışmada kil tekstür sınıfındaki toprağa %0- 0,5-1-2 oranlarında zeolit; % 0, 2, 4 ve 8 oranında atık çamuru; 0-0,5-1-2 ppm konsantrasyonlarında PAM (Polyacrylamid)

uygulamışlardır. Bu uygulamalar sonucu solma noktası ve tarla kapasitesi nem içeriği değerleri gibi fiziksel özelliklerin iyileştiğini gözlediklerini rapor etmişlerdir.

PVA ve PAM gibi sentetik polimerler bütün tekstür sınıflarında agregatlaşma vasıtasıyla etkili olabilmektedirler. Polimerler, toprak agregatları üzerinde adsorbe edilen mikroskopik ağlar gibi davranarak agregatlar için yapısal destek sağlamakta ve yağmur damlasının çarpma kuvvetinden kaynaklanan parçalama etkisine karşı agregatları korumaktadırlar (Sojka and Lentz, 1997; Sharma et al. 2006).

Eğriçayır (2006) farklı alkalilik düzeylerine getirilen toprak örneklerinde bozulan strüktürel yapının iyileştirilmesinde sentetik organik polimer polivinilalkolün etkinliğini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırma sonucunda, toprak örneklerinin DSY değerleri arttıkça agregat stabilitesi ve su geçirgenliği önemli düzeyde azaldığı ancak hava geçirgenliği değeri üzerinde etkisinin olmadığı, farklı alkalilik düzeyindeki toprak örneklerine PVA uygulamasıyla en düşük PVA dozunda bile agregat stabilitesinin de %27, su geçirgenliğinde ise %438'lik bir artış olduğu, PVA'nın çok düşük dozlarının bile tuzlu-alkali toprakların bozuk strüktürel yapılarının iyileştirilmesinde etkin olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Smektitik toprakların 0,5-1 ve 1-2 mm agregatlarına PAM uygulanarak yapılan bir çalışmada (Mamedov et al. 2007) agregatın dış yüzeylerindeki stabilitenin PAM uygulamasıyla arttığı tespit edilmiştir. Ancak PAM moleküllerinin agregat yapısında yer alan porlara girmesinin strüktür stabilitesini önemli düzeyde etkilemediği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Asghari et al. (2009) tarafından yürütülen bir çalışmada, Typic Calcixerept'e uygulanan çeşitli toprak düzenleyicilerin ortalama ağırlıklı çap, suya dayanıklı agregatlar, gözenek büyüklük dağılımı ve respirasyon aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bilim insanları, 4.76 mm'lik elek altına geçen bozulmuş yüzey agregatlarına, farklı doğal organik madde kaynakları ve bir PAM türünün 0,25 ve 0,50 g kg⁻¹ dozlarını uyguladıkları çalışmanın sonucunda, her iki PAM uygulama dozunun kontrol ile karşılaştırıldığında toprağın MWD ve WAS değerlerini önemli ölçüde ($P \leq 0,05$) artırdığını açıklamışlardır.

Acar (2014), Araştırmada farklı tekstüre sahip topraklarda erozyon oluşumuna toprak düzenleyicilerin etkisi araştırılmıştır. Aras havzasına ait eğimli arazilerden erozyona duyarlı dört farklı tekstür sınıfına ait toprak örneği su ile doygun hale getirilerek %6, 9 ve 15 eğim altında kontrol; 2,5 ve 5 kg/ha PAM uygulanarak 100 mm sa-1 intensiteli 1 saatlik yağışlar uygulanacaktır. Yağışlar süresince infiltrasyon, yüzey akış, toprak kaybı ve sıçrama değerleri ölçülerek toprak düzenleyicilerin farklı toprak örnekleri üzerinde, farklı eğim altında etkileri belirlenmektedir.

Kıray (2015), çalışmanın amacı, toprak düzenleyici olarak kullanılan poliakrilamid ve polivinilalkolün farklı toprakların değişik başlangıç büyüklüğündeki agregatlarına uygulandıklarında parçalanma mekanizmalarının ne şekilde gerçekleştiğinin taşınan sediment büyüklüğü üzerinden incelenmesidir. Çalışma sonucunda, başlangıç agregat büyüklüklerine bağlı olarak polimer uygulanan ve uygulanmayan tavalardan yapay yağış uygulamasıyla taşınan sedimentte parçacık dağılımında değişkenlik gözlemlenmiştir.

Kim et al. (2015) çalışmalarında poliakrilamid'in topraktaki su ve makro-mikro besin elementi hareketliliği üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada artan dozda toprağa ilave edilen PAM'ın toprak hidrolik iletkenliği arttırdığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında PAM'ın azot ($\text{NH}_3\text{-N}$) ve fosforun ($\text{PO}_4\text{-P}$) topraktan kaybolmasını azalttığını saptamışlardır. Diğer yandan PAM ile nitrat ve mikro besin elementleri arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Toprak Materyali

Bu çalışmada kaba ve ince bünyeli olmak üzere iki toprak tipi kullanılmıştır. Denemede kullanılan topraklar Bingöl ovasının farklı lokasyonundan temin edilmiştir. Bu topraklar Demir (2016) tarafından sınıflandırılmış olup topraklara ait belirlenmiş olan genel özellikler Tablo 1’de verilmiştir. Laboratuvar ortamına taşınan topraklar, kurutma, öğütme ve eleme (2 mm) işlemlerinden sonra deneme ve analiz için hazır hale getirilmiştir. Deneme öncesi genel toprak özelliklerini belirlemek için bir miktar toprak analiz edilmek üzere ayrılmıştır.

3.1.2. Bitki Materyali

Denemede Kanola (*Brassica napus ssp.*) ve Jüt (*Corchorus Olitorius L.*) olarak iki bitki çeşidi kullanılmıştır.

Kanola (*Brassica napus ssp.*): Ülkemizde rapitsa, rapiska, kolza isimleriyle de bilinen kanola, yazlık ve kışlık olmak üzere iki fizyolojik döneme sahip bir yağ bitkisidir. Kanola danesinde bulunan %16-24 protein ve %38-50 yağ oranı ile önemli bir yağ bitkisidir. Genel olarak orta bünyeli topraklarda daha iyi gelişim göstermektedir.

Jüt (*Corchorus olitorius L.*): Ihlamurgil (Tiliaceae) familyasından olan jüt, tropikal ve subtropikal iklimlerde yetişen, 2- 4 metreye kadar uzayabilen tek yıllık odunsu bir lif bitkisidir.

Tablo 1. Denemede kullanılan topraklara ait genel özellikler

Özellikler	Toprak Tipi	İnce Bünyeli	Kaba Bünyeli
Fiziksel Özellikler	Kil (%)	48,0	17,4
	Silt (%)	25,0	24,6
	Kum (%)	27,0	58,0
	Bünye	Kil	Kumlu Tın
	Db (gr.cm-3)	1,22	1,49
	TK (%)	42,9	18,2
	SN (%)	17,0	14,0
Kimyasal Özellikler	pH	7,2	7,0
	OM (%)	2,4	2,3
	Kireç (%)	0,2	0,1
	EC (µS/cm)	617,5	176,4
	N (%)	0,34	0,14
	P (mg.kg⁻¹)	8,48	2,28
	K (mg.kg⁻¹)	180.18	86.97
	KDK (cmol.kg⁻¹)	41,5	31,6
Toprak Sınıfı*	Ordo	Vertisol	Entisol
	Alt Ordo	Xerert	Fluvents
	Büyük Grup	Haploxererts	Xerofluvents
	Alt Grup	Typic Haploxererts	Typic Xerofluvents
	Seri	Büyüktekören	Göynük

* Demir (2016) tarafından USS (2010)'a göre sınıflandırılmıştır.

3.1.3. Toprak Düzenleyici Polimerler

Çalışmada PAM ve PAVA olmak üzere iki farklı özelliğe sahip ticari polimer kullanılmıştır. Bu polimerlere ait genel özellikler Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırma materyali polimerlerin tanımlayıcı bazı özellikleri

Özellikler	PAM	PVA
Molekül formülü	CH ₂ CHCONH ₂	(C ₂ H ₄ O) _n
Hidroliz derecesi	> %98,0	> %98,0
Molekül ağırlığı	10000 Mg/mol	72000 g/mol
Hacim ağırlığı	0,5 gr.cm ⁻³	0,4-0,6 gr.cm-3

Polimerler, esas olarak toprakların kil fraksiyonu ile etkileşime giren suda çözünür, yüksek molekül ağırlıklı sentetik organik maddelerdir. Etkileşim derecesi hem polimerin özelliklerine hem de toprağın özelliklerine bağlıdır. Toprak agregalarının stabilize edilmesinde, toprak erozyonunun azaltılmasında ve su infiltrasyonunun arttırılmasında etkilidir ve ayrıca ürün büyümesi ve verimi üzerinde dolaylı olarak önemli bir etkiye sahiptir (Seybold 1994).

3.1.4. Gübre Materyali

Denemede azot, fosfor ve potasyum gübresi olarak, NPK (15:15:15) kimyevi kompoze gübre kullanılmıştır. Kullanılan gübre kimyevi çeşidi ticari bir firmadan satın alma yoluyla temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Laboratuvarı Bitki Besleme Ünitesi'nde yürütülmüştür. Deneme kaba ve ince bünyeli olmak üzere 2 tip toprak, iki bitki türü (kanola ve jüt), 2 farklı polimer (PVA ve PAM), 4 farklı polimer dozu (kontrol, 100 gr/da, 200 gr/da, 400 gr/da) ve 3 tekrarlamalı olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve yürütülmüştür (Şekil.1)

Uygulama Dozu	Poliakrilamid (PAM)		Polivinilalkol (PVA)	
	Kumlu Toprak	Killi Toprak	Kumlu Toprak	Killi Toprak
100 gr/da				
200 gr /da				
400 gr/da				
Kontrol				

Şekil 1. Deneme Deseni

Denemede apı 30 cm, yüksekliği 40 cm olan plastik saksılar kullanılmıştır. Her bir saksı için hazırlanmış olan 5 kg toprak-polimer karışımı saksılara eklenmiştir. Laboratuvar koşullarında viyollerde çimlendirilen kanola ve jt bitkileri saksılara transfer edilmiştir (şekil 2, şekil 3, şekil 4, şekil 5). Saksılar düzenli aralıklarla tarla kapasitesi düzeyinde şebeke suyu ile sulanmıştır. Deneme süresince yapılan sulamada saksılardan drenaj yoluyla su çıkışı olmamıştır. Dolayısıyla olası bir su ve besin elementi kaybı yaşanmamıştır. Bitkilerin saksılara transferinden 45 gün sonra her saksıya 40 kg/da znmş NPK (15:15:15) kompoze gübre uygulanmıştır. Gübre uygulamasından 7 gün sonra bitki yaprakları analiz edilmek üzere toplanmıştır. Bitki rneklemei ile eř zamanlı olarak her saksıdan toprak rneklemei de yapılmıştır. Deneme yürütme prosedürü şekil 6 daki diyagramda verilmiştir.



şekil 2. Bitki materyallerinin viyollerde imlendirilmesi süreci



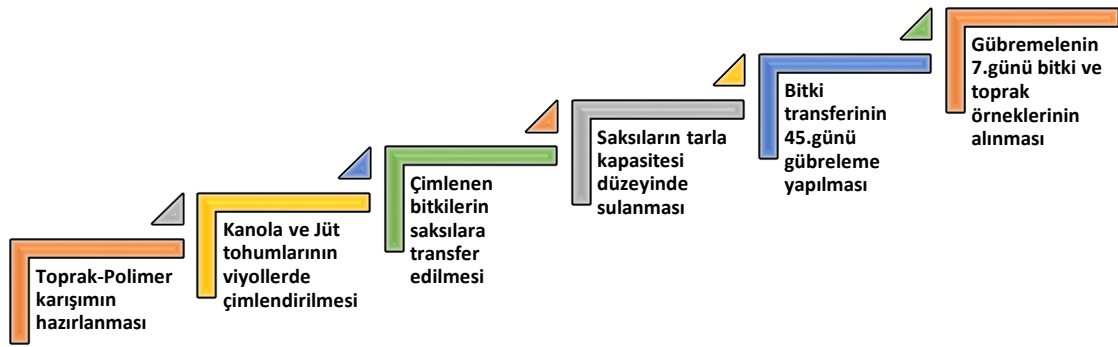
Şekil 3. Çimlenen bitki materyallerinin saksılara transferleri süreci



Şekil 4. Kanola bitkisi denemesinden bir görünüm



Şekil 5. Jüt bitkisi denemesinden bir görünüm



Şekil 6. Deneme Süreci

3.2.2. Toprak ve Bitki Analizleri

Deneme öncesi ve sonrasında analize hazırlanmış toprak ve bitkiler üzerinde yapılan analizlerde kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

- a. **Bünye Analizi:** Toprakların kum, silt ve kil fraksiyonlarının oransal dağılımı Bouyoucus hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Demiralay 1993). Analizler Bouyoucus hidrometre düzeneği kullanılarak yapılmıştır.
- b. **Kütle Yoğunluğu:** Gravimetrik yöntemle göre belirli bir hacimdeki silindirin içindeki bozulmamış toprak örneğinin fırın kurusu ağırlığının silindirle hacmine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Demiralay 1993).

- c. **Toprak reaksiyonu:** Doygun hale getirilen toprağın hidrojen iyonu aktivitesinin pH metre ile ölçülmesi ile belirlenmiştir (Horneck 1989).
- d. **Elektriksel iletkenlik tayini:** Elektriksel iletkenlik için doygun hale getirilen toprağın EC metre ile ölçülmesiyle belirlenmiştir (Jackson 1962).
- e. **Kireç tayini:** Scheibler kalsimetresinde toprağın seyreltik hidroklorik asitle reaksiyona tabi tutulması ile karbonatlardan çıkan CO₂ gazının hacminin ölçülmesi ve ölçülen değerlerin hesaplanması ile belirlenmiştir (Allison 1965).
- f. **Organik madde tayini:** Toprağı potasyum dikromat ve sülfürik asit ile tepkimeye sokarak toprak içerisindeki organik karbonun potasyum dikromat ile oksitlenmesini sağlamak ve oksitlenme için kullanılan miktardan arta kalan potasyum dikromatı standart demir sülfat ile titre etmek suretiyle toprakta bulunan organik karbonu saptayarak organik madde miktarı belirlenmiştir (Walkley and Black 1934).
- g. **Toplam azot tayini:** Kjeldahl yöntemiyle, toprak ve bitki örneğindeki azotun sülfürik asitle yakılarak amonyuma (NH₄⁺) dönüştürülmesi, bu amonyumun alkali bir ortamda damıtılması neticesinde açığa çıkarılan amonyanın borik asitle toplanması ve uygun bir indikatör kullanılarak sülfürik asit ile titre edilmesi sonucu toprakta bulunan azot miktarı tespit edilmiştir (Kaçar 2009).
- h. **Fosfor tayini:** Toprakta bulunan fosforun 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi ile ekstrakte edilerek hazırlanan numune çözeltisinin absorbansının spektrofotometrede okunması ve okunan değer in aynı şartlarda hazırlanmış standart çözeltilerin okuma değerleriyle kıyaslanması ile belirlenmiştir (Olsen 1954). Bitki örneklerindeki fosfor içeriği ise yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Kaçar 2009).
- i. **Potasyum Tayini:** Toprakların potasyum içeriği 1 N amonyum asetat çözeltisiyle ekstrakte edilerek çözeltiliye geçen potasyumun alev fotometrede okunması ile belirlenmiştir (Black 1965). Bitki örneklerindeki potasyum içeriği ise yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Kaçar 2009).
- j. **Kasyon değişim kapasitesi :**Toprak örneğinin 1 N Sodyum asetat ile doyurulup etil alkol ile yıkandıktan sonra 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilip Flamephotometer’de Na miktarının ölçülmesiyle belirlenmiştir (Sağlam 1994).
- k. **Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası tayini:** Basınçlı membran aletiyle toprak örneklerinin 1/3 atm’de içerdiği nem miktarıyla toprağın tarla kapasitesi,

bozulmuş toprak örneklerinin 15 atm’de içerdği nem miktarıyla devamlı solma noktası belirlenmiştir (Tinsley 1967).

3.2.3. İstatiksel Analizler

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları SPSS 15.0 paket programı ile istatiksel olarak analiz edilmiştir. Gruplar arasındaki farkların belirlenmesinde Duncan testinden faydalanmıştır (Efe ve ark., 2000).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Polimer Uygulamalarının Bitkilerin Besin Elementi (N, P, K) Alımına Etkisi

4.1.1. Azot

Kaba ve İnce bünyeye sahip topraklara artan dozda karıştırılan PAM ve PVA polimerlerinin, Jüt ve Kanola bitkilerinin azot alımına olan etkisi Tablo 3 ve Tablo 4 de verilmiştir. Tabloda yer alan istatistiksel verilere göre polimer dozunun ve polimer x doz interaksyonunun ince bünyeye sahip topraktaki jüt bitkisinin azot alımına önemli düzeyde etki ettiği belirlenmiştir ($p<0.05$). En yüksek azot içeriği 400gr/da PVA uygulamasında elde edilmiştir. Kaba bünyeye sahip topraktaki jüt bitkisine ise sadece polimer x doz interaksyonunun etkili olduğu saptanmıştır. Burada da her iki polimerin 400gr/da uygulamasında en yüksek azot içeriği elde edilmiştir.

Tablo 3. Polimer uygulamalarının bitkilerin toplam azot (N) alımına etkisi (ANOVA test sonuçları)

Bitki Çeşidi	Toprak Tipi	Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Jüt	İnce Bünyeli	Polimer	1	0,01	0,01	0,9305
		Doz	3	3,99	29,29	<,0001*
		Polimer*Doz	3	0,45	3,33	0,0461*
	Kaba Bünyeli	Polimer	1	0,06	0,51	0,4830
		Doz	3	1,14	2,98	0,0622
		Polimer*Doz	3	2,09	5,44	0,0090*
Kanola	İnce Bünyeli	Polimer	1	0,02	0,23	0,6354
		Doz	3	5,22	15,94	<,0001*
		Polimer*Doz	3	2,60	7,94	0,0018*
	Kaba Bünyeli	Polimer	1	0,12	0,64	0,4330
		Doz	3	12,76	21,34	<,0001*
		Polimer*Doz	3	1,23	2,07	0,1443

*: $P<0,05$.

Tablo 4. Polimer uygulamalarının bitkilerin toplam azot (N) alımına etkisi

Bitki Çeşidi	Polimer	Uygulama Dozları (gr/da)			
		0	100	200	400
Jüt	İnce Bünyeli Toprak				
	PAM	4,46cd	4,69bcd	5,11ab	5,19ab
	PVA	4,22d	4,62bcd	4,98bc	5,66a
	Ortalama	4,34c	4,65c	5,04b	5,42a
	Kaba Bünyeli Toprak				
	PAM	3,76b	4,79a	4,96a	4,88a
	PVA	4,83a	4,59ab	4,46ab	4,92a
	Ortalama	4,30b	4,69b	4,71ab	4,90a
Kanola	İnce Bünyeli Toprak				
	PAM	4,07c	4,64bc	4,62bc	6,09a
	PVA	4,62bc	4,64bc	5,32ab	5,11b
	Ortalama	4,34c	4,64bc	4,97b	5,60a
	Kaba Bünyeli Toprak				
	Ortalama	4,35b	4,56b	5,70a	6,07a

Jüt bitkisinde olduğu gibi kanola bitkisinde de polimer çeşidinin azot alımı üzerine etkili olmadığı görülmüştür. Diğer bir ifade ile polimer tipinin her iki toprak tipinde kanola bitkisinin azot alımı üzerine etkisi olmadığı saptanmıştır. Diğer yandan ince bünyeli topraklarda polimer dozunun ve polimer x doz interaksiyonunun önemli olduğu kaba bünyeli topraklarda ise sadece polimer dozunun önemli olduğu belirlenmiştir. Azot bitkilerin optimum düzeyde büyümeleri için mutlak gereksinim duyulan elementlerin başında gelmektedir (Kaçar 1984; Aktaş 1995). Noksanlığında bitkilerin vejetatif gelişimleri yavaşlamakta buna bağlı olarak ürün kaybı meydana gelmektedir. Bitkiler toprak solunumunda etkili kök derinliği boyunca bitki besin maddelerinden faydalanabilmektedir. Bu bağlamda bitki besin elementlerinin özellikle de azotun toprak solunumunda etkili kök bölgesi boyunca hareketi önem kazanmaktadır (Phene et al. 1990; Riley et al. 2001). Besin elementlerinin bitkiler tarafından alınmasına etki eden faktörlerin başında bitki kök uçları ile toprak çözeltisini etkileşim süresi ve miktarı gelmektedir. Etkileşim süresi ve miktarı arttıkça besin elemnti alımı olumlu yönde seyretmektedir (Korkmaz ve Saltalı 2012). Birçok çalışmada polimerlerin toprakların su tutma kapasitesini arttırdığı belirlenmiştir. (Bowman and Evans 1991; Lentz and Sojka, 1994). Suda çözünen

besin elementlerinin polimerler aracılığıyla uzun süre bitki kök bölgesinde bulunması, bitkilerin bu besinleri kendi bünyelerine daha fazla almalarına katkı sağlayacaktır. Genel olarak artan dozda PAM ve PVA uygulamasının her iki toprak tekstüründe bitkilerin toplam azot alımını olumlu yönde etkilemesi bu yaklaşımla açıklanabilir. Lentz and Sojka (1994) çalışmalarında sulama suyuna poliakrilamid eklenmesi ile fosforun %84'ü, azotun %83'ü, yıkanmasının engellediğini rapor etmişlerdir.

4.1.2. Fosfor

Kaba ve ince bünyeye sahip topraklara artan dozda karıştırılan PAM ve PVA polimerlerinin Jüt ve Kanola bitkilerinin fosfor alımına olan etkileri (Tablo 5 ve Tablo 6)'da verilmiştir. Tablolarda yer alan istatistiksel verilere göre polimerlerin ince bünyeye sahip topraktaki jüt bitkisinin fosfor alımına etkisinin bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer yandan polimerlerin kaba bünyeye sahip topraktaki Jüt bitkisinin fosfor alımına etkisi sadece polimer x doz interaksiyonunda etkisi gözlemlenmiştir. Kanola uygulamasında ise kaba ve ince bünyeye sahip her iki toprak tipinde polimerlerin fosfor alımına etkisi sadece doz varyasyonunda belirlenmiştir. Yani doz uygulamaları ortalamalarına bakıldığında artan dozda polimer uygulamasında kanola bitkisinin fosfor içeriği de artış göstermiştir ($p<0,05$). Kanola uygulamasında en yüksek fosfor içerikleri ince bünyeli topraklarda 400 kg/da uygulamasında (109,16 ppm), kaba bünyeli topraklarda ise yine 400 kg/da (103,81 ppm) uygulamasında elde edilmiştir.

Tablo 5. Polimer uygulamalarının bitkilerin yarayışlı fosfor (P) alımına etkisi (ANOVA test sonuçları)

Bitki Çeşidi	Toprak Tipi	Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Jüt	İnce Bünyeli	Polimer	1	23,26	0,05	0,8253
		Doz	3	867,55	0,62	0,6088
		Polimer*Doz	3	1044,95	0,75	0,5363
	Kaba Bünyeli	Polimer	1	358,85	0,87	0,3632
		Doz	3	1400,50	1,13	0,3630
		Polimer*Doz	3	10729,63	8,73	0,0012*
Kanola	İnce Bünyeli	Polimer	1	13,14	1,10	0,3078
		Doz	3	254,68	7,16	0,0029*
		Polimer*Doz	3	7,12	0,20	0,8944
	Kaba Bünyeli	Polimer	1	51,48	3,39	0,0839
		Doz	3	197,48	4,34	0,0202*
		Polimer*Doz	3	52,31	1,15	0,3588

*: P<0,05.

Tablo 6. Polimer uygulamalarının bitkilerin yarayışlı fosfor (P) alımına etkisi

Bitki Çeşidi	Polimer	Uygulama Dozları (gr/da)			
		0	100	200	400
Jüt	Kaba Bünyeli Toprak				
	PAM	72,41b	65,88b	104,49ab	95,70ab
	PVA	91,19ab	136,44a	61,97b	79,82ab
Kanola	İnce Bünyeli Toprak				
	Ortalama	101,15c	104,52ab	108,61a	109,16a
	Kaba Bünyeli Toprak				
	Ortalama	95,97b	101,26ab	99,26ab	103,81a

Bitkiler fosforu genel olarak fosfat anyonu şeklinde alırlar. Fosfor toprakta çok az hareketli olduğundan fosforun kök bölgesine hareketi difüzyon ile olur. Bu yüzden kök gelişimi ve aktivitesi bitkilerin fosfor alımı açısından son derece önemlidir (Lunch 1995). Bitki kök yüzey alanındaki artış ve ortamdaki çözünmüş haldeki fosfor miktarının artması bitkilerin fosfor alım şansını artırır. Normal şartlarda fosfor toprağa karıştığında kısa bir zamanda

toprak parçacıklarının yüzeyleri ile reaksiyona girerek daha az çözünür ve daha az yarayırlı bileşikler haline dönüşür. Başka bir ifade ile fosfor fiksasyonu olayı gerçekleşir (Turan ve Horuz 2012). Bu açıdan bakıldığında ülkemiz topraklarının % 75 kadarı fosfor bakımından fakirdir (Korkmaz ve Saltalı 2012). Bununla birlikte toprak kil içeriğinin artması yine fosfor fiksasyonunu arttırmaktadır (Bilen ve Sezen 1993). Ancak bu çalışmada hem ince hem de kaba bünyeli topraklara artan düzeyde polimer uygulamasının kanola bitkisinin fosfor içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

4.1.3. Potasyum

Kaba ve ince bünyeye sahip topraklara artan dozda karıştırılan PAM ve PVA polimerlerinin Jüt ve Kanola bitkilerinin potasyum alımına olan etkileri (Tablo 7 ve Tablo 8)'de verilmiştir. Tablolarda yer alan istatistiksel verilere göre ince bünyeli toprakta polimerlerin jüt bitkisinin potasyum alımına etkisinin sadece polimer dozunda olduğu sonucuna varılmıştır. Toprağa ilave edilen polimerlerin kaba bünyeli topraktaki jüt bitkisinin potasyum içeriğine etkisi üç kaynakta da yani polimer, doz, polimer + doz interaksyonu şeklinde önemli etki ettiği gözlemlenmiştir. İnce bünyeli topraktaki kanola bitkisinin potasyum alımına etkisi sadece polimer dozunda olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaba bünyeli toprakta polimerlerin kanola bitkisinin potasyum içeriğine etkisi jüt bitkisinde olduğu gibi üç kaynakta da önemli etkiye sahip olunmuştur. Tablo 8 incelendiğinde Jüt bitkisinin potasyum içeriği en fazla 200 gr/da PAM uygulamasında elde edilmiştir. Kaba bünyeli toprakta ise 100 gr/da PVA (9725,83) uygulamasında olduğu gözlemlenmiştir. Kanola bitkisinin en yüksek potasyum içeriği 400 gr/da PAM (5925,00) kaba bünyeli toprakta yapılan denemede elde edilmiştir.

Tablo 7. Polimer uygulamalarının bitkilerin yarayışlı potasyum (K) alımına etkisi (ANOVA test sonuçları)

Bitki Çeşidi	Toprak Tipi	Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Jüt	İnce Bünyeli	Polimer	1	467743,8	2,28	0,1504
		Doz	3	6016037,1	9,78	0,0007*
		Polimer*Doz	3	896143,8	1,45	0,2636
	Kaba	Polimer	1	660846	5,08	0,0385*
		Doz	3	66231305	169,81	<,0001*
		Polimer*Doz	3	26628457	68,27	<,0001*
Kanola	İnce Bünyeli	Polimer	1	2990,0	0,11	0,7407
		Doz	3	4429711,4	55,97	<,0001*
		Polimer*Doz	3	29824,5	0,37	0,7709
	Kaba	Polimer	1	554891	32,97	<,0001*
		Doz	3	7556142	149,66	<,0001*
		Polimer*Doz	3	11205765	221,95	<,0001*

*: P<0,05.

Tablo 8. Polimer uygulamalarının bitkilerin yarayışlı potasyum (K) alımına etkisi

Bitki Çeşidi	Polimer	Uygulama Dozları (gr/da)				
		0	100	200	400	Ort
Jüt	İnce Bünyeli Toprak					
	PAM	2888,33b	4071,66ab	4748,50a	3824,16ab	3883,16öd
	PVA	2986,66b	3898,33ab	3823,33ab	3707,50ab	3603,95 öd
	Ortalama	2937,5b	3985,00a	4285,91a	3765,83a	
	Kaba Toprak					
	PAM	5295,00bc	6141,66b	3112,50c	5925,00b	5118,54b
	PVA	4764,16c	9725,83a	3586,66c	3725,00d	5450,41a
	Ortalama	5029,58b	7933,75a	3349,58c	4825,00b	
	İnce Bünyeli Toprak					
Kanola	Ortalama	2920,53c	3443,63b	3911,08a	3999,16a	
	Kaba Toprak					
	PAM	4295,00d	5259,40b	3202,50e	5925,00a	4647,97a
	PVA	4764,16c	3112,5e	4586,66cd	4822,13c	4343,86b
	Ortalama	4529,58b	4230,95c	3849,58d	5373,00a	

öd: önemli değil.

Potasyum (K) yeryüzünde en fazla bulunan elementlerin başında gelmektedir. Bu yüzden topraklarda N ve P den daha fazla bulunurlar. Potasyum topraktaki hareketliliği N den az P den fazla olup, bitkiler toprak parçacıklarının yüzeyinde tutulan değişebilir K ve toprak çözeltisindeki yarıyışlı K'dan faydalanırlar (Mengel ve Kirkby 1980). Çalışmada her iki bitki türünde yapılan denemede iki toprak tipinde de artan dozda polimer uygulamasının bitkini fosfor içeriğini arttırdığı sonucu elde edilmiştir. Gül vd. (2006) yetiştirme ortamının bitkilerin potasyum içeriği üzerinde etkili olduğunu yaptıkları bir çalışma ile rapor etmişlerdir. Çalışmalarında topraklara artan dozda zeolit eklenmesinin bitki potasyum içeriğini arttırdığını saptamışlardır. Benzer çalışma Winsor ve Adams (1987) tarafından yapılmış ve yetiştirme ortamının bitkilerin potasyum içeriği üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir.

4.2. Polimer Uygulamalarının Toprakların Besin Elementi İçeriğine Etkisi

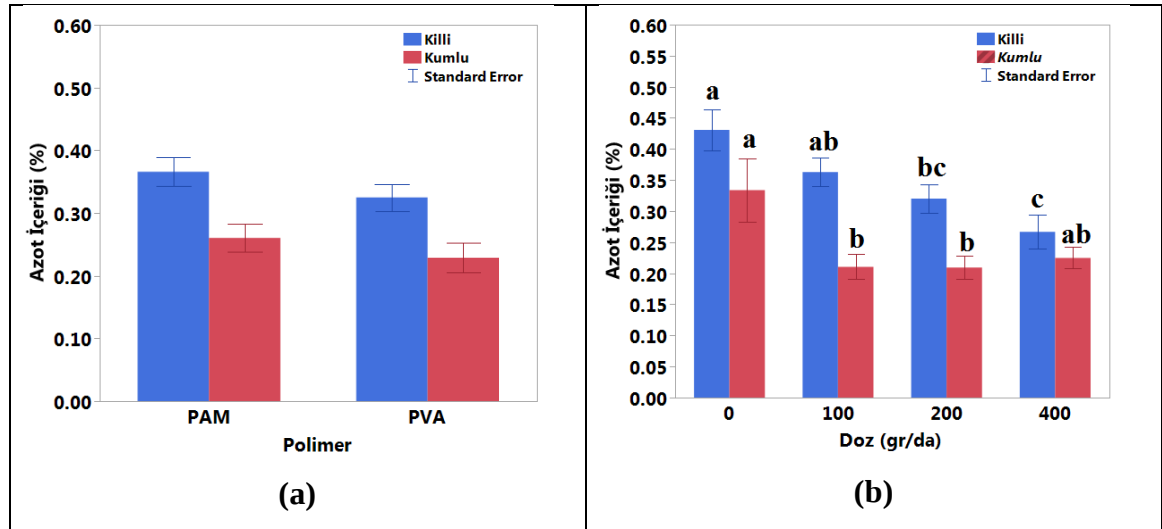
4.2.1. Azot

Kaba ve ince bünyeye sahip topraklara uygulanan polimerlerin bitki besin elementi olan azot içeriğine etkisi Tablo 9 ve Şekil 7'de verilmiştir. Tablo 7'de yer alan istatistiksel verilere göre polimer çeşidinin kaba ve ince bünyeli toprakların azot içeriğine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak PAM katkılı topraklardaki ortalama azot içeriği PVA katkılı topraklardan daha fazla bulunmuştur. PAM ve PVA katkılı ince bünyeli topraklarda ortalama N içeriği sırasıyla %0,36 , %0,32 olarak belirlenmiştir PAM ve PVA katkılı kaba bünyeli topraklarda ortalama N içeriği sırasıyla %0,26 ve %0,22 olarak saptanmıştır. Diğer yandan polimer dozunun her iki toprak bünyesinde azot içeriğine önemli etki yaptığı saptanmıştır ($p<0,05$). Şekil 7 grafikler incelendiğinde polimer dozu arttıkça toprakların azot kapsamının azaldığı görülmektedir. Bu durum, toprağa ilave edilen NPK gübresi içeriğinde bulunan azot elementinin bitki tarafından alındığı şeklinde yorumlanmıştır. Toprağa karıştırılan polimer doz miktarıyla beraber kanola ve jüt bitkisinin azot içeriğinin artması bu yorumu desteklemektedir.

Tablo 9. Polimer uygulamalarının toprakların toplam azot içeriğine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	P
İnce Bünyeli Toprak				
Polimer	1	0,02	2,31	0,13
Doz	3	0,17	6,65	0,01*
Polimer*Doz	3	0,01	0,56	0,64
Kaba Bünyeli Toprak				
Polimer	1	0,01	1,05	0,30
Doz	3	0,12	3,80	0,01*
Polimer*Doz	3	0,01	0,48	0,69

*: P<0,05.



Şekil 7. Polimer uygulamalarının kumlu ve killi bünyedeki toprakların azot içeriğine etkisi, (a) polimer tipinin kumlu ve killi topraklarda ortalama potasyum içeriğine etkisi, (b) polimer dozlarının kumlu ve killi topraklarda ortalama potasyum içeriğine etkisi

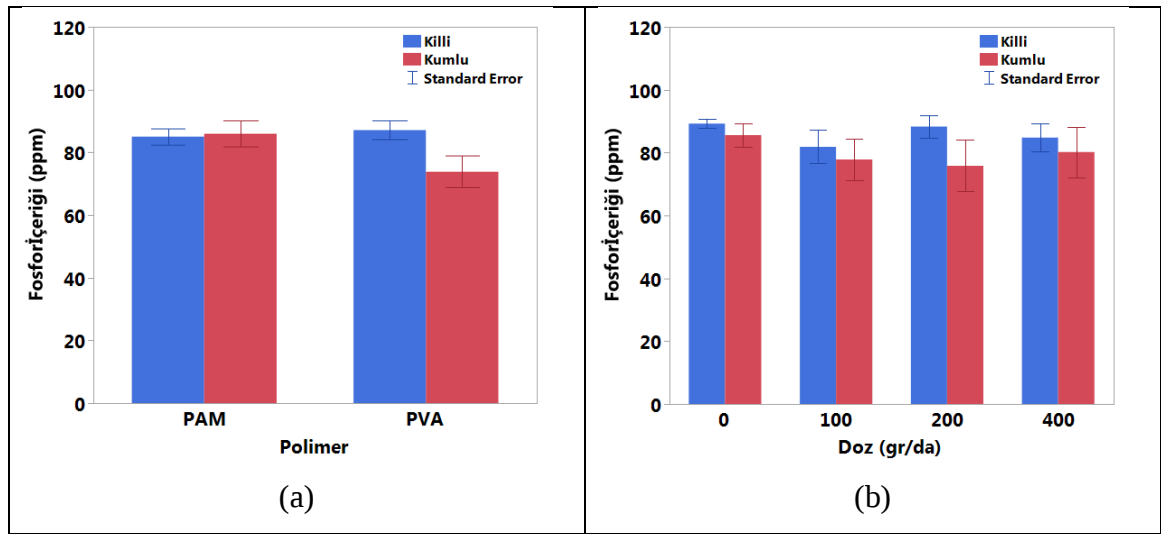
4.2.2. Fosfor

Kaba ve ince bünyeye sahip topraklara uygulanan polimerlerin bitki besin elementi olan fosfor içeriğine etkisi (Tablo 10'da ve Şekil 8)'de verilmiştir. Polimer çeşidinin ve polimer dozunun kaba ve ince bünyeli toprakların P kapsamı üzerine herhangi bir etki etmediği saptanmıştır. PAM ve PVA katkılı ince bünyeli topraklarda ortalama P içeriği sırasıyla 84,9

ppm, 87,1 ppm olarak belirlenmiştir. PAM ve PVA katkılı kaba bünyeli topraklarda ortalama P içeriği sırasıyla 85,9 ppm ve 73,8 ppm olarak saptanmıştır (Şekil 8-a).

Tablo 10. Polimer uygulamalarının toprakların yarıyışlı fosfor içeriğine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F	P
İnce Bünyeli Toprak				
Polimer	1	53,76	0,26	0,60
Doz	3	414,69	0,68	0,56
Polimer*Doz	3	274,99	0,45	0,71
Kaba Bünyeli Toprak				
Polimer	1	1770,25	3,06	0,08
Doz	3	636,11	0,36	0,77
Polimer*Doz	3	275,43	0,15	0,92



Şekil 8. Polimer uygulamalarının kumlu ve killi bünyedeki toprakların yarıyışlı fosfor içeriğine etkisi (a) polimer tipinin kumlu ve killi topraklarda ortalama fosfor içeriğine etkisi, (b) polimer dozlarının kumlu ve killi topraklarda ortalama fosfor içeriğine etkisi

Farklı dozlarda PAM ve PVA ilave edilen ince ve kaba bünyeye sahip toprakların ortalama fosfor içerikleri detaylı olarak Şekil 8-b’de verilmiştir. Buna göre kontrol uygulamasında ortalama fosfor içeriği sırasıyla 89,23 ppm ve 85,59 ppm, 100 gr/da uygulamasında 81,85 ppm ve 77,86 ppm, 200 gr/da uygulamasında 88,31 ppm ve 75,85 ppm, 400 gr/da uygulamasında 84,76 ppm ve 80,18 ppm olarak bulunmuştur.

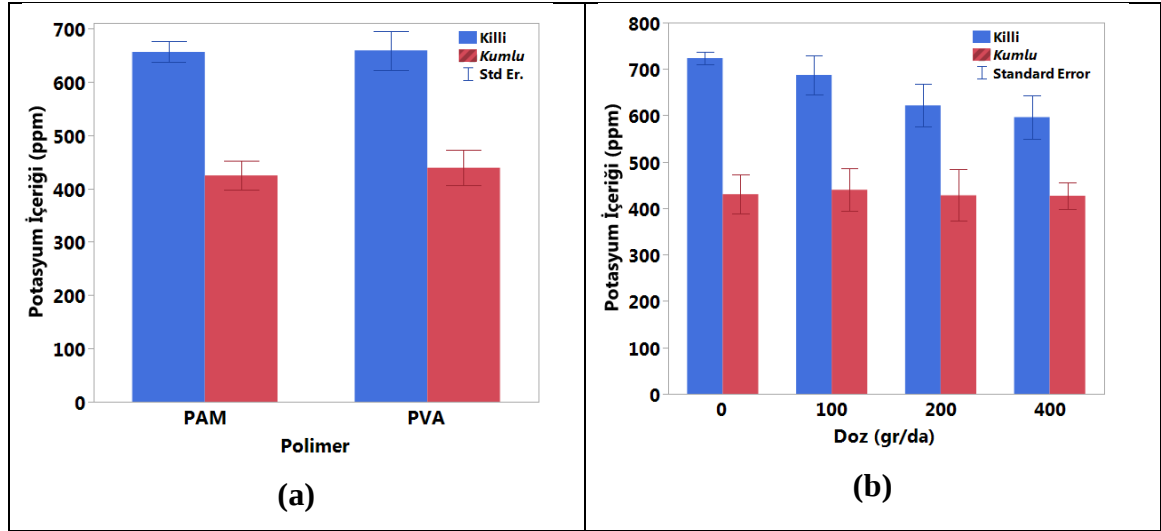
4.2.3. Potasyum

Kaba ve ince bünyeye sahip topraklara uygulanan polimerlerin bitki besin elementi olan potasyum içeriğine etkisi (Tablo 11 ve Şekil 9)'da verilmiştir. Tablodaki verilere göre polimer çeşidi ve polimer dozunun NPK uygulanmış toprakların potasyum içeriğine önemli bir etkisi bulunmamıştır. PAM ve PVA katkılı ince bünyeli topraklarda ortalama K içeriği sırasıyla 655,91 ppm ve 658,60 ppm olarak belirlenmiştir. PAM ve PVA katkılı kaba bünyeli topraklarda ortalama K içeriği sırasıyla 424,22 ppm ve 438,69 ppm olarak saptanmıştır (Şekil 9-a).

Tablo 11. Polimer uygulamalarının toprakların yarıyışlı potasyum içeriğine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
İnce Bünyeli Toprak					
Polimer	1	1	86,94	0,0046	0,9462
Doz	3	3	123047,48	2,1726	0,1063
Polimer*Doz	3	3	90632,52	1,6003	0,2045
Kaba Bünyeli Toprak					
Polimer	1	1	2511,847	0,1087	0,7434
Doz	3	3	1267,541	0,0183	0,9966
Polimer*Doz	3	3	91091,909	1,3135	0,2834

*: P<0,05.



Şekil 9. Polimer uygulamalarının kumlu ve killi bünyedeki toprakların yarayışlı potasyum içeriğine etkisi. (a) polimer tipinin kumlu ve killi topraklarda ortalama potasyum içeriğine etkisi, (b) polimer dozlarının kumlu ve killi topraklarda ortalama potasyum içeriğine etkisi

Farklı dozlarda PAM ve PVA ilave edilen ince ve kaba bünyeye sahip toprakların ortalama yarayışlı potasyum içerikleri detaylı olarak Şekil 9-b’de verilmiştir. Kontrol uygulamasında sırasıyla 723,53 ppm ve 442,30 ppm, 100gr/da uygulamasında 687,25 ppm ve 440,10 ppm, 200gr/da uygulamasında 621,95 ppm ve 428,2 ppm, 400 gr/da uygulamasında ise 596,30 ppm ve 427,07 ppm olarak tespit edilmiştir. İnce bünyeli topraklarda her ne kadar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ise de polimer dozunun artması ile topraktaki yarayışlı potasyum miktarının azaldığı gözlemlenmiştir. Kaba bünyeli topraklarda ise doz uygulamaları arasında kayda değer bir farklılık bulunmamıştır.

Şekil 9’da verilen grafik verilerine göre uygulanan PAM dozlarının potasyum içeriği kontrol baz alındığında jüt ekili ince bünyeli toprakta sırayla azalma görülürken, kaba bünyeli jüt bitkisinde ise 400 gr/da artış meydana gelmiştir. Kanola ekili kaba bünyeli toprak kontrolde düşük iken uygulanan 100 gr/da, 200 gr/da ve 400 gr/da artış olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte uygulanan PVA dozlarında potasyum içeriği kontrol dikkate alınarak jüt ekili kaba bünyeli toprakta azalma görülürken, kanola ekili kaba bünyeli toprakta artış olduğu gözlemlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, son zamanlarda toprakların fiziksel ve hidrolik özelliklerini iyileştirmek amacıyla çok sık kullanılan poliakrilamid ve polivinilalkol'un bitkilerin besin elementi alımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada hedeflenen çıkarım, birçok çalışmada topraklarda su tutucu olarak kullanılan bu polimerlerin bitki kök bölgesinde difüzyon ve kitle akışı olaylarına nasıl etki edeceğini belirlemektir. Dolayısıyla bu polimerlerin azot, fosfor ve potasyum elementlerinin bitki bünyesine geçişine nasıl bir katkı (olumlu-olumsuz) sağlayacağı araştırılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda çoğunlukla bu polimerlerin toprak yapısı üzerine olan etkisi incelenmiştir.

Yapılan çalışmada iki farklı bitki materyal olarak kullanılmıştır. Artan dozlarda polimer katkılı topraklara uygulanan kompoze NPK gübresinin hangi oranda bitki bünyesine geçtiği yapılan bitki analizlerinde belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Çalışmada elde edilen sonuçlara göre kanola ve jüt bitkilerinin NPK alımına polimer çeşidinin etki etmediği belirlenmiştir. Dolayısıyla PAM ve PVA arasında herhangi bir farklılık bulunmamıştır
- Polimer dozu killi topraktaki jüt bitkisinin azot içeriğine pozitif yönde etki yapmıştır. Yani topraklara artan dozda polimer uygulamasının killi toprakta jüt bitkisinin azot içeriğini arttırdığı saptanmıştır. Ancak aynı topraktaki kanola bitkisinin azot içeriği üzerine etkisi olmamıştır. Diğer yandan polimer dozu her iki toprak tipinde ekilen kanolanın azot içeriğine pozitif yönde etki yapmıştır. Doz miktarıyla beraber bitkinin azot içeriği de artmıştır. Bununla doz miktarının artışının tersine toprakların azot içeriğinde bir azalmanın meydana geldiği istatistiksel olarak saptanmıştır. Bu sonuç, bitkiler için son derece önemli olan azotun polimerlerin etkisiyle bitki tarafından daha çok alındığı sonucunu doğurmuştur.

- Polimer çeşidinin bitkilerin fosfor içeriği üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç çalışmada kullanılan polimerlerin (PAM-PVA) aynı özelliklerde olmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Her iki polimerin hacim ağırlığı ve hidroliz derecesi birbirine çok yakındır. Bitkilerin fosfor içeriğine polimer dozu sadece kanola bitkisinde etki yapmıştır. Artan dozda toprağa uygulanan polimerler kanola bitkisinin fosfor içeriğine artan yönde etki yapmıştır. En düşük fosfor içeriği kontrol uygulamasında en yüksek içerik ise 400gr/da uygulamasında elde edilmiştir. Ancak lifli bir yapıya sahip olan jüt bitkisinde herhangi bir polimer-fosfor interaksyonu saptanmamıştır.
- Polimer çeşidi azot ve fosfordan farklı olarak, kumlu toprakta ekilen jüt ve kanolanın fosfor içeriğine önemli düzeyde etki yapmıştır ($p<0,05$). Jüt bitkisinin potasyum içeriği en yüksek PVA uygulamasında elde edilirken (5450,41 ppm), PAM uygulamasında ise daha düşük içerik elde edilmiştir (5118,54 ppm). Kanola bitkisinde ise en yüksek potasyum değeri PAM uygulamasında (4647,97 ppm) en düşük içerik ise PVA uygulamasında elde edilmiştir. (4343,86 ppm). Polimer dozu kanola ve jüt bitkisinin potasyum içeriği üzerinde önemli pozitif etki etmiştir ($p<0,05$). Artan dozda polimer uygulaması her iki bitkinin potasyum içeriğini arttırmıştır.
- Çalışmada genel olarak PAM ve PVA polimerlerinin, gübrelerin yararlılığını arttırdığı sonucuna varılmıştır. Ancak bazı çalışmalarda, infiltrasyon hızı düşük topraklarda polimerlerin infiltrasyonu arttırdığı sonucu elde edilmiştir. Bu durum polimer uygulamasının besin elementlerinin perkülasyon ile topraktan yıkanabilirliğini akla getirmektedir. Ancak polimer infiltrasyon ilişkisi, fiziksel olarak iyi olmayan toprak gözenek yapısının su hareketini kısıtladığı topraklar için geçerlidir. Optimum gözenek yapısına sahip topraklarda polimerler toprakta suyun daha fazla tutunmasına neden olduğu birçok araştırmada belirtilmiştir. Bu çalışmada da polimerlerin, toprak suyu içinde bulunan çözünmüş NPK elementlerinin bitkinin kullanımı için daha fazla bitki kök bölgesinde var olmasına imkan sağladığı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Aksakal EL, Öztaş T (2004) Effect of polyvinylalcohol (PVA) on reducing soil compactibility as an indication of hydraulic conductivity. International soil congress (ISC) on Natural Resource Management for Sustainable Development, abstract book, June, Erzurum-Turkey, s. 7-10

Aktaş M (1995) Bitki besleme ve toprak verimliliği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 1429, Ankara, Ders Kitabı, s. 416

Allison LE, Moodie CD (1965) Carbonate, In: C.A. Black (Ed.), Methods of soil analysis, Part 2, agronomy. 9, Asa, Sssa, Wi, Usa. 1379–1400

Asghari S, Neyshabouri MR, Abbasi F, Aliasgharzad N, Oustan S (2009) The effects of four organic soil conditioners on aggregate stability, pore size distribution, and respiration activity in a sandy loam soil. Turk J. Agric. For. 33: 47-55

Bahr GL, Stieber TD (1996) Yüzeyde sulanan mahsullerde poliakrilamid uygulaması ile besin ve pestisit kayıplarının azaltılması. PAM ile sulama kaynaklı erozyon ve sızma yönetiminin değerlendirilmesi, Twin Falls, 6-8 Mayıs, s. 41-48

Barry PV, Stott DE, Turco RF, Bradford JM (1991) Organic polymers' effect on soil shear strength and detachment by single raindrops. Soil Sci. Soc. Am. J. 55(3): 799-804

Ben-Hur M (1994) Runoff, erosion and polymer application in moving sprinkler irrigation. Soil Science, Vol. 158: 283-290

Ben-Hur M, Keren R (1997) Polymer effect on water infiltration and soil aggregation. Soil Sci. Soc. Am. J. 61: 565-570

Bilen S, Sezen Y, (1993) Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi. Zir. Fak. Der. 24: 156-166

Bjorneberg DL, Santos FL, Castanheira NS, Martins OC, Reis JL, Aase JK, Sojka RE (2003) Using polyacrylamide with sprinkler irrigation to improve infiltration. Journal of Soil Water Conservation 58: 283-289

Blanco-Canqui H, Lal R (2008) Principles of soil conservation and management. Springer Science Business Media B.V. USA. s. 617

Bradford JM, Ferris JE, Remley PA (1987) Interrill soil erosion processes. I. relationship of splash detachment to soil properties. Soil science society of America Journal 51: 1571–1575

Bowman DC, Evans RY (1991) Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium, Horticult. Sci. 26: 1063-1065

Bryan R (1992) The influence of some soil conditioners on soil properties: laboratory tests on Kenya soil samples. Soil Technol. 5: 225-247

Chiellini E, Corti A , Swift G (2003) Biodegradation of thermally-oxidised, fragmented low density polyethylene. Polymer Degradation and Stability 81: 341-351

Demiralay İ (1993) Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, Erzurum No: 143: 22-40.

Doğan O (1991) Türkiye’de erozyon sorunu ve çözümler. KHGM Teknik Bülteni Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara Sayı: 1

Efe E, Bek Y, Şahin, M. (2000). SPSS’te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: 9, KS Ü. Basımevi, Kahramanmaraş, s. 214

Göl C, Dengiz O (2006) Amasya (kapaklı) orman fidanlığı topraklarının sınıflandırılması ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi 21(3): 330-339

Green VS, Stott DE, Norton LD (2000) Polyacrylamide molecular weight and charge effects on infiltration under simulated rainfall. Soil Sci. Soc. Am. J. 64 (5): 1786-1791

Gül A, Eroğul D, Ongun AR, Tepecik M (2006) Zeolitin bitkilerin potasyumca beslenmesine etkileri. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı, 3-4

Horneck DA, Hart JM, Topper K, Koepsell B (1989) Methods of soil analysis used in the soil testing laboratory at oregon state university. Sm 89:4 Agric. Expt. Sta. 21 Pgs. Osu. Corvallis, Or

Imbue AU, Patti AF, Burrow D, Surapaneni A, Jackson WR, Milner AD (2005) Effects Of Potassium Humate On Aggregate Stability Of Two Soils From Victoria, Australia. Geoderma 125: 321-330

JA, Sojk, RE (2003) Poliakrilamidin sulanan bir alandan besin hareketini azaltmaya etkinliği. İşlemler. ASABE, 46: 75-83

Kacar B (1984) Bitki Besleme. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay No:899, Ankara, Ders Kitabı: 250

Kaçar B (2009) Toprak Analizleri. Nobel Yayınları No:1387: 106-109

Kim M, Song I, Kim M, Kim S, Kim Y, Choi Y, Seo M (2015) Effect of Polyacrylamide Application on Water and Nutrient Movements in Soils. Journal of Agricultural Chemistry and Environment, 4: 76-81

Koerner RM (1978) J.of the construction division. 104(3): 279-294

Korkmaz A, Saltalı K (2012) Bitki besleme, edit by M.Rüstü Karaman, gübretaş rehber kitaplar dizisi 2. Pelin ofset matbaacılık. ISBN 978-605-87103-2-0,İstanbul: 1066

Lentz RD, Sojka RE (1994) Field results using polyacrylamide to manage furrow erosion and infiltration. Soil Sci.158: 274-282

Levy GJ (1996) Soil sabilizers, soil erosion, conservation and rehabilitation, (editörler Agassi, Marcel Dekker, Inc.) 12: 267-299

Levy GJ, Miller WP (1999) Polyacrylamide adsorption and aggregate stability. Soil Tillage Research. 51: 121-128

Lunch, J (1995) Root architecture and plant productivity, plant physiol. 44: 796-800

Mamedov AI, Beckmann S, Huang C, Levy GJ (2007) Aggregate stability as affected by polyacrylamide molecular weight, soil texture, and water quality. Soil Sci. Soc. Am. J. 71(6): 1909-1918

Mengel K, Kirkby EA (1980) Potassium in crop production. In advances in agronomy Vol. 33, 59-110

Academic Press.Bilen S, Sezen Y (1993) Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24-2

Miller WP, Willis RL, Levy GJ (1998) Aggregate stabilization in kaolinitic soils by low rates of anionic polyacrylamide .Soil Use Manage. 14: 101-105

Mikkelsen RL (1994) Using hydrophilic polymers to control nutrient release. Fertilizer Research. 38: 53-59

Mitchell AR (1986) Polyacrylamide application in irrigation water to increase infiltration. Soil Sci. 141(5): 353-358

Munsuz N (1973) Toprak ıslah edici sentetik maddelerin toprak su diffüzivitesine etkisi üzerinde bir araştırma. Ankara Üniv. Ziraat Fak. yayınları 523: 25-33

Nadler A, Perfect E, Kay BD (1996) Effect of polyacrylamide application on the stability of dry and wet aggregates. Soil Sci. Soc. Am. J., 60(2): 555-561

Özdemir N, Gülser C, Ekberli İ ve Özkaptan S (2005) Toprak düzenleyicilerinin asit toprakta strüktürel dayanıklılığa etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 36(2): 151-156

Öztaş T, Özbek AK, Aksakal EL (2002) Structural developments in soils treated with polyvinylalcohol. International conference on sustainable land use and management. Soil Science Society of Turkey Int. Symp. Çanakkale: 143-148

Page ER, Qucik MJ (1979) A comparison of the efectiveness of organic polimers as soil anti-crusting agents. J. Sci. Food. Agric., Vol. 30: 112-118

Painuli DK, Pagliali M (1990) Effect of polyvinyl alcohol, dextran and humic acid on some physical properties of a clay and loam soil. I. cracking and aggregate stability, agrochimica, 34(1-2): 11

Stefanson RC (1973). Polyvinyl alcohol as a stabilizer of surface soils. Soil Science, 115 (6): 420-428

Phene C, Davis KR, Hutmacher RB, Bar-Yosef B, Meek DW (1990) Effect of hight frequency surface and surface drip irrigation on root distrubution of sweet corn. Irr.Sci.12: 135-140

Riley WJ, Ortiz-Monasteria I, Matson PA (2001) Nitrogen leaching and soil nitrate, nitrite, and ammonium levels under irrigated wheat in Northern Mexico. Nutrient Cycling in Agroecosystems 61(3): 223- 236

Saçak M (2005) Polimer teknolojisi. Gazi Kitabevi Yayınları, 2. Baskı, ISBN 975-8895-82-6, Ankara

Santos FL, Serraheiro RP (2000) Improving infiltration of irrigated mediterranean soils with polyacrylamide. J. Of Agric. Engineer. Res. 76(1): 83-90

Schamp N, Huylebroeck J (1973) Adsorption of polymers on clays, J. Polym. Sci. Symp., 42: 553-562

Schamp N, Huylebroeck J, Sadones M (1975) Adhesion and adsorption phenomena in soil conditioning. *Soil Conditioners*, 7: 13-23

Sen KK, Bhadoria PBS, Datta B (1995) Influence of soil conditioners on soil physical-properties and maize growth. *Tropical Agriculture* 72(1): 23-307

Seybold CA (1994) Polyacrylamide review: Soil conditioning and environmental fate, *communications in soil science and plant analysis*, 25(11): 2171-2185

Sharma S, Szele Z, Schilling R, Munch JC, Schlöter M (2006) Influence of freeze– thaw stress on the structure and function of microbial communities and denitrifying populations in soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 72: 2148–2154

Sojka RE, Lentz RD (1994) Time for yet another look at soil conditioners. *Soil Sci.*, 158: 233-234

Sojka RE, Lentz RD (1997) Reducing furrow irrigation erosion with polyacrylamide (PAM). *J. Prod. Agric.* 10 (1-2): 47-52

Sojka RE, Lentz RD, Ross CW, Trout TJ, Bjorneberg DL, Aase JK (1998) Polyacrylamide effects on infiltration in irrigated agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, 53(4): 325-331

Sojka RE, Bjorneberg DL, Entry JA, Lentz RD, Orts WJ (2007) Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. *Adv. in Agronomy*, 92: 75-162

Stefanson RC (1973) Polyvinyl alcohol as a stabilizer of surface soils. *Soil Sci.* 115: 420-428

Stefanson RC (1974) Soil stabilization by polyvinyl alcohol and its effects on the growth of wheat. *Australian Journal of Soil Research*, 12(1): 59-62

Taysun A (1984) Toprak ve su korunumu. *Ege Üniv. Zir. Fak. Teksir No: 92-I*

Taysun A, Saatçı F, Uysal H (1984) Topraklara PVA uygulamasının agregatlaşmaya etkisi üzerine bir ön çalışma *E.Ü. Z..F.Dergi*, 21/3: 27-33

Tinsley J (1967) A manual of experiments for students of soil science. Department of Soil Science, University of Aberdeen, Scotland

Turan M, Horuz A (2012) Bitki beslemenin temel ilkeleri, bölüm 3, bitki besleme, edit by M.Rüstü Karaman, gübretiş rehber kitaplar dizisi 2. Pelin ofset matbaacılık, İstanbul: 1066

Uysal H (1986) Gediz havzasındaki farklı büyük toprak gruplarına ait su erozyonu etkisi altındaki eğimi tarım alanlarında Polivinilalkol (PVA)' n agregatlaşmaya etkileri üzerine araştırmalar. (Doktora tezi üzeri) Ege Üni. Zir. Fak. Dergisi İzmir 23(3): 79-90

Uysal H, Taysun A, Köse C (1995) Kümeleşmeyi sağlayan bazı polimerlerin toprak özellikleri ile birlikte laboratuvar şartlarında erozyona etkileri. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt II: 7

Wallace A, Wallace GA (1986) Effect of soil conditioners on emergence and growth of tomato, cotton, and lettuce seedling. Soil Science 141: 313-316

Wallace A, Wallace GA (1990) Soil and crop improvement with water - soluble polymers. Soil Tech. 3: 1-8

Walkley AA, Black IA (1934) An examination of the degtjareff method for determining organic carbon in soils: effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63: 251-263

Winsor G, Adams P (1987) Glasshouse crops. Volume. 3: 119-125

Zlatkovic S, Raskovic L (1998) The effect of polyacrylamide, polyvinylalcohol and carboxymethylcellulose on the aggregation of the soil and on the growth of the plants. University of Nis, The scientific Journal Facta Universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection. Vol. 1, No 3: 17

Zhang XC, Miller WP (1996) Polyacrylamide effect on infiltration and erosion in furrows. Soil Science Society of America Journal. 60, p. 866-872

Zhang XC (2006) Erosion and sedimentation control: Amendment techniques. In Lal, R. (ed.) Encyclopedia of soil science. 2nd Edition. Taylor & Francis, London, UK. : 544-547

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Bingöl'ün Genç ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Genç ilçesinde tamamladı. 2009 yılında girdiği Bitlis Eren Üniversitesi Tatvan Meslek Yüksekokulu'nda Gıda Teknolojisi Bölümü'nü 2011 yılında tamamladı. 2013 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü'nü 2017 yılında tamamladı. Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde Yüksek Lisans'ını 2020 yılında tamamladı.