

Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Ön Uygulama Yapılmış Yonca (*Medicago sativa* L.) Tohumlarının Çimlenme ve Sürgün Gelişimi Üzerine EtkisiMehmet ÖTEN ^{1*}, Beyza KUÇİN ¹¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sakarya*Sorumlu yazar (Corresponding author): mehmetoten@subu.edu.tr**Geliş Tarihi (Received):** 26.05.2024**Kabul Tarihi (Accepted):** 30.06.2024**Özet**

Günümüzde kullanılabilir tarım alanlarının azalmasında en önemli etkenlerden birisi tuzluluk sorunudur. Tuzluluk sorunu başta yonca olmak üzere birçok bitkinin daha çimlenme evresinde gelişimini olumsuz etkilemekte, hatta bitki ölümlerinin yaşanmasına sebep olmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda tohuma yapılan ön uygulamalar ile bu soruna çözüm getirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarında, 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. “Beyzade” isimli çeşit aday yonca bitkisi tohumlarına bitki gelişim düzenleyici olarak piyasada satılan Panoramix, Kerotin-L, Avesis Root, Momentum Plus preparatları ön uygulama olarak kullanılıp, daha sonra toprak kökenli patojenlere karşı kullanılan ticari fungisitlerden Metaxyl ilave edilerek, mısır nişastası ve melas kullanılıp, kül ve kil ile kaplama yapılmış tohumlara, çimlenme döneminde 0, 1.5, 3, 4.5, 6 ds m⁻¹ olacak şekilde 5 farklı tuzluluk stresi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda çimlenme hızı (%), çimlenme gücü (%), kök uzunluğu (mm), sap uzunluğu (mm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), sap yaş ağırlığı (g), sap kuru ağırlığı (g), tuza tolerans indeksi, vigor indeksi özellikleri incelenmiştir. Alınan sonuçlara göre artan tuz konsantrasyonu incelenen özellikleri olumsuz etkilediği görülmüştür. Yapılan ön uygulamaların ise artan tuzluluk dozlarına karşı tohumlarda tolerans oluşturduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tohum kaplama, yonca, priming, çimlenme, fide gelişimi**Effect of Different Salt Concentrations on Germination and Shoot Development in Pre-treated Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Seeds****Abstract**

One of the most important factors in the decrease in usable agricultural areas today is the salinity problem. The salinity problem negatively affects the development of many plants, especially alfalfa, during the germination phase and even causes plant deaths. In recent studies, this problem has been solved by pre-treatment of seeds. This research was conducted with three replications in the Laboratory of the Faculty of Agriculture at Sakarya Applied Sciences University. The "Beyzade" candidate variety of alfalfa was used, and growth regulators sold in the market as Panoramix, Kerotin-L, Avesis Root, and Momentum Plus were applied as pre-treatments. Subsequently, commercial fungicides such as Metaxyl, used against soil-borne pathogens, were added. Seeds were coated with corn starch and molasses and covered with ash and clay. Four different salinity stress levels (0, 1.5, 3, 4.5, 6 ds/m) were applied during the germination period. Various characteristics such as germination rate (%), germination power (%), root length (mm), stem length (mm), root fresh weight (g), root dry weight (g), stem fresh weight (g), stem dry weight (g), salt tolerance index and vigor index were examined in the study. The results indicated that increasing salt concentration adversely affected the examined characteristics. However, the pre-treatments were found to create tolerance in seeds against the increasing salinity doses.

Keywords: Seed coating, alfalfa, priming, germination, seedling development

1. Giriş

Hayvanlara yüksek besin değeri sağlayan Yonca (*Medicago sativa* L.), çok yıllık önemli bir baklagil yem bitkisidir (Radović ve ark., 2009). Ayrıca yem bitkilerinin kraliçesi olarak bilinen yonca hayvanların günlük protein ihtiyacını fazlasıyla karşılamasıyla ön plana çıkmaktadır. Yonca otu yeşil veya kuru olarak kullanılabilirdiği gibi silo yemi ve pelet yem olarak da kullanılabilir. Hayvan yemi olarak kullanılması dışında yeşil gübre, örtücü bitki ve toprak ıslahı amacıyla da yetiştirilebilir. Hayvanlar için lezzetli ve % 15-22 gibi bir protein içeriğine sahip olmasıyla da oldukça besleyicidir (Açıkgöz, 2001). Yonca bitkisinin hayvan beslemesi yanında toprak verimliliğinin artırılmasında da büyük öneme sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle azot eksikliği bulunan tarım arazilerinde ihtiyaç duyulan azotun artırılmasında büyük bir görev üstlenmektedir. Bilindiği gibi bitkiler atmosferde bulunan azotu bünyelerinde doğrudan kullanamamaktadır (Obaton, 1983). Ancak yonca bitkisi köklerinde bulundurduğu nodüller sayesinde toprakta bulunan bazı bakteriler ile simbiyotik ilişkilerini geliştirerek toprağa azot bağlayabilmektedir (Shultze ve Kondorosi, 1998). Ayrıca yonca bitkisinde derinlere inebilen uzun kök yapısı aracılığı ile toprağın derinliklerine ulaşarak toprağın havalandırılmasını sağlayarak derinlerde bulunan mineral maddelerce bitkiyi beslemektedir (USDA, 1997).

Ancak her bitki türünde olduğu gibi yonca bitkisi de çimlenmeyi, büyümeyi ve verimliliği olumsuz yönde etkileyebilecek çeşitli çevresel streslere maruz kalmaktadır. Maruz kalınan bu stres faktörleri, abiyotik ve biyotik stres faktörleri olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir. Abiyotik stres faktörleri aşırı soğuk yada sıcak, kuraklık, radyasyon, çeşitli kimyasallar, oksidatif stres, rüzgâr, toprakta besin yetersizliği ve tuzluluk gibi çevresel faktörlerdir. Abiyotik streslerden tuz stresi çimlenmeyi, büyümeyi ve çiçeklenmeyi olumsuz bir şekilde

etkileyerek verimin de azalmasına sebep olmaktadır. Sulanan arazilerin de % 20'si tuzluluktan etkilenmektedir. Tuz konsantrasyonunun yüksek olduğu bölgede yetiştirilen Yonca'da % 89 daha az kök gelişimi olduğu gözlemlenmiştir (Li ve ark., 2010; Tilaki ve ark., 2009). Toprakta bulunan tuzluluk arttığında kök ve sürgün uzunluğunun olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir (Zhanwu ve ark., 2011).

Tuz stresi stomaların kapanmasına ve bunun sonucunda da fotosentezde azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca tuzluluk, yaprakların erken yaşlanmasını da tetikleyebilmektedir. Yonca orta derecede tuza dayanıklı bir baklagil yem bitkisi olarak kabul edilmesine rağmen toprak tuzluluğu onun üretkenliğini sınırlayan önemli bir çevresel faktördür. Toprak tuzluluğu yonca çimlenmesini, erken fide büyümesini, yaprak gelişimini, kuru kütle birikimini ve yem kalitesini azaltır. Yoncada dahil olmak üzere yemlik baklagillerde toprak tuzluluğuna bağlı olarak büyüme ve üretkenlikte azalmalar olmaktadır (Al-Farsi ve ark., 2020). Tuz stresi, yonca tohumlarında özellikle bitkinin gelişiminin erken aşamalarından olan çimlenme sırasında etkili olmaktadır. Topraktaki tuz oranı arttıkça, bitkide çimlenme oranı, bağıl büyüme oranı ve radikal uzama azalmaktadır (Li ve ark., 2010). Tüm bu sebeplerden dolayı tuzluluk günümüzde ve yakın gelecekte bitkisel üretim ve verimliliği doğrudan etkileyen en önemli stres faktörlerinden birisi olarak görülmektedir (Parida ve Das, 2005). Tuzluluk stresi özellikle toprak yapısını değiştirmek suretiyle bitki verimi ve kalitesinde önemli kayıplara neden olmaktadır (Chinnusamy ve ark., 2005).

Dünya genelinde tarımı yapılan alanların hali hazırda % 20'si tuzluluk sorunu ile karşı karşıya iken bu oranın 2050 yılına kadar % 50'ye çıkacağı tahmin edilmektedir (Kang ve ark., 2010). Özetle; abiyotik stres faktörlerinden olan tuzluluk, hem tarım yapılan toprakları olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde

çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır (Ağca, 1999). Tuzluluk gibi stres faktörlerine karşı mücadele amacıyla geleneksel ıslah yöntemleri, biyoteknolojik yöntemler ve moleküler destekli teknolojilerin yardımıyla dayanıklı tür ve çeşitlerin geliştirilmesi en etkili çözüm yolu olarak görülmektedir (Samancıoğlu ve Yıldırım, 2015). Fakat bu yöntemlerde uzun zamana ve fazla maddi güce ihtiyaç duyulması sebebiyle farklı çözümler geliştirilmelidir. Bu amaçla stres koşullarına dayanıklılık kazandıracak birçok etken madde içeren priming uygulamaları ve tohum kaplama yöntemi ön plana çıkmaktadır.

Tohum kaplama yöntemi ile tohumun çimlenme performansı artacak bu sayede çimlenme ve fide döneminde hastalık ve zararlılarla mücadele olanağı sağlanacaktır (Taylor ve ark., 1998). Tohum kaplama teknolojilerinin temel hedefi, küçük tohumların daha büyük ve bir örnek büyüklüğe ulaşmasını sağlamaktır (Sikhoa ve ark., 2015). Tohum kaplama materyaline bitki besin elementleri, fungusitler, insektisitler, herbisitler ve yararlı organizmalarda eklenebilmektedir (Rufino ve ark., 2013; Corlett ve ark., 2014). Ayrıca tohum kaplamanın tohum çimlenmesi, fide büyümesi, kök ve filiz gelişimi, yaprak alanı, kuru ağırlık ve verim artışı üzerine olumlu etkileri çeşitli kaynaklar tarafından bildirilmiştir (Zelonka ve ark., 2005; Gevrek ve ark., 2012; Tavares ve ark., 2013; Dumanoglu ve Öztürk, 2022). Islah çalışmaları açısından kaplanmış tohum kullanımı ise özellikle nitelikli tohum materyalinden daha sağlıklı bitki elde edilmesi ve bu bitkilerin ıslah çalışmalarında kullanımına imkân vermesi önemli bir parametredir (Sarıçam ve ark. 2018).

Bu çalışma ile yonca (*Medicago sativa* L.) tohumlarına priming ve kaplama uygulamalarının tuzluluk stresine olası etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri

Bölümü Laboratuvarında 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. “Beyzade” isimli çeşit adayı yonca tahımlarına bitki gelişim düzenleyici olarak piyasada satılan Panoramix, Kerotin-L, Avesis Root, Momentum Plus preparatları ön uygulama olarak kullanılıp, daha sonra toprak kökenli patojenlere karşı kullanılan ticari fungusitlerden Metaxyl ilave edilerek mısır nişastasası ve melas kullanılıp kül ve kil ile kaplama yapılmış tohumların çimlenme döneminde stres koşullarındaki etkisi ölçülmüştür. Kaplanmış tohumlara ek olarak hiçbir ön uygulama yapılmamış tohumlarda kontrol olarak kullanılmıştır.

Laboratuvar ortamında tohumlara yüzey sterilizasyonu uygulanmıştır. Tohumlar % 1’lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 5 dakika sterilize edilerek, 3 kez saf su ile yıkanmıştır (Babakhani ve ark., 2011). Denemede bitki gelişim düzenleyici olarak piyasada satılan ticari ürünlerden Kerotin-L, Avesis Root, Momentum Plus ve Panoramix isimli ürünlerin 0, 100, 200, 300, 400 ve 500 ml l⁻¹ dozları kaplama öncesinde priming tekniği ile tohumlara uygulanmıştır. Priming aşamasında her işlem için; 50 g tohum 100 ml priming çözeltisi içerisinde, 2 saat süreyle bekletilmiştir. Yapılan ön uygulama işlemi sonunda tohumlar süzülerek, 5 saat süreyle 38°C’de etüvde kurutulup, tohum kaplama işlemi için hazır hale getirilmiştir. Kaplama yapılan tohumlar etüvde tekrar kurutulmuştur. Yonca tohumlarının tuzluluk stresine toleransları ölçmek için 0, 1.5, 3.0, 4.5 ve 6.0 ds m⁻¹ olacak şekilde 5 farklı tuz stresi oluşturulmuştur. Tuz konsantrasyonları için 500 ml saf su içerisine kademeli olarak tuz eklenerek, EC metre ile ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Seçilen 50 adet tohum, içerisinde çimlendirme kağıdı bulunan 10 cm çapında petrilere yerleştirilmiştir. Daha sonra tohumların üzerine farklı miktarlarda tuz içeren solüsyonlardan 5 ml ilave edilmiştir. Buharlaşmayı önlemek amacıyla petrilerin etrafi streç film ile sarılmıştır. Daha sonra petriler karanlık koşullara sahip 20±1°C sıcaklığa ayarlı çimlendirme kabininde 10

gün bekletilmiştir (Şehirli, 1997; Çarpıcı ve Erdel, 2015).

Yoncada ISTA kurallarına göre 4. gün çimlenme hızı gözlemleri alınmıştır. Kök uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Soltani ve ark., 2012). Çimlenme gücü (%), 10. günün sonunda toplam çimlenen tohumlar sayılarak belirlenmiştir (Scott ve ark., 1984). Sap uzunluğu (cm) ve kök uzunluğu (cm) ölçümleri öncesinde bitkide sapsız ve kökleri bistiği ile kesilip ayrıldıktan sonra cetvel yardımı ile ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Scott ve ark., 1984). Kök ve sapsızın yaş ağırlıkları ayrı ayrı hassas terazi ile ölçülmüştür. Kök ve sap kuru ağırlıkları ise materyallerin 24 saat süreyle 70 °C'ye ayarlanmış etüvde kurutulup tartılması ile elde edilmiştir. Çalışmanın 10. gününde her petri kabından 10 örnek alınarak, sap ve kökçük uzunluk ve yaş ağırlık gözlemleri alınmıştır. Tuza tolerans indeksi her bir tuz konsantrasyonundan elde edilen toplam yaş ağırlık değerlerinin kontrol grubuna oranlanması şeklinde aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Tuza tolerans indeksi = $(S_x \text{deki toplam yaş ağırlık} / S_0 \text{daki toplam yaş ağırlık}) \times 100$ (Kuşvuran ve ark., 2015).

Formülde; S_x : Tuz konsantrasyonu, S_0 : Kontrol

Vigor indeks değeri aşağıda verilen formüllere göre hesaplanmıştır.

Vigor indeks = $[\text{Çimlenme yüzdesi} \times (\text{kök uzunluğu} + \text{sap uzunluğu})]$ (Hu ve ark., 2005).

Çalışmadan elde edilen veriler JMP istatistik paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi yapılmıştır. Aralarında farklılık tespit edilen özellikler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Çimlenme hızı

Çimlenme hızı ortalamaları incelendiğinde uygulama*doz etkileşiminin önemli olduğu

görülmektedir. En yüksek çimlenme hızı, kontrol uygulaması 3 ds m⁻¹ tuzluluk dozunda % 95.3 olarak tespit edilmiştir. En düşük çimlenme hızı % 80.6 ile Keratin L uygulaması 3 ds m⁻¹ dozunda elde edilmiştir. Momentum Plus uygulaması 4.5 ds m⁻¹, 6 ds m⁻¹ dozları ve Panoramix kontrol dozu ile aynı grupta yer almıştır. Ayrıca Momentum Plus 3 ds m⁻¹ (% 92.0) ile Kontrol uygulaması (% 92.6) aynı grupta yer almıştır. Momentum Plus uygulamasında artan tuz dozlarında çimlenme hızı üzerine olumlu etkisi görülürken, Kontrol uygulamasına yakın sonuçlar elde edilmiştir. Panoramix uygulamasının kontrol dozu dışında artan tuz dozlarının çimlenme hızı üzerine olumlu sonuçları gözlemlenmemiştir. Kontrol uygulamasına en yakın ve iyi sonuç veren uygulamalar; Panoramix uygulamasının kontrol dozu (% 91.3), Keratin L uygulamasının 6 ds m⁻¹ dozu (% 92.0), Avesis Root uygulamasının 4.5 ds m⁻¹ dozu (% 90.0) ve Momentum Plus uygulamasının sırasıyla 3 ds m⁻¹, 6 ds m⁻¹ ve 4.5 ds m⁻¹ dozları (% 92.0, %91.3, % 90.0) şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 3). Kontrol 6 ds m⁻¹ tuzluluk dozunda çimlenme hızı % 88.6 iken aynı tuzluluk dozunda Keratin L uygulamasında ise % 92.0 sonucu ile priming uygulaması ön plana çıkmaktadır. Bu alınan değerler ile priming ve kaplama uygulamalarının tuza toleransı olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Ayrıca Momentum Plus ile uygulama yapılan tohumların genel çimlenme hızının arttığı görülmektedir. Soltani ve ark. (2012) yonca çeşitlerinde tuz toleransı belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada kontrol dozunda çimlenme hızını % 92.03, 225 mmol tuzluluk dozunda ise çimlenme hızını % 68.00 olarak bildirmiştir. Çalışmada kullanılan priming uygulamalarının çimlenme hızını olumlu yönde etkilemesi farklılığın sebebi olarak söylenebilir.

3.2. Çimlenme gücü

Çimlenme gücü özelliğine ait değerlere bakıldığında uygulama*doz etkileşiminin önemsiz ancak priming uygulamasının P≤0.01 düzeyinde önemli

olduğu görülmektedir. Priming uygulamalarının çimlenme gücüne etkisine bakılacak olursa kontrol uygulaması % 95.4 ile ön plana çıkmaktadır. Panoramix ile Avesis Root uygulamalarının çimlenme gücü ortalamalarına bakıldığında en düşük (% 90.8-90.9) yüzdeye sahip oldukları ve aynı grup içerisinde yer aldıkları görülmektedir. Momentum Plus uygulaması (% 93.7) ise kontrol uygulamasına en yakın çimlenme yüzdesine sahip olmuştur. Soltani ve ark. (2012) yaptıkları araştırmada, 20 çeşit yoncada en yüksek % 92 çimlenme oranını kontrol dozunda elde ederken, en düşük çimlenme oranını 225 mmol' de % 68 olarak elde etmiştir. Çarpıcı ve Erdel (2016)'in çalışma sonuçlarına göre çimlenme yüzdesi en düşük 200 mmol' tuzluluk seviyesinde % 76, en yüksek çimlenme yüzdesi ise kontrol dozunda % 99.5 olarak gözlemlenmiştir. Bir diğer çalışmada Ercan (2020), NaCl tuzunun 20 ds m⁻¹ dozunun çimlenme yüzdesini olumsuz etkileyerek, kontrol uygulamasında % 99.5'ten % 61.5'e düşüğünü belirtmiştir. Süheri ve ark. (2019), kaplanmış ve kaplanmamış yonca tohumunda sera koşullarında sodyum klorür tuz stresi uygulamaları yapmıştır. Çimlenme yüzdesinde aldığı sonuçlara göre kaplama yapılmamış yonca tohumu, 12 ds m⁻¹ tuzluluk dozunda % 13.5 çimlenirken kaplanmış yonca tohumu kontrol dozunda % 82.5 çimlenme göstermiştir. Kaplamasız yonca tohumunda çimlenme yüzdesi ortalama % 54.5 olarak bildirilirken, kaplamalı yonca tohumunda çimlenme yüzdesi % 58.45 olarak bildirilmiştir. Kaplamalı ve kaplamasız tohumlar arasında çimlenme yüzdesi arasındaki farkın yüksek olmadığı gözlemlenmiştir. Hacıyusufoğlu ve ark. (2015) yaptığı çalışmada diğer araştırmacılar farklı olarak havuç, fındık turp ve çörekotu tohumlarının kaplanmış ile kaplanmamış tohumlar arasındaki çimlenme yüzdelerinin farkına bakmıştır. Çalışma sonucunda kaplamasız havuç tohumu % 90, kaplanmış havuç tohumunda

% 72.25; kaplamasız çörekotu tohumunda % 63.75, kaplanmış çörekotu tohumunda % 17.00; kaplanmamış fındık turp tohumunda % 97, kaplanmış fındık turp tohumunda % 95 oranında çimlenmeler olduğunu bildirmiştir. Çimlenme oranlarının düşmesinin sebebini ise kaplamada kullanılan maddelerin suda çözünme sürelerinin uzun olması olarak belirtmiştir.

3.3. Kök uzunluğu

Kök uzunluğu özelliğinde priming uygulamalarının önemli ancak doz ve uygulama*doz interaksiyonunun önemsiz olduğu görülmektedir. Özelliğe ait Duncan grupları incelendiğinde en yüksek değer Kontrol uygulamasında 3.054 cm, en düşük değer Keratin L uygulamasında 1.673 cm olarak belirlenmiştir. Ayrıca Kontrol uygulamasında dışında kalan Momentum Plus, Avesis Root, Panoramix, Keratin L uygulamalarının aynı grup içerisinde olduğu, Kontrol uygulamasına ait kök uzunluğu ortalamaları ile diğer uygulamalara ait ortalamalar arasında oldukça fark olduğu görülmektedir. Tüm priming uygulamalarında kontrole göre kök uzunluğu değeri daha düşük gerçekleşmiştir. Priming uygulamaları içerisinde en düşük değer Keratin L uygulamasından (1.6 cm) elde edilmiştir. Bıçakçı (2019), yaptığı laboratuvar çalışmasında kaplamasız tohumlarda kök uzunluğunun 1.44 cm olarak ölçerken, kaplama uygulamaları ile bu değer 1.25 cm'ye düşüğünü bildirmiştir. Çalışmamızda olduğu gibi yonca tohumuna yapılan ön uygulamaların kök uzunluğunu olumsuz etkilediği görülmektedir.

3.4. Sap uzunluğu

Sap uzunluğu özelliğinde uygulama ve dozlar ayrı ayrı önemli bulunurken, uygulama*doz interaksiyonu önemsiz bulunmuştur. Sap uzunluğu ortalamalarına bakıldığında kontrol ve Momentum Plus uygulamaları sırasıyla 2.99 cm ve 2.83 cm ile öne çıkarken, en düşük sap uzunluğu 6 ds m⁻¹ dozunda 2.42 cm olarak belirlenmiştir. Artan tuz dozlarında sap uzunluğunda azalma görülmüştür. Dozlar

incelendiğinde 1.5 ds m^{-1} ile 3 ds m^{-1} aynı grupta yer alırken, benzer durum 4.5 ds m^{-1} ile 6 ds m^{-1} arasında da görülmüştür (Tablo 1). Bayram ve Yılmaz (2019) yaptıkları tuzluluk stresi çalışmalarında 6 çeşit yoncanın ortalama sap uzunluğunun en yüksek 68.90 mm ile 50 mmol tuzluluk seviyesinde elde ederken, en düşük değer 23.93 mm ile 200 mmol tuzluluk seviyesinde elde etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada Çarpıcı ve Erdel (2016)'in farklı yonca çeşitleri üzerinde tuzluluk stresi uygulamasında en yüksek sap uzunluğu 4.39 cm ile kontrol dozunda ve 50 mmol 'de olduğu gözlemlenirken 200 mmol 'de de sap gelişimi olmadığı bildirilmiştir. Soltani ve ark. (2012) çalışmalarında sap uzunluğunu en yüksek kontrol uygulamasında (3.7 cm), en düşük ise 225 mmol uygulamasında (1.2 cm) tespit etmişlerdir.

3.5. Kök yaş ağırlığı

Kök yaş ağırlığı ortalamaları incelendiğinde en yüksek değer 0.047 g ile Kontrol 6 ds m^{-1} , 0.046 g ile Panoramix 6 ds m^{-1} ve 0.045 g ile Panoramix uygulamasının kontrol dozunda gözlemlenirken, en düşük değer ise 0.011 g ile Avesis Root uygulamasında kontrol dozunda gözlemlenmiştir. Kontrol uygulamasında sırasıyla 6 ds m^{-1} , 3 ds m^{-1} , 4.5 ds m^{-1} , 1.5 ds m^{-1} ve kontrol dozuna doğru; Panoramix uygulamasında sırasıyla 6 ds m^{-1} , kontrol doz, 3 ds m^{-1} , 4.5 ds m^{-1} ve 1.5 ds m^{-1} dozuna doğru; Keratin L uygulamasında sırasıyla 4.5 ds m^{-1} , 3 ds m^{-1} , kontrol doz, 1.5 ds m^{-1} ve 6 ds m^{-1} dozuna doğru; Avesis Root uygulamasında sırasıyla 6 ds m^{-1} 'den kontrol dozuna doğru; Momentum Plus uygulamasında ise sırasıyla 3 ds m^{-1} , 4.5 ds m^{-1} , kontrol doz, 6 ds m^{-1} ve 1.5 ds m^{-1} dozuna doğru kök yaş ağırlığı değerlerinde azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde Kontrol ve Panoramix uygulamalarında kök yaş ağırlığının tuzluluk dozlarından daha az etkilendiği görülmektedir. Bıçakçı (2019) yaptığı çalışmada kaplanmış yonca tohumlarında kök yaş ağırlığının 5.31 mg ile 7.37 mg arasında değiştiğini bildirmiştir.

Kaplama uygulamalarının çalışmamızla benzer şekilde kökçük yaş ağırlığına olumlu etkide bulunduğu görülmektedir.

3.6. Kök kuru ağırlığı

Kök kuru ağırlığı ortalamaları incelendiğinde en yüksek değer $0,0116 \text{ g}$ ile Panoramix 6 ds m^{-1} 'de en düşük değer ise $0,0025 \text{ g}$ ile Avesis Root kontrol dozunda gözlemlenmiştir. Kontrol, Panoramix ve Avesis Root uygulamalarında artan tuz dozlarında kök kuru ağırlığında da artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Keratin L ve Momentum Plus uygulamalarında 6 ds m^{-1} tuz dozu haricinde artan tuz dozlarına karşı kök kuru ağırlığında artış olduğu, 6 ds m^{-1} tuz dozundan kök kuru ağırlığının olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Yaptıkları araştırmada, Çarpıcı ve Erdel (2016) farklı yonca çeşitlerinde kökçük kuru ağırlığının kontrol dozunda (3.96 mg) en yüksek değeri verirken, en düşük değeri (1.11 mg) ise 200 mmol tuzluluk derecesinde gözlemlenmişlerdir. Bıçakçı (2019)'nın yaptığı çalışmada kökçük kuru ağırlığı kaplama uygulamaları ile 3.21 mg 'dan 4.25 mg 'a yükselmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Bıçakçı (2019) ile uyumlu iken, Çarpıcı ve Erdel (2016) ile uyumsuzdur. Uyumsuzluğun sebebi olarak uygulanan priminglerin yada kaplamanın olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Başaran ve Çopur Doğrusöz (2022), kaplanmış tohumun performansının normal tohumdan daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

3.7. Sap yaş ağırlığı

Sap yaş ağırlığı ortalamalarında en yüksek değer 0.244 g ile Panoramix 1.5 ds m^{-1} 'de, 0.240 g ile Momentum Plus'ın kontrolü ve 0.237 g ile Keratin L'nin 3 ds m^{-1} dozlarından elde edilirken, en düşük değer ise $0.130\text{-}0.134 \text{ g}$ ile Avesis Root'un kontrol ve 1.5 ds m^{-1} dozlarından elde edilmiştir. Bıçakçı (2019) yonca ile yaptığı çalışmada artan tuz dozlarında sap yaş ağırlığının olumsuz etkilendiğini en yüksek sap yaş ağırlığı değerini 75 mmol 'de 67.75 mg , en düşük değeri ise 200 mmol 'de 19.41 mg olduğunu bildirmiştir. Yaptığı

çalışmada Ercan (2020) NaCl tuzunun artan dozlarında yonca tohumu çeşitlerinde sap yaş ağırlığının en düşük 20 ds m⁻¹ dozda 19.78 mg, en yüksek ise 5 ds m⁻¹ dozda 39.35 mg tespit etmiştir.

3.8. Sap kuru ağırlığı

Sap kuru ağırlığı özelliği incelendiğinde uygulama*doz intireaksiyonunun ve dozların önemli olmadığı ancak uygulamaların önemli olduğu tespit edilmiştir. Tablo 1’de görüldüğü üzere Keratin L (0.012 g) dışındaki uygulamalar aynı grupta yer almıştır. Çarpıcı ve Erdel (2016)’in çalışmalarında, artan tuzluluk dozundan sap kuru ağırlığının olumsuz etkilendiği 200 mmol tuzluluk seviyesinde en düşük değer 0.60 mg, kontrol dozunda ise en yüksek değer 7.49 mg olarak tespit edilmiştir. Ercan (2020)’ın çalışmasında ise Verdara çeşidinin sap kuru ağırlığı artan tuz dozundan olumsuz etkilenmemiş ve en yüksek değer olan 20 ds m⁻¹’de 1.70 mg olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada Artemis yonca çeşidi kontrol uygulamasında 1.10 mg ile en düşük değeri vermiştir. Yılmaz ve Bayram (2019)’ın araştırmasında da artan tuz dozlarından sap kuru ağırlığı olumsuz etkilendiği ve 37.00 mg olan değer 9.17 mg’a düştüğü tespit edilmiştir. Bıçakçı (2019) ‘nın ise kaplamalı yonca tohumları ile yaptığı çalışmasında sap kuru ağırlığı kontrol ile kaplama uygulamalarında aynı sonuçları vermiştir.

3.9. Tuza tolerans indeksi

Tuza tolerans indeksi ortalamalarına göre Tablo 3’te görüldüğü üzere en büyük değer 125.46 ile Keratin L’nin 3 ds m⁻¹ dozunda iken, en düşük değer 68.16 ile Avesis Root’un 0 ds m⁻¹ dozundan elde edilmiştir. Momentum Plus’ın 0 ds m⁻¹ ile 3

ds m⁻¹ ve Panoramix’in 0 ds m⁻¹ ile 1.5 ds m⁻¹ dozlarının aynı grupta olduğu tespit edilmiştir. Panoramix uygulamasında 4.5 ds m⁻¹ dozu dışında artan tuz dozlarında değerlerin azaldığı, Keratin L uygulamasında 3 ds m⁻¹ dozu dışında kontrolden itibaren artan tuz dozlarında değerlerin azaldığı, Avesis Root uygulamasında artan tuz dozlarında değerlerinde arttığı, Momentum plus uygulamasında ise sırasıyla 1.5 ds/m, 6 ds m⁻¹, 4.5 ds m⁻¹, 3 ds m⁻¹ ve kontrol şeklinde değerlerin arttığı bildirilmiştir. Yılmaz ve Bayram (2019) yonca tohumu ile yaptıkları tuzluluk stresi çalışmasında ortalama tuza tolerans indeksi değerlerinin (108.88) artan tuz dozu ile birlikte (30.22) düştüğünü bildirilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre priming uygulamasının tuza tolerans indeksini olumlu yönde etkilediği göstermektedir.

3.10. Vigor indeksi

Vigor indeksi özelliğinde uygulama*doz interaksiyonu önemsiz olurken, uygulama ve doz ayrı ayrı önemli bulunmuştur. Uygulamalar açısından bakıldığında kontrol uygulamasında en yüksek değer elde edilirken, Avesis Root, Panoramix ve Keratin L aynı grupta yer almıştır (Tablo 1). Dozlar açısından bakıldığında artan tuz dozlarında vigor indeksinin olumsuz etkilendiği görülmektedir. Kontrol dozu dışında kalan diğer tuzluluk dozlarının tamamı aynı grupta yer almıştır. Özkurt (2018) yaptığı çalışmada çeşitler arasında ortalama vigor indeksi kontrol uygulamalarında 54.7 olarak gözlemlerken artan tuzluluk dozunda ise bu değeri ortalama 0.3 olarak gözlemlemiştir.

Tablo 1. Kök uzunluğu, çimlenme gücü, sap uzunluğu, sap kuru ağırlığı ve vigor indeksi özelliklerine ait ortalamalar ve duncan grupları

Uygulama	Kök Uzunluğu (mm)	Çimlenme Gücü (%)	Sap Uzunluğu (cm)	Sap Kuru Ağırlığı (g)	Vigor İndeksi
Kontrol	3.054 a	95.4 a	2.94 a	0.018 a	563.96 a
Momentum Plus	2.041 b	93.7 ab	2.83 a	0.017 a	467.06 b
Avesis Root	2.026 b	91.6 bc	2.62 b	0.017 a	414.76 c
Panoramix	1.792 b	90.9 c	2.53 bc	0.016 a	383.93 c
Keratin L	1.673 b	90.8 c	2.42 c	0.012 b	393.63 c
CV (%)	28.4	3.17	7.15	21.2	15.05

Tablo 2. Sap uzunluğu ve vigor indeksi özelliklerine ait ortalamalar ve duncan grupları

Tuz Dozu	Sap uzunluğu	Vigor indeksi
0	2.991 a	508.32 a
1.5	2.779 b	436.15 b
3	2.698 b	426.64 b
4.5	2.489 c	433.42 b
6	2.420 c	418.80 b
CV (%)	7.15	15.05

Tablo 3. İncelenen özelliklere ait ortalamalar ve duncan grupları

Uygulamalar	Tuzluk dozu	Çimlenme hızı (%)	Çimlenme gücü (%)	Kök uzunluğu (cm)	Sap uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Sap yaş ağırlığı (g)	Sap kuru ağırlığı (g)	Tuza tolerans indeksi	Vigor indeksi
Kontrol	0	92.6 ad	97.33	4.33	3.05	0.027 gh	0.0075 gh	0.185 eh	0.012	0	723.14
Kontrol	1.5	94.0 ac	95.33	2.92	3.21	0.024 hj	0.0057 jm	0.197 ce	0.009	0	584.40
Kontrol	3	95.3 a	95.33	2.92	2.51	0.042 bc	0.0089 ce	0.176 hj	0.010	0	517.53
Kontrol	4.5	94.6 ab	96.00	2.42	2.82	0.035 de	0.0085 df	0.200 cd	0.015	0	503.36
Kontrol	6	88.6 bg	93.33	2.68	2.57	0.047 a	0.0100 b	0.183 fi	0.015	0	491.39
Avesis root	0	89.3 af	90.00	1.87	2.84	0.011 m	0.0025 o	0.134 l	0.020	68.16 j	424.58
Avesis root	1.5	88.6 bg	90.00	2.14	2.52	0.017 l	0.0040 n	0.130 l	0.015	68.78 j	420.15
Avesis root	3	88.6 bg	91.33	1.82	2.54	0.019 kl	0.0049 mn	0.164 j	0.019	86.33 hi	397.90
Avesis root	4.5	90.0 ae	91.33	2.14	2.42	0.026 gh	0.0060 jl	0.173 hj	0.019	92.70 fh	416.54
Avesis root	6	83.3 fh	92.00	2.15	2.35	0.027 gh	0.0062 jk	0.150 k	0.017	82.60 i	414.65
Keratin L	0	88.6 bg	93.33	1.79	2.86	0.031 ef	0.0076 fh	0.195 cf	0.016	106.21bc	434.24
Keratin L	1.5	82.6 gh	90.00	1.31	2.69	0.029 fg	0.0076 fh	0.177 gj	0.018	97.51 ef	359.92
Keratin L	3	80.6 h	88.00	1.42	2.84	0.032 ef	0.0076 fh	0.237 a	0.018	125.46 a	376.57
Keratin L	4.5	86.6 dh	92.00	2.21	2.21	0.041 c	0.0091 bd	0.151 k	0.015	89.75 gh	406.81
Keratin L	6	92.0 ad	94.67	1.62	2.5	0.020 jl	0.0052 lm	0.172 ij	0.015	89.75 gh	390.61
Momentum plus	0	87.3 dg	94.00	1.80	3.31	0.027 gh	0.0063 ij	0.240 a	0.013	124.68 a	481.20
Momentum plus	1.5	88.0 cg	94.00	1.95	3.10	0.024 hj	0.0059 jl	0.182 gi	0.016	96.11 eg	475.66
Momentum plus	3	92.0 ad	93.33	2.08	3.08	0.037 d	0.0088 ce	0.219 b	0.023	119.25 a	482.09
Momentum plus	4.5	90.0 ae	94.00	2.36	2.76	0.032 ef	0.0080 eh	0.195 cf	0.016	106.05 bd	481.87
Momentum plus	6	91.3 ae	93.33	2.01	2.43	0.026 gh	0.0063 j	0.190 dg	0.017	100.93 ce	414.51
Panoramix	0	91.3 ae	94.00	2.21	2.88	0.045 ab	0.0095 bc	0.218 b	0.016	123.13 a	478.46
Panoramix	1.5	86.6 dh	88.67	1.46	2.37	0.022 ik	0.0052 km	0.244 a	0.018	124.37 a	340.62
Panoramix	3	85.3 eh	86.67	1.62	2.51	0.033 e	0.0084 dg	0.172 ij	0.014	95.49 eg	359.14
Panoramix	4.5	87.3 dg	92.00	1.66	2.23	0.027 gh	0.0073 hi	0.205 c	0.018	108.69 b	358.56
Panoramix	6	88.6 bg	92.67	2.00	2.13	0.046 a	0.0116 a	0.166 j	0.018	99.37 df	382.87
CV (%)	4.47	3.18	2.86	7.19	7.42	8.05	4.22	2.10	4.70	15.0	

4. Sonuçlar

Bu çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarında 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. "Beyzade" isimli çeşit adayı yonca tohumlarına gelişim düzenleyici olarak piyasada satılan Panoramix, Keratin-L, Avesis Root, Momentum Plus preparatları ön uygulama olarak kullanılıp, daha sonra toprak kökenli patojenlere karşı kullanılan ticari fungusitlerden Metaxyl ilave edilerek mısır nişastası ve melas kullanılıp kül ve kil ile kaplama yapılmış tohumlar

çimlenme döneminde 0, 1.5, 3, 4.5, 6 ds/m şeklinde 5 farklı tuzluluk stresi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda yapılan ön uygulamaların çimlenme ve fide gelişimine etkisine bakılmıştır.

Çimlendirmeler sonucunda alınan sonuçlara göre; çimlenme hızı priming ve kaplanmış tohumların kontrol uygulaması ile benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Sap uzunluğu özelliği yapılan ön uygulamalardan olumlu etkilenmiştir. Kök uzunluğu azalmıştır. Tuza tolerans indeksi ise artan tuz dozlarında azalmasına rağmen ortalamalar arasında farkların az olması

sebebiyle çalışmadan olumlu etkilendiği söylenebilir. Sap yaş ve kuru ağırlıkları artan tuz dozlarından olumsuz etkilenmiş olup yapılan ön uygulamalarda bu değerler yükseldiği görülmektedir. Kök yaş ve kuru ağırlıkları artan tuz dozlarına karşı tolerans göstermişlerdir. Yapılan ön uygulamaların ise kontrol uygulamasına göre kök yaş ve kuru ağırlıklarında olumlu etkileri görülmüştür. Çimlenme gücü ortalamalarına bakıldığında Kontrol uygulaması ön plana çıkmaktadır. Ön uygulama yapılmış tohumlarda ise çimlenme gücü Kontrol uygulamasına yakın olmuştur. Vigor indeksi değerleri ise artan tuz dozlarında azalmıştır.

Sonuç olarak laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışmada yonca tohumlarının artan tuz dozlarından olumsuz etkilendiği ve yapılan ön uygulamalar ile bu alınan değerlerde iyileşmeler görüldüğü tespit edilmiştir. Çalışmanın daha net sonuçlar verebilmesi için yapılan uygulamaların farklı yonca çeşitleri üzerinde ve farklı tuz konsantrasyonlarında denemesi, kontrollü koşullarda yürütülen çalışmanın arazi koşullarına uygulanması gerekmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Açıklama

Bu, çalışma ikinci yazarın lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Al-Farsi, S.M., Nawaz, A., Rehman, A., Nadaf, S.K., Al-Sadi, A.M., Siddique, K.H.M., Farooq, M., 2020. Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in lucerne (*Medicago sativa*). *Crop and Pasture Science*,

71(5), 411–428.

Ağca, N., 1999. Topraklarda Çoraklaşma ve Sürdürülebilir Tarım. *GAP I. Tarım Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 26-28 Mayıs, Şanlıurfa, s: 915-922.

Bıçakçı, T., 2019. Mikrobiyal içerikli tohum kaplama preparatı ile kaplanan yonca (*Medicago sativa* L.) tohumlarının kuraklık ve tuz stresi koşullarında çimlenme özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Chinnusamy, V., Jagendorf, A., Zhu, J.K., 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants, *Crop Sciences*, 45(2): 437–448.

Corlett, F.M.F., Rufino, C.A., Vieira, J.F, Tavares, L.C., Tunes, L.V.M., Barros, A.C.S.A., 2014. The influence of seed coating on the vigor and early seedling growth of barley. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 41(1): 129- 136.

Çarpıcı, E.B., Erdel, B., 2016. Determination of responses of different alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties to salt stress at germination stage. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1): 61-67.

Dumanoğlu Z., Öztürk, G., 2022. The effect of film coating application on some physical properties of potato seeds. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(3):638- 643.

Ercan, M.Y.İ., 2020. Yoncada (*Medicago sativa* L.) farklı klor tuzu ve dozlarının çimlenme ve fidee gelişimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Gevrek, M.N., Atasoy, G.D., Yigit, A., 2012. Growth and yield response of rice (*Oryza sativa* L.) to different seed coating agents. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14: 826-830.

- Hacıyusufoğlu, A.F., Akbaş, T., Şimşek, E., 2015. Bazı küçük çaplı tohumlara peletle tohum kaplama yönteminin uygulanması. 29. *Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 6 Ekim, Diyarbakır.
- Hu, J., Zhu, Z.Y., Song, W.J., Wang, J.C., Hu, W.M. 2005. Effects of sand priming on germination and field performance in direct-sown rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Science and Technology*. 33: 243- 248.
- Kang, J., Xie, W., Sun, Y., Yang, Q., Wu, M. 2010. Identification of genes induced by salt stress from *Medicago truncatula* L. seedlings. *African Journal of Biotechnology*, 9: 7589-7594.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R.I., Kuşvuran, Ş., 2015. The effects of salinity on seed germination in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 2(1): 78-84.
- Li, R., Shi, F., Fukuda, K., Yang, Y., 2010. Effects of salt and alkali stresses on germination, growth, photosynthesis and in accumulation in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 56(5): 725-733.
- Obaton, M., 1983. Legumes and the nitrogen cycle. FAO/GRET Biol.-1, p. 1-3, Rome.
- Özkurt, M., Saygılı, İ., Dirik, Ö.K., 2018. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin erken gelişme dönemindeki tuz toleransının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3): 251–258.
- Parida, A.K., Das, A.B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicol and Environ Safety*, 60: 324-49.
- Radović, J., Sokolović, D., Marković, J.J. B.A.H., 2009. Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6-1): 465-475.
- Rufino, C.A., Tavares, L.C., Brunes, A.P., Lemes, E.S., Villela, F.A., 2013. Treatment of wheat seed with zinc, fungicide, and polymer seed quality and yield. *Journal of Seed Sciences.*, 35(1): 106-112.
- Sarıçam, Ş., Kantoğlu, Y.T., Ellialtıoğlu, Ş., 2018. Kaplı ve kapsız marul (*Lactuca sativa* var. longifolia cv. Cervantes) tohumlarında etkili mutasyon dozunun belirlenmesi. *E-Tralleis Dergisi*, 3(2): 229-242.
- Sikhoa, P., Taylor, G.A., Marino, E.T., Catranis, C.M., Siri, B., 2015. Development of seed agglomeration technology using lettuce and tomato as model vegetable crop seeds, *Scientia Horticulturae*, (184): 85-92.
- Soltani, A., Khodarahmpour, Z., Jafari, A. A., Nakhjavan, S., 2012. Selection of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars for salt stress tolerance using germination indices. *African Journal of Biotechnology*, 11(31):7899-7905.
- Süheri, S., Kutlar Yaylalı, İ., Yavuz, N., Yavuz, D., 2019. The effect of sodium chloride salinity on coated and uncoated alfalfa seeds germination. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(1): 31–38.
- Tavares, L.C., Rufino, C.A., Brunes, A.P., Friedrich, F.F., Barros, A.C.S.A., Villela, F.A., 2013. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. *Journal of Seed Science*, 35 (1): 28-34.
- Taylor, A. G., Allen, P. S., Bennett, M.A., Bardford, K. J., Burris, J.S., Misra, M.K., 1998. Seed enhancements, *Seed Sciences Research*, 8: 245-256.
- Tilaki, G.A.D., Behtari, B., Behtari, B., 2009. Effect of salt and water stress on the germination of alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed, *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2: 158-164.
- USDA, 1997. United States Department of Agriculture, Acriculture Fact Book.
- Waterborg, J.H., Harrington, R.E., Winicov, I., 1989. Differential histone acetylation in alfalfa (*Medicago sativa*) due to growth in NaCl: responses in salt stressed and salt tolerant callus cultures. *Plant Physiology*, 90(1): 237-245.

Yılmaz, M., Bayram, G., 2019. Bazı yonca çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme özelliklerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7: 169–176.

Zhanwu, G., Hui, Z., Jicai, G., Chunwu, Y., Chunsheng, M., Deli, W., 2011. Germination responses of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seeds to various

salt alkaline mixed stress. *African journal of Agricultural Research*, 6(16): 3793- 3803.

Zelonka, L., Stramkale, V., Vikmane, M., 2005. Effect and after-effect of barley seed coating with phosphorus on germination, photosynthetic pigments and grain yield. *Acta Chirurgica Latviensis*, 691: 111-119.

Atıf Şekli: Öten, M., Kuçin, B., 2024. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Ön Uygulama Yapılmış Yonca (*Medicago sativa* L.) Tohumlarının Çimlenme ve Sürgün Gelişimi Üzerine Etkisi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(3): 679–689.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13329061>.

To Cite: Öten, M., Kuçin, B., 2024. Effect of Different Salt Concentrations on Germination and Shoot Development in Pre-treated Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Seeds. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(3): 679–689.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13329061>.
