

Düğmeli yonca hatlarında (*Medicago orbicularis* L. Bart.) bazı fiziksel ve kimyasal yöntemlerin tohum dormansisi üzerine etkileri*

Gözde Hafize YILDIRIM^{1*}, **Mehmet BİLGEN**²

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu/Türkiye

²Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya/Türkiye

*Bu makale 1. yazarın Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiş ve Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2018-3126 nolu proje ile desteklenmiştir.

Alınış tarihi: 8 Eylül 2020, Kabul tarihi: 10 Eylül 2021

Sorumlu yazar: Gözde Hafize YILDIRIM, e-posta: gozdehafizeyildirim@odu.edu.tr

Öz

Amaç: Bu çalışma, tohum dormansisi görülen düğmeli yonca hatlarında dormansiyi kırmak için farklı uygulamaların çimlenme ve fide gelişim özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Bu denemede; kontrol, zımparalama (1, 2 ve 3 dakika), 25°C oda sıcaklığı koşullarındaki suda bekletme (6, 24 ve 48 saat), 70°C sıcak suda bekletme (5, 15 ve 20 dakika), dondurucu ve ardından buzdolabında bekletme (2saat-5 gün ve 4 saat-10 gün), kum+demir talaşı karışımı ile tahrip etme (1, 2 ve 3 dakika), sülfürik asit (%70) çözeltisinde bekletme (30, 50 ve 70 dakika), zımparalama (1 dakika) ve ardından sodyum hipokloritte bekletme (4, 8 ve 10 dakika) yöntemleri kullanılmıştır. Deneme tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak laboratuvar ortamında yürütülmüştür. Deneme planında ana parselleri hatlar, alt parselleri uygulamalar oluşturmuştur.

Araştırma Bulguları: Denemenin genelinde, zımparalama (2 dakika) ve zımparalama (1 dakika) + sodyum hipokloritte bekletme (4 dakika) yöntemleri etkili bulunmuştur. Tohum kabuğuna fiziksel veya kimyasal yollarla hasar vermek, çimlenmeyi kolaylaştırıcı bir etki sağlamıştır. Hatlar ve uygulamalar genel olarak kontrole göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Sonuç: Düğmeli yonca (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.) tohumlarının sert kabukluluk özelliği, zamanla azalmaktadır. Ancak bu çalışmada ele alınan fiziksel

ve kimyasal uygulamalar, tohumun dormansi evresinde çimlenebilmesini sağlamıştır. Uygulamaların türü ve süresi, bu değişken yapılı tohum kabuklarında, ancak optimum oranda hasar bırakırsa, tohum çimlendikten sonra gelişimine devam edebilir. Bu da hatlar ve uygulamalar açısından da değişken olmuştur. Hatlar uygulamalara farklı tepkiler gösterdiğinden, çalışılan tür, çeşit veya hattın dormansi durumu iyi bilinmelidir. Bu tohumların kaç yıl önce toplandığı, ne kadar süre depo edildiği, hangi ortam şartlarında bekletildiği de önemlidir. Bunların yanında çeşitli biyokimyasal testlerin, çalışmadan önce ve sonra yapılmış olması, bu test sonuçlarının değerlendirilmesi, en doğru yöntemi bulmakta fayda sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tek Yıllık Yonca (*Medicago* spp.), Yem Bitkileri, Zımparalama

Effect of some physical and chemical methods on seed dormancy in button clover (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.) lines

Abstract

Objective: This study was conducted to determine the effects of different applications on 25 germination and seedling growth characteristics to break dormancy in button clover with seed dormancy.

Materials and Methods: In this experiment; control, sanding (1, 2, 3 27 minutes), standing in water at 25°C (6, 24, 48 hours), standing at 70°C in hot water 28 (5, 15, 20 minutes), freezing and then keeping in the

refrigerator (2 hours-5days, 4 29 hours-10 days), destruction with a mixture of sand + iron shavings (1, 2, 3 minutes), 30 sulfuric acid (70%) solution in holding (30, 50, 70 minutes), sanding (1 minutes) and 31 afterwards staining in sodium hypochlorite (4, 8 and 10 minutes) were used as 32 applied methods. The experiment was carried out under laboratory conditions using 33 by split plot design with 3 replications, In the experimental plan lines formed the main 34 parcels and the applications have performed the sub-parcels.

Results Sanding (2 minutes) and sanding (1 minute) + soaking in sodium hypochlorite (4 minutes) methods were found to be effective throughout the experiment. Damage to the seed coat by physical or chemical, it had an effect on germination facilitative. Lines and treatments generally gave better results than control.

Conclusion: The hard-shelledness of button clover (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.) seeds decreases over time. However, the physical and chemical applications discussed in this study enabled the seed to germinate in the dormancy phase. The type and duration of applications can only continue to develop after germination if the seed coats of this variable structure are damaged at the optimum rate. This has also been variable in terms of lines and applications. The dormancy status of the species, cultivar or line being studied should be well known, as lines react differently to treatments. It is also important how many years ago these seeds were collected, how long they were stored, and under which environmental conditions they were kept. In addition to these, it was concluded that various biochemical tests were performed before and after the study, evaluation of these test results, and finding the most accurate method would be beneficial.

Keywords: Button Medic (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.), Forage Crops, Sanding Scarification

Giriş

Yonca bitkisinin (*Medicago* spp.) tek yıllık olan türleri tek yıllık yonca veya medik olarak adlandırılmaktadır. Medikler, Akdeniz kökenli bitki türleri olduğundan bölgenin iklimsel özelliklerine uyumlu olarak gelişirler (Öten vd. (2016). Tek yıllık yoncalar ülkemizde, birçok farklı lokasyonda optimum gelişim göstermeleri sebebiyle, çayır-mera alanlarının doğal vejetasyonunu oluştururlar (Lermi ve Palta 2015). Tohum çimlenmesi bitki yaşamının önemli

fazlarından biridir. Çimlenme optimum koşullarda, yeterli miktarda suyun, tohum kabuğundan rahatça girmesi ve enzimlerin aktifleşmesiyle başlar. Bazı durumlarda ise, tohum kabuğunun havayla teması sonucunda oluşan kütikula tabakası, suyun alımını, kısıtlamaktan ziyade engeller (Tekeli ve Ateş 2006). Böylece sert tohumluluk problemi görülür ve aslında bu durum, türün kendini koruma mekanizmasıdır. Tek yıllık yoncalar özellikle Akdeniz bölgesinde ve birçok ülkede çok değerli bitkiler olarak kabul edilir. Ancak, yetersiz çevre koşullarına bağlı kaldıklarında, sert tohum yapısına ve dolayısıyla düşük çimlenme oranlarına sahiptirler. Genellikle *Medicago* ve *Trifolium* türlerinde istenmeyen bir özelliktir (Can vd. (2009). Tüm bunlar göz önüne alındığı zaman bu çalışmanın asıl amacı, özellikle geçirimsiz tohum kabuğunun kırılması veya yumuşatılması esasına dayanarak, Düğmeli Yonca (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.) hatlarında görülen tohum dormansisine ilişkin, optimum uygulama aralıklarının belirlenmesidir. Birçok *Medicago* ve *Trifolium* türlerine de alternatif sunarak, yem bitkileri tarımında, tohum durgunluğu probleminin ele alınmasını sağlamış olacaktır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma ülkemizin doğal çayır ve meralarında kendiliğinden yetişebilen ve Akdeniz Bölgesi için endemik özellik gösteren Düğmeli Yonca (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.) hatlarında yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan hatlar "Antalya Doğal Florasından toplanan Düğmeli Yonca (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.)'nın morfolojik ve moleküler karakterizasyonu" adlı tez çalışmasında Erdurmuş (2018) tarafından toplanmıştır. Toplanan tohumlar BATEM arazisinde çoğaltıldıktan sonra çalışmada kullanılmıştır. bu çalışmada kullanılan hatlar A (no:14), B (no:17), D (no:26) ve E (no:27) olup genetik benzerliklerine göre ve kısıtlı sayıda seçilmiştir. Bu hatları birbirinden ayıran genetik özellikler, Erdurmuş (2018)'un çalışmasından elde edilmiş olup; genetik benzerlik katsayıları 0.75-1.00 değerleri arasında bulunmuştur. En yakın genetik benzerlik 3-4-5 ve 42 nolu genotipler; 37 ve 38 nolu genotipler; 32 ve 31 nolu genotipler; 25 ve 26 nolu genotipler; 7-9-16-18-22 ve 33 nolu genotipler; 40 ve 11 nolu genotipler; 29 ve 30 nolu genotipler; 13-14 nolu genotipler ile 6-10-12-15-17-19-20-21-23-24-28-34-43-44 ve 45 nolu genotipler arasında belirlenmiştir. En uzak benzerlik ise 2 nolu genotip ile 25 ve 26 nolu genotipler arasında belirlenmiştir. Bu çalışma için belirlenen hatların genotip numaraları ve koordinatları aşağıdaki çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Materyal olarak kullanılan Düğmeli Yonca (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.) bitkisinin hat numaraları ve koordinatları

Hatlar	Genotip No	Toplandığı Yerler	Yükseklik (m)	Koordinatlar
A	14	Kasaba/KAŞ	209	36S 0747799 UTM 4023347
B	17	Elmalı-Finike yolu	1025	36S 0761324 UTM 4060627
D	26	Gündoğmuş	1002	36S 0406799 UTM 4075668
E	27	Ormana İbradı arası	1057	36S 0371691 UTM 4106951

Deneme tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak laboratuvar ortamında yürütülmüştür. Deneme planında ana parselleri hatlar, alt parselleri uygulamalar oluşturmuştur. Bitkiler üzerinde çimlenme oranı (%), çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi (gün), kök uzunluğu (mm), sürgün uzunluğu (mm), kök yaş ağırlığı (mg/bitki), sürgün yaş ağırlığı (mg/bitki) özellikleri incelenmiştir. Çalışmada bulunan verilerin istatistikî analizleri SAS-JMP 11.0 programında yapılmış olup, Tukey çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

Bu çalışma 2017-2018 yıllarında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Doksan milimetre (90mm) çapındaki cam petri kapları ticari çamaşır suyu ile yıkayıp, kurumaya bırakılmıştır. Ardından tek katlı filtre kâğıdı yerleştirilmiştir. Her petri kabına on adet tohum yerleştirilmiştir. Yapılan ön çimlendirme çalışmalarına göre, her petri kabındaki on adet tohuma dört milimetre suyun yeterli olduğu belirlenmiştir. Çalışmada tohum sterilizasyonu yapılmamıştır. Uygulama yapılan tohumlar, cam petri kabı içerisine yerleştirilen filtre kâğıtları üzerine yaklaşık olarak eşit aralıklarla dizilmiştir ve dörder milimetre doğal kaynak suyu verilmiştir. Kapların etrafı kapatılmadan açık bırakılmıştır. Ortam nemi %68-70 arasında değişen ve 24 saat ışık etmeni bulunan iklimlendirme dolabında $20\pm 7^{\circ}\text{C}$ tohumlar yedi gün çimlenmeye bırakılmıştır. "Uluslararası Tohum Test Birliği" kurallarına göre iki milimetre kökçük uzunluğuna sahip olan tohum, çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (ISTA 1993). Uygulamalar aşağıdaki yöntemlere göre yapılmıştır.

Kontrol: Hiçbir muamelenin uygulanmadığı tohumlar yaklaşık olarak eşit aralıklarla kaplara yerleştirilmiştir.

Zımparalama yöntemi (1, 2 ve 3 dakika): Zımpara kâğıtlarının boyutları A2 boyutunda kesilerek tohumlar iki kâğıdın arasında kalacak şekilde

yerleştirilmiştir. Plastik büyük bir kap içerisinde kâğıdın biri alta yerleştirilmiş diğeri de el ile üstten hafif baskı uygulanarak zımparalanmıştır. Her bir dakikada, özelliğini kaybetmesinden dolayı zımpara kâğıtları yenilenmiştir. Bir dakika zımparalanan tohumlar sayılarak ayrılmıştır. Kalan tohumlara zımparalama işlemine devam edilerek iki dakika süresi dolan tohumlar ayrılmış ve üç dakikaya geçilmiştir.

Oda sıcaklığındaki (25°C) suda bekletme (6, 24 ve 48 saat): 25°C oda sıcaklığındaki su içerisinde 6, 24 ve 48 saat sürelerde tohumlar bekletildikten sonra petrilere ekimi yapılmıştır. Suyun sıcaklığı ayarlandıktan sonra ısı kaybının engellenmesi için etüvden yararlanılmıştır.

Sıcak suda (70°C) bekletme: (5, 15 ve 20 dakika): 70°C sıcaklıktaki doğal kaynak suyu içerisinde, 5, 15 ve 20 dakika sürelerle bekletildikten sonra petrilere ekimi yapılmıştır. Sıcaklığı koruyabilmek için etüv kullanılmıştır.

Dondurucu ve buzdolabında (ortalama sıcaklıklar) bekletme: (2 saat-5 gün ve 4 saat-10 gün): Uygulamalardan biri için tohumlar iki havlu kâğıt arasında önce 2 saat dondurucuda bekletilmiştir, daha sonra 5 gün buzdolabında tutulmuştur. Aynı şekilde diğer uygulamada tohumlar iki havlu kâğıt arasında önce 4 saat dondurucuda bekletilmiştir, daha sonra 10 gün buzdolabında tutulmuştur.

Kum+demir talaşı karışımı ile tahrip (1, 2 ve 3 dakika): İnce kum ve demir talaşı 100'er ml (çay bardağı ile) cam kavanoza (standart 750 ml) doldurulup içerisine tohumlar bırakılmıştır. Bir dakika boyunca sürekli olarak el ile çalkalanmıştır. Zaman süreölçer ile tutulmuştur. Bu sayede tohumların dış kabukları tahrip edilerek işlem bir dakikalık uygulama için tamamlanmıştır. Bir dakika sonra içerisinden belli miktar tohumlar sayılarak alınmıştır. Daha sonra çalkalama işlemine devam edilerek iki ve üç dakikalık uygulamalar için de aynı yapılmıştır.

Sülfirik asit (%70'lik) çözeltisinde bekletme ve durulama (30, 50 ve 70 dakika): Tohumlar %70'lik sülfirik asit çözeltisinde 30, 50 ve 70 dakika sürelerde bekletilmiştir. Daha sonra saf su ile bir kere durulanmıştır.

Zımparalama (1 dakika) + Sodyum hipoklorit (2 damla tween-80) sıvısında bekletme (4, 8 ve 10 dakika): Zımpara kâğıtlarının boyutları A2

boyutunda kesilerek tohumlar iki kâğıdın arasında kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Plastik büyük bir kap içerisinde kâğıdın biri alta yerleştirilmiş diğeri de el ile üstten hafif baskı uygulanarak bir dakika süre boyunca zımparalanmıştır. Zımparalanan tohumlar uygulamaya göre; 4, 8 ve 10 dakika süre boyunca, içerisinde 2 damla tween-80 olan sodyum hipoklorit sıvısı içinde bekletilmiştir. Uygulanan yöntemlerin kısaltmaları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Uygulanan yöntemlerin kısaltmaları

KNT	Kontrol
ZM-1	Zımparalama-1 dk
ZM-2	Zımparalama-2 dk
ZM-3	Zımparalama-3 dk
25C-6s	25°C'deki suda 6 saat bekletme
25C-24s	25°C'deki suda 24 saat bekletme
25C-48s	25°C'deki suda 48 saat bekletme
70C-5dk	70°C'deki suda 5 dk bekletme
70C-15dk	70°C'deki suda 15 dk bekletme
70C-20dk	70°C'deki suda 20 dk bekletme
2sDN-5gBD	2 saat dondurucu+5 gün buzdolabı
4sDN-10gBD	6 saat dondurucu+10 gün buzdolabı
KDtal-1dk	Kum+Demir talaşı karışımı 1 dk tahrip
KDtal-2dk	Kum+Demir talaşı karışımı 2 dk tahrip
KDtal-3dk	Kum+Demir talaşı karışımı 3 dk tahrip
70H₂SO₄-30dk	% 70'lik Sülfirik asit çözeltisi 30 dk+durulama
70H₂SO₄-50dk	% 70'lik Sülfirik asit çözeltisi 50 dk+durulama
70H₂SO₄-70dk	% 70'lik Sülfirik asit çözeltisi 70 dk+durulama
NaClO-4dk	Zımparalama + Sodyum Hipoklorit (2 damla tween-80 ile) 4 dk bekletilmesi
NaClO-8dk	Zımparalama + Sodyum Hipoklorit (2 damla tween-80 ile) 8 dk bekletilmesi
NaClO-10dk	Zımparalama + Sodyum Hipoklorit (2 damla tween-80 ile) 10 dk bekletilmesi

İncelenen özellikler ile ilgili yapılan gözlem ve analizler:

Çimlenme oranı (%): Çimlenen tohumların sayısı, çimlenmeye bırakılan toplam tohum sayısına oranlanmasıyla belirlenmiştir.

Ortalama çimlenme süresi (gün): ISTA kurallarına göre, petrielerde günlük olarak çimlenen tohumlar sayılmıştır. Aşağıdaki formüle göre çimlenme süreleri hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts 1981).

$$O\check{C}S = \sum D * n / \sum n$$

D: Testin başlangıcından itibaren sayılan günler

n: D gününde çimlenen tohum sayısı

Çimlenme indeksi (hızı): Her gün çimlenen tohumlar sayılarak aşağıdaki formülde yerine konulmuştur (Copeland ve McDonald 2001).

$$\check{C}I = \sum n / d$$

n: d gününde elde edilen normal fide sayısı

d: Testin başlangıcından itibaren sayılan günler

Kök ve sürgün uzunluğu (mm): Çimlendirme sonunda petrilerdeki tüm bitkilerin kök ve sürgün uzunluğu ölçümleri yapılmış ve ortalamaları hesaplanmıştır.

Kök ve sürgün yaş ağırlığı (mg): Petrielerde çimlenen tüm bitkilerin kökleri ve sürgünleri ayrılarak yaş ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra bu tartımların ortalamaları alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Mediklerin genel problemlerinden biri olan tohum dormansisine yönelik yapılan bu çalışmada, yirmi bir farklı uygulamanın düğmeli yonca (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.) hatlarına etkisi incelenmiştir. Yapılan istatistikî analizlere göre elde edilen sonuçlar ayrıntılı olarak ele alınmıştır

Kök uzunluğu (mm)

Denemede kullanılan düğmeli yonca hatları ve uygulamaya ait kök uzunluğu ile ilgili ortalamalar ve oluşan gruplar çizelge 4 ve 5'te verilmiştir. Ayrıca çizelge 3'te belirtildiği gibi, kök uzunluğunun (mm), uygulama ($P<0.01$) bakımından istatistiki anlamda çok önemli, hat ve

hat x uygulama interaksyonu ($P<0.05$) bakımından önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sırasıyla en yüksek ve en düşük değerler, uygulama; NaClO-10dk (36,80 mm)-70C-20dk (7,42mm), hat; E (31,26 mm)- D (21,66 mm), hat*uygulama interaksyonu; E, KDtal-2dk (51,34 mm)- E,70C-15dk (0) olarak bulunmuştur (Çizelge 4, 5).

Çizelge 3. Hat, uygulama, interaksiyonların, çimlenme özellikleri ile ilgili kareler ortalaması değerleri ve önem seviyeleri

VK	S.D	K.U.	K.Y.A.	S.U.	S.Y.A.	Ç.O.	Ç.S.	Ç.İ.
Hat	3	1035,11*	120,32 **	231,26*	243,70**	3891,47**	5,60*	68,90**
Hata₁	8	199,92	15,24	37,43	31,81	148,41	0,83	1,89
Uygulamalar	20	837,42**	61,14**	189,02**	222,74**	8320,85**	0,0430*	44,59**
Hat*Uygulama	60	176,10*	22,33**	55,70	46,15	562,64**	0,0121*	3,95**
Hata₂	160	122,22	13,70	43,20	38,96	253,41	1,08	1,61

(** $p<0.01$, * $p<0.05$); **S.D.**: serbestlik derecesi, **K.U.**: Kök uzunluğu (mm), **K.Y.A.**: Kök yaş ağırlığı (mg), **S.U.**: Sürgün uzunluğu (mm), **S.Y.A.**: Sürgün yaş ağırlığı (mg), **Ç.O.**: Çimlenme oranı (%), **Ç.S.**: Çimlenme süresi (gün), **Ç.İ.**: Çimlenme indeksi

Çalışmadan elde edilen kök uzunluğu değerleri değişik araştırmaların kök uzunluğu, uygulama yöntemi ve çimlenmeye etkisi bakımından, Nazari vd., (2015) (77,1 ile 42,9 mm)'nin sonuçlarından düşük, Avcı vd., (2013) (zımpara kağıdı yöntemi)'nin uygulama sonuçlarıyla benzer etkilere sahip olarak bulunmuştur.

Tohum taneleri demir talaşı ve kum karışımı içerisinde sürekli olarak birbirlerine çarpmasıyla bir miktar hasar görmüş ve tohum kabuğunda kırılma, çatlama, delinme veya yumuşama gibi tahribatların suyun daha rahat alımını sağladığı gözlemlenmiştir. Bu uygulamalar fiziksel ve/veya kimyasal olarak kabuğa etki etmektedir. Geçirimsiz olan kabuk tabakası bu sayede oksijen ve su girişini sağladığı gözlenmiştir. Çimlenme aşamasında olan bir tohum bol miktarda oksijene ihtiyaç duyar (Karakurt vd. (2014). İç ve dış basınç farklılığından dolayı içeri giren oksijen ve diğer gazlar sayesinde tohum daha hızlı bir şekilde çimlenir. Dolayısıyla tohum suya erişmek için bu kök uzunluğunu hızlandırır. Çizelge 4 ve 5 incelendiğinde, kontrole göre bazı uygulamalar ve hatlar, kök sürgünü vermede olumlu etki yaratmış bazıları ise tohum canlılığının kaybedilmesine sebep olarak ortalamaları düşürmüştür.

Kök yaş ağırlığı (mg)

Çalışmada (çizelge 3) kök yaş ağırlığının, hat, uygulama ve hat x uygulama interaksyonu ($P<0.01$)

bakımından istatistiki anlamda çok önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Denemede kullanılan düğmeli yonca hatları ve uygulamalara ait, kök yaş ağırlığı ile ilgili ortalamalar ve oluşan gruplar çizelge 4 ve 5'te verilmiştir. Sırasıyla en yüksek ve en düşük değerler, hat; B (8,45 mg)- A (5,62mg), uygulama; NaClO-10dk (10,41 mg)- 70C-20dk (2,20 mg), hat*uygulama interaksyonu; B,70H2SO4-30dk (15,55 mg)- B,70C-20dk (0) olarak bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen kök yaş ağırlığı değerleri, yakın tür ve çimlenme çalışmaları bakımından, Biçakçı vd., (2020) (*Medicago sativa* L.; 5,25 ile 8,75 mg)'nin sonuçlarından yüksek, Mustafa Yılmaz, (2019) (*Medicago sativa* L.; 48,27 ile 32,73 mg)'in sonuçlarından düşük, Can vd. (2009), Siles vd. (2017), Alane ve vd., (2016)'nin sonuçlarıyla çimlenme üzerine benzer bir olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Sülfürik asidin kuvvetli bir sıvı olmasından dolayı, tohum kabuğu gibi yüzeylerde tahribat, aşındırma, delme veya yumuşatma etkisi yaptığı gözlenmiştir. Asidin etkisinden embriyo zarar görmediği sürece, çimlenme sorunsuz bir şekilde gerçekleşmiştir. Bu zarar, asidin derişimine ve tohumun bekletilme süresine göre de değişmektedir. Asit uygulamasında, hatlar birbirlerinden farklı tepki vermiştir. Dolayısıyla hatların dormansi düzeylerinin de birbirinden farklı olduğu düşünülmektedir.

Sürgün uzunluğu (mm)

Sürgün uzunluğu (mm), uygulama ($P<0.01$) bakımından istatistiki anlamda çok önemli, hat ($P<0.05$) bakımından önemli olduğu, hat x uygulama interaksyonu bakımından önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 3). Sırasıyla en yüksek ve en düşük değerler, uygulama; 70H2SO4 (22,44 mm)-70C-20dk (7,65 mm), hat; A (17,30 mm)- B (12,89 mm), hat*uygulama interaksyonu; A,70C-5dk (28,09 mm)- E,70C-15dk (0) olarak bulunmuştur (Çizelge 4, 5). Denemeden elde edilen sürgün uzunluğu değerleri, *Medicago orbicularis*'e yakın türler üzerinde yapılan çeşitli çimlendirme çalışmalarına göre, Nazari vd. (2015) (*Medicago scutellata*; 75,6 ile 45,6 mm), Bıçakçı vd. (2020) (*Medicago sativa* L.; 31,3 ile 15,2 mm), Yılmaz ve Bayram, (2019), (*Medicago sativa* L.; 55,07 ile 39,92 mm)'nin sonuçlarından düşük bulunmuştur. Oda koşullarındaki suyun, tohum kabuğunu yumuşatma etkisi vardır ve sıcaklık arttığında bu etkinin hızlandığı gözlenmiştir. Ancak aşırı sığağa maruz kalan tohumların embriyoları zarar görmektedir. Bu durumdaki tohumların yeniden çimlenmesi mümkün değildir çünkü bu olayın geri dönüşü yoktur. Sıcak su veya sıvıda bekletmenin etki süresi de oldukça önemlidir. Bu çalışmada ele aldığımız veriler de bunu destekler niteliktedir. Özellikle uzun süre bekletilen tohumların çimlenme oranlarında yüksek oranlarda düşüş tespit edilmiştir. Tohum kabuğunu inceltme, delme veya yumuşatma esas alındığında hangi uygulama olursa olsun gene bunlarda da doz ve süreler oldukça önemlidir.

Sürgün yaş ağırlığı (mg)

Araştırmada kullanılan düğmeli yonca hatları ve uygulamaya ait sürgün yaş ağırlığı ile ilgili ortalamalar ve oluşan gruplar çizelge 4 ve 5'te verilmiştir. Ayrıca çizelge 3'te belirtildiği gibi, sürgün yaş ağırlığı (mg), hat, uygulama ($P<0.01$) bakımından istatistiki anlamda çok önemli, hat x uygulama interaksyonu bakımından önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Sırasıyla en yüksek ve en düşük değerler, hat; B (15,08 mg)- A (10,89 mg), uygulama; ZM-2 (19,48 mg)- 70C-20dk (4,64 mg), hat*uygulama interaksyonu; B,4sDN-10gBD (23,35 mg)- E,70C-15dk (0) olarak bulunmuştur (Çizelge 4, 5). Elde edilen bulgular çimlenmeye etkisi bakımından Alane vd., (2016), Can vd., (2009)'nin çalışmalarıyla benzer sonuçlar vermiştir. Zımparalamanın, embriyo örtüsü diye belirtilen tohum kabuğuna bir miktar hasar vermesi, suyun içeriye girmesine ve tohum kabuğu hızlıca yumuşatmasına neden olmaktadır.

Dolayısıyla, tohum içerisinde ortam yoğunluğu nedeniyle, suyun içeri girme hızı giderek artar ve şişme gerçekleşir. Buna istinaden sürgün ve kök yapıları hızlıca gelişmeye başlamaktadır.

Çimlenme oranı (%)

Denemede kullanılan düğmeli yonca hatları ve uygulamaya ait çimlenme oranı ile ilgili ortalamalar ve oluşan gruplar çizelge 4 ve 5'te verilmiştir. Sırasıyla en yüksek ve en düşük değerler, hat; A (%54,13)- D (%35,71), uygulama; ZM-2 (%85)- 70C-20dk (%5,83), hat*uygulama interaksyonu; B, ZM-2 (%100)- B,70C-20dk (0) olarak bulunmuştur. Ayrıca çizelge 3'te belirtildiği gibi, Çimlenme oranı (%), hat, uygulama ve hat x uygulama interaksyonu ($P<0.01$) bakımından istatistiki anlamda çok önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmadan elde edilen çimlenme oranları, diğer araştırmalara göre, Patanè ve Gresta, (2006) (%86,4-%0)'nın sonucuna yakın, Khaef vd. (2011) (%90,1-%10,9)'nin sonucuna benzer olarak bulunmuştur. Hatların bu kadar değişken sonuçlar göstermesi, farklı dormantlık seviyelerine sahip olmalarından dolayı, embriyo örtülerinin farklı yapılarda olduğunu düşündürmektedir. Genel olarak zımparalama uygulaması olumlu sonuç verse de farklı hatların zımparalama yöntemiyle aşınması mikro düzeyde değişiklik gösterebilir. Bu uygulamaların süreleri, türe ve hata özgün belirlenmesi daha doğru olur. Zira zımparalama uygulamasının süresini arttırmak tohum kabuğuna farklı oranlarda zarar vermektedir. Aynı şekilde belirlenen sürenin azaltılması gereken suyun alımını kısıtlayabilir.

Ortalama çimlenme süresi (gün)

Hat ve uygulamaya ait çimlenme süresi ile ilgili ortalamalar ve oluşan gruplar çizelge 4 ve 5'te verilmiştir. Sırasıyla en yüksek ve en düşük değerler, hat; B (2,09 gün)- E (1,46 gün), uygulama; 70H2SO4-30dk (2,28 gün)- 25C-48s (0,91 gün), hat*uygulama interaksyonu; B,ZM-2 (3,73 gün)- B,70C-20dk (0) olarak bulunmuştur (Çizelge 4, 5). Ortalama çimlenme süresi (gün), hat, uygulama ve hat x uygulama interaksyonu ($P<0.05$) bakımından önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 3). Elde edilen çimlenme oranları, diğer çalışmaların çimlenme oranları bakımından, Patanè ve Gresta (2006) (1-3,5 gün)'nin sonucundan yüksek Khaef vd. (2011) (5-10 gün)'nin sonucundan düşük tespit edilmiştir. Hatların uygulamalar üzerindeki etkisini gösteren grafik incelendiğinde, 70°C suda, çoğunlukla 15dk ve 20dk sürelerde bekletme yöntemlerin, tohumları daha kısa sürelerde çimlendirdiği görülmektedir. Örneğin; A x

70C-20dk / 0,67 gün. Buna benzer süreler incelendiği zaman hiçbir uygulamanın bu kadar kısa sürede çimlenmeye katkı sağlamadığı, ele aldığımız veriler incelenerek tespit edilmiştir. Buna neden olan olgu aslında, tohumların sıfır çimlenme gösterdiği değerlerde, istatistiki hesaplamalarda ortalamayı düşürerek, kısa sürede çimlenmiş gibi yansıtılmasıdır. Ancak diğer özelliklere aynı analizlerin yapılmasından dolayı burada da aynıısının yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak bu durumun göz önüne alınması uygun görülmüştür. Yalnızca çimlenme görülen petripler göz önüne alındığı zaman şu şekilde yorumlanabilir; uygulamaların çimlenme süreleri, ortalama (kontrol) 2,26 gün olarak bulunmuştur. Bunların içinde sülfürik asit (30dk) uygulaması bu süreyi daha da uzatmış olup bu değer ise, 2,28 gün olarak hesaplanmıştır. Ayrıca sülfürik asidin 50dk ve 70dk sürelerde olan uygulamalarında, çimlenme süresinde azalmalar gözlenmiş ve sırasıyla 1,97 ve 2,19 gün olarak belirlenmiştir. Zımparalama uygulamaları gene bu sürenin kısalmasına oldukça fayda sağlamıştır. Özellikle 3dk ve 2dk dakika zımparalama ve zımparalama (1dk) + sodyum hipokloritte bekletme (8, 10dk) yöntemleri, tohumların çimlenme süresini kısaltmıştır.

Çimlenme indeksi (Hızı)

Araştırma hat ve uygulamaya ait çimlenme indeksi ile ilgili ortalamalar ve oluşan gruplar çizelge 4 ve 5'te verilmiştir. Sırasıyla en yüksek ve en düşük değerler, hat; A (4,40)- B (1,96), uygulama; NaClO-4dk (6,81)-70C-20dk (0,38), hat*uygulama interaksiyonu; E, ZM-2 (8,8)- B, 70C-20dk (0) olarak bulunmuştur (Çizelge 4, 5). Ayrıca çizelge 3'te belirtildiği gibi, çimlenme indeksi, hat, uygulama, hat x uygulama interaksiyonu ($P<0.01$) bakımından istatistiki anlamda önemli sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmadan elde edilen çimlenme indeksi, diğer çalışmaların çimlenme oranlarına etki bakımından, Alane vd. (2016), Can vd. (2009)'nin çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Tohum, solunum esnasında sürekli oksijene ihtiyaç duyar ve metabolik aktivite arttıkça, oksijen kullanımı da artar (Karakurt vd. (2014). Embriyonal örtü (perikarp, testa, perisperm ve endosperm)'den kaynaklı dormansi, çoğu zaman embriyo örtüsünün kaldırılmasıyla giderilmiştir. Embriyonal dormanside tohum kabuğu, hava değişimini, suyun girişini ve embriyo dışındaki besin kaynağının girişini büyük oranlarda kısıtladığında embriyonal gelişim mekanik olarak durur veya azalır (Yılmaz (2016). Bu çalışmada uygulama yapılmayan tohumların embriyo

örtüsünün kalın ve geçirimsiz bir tabakadan oluştuğu tespit edilmiştir. Bu örtünün suda eriyebilir özelliğinin az olması ve mekanik bir etkiye gereksinim duyduğu görülmüştür. Suyu geçiremeyen veya kısıtlayan sıkı-sert bir tabakadan oluşması çimlenme hızını yavaşlatmıştır. Fiziksel aşındırmaya ek olarak sodyum hipokloritin embriyo örtüsünde boşluklu yapılar meydana getirdiği veya bu örtüyü incelttiği, böylece yıpranan bu tabakanın suya geçirgen olduğu söylenebilir. Çimlenme indeksini en çok düşüren 70°C suda yirmi dakika bekletme (70C-20dk.) uygulaması olmuştur ve gene 70°C'de 15dk. ve 5dk. bekletme uygulamaları da olumsuz etki göstermiştir. Çoğu zaman laboratuvarında 70°C suda uzun süre bekleyen tohumların yumuşak bir doku haline geldiği ve dolayısıyla çimlenemediği gözlenmiştir. Az da olsa çimlenen tohumların da olması nedeniyle, yüksek sıcaklığın tohum kabuğunu ve embriyoyu yumuşattığı ancak embriyoya farklı oranlarda hasar bıraktığı gözlenmiştir. Bu durum, bekletme süresinin azaltılmasıyla düzeltilbilir.

Sonuç

Düğmeli yonca (*Medicago orbicularis* (L.) Bart.) tohumlarının sert kabukluluk özelliği, zamanla azalmaktadır. Ancak bu çalışmada ele alınan fiziksel ve kimyasal uygulamalar, tohumun dormansi evresinde çimlenebilmesini sağlamıştır. Ayrıca denemede, hatların birbirlerinden farklı renklere (sarı-kahverengimsi rengin koyu ve açık tonları) ve boyutlara sahip olduğu gözlenmiştir. Hatların gözle görülür fiziksel farklılıkları, uygulamalara farklı tepki göstermelerinin nedeni olabilir. Çünkü bu durum, tohumların farklı dormantlık seviyelerinden kaynaklı olabilir. Uygulamaların türü ve süresi, bu değişken yapıllı tohum kabuklarında, ancak optimum oranda hasar bırakırsa, tohum çimlendikten sonra gelişimine devam edebilir. Bu da hatlar ve uygulamalar açısından çok değişken olmuştur. Bundan dolayı çalışılan tür, çeşit veya hattın dormansi durumu iyi bilinmelidir.

Elde edilen verilerin genel olarak değerlendirilmesi sonucunda tohum kabuğunu fiziksel veya kimyasal yollarla aşındırmak, çimlenmeyi kolaylaştırıcı bir etki sağlamıştır. Bunun temel nedeni, tohum kabuğunun suya geçirgen hale gelmesidir. Özellikle zımparalama ve sodyum hipoklorit uygulamaları çimlenmenin gerçekleşmesini sağlamış ve çimlenme hızı, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı ve çimlenme oranını arttırmıştır.

Çizelge 4. Uygulamaların çimlenme değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Kök uzunluğu (mm)			Kök yaş ağırlığı (mg)			Sürgün uzunluğu (mm)		
Uygulama		Ort.	Uygulama		Ort.	Uygulama		Ort.
NaClO-	a	36,80	NaClO-10dk	a	10,41	70H2SO4-	a	22,44
NaClO-4dk	a	36,65	KDtal-2dk	a	10,28	NaClO-4dk	a b	20,52
KDtal-2dk	a b	33,47	70H2SO4-	a b	9,22	ZM-1	a b c	20,07
NaClO-8dk	a b	32,11	ZM-1	a b	9,17	70C-5dk	a b c d	19,59
ZM-1	a b	32,00	ZM-2	a b	9,05	NaClO-10dk	a b c d	19,22
ZM-2	a b	31,78	NaClO-4dk	a b	8,94	ZM-3	a b c d e	16,08
ZM-3	a b	31,78	4sDN-10gBD	a b	8,83	4sDN-	a b c d e	15,99
KDtal-1dk	a b c	30,29	NaClO-8dk	a b	8,74	ZM-2	a b c d e	15,77
70H2SO4-	a b c	29,78	KDtal-1dk	a b c	8,51	70H2SO4-	a b c d e	15,73
4sDN-	a b c	29,78	ZM-3	a b c	7,81	NaClO-8dk	a b c d e	15,24
70H2SO4-	a b c	28,48	70H2SO4-	a b c	7,76	70H2SO4-	a b c d e	15,15
70H2SO4-	a b c	28,17	70H2SO4-	a b c	7,70	2sDN-5gBD	a b c d e	14,09
KDtal-3dk	a b c d	22,72	KDtal-3dk	a b c d	7,15	KNT	a b c d e	13,74
KNT	a b c d	21,03	70C-5dk	a b c d	6,09	KDtal-3dk	b c d e	12,66
25C-48s	a b c d	20,69	KNT	a b c d	5,99	KDtal-2dk	b c d e	12,38
2sDN-	a b c d	20,44	25C-6s	a b c d	5,89	25C-6s	b c d e	12,20
70C-5dk	b c d	20,16	2sDN-5gBD	a b c d	5,56	25C-24s	b c d e	11,51
25C-6s	b c d	20,10	25C-48s	a b c d	4,98	70C-15dk	c d e	10,59
25C-24s	c d	14,41	25C-24s	b c d	4,75	KDtal-1dk	d e	10,23
70C-15dk	d	9,50	70C-15dk	c d	3,08	25C-48s	e	9,42
70C-20dk	d	7,42	70C-20dk	d	2,20	70C-20dk	e	7,65
Sürgün yaş ağırlığı (mg)			Çimlenme oranı (%)			Ortalama çimlenme süresi (gün)		
Uygulama		Ort.	Uygulama		Ort.	Uygulama		Ort.
ZM-2	a	19,48	ZM-2	a	85,00	70H2SO4-	a	2,28
ZM-1	a	19,38	NaClO-4dk	a b	83,33	KNT	a	2,26
NaClO-4dk	a b	18,80	ZM-3	a b	80,83	70H2SO4-	a	2,19
ZM-3	a b	18,76	NaClO-	a b c	76,67	70H2SO4-	a	1,97
NaClO-	a b	18,36	NaClO-8dk	a b c	73,33	ZM-3	a	1,88
NaClO-8dk	a b	18,30	ZM-1	a b c	72,50	ZM-2	a	1,86
4sDN-	a b c	16,99	70H2SO4-	b c d	60,83	NaClO-8dk	a	1,84
70H2SO4-	a b c d	15,20	70H2SO4-	c d	56,67	ZM-1	a	1,79
70C-5dk	a b c d	15,02	70H2SO4-	d e	39,17	KDtal-3dk	a	1,75
70H2SO4-	a b c d	14,94	25C-6s	d e	37,50	NaClO-10dk	a	1,74
70H2SO4-	a b c d	14,29	4sDN-	e f	30,00	2sDN-5gBD	a	1,74
2sDN-	a b c d e	13,45	25C-24s	e f g	28,33	70C-5dk	a	1,73
KDtal-2dk	a b c d e	12,92	KNT	e f g	26,67	NaClO-4dk	a	1,69
KDtal-1dk	a b c d e	11,87	70C-5dk	e f g	25,83	4sDN-10gBD	a	1,58
25C-6s	a b c d e	11,60	2sDN-5gBD	e f g	25,00	70C-15dk	a	1,49
25C-24s	a b c d e	10,55	25C-48s	e f g	23,33	KDtal-2dk	a	1,37
KDtal-3dk	b c d e	9,73	KDtal-2dk	e f g	23,33	70C-20dk	a	1,28
KNT	b c d e	9,65	KDtal-1dk	e f g	21,67	KDtal-1dk	a	1,20
25C-48s	c d e	9,03	KDtal-3dk	e f g	20,83	25C-24s	a	1,17
70C-15dk	d e	7,34	70C-15dk	f g	8,33	25C-6s	a	0,98
70C-20dk	e	4,64	70C-20dk	g	5,83	25C-48s	a	0,91
Çimlenme indeksi								
Uygulama		Ort.						
NaClO-4dk	a	6,81						
ZM-2	a	6,59						
ZM-3	a b	6,09						
ZM-1	a b c	5,37						
NaClO-	a b c d	5,08						
NaClO-8dk	b c d	4,43						
70H2SO4-	c d e	3,49						
70H2SO4-	d e	3,47						
25C-6s	d e f	3,25						
70H2SO4-	e f	2,54						
4sDN-	e f g	2,31						
25C-24s	e f g h	2,25						
25C-48s	e f g h	2,22						
2sDN-	e f g h	1,97						
KDtal-2dk	e f g h	1,91						
70C-5dk	e f g h	1,78						
KDtal-1dk	e f g h	1,76						
KDtal-3dk	f g h	1,55						
KNT	f g h	1,39						
70C-15dk	g h	0,47						
70C-20dk	h	0,38						

Çizelge 5. Hatların çimlenme değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Kök uzunluğu (mm)			Çimlenme oranı (%)		
Hat		Ortalama	Hat		Ortalama
E	a	31,26	A	a	54,13
A	a b	25,05	E	b	42,38
B	a b	24,42	B	b	40,16
D	b	21,66	D	b	35,71
Kök yaş ağırlığı (mg)			Ortalama çimlenme süresi (gün)		
B	a	8,45	B	a	2,09
E	a	8,33	A	b	1,56
D	a b	6,57	D	b	1,49
A	b	5,62	E	b	1,46
Sürgün uzunluğu (mm)			Çimlenme indeksi		
A	a	17,30	A	a	4,40
E	a b	15,12	E	b	3,40
D	b	13,79	D	b c	2,64
B	b	12,89	B	c	1,96
Sürgün yaş ağırlığı (mg)					
B	a	15,08			
D	a	14,71			
E	a	14,61			
A	b	10,89			

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

Tüm yazarlar bu araştırmanın her aşamasında katkıda bulunmuştur.

Kaynaklar

- Alane, F., Chabaca, R., Ouafi, L., Abdelguerfi laouar, M., & Abdelguerfi, A. (2016). Break Dormancy, Germination Capacity of Medics After Different Techniques of Scarification (Physical, Chemical and Mechanical). *African Journal of Agricultural Research*, 11(5), 340-351. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10303>
- Avcı, S., Kaya, M. D., İleri, O., & Özaşık, İ. (2013). Effect of dormancy breaking treatments and salinity on germination of *Melilotus alba* and *M. officinalis*, (June 2016).
- Biçakçı, T., Aksu, E., & Arslan, M. (2020). Determination of germination characteristics of covered alfalfa (*Medicago sativa* L.) seeds in drought stress conditions. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 17(2), 124-136. <https://doi.org/10.33462/jotaf.520836>
- Can, E., Çelikleş, N., Hatipoğlu, R., & Avcı, S. (2009). Breaking seed dormancy of some annual *Medicago* and *Trifolium* species by different treatments. *Turkish Journal of Field Crops*, 14(2), 72-78.
- Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 2001. Principles of seed science and technology. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA, pp. 467.
- Ellis, R.H. and Roberts, E.H., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. & Technol.*, 9, 373-409.
- Erdurmuş, C. (2018). Antalya doğal florasından toplanan düğmeli yoncanın moleküler karakterizasyonu. *Derim*. <https://doi.org/10.16882/derim.2018.406434>
- ISTA. 1993. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association. *Seed Sci. Technol.*, 21, p. 289, Zürich, Switzerland.
- Karakurt, H., Aslatas, R., & Eşitken, A. (2014). Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar.
- Khaef, N., Sadeghi, H., & Taghvaei, M. (2011). Effects of New Strategies for Breaking Dormancy of Two Annual Medics (*Medicago scutellata* and *Medicago polymorpha*). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*, 11(5), 626-632.
- Lermi, A. G., & Palta, Ş. (2015). Bartın ekolojisindeki *Medicago polymorpha* L.'nin bazı bitkisel özellikleri üzerine araştırma, 2(2), 141-149.

- Nazari, M., Sharififar, A., & Asghari, H. R. (2015). *Medicago Scutellata* Seed Dormancy Breaking by Ultrasonic Waves. *Plant Breeding and Seed Science*, 69(1), 15–24. <https://doi.org/10.1515/plass-2015-0002>
- Öten, M., Çeçen, S., & Erdurmuş, C. (2016). Antalya doğal florasında bulunan yonca (*Medicago* sp.) türlerinin toplanması ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-2), 195–195.
- Patanè, C., & Gresta, F. (2006). Germination of *Astragalus hamosus* and *Medicago orbicularis* as affected by seed-coat dormancy breaking techniques. *Journal of Arid Environments*, 67(1), 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.02.001>
- Siles, G., García-Zafra, Á., Torres, J. A., García-Fuentes, A., & Ruíz-Valenzuela, L. (2017). Germination success under different treatments and pod sowing depths in six legume species present in olive groves. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15(2).
- Tekeli, A. S., & Ateş, E. (2006). İran üçgülünde sert tohumluluk özelliğinin zamana bağlı olarak değişimi, 3(2), 179–186.
- Yılmaz, M. (2016). Doğu kayını (*Fagus orientalis* lipsky.) tohumlarında dormansinin nedenleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(1), 2008
- Yılmaz, M., Bayram, G., 2019 Determination of Germination Properties of Some Alfalfa Cultivars in Different Bazı Yonca Çeşitlerinin Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology* 7, 169–176.