

## Toprak Düzenleyicisi Bazı Polimerlerin (Poliakrilamid ve Polivinil Alkol) Kanola (*Barassica napus L.*) ve Jüt (*Corchorus olitorius L.*) Bitkilerinin Besin Elementi Alımına Etkisi<sup>&</sup>

Fezziye DAVRAN ÇAĞLAR<sup>1</sup>, Yasin DEMİR<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Bingöl

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl

\*Sorumlu Yazar: [ydemir@bingol.edu.tr](mailto:ydemir@bingol.edu.tr)

Geliş Tarihi: 02.07.2020, Düzeltme Geliş Tarihi: 12.11.2020, Kabul Tarihi: 10.01.2021

### Öz

Bu çalışma, toprak düzenleyici bazı polimerlerin (poliakrilamid ve polivinilalkol) bitki besin elementi alımına etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Deneme 2 tip bitki türü (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. Polimerlerin Jüt ve kanola bitkilerinin fosfor alımına etkisi kaba bünyeli topraklarda polimer x doz interaksyonunda etki ettiği gözlemlenmiştir. Polimerlerin, 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 sonucuna varılmıştır. Kaba bünyeli topraktaki jüt bitkisinin potasyum alımına etkisi üç kaynaktan 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 kaynaktan da önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Poliakrilamid, polivinilalkol, azot, fosfor, potasyum, bitki besin alımı

### Effect of Some Soil Conditioner Polymers (Polyacrylamide and Polyvinyl Alcohol) on Nutrient Intake of Canola (*Barassica napus L.*) and Jute (*Corchorus olitorius L.*) Plants

#### 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 species 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.

**Key words:** Polyacrylamide, polyvinylalcohol, nitrogen, phosphorus, potassium, plant nutrient intake

## Giriş

Tarımsal üretimde geliştirilen yeni yöntemler olmasına rağmen, tarımın temeli yenilenemeyen ve sınırlı bir kaynak olan toprağa dayanmaktadır. 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. 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. Toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilerek strüktür stabilitesinin artırılması, profilde normal su rejiminin düzelmesine, toprakta iletkenliğin artışına ve bitkide daha elverişli bir duruma gelmesine neden olmaktadır (Munsuz, 1973; Doğan Demir ve Şahin; 2019). 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 önlenmektedir (Wallace ve 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 ve Wallace, 1986, Mitchell, 1986; Zang ve Miller, 1996). Bu durum bitki yetişme ortamının iyileşmesine dolayısıyla toprak-bitki-su ilişkilerinin sağlıklı bir şekilde gelişmesine neden olmaktadır.

Toprakların aşındırıcılara karşı stabilitesini artırmak ve fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Uygulanan bu yöntemlerden biri de toprağa organik kökenli sentetik iyileştiricileri ilave etmektir. Poliakrilamid

ve polivinilalkol sentetik iyileştiriciler arasında en çok kullanılanlarıdır. Polimer uygulama dozu, uygulama zamanı, uygulama şekli, iklim elemanlarının polimer parçalanmasına etkisi ve toprak özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak bu maddelerin topraktaki etkinliği değişebilmektedir (Blanco-Canqui ve Lal, 2008). Poliakrilamid genel bir toprak yapısı düzenleyicisidir. Poliakrilamid uygulaması toprak mikro yapılarını ve suya karşı agregat dayanıklılığını ıslah edebilir (Miller ve ark., 1998; Levy ve Miller, 1999; Zhang, 2006; Mamedov ve ark., 2007), toprak parçacıkları arasındaki kohezyon kuvvetini artırır ve sonuç olarak kaymak oluşumunu ve toprak kaybını azaltır (Bradford ve ark., 1987; Ben-Hur ve Keren, 1997; Bjorneberg ve ark., 2003; Sojka ve ark., 2007). Poliakrilamid, infiltrasyonu arttırmak, toprak kaybını azaltmak ve bazı durumlarda topraklardaki besin kayıplarını azaltmak için etkili yöntemlerden biri olarak bilinir (Bahr and Stieber 1996; Sojka ve ark., 1998). 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 çözünmez 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 önlenmektedir (Wallace ve Wallace, 1986). Hidrofilik polimerlerin etkileri, kullanım durumları ve kimyasal yapılarına göre sentetik polimerler, yarı sentetik polimerler ve doğal polimerler diye sınıflandırılırlar. Sentetik polimerlerin az miktarlarda toprak yüzeyine uygulanmasının dahi agregat stabilitesini artırması bakımından önemli pozitif etkiler yaratabileceği genel bir sonuç olarak vurgulanmaktadır (Bryan, 1992; Sojka ve Lentz, 1994; Imbufe ve ark., 2005).

Toprakların iyileştirilmesi amacıyla kullanılan polimerlerin bitkilerin besin elementi alımına nasıl etki yapacağı ile ilgili günümüzde çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırma, yapay organik polimerlerin farklı bünyeli topraklara uygulamanın sonrasında yetiştirilen kanola (*Barissca napus L.*) ve jüt (*Corchorus olitorius L.*) bitkilerinin besin elementi içeriği üzerine etkilerini ortaya koymak

amacıyla yürütülmüştür. Bu bağlamda toprağa artan dozda ilave edilen bu polimerlerin, toprak çözeltisinde çözülmüş halde bulunan azot (N), fosfor (P) ve potasyumun (K) bitki kökleri içine geçişini ne yönde etkileyeceği araştırmaya çalışılmıştır.

### Materyal ve Metot

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 Çizelge 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. Denemede Kanola (*Brassicca napus ssp.*) ve Jüt (*Corchorus Olitorius L.*) olarak iki bitki türü kullanılmıştır. Çalışmada poliakrilamid (PAM) ve polivinilalkol (PVA) olmak üzere iki farklı özelliğe sahip ticari polimer kullanılmıştır. Bu polimerlere ait genel özellikler Çizelge 2 de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Denemede kullanılan topraklara ait genel özellikler

Özellikler	Toprak Tipi	İnce Bünyeli	Kaba Bünyeli
<b>Fiziksel Özellikler</b>	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
<b>Kimyasal Özellikler</b>	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 <sup>-1</sup> )	8.48	2.28
	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	180.18	86.97
	KDK (cmol.kg <sup>-1</sup> )	41.5	31.6
<b>Toprak Sınıfı*</b>	Ordo	Vertisol	Entisol
	Alt Ordo	Xerert	Fluvents
	Büyük Grup	Haploxererts	Xerofluvents
	Alt Grup	Typic Haploxererts	Typic Xerofluvents
	Seri	Büyüktekören	Göynük

\* Demir (2016) tarafından USSDA (2010)’a göre sınıflandırılmıştır.

**Çizelge 2.** Araştırma materyali polimerlerin tanımlayıcı bazı özellikleri

Özellikler	Poliakrilamid (PAM)	Polivinilalkol (PVA)
Molekül formülü	CH <sub>2</sub> CHCONH <sub>2</sub>	(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O) <sub>n</sub>
Hidroliz derecesi	> %98.0	> %98.0
Molekül ağırlığı	10000 Mg/mol	72000 g/mol
Hacim ağırlığı	0.5 gr.cm <sup>-3</sup>	0.4-0.6 gr.cm-3

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.

### Metod

#### 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)

Denemede çapı 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 jüt bitkileri

saksılara transfer edilmiştir. Saksılar düzenli aralıklarla tarla kapasitesi düzeyinde şebeke suyu ile sulanmıştır. Her sulama da saksılar tartılarak verilmesi gereken su miktarları belirlenmiştir. 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 çözülmüş NPK (15:15:15) kompoze gübre uygulanmıştır. Gübre uygulamasından 7 gün sonra bitki yaprakları analiz edilmek üzere toplanmıştır (Kaçar ve İnal, 2008). Bitki örnekleme ile eş zamanlı olarak her saksıdan toprak örnekleme de yapılmıştır.

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

#### Toprak ve Bitki Analizleri

Çalışmada toprakların büyüklük dağılımı Bouyoucus hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Demiralay, 1993). Kütle Yoğunluğu, Gravimetrik yöntemine göre Demiralay (1993)'un tarif ettiği şekilde belirlenmiştir. Toprak reaksiyonu ve elektriksel iletkenlik toprak saturasyon çamurunda belirlenmiştir (Jackson, 1962; Horneck, 1989). Toprakların kireç içeriği Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir (Allison ve Moodie, 1965). Organik madde içeriği Walkley ve Black, (1934) yöntemine göre, toprak ve bitkilerin toplam azot kapsamı, Kjeldahl yöntemiyle (Kaçar, 2009) tespit edilmiştir. Toprakların Fosfor içeriği sodyum bikarbonat (Olsen, 1954) yöntemine göre, Bitki örneklerindeki fosfor içeriği ise yaş yakma yöntemine göre (Kaçar, 2009) belirlenmiştir. Toprakların Potasyum içeriği amonyum asetat (Black ve ark., 1965) yöntemine göre, bitki örneklerindeki potasyum içeriği ise yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Kaçar, 2009).

Toprakların katyon değişim kapasitesi, toprak örneğinin 1 N Sodyum asetat ile doyurulup etil alkol ile yıkandıktan sonra 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilip Flamephotometer'de sodyum miktarının ölçülmesiyle belirlenmiştir (Sağlam,

1994). Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası tayini: Basıncılı membran aletiyle toprak örneklerinin 1/3 atm'de içerdiği nem miktarıyla toprağın tarla kapasitesi, bozulmuş toprak örneklerinin 15 atm'de içerdiği nem miktarıyla devamlı solma noktası belirlenmiştir (Tinsley, 1967). Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları SPSS 15.0 paket programı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Gruplar arasındaki farkların belirlenmesinde Duncan testinden faydalanmıştır (Efe ve ark., 2000).

#### Bulgular ve Tartışma

Kaba ve İnce bünyeye sahip topraklara artan dozda karıştırılan PAM ve PVA polimerlerinin, jüt ve kanola bitkilerinin azot alımına olan etkisi Çizelge 3 ve Çizelge 4' te verilmiştir. Tabloda yer alan istatistiksel verilere göre polimer dozunun ve polimer x doz interaksiyonunun 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 interaksiyonunun etkili olduğu saptanmıştır. Burada da her iki polimerin 400gr/da uygulamasında en yüksek azot içeriği elde edilmiştir.

**Çizelge 1.** 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&lt;0.05

**Çizelge 2.** 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 ve ark., 1990; Riley ve

ark., 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 elementi alımı olumlu yönde seyretmektedir (Korkmaz ve Saltalı, 2012). Birçok çalışmada polimerlerin toprakların su tutma kapasitesini arttırdığı belirlenmiştir. (Bowman ve Evans, 1991; Lentz ve 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 ve Sojka (1994) çalışmalarında sulama suyuna poliakrilamid eklenmesi ile fosforun %84'ü, azotun %83'ü, yıkanmasının engellediğini rapor etmişlerdir. Kaba

ve ince bünyeye sahip topraklara artan dozda karıştırılan PAM ve PVA polimerlerinin jüt ve kanola bitkilerinin fosfor alımına olan etkileri Çizelge 5'te ve Çizelge 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 interaksyonunda 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.

**Çizelge 3.** 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

\*:  $P<0.05$ .

**Çizelge 4.** 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 arttırır. Normal şartlarda fosfor toprağa karıştığında kısa bir zamanda toprak parçacıklarının yüzeyleri ile reaksiyona girerek daha az çözünür ve daha az yarayışlı 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. Kaba ve ince bünyeye sahip topraklara artan dozda karıştırılan PAM ve PVA polimerlerinin Jüt ve Kanola bitkilerinin potasyum alımına olan etkileri Çizelge 7 ve Çizelge 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. Çizelge 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.

**Çizelge 5.** Polimer uygulamalarının bitkilerin yarayıslı 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.

**Çizelge 6.** Polimer uygulamalarının bitkilerin yarayıslı 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 Bünyeli 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	
	Kanola	İnce Bünyeli Toprak				
Ortalama		2920.53c	3443.63b	3911.08a	3999.16a	
Kaba Bünyeli 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 yarayıslı 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 ve ark., (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.

### Sonuç ve Öneriler

Çalışmada kanola ve jüt bitkilerinin NPK alımına polimer çeşidinin etki etmediği belirlenmiştir. Bitkilerin azot, fosfor ve potasyum alımları açısından genel olarak PAM ve PVA arasında herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Yani her iki polimerde aynı etkiyi göstermiştir. Ancak bu polimerlerin uygulama dozları ile besin elementi alımı arasında önemli ilişkiler saptanmıştır. Polimerlerin toprakların strüktürel özelliklerine olan etkisi bitkilerin besin elementi alımında meydana gelen farklılıkla sonuçlanmıştır. Bu farklılık kaba bünyeli toprakta daha çok belirgin olmuştur. Polimerlerin etkisi en çok potasyum alımı üzerinde etkili olmuştur. Zira diğer elementlerden farklı olarak her iki bitki türünde hem kaba hem de ince bünyeli topraklarda potasyumun alımı üzerinde polimer dozları etkili olmuştur. Bu çalışma ile toprakların fiziksel koşullarını iyileştirmek için kullanılan poliakrilamid ve polivinilalkolün bitkilerin azot fosfor ve potasyum alımı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmüştür.

\*: Bu çalışma Fezyiye DAVRAN ÇAĞLAR'ın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### Kaynaklar

- Aktaş, M., 1995. Bitki besleme ve toprak verimliliği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 1429, Ankara, Ders Kitabı, s. 416.
- Allison, L.E., Moodie, C.D, 1965. Carbonate, In: C.A. Black (Ed.), Methods of soil analysis, Part 2, agronomy. 9, Asa, Sssa, Wi, Usa. 1379–1400.
- Bahr, G.L., Stieber, T.D., 1996 Yüzeyle 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.
- 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, D.L., Santos, F.L., Castanheira, N.S., Martins, O.C., Reis, J.L., Aase, J.K., Sojka, R.E., 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.
- Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clarke, F.E. 1965. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, part I, 1-770.
- Bradford, J.M., Ferris, J.E., Remley, P.A., 1987. Interrill soil erosion processes. II. relationship of splash detachment to soil properties. Soil science society of America Journal 51: 1571–1575.
- Bowman, D.C., Evans, R.Y., 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.
- Demir, Y., 2016. Farklı fizyografik üniteler üzerinde oluşmuş toprakların sınıflandırılması ve hidrolik özelliklerinin belirlenmesi, Doktora tezi, Fen bilimleri Enstitüsü Toprak bilimi ve bitki Besleme Anabilim Dalı, Bingöl Üniversitesi, 181 s. Erzurum.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, Erzurum No: 143: 22-40.
- Doğan Demir A., Şahin, Ü., 2019. Changes in physical and hydraulic properties of a clay soil due to the irrigation of tomatoes with recycled wastewater. Eurasian Journal of Forest Science, 7(3), 252-268.
- 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, 214s.
- Gül, A., Eroğul, D., Ongun, A.R., Tepecik, M., 2006. Zeolitin bitkilerin potasyumca beslenmesine etkileri. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı, 3-4.
- Horneck, D.A., Hart, J.M., Topper, K., Koepsell, B., 1989. Methods of soil analysis used in the



- soiltesting laboratory at oregon state university. Sm 89:4 Agric. Expt. Sta. 21 Pgs. Osu. Corvallis.
- Imbufe, A.U., Patti, A.F., Burrow, D., Surapaneni, A., Jackson, W.R., Milner, A.D., 2005. Effects Of Potassium Humate On Aggregate Stability Of Two Soils From Victoria, Australia. *Geoderma* 125: 321-330.
- Jackson, M. L., 1962. Soil chemical analysis, constable and Co. Ltd. London, 497.
- Kaçar, 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.
- Kaçar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241. Fen Bilimleri, 63(1).
- 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, s. 1066.
- Lentz, R.D., Sojka, R.E., 1994. Field results using polyacrylamide to manage furrow erosion and infiltration. *Soil Sci.* 158: 274-282.
- Levy, G.J., Miller, W.P., 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, A.I., Beckmann, S., Huang, C., Levy, G.J., 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, E.A., 1980. Potassium in crop production. In *advances in agronomy* Vol. 33: 59-110.
- Miller, W.P., Willis, R.L., Levy, G.J., 1998. Aggregate stabilization in kaolinitic soils by low rates of anionic polyacrylamide. *Soil Use Manage.* 14: 101-105.
- Mitchell, A.R., 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 Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları 523:25-33.
- Olsen, S.R., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate (No. 939). US Department of Agriculture.
- Phene, C., Davis, K.R., Hutmacher, R.B., Bar-Yosef, B., Meek, D.W., 1990. Effect of high frequency surface and surface drip irrigation on root distribution of sweet corn. *Irr.Sci.* 12: 135-140.
- Riley, W.J, Ortiz-Monasteria, I., Matson, P.A., 2001. Nitrogen leaching and soil nitrate, nitrite, and ammonium levels under irrigated wheat in Northern Mexico. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61(3): 223- 236.
- Sağlam, M.T., 1994. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üni. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın, (189).
- Schamp, N., Huylebroeck, J., 1973. Adsorption of polymers on clays, *J. Polym. Sci. Symp.*, 42: 553-562.
- Sojka, R.E., Lentz, R.D., 1994 Time for yet another look at soil conditioners. *Soil Sci.*, 158: 233-234.
- Sojka, R.E, Lentz, R.D., Ross, C.W., Trout, T.J, Bjerneberg, D.L., Aase, J.K., 1998. Polyacrylamide effects on infiltration in irrigated agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, 53(4), 325-331.
- Sojka, R.E., Bjerneberg, D.L., Entry, J.A., Lentz, R.D., Orts, W.J., 2007. Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. *Adv. in Agronomy*, 92: 75-162
- 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, Gübretaş rehber kitaplar dizisi 2. Pelin ofset matbaacılık, İstanbul, s. 1066
- Wallace, A., Wallace, G.A., 1986. Effect of soil conditioners on emergence and growth of tomato, cotton, and lettuce seedling. *Soil Science* 141: 313-316.
- Walkley, A.A., Black, I.A., 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, p. 251-263.
- Winsor, G., Adams, P., 1987. Glasshouse crops. Volume. 3, p. 119-125.
- Zhang, X.C., Miller, W.P., 1996. Polyacrylamide effect on infiltration and erosion in furrows. *Soil Science Society of America Journal.* 60, p. 866-872.
- Zhang, X.C., 2006. Erosion and sedimentation control: Amendment techniques. In Lal, R. (ed.) *Encyclopedia of soil science.* 2nd Edition. Taylor & Francis, London, UK. p. 544-547.