



Research Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 4(2), 63-74, 2023

Received: 30-May-2023 Accepted: 18-Sep-2023

homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joinabt>

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1307269>



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisi Çimlenme Dönemi Parametrelerini İyileştirilmesi İçin Priming Yöntemiyle Kitosan Kaplamada Doz Belirlenmesi

Rahime CENGİZ^{1*}, Müge ÖNER²

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye

²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye

ÖZ

Artan küresel nüfusun beslenmesi amacıyla tarımsal ürünlerin verim ve kalite parametrelerinin iyileştirilmesi ve ekosistemdeki canlılığın da bozulmaması gerekmektedir. Son yıllarda kullanımı yaygınlaşan biyostimülantların önemi artmaktadır. Doğada en yaygın polisakkaritlerden biri olan kitinin en önemli türevi olan kitosan da bu biyostimülantların bir çeşidi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kabuklu deniz canlılarından yaygın şekilde elde edilebilen kitosan, tarımsal alan dışında da pek çok alanda kullanılabilir. Yapılan çalışmada mısır (*Zea mays* L.) bitkisi, tohum kaplama yöntemi ile doz belirleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada FAO 700 olum grubunda tescilli, sarı atıdı tane tipinde tanelik KALE mısır çeşidi kullanılmıştır. Öncelikle kullanılan mısır çeşidine bir çimlenme testi uygulanmış ve çimlenmede herhangi bir sorun bulunmadığı; 7'nci günde yapılan gözlemlerde çimlenme oranı %'si ISTA 2003'e göre belirlenmiş ve %100 çıkmıştır. Sonraki aşamada %0,1; 0,2; 0,3; 0,4 ve 0,5 mg/bitki oranında elde edilmek istenen kitosan çözeltileri %1'lik asetik asit içerisinde hazırlanmış ve 3 saat boyunca muameleye bırakılmıştır. Ekimden sonraki 7'nci günde yapılan gözlemlerde çimlenme oranı (%), Çimlenme hızı (çimlenme indeksi), çimlenme süresi /gün, koleoptil uzunlukları, kökçük sayısı ve kökçük uzunlukları ve ortalamaları hesaplanmış; en yüksek doz olan 0,5 mg/bitki oranında uygulanan kitosanın en yüksek değerlere ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, çimlenme, mısır bitkisi

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: rahimecengiz@subu.edu.tr.

Dose Determination in Chitosan Coating by Priming Method for Maize (*Zea mays* L.) Plant Germination Period Parameters Improvement

ABSTRACT

In order to feed the increasing global population, it is necessary to improve the yield and quality parameters of agricultural products and to maintain the vitality in the ecosystem. The importance of biostimulants, which have become widespread in recent years, is increasing. Chitosan, which is the most important derivative of chitin, which is one of the most common polysaccharides in nature, also appears as a type of these biostimulants. The dose determination study of maize (*Zea mays* L.) plant was carried out by seed coating method. In this study, KALE corn variety, registered in the FAO 700 mortality group, with yellow tusk type grains was used. First of all, a germination test was applied to the corn variety used and there was no problem in germination; In the observations made on the 7th day, the percentage of germination was determined according to ISTA 2003 and it was 100%. 0.1% in the next step; 0.2; 0.3; Chitosan solutions desired to be obtained at 0.4 and 0.5 mg/plant ratio were prepared in 1% acetic acid and left to treatment for 3 hours. In the observations made on the 7th day after planting, germination rate (%), germination rate (germination index), germination time / day), coleoptile lengths, number of rootlets and rootlet lengths and their averages were calculated; It was concluded that the highest dose of chitosan administered at the rate of 0.5 mg/plant reached the highest values.

Keywords: *Chitosan, germination, maize*

1 Giriş

Mısır bitkisi, buğday ve arpadan sonra, dünyada olduğu gibi ülkemizde de üretim alanında oldukça önemli bir pazara sahip olmakla beraber gerek insan gerek hayvan beslenmesinde doğrudan kullanılması, endüstriyel alanda etanol üretiminden sanayiye hammaddeye, gıda katkı maddesi olarak kullanılmasından, tekstile kadar hemen hemen her sektörde karşımıza çıkması bakımından üretiminde devamlılık gösterecek ürünlerden biridir.

Ülkemizde ve dünyada yaygın şekilde yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) bitkisi, *Poaceae* (buğdaygiller) familyasına ait tek çenekli (monokotiledon) bir bitkidir. *Poaceae* familyasında çiçeklenme bakımından diğer türlerden farklı olan mısır bitkisinin, çiçekleri monoik yapıda olup, erkek (tepe püskülü) çiçek ve dişi çiçekler (koçan) aynı bitki üzerinde ancak farklı yerlerde bulunmaktadır. Mısır bitkisi ($2n=20$) diploid bir bitkidir. Adaptasyon yeteneği oldukça fazla olduğundan dünyanın farklı bölgelerinde yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Yorgancılar vd., 2019). Dünya’da ılıman ve tropik bölgelerde yetiştirilen mısır bitkisi adaptasyonu oldukça yüksek bitki olmakla birlikte, kuzey yarım kürede 58°’den Güney Afrika’da 40°’ye ve deniz seviyesinden 4000 m yüksekliğe kadar yaygın bir alanda yetiştirilebilmektedir (Albayrak, 2019). Mısır yaklaşık %99 oranında yabancı döllenen bir bitkidir. Bitki üzerinde erkek çiçekler tepe püskülünde, dişi çiçekler ise sap boğumundan çıkan koçanlar üzerindedir. Mısır bitkisi sıcak iklim tahıllarındandır. Çimlenme için gerekli sıcaklık 8-10°C olup, optimum çimlenme sıcaklığı 18°C’nin üstünde olması istenmektedir. Mısır için en uygun büyüme sıcaklığı ise 25-30°C arasındadır. 15°C’nin altındaki sıcaklıklar ilk büyümeyi yavaşlatır bu da verim kaybına sebep olur (Sönmez, 2019). Ortalama bitki boyu 50 cm ile 600 cm arasında değişmekle beraber tepe püskülü çıkış süresiyle koçan püskülü çıkış süresi arasında 4-8 günlük farklılıklar olabilmektedir (Berger, 1962). Sıcak iklim tahılı olmasına rağmen aşırı sıcaktan hoşlanmayan mısır, sıcaklığın 35-38° C’nin üzerine çıkması durumunda köklerle aldığı suyu, transpirasyonla kaybettiği ile

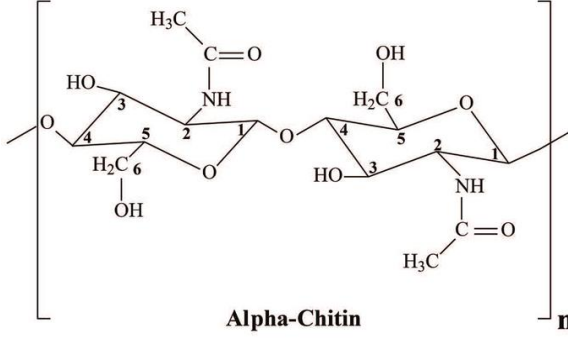
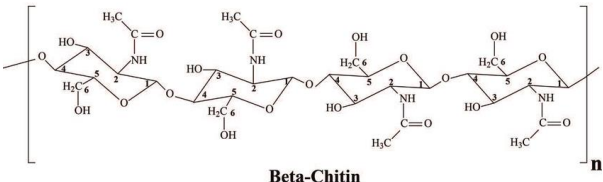
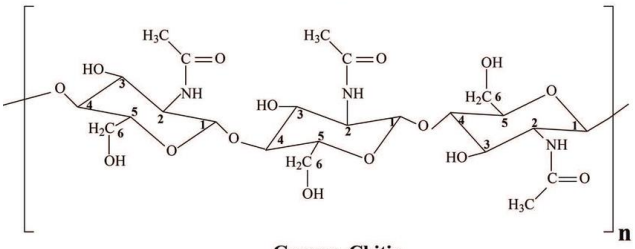
karşılayamaz. Her sıcaklık artışı tepe püskülünün çıkış süresini kısalttığından yüksek sıcaklıkta üreme organları deformasyona uğrayarak dölleme anormalliklere sebep olmaktadır (Albayrak, 2019). Toprak seçiciliği fazla olmadığından farklı tip topraklarda mısır başarıyla yetiştirilebilir. Ancak mısır en iyi gelişmeyi ve en yüksek verimi, organik maddece zengin, bitkiye yararlı formda bitki besin elementleri içeren ve drenajı iyi, tınlı topraklarda gösterir (Sönmez, 2019). Agronomik özellikler bakımından farklılıklara sahip olan mısır bitkisi genel olarak birim alandan yüksek verim alınabilen bir bitkidir (Öner, 2011). Yaprak sayılarında da değişiklik gösteren mısır bitkisi 8-48 yaprak oluştururken, bu büyük farklılık çeşitlerin erkenci ya da geççi olmasından kaynaklanmaktadır (Kün, 1985).

Günümüz tarımsal üretiminde ürün verim ve kalitesini, biyotik ve abiyotik stres etmenleri, girdi maliyetleri, iklim faktörleri olumsuz etkilemektedir. Bununla birlikte bitkilerin besin elementi ihtiyaçlarının artması, hastalık ve zararlı etmenlerinin adaptasyonu, bilinçsiz gübreleme ve olması gerekenden fazla pestisit kullanımı ürün yetiştirmeyi güçleştirmeye başlamıştır. Son yıllarda artan küresel nüfusun beslenmesi amacıyla yetiştirilen ürünlerde verim ve kaliteyi arttırmak ancak ekosistemdeki canlılığın da devamlılığını sağlayabilmek adına çeşitli teknolojilerden faydalanılmaktadır. Bu teknolojilerden biri olan biyostimülantlar, besin maddeleri ve pestisitler dışında, belirli formülasyonlarda, bitki, tohum veya yetiştirme ortamına uygulandığında, bitkilerin büyüme, gelişme gibi fizyolojik süreçlerini ve/veya biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı fayda sağlayabilecek şekilde değiştirme kapasitesine sahip heterojen materyallerdir. Biyostimülantlar farklı kaynaklarda değişiklik gösteren çeşitliliğe sahip olmakla birlikte bu çalışmada dünyada selülozdan sonra biyopolimer olarak en fazla karşılaşılan kitin maddesinin deasetilasyonu yoluyla elde edilebilen kitosan polisakkaritinden faydalanılmaktadır. Kitin, tamamen doğal ve toksik etkisi bulunmayan bir biyopolimer olma özelliğini taşımaktadır. Kitin kaynağının yengeç, karides ve istakoz gibi kabuklu deniz canlılarının dış iskeletleri, algler, bazı protozoa (tek hücreliler), halkalı ve yuvarlak solucanlar, eklembacaklılar, su yosunları ile bazı mantar türlerinin hücre duvarlarının temel bileşenleri olduğu bilinmektedir. İlk olarak 1811 yılında Frechman Braconnot tarafından hakkında bilgi verilen bir biyopolimerdir (Domard vd., 2002). Bracannot, mantarlarda bulunan kitini sülfürik asitte çözmeye çalışmış ancak başarılı olamamıştır. Kitin o zamandan beri çeşitli maya ve mantar türlerinin hücre duvarları ve kerevit, karides ve yengeçlerin dış iskeleti dahil olmak üzere birçok başka kaynaktan elde edilmiştir (Park vd., 2002). 1894'de Hoppe-Seyler, kitini potasyum hidroksit içerisinde 180°C'de işleme sokmuş (deasetilasyon) ve asetil içeriği azaltılmış bir ürün olan kitosanı elde etmiştir (Demir vd., 2009). Kitinin ideal yapısı poli- β -(1-4)-2-asetamido-2-deoksi-D-glukopiranoz'un lineer polisakkaritidir. Tüm rezidüler N-asetil glukozamin yapısındadır (Yazgan, 2010). Kitin ve kitosanın yapısal farklılığı, kitinin ikinci karbon atomundaki asetamid (-NHCOCH₃) yerine, kitosanda amin (-NH₂) grubu bağlı olmasıdır (Taştan vd., 2013). Yani kitosanın kimyasal yapısı, poli-[β -(1,4)-2-amino-2-deoksi- β -D-glukopiranoz] şeklindedir (Khor, 2001). Kitin doğada eklembacaklıların ve deniz kabuklularının dış iskeletlerinde, mantar veya maya hücrelerinin hücre duvarlarında yapısal bileşenler oluşturan, elektron mikroskobu ile gözlemlenebilen düzenli kristal mikrofibriller halinde bulunmaktadır ve kitinin alfa, beta ve gama formları vardır. (Rinaudo, 2006; Cho, 1998; Tozluoğlu vd., 2015). Kaynağına bağlı olarak kitin, X-ışını kırınımı ile birlikte kızılötesi ve katı hal NMR spektroskopisi ile ayırt edilebilen α , β ve γ formları olmak üzere 3 farklı mikrofibril yapıda ortaya çıkmaktadır. Kitinin en sık karşılaşılan mikrofibril formu α halidir. Özellikle mantar ve maya hücre duvarlarında, istakoz ve yengeç tendonlarında ve kabuklarında ve karides kabuklarında bulunur (Rinaudo, 2006). Tablo 1' de kitinin yukarıda bahsedilen 3 kristal yapısı gösterilmektedir.

Kitin genel olarak 6 adımda sentezlenir. Ön arıtma işlemi; demineralizasyon; deproteinizasyon; ağartma; koku giderme ve kurutma olmak üzere takip edilmesi gereken bu adımlardan ilki olan ön

ağartma işleminde, bitkisel bileşiklerin, organik dokuların, kirleticilerin, toprak kalıntılarının ve yağların giderilmesi amacıyla spesifik kitin kaynağının damıtılmış su ile yıkanması gerçekleştirilir. Demineralizasyon işlemi, ısıtma altında seyreltilmiş hidroklorik asit çözeltileri kullanılarak gerçekleştirilir ve kalsiyum ve magnezyum gibi kül ve mineral kalıntılarını azaltmayı amaçlar. Kitin kaynaklarının demineralizasyonu için kullanılacak diğer yaygın reaktifler nitrik, sülfür ve asetik asitlerdir. Deproteinizasyon işlemi, proteinlerin uzaklaştırılması için seyreltilmiş sodyum hidroksit çözeltileri kullanılarak gerçekleştirilir. Bu işlem demineralizasyon işleminden sonra gerçekleştirilmelidir. Deproteinizasyon işlemlerinde sıklıkla kullanılan reaktifler arasında sodyum karbonat, potasyum hidroksit, sodyum fosfat ve kalsiyum hidroksit bulunmaktadır. Ağartma ve koku giderme işlemleri sırasıyla renk pigmentlerinin giderilmesinden ve hazırlanan polisakkaritin tadının iyileştirilmesinden sorumludur. Her iki işlem de seyreltilmiş sodyum hipoklorit çözeltileri kullanılarak gerçekleştirilebilir. Kitosan, polisakkarit bozulmasını önlemek amacıyla sodyum borhidrür içeren konsantre sodyum hidroksit çözeltileri kullanılarak kitin deasetilasyonundan yaygın olarak hazırlanmaktadır. Hidroliz reaksiyonu sırasında birçok birincil amino grubu kitosan molekülünden çıkarılır ve farklı boyutlarda polisakkarit zincirleri ortaya çıkar. Bu durumda, molar kütle dağılımı ekstraksiyon süresi, sıcaklık, reaktif konsantrasyonu ve atmosferik koşullar gibi parametrelerden etkilenir. Dolayısıyla, kitosan molekülleri ana kitine kıyasla farklı molar kütlelere sahip olabilir. Bunun ötesinde, deasetilasyon dereceleri ve viskoziteleri, nihai polisakkaritin performansını önemli ölçüde etkileyebilecek deasetilasyon sürecinden etkilenir (Rafuato vd., 2018).

Tablo 1: Kitinin kristal yapısı (Rufato vd., 2018).

| Kitin Formu | Özellikleri | Polimerik Gösterimi |
|------------------|---|---|
| α - kitin | Doğada en çok bulunan formudur. Kristal yapısı diğerlerine göre daha serttir. Stabildir. Kitinin en kararlı formudur. |  <p style="text-align: center;">Alpha-Chitin</p> |
| β -kitin | Çözülme ve şişme halinde α - kitine dönüşür. α - kitine göre daha az kararlıdır. Funguslarda hücre duvarının ana bileşenidir. |  <p style="text-align: center;">Beta-Chitin</p> |
| γ - kitin | Daha nadir bulunur. Diğer formların karışımı veya ara bileşeni olduğu düşünülmektedir. Paralel ve antiparalel bir düzene sahiptir. |  <p style="text-align: center;">Gamma-Chitin</p> |

Kitosan, kimyasal ve biyolojik olmak üzere 2 şekilde üretilmektedir (Cho vd., 1998). Kimyasal yöntemde, asidik ve bazik hidroliz kullanılmaktadır. Biyolojik üretimi ise birkaç farklı yöntemle sağlanmaktadır (Özdemir, 2014). Temel olarak kitosan, kitinin alkali bir ortamda içeriğindeki asetil fonksiyonel grubunun kısmen veya tamamen deasetilasyonu sonucunda elde edilen polikatyonik özellikte bir biyopolimerdir (Knaul, 1999; Kurtuluş vd., 2020). Son 30 yıldan beri özellikle tarımsal alanda organik gübre, biyopestisit, tohum ve meyveler için kaplama maddesi olarak kitosandan faydalanılmaktadır (Malerba vd., 2019). Kitosanın yalnızca bitkilerin tohum, yaprak, meyve uygulamaları ile sonuç alınabilmesinin yanı sıra, toprak, su veya yetiştirilen ortama uygulanmasının da etkisi bilinmektedir (Kurtuluş vd., 2020). Tablo 2’ de kitosanın kullanım alanları detaylı bir şekilde vurgulanmaktadır.

Tablo 2: Kitosanın kullanım alanları (Cesur vd., 2023).

| | |
|-------------------|--|
| Antimikrobiyal | Bakteri oluşumunu engeller. |
| | Tarımda hammadelerin küf kontaminasyonunu önler. |
| Gıda sektöründe | Gıdaların hava ile arasındaki nem transferini kontrol eder. |
| | Antimikrobiyal maddelerin açığa çıkmasını kontrol eder. |
| | Antioksidatif açıdan katkı maddesidir. |
| | Besin değeri olan maddelerin, tatlandırıcıların ve ilaçların proses kontrolünde etkindir. |
| | Oksijenin basıncını kısmen azaltmada önemlidir. |
| | Meyvelerde enzimatik kararmalara engel olur. |
| | Şarap vb. ürünlerin arıtılmasında kullanılır. |
| | Gıda proseslerinde atık hale gelen suların geri kazanımında kullanılır. |
| | Gıda kaplama malzemesi olarak yararlanır. |
| Katkı maddesi | Meyvelerin ve içeceklerin asitlendirilmesinde kullanılır. |
| | Meyve sularının stabilizasyonunda ve asidite kontrolünde kullanılır. |
| | Doğal tatlandırıcıdır. |
| | Kas yapısı kontrol maddesidir. |
| | Kalınlaştırıcı ve stabilize edici madde olarak kullanılır. |
| | Renk sabitleyicidir. |
| Besinlerde kalite | Yüksek kolesterolü azaltmada etkilidir. |
| | Diyet yardımcısı olarak vücutta depolanan yağ ile birleşerek sindirim yoluyla atılmasını sağlar. |
| | Kabuklu canlıların ve balıkların beslenmesinde aktif olarak kullanılır. |
| | Besinlerdeki yağ absorpsiyonunu azalmaya yönelik kullanılır. |

| | |
|-----------------------|---|
| | Gastriti önler. |
| | Bebek besin maddelerinde kaliteyi artırıcı olarak kullanılır. |
| Suyun saflaştırılması | Pestisitlerin, metal iyonların ve fenollerin tutulmasını sağlar. |
| | Renklendiricilerin uzaklaştırılmasında kullanılır. |
| | Alkol ve suyun ayrıştırılmasında sahte bağlar meydana getirerek saflaştırmayı kolaylaştırır. |
| Diğer alanlar | Enzimlerin aktivasyonlarının durdurulmasında etkindir. |
| | Hayvan yemlerinde kullanılarak, yem tüketimini azaltıcı, karkas ağırlığını artırıcı etkisi vardır. |
| | Kağıt bazlı bazı ambalaj malzemelerinin fonksiyonel özelliklerinin artırıcıdır. |
| | İnsan sağlığı açısından zararlı ve toksik olmamasından dolayı serum kolesterolü seviyesini düşürür. |
| | İnsanlarda tümör oluşumuna engel olma özelliği vardır. |
| | Yaraların iyileşmesinde etkin rol oynar. |

Kitosanın pek çok sektörde kullanımı gittikçe artmaktadır. Tarımda bitkilerde biyotik ve abiyotik streslere karşı, tohum kalitesini arttırmak amacıyla en sık kullanılan tekniklerden biri olan priming ve kaplama yöntemlerinde, çabuk bozunabilen taze meyve ve sebzelerde hasat sonrası oluşabilecek hastalıkları engellemede, gübre yapımında ve tarımsal ilaçlarda olmak üzere, endüstriyel kullanımın %12'sine denk gelen oldukça sık bir kullanıma sahiptir (Yazgan 2010; Yağız, 2020; Kuzgun vd., 2012; Cosgrove vd., 2010).

1.1 Literatür Taraması

Gürsoy tarafından 2020 yılında aspir çeşitlerine farklı dozlarda tuz ile farklı dozlarda kitosan ön işlemi yapılmış sonuçlar değerlendirildiğinde tuz dozlarının artışına bağlı olarak bazı morfolojik özelliklerde azalma görülürken, kitosan uygulaması ile fide boyu, kök boyu, kök yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığı ve çimlenme oranı özelliklerinde artış gözlenmiştir. Bununla birlikte stres koşullarında kitosan uygulamasının etkisi ile biyokimyasal özelliklerde artışlar görülmüştür. Jabeen ve Ahmad tarafından 2019 yılında yürütülen bir çalışmada, düşük dozda uygulanan kitosanın tuz stresi altındaki aspir ve ayçiçeğinde çimlenme oranında artışa, prolin, CAT ve POX içeriklerinde ise azalmalara şahit olmuşlardır. Rahman ve ark. (2018), kitosanın çilek bitkisine sprey şeklinde uygulanmasının bitkinin karotenoid içeriğinde artışa neden olduğunu bildirmiştir. Al-Tawaha ve ark. (2018), bitki boyunu kontrol uygulamasında 81,94 cm; 30 mg/L kitosan uygulamasında 84,06 cm; 60 mg/L kitosan uygulamasında 84,38 cm, 60 mg/L kitosan uygulamasında 84,81 cm olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Zheng ve ark. tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada kivide CAT, SOD ve APX gibi enzimlerin aktivasyonunda kitosan uygulamasının etkisi olumlu olarak gözlemlenmiş ve hasat sonrası kivide oluşan kurşuni küf ve mavi küfün etkilerini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Yukarıda özetlenen literatür taramalarında tam olarak çalışmamızın amacına yönelik kaynak bulunmamasıyla birlikte, çalışma sonucunda elde edilen veriler literatür için büyük önem arz etmektedir. Mısır bitkisinde kitosan uygulamasının tohum muamelesi ile kıyaslanabilecek veriler bulunmadığından çalışmanın özgünlük değeri oldukça fazladır.

2 Metodoloji

2.1 Mısır çeşidinin çimlenme testi

Çalışmamızda ilk olarak mısır çeşidimizin herhangi bir muamele olmaksızın çimlenme oranı belirlenmiştir. Adapazarı Pancar Ekicileri Kooperatifi Toprak, Su ve Gübre Analiz Laboratuvarı'nda 15 cm'lik cam petri kaplarına tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Üzerleri kaba filtre kâğıdı ile kaplanıp kapağı kapatılan petri kapları, streç filmle sarılarak hava alması engellenen tohumlar yeterli miktarda saf su eklenerek 23°C'de karanlık ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. 7. günde yapılan gözlemlerde çimlenme oranı %'si ISTA 2003'e göre belirlenmiş ve %100 çıkmıştır. ISTA 2003'e göre: [(sayımın yapıldığı gün çimlenen tohum sayısı / toplam tohum sayısı) x 100] formülü uyarınca hesaplanmıştır (Sivritepe, 2011).

2.2 Uygulanacak kitosanın doz belirleme çalışması

Çalışmamızın diğer aşamasında öncelikle tohum kaplama uygulaması yapılacak mısır tohumlarında en etkin dozu belirlemek amacıyla farklı kitosan dozları uygulanmıştır. Kitosan asidik ortamda çözünebilir bir madde olduğundan %1'lik asetik asit içerisinde sırasıyla 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1 gr yüksek molekül ağırlıklı kitosan tartılmış ve %0,1; 0,2; 0,3; 0,4 ve 0,5 mg/bitki elde edilmek istenen kitosan çözeltileri 250 rpm'de 6 saat çalkalamaya bırakılmıştır. Hazırlanan solüsyona tesadüfen seçilmiş tohumlar eklenmiş ve 4 °C'de karanlık ortamda 3 saat beklemeye alınmıştır (Suvannasara ve Boonlertnirun, 2013). 3 saat sonunda kitosanla muamele edilmiş mısır tohumları saf sudan geçirilerek kurutma kağıtlarına alınıp kısa bir süre bekletilmiş ve vakit kaybetmeden ekim yapılmıştır. Ekimden sonraki 7. günde ISTA 2003' göre, çimlenme oranı (%), Çimlenme hızı (çimlenme indeksi), çimlenme süresi/gün, koleoptil uzunlukları, kökçük sayısı ve kökçük uzunlukları gözlemlenmiştir (Sivritepe, 2011).

3 Bulgular ve Tartışma

3.1 Başlangıç Çimlenme Testi

ISTA 2003'e göre; [(sayımın yapıldığı gün çimlenen tohum sayısı / toplam tohum sayısı) x 100] formülü baz alındığında çimlenme oranı %100 olarak bulunmuştur.

3.2 Tohum uygulaması için gerekli olan kitosanın doz oranının belirlenmesi

3.2.1 Çimlenme oranı (%)

Çimlenme Oranı (%): ISTA 2003'e göre; [(sayımın yapıldığı gün çimlenen tohum sayısı / toplam tohum sayısı) x 100] formülüne göre çıkan sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Çimlenme oranı (%).

| | 0,5 mg/bitki CHT | 0,4 mg/bitki CHT | 0,3 mg/bitki CHT | 0,2 mg/bitki CHT | 0,1 mg/bitki CHT |
|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Çimlenme Oranı % | 100 | 83,33 | 100 | 100 | 93,33 |

Çimlenme oranlarına bakıldığında 0,2 mg/bitki uygulanan tohumlarda ciddi çimlenme problemi gözlemlenmiştir. Yine 0,5 mg/bitki oranında muameleli tohumlarda çimlenmede düşüş gözlemlenmiştir. Bu durum rastgele seçilmiş mısır tohumlarının ekiminde yapılan çalışma hatası olarak kabul edilmektedir.

3.2.2 Çimlenme süresi (gün)

Çimlenme Süresi (gün): ISTA 2003'e göre; [(sayımın yapıldığı gün çimlenen tohum sayısı x sayımın yapıldığı gün) / toplam çimlenmiş tohum sayısı] formülü uyarınca hesaplanmış olup Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Çimlenme süresi (gün).

| mg/bitki CHT | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Çimlenme süresi (gün) | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

3.2.3 Çimlenme indeksi (hızı)

Çimlenme Hızı (Çimlenme İndeksi): ISTA 2003'e göre (sayımın yapıldığı gün çimlenen tohum sayısı/sayımına kadar geçen gün sayısı formülü kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Çimlenme indeksi (hızı).

| mg/bitki CHT | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Çimlenme indeksi | 4,2857 | 3,5714 | 4,2857 | 4,2857 | 4,0000 |

3.2.4 Kökçük sayısı, kökçük uzunlukları ve koleoptil uzunlukları (mm)

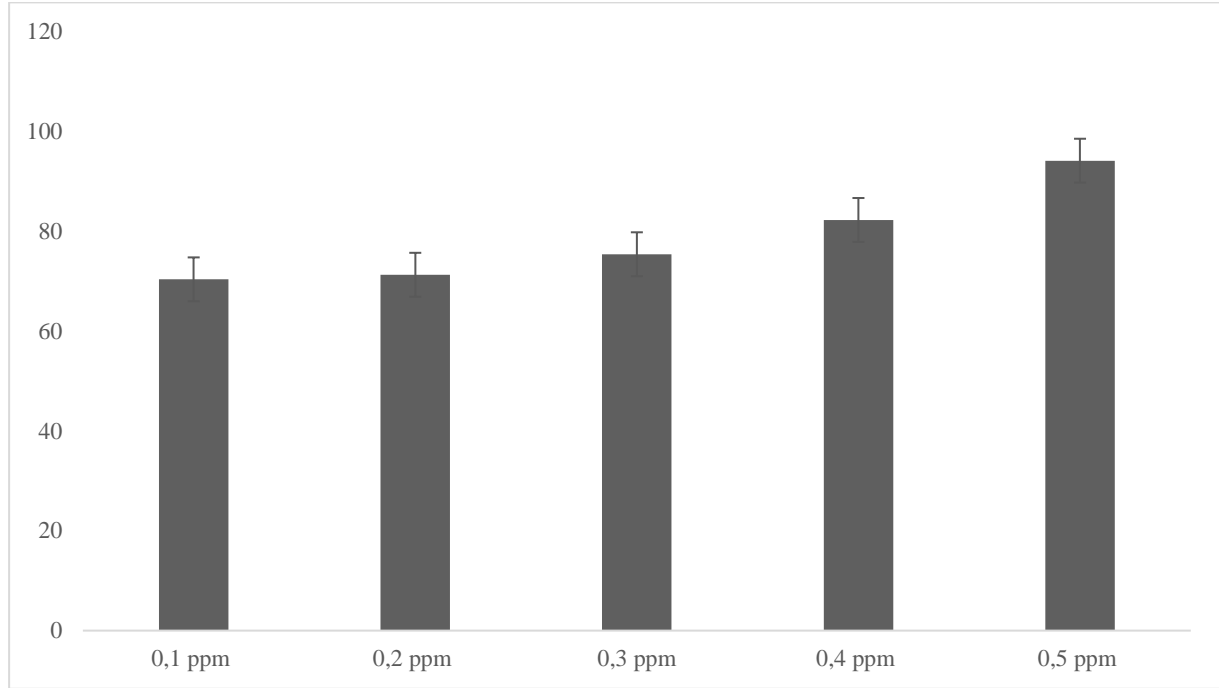
Kökçük sayısı, kökçük uzunlukları ve koleoptil uzunlukları mm'lik cetvelle ölçülmüş olup sonuçlar MSTAT-C programında Anova-1 varyans analizinde yorumlanmıştır. Tablo 6'da kökçük sayıları verilmiştir.

Tablo 6: Kökçük sayısı.

| mg/bitki CHT | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Kökçük sayısı | 125 | 104 | 129 | 130 | 114 |

Şekil 1'de görüldüğü üzere, başka bir uygulama olmadan yalnızca tohumun kitosan ile muamelesi sonucunda en yüksek doz değeri olarak belirlenen 0,5 mg/bitki oranındaki kitosan uygulaması çalışmamızda önemli bulunmuştur. Gelişen teknolojiyle birlikte kullanımı artan kitosanın farklı şekillerde uygulanabilirliği göz önüne alındığında çalışmamızda tohum kaplama ve yaprakdan uygulama durumları değerlendirilmiş ve tohum muamelesi yapılan mısır çeşidinde kökçük uzunlukları

açısından en yüksek dozun en iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Sonuçlar MSTAT-C programında ANOVA-1'e göre değerlendirilmiş, Duncan testi uygulanmış (Tablo 7) ve buna göre $P < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 1: Dozlara Göre Tekerrürlerin Kökçük Ortalamaları.

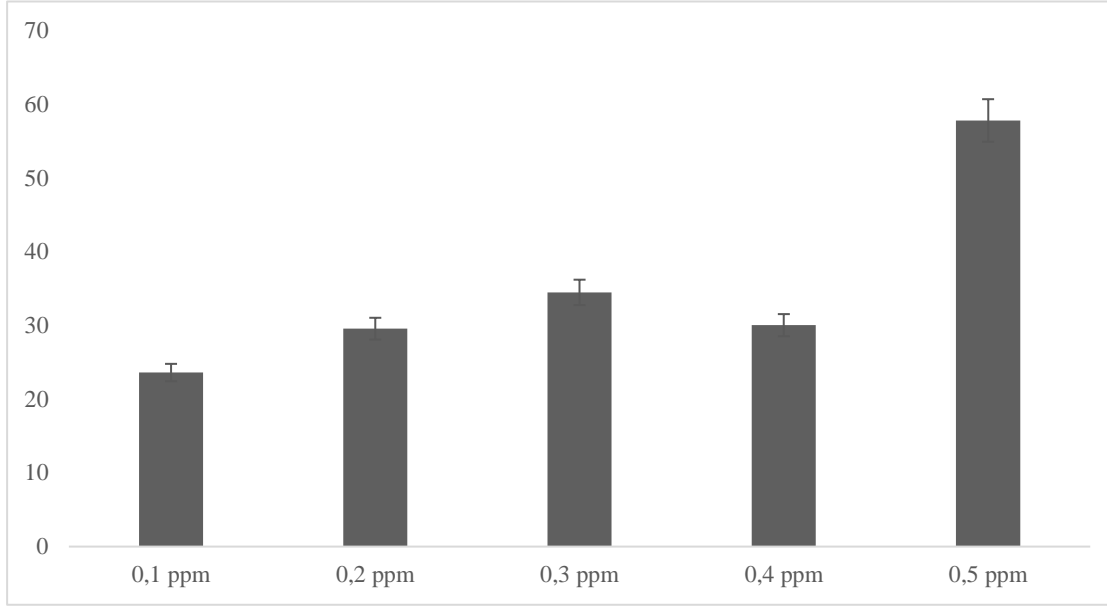
Tablo 7: Kökçük ortalamaları Duncan testi.

| 0,5 mg/bitki CHT | 0,4 mg/bitki CHT | 0,3 mg/bitki CHT | 0,2 mg/bitki CHT | 0,1 mg/bitki CHT |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 97,49a | 82,28b | 76,74b | 74,63b | 63,71c |

Çalışmamızın diğer aşamasında koleoptil uzunlukları ölçülmüş ve MSTAT-C programında Anova-1'e göre Duncan testi yapılarak yorumlanmıştır. Çıkan sonuçlar Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8: Koleoptil ortalamaları (mm) Duncan testi.

| 0,5 mg/bitki CHT | 0,3 mg/bitki CHT | 0,4 mg/bitki CHT | 0,2 mg/bitki CHT | 0,1 mg/bitki CHT |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 61,69a | 37,83b | 30,72c | 29,58c | 27,62c |



Şekil 2: Dozlara Göre Tekerrürlerin Koleoptil Ortalamaları.

Yukarıdaki grafikten de anlaşılacağı gibi (Şekil 2), 0,5 mg/bitki oranında uyguladığımız kitosan yapılan ölçümlerde büyük farklılıklara yol açmıştır. Tohum muamelesinde kitosan uygulaması bitkinin çimlenme döneminde gözle görülür artış sağlamıştır. Yapılan varyans analizi sonucu Anova-1 uygulamasına göre $P < 0,01$ düzeyinde önemli çıkan sonuçlar kitosanın tohum muamelesindeki başarısını ortaya koymaktadır.

4 Sonuç

Yakın gelecekte karşılaşılabilecek beklenen en büyük abiyotik stres faktörünün kuraklık olduğu bilindiğinden; yeni teknolojilerden faydalanılarak tarımsal üretimin verim ve kalite parametrelerinin artırılma zorunluluğu açıktır. Bu teknolojilerin en gelişmeye açık olan alanlarından biri olan biyostimülant uygulamaları gerek girdi maliyetleri gerekse uygulama kolaylığı düşünülerek ivedilikle üzerinde çalışılmaya devam edilmesi gereken bir alandır. Özellikle doğada hammaddenin kolay bulunabilirliği göz önüne alındığında kitinden kitosan eldesi ile hem farklı yöntemlerle etkili sonuçlar alınabilen kitosandan kolaylıkla faydalanılabilir hem de tarımsal üretimde verim ve kalite parametreleri iyileştirilebilir. Bu çalışmada Kale hibrit mısır (*Zea mays* L.) çeşidinde, tohum kaplama yöntemi ile doz belirleme çalışması yapılmıştır. Tohum kaplamada doz belirlenebilmesi için çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi, kökçük sayısı, kökçük uzunluğu, koleoptil uzunluğu parametreleri incelenmiştir. Mısır bitkisinin tohum kaplama ile çimlenme döneminde kitosan uygulamasında en yüksek olan 0,5 ppm'lik dozun en iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

5 Beyanname

5.1 Teşekkür

Bu çalışma 096-2022 nolu projesi ile destekleyen kuruluş Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü olup destekleri için teşekkür ederiz.

5.2 Rakip çıkarlar

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

5.3 Yazar Katkıları

Makale yazımı ve düzenlenmesi konusunda ortak çalışılmış olup istatistik analizler Müge Öner tarafından yapılmıştır.

6 Kaynakça

- Albayrak, Ö. (2019). “*Bazı Yerel Mısır Popülasyonlarının Kurağa Tepkilerinin Belirlenmesi*”. (Yayınlanmış doktora tezi). Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Al-Tawaha, A. R., Turk, M. A., Al-Tawaha, A. R. M., Alu'datt, M. H., Wedyan, M., Al-Ramamneh, E. A. M. & Hoang, A. T. (2018). Using Chitosan to Improve Growth of Maize Cultivars Under Salinity Conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24 (3), 437-442.
- Berger, J. (1962) *Maize Production And The Manuring Of Maize*. Centre D' Étude De L' Azote, Geneva, 315.
- Cesur, S., Köroğlu, C. ve Sırma, B. Kitosan, Özellikleri Ve Uygulama Alanları. *Plastik, Ambalaj, Makine Ve Kalıp Sektörünün Aylık Teknik Dergisi*. Erişim Tarihi 18 Mayıs 2023. <http://Www.Plastik-Ambalaj.Com/Tr/119-Plastik-Ambalaja-Makale/1921-Kitosan-Ozellikleri-Ueretimi-Ve-Uygulama-Alanlar>.
- Cho, Y., No H. K. & Meyers, S. P. (1998). Physicochemical Characteristics And Functional Properties Of Various Commercial Chitin And Chitosan Products. *J. Agric. Food Chem*, 46 (9) 3839-3843.
- Cosgrove, J. (2010). *The Global Chitosan Market*. Nutraceuticals World. Erişim Tarihi: 3 Mayıs 2021, Https://Www.Nutraceuticalsworld.Com/Contents/View_Onlineexclusives/2010-12-02/The-Global-Chitosanmarket-.
- Demir, A. ve Seventekin, N. (2009). Kitin, Kitosan Ve Genel Kullanım Alanları, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 3(2), 92-103.
- Domard, A. & Domard, M. (2002). Chitosan: Structure-Properties Relationship And Biomedical Applications. *Polymeric Biomaterials, Revised And Expanded*. 9, 187-212. Doi:10.1201/9780203904671.Ch9.
- Gürsoy, M. (2020). Effect Of Chitosan Pretreatment On Seedling Growth And Antioxidant Enzyme Activity Of Safflower (*Carthamus Tinctorius* L.) Cultivars Under Saline Conditions. *Applied Eco. And Environmental Research*, 18(5), 6589-6603.
- Jabeen, N. & Ahmad, R. (2019). The Activity Of Antioxidant Enzymes İn Response To Salt Stress İn Safflower (*Carthamus Tinctorius* L.) And Sunflower (*Helianthus Annuus* L.) Seedlings Raised From Seed Treated With Chitosan. *J Sci Food Agric*. 93, 1699-1705. Doi:10.1002/Jsfa.5953.
- Khor, E. (2001). Chitin: Fulfilling A Biomaterials Promise. *Elsevier Science And Technology*. 148.
- Knaul, J. Z. & Hudson, S. M. (1999). Improved Mechanical Properties Of Chitosan Fibers. *Journal Of Applied Polymer Science*, 72(13), 1721.
- Kurtuluş, G. ve Vardar, F., (2020). Kitosanın Özellikleri, Uygulama Alanları, Bitki Sistemlerine Etkileri. *International Journal of Advances In Engineering And Pure Sciences*, 32(3), (258-269).
- Kün, E. (1985). Sıcak İklim Tahılları. *Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 953*, Ders Kitabı 275- 317.
- Malerba, M. & Cerana, R. (2019). Recent Applications Of Chitin-And Chitosan-Based Polymers İn Plants. *Polymers*, 11(5), 839.
- Öner, F. (2011). *Karadeniz Bölgesindeki Yerel Mısır (Zea Mays L.) Genotiplerinin Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi* (Yayınlanmış Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniv., Fen Bilimleri Ens., Samsun.
- Özdemir, Z. (2014). Kitin, Kitosanın Fonksiyonel Özellikleri ve Kullanım Alanları. *Türkiye Kimya Derneği*, 104.
- Park, R. D., Jo, K. J., Jo, Y. Y., Jin, Y. L., Kim, K. Y. & Shim, J. H. (2002). Variation of Antifungal Activities of Chitosans on Plant Pathogens. *J. Microbiol. Biotechnol*, 12, 84–88.
- Queiroz, M. S., Oliveira, C. E., Steiner, F., Zuffo, A. M., Zoz, T., Vendruscolo, E. P., Silva, M. V., Mello, B. F. F. R., Cabral, R. C. & Menis, F. T. (2019). Drought Stresses On Seed Germination And Early Growth Of Maize And Sorghum. *Journal Of Agricultural Science*, 11(2), 310-318.

- Rahman, M., Mukta, J. A., Sabir, A. A., Gupta, D. R., Mohi-Ud-Din, M., Hasanuzzaman, M. & Islam, M. T. (2018). Chitosan Biopolymer Promotes Yield And Stimulates Accumulation Of Antioxidants İn Strawberry Fruit. *Plos One*, 13(9).
- Rhaman, M. S., Tania, S. S., Imran, S., Kibria, M. G., Ye, W., Hasanuzzaman, M. & Murata, Y. (2022). Seed Priming With: Nanoparticles: An Emerging Technique For Improving Plant Growth, Development, and Abiotic Stress Tolerance. *Journal Of Soil Science And Plant Nutritio*, 22 (4047-4062). Doi:10.1007/S42729-022-01007-3.
- Rinaudo, M. (2006). Chitin And Chitosan: Properties And Applications. *Polymer Science*, 31(7), 603-632.
- Rufato, K., Galdino, J., Ody, S. K. & Pereira, G. A. (2018). Hydrogels Based on Chitosan And Chitosan Derivatives For Biomedical Applications. *Hydrogels*, 1-40.
- Sivritepe, H. Ö. (2011). Tohum Canlılığının Değerlendirilmesi. *Alatarım*, 10(2), 94-105.
- Sönmez, E. (2019). *Tuz Stresi Altındaki Mısır (Zea Mays L.) Bitkisinde Potasyum Uygulamalarının Fizyolojik Ve Biyokimyasal Etkisinin Araştırılması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniv., Fen Bilimleri Ens., Sakarya.
- Suvannasara, R. and Boonlertnirun, S. (2013). Studies On Appropriate Chitosan Type And Optimump Concentration On Rice Seed Storability. *Arpn Journal Of Agricultural And Biological Science*, 8 (3), 196-200.
- Taştan, Ö. ve Baysal, T. (2013). Meyve Ve Sebze İşleme Endüstrisinde Kitosan Kullanımı. *Gıda*, 38(3), 175-182.
- Tozluoğlu, A., Çöpür, Y., Özyürek, Ö. ve Çıtlak, S. (2015). Nanoselüloz Üretim Teknolojisi. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 16(2), 203-219.
- Yağız, A. (2020). *Detemination Of Using Possibilities Of Different Nano Particles For Seed Coating And Priming*. (Yayınlanmış Doktora Tezi). Ömer Halis Demir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Yazgan, İ. (2010). *Kitosanın Kimyasal Modifikasyonu* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniv., Fen Bil. Ens., İzmir.
- Yorgancılar, M., Yaşar, M. A. ve Atalay, E., (2019). Mısır Islahında İndirgeyici Hatların Kullanımı Ve Dihaploidizasyon. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1(8), 170-177.
- Zheng, F., Zheng, W., Li, L., Pan, S., Liu, M., Zhang, W. & Zhu, C. (2017). Chitosan Controls Postharvest Decay And Elicits Defense Response İn Kiwi Fruit. *Food And Bioprocess Technology*, 10(11), 1937-1945.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).