

Kaplı ve Kapsız Marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. *Cervantes*)

Tohumlarında Etkili Mutasyon Dozunun Belirlenmesi

Şule SARIÇAM¹, K. Yaprak KANTOĞLU², Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU³

¹ Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye

² Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Mer., Tarım Bölümü, Ankara, Türkiye

³ Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye

Özet

Tarımsal üretimde en önemli unsurlardan biri tohum ekimi ve tohumların uygun koşullarda Hafif, küçük ve şekilsiz tohumların ekimi oldukça güçtür. Tohum kaplama teknolojileri sayesinde makineli ekime uygun tohumlar elde edilir. Marul (*Lactuca sativa* L.) tohumları çok küçük olup 1000 tane ağırlığı yaklaşık 0.9 g'dır. Bu yüzden ticari marul tohumları kaplanmış olarak satılmaktadır. Yürütülen ıslah çalışmalarında nitelikli çeşitler, gen havuzlarının oluşturulmasında önem taşımaktadır. Marul ıslahında mutasyon önemli yer tutmaktadır. Mutasyon ıslahı, etkili mutagen dozu ile zengin bir fenotipik varyasyon yaratmak ve seleksiyon ile birkaç önemli özelliğin değiştirildiği daha iyi özelliklere sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmakta olan bir yöntemdir. Ancak bu tarz bir ıslah yönteminde ışınlama uygulaması yapılacak olan tohumun nem içeriği ve canlılığı ışınlamanın başarısında oldukça önemlidir. Günümüze kadar yürütülen çalışmalarda, kaplanmış tohumlu türlerde ışınlamanın etkileri üzerine bir çalışma yürütülmediğinden, kaplanmış tohumun ışınlaması ile ilgili bir bilgi mevcut değildir.

Bu çalışmada, kaplanmış tohumların ıslah materyali olarak mutasyon ıslahı çalışmaları için uygun olup olmadığını belirlemek amacı ile Cervantes marul çeşidine ait kaplı ve kapsız tohumlar kullanılmıştır. Tohumlar, Co⁶⁰ kaynağı ile sekiz farklı dozda, 0-600 Gy arasındaki dozlarda (30 tohum/doz) ışınlanmıştır. Işınlamadan 30 gün sonra "Etkili Mutasyon Dozu" (EMD₅₀) lineer regresyon analiziyle hesaplanmıştır. Buna göre 254,45 Gy'lik doz kaplı tohumlar, 254,49 Gy'lik doz kapsız tohumlar için etkili mutasyon dozu olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaplanmış-kaplanmamış tohum, mutasyon ıslahı, Co⁶⁰, gama ışını, EMD₅₀, *Lactuca sativa*

Determination of Effective Mutation Dose for Coated and Uncoated Lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. Cervantes) Seeds

Abstract

Sowing of light, small and irregular seeds is very difficult. Seed coating technologies helps to obtain a seed suitable to machine sowing. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds are very small, 1000 of the seeds weigh 10.9 g in total. For this reason, commercial lettuce seeds are sold in coated forms. In the breeding studies, the eligible varieties have an important role in creation of the gene pools. In lettuce breeding, mutation breeding takes a significant role which is a method used for the purpose of developing new varieties and better qualities by changing some important traits via selection and developing a rich phenotypic variation using effective mutagen dose. However, for a breeding method such as mutation, the moisture content and viability of the seed is important on the success of irradiation effect. Irradiation effect on the coated seeds has not been studied until today. Therefore, no information is available conducted to the irradiation of coated seeds.

In this study, coated and uncoated seeds of Cervantes cultivar were used to determine whether coated seeds were suitable for mutation breeding trials. Those of seeds were exposed to gamma rays at eight different doses ranging between 0-600 Gy absorbed doses (30 seeds/dose) by ^{60}Co sources. 30 days after irradiation, the "Effective Mutation Dose" (EMD₅₀) was determined by linear regression analysis. According to results 254,45 and 254,49 Gy absorbed doses were found to be effective mutation dose for coated seeds and uncoated seeds, respectively.

Keywords: Coated - uncoated seed, mutation breeding, ^{60}Co , gamma ray, EMD₅₀, *Lactuca sativa*

1. Giriş

Salata ve marulun Orijini Asya ve Avrupa'dır. Türkiye, Kafkaslar ile Ortadoğu bölgesi, salataların ilk çıkış bölgeleri olarak tanınmakta ve Mısır, Yunan ve Roma medeniyetleri döneminden beri bilinmektedir. Marul tek yıllık serin iklim sebzesidir. Yetiştirme süresi 2-3 ay gibi kısa süreli olan salata ve marul tiplerinde açıkta ve örtü altında değişik mevsimlere uygun olarak ıslah edilmiş olan çeşitlerle yılın 12 ayı üretim yapmak mümkün olmuştur (Günay 1993). Severe tüketilmesinin yanında, besleyici değer yönünden zengin olmasının da önemli rolü bulunmaktadır. Çok yaygın olmamakla birlikte yapraklarından nikotinsiz sigara ve yabani türlerin tohumları da yenilebilir yağ yapımında da kullanılmaktadır (Mou, 2008).

Yaprağı yenilen sebzeler grubu içinde çiğ olarak tüketilen kültürlerin başında marul (*Lactuca sativa* L. *romana* Gars.) ve salatalar (*Lactuca sativa* L.) gelmektedir. Baş bağlamayan çok kıvrıkcık yapraklı (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) salata ile son zamanlarda ülkemizde yetiştiriciliği hızla gelişen ve lahana gibi baş yapan, baş salatalar (*Lactuca sativa* var. *capitata*) esas salata gurubunu oluşturmaktadır.

Çin dünya üretiminin yaklaşık olarak yarısına yakın bir kısmını karşılayarak en büyük marul üreticisi ülkedir. Türkiye 2017 yılı üretim miktarları, marul (göbekli) için 223.449 ton, marul (kıvrıkcık) için 185.070 ton, marul (aysberg) için 81.904 ton 'dur (Anonim, 2018a). Buna karşılık Türkiye marul tohumu 2015 yılı üretim miktarı 12.965 ton gibi oldukça düşük bir miktardadır. Bu veri doğrultusunda salata grubu sebze tohumluğu açısından yurt dışına bağımlı olduğumuz ve her yıl döviz kaybına uğradığımız önemli bir gerçektir. 2012 ve 2013 yılı için marul tohumluğu ithaline ödenen değer her bir yıl için yaklaşık 3 milyon dolar, ihracatından kazancımız ise 12 bin dolardır (Anonim, 2018b). Bu nedenle yerli çeşit geliştirmeğe yönelik çalışmaların yürütülmesi büyük önem arz etmektedir.

Salata grubu türlerde yürütülen ıslah çalışmalarına kronolojik olarak göz attığımız zaman; çalışmalarda kalite ve verim faktörlerinin yanı sıra çiçeklenme döneminin geciktirilmesi (geç çiçeklenme), hastalıklara dayanıklılık, yaprak rengi ve baş tiplerinde çeşitlilik, erken hasat olumuna gelme ve entansif tarım alanlarında özellikle herbisitlere dayanıklı veya toleranslı tiplerin geliştirilmesinin hedeflendiği görülmektedir (Sarıçam et al., 2017). Bugün gerek klasik ıslahı çalışmaları (melezleme ve mutasyon), gerekse biyoteknolojik yöntemlerle (doku kültürü, transformasyon vb.) entegre ıslah tekniklerinden de yararlanılarak yeni çeşitler geliştirilmektedir. Genetik çeşitliliği artırmada, son yıllarda söz konusu olan genetik modifiye bitkilerin elde edilmesine yönelik çalışmaların arttığı görülmekle birlikte bu yönetime karşı alternatif, etkili ve daha ekonomik bir ıslah metodu olarak mutasyon ıslahı yönteminin salata grubu sebzelerde önem kazanarak kullanıldığı görülmektedir (Masuda, 2004, Mou 2011).

Mutasyon ıslahı tekniği, son 50 yıllık süreç içinde ağırlıklı olarak yürütülen çalışmalarda, özellikle kendine döllen bitkilerde tek genle yönetilen ve basit kalıtım gösteren karakterlerin geliştirilmesinde (Anonymus 1977, Masuda et al., 2004, Kantoğlu et al., 2014, Franco et al., 2015) önemli bir avantaj sağlamaktadır. Geçmişten günümüze kadar marul ve kıvrıkcıkta yürütülen ıslah çalışmaları ve geliştirilen çeşitler incelendiği zaman; doğal mutasyonlar sonucunda erken çiçeklenmenin geciktirilmesi (De Vries 1997), erkek kısırlık (Ryder 1996),

herbisitlere dayanım (Robinson et al., 1983) ve morfolojik yapısal farklılıkların (Smith et al., 1990) doğal mutasyonlar sonucunda elde edildiği buna karşılık bodurluk (Waycott et al., 1995), klorofil farklılıkları (Haque and Godward 1985), minyatür baş oluşumu (Waycott and Rayder 1994), mildiyöye dayanım (Kuang et al., 2004, Shen et al., 2002, Okubara et al., 1994) gibi özelliklere sahip çeşitlerin uyartım sonucu oluşan mutasyonlarla elde edildiği görülmektedir. Bütün bu veriler doğrultusunda bugüne kadar tüm kültüre alınan bitki türlerinde yürütülen mutasyon ıslahı çalışmaları sonucunda IAEA veri tabanına kayıtlı tescil edilen ve ticari anlamda üretimde kullanılan toplam 3278 adet mutant çeşit mevcut olup, salata grubu sebzelerde fiziksel ve kimyasal mutagen uygulamaları sonucunda Amerika, Rusya ve Japonya tarafından geliştirilen yedi mutant marul çeşidin mevcut olduğu görülmektedir (Mou, 2011).

Bitki yetiştirme ilk temel noktası tohumdur. İyi bir tohum olmadığı sürece, yetiştirme ve bakım koşulları ne kadar iyileştirilirse iyileştirilsin, verim ve kaliteyi istenen seviyeye yükseltmek pek mümkün olmaz. Bu nedenle, bir yandan yetiştirme tekniği geliştirilirken, asıl olarak çeşitlerin ıslah edilmesi, verimin artırılması, kalitenin yükseltilmesine gidilmekte ve ayrıca tohumun en iyi şekilde kullanımı için gayret sarf edilmektedir (Karakurt et al. 2010). Özellikle hibrit tohuma olan eğilim ve bu tip tohumların maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle, özellikle küçük çapa sahip tohumlarda makine ile ekim olanaklarının araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Küçük çaplı tohumların kaplanarak ekilmesi tarım sektöründe mekanizasyon olanaklarının daha üst seviyelere taşınmasını sağlamıştır (Hacıyusufoğlu et al. 2015). Tohum ekimi sırasında sıra üzeri ve sıra aralıklarının eşit olması, her tohumdan sağlıklı bitki ve kök gelişimi için gereklidir (Barut, 2002). Tohumun hasadından sonra ise, tohumun var olan kalitesinin devamlılığının sağlanması, iyileştirilmesi ile birlikte yaşlanmanın kontrolü yani tohumun değerinin korunmasına yönelik çalışmalar hasat sonrası uygulamalar olarak adlandırılabilir. Bu uygulamalar ise uygun koşullarda tohumun depolanması, ekim öncesi uygulamalar (priming), tohum işleme (seed conditioning) ve kaplama teknolojileri (pelet ve film kaplama) olarak gruplandırılabilir (Hacıyusufoğlu ve Güler, 2015).

Kaplama materyali tohumun şekil özelliğini iyileştirir, ağırlığını artırır ve homojen tohum boyut dağılımı sağlar. Kaplama formülasyonunda ise bağlayıcının oranı önemli olup, fazla olması çimlenmeyi geciktiren, az olması ise kaplamanın dağılmasına yol açan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapıştırıcı olarak çeşitli nişastalar, şeker, akasya sakızı, vinil polimerler, kil, selüloz ve su kullanılmaktadır. Kil, kum gibi toprak materyaller tohumun oksijen alımını sınırlamaktadır (Barut, 2006). Ayrıca kaplama malzemelerinin içerisinde

çimlenmeyi ve fide gelişimini teşvik ediciler de karıştırılarak daha hızlı çimlenme, çıkış ve fide gelişimi elde edilebilmektedir (Taylor et al. 1998; Zeļonka et al. 2005).

Marul çeşitleri tohumlar kaplı ve kapsız (çıplak) üretilerek satışı yapılmaktadır. Tarımda girdilerin azaltılması, verimin artırılması ve tarımsal üretimin makinalaşmasına olanak sağlayan tohum kaplamacılığının artırılması ve kaplı tohumların kullanılması ile; özellikle hassas ekim makinalarıyla ekimin olanaklı hale gelmesi, birçok fungusit ve insektisit uygulanmasının homojen olarak yapılması, dekara kullanılan tohum miktarından tasarruf edilmesi, tohumların çimlenme yeteneklerinin daha uzun süre muhafazasının söz konusu olması (Hacıyusufoğlu et al. 2015; Jacob et al. 2008) ve bazı bitki besin maddelerinin kaplamayla birlikte uygulanabilmesi sile daha sağlıklı fidelerin elde edilmesi sağlanmış olacaktır (Taylor et al. 1998).

Eskişehir koşullarında bazı şeker pancarı çeşitlerinin kaplı ve kapsız tohumlarının çimlenme, çıkış, verim ve polar şeker oranı bakımından performanslarının değerlendirilmesi amacıyla 2014 yılında tarla ve laboratuvar denemeleri olarak yürütülmüştür. Tarla denemelerinde incelenen özellikler arasında kaplı ve kapsız tohumlar arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Kulan ve Kaya, 2016). Kaplanmış arpa tohumlarına uygulanan humik + fulvik asit + azot uygulaması, çimlenme hızı ve çimlenme gücünü, klorofil içeriğini olumlu bir şekilde etkilemiştir (Hacıyusufoğlu ve Erkul, 2015).

Domates ve marul tohumlarında kaplanmış tohumlarda çimlenme oranı ve çimlenme hızı kaplanmamış tohumlardan farklı bulunmamış, domates bitkilerinin toplam yaprak alanı kaplanmış tohumlarda daha fazla olurken, yaş ve kuru ağırlık bakımından pek bir fark meydana getirmemiştir (Taylor et al. 2015). Grellier et al. (1999) belirttiği gibi kaplama kalınlığı oksijen ve su alımına doğrudan etki etmektedir. Peletlenmiş marul tohumlarıyla yapılan bir başka çalışmada kaplama formülasyonuna bağlı olarak çıkışlarda %24-44 düşme saptanmıştır (Chrimes ve Gray, 1982). Doğan ve et al. (2005), peletlenmiş susam tohumlarının tek tohum ekiminde serpmeye göre başarı kazandığını, daha yüksek çimlenme ve daha düzgün ekim sağlandığını ortaya koymuşlardır. Brokoli tohumlarıyla yapılan bir başka çalışmada ise aynı tohum boyutu sınıflandırması içerisinde yer alan peletlenmiş ve çıplak brokoli tohumlarının çimlenme kapasitelerinde istatistiksel bir farklılık olmadığı ortaya konmuştur (Costa ve Taranto, 2005).

Kaplanmış ve çıplak susam tohumlarının tarla koşullarında sıra üzeri tek tohum ekim düzgünlüğü araştırılmıştır. Denemede, beş tip kaplanmış ve bir çıplak olmak üzere altı farklı işlemlili susam tohumu kullanılmıştır. Susam tohumunun kaplanması, tohumun şekil özelliğini (küresellik oranını) iyileştirmiş ve sıra üzeri bitki dağılım düzgünlüğünü olumlu etkilemiştir (Barut, 2006). Kaplanmış ve kaplanmamış soğan-havuç tohumlarının 6 aydan 3 yıla kadar değişen süreler için muhafazası üzerine yapılan bir çalışmada 5 C’de %40 bağıl nemde 3 yıl süre ile saklanabileceği tespit edilmiştir (Roos, 1979).

Kaplanmış marul tohumlarında, kaplama materyalinin bileşim oranları çimlenme yüzdesini ve çimlenme oranını etkilemektedir (Nascimento et al. 2009; Silva et al. 2002).), tohum kaplamanın asıl amacının tohumların davranışlarını fizyolojik ve ekonomik açıdan iyileştirmek olduğunu unutmamak gerekir. Çıplak ve kaplanmış marul tohumları kullanarak, hidrofobik sistemde fenolik köpüğün, çimlenme, tohum canlılığı ve marul fidelerinin yetiştiriciliği üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, kaplanmış tohumlar, fenolik köpükte çıplak tohumlara göre daha yüksek çimlenme ve canlılık göstermiştir (Silva et al. 2015).

Arpa tohumlarının fosforla kaplanması, bitkilerin gelişmesinin başlangıcında çiçeklenmeyi engellemiş, ancak kaplamanın sürgünlerde yeşil plastid pigmentlerinin miktarı üzerinde olumlu bir etkisi vardı ve arpa tohumlarının verimliliğini % 3 ila% 91 oranında artırmıştır (Zelinka et al. 2005). Pamuk tohumlarının kaplanarak tarımının yapılmasının, pamuğun agronomik ve teknolojik özellikleri açısından önemli bir dezavantaj oluşturmadığını, bazı özelliklerini iyi yönde arttırabileceğini söylemek mümkündür (Doğan et al. 2006).

Yürütülen bir çalışmada, tohumlar peletleme yöntemi ile ortalama 2 mm çapında kaplanmış ve ISTA normları dikkate alınarak tohumların çimlenme parametrelerine bakılmıştır. Çimlenme oranı fındık turp tohumunda %95, çörek otu tohumunda %17 ve havuç tohumunda %75 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, denemede kullanılan tohum çeşitlerinin pnömatik ekim makinası ile ekime uygun olarak kaplanabildikleri ortaya konulmuştur (Hacıyusufoğlu et al. 2015). Farklı miktarlarda çinko, bor ve molibden ile kaplı buğday tohumlarında yaprak alanı, bitki boyu ve kuru kuru ağırlığı artmış ve bunun sonucunda daha yüksek bir tohum verimi elde edilmiştir (Tavares et al. 2013).

Islah alışmaları açısından kaplanmış tohum kullanımı ise özellikle elimizde az bulunan nitelik açısından kıymetli tohum materyalinden daha sağlıklı bitki elde edilmesi ve bu bitkilerin ıslah çalışmalarında kullanımına imkân vermesi önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Mutasyon ıslahı çalışmalarında pek çok türde yapılan fiziksel mutagen uygulamalarında günümüze kadar çıplak tohum kullanılmıştır. Küçük tohumlu türlerde kıymetli olan genetik materyalin kaybının önlenmesinde çalışmalarda kullanılacak olan kaplanmış tohumların fiziksel mutagen uygulaması sonrasında verecekleri reaksiyon bilinmez bir nokta olduğu için ışınlama sırasında kaplama materyali yapısında olabilecek radikal değişimlerinin ışınlamanın etkisi, çimlenme ve çıkış oranı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabileceği kanısını akla getirebilmektedir. Bu yargıların gerçekte var olup olmadığını ortaya koymak ve kaplanmış tohumların ıslah materyali olarak mutasyon ıslahı çalışmaları için ışınlanmasının uygun olup olmadığını belirlemek amacı ile yapılan bu çalışmada, Cervantes eşidi için uygulanan gama ışın dozlarının tohum çimlenmesi, bitki gelişimi üzerine olan etkileri belirlenerek "Etkili Mutasyon Dozu" (EMD50) saptanmıştır.

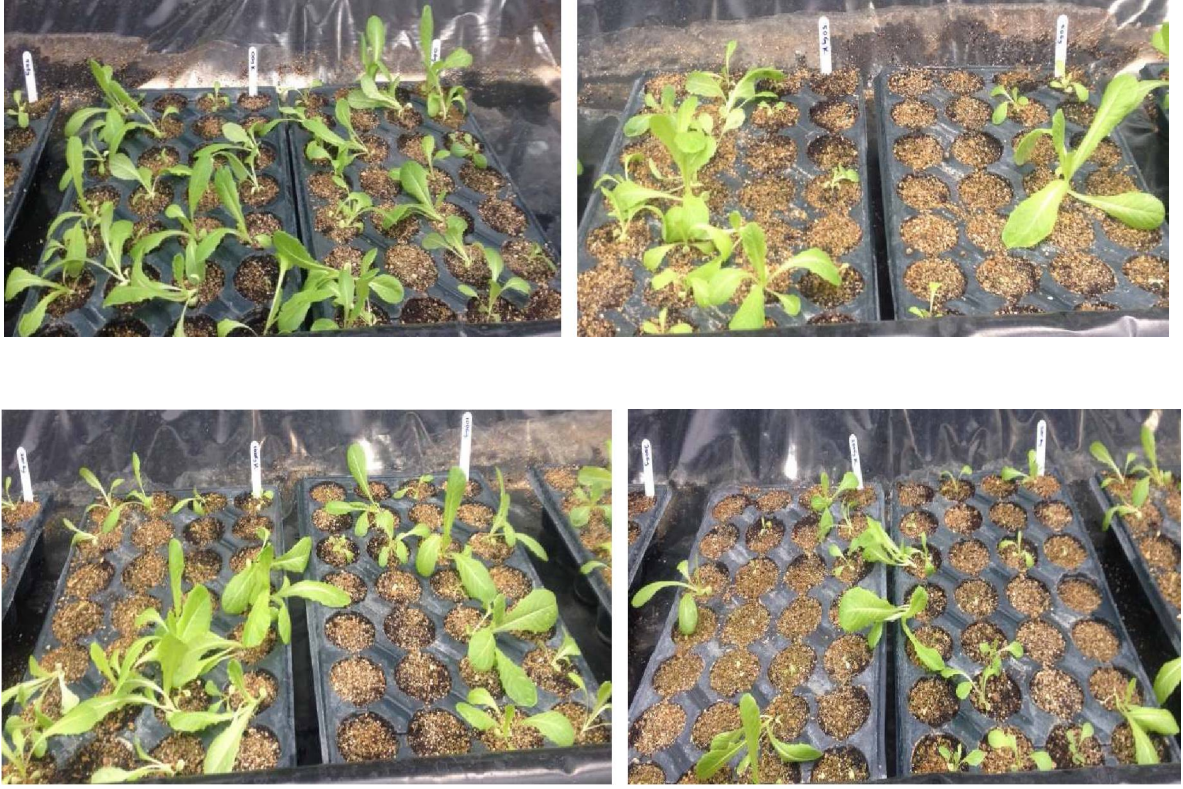
2. Materyal

Araştırmada Rijk Zwaan Firmasından temin edilen ve %. 4.30 nem oranına sahip Cervantes çeşidine ait kaplı ve kapsız tohumlar kullanılmıştır.

3. Yöntem

Denemede kullanılacak kaplı ve kapsız tohumlar Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Radyasyon ve Proton Hızlandırıcı Teknolojileri Daire Başkanlığı (TAEK-RHTD), rn ve Hizmetler şubesi Müdürlüğünde deneysel ışınlamada kullanılmakta olan İzotop met al.a, Ob-Servo Sanguis Co-60 Research Irradiator model (Doz hızı: 407 Gy/h) gama ışınlama cihazı ile ışınlanmıştır. ışınlama dozu olarak tohumla çoğaltılan bitkilerde uygulanan dozlar dikkate alınarak "Etkili Mutasyon Dozu" (EMD50) belirlenmek üzere 0, 50, 100, 200, 300, 400, 500 ve 600 Gy'lik 8 farklı doz uygulanmıştır. ışınlanan materyal, TAEK-RHTD AR-GE Projeleri şubesi Müdürlüğü serasında 1:1:1 oranında hazırlanan harç karışımı içeren viyollere 10 adet tohum/viyol olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak ekilmiştir.

Ekimden sonraki 35. günde (şekil 1) bitki gelişimi üzerine farklı gama ışın dozlarının yapmış oldukları etkiyi belirlemek üzere fide boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık ölçümler yapılmıştır. Kontrol bitkilerine ait fide boyunu %50 oranında azaltan doz olarak tanımlanan EMD50 dozunu belirlemek üzere elde edilen veriler, lineer regresyon analizine tabi tutulmuştur.



Şekil 1. Ekimden Sonraki 35. Günde Denemenin Görünümü

4. Bulgular ve Tartışma

Co60 gama ışın kaynağı ile kaplı ve kapsız tohumlar 8 farklı dozda ışılandıktan 35 gün sonra yapılan sayımlar sonucunda fide boyu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık gibi ölçümler yapılmıştır. Hem kaplı hem de kapsız tohumlarda artan ışın dozuna bağlı olarak fide boyunda azalma meydana geldiği görülmüştür. Yapılan ölçümler sırasında 400 Gy'lik dozdan itibaren tohumlarda sadece kök oluşumunun gerçekleştiği buna karşılık hipokotil gelişimi dışında herhangi bir sürgün gelişiminin sağlanmadığı 300 Gy ve üzerindeki dozlarda sürgün gelişiminin daha düşük bir oranda ortaya çıktığı ve ekimi takip eden 35 günlük süreç içinde çimlenen tohumlardan elde edilen sürgünlerin artan radyasyon dozuna bağlı olarak azaldığı görülmüştür (Çizelge 1).

İşinlamadan sonraki 35. günde yapılan ölçümler sonucunda Çizelge 1'den de izlenebildiği gibi artan ışın dozuna bağlı olarak, bitki boyunda önemli azalmaların gerçekleştiği saptanmıştır. Kontrol grubunda, kaplı tohumlarda fide boyu 9,6 cm, kapsız tohumlarda 9,11 cm olarak bulunmuştur. 300 Gy doz uygulamalarında kaplı tohumlarda fide boyu 1,97 cm kapsız tohumlarda ise 0,54 cm'dir (Şekil 3).

Çizelge 1. Farklı Dozlarda Işınlanan Tohumlardan Elde Edilen Bitkilerde Fide Boyu, Yaş Ağırlık, Kuru Ağırlık, % Çimlenme Değerleri (Kaplı Tohumlarda: Fide boyu = $8,922 + (-0,0162) \times \text{Doz}$, $R^2 = 1$, Kapsız Tohumlarda: Fide Boyu = $8,901 + (-0,0171) \times \text{Doz}$, $R^2 = 1$)

Işın Dozu (Gy)	Kaplı Tohum			Kapsız Tohum		
	Fide Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Fide Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)
0	9,6	13,12	0,91	9,11	12,17	0,91
50	7,74	9,41	0,65	10,27	1,77	0,12
100	7,09	7,67	0,95	6,94	14,98	0,98
200	7,81	2,53	0,78	5,38	6,66	0,43
300	1,97	1,26	0,11	0,54	0,21	0,05
400	1,03	0,24	0,06	0,85	0,29	0,05
500	0,60	0,12	0,02	0,75	0,24	0,04
600	0,79	0,33	0,04	0,66	0,16	0,02
<i>Fide Boyuna Göre Regresyon Değeri: 254,45 Gy</i>				<i>Fide Boyuna Göre Regresyon Değeri: 254,49 Gy</i>		

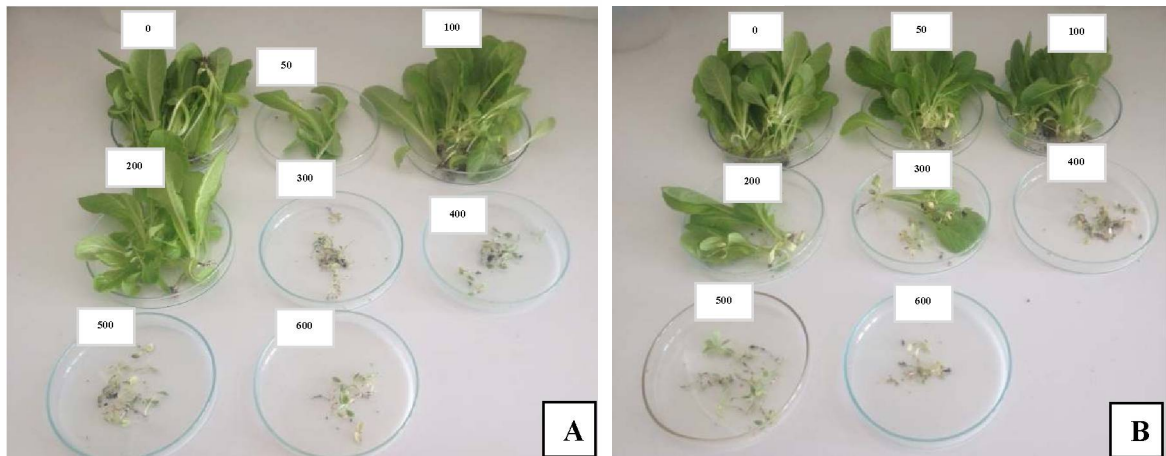
Yürütülen bir araştırmada ışınlanan marul tohumlarında, 150 ve 300 Gy dozları arasındaki uygulamaların kromozal bozulmalar meydana getirdiği ve bitkilerin yaşama özelliklerini korudukları 0-75 Gy aralığındaki doz uygulamalarının ise hiçbir önemli etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Franco et al., 2013 ve Franco et al. 2015). Bir başka çalışmada ise 100-1000 Gy arasında uygulanan ışınlama sonrasında çimlenmeye alınan tohumlarda artan dozlarda tohum canlılığı, çimlenmesi üzerine olumsuz etkilerin arttığı ve doz artışına paralel olarak meristematik kök hücrelerinde yapılan sitolojik gözlemlerde mitotik indeksin azaldığı saptanmıştır (Marcu et al., 2014). Çizelge 1’den de izlenebileceği gibi düşük doz uygulamasının (50 Gy) kapsız tohumlardan elde edilen fidelerde kontrole göre ortalama fide boyunun 10,27 cm olarak daha fazla olduğu görülmektedir. Bu etki düşük ışın dozunun yaratmış olduğu uyartım etkisinden kaynaklanmakta olup beklenen bir etki olarak karşımıza çıkmaktadır. (Marcu et al., 2013). Kaplı ve kapsız tohumların yaş ağırlığı artan dozlara bağlı olarak azalma göstermiştir. Kontrol grubuna bakıldığı zaman kaplı tohumlarda yaş ağırlık 13,12 gr, kapsız tohumlarda 12,17 gr, 50 Gy’lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 9,41 gr, kapsız tohumlarda 1,77 gr, 100 Gy’lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 7,67 gr, kapsız tohumlarda 14,98 gr, 200 Gy’lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 2,53 gr, kapsız tohumlarda 6,66 gr, 300 Gy’lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 1,26 gr, kapsız tohumlarda 0,21 gr, 400 Gy’lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 0,24 gr, kapsız tohumlarda 0,29 gr olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1; Şekil 4).

Aynı şekilde kaplı ve kapsız tohumların kuru ağırlık artan dozlara bağlı olarak azalma göstermiştir. Kontrol grubuna bakıldığı zaman kaplı tohumlarda kuru ağırlık 0,91gr, kapsız tohumlarda 0,91gr, 50 Gy'lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 0,65 gr, kapsız tohumlarda 0,12 gr, 100 Gy'lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 0,95 gr, kapsız tohumlarda 0,98 gr, 200 Gy'lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 0,78 gr, kapsız tohumlarda 0,43 gr, 300 Gy'lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 0,11 gr, kapsız tohumlarda 0,05 gr, 400 Gy'lik doz uygulamasında kaplı tohumlarda 0,06 gr, kapsız tohumlarda 0,05 gr olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Araştırma sonucunda uygulanan 8 farklı dozdan elde edilen verilerle yapılan regresyon analizleri sonucunda kaplı tohumlarda 254,45 Gy, kapsız tohumlarda 254,49 Gy'in etkili mutasyon dozu olduğu ve bu dozda ışınlanan tohumların %50'sinin yaşama yeteneğinde bitki oluşturabildiği belirlenmiştir.



Şekil 3. Farklı Dozlarda Işınlanan Kapsız (A) ve Kaplı (B) Marul Tohumlarından Elde Edilen Fidelerin 35. Günde Görünümü



Şekil 4. Farklı Dozlarda Işınlanan Kapsız (A) ve Kaplı (B) Marul Tohumlarından Elde Edilen Fidelerin 35. Günde Yaş Ağırlığı

Mutasyon ıslahı, etkili mutagen dozu ile zengin bir fenotipik varyasyon yaratmak ve seleksiyon ile birkaç önemli özelliğin değiştirildiği daha iyi özelliklere sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmakta olan bir yöntemdir (Franco et al., 2015). Ancak bu tarz bir ıslah yönteminde fiziksel mutagen uygulaması yapılacak olan tohumun nem içeriği ve canlılığı ışınlamanın başarısı adına önem arz etmektedir (Marcu et al., 2013). Günümüze kadar kaplanmış tohumlu türler için ışınlamanın etkilerinin ne olacağı ile ilgili bir çalışma yürütülmediği için kaplanmış tohumun ışınlaması ile ilgili bir bilgi mevcut değildir. Özellikle küçük tohumlu ve ekimi sorunlu olan ıslah materyalinin büyük alanlarda tarımının yapılabilmesi gerekmektedir. Tohumun bir örnek olarak toprağa yerleştirilmesi hem ürün kalitesi hem de verim açısından hem de genetik materyalin kaybının engellenmesi açısından önemlidir. Elde etmiş olduğumuz veriler, bundan sonra genetik varyasyon yaratmak amacıyla yürütülecek olan mutasyon ıslahı çalışmalarında kaplı ve kapsız tohumlarda etkili mutasyon dozunda bir farklılık oluşmadığı için, kaplı tohumların ışınlanarak çalışmalarda kullanılabileceğini göstermektedir.

Kaynaklar

- Anonymous, 1977. Manual on Mutation Breeding. International Atomic Energy Agency, Technical Report Series No:119, Vienna. 290p.
- Anonim 2018a. Türkiye İstatistik Kurumu, <https://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Urunler-Ve-Uretim>.
- Anonim 2018b. The Food and Agriculture Organization (FAO). <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Barut, Z.B., Özmerzi, A., 2002. The effect of hole shape of seed plate on seed holding in pneumatic precision metering unit. The International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, 15-17 October, Kuşadası, p: 344-350
- Barut, Z. B. 2006. Kaplanmış Susam (*Sesamum Indicum* L.) Tohumlarının Tarla Koşullarında Ekim Düzgünlüğü, Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi, 6-8 Eylül 2006, Çanakkale.
- Chrimes, J.R., Gray, D., 1982. Comparisons of the use of pre-germinated, dry and pelleted seeds for block-raising of glasshouse lettuce, *Scientia Horticulturae*, 17(1): 15-25.
- Costa, M.A., Taranto, O. P., 2005. The effect of initial size on the germination of pelleted broccoli seeds. *Transactions of the ASAE*, 48 (5): 1677-1680
- De Vries, I.M. 1997. Origin and Domestication of *Lactuca sativa* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 44: 165–174.
- Doğan, T., Aykas, E.; Tuvay, N. H.; Zeybek, A., 2005. A study on pelleting and planting sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds, *Asian Journal of Plant Sciences*, 4 (5) : 449-454.
- Doğan, T., Özkan, İ., Özgüven, F. ve Yurtseven E. 2006. Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Havlı Tohum Kaplama Uygulamalarının Verim ve Verim Komponentleri Üzerine

- Etkilerinin Belirlenmesi Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi, 6-8 Eylül 2006, Çanakkale.
- Franco, CH., Arthur, V., Da Silva, R.M.G., Franco, JG., Franco, SSH. 2013. Evaluation of germination, vegetative development and genotoxicity of lettuce from irradiated seeds. 2013 International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2013 Recife, PE, Brazil, November 24-29, 2013, Associação Brasileira de Eenergia Nuclear – Aben, ISBN: 978-85-99141-05-2.
- Franco, C.H., Dos Santosb, V.H.M, Silva, L.P., Arthurc, V., Silva, R.M.G. 2015. Mutagenic potential of lettuce grown from irradiated seeds. *Scientia Horticulturae* 182 (2015) 27–30.
- Günay A.1993.Özel Sebze Yetiştiriciliği, A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Haque, Z., Godward, M. B. E. 1985. Effects of seed irradiation on M1 achenes of *Lactuca* and *Cichorium*. *Environmental and Experimental Botany*, 25:1, 53–65.
- Hacıyusufoğlu, A. F., Akbaş, T ve Şimşek, E. 2015. Bazı küçük çaplı tohumlara peletle tohum kaplama yönteminin uygulanması. *Tarım makinaları bilimi dergisi*. 11 (3), 257-263.
- Hacıyusufoglu, A. F. and Guler, E. 2015. Innovative Developments in the Seed Coating Systems, *International Journal of Scientific and Technological Research*, www.iiste.org ISSN 2422-8702 (Online) Vol 1, No.9.
- Hacıyusufoglu, A. F. and Erkul, A. 2015. Plant Nutrient Element Pellet Seed Coating Application to Barley Seeds, *International Journal of Scientific and Technological Research* www.iiste.org ISSN 2422-8702 (Online) Vol 1, No.6.
- Jacob, S. R., Arunkumar, M. B. Gopal, M., Srivastavac, C. and Sinhad S. N. 2008. An analysis of the persistence and potency of film-coated seed protectant as influenced by various storage parameters, *Pest Manag Sci* 2009; 65: 817–822.
- Kantoğlu, K.Y., Tepe, A., Kunter, B., Fırat, A.F., Peşkirioğlu, H. 2014. Vegetable crops breeding by induced mutation and a practical case study of *Capsicum annuum* L. (41-56p), N.B. Tomlekova, M.I. Kozgar and M.R.Wani (eds.) *Mutagenesis: exploring genetic diversity in crops*. Holland, Wageningen Publisher.
- Karakurt, H., Aslantaş1, R., Eşitken, A. 2010. Tohum Çimlenmesi ve Bitki Büyümesi Üzerinde Etkili Olan Çevresel Faktörler ve Bazı Ön Uygulamalar, *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt 24, Sayı 2, 115-128.
- Kulan, E. G. ve Kaya, M. D. 2016Kaplı ve Kapsız Şeker Pancarı Tohumlarının Çimlenme, Çıkış ve Verim Bakımından İncelenmesi. *Araştırma Makalesi (Research Article)*.
- Kuang et al., 2004, Masuda, M., Agong, S., Tanaka, A., Shikazono, N. and Hase, Y. 2004. Mutation Spectrum of Tomato Seed Induced by Radiation With Helium Ion Beams and Coal. *Acta Hort.*, 637, 257-262.
- Marcu, D., Damian, G., Cosma, C., Cristea, V. 2013. Dose-dependent effects of gamma radiation on lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata) seedlings. *International Journal of Radiation Biology*, March 2013; 89(3): 219–223

- Marcu, D., Damian, G., Cosma, C., Cristea, V. 2014. Dose-dependent effects of gamma radiation on lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata) seedlings Environmental Engineering and Management Journal, Vol 13, No 1.
- Mou, B. 2008. Lettuce. Handbook of Plant Breeding. Vegetables I, Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae. Page: 85-126.
- Mou, B. 2011. Mutations in Lettuce Improvement. International Journal of Plant Genomics, 2011(3):723518.
- Nascimento, W. M., Silva, J. B. C., Santos, P. E. C. and Carmona, R. 2009. Germination of carrot seed primed and pelleted with several ingredients. Horticultura Brasileira 27(1):12-16.
- Okubara, P. A., Anderson, P. A., Ochoa, O. E., Micheltore, R. W. 1994. Mutants of downy mildew resistance in *Lactuca sativa* (lettuce). Genetics, 137: 3, 867–874.
- Robinson, R.W., McCreight, J.D., Ryder, E.J. 1983. The genes of lettuce and closely related species. Plant Breeding Reviews, vol. 1, 267–293.
- Roos, E. E. 1979. Germination of Pelleted And Taped Carrot and Onion Seed Following Storage, Journal of Seed Technology, Vol. 4, No. 1 (1979), pp. 65-78.
- Sarıçam, Ş., Kantoğlu, K.Y., Ellialtıoğlu, Ş. 2017. Determination of Effective Mutagen Dose for Lettuce (*Lactuca sativa* var. longifolia cv. Cervantes) Seeds. Eurasian Journal of Agricultural Research Volume 1, Issue 2, Pages 96 – 101.
- Shen, K. A., Chin, D. B., Arroyo-Garcia, R. 2002. Dm3 is one member of a large constitutively expressed family of nucleotide binding site-leucine-rich repeat encoding genes. Molecular Plant-Microbe Interactions, 15:3, 251– 261.
- Silva, J. B. C., Santos, P. E. C. and Nascimento, W. M. 2002. Performance of pelleted lettuce seeds in response to glue material and temperature during the drying of the pellets. Horticultura Brasileira 20(1):67-70.
- Silva, S. P., Viégas I. de J. M., Silva D. A. S., Gusmão S. A. L., Silva Junior M. L., Neto, C. F. O., Conceição, H. E. O., Silva, R. T. L., Mariano D. De C. and Okumura R. S. 2015. Performance of bare and pelleted lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds exposed to phenolic foam. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.13 (3&4):49-53.
- Smith, C. A. M., Thill, D. C. and Dial, M. J. 1990. “Identification of sulfonylurea herbicide-resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola* L.),” Weed Technology, vol. 4, pp. 163–168.
- Tavares, L. C., Rufino, C. de A., Brunes, A.P. Friedrich, F. F., Barros A.C. S.A. and Villela, F. A. 2013. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients, Journal of Seed Science, v.35, n.1, p.28-34.
- Taylor, A.G., Allen P.S., Bennett, M.A., Bradford, K.J. Burris, J.S., Misra, M.K. 1998. Seed enhancements. Seed Science Research, 8(2): 245-256

- Taylor, A. G., Marino, E. T., Catranis, C. M., Siri, B. and Sakhao, P. 2015. Development of seed agglomeration technology using lettuce and tomato as model vegetable crop seeds, *Scientia Horticulturae* 184 (2015) 85-92
- Waycott, W., Fort, S. B., and Ryder, E. J. 1995. Inheritance of dwarfing genes in *Lactuca sativa* L. *Journal of Heredity*, 86:1, 39-44.
- Zeļonka, L., Stramkale, V. and Vikmane I. M. Effect and after-effect of barley seed coating with phosphorus on germination, photosynthetic pigments and grain yield. *Acta Universitatis Latviensis*, 2005, Vol. 691, Biology, pp. 111-119.