

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
2018-YL-044

**CEVİZ (*Juglans regia* L. cv. CHANDLER) AŞI
GÖZLERİNİN RADYASYONA HASSASİYETİNİN
BELİRLENMESİ**

Sinem SANLI

**Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Zeynel DALKILIÇ**

AYDIN

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Fen Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Sinem SANLI tarafından hazırlanan “Ceviz (*Juglans regia* L. cv. Chandler) Aşı Gözlerinin Radyasyona Hassasiyetinin Belirlenmesi” başlıklı tez, 07.09.2018 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Doç. Dr. Zeynel DALKILIÇ	ADÜ	
Üye : Prof. Dr. Ümran ERTÜRK	UÜ	
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇELİK	ADÜ	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıyla/...../2018 tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Aydın ÜNAY
Enstitü Müdürü

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

07/09/2018

Sinem SANLI

ÖZET

CEVİZ (*Juglans regia* L. cv. CHANDLER) AŞI GÖZLERİNİN RADYASYONA HASSASİYETİNİN BELİRLENMESİ

Sinem SANLI

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Zeynel DALKILIÇ
2018, 37 sayfa

Bu çalışmanın amacı, ceviz aşı gözlerinin kobalt-60 ışınlamasına hassasiyetini belirlemektir. Chandler ceviz çeşidinin 1 yaşlı aşı kalemleri çöğür anaçlarına aşılanmıştır. Üç farklı dönemde, üzerinde yaklaşık 2-5 aşı gözü bulunan 20 cm uzunluğunda aşı kalemleri kobalt-60 ışınlamasına maruz bırakıldıktan sonra yongalı göz aşısı ile aşılanmıştır. Aşı kalemleri erken sürgün göz aşısı döneminde 27.04.2017'de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 Gy dozlarına, durgun göz aşısı döneminde 27.09.2017'de 0, 20, 25, 30, 35, 40 Gy dozlarına ve erken sürgün göz aşısı döneminde 26.04.2018'de 42 Gy dozuna tabi tutulmuşlardır. M_1V_1 (mutasyon 1, vejetasyon 1) bitkileri elde edilmiştir. M_1V_1 bitkilerinin nem içeriği, aşı tutma oranı, aşı sürgünü boyu ve klorofil yoğunluğu ölçülmüştür. Birinci ışınlamadaki erken sürgün göz aşılardan elde edilen bitkilerin sürgün uzunluklarından etkili mutasyon dozu (EMD) 42,1 Gy olarak hesaplanmıştır. İkinci ışınlamadaki durgun göz aşılarında EMD=20,9 Gy olarak belirlenmiştir. Üçüncü ışınlama döneminde sadece daha önce belirlenen 42,1 Gy dozu uygulanarak erken sürgün göz aşılması ile ana populasyon bitkileri oluşturulmuştur. Üç ışınlama denemesinden elde edilen yaşama oranları sırasıyla %21.6, %54.8 ve %32.0. Çalışmanın sonunda, toplam 480 aşılı Chandler fidanı elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Juglans regia*, Kobalt-60 Işınlaması, Erken ve Durgun Yongalı Göz Aşısı, Aşı Gözü, Mutasyon, EMD

ABSTRACT

DETERMINATION OF RADIOSENSITIVITY OF WALNUT (*Juglans regia* L. cv. CHANDLER) SCIONS

Sinem SANLI

Master's of Science Thesis, Horticulture
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zeynel DALKILIÇ
2018, 37 pages

The objective of this study was to determine the radiosensitivity of walnut budwoods to cobalt-60 gamma ray. One-year-old budwoods of Chandler walnut cultivar were chip-budded on seedling rootstocks. After bud sticks carrying 2-5 buds 20 cm in length were irradiated with cobalt-60 in three different times, chip budding was performed. The budwoods were irradiated with 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 Gy doses at early spring budding in Apr 27, 2017, that with 0, 20, 25, 30, 35, 40 Gy doses at dormant budding on Sep 27, 2017, and that with only 42 Gy dose at early spring budding in Apr 26, 2018. By this way, M₁V₁ (mutation 1, vegetation 1) plants were obtained. The bud take ratio, shoot length, and chlorophyll density of M₁V₁ plants were measured. Effective mutation dose (EMD) was calculated as 42.1 Gy from the survival ratio of the plants at early spring budding in the first irradiation. EMD was calculated as 20.9 Gy at dormant budding in the second irradiation. Main population plants were obtained by making early spring budding applying only previously calculated 42.1 Gy dose in the third irradiation. The survival rates of budded plants in three budded experiments were 21.6%, 54.8%, and 32.0%, respectively. At the end of the study, total 480 budded Chandler plants were obtained.

Key Words: *Juglans regia*, Cobalt-60 Radiation, Spring And Dormant Chip Budding, Budwood, Mutation, EMD

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca gerek arazi gerekse de teknik çalışmalarım sırasında bana yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Zeynel DALKILIÇ'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam sırasında bana olan katkılarından dolayı değerli Bahçe Bitkileri Bölüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Chandler cevizi aşu kalemlerinin gama ışınlamasında bilgi ve tecrübesini sabırla, özveriyle benimle paylaşan Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nden (SANAEM) Sayın Dr. Burak KUNTER'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamım ve tez çalışmam sırasında maddi-manevi olarak gösterdikleri fedakârlıklardan dolayı annem Özgül SANLI, babam Yaşar SANLI ve ağabeyim Emre SANLI'ya sonsuz teşekkür ederim.

Analizlerin bir bölümünü yürüttüğüm ADÜ-TARBIYOMER laboratuvarı ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Tez çalışmasını ZRF-17023 numaralı proje ile destekleyen Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Sinem SANLI

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	2
2.1. Cevizin Sistematikteki Yeri, Anavatanı ve Özellikleri	2
2.2. Mutasyon Islahı	3
2.3. Meyvecilikte Mutasyon Islahı ile İlgili Çalışmalar	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal	10
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Işınlama Zamanları.....	10
3.2.1.1. Birinci ışınlama	10
3.2.1.2. İkinci ışınlama	11
3.2.1.3. Üçüncü ışınlama.....	11
3.2.2. Nem Oranı (%).....	12
3.2.3. Aşı Tutma Oranı (%).....	13
3.2.4. Sürgün Uzunluğu (cm).....	14
3.2.5. EMD ve MF Hesaplanması	14
3.2.6. Klorofil Ölçümü	15

4. BULGULAR	16
4.1. Birinci Işınlama	16
4.1.1. Nem Oranı (%)	16
4.1.2. Aşı Tutma Oranı (%)	16
4.1.3. Sürgün Uzunluğu (cm)	16
4.1.4. Birinci Işınlamada EMD ve MF Hesaplanması.....	16
4.1.5. Birinci Işınlamanın M_1V_1 ve M_1V_2 Gözlemleri	20
4.1.6. Klorofil Yoğunluğu	20
4.2. İkinci Işınlama	23
4.2.1. Nem Oranı (%)	23
4.2.2. Aşı Tutma Oranı (%)	23
4.2.3. Sürgün Uzunluğu (cm)	23
4.2.5. Klorofil Yoğunluğu	24
4.2.4. İkinci Işınlamada EMD ve MF Hesaplanması	26
4.3. Üçüncü Işınlama.....	27
4.3.1. Nem Oranı (%)	27
4.3.2. Aşı Tutma Oranı (%)	27
4.3.3. Sürgün Uzunluğu (cm)	27
4.3.4. Klorofil Yoğunluğu	27
5. SONUÇ	28
KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	37

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADÜ BAP	: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
ED ₅₀	: Etkili Doz %50
EMD	: Etkili Mutasyon Dozu
Gy	: Gray
LD ₅₀	: Öldürücü Doz %50
M ₁ V ₁	: Mutasyon 1, Vejetasyon 1
M ₁ V ₂	: Mutasyon 1, Vejetasyon 2
MF	: Mutasyon Frekansı
MVD	: Mutant Variety Database (Mutant Çeşit Veri Bankası)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Aşı kalemlerinde nem içeriğinin belirlenmesi. a) Aşı kalemlerinin yaş ve kuru ağırlığının hassas terazide tartılması, b) Aşı kalemlerinin etüvde 70°C’de 48 saat kurutulması.....	13
Şekil 3.2. Birinci ışınlama denemesindeki yongalı göz aşılması. a) Aşıdan 27 gün sonra tepe kesimi, b) Aşıdan 30 gün sonra aşı gözünün kabarması ...	14
Şekil 4.1. Farklı kobalt-60 gama ışınlaması dozlarına ait aşı parseli görüntüleri a) 1. ışınlama 10 Gy, b) 1. ışınlama 20 Gy, c) 1. ışınlama 30 Gy, d) 1. ışınlama 42 Gy.....	17
Şekil 4.2. M_1V_1 generasyonundaki sürgün uzunlukları.....	18
Şekil 4.3. Birinci ışınlama için EMD regresyon grafiği.....	18
Şekil 4.4. M_1V_1 generasyonunda görülen fizyolojik zararlanmalar a-b) yapraktaki morfolojik değişiklik, c) erken dişi çiçek oluşumu, d) 70 Gy 2,5 cm sürdükten sonra kuruma	21
Şekil 4.5. M_1V_2 generasyonunda görülen fizyolojik zararlanma a-b) yapraktaki morfolojik değişiklik c) yaprakçık eksiklikleri d) bitişik yaprak	22
Şekil 4.6. M_1V_1 ve M_1V_2 generasyonundaki klorofil yoğunlukları.....	22
Şekil 4.7. İkinci ışınlama sürgün uzunluğu ölçümü (cm).....	26
Şekil 4.8. İkinci ışınlamadan sonra elde edilen sürgün uzunluğu	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Birinci ışınlamada kullanılan kobalt-60 dozları, süresi ve aşıl原因an bitki sayısı	12
Çizelge 3.2. İkinci ışınlamada kullanılan kobalt-60 dozları, süresi ve aşıl原因an bitki sayısı	12
Çizelge 4.1. Birinci ışınlamadan elde edilen M_1V_1 verileri	19
Çizelge 4.2. Birinci ışınlamadan elde edilen M_1V_2 verileri	21
Çizelge 4.3. İkinci ışınlamadan elde edilen M_1V_1 verileri	25
Çizelge 4.4. Üçüncü ışınlamadan elde edilen M_1V_1 verileri	27

1. GİRİŞ

Ceviz, *Juglans regia* L. ($2n=2x=32$), uzun ömürlü odunsu, monoik, kışın yaprağını döken ılıman iklim meyve türüdür. Ceviz ağaçları yüzlerce yıldır dünyanın birçok yerinde tohumdan yetiştirilmiştir. Şüphesiz üstün özellikli ağaçlardan alınan tohumlarla yapılan yetiştiricilik, ıslahın başlangıcı olarak kabul edilebilir. Ceviz ağacı göz ve kalem aşılılarıyla çoğaltılmaktadır (Şen, 2011).

Pek çok önemli meyve ve ağaç özelliklerinin kalıtım mekanizması bilinmemektedir. Pazar isteklerinin sürekli değişmesi sonucunda mevcut çeşitler zamanla ticari değerlerini hızla yitirebilmektedir. Dünya nüfusunun hızlı artışı, insanoğlunun beslenme gereksinimini arttırmıştır. Bu ihtiyacı karşılayabilmek için üstün verim ve kalite özelliklerine sahip yeni çeşit elde etme çalışmalarına hız verilmiştir. Diğer taraftan, meyve üreticileri diğer ürünler ile yarışmak ve daha fazla gelir sağlamak için de yeni çeşitler aramaktadırlar (Anonim, 1977).

Geleneksel ıslah yöntemleri ile çok sayıda yeni çeşit üreticilerin hizmetine sunulmuştur. Ancak bu ıslah yöntemleri çok ciddi problemlerle karşılaşmaktadır. Eşeyssel uyumsuzluk ve kısırılık, gençlik kısırılığı döneminin uzun olması, düşük varyasyon oranı, ağaç hacimlerinin büyüklüğü ve yüksek bütçe ihtiyacı bu problemlerin bazılarındandır. Bu nedenle bitki ıslahçıları daha kolay ve daha hızlı varyasyon sağlayacak yeni yaklaşımlar üzerinde durmaktadırlar. Bunlardan biri de mutasyon ıslahıdır (Başer vd., 2007).

Günümüzde mutasyon ıslahı çalışmalarında genetik çeşitlilik açısından çok sayıda kimyasal ve fiziksel mutagenler kullanılabilmektedir (Değirmenci, 2006).

Islah çalışmalarında gen kaynaklarının zenginliği ve bu kaynakların tanımlanması elde edilecek yeni çeşitlere kazandırılacak özelliklerin belirlenmesi açısından çok önemlidir. Islah materyalleri arasındaki genetik akrabalık bilgileri yeni çeşit geliştirme çalışmalarında sonuca daha kısa sürede ulaşmasını sağlar (Mohammadi ve Prasanna, 2003).

Bu çalışmanın amacı, Chandler ceviz çeşidi aşılı kalemlerinin hayatta kalabileceği en uygun kobalt-60 gama ışını EMD (etkili mutasyon dozu, ED_{50}) dozunun belirlenmesi ve elde edilen muhtemel mutant bireylerdeki bazı morfolojik değişikliklerin tespit edilmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Cevizin Sistematikteki Yeri, Anavatanı ve Özellikleri

Ceviz sistematüğinde türü *Juglans regia* L. (Takım: Juglandales, Familya: Juglandaceae) olan Adi ceviz, Anadolu cevizi, İnan cevizi, İngiliz cevizi kültür cevizi olarak da tanımlanan bir sıcak ılıman iklim bitki türüdür. *Juglans* cinsi 4 bölümde (*Juglans* (2), *Cardiocaryon* (2), *Rhyosocaryon* (16), *Trachycaryon* (1)) incelenmekte ve 21 tür bulundurmaktadır (Şen, 2011).

Cevizin anavatanı Güney Kafkasya, İnan, Hazar Gölü, Afganistan, Güney Asya, Batı Asya, Anadolu ve Akdeniz arasındaki bölgelerin kapsadığı alandır. Anavatanların yanında Avrupa ve Afrika'nın Akdeniz sahil bölgelerinde, Çin, Hindistan, Afganistan, İnan, Arabistan, Şili, Arjantin, Kaliforniya, Arizona ve Kuzey Meksika'da da yetiştiriciliği yapılmaktadır (Özbek, 1977). Ceviz üretiminde öne çıkan ülkeler Çin, İnan, ABD ve Türkiye'dir (Akça, 2005; Şen, 2011; Tekintaş vd., 2014).

Ceviz meyvesi olgunlaştıkça dış kabukları (yeşil) çatlayarak ana kabuklarından ayrılır. Monoik (aynı ağaç üzerinde dişi ve erkek çiçekler farklı yerde), çok yıllık ve kışın yaprağını döker. Sürgündeki bir boğumda boyunlu, düğme ve nokta olmak üzere 3 adet tomurcuk bulundurabilir. Ceviz, insan sağlığı için önemli olan omega-3 yağ asitlerince zengin bir meyvedir (Şen, 2011).

Ceviz çöğürleri günümüzde ağaçlandırma ve fidan üretimi amaçlarına yönelik olarak yetiştirilmektedir. Ülkemiz ceviz fidanı yetiştiriciliğinde anaç materyali olarak *J. regia* L. türüne ait kültür çeşitleri ve yabancı ağaçların tohumları kullanılmaktadır (Akça, 2005).

Geçmiş yıllarda içlerinde Yugoslavya, Polonya, Çekya, Bulgaristan ve Türkiye'nin bulunduğu ülkelerde onbinlerce çöğür ağacı üzerinde incelemeler yapılmıştır. Yugoslav araştırmacılar ümitvar 80 ağacı belirlemiştirlerdir. Polonya' da incelenen 150 üstün özellikli ağaçtan 5 tanesi; Çekya'da 20 000 ağaçtan 10 tanesi; keza Bulgaristan'da yaklaşık 20 000 ağaçtan 5 tanesi seçilmiştir. Ülkemizin değişik bölgelerinde yapılan incelemelerde ise yüzbinlerde ağaç içinden, yüzlercesi ümitvar görülerek daha ileriki incelemeler için gözlem altına alınmıştır (Şen, 2011).

1867’de Joseph Sexton, Şili’den ABD’ye getirdiği bir torba cevizi dikerek çoğür anaçları elde etmiştir. Bu ağaçların tohumları Güney Kaliforniya’nın kıyı alanlarına dikilerek, seleksiyonla Santa Barbara yumuşak kabuklu cevizleri geliştirilmiştir. Bunlardan zamanla Placentia, Erhardt, Wasson ve El Monte gibi çeşitler ortaya çıkarılmıştır (Şen, 2011).

2.2. Mutasyon İslahı

Mutagen (mutasyona neden olan madde) kullanılarak seleksiyonla kombine edilen ıslah tipine “mutasyon ıslahı” adı verilmektedir. Mutasyon ıslahında temel nokta iyi özelliklere sahip çeşitlerin 1-2 olumsuz özelliğinin, olumlu özellikler korunarak iyileştirilmesidir. Mutasyon ıslahı, özellikle monogenik (tek gen ile kontrol edilen özellik kalıtımı) olarak yönetilen ve basit kalıtım gösteren karakterlerin geliştirilmesinde etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Çiftçi ve Şenay, 2005).

Mutasyon ıslahındaki iki anahtar konu; mutasyonun taranarak izlenmesi ve mutasyonun teyit edilmesidir. Mutasyonun izlenmesinden kasıt, mutasyona uğradığı tahmin edilen popülasyondaki bireylerin standart çeşitlere göre erken ya da geç çiçeklenme, abiyotik ya da biyotik stres etmenlerine karşı tolerans veya dayanıklılık gibi belirlenen özel seleksiyon kriterlerine uyup uymadıklarının belirlenmesidir. Bu izlenme ve seçim aşamasında çoğunlukla belirlenen bireyler geçici ya da hatalı mutant kapsamında değerlendirilebilir. Mutasyonun teyit edilmesi ise kontrollü şartlar altında, tekerrürlerle ve daha geniş örnekleme yapılarak gerçekleştirilmesi işlemidir (Oladosu vd., 2016).

Mutasyon ıslahında kullanılan kimyasal mutagenlerden bazıları sülfat sülfonatlar, etilen aminler ve nitroz bileşikleridir. Fiziksel mutagenler yavaş ve hızlı iyonize olmalarına göre ikiye ayrılır ve “iyonize radyasyon” olarak isimlendirilir. Yavaş iyonize olanlar ultraviyole radyasyon, X ışınları, kobalt-60 (⁶⁰Co) veya sezyum-137 (¹³⁷Cs) gibi radyoaktif izotoplardan elde edilen gama ışınlarıdır. Bu mutagenler, bitki dokusuna kolay girebilirler. Doğrudan DNA üzerinde etkili olmalarıyla birlikte gen (nokta) mutasyonlarını ortaya çıkarmaktadırlar (Değirmenci, 2006). Fiziksel mutagenlerden en çok gama ışını tercih edilmektedir. Çünkü gama ışınlarının uygulamada kolay yapılabilmesi ve geçirgenliği yüksek olması sonucu hedef hücrelere kolay ulaşabilmekte, toksik bir etki bırakmamaktadır (Bado, 2015).

Hızlı iyonize olanlar ise temel ya da yavaş nötronlar ve beta parçacıklarıdır (^{32}P , ^{35}S). Bu mutagenler de bitki bünyesinde belirgin derecede değişiklik yaparlar ki, bunlar kromozom kırılmalarıdır. Ancak bitkilerin hayatta kalma şansı büyük ölçüde azalmaktadır (Çoban, 2003).

Bitki materyalindeki suyun içerdiği hidrojen ve oksijen, ortamdaki oksijen ile birleşerek hidrojen peroksit oluşturur. Hidrojen peroksit ise hücrelerinin yaşamına zarar verebilecek serbest radikaldir. Gama ışınlanmasından sonra oluşan serbest radikaller, hücrelerin olumsuz etkilenmesine neden olabilir. DNA tamir mekanizmalarının devreye girmesini takiben hücrelerin genetik yapısında değişiklikler oluşabilir (Gechev vd., 2005; Kunter, 2018, kişisel görüşme).

Çeşitlerde sürekli ve yüksek oranda verimlilik, erken veya geç olgunlaşma, sıcağa, soğuğa, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık, depolama ve taşımaya uygun olma gibi özellikler istenmektedir. Bitkilerde kullanılan ıslah yöntemleri introdüksiyon (dışarıdan getirme), seleksiyon, melezleme, haploidi (anter ve ovul kültürü), poliploidi, somatik varyasyon (doku kültürü) ve mutasyondur (Şeniz, 1990). Meyve türlerinin çoğu genetik açıdan heterozigot yapıda olduğundan melezleme çalışmalarında çok geniş açılma gözlenir. Bunun yanında bitkilerdeki gençlik kısırlığı döneminin (juvenilite) varlığı da bu tür çalışmaları daha da güçleştirmektedir. Ek olarak uyumsuzluk, kısırlık ve apomiksis gibi oluşumlar ıslahçının klasik ıslah yöntemlerini kullanımını engeller. Bu özelliklere sahip çeşitlerin eldesinde son yıllarda klasik ıslah yöntemleri yanında mutasyon ıslahının kullanımı her geçen gün önem kazanmaktadır (Anonim, 1977; Wünsch ve Hormoza, 2002).

Mutasyonların çoğu, gerçek mutasyon veya kaybolma (delesyon) olduğuna bakılmaksızın orijinal alleleline göre resesif davranır (Donini, 1975, 1992). Bu durum mutasyon ıslahının uygulanabilirliğini sınırlar. İstenen karakter dominant bir gen tarafından belirleniyorsa, bu özellik bakımından resesif alleli taşıyan çeşidin ışınlanması ümit verici olmayacaktır. Ancak söz konusu ürün hızlı döl verebilecek bir üretim sistemine sahipse ışınlama sonrası seleksiyona gidilebilir (Bishop, 1967; Hadju vd., 1995).

Mutasyon oluşturma ve mutant tiplerden yararlanma düşüncesine kaynaklarda rastlanan kayıtlara göre M.Ö. bahsedilmektedir. Dışarıdan uyarılarak yapay mutasyon ilk kez Lewis John Stadler tarafından 1920'li yılların sonunda X ışını

kullanarak canlılarda genetik değişiklik yapılmasını sağlamıştır. İlk ticari mutant çeşit 1934 yılında tütünde elde edilmiştir. 1995 yılına kadar 77 mutant çeşidin geliştirildiği kaydedilmektedir. 1995'te ticari mutant çeşit sayısı 484'e ulaşmıştır. Bu sayı günümüze kadar artan ivmeyle devam etmiş ve 3281'e ulaşmıştır. MVD (mutant variety database)'e kayıtlı resmi 55 adet mutant meyve türü bulunmaktadır (Ahloowalia vd., 2004; Maluszynski vd., 2009; Bado, 2015; Oladosu vd., 2016; Anonim, 2018).

Mutasyon ıslahında etkili mutasyon dozu (EMD) hesaplanması yapılır. Sonrasında mutant adayı populasyonu oluşturur. İstenen mutanı elde etmedeki başarı, mutagenik işleme tabi tutulan materyalin fazlalığına bağlıdır. Materyal sayısındaki artış (≥ 2000), EMD'nun belirlenmesiyle mutant olma olasılığını arttırabilmektedir (Kunter, 2018, kişisel görüşme). Bu noktada önem kazanan ise oluşturulacak mutasyon frekansdır (MF). Işınlamanın yapıldığı generasyon ilk generasyondur ve M_1V_1 olarak adlandırılır. Buradaki M_1 mutasyon uygulaması sayısını gösterirken V_1 vegetasyon sayısını kodlamaktadır. Mutasyon ıslahı sürecinin başlangıcı olan bu noktada populasyon büyüklüğüne karar vermek sonuca ulaşmak için en kritik noktalardan biridir. Uluslararası kabul edilebilir, istatistiksel olarak yararlı mutant bireyler içeren yeni bir fenotip seleksiyonu yapmak için M_1V_2 generasyonunda 2000 bireyi hedeflemek gereklidir (Anonim, 1977; Donini, 1992; Çiftçi ve Şenay, 2005; Kunter vd., 2012).

Radyasyon uygulanacak materyalin gelişme dönemi, hem uygulanacak doz hem de elde edilecek mutantlar bakımından önemlidir. Gözlerde uyanmanın veya kabarmanın başlangıcında yapılan bir uygulama, dormant dönemdeki göze yapılan uygulamadan daha çok tercih edilir. Çünkü vegetatif olarak üretilen bitkilerde yapılan denemelerde görülmüştür ki, kabaran tomurcuk bulunduran kalemlere ve çeliklere radyasyon uygulanmasında, dormant tomurcuklara göre daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Einset ve Pratt, 1975; Anonim, 1977; Broertjes ve van Harten, 1978; Rathjen ve Robinson, 1992).

2.3. Meyvecilikte Mutasyon Islahı ile İlgili Çalışmalar

Chandler ceviz çeşidinde konu ile ilgili çalışma olmadığından, meyve ağaçlarından elma, armut, kiraz, şeftali, erik, badem, zeytin, incir, portakal, mandarin, limon, altıntop ve kamkat vb. olmak üzere yapılan çalışmalardan bazıları özetlenmiştir.

Campbell vd. (1973), Bramley's Seedling elma (*Malus sp.*) aşı kalemleri 50 Gy kobalt-60 ile 1968'de ışınlanmışlardır. Elde edilen klonların bazılarında hasarlanma gözlenmiştir. Kontrole göre bazı uygulamalarda, klonlarının boğum araları kısalmış ve yaprakları daha küçük olmuştur.

Papstein, Blažek ve Vondracek 1995'te, James Grieve Double Red mutant elma çeşidini tescil etmişlerdir. Çek Cumhuriyeti'nde 2.48×10^{-5} Gy/s oranında 62 Gy'lik gama ışını dozu uygulanarak elde edilmiştir. Geliştirilmiş mutant çeşidin başlıca özellikleri dengelenmiş tat, şeker/asit oranı, erken ve yüksek verimliliğidir. Ayrıca meyvelerin ortalama ağırlığı 162 g'dır. Meyve boyu kısmen uzamıştır (Anonim, 2018).

Blažek (2011), James Grieve elma çeşidinden gama ışınlaması yoluyla Super Compact mutant çeşidini elde etmişlerdir. Bu mutant çeşidin sürgün uzunluğu orijinal çeşitten %50-79 daha kısa olmuştur.

Moğolistan'da Chaoxianyangli armut (*Pyrus communis*) çeşidine 2,5 Gy gama ışını uygulanarak Chaofu 1 mutant armut çeşidi tescil edilmiştir. Gama ışını ile mutant çeşitliliğinin geliştirilmiş özellikleri bitki yapısı ve iyi pişirme kalitesidir (Anonim, 2018).

İtalya'da Abbe Fetel, Bartlett, Butira Precoce Morettini, Conference, Doyenne d' Hiver ve Passe Crassane altı armut çeşidinin mikro sürgünleri *in vitro*'da 3,5 Gy gama ışınına maruz bırakılmıştır. Elde edilen 97 muhtemel mutant tipten sadece iki adedinde kimera özelliği saptanmıştır (Predieri and Zimmerman, 2001).

Kunter vd. (2009)'un araştırmasında, 0900 kiraz (*Prunus avium*) çeşidini geliştirmek için mutasyon ıslahı tekniği uygulanmıştır. Bu amaçla 2000 yılında aşı gözleri 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 ve 60 Gy dozlarında kobalt-60 kaynağı ile ışınlanmıştır. Işınlanan gözler yabani kiraz (*P.avium*) anacı üzerine T göz aşısı ile aşılanmıştır. Araziye yeni fidanlarda yapılan ölçüm ve hesaplamalar sonucu etkili mutasyon dozu 33,8 Gy, mutasyon frekansı %4,1 olarak belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre yaşayan 371 mutant ağaçtan bodur, yarı bodur, yüksek verimli ve çatlamaya dayanıklı 8 mutant çeşit adayını selekte edilerek, ileri gözlemler için yeni plantasyon oluşturulmuştur.

Fukuekubo mutant şeftali (*Prunus persica*) çeşidi 1996 yılında tescil edilmiştir. 30 Gy gama ile ışınlama ile geliştirilmiştir. Mutant çeşidin geliştirilen başlıca özelliği erken olgunlaşmadır (Sakuma vd., 1999).

Shimizu Hakutou RS mutant çeşidi ise 2004 yılında tescil edilmiştir. Mutant çeşidin başlıca geliştirilmiş özelliği siyah nokta hastalığına karşı direncidir (Anonim, 2018).

Fransa'da Ente erik (*Prunus domestica*) çeşidinden gama ışınlaması yoluyla Spurdente-Ferco mutant erik çeşidi 1988 yılında tescil edilmiştir. Bu mutant çeşidinin iyileştirilmiş başlıca özelliği erken olgunluktur. Ente 707 çeşidinden 10 gün önce olgunlaşmasıyla turfandacılık sağlar. Kendine uyuşur ve daha iyi dallanma göstermektedir (Anonim, 2018).

İtalya'da Fascinello badem (*Prunus dulcis* Webb) çeşidinin tomurcukları 30 Gy gama ışınlanmasına tabi tutulmuş ve Supernova mutant badem çeşidi geliştirilmiştir. Mutant çeşidin geliştirilmiş başlıca özellikleri geç olgunlaşma ve daha az don hasarı olmuştur (Anonim, 2018).

İtalya'da Ascolana tenera zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidine 40 Gy'de gama ışını uygulanarak Briscola mutant zeytin çeşidi 1981'de tescil edilmiştir. Bu mutant çeşidinin geliştirilen özellikleri bitki boyunda %50 azalma, kolay hasat ve erkek çiçek tozu kısırlılığı göstermiştir (Anonim, 2018).

Rusya Federasyonu'nda incir (*Ficus carica* L.) tohumları 50-70 Gy gama ışınlanmasına tabi tutulmuştur. 50 Gy'den Bol (Abundant) mutant incir çeşidi 1979 yılında tescil edilmiştir (Anonim, 2018).

Aydın, Türkiye'de Sarılop ve Bursa Siyahı incir aşı kalemlerine 0,0, 10,0, 16,9, 25,3, 50,7 ve 67,0 Gy olmak üzere altı doz kobalt-60 gama ışını uygulanmıştır. M₁V₁ generasyonundaki LD₅₀ Sarılop için 50,7 Gy ve Bursa Siyahı için 25,3 Gy olarak bulunmuştur. M₁V₃ generasyonunda 992 Sarılop ve 836 Bursa Siyahı bireyine ulaşılmıştır. En yüksek ölüm oranı Sarılop çeşidinde %16,6 ile 67,0 Gy'de gözlenirken, Bursa Siyahı çeşidinde %9,82 ile 25,3 Gy'de bulunmuştur (Özen vd., 2017).

Brezilya’da Pera portakal (*Citrus sinensis* L. Osbeck) çeşidi aşı kalemleri 40 Gy gama ışınına tabi tutulmuş ve IAC 2014 mutant portakal çeşidi 2016 yılında tescil edilmiştir. Yaklaşık 1000 M₁V₁ bitkisi elde edilmiş; M₁V₄’e kadar bitkisel olarak çoğaltılarak yaklaşık 7600 bitkiye ulaştırılmıştır. Bodur, daha az sayıda tohuma sahip meyveler, meyve olgunlaşma süresi ve turunçgil kanserine daha fazla tolerans gibi farklı özellikler için toplam 127 varsayılan mutant seçilmiştir. Aynı 127 ümitvari mutantla çalışarak, sekiz mutasyona uğramış klon, büyük bir potansiyele sahip çekirdeksiz meyve, olgunlaşma süresi ve bodurluk için değerlendirilmiştir. Klon No. 42 (IAC 2014) çekirdeksiz ve turunçgil kanserine tolerant olarak bulunmuştur (Latado vd., 2001).

Pakistan’da Kinnow mandarin (*Citrus reticulata*) çeşidinin (25±5 çekirdek sayısına sahip) aşı gözleri 0, 20, 40, 60, 80, 120 Gy dozlarında kobalt-60 gama ışını uygulanarak *Citrus jambhiri* anacı üzerine aşılannmıştır. 20 Gy gama ışınına tabi tutulmuş, 5±3 çekirdek sayısına sahip ‘mutant Kinnow’ çeşidi elde edilmiştir ve NIAB Kinnow mutant çeşidi olarak 2017’de tescil edilmiştir. Elde edilen bu çeşidin ağacı çok güçlü, geniş ve yoğun yapraklanma oluşturan formda yayılış göstermiştir. Bu çeşitte çiçeklenme Mart ayında başlar. Mart-Nisan aylarında meyveler belirir. Meyveler Aralık-Şubat aylarında olgunlaşır. Bu çeşidin meyvesi turuncu-kırmızı kabuk renginde, orta büyüklükte, kutuplardan basık bir şekilde, görsel olarak çekici, sulu ve mükemmel kalitede ve tada sahiptir. NIAB Kinnow’un ortalama verimi, kontrol çeşidinden %12-14 daha yüksek görülmüştür. NIAB Kinnow, turunçgil kanseri, uyuz ve uç solgunluğu hastalıklarına karşı orta ila yüksek direnç göstermemiştir (Altaf vd., 2004; Khalil vd., 2011).

Orah ve Murcott mandarin çeşitlerinden 200 tane aşı gözü 32,5 ve 40,0 Gy dozlarında kobalt-60 gama ışınına tabi tutularak Troyer anacı üzerine aşılannmıştır. M₁V₂ sonunda çekirdeksiz Orri ve Moria çeşitleri elde edilmiştir (Vardi vd., 2008).

Kütdiken limon (*Citrus limon*) çeşidinin 313 tomurcuğuna 0, 30, 50, 70, 90 Gy dozlarında kobalt-60 gama ışını uygulanarak bir yaşlı turunç anacı üzerine aşılannmıştır. M₁V₃ sonunda 478 bitki elde edilmiştir. Sağ kalan bitki sayısı en yüksek 30 Gy’de, en düşük 90 Gy’de olmuştur. Bu çalışmadan 50 Gy dozundan elde edilen Alata, Gülşen ve Uzun mutant limon çeşitleri uzun sürgün oluşturarak

dik büyüme özelliğindedir. Ayrıca bunlar uçkurutana hassas ve çekirdeksizdir (Gulsen vd., 2007; Uzun vd., 2008).

70 Gy dozundan elde edilen Eylül mutant limon çeşidinin ise daha kısa ve az dikenli, erken olgunlaşan, uçkurutana karşı tolerant ve çekirdekli olduğu tespit edilmiştir (Uzun vd., 2008).

Villafranca ve Eureka limon çeşitlerinden çekirdeksiz limonlar elde etmek için 300 tomurcuğa 13,3 Gy dozunda kobalt-60 gama ışını uygulanmıştır. Bunlar daha sonra Troyer anacı üzerine aşılantmıştır. 6 ay sonra M₁V₂ (mutasyon 1, vejatasyon 2) elde edilmiştir. Bu bitkiler dikilerek çekirdeksiz Ayalet ve Galya çeşitleri elde edilmiştir. Şeker oranlarına bakılarak Villafranca ve Ayalet'te şeker/asit oranları aynı bulunurken, Galya'da Euraka'ya göre fazla bulunmuştur (Spiegel-Roy vd., 2007).

Çekirdekli Hudson altıntop (*Citrus × paradisi*) çeşidinin tohumuna 10, 15, 20, 25 Gy dozlarında kobalt-60 gama ışını uygulanarak koyu kırmızı çekirdeksiz Star Ruby çeşidi ortaya çıkmıştır (Davies ve Albrigo, 2005).

Nagami kamkatının (*Fortunella margarita* L.) aşılı kalemleri 0, 15, 30, 45, 60 Gy kobalt-60 gama ışınına tabi tutulmuşlardır. Işınlanan gözler iki yaşındaki üç yapraklı portakal anaçları üzerine T göz aşısı ile aşılantmışlardır. 248 bitkiden 48 adedinin aşısı tutmuştur. M₁V₁ bitkileri elde edilmiştir. Ancak meyve tutumuna kadar geçen zamanda hayatta kalan bitki sayısı 30'a düşmüştür. Nagami kamkatı aşılı kalemlerinin 60 Gy gama ışınına dayanabileceği gözlenmiştir (Kara, 2014).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak ceviz çöğür anacı ve Chandler ceviz çeşidi aşı kalemleri kullanılmıştır.

Chandler ceviz çeşidi, Kaliforniya Üniversitesi, ABD ıslah programı içinde elde edilmiş bir Pedro × 56-224 melezi olup; ABD’de en önemli ticari ceviz çeşididir. Ağaçları orta derecede güçlü olup, bir ölçüde dikine büyür (12m). Bu nedenle yüksek yoğunluklu yetiştiriciliğe uygundur. Soğuklanma ihtiyacı 1000 saat (Çavdar ve Ertürk, 2017) olup, geç yapraklanır ve çiçeklenir. Bunun için soğuk zararına, ceviz yanıklığına ve iç kurdu zararına pek fazla maruz kalmaz. Payne, Serr, Ashley, Sundland, Chico ve Vina gibi erken yapraklanan çeşitlere göre yapraklanması üç hafta sonradır. Tozlayıcıları Cisco ve Scharsch Franquette’tir. Orta mevsim çeşididir. Uç dallarda meyve verdiği gibi, yan dallarda da meyve verimi çok iyidir (%85-90). Meyveleri iri (9-13g), oval, kabuk pürüzsüz, kabuk yapışması iyi, kabukları zayıf ve kırılmandır, meyve içi 6,5 g, iç oranı %52-55, açık renkli iç oranı %90-100’leri bulabilmektedir (Şen, 2011).

3.2. Yöntem

3.2.1. Işınlama Zamanları

3.2.1.1. Birinci ışınlama

16 Mart 2017’de Bozdoğan Sırma Tefre mevkiinde 550 m yükseklikte bulunan özel üretici fidanlığındaki Chandler çeşidinin kalem damızlığı ağaçlarından, durgun (dormant) haldeki 1 yaşlı sürgünler kesilmiştir. Kesilen sürgünler fidanlıkta bulunan soğuk hava deposunda 4°C’de muhafaza edilmiştir.

26 Nisan 2017’de soğuk hava deposundan çıkartılan 1 yaşlı sürgünlerden, üzerinde yaklaşık 2-5 aşı gözü bulunan 20 cm uzunluğundaki aşı kalemleri kesilip hazırlanmıştır. Bir demette 25 kalem ve ortalama 4 göz olacak şekilde, her bir ışınlama uygulama dozunda yaklaşık 100’er aşı gözü bulunmuştur.

27 Nisan 2017’de, daha önce kesilen ve 10 farklı demet oluşturulan aşı kalemleri ıslak havluya sarılarak içerisinde buz kalıbı bulunan taşıma kutusu ile birlikte

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (SANAEM), Ankara'ya götürülmüştür.

SANAEM'de gama ışın hücresinin örnek sepetinin boyutları çap Ø 22 cm × yükseklik 25 cm olan 10 litre hacminde silindirik kaptaki, kobalt-60 gama ışını kaynağından 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 Gy olmak üzere 11 farklı dozda ışınlatma yapılmıştır (Çizelge 3.1).

27 Nisan 2017 tarihinde TAEK'nda ışınlanan aşı kalemleri, 28 Nisan 2017 günü ıslak havluya sarılarak içerisinde buz kalıbı bulunan taşıma kutusu ile birlikte fidanlığa getirilen aşı kalemleri, tohumdan yetişmiş ceviz anaçlarına kontrol dahil 1036 bitki olacak şekilde yongalı göz aşısı ile aşılanmıştır.

3.2.1.2. İkinci ışınlatma

26 Eylül 2017'de durgun göz aşısı döneminde Chandler cevizi kalem damızlık ağaçlarının o yılki pişkinleşmiş sürgünlerinden aşı kalemleri kesilmiştir. Kobalt-60 gama ışınlatmasında kullanılmak üzere aşı kalemlerinden demetler oluşturulmuş ve ıslak havluya sarılarak içerisinde buz kalıbı bulunan taşıma kutusuna yerleştirilmiştir.

Aşı kalemlerinin taze ve nem içeriklerinin yüksek olmasından dolayı, kobalt-60 ışınlatması için önceki ışınlatma denemesinde bulunan EMD=42,1 Gy değerinden daha düşük dozlar seçilmiştir (Çizelge 3.2). Aşı kalemleri 27 Eylül 2017 tarihinde TAEK'nda 0, 20, 25, 30, 35 ve 40 Gy dozlarında kobalt-60 gama ışınına tabi tutulmuştur. Aşı kalemleri aynı gün içerisinde buz kalıbı bulunan taşıma kutusu ile birlikte fidanlığa getirilmiştir. 28 Eylül 2017'de tohumdan yetişmiş ceviz anaçlarına 294 bitkiye yongalı göz aşısı yapılmıştır.

3.2.1.3. Üçüncü ışınlatma

26 Nisan 2018'de erken sürgün göz aşısı döneminde, TAEK'na götürülen dormant haldeki aşı kalemlerine 42 Gy (31 Gy/h) kobalt-60 ışını 75 dakika süreyle uygulanmıştır. 27 Nisan 2018'de ıslak havluya sarılı şekilde getirilen aşı kalemleri, tohumdan yetişmiş ceviz anaçlarına 303 adet yongalı göz aşısı ile aşılanmış ve ana populasyon oluşturulmuştur.

Çizelge 3.1. Birinci ışınlamada kullanılan kobalt-60 dozları, süresi ve aşılana bitki sayısı

Doz (Gy)	Işınlama Hızı (Gy/h)*	Işınlama Süresi (dk)	Aşılana Bitki Sayısı (adet)
0	-	-	52
10	36	17,0	85
20	36	33,3	82
30	36	50,0	103
40	36	66,0	107
50	403	7,5	108
60	403	9,0	110
70	403	10,5	98
80	403	12,0	96
90	403	13,0	104
100	403	15,0	91

*: Gama dozunun ışınlama hızı öneriler doğrultusunda uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. İkinci ışınlamada kullanılan kobalt-60 dozları, süresi ve aşılana bitki sayısı

Doz (Gy)	Işınlama Hızı (Gy/h)	Işınlama Süresi (dk)	Aşılana Bitki Sayısı (adet)
0	-	-	38
20	34	35	51
25	34	44	51
30	34	53	50
35	34	61	51
40	34	70	53

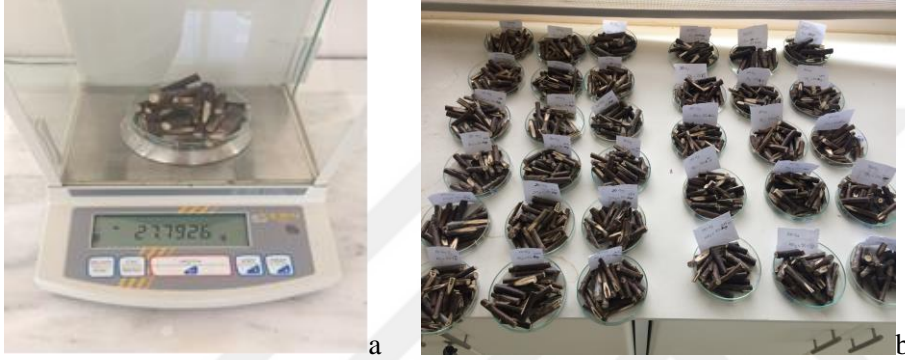
3.2.2. Nem Oranı (%)

Kobalt-60 gama ışını uygulamasının etkisini belirlemek için her doza ait aşı kalemlerinin nem içeriği ayrı ayrı belirlenmiştir. Kobalt-60 uygulanan aşı kalemleri ıslak havlu ile buz kabında muhafaza edilmiştir. Aşı işleminden sonra arta kalan aşı kalem parçaları 70°C etüvde 48 saat tutularak nem oranları hesaplanmıştır. Yongalı göz aşısı yapılan gözlerden arta kalan kalemler budama makası yardımıyla parçalanıp bir miktar örneği alınıp, her dozdan üç tekerrür olmak üzere yaş ağırlıkları tartılmıştır. Yaş ağırlıkları tartılan aşı kalem parçaları ADÜ-TARBİYOMER'de 70°C etüvde 48 saat fırınlanmıştır. Süre sonunda kuru ağırlıkları tartılan aşı kalemlerinin nem içerikleri oranları (%) hesaplanmıştır.

Yaş ağırlık (g) - kuru ağırlık (g)

Nem içeriği (%) = ----- x 100

Yaş ağırlık (g)



Şekil 3.1. Aşı kalemlerinde nem içeriğinin belirlenmesi. a) Aşı kalemlerinin yaş ve kuru ağırlığının hassas terazide tartılması, b) Aşı kalemlerinin etüvde 70°C’de 48 saat kurutulması

3.2.3. Aşı Tutma Oranı (%)

Birinci ışınlama denemesinde, aşılamaadan 27 gün sonra (25 Mayıs 2017) anaçların tepesi aşı noktası üzerinden kesilmiştir (Şekil 3.2). Aşı tutma oranı belirlenemediği için aşılamaadan 42 gün sonra (09 Haziran 2017) belirlenmiştir. Her 10 günde bir 15 Eylül 2017’ye kadar aşı tutma oranı kayıt edilmiştir.

İkinci ışınlama denemesinde, aşılamaadan 8 ay sonra (12 Mayıs 2018) aşı tutma oranı ve ilk sürgün boyu ölçülmüştür.

Üçüncü ışınlama denemesinde, aşılamaadan 75 gün sonra (11 Temmuz 2018) aşı tutma oranı kayıt edilmiştir.



Şekil 3.2. Birinci ışınlama denemesindeki yongalı göz aşılması. a) Aşıdan 27 gün sonra tepe kesimi, b) Aşıdan 30 gün sonra aşı gözünün kabarması

3.2.4. Sürgün Uzunluğu (cm)

Materyalin gelişimine bağlı olarak kontrol grubunda birkaç yapraklı sürgünler oluştuğunda, erken sürgün döneminde yapılan I. ve III. ışınlamalarından yaklaşık 60-70 gün sonra, durgun göz aşısı döneminde yapılan II. ışınlamadan 8 ay sonra sürgün uzunlukları şerit metre ile ölçülmüştür. Birinci ışınlama denemesinde 09 Temmuz 2017'de ilk sürgün uzunluğu ölçümü ve bu tarihten sonra 10'ar gün arayla 15 Eylül 2017 tarihine kadar sürgün uzunluğu ölçümleri yapılmıştır (Çizelge 4.1). İkinci ışınlama denemesinde 12 Mayıs 2018' ilk sürgün uzunluğu ölçülmüş; 11 Temmuz 2018 ve 25 Ağustos 2018'de ölçümler tekrarlanmıştır. Üçüncü ışınlama denemesinde sürgün uzunluğu ölçümleri 11 Temmuz 2018 ve 25 Ağustos 2018'de yapılmıştır.

3.2.5. EMD ve MF Hesaplanması

EMD (Etkili Mutasyon Dozu) hesaplanması amacıyla, bitkilerin ilk sürgün uzunluklarının ölçümü tarihlerinde birinci ışınlama denemesi için 09 Temmuz 2017 ve ikinci ışınlama denemesi için 12 Mayıs 2018'de elde edilen verilerle dayanılarak Excel bilgisayar paket programında regresyon analizi yapılmış ve doğrusal regresyon grafiği oluşturulmuştur. Cevizde EMD'nu belirlemek için elde edilen eğriye ait formülde kontrol grubuna ait sürgün ortalamasının yarısı formüle yerleştirilerek, %50 kısılma sağlayan doz (ED_{50}), doğrusal regresyon analizi yardımıyla hesaplanmıştır.

EMD aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kunter vd., 2009, 2012):

Eğim eğrisi için denklem:

$$y = a + bx$$

a: Kesişim katsayısı sabit değeri

b: x-değişkeni katsayısı

x: Tahmin edilecek değer

y: Sürgün uzunluğu (cm)

Kontrol grubunun sürgün uzunluğu ortalamasının %50 değeri = a sabiti + b sabiti x EMD regresyon analizinden yararlanılmıştır (Kunter, 2018, kişisel görüşme).

Populasyonun ışınlanmasını takiben ilk generasyonda (M_1V_1) görülen anormallikler radyasyonun yakıcı etkisinden kaynaklanan fizyolojik zararlanmalar genellikle klorofil kayıpları, yapraklarda anormallikler (yırtık, bozuk simetri, kalın vb.), kısa boğum arası ve boy kısalığı olarak bilinir (Kunter vd., 2009, 2012). Bunu takiben ışınlamaya tabi tutulan bitki populasyonunun tamamı sayılarak her bitkiden üç sürgün baz alınmıştır. Morfolojik gözleme (yırtık yaprak, boğum kısalığı, renk farklılığı vb.) dayalı M_1V_1 'de mutasyon frekansı (MF) aşağıdaki formüle belirlenmiştir (Kunter, 2018, kişisel görüşme):

$$MF (\%) = \frac{\text{Anormal bitki sayısı} \quad 100}{\text{Toplam bitki sayısı} \quad EMD (Gy)} \times \frac{EMD (Gy)}{100}$$

3.2.6. Klorofil Ölçümü

Kobalt-60 ışınlanmasına tabi tutulan her bitkiden tesadüfi olarak seçilen üç yaprakçığın üst yüzeyindeki klorofil yoğunluğu Plantpen NDVI 300 (PSI, Photon System Instruments, spol. s.r.o., Drasov, Çek Cumhuriyeti) cinsinden ölçülmüştür.

4. BULGULAR

4.1. Birinci Işınlama

4.1.1. Nem Oranı (%)

Işınlanan aşı gözlerinde ölçülen nem içeriği Çizelge 4.1’de verilmiştir. En düşük nem oranı %42,9 (40 Gy)’de gözlenirken, en yüksek nem oranı %45,4 (10 Gy) uygulamasında bulunmuştur. Diğer kobalt-60 uygulamalarının nem içeriği bu iki değer arasında yer almış ve ortalama %44,4’tür.

4.1.2. Aşı Tutma Oranı (%)

Kobalt-60 uygulanan aşı kalemlerinin, çöğür anacına yapılan yongalı göz aşısından 6 hafta sonraki (09 Haziran 2017) ilk canlılık sayımı Çizelge 4.1’de verilmiştir. Aşı tutma oranı %73,6 (60 Gy) ile %93,7 (80 Gy) arasında değişmiştir. 29 Haziran 2017’deki ölçümde aşı tutma oranı %64,6 (20 Gy) ile %7,4 (50 Gy) arasında değişmiştir (Şekil 4.1).

Yaşayan bitki oranı % 62,2 (51 bitki) ile 20 Gy’de iken, %1,8 (2 bitki) oranla 50 Gy’de görülmüştür (Çizelge 4.1).

4.1.3. Sürgün Uzunluğu (cm)

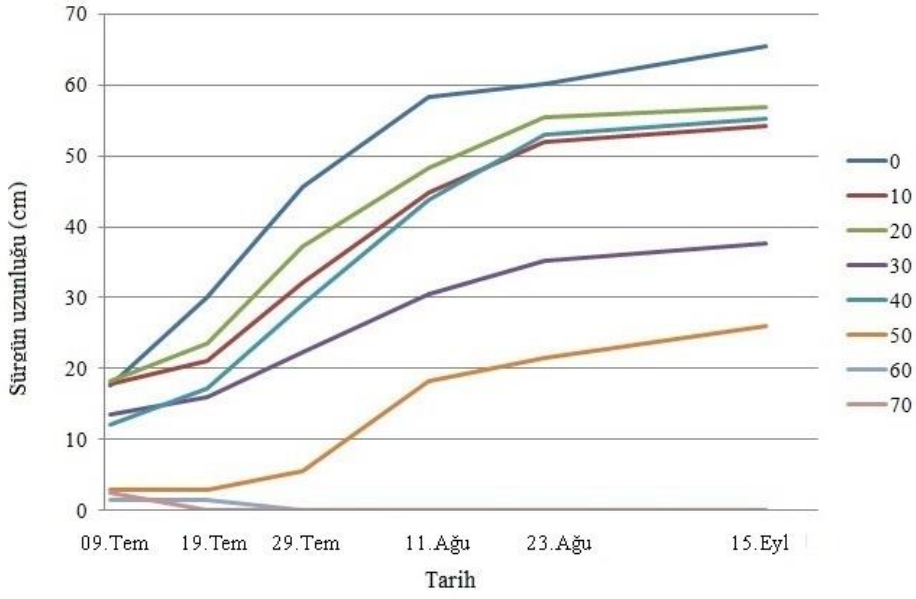
Birinci ışınlama denemesinde 15 Eylül 2017’de M_1V_1 için son ölçümde sürgün uzunluğu kontrolde 65,5 cm ile en uzun, 50 Gy’de 26 cm ile en kısa olmuştur. 30 Gy’de 37,6 cm ile bu değerlerin arasındadır (Çizelge 4.1, Şekil 4.2).

4.1.4. Birinci Işınlamada EMD ve MF Hesaplanması

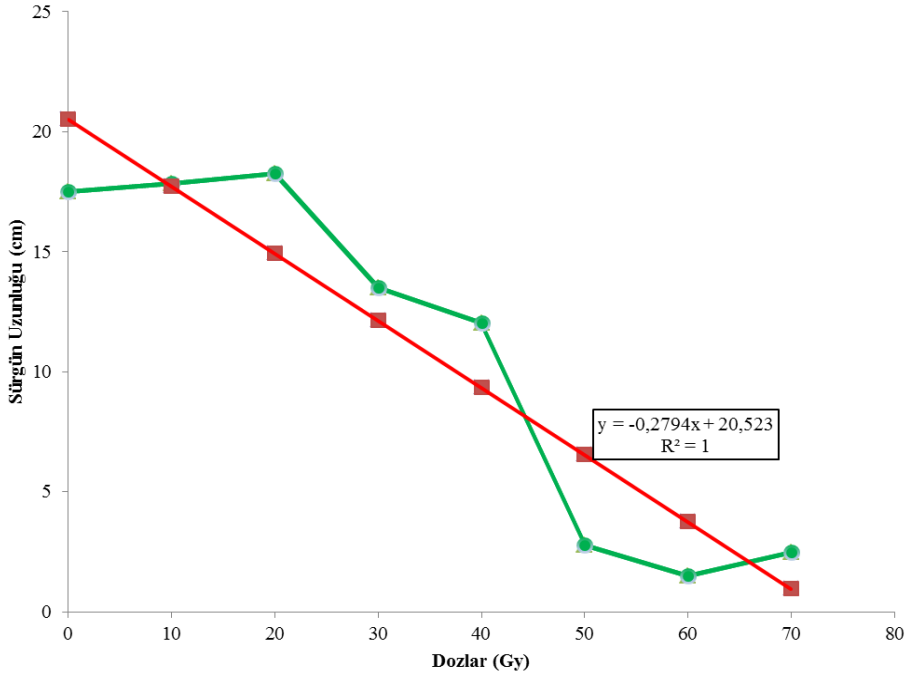
EMD, ilk sürgün uzunluklarının ölçüldüğü zaman 42,1 Gy olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1, Şekil 4.3).



Şekil 4.1. Farklı kobalt-60 gama ışınlaması dozlarına ait aşı parseli görüntüleri a) 1. ışınlama 10 Gy, b) 1. ışınlama 20 Gy, c) 1. ışınlama 30 Gy, d) 1. ışınlama 42 Gy



Şekil 4.2. M_1V_1 generasyonundaki sürgün uzunlukları



Şekil 4.3. Birinci ışınlama için EMD regresyon grafiği

Çizelge 4.1. Birinci ışınlamadan elde edilen M₁V₁ verileri

Doz (Gy)	Nem Oranı (%) 02.05.2017	Aşılana Toplam Bitki (Adet) 28.04.2018	Aşı Tutma Oranı (%)		Yaşayan Bitki Oranı (%), Sayısı (Adet) 15.09.2017	Sürgün Uzunluğu (Cm)		MF (%) 15.09.2017	Klorofil Yoğunluğu (Üst) 15.09.2017
			09.06.2017	29.06.2017		09.07.2017	15.09.2017		
0	43,4	52	82,7 (43)	59,6 (31)	55,8 (29)	17,5	65,5	0,0	4268
10	45,4	85	81,2 (69)	52,9 (45)	47,0 (40)	17,8	54,1	0,0	4743
20	45,2	82	85,4 (70)	64,6 (53)	62,2 (51)	18,2	56,9	5,9	4640
30	45,1	103	83,5 (86)	47,5 (49)	45,6 (47)	13,5	37,6	27,6	4363
40	42,9	107	92,5 (99)	44,8 (48)	51,4 (55)	12,0	55,2	27,2	4195
50	45,3	108	91,7 (99)	7,4 (8)	1,8 (2)	2,8	26,0	50,0	3175
60	44,7	110	73,6 (81)	0,9 (1)	-	1,5	-	-	0
70	43,4	99	82,8 (82)	1,0 (1)	-	2,5	-	-	0
80	43,7	96	93,7 (90)	-	-	-	-	-	0
90	44,3	104	82,7 (86)	-	-	-	-	-	0
100	45,0	91	78,0 (71)	-	-	-	-	-	0
Toplam/ Ort.	Ort.:44,4	Top.:1036			21,6 (224)				

Kontrol grubu %50 değeri = a sabiti + b sabiti x EMD ($y = a + bx$)

$$(17,5000/2) = 20,5228 + (-0,2794) \times \text{EMD}$$

$$\text{EMD} = 42,1074 \text{ Gy} \quad R^2 = 0,8660$$

Yaklaşık %86,6 olasılıkla EMD dozu **42,1 Gy**'dir.

Mutasyon Frekansı (%) Çizelge 4.1'de görülmek üzere %5,9 ile 20 Gy'de en düşük, %50 ile 50 Gy'de en yüksek hesaplanmıştır. %27,6 ile 30 Gy ve %27,2 ile 40 Gy'de birbirine yaklaşık değerlere sahiptir.

4.1.5. Birinci Işınlamanın M_1V_1 ve M_1V_2 Gözlemleri

M_1V_1 generasyonunda (Şekil 4.4) önemli olan optimum bakım koşullarında en fazla sayıda bitkiyi yaşatarak bir sonraki generasyon için sağlıklı bitkileri geliştirmektir. M_1V_1 generasyonunda 30 Gy dozundaki No.34 bitkisinin (30-34) üzerindeki ikinci sürgünde küçük ve dalgalı yaprakçık gözlenmiştir (Şekil 4.4a, c). 20-12 bireyinde dişi çiçek oluşumu gözlenmiştir (Şekil 4.4b).

M_1V_2 generasyonunda (Şekil 4.5) etkiler gözlenmeye devam etmektedir. Gama ışınlaması yapılan bitkilerin alt yapraklarında deformasyon gözlenmiştir (Şekil 4.5b). Bazı yaprakların alt bölümünün bir yarısındaki yaprakçıklar oluşmamıştır (Şekil 4.5c).

Birinci ışınlama denemesinin sonunda 14 Ağustos 2018'de yapılan son ölçümde M_1V_2 'deki en yüksek yaşayan bitki kontrol (0 Gy) (%65,4) uygulamasından elde edilirken en düşük 50 Gy (%1,8) uygulamasında gözlenmiştir (Çizelge 4.2).

4.1.6. Klorofil Yoğunluğu

M_1V_1 bitkilerindeki klorofil yoğunluğu 3175 (50 Gy) ile 4763 (10 Gy) arasında değişiklik göstermiştir. Kontrol (0 Gy) ise 4268 ile 30 Gy ile 40 Gy arasında yer almıştır (Çizelge 4.1, Şekil 4.5).

M_1V_2 bitkilerindeki klorofil yoğunluğu 2671 (50 Gy) ile 5128 (10 Gy) arasında değişmiştir. Kontrol (0 Gy) ise 3565 ile 30 Gy ile 40 Gy arasında yer almıştır. Gama dozu arttıkça klorofil yoğunluğu azalmaktadır (Çizelge 4.2, Şekil 4.6).

Çizelge 4.2. Birinci ışınlamadan elde edilen M_1V_2 verileri

Doz (Gy)	Aşıl原因 Toplam Bitki (Adet) 27.04.2017	Yaşayan Bitki Oranı (%), Sayısı (Adet) 14.08.2018	Sürgün Uzunluğu (cm) 14.08.2018	Klorofil Yoğunluğu (Üst) 14.08.2018
0	52	65,4 (34)	32,2	3565
10	85	47,0 (40)	30,7	5128
20	82	62,2 (51)	33,5	4926
30	103	43,7 (45)	31,6	4634
40	97	51,5 (50)	28,0	3278
50	108	1,8 (2)	15,5	2671
60	110	-	-	-
70	99	-	-	-
80	96	-	-	-
90	104	-	-	-
100	91	-	-	-
Toplam/ Ort.	Top.:1036	Ort.: 21,4 Top.:(222)		



a



b

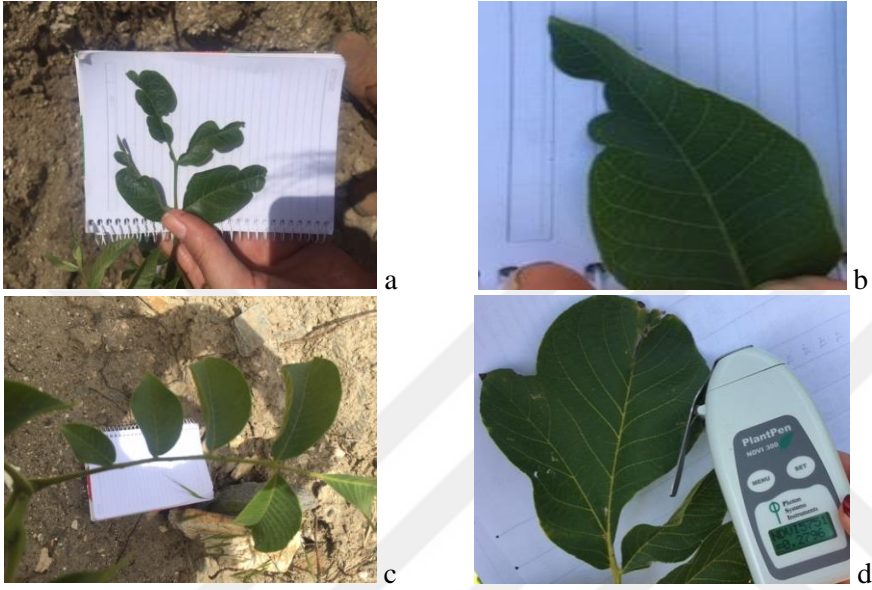


c

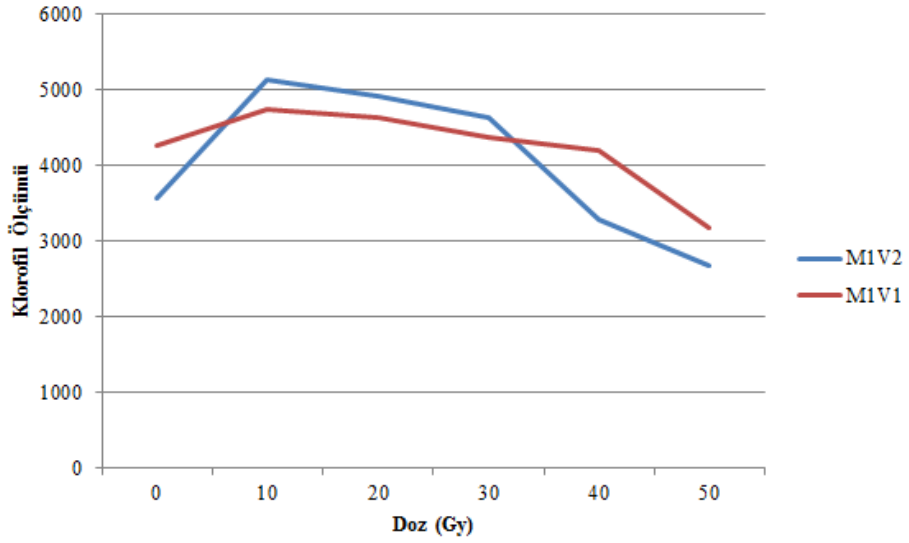


d

Şekil 4.4. M_1V_1 generasyonunda görülen fizyolojik zararlanmalar a-b) yapraktaki morfolojik değişiklik, c) erken dişi çiçek oluşumu, d) 70 Gy 2,5 cm sürdükten sonra kuruma



Şekil 4.5. M_1V_2 generasyonunda görülen fizyolojik zararlanma a-b) yapraktaki morfolojik değişiklik c) yaprakçık eksiklikleri d) bitişik yaprak



Şekil 4.6. M_1V_1 ve M_1V_2 generasyonundaki klorofil yoğunlukları

4.2. İkinci Işınlama

27 Eylül 2017 tarihinde yapılan ikinci ışınlamadan elde edilen veriler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

4.2.1. Nem Oranı (%)

Durgun göz aşısı döneminde, 27 Eylül 2017'de alınan aşı gözlerinin nem içeriği Çizelge 4.3'te verilmiştir. Aşı gözlerinin nem içeriği %55,0 (0 Gy) ile %60,0 (40 Gy) uygulamaları arasında değişmiş ve ortalama **%57,4** olmuştur.

4.2.2. Aşı Tutma Oranı (%)

12 Mayıs 2018'deki ikinci ışınlamanın bitkilerinde aşı tutma oranı belirlenmiştir. En düşük aşı tutma oranı %39,5 ile 0 Gy uygulamasında gözlenirken en yüksek aşı tutma oranı %82,3 ile 20 Gy uygulamasında elde edilmiştir.

4.2.3. Sürgün Uzunluğu (cm)

İkinci ışınlama döneminde ilk sürgün uzunluğu 12 Mayıs 2018'de ve son sürgün uzunluğu 25 Ağustos 2018 tarihlerinde ölçülmüştür (Çizelge 4.3; Şekil 4.7).

EMD hesaplanması için kullanılan ilk sürgün uzunluklarına, birinci ve ikinci ışınlamada en fazla sürgün uzunluğuna 20 Gy'de rastlanmıştır. en düşük birinci ışınlamada 60 Gy'de (1,5 cm) ve ikinci ışınlamada 40 Gy (5,7 cm)'de bulunmuştur.

25 Gy'deki No.25 bitkisi 190 cm'ye ulaşarak en uzun iken No.26 bitkisi 23 cm ile en kısa olmuştur.

Kontrol grubu %50 değeri = a sabiti + b sabiti x EMD ($y = a + bx$)

$$32,4000/2 = 31,2978 + (-0,7191) \times \text{EMD}$$

$$\text{EMD} = 29,9956 \text{ Gy} \quad R^2 = 0,9455$$

Yaklaşık %94,6 olasılıkla EMD dozu **20,9** Gy'dir.

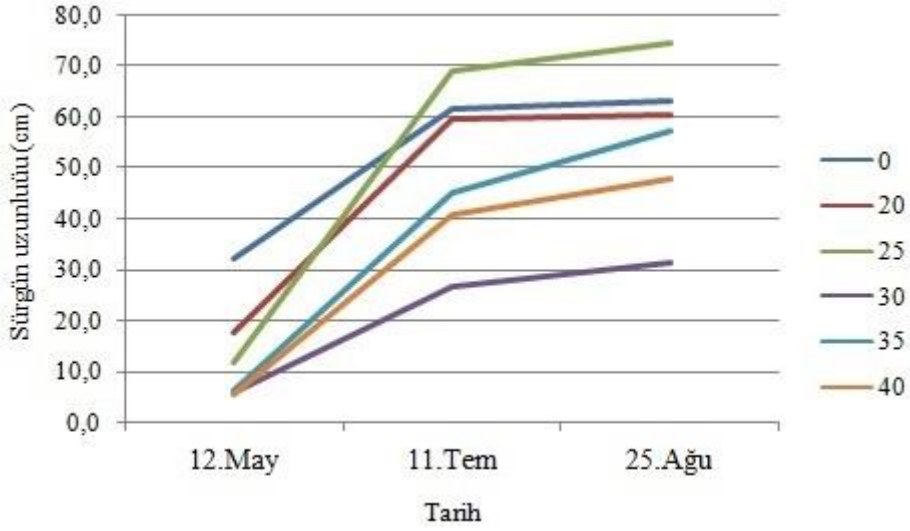
Mutasyon Frekansı (%) Çizelge 4.3'de görölmek üzere %4,7 ile 20 Gy'de en düşük, %25,0 ile 35 Gy'de en yüksek hesaplanmıştır. %7,5 ile 25 ve 40 Gy aynı değerlere sahiptir.

4.2.5. Klorofil Yoğunluğu

Klorofil yoğunluğunda en yüksek değer 3756 ile 40 Gy'de gözlenirken, en düşük 3097 ile 30 Gy'de bulunmuştur. Kontrol (0 Gy) ise 3435 değerine sahip olmuştur. 3727 ile 25 Gy ve 3726 ile 35 Gy birbirlerine çok yakın değerler vermiştir.

Çizelge 4.3. İkinci ışınlamadan elde edilen M_1V_1 verileri

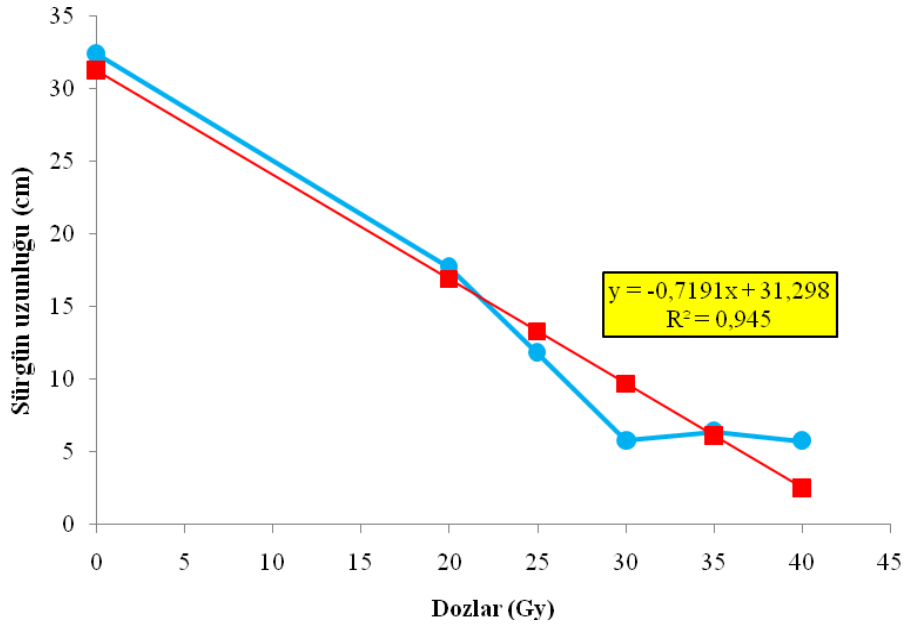
Doz	Nem Oranı (%) 30.09.2017	Aşılana Toplam Bitki (Adet) 28.09.2017	Aşı Tutma Oranı (%) 12.05.2018	Yaşayan Bitki Oranı (%), Sayısı (Adet) 25.08.2018	Sürgün Uzunluğu (cm)			MF (%) 25.08.2018	Klorofil Yoğunluğu (Üst) 25.08.2018
					12.05.2018	11.07.2018	25.08.2018		
0	55,0	38	39,5	39,5 (15)	32,4	61,5	63,1	0,0	3435
20	55,9	51	82,3	82,3 (42)	17,7	59,7	60,4	4,7	3577
25	58,4	51	80,4	78,4 (40)	11,7	69,0	74,4	7,5	3727
30	57,4	50	46,0	40,0 (20)	5,8	26,9	31,6	20,0	3097
35	57,7	51	56,0	47,0 (24)	6,4	45,2	57,2	25,0	3726
40	60,0	53	41,5	37,7 (20)	5,7	41,0	48,1	7,5	3756
Toplam/ Ort.	Ort.: 57,4	Top.:294		Top.:161					



Şekil 4.7. İkinci ışınlama sürgün uzunluğu ölçümü (cm)

4.2.4. İkinci Işınlamada EMD ve MF Hesaplanması

EMD, ilk sürgün uzunluklarının ölçüldüğü zaman 20,9 Gy olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3, Şekil 4.8).



Şekil 4.8. İkinci ışınlamadan sonra elde edilen sürgün uzunluğu

4.3. Üçüncü Işınlama

26.04.2018'de yapılan üçüncü ışınlama denemesinin verileri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Üçüncü ışınlamadan elde edilen M_1V_1 verileri

Doz (Gy)	Nem oranı (%) 28.04.2018	Aşılanan toplam bitki (adet) 27.04.2018	Aşı tutma oranı (%) 11.07.2018	Yaşayan bitki oranı (%), sayısı (adet) 25.08.2018	Sürgün uzunluğu (cm)		MF (%) 25.08.2018	Klorofil yoğunluğu (üst) 25.08.2018
					11.07.2018	25.08.2018		
42	50,7	303	32,0	32,0 (97)	12,1	27,0	21,6	5041

4.3.1. Nem Oranı (%)

Erken sürgün döneminde EMD ışınlanan aşı gözlerinin nem içeriği %50,7'dir (Çizelge 4.4).

4.3.2. Aşı Tutma Oranı (%)

Ana popülasyonun oluşturulduğu 42 Gy EMD dozunda aşı tutma oranı %32,0 ile oldukça düşmüştür (Çizelge 4.4, Şekil 4.1d).

4.3.3. Sürgün Uzunluğu (cm)

Işınlamadan yaklaşık 60 gün sonra (11 Temmuz 2018) süren aşı gözlerinde oluşan sürgün uzunluklarının ortalaması 12,1 cm'dir. Sürgün uzunluğu en düşük 0,5 cm, en fazla 27 cm olmuştur. 25 Ağustos 2018 ölçümünde sürgün uzunluğu 27,0 cm'ye çıkmıştır (Çizelge 4.4).

4.3.4. Klorofil Yoğunluğu

Klorofil değeri 5041 ile birinci ve ikinci ışınlama denemelerine göre oldukça yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.4).

5. SONUÇ

Erken sürgün göz aşısı döneminde 42,1 Gy hesaplanan EMD'ye göre, sürgünlerin durgun göz aşısı döneminde nem içeriğinin yüksek olduğu zamanda alınıp aşılandığı ikinci ışınlamada EMD değeri 20,9 Gy hesaplanıp değer yarıya düşmüştür. Nem oranı birinci ışınlamada erken sürgün göz aşısı döneminde %44,4 iken ikinci ışınlamada durgun göz aşısı döneminde %57,4 ve üçüncü ışınlamada erken sürgün göz aşısı döneminde %50,7 bulunmuştur. Birinci ve üçüncü ışınlama dönemlerinde dormant aşı kalemleri kullanılmasına rağmen nem içerikleri farklı çıkmıştır. Bunun nedeni, aşı kalemlerinin nem içeriğinin, birinci denemede ışınlamadan beş gün sonra, üçüncü denemede ise ışınlamadan bir gün sonra belirlenmesi olabilir. Nem içeriği daha yüksek olan aşı kalemleri kobalt-60 ışınlamasından daha çok etkilenebilir (Gechev vd., 2005, Kunter, 2018, kişisel görüşme). Bu çalışmadaki ikinci denemede kullanılan, aynı büyüme mevsimi içerisindeki sürgünlerden hazırlanan, daha yüksek nem içeriğine (%57,4) sahip olan aşı kalemlerinin EMD'sinin (20,9 Gy) daha düşük bulunması yukarıdaki bilgiyi teyit etmektedir. Ortamda bulunan yüksek nem oranı hidrojen peroksit oluşumunu tetiklemiş olabilir.

Daha önceki yapılan mutasyon çalışmalarında belirtildiğine göre vejetatif olarak üretilen bitkilerde materyalin gelişme dönemi elde edilecek mutant için önemlidir. Kabaran tomurcuk bulunduran kalemlere radyasyon uygulanmasında, dormant tomurcuklara göre daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Einset ve Pratt, 1975; Anonim, 1977; Broertjes ve van Harten, 1978; Rathjen ve Robinson, 1992). Yapılan bu çalışmada elde edilen verilerle aşı tutma oranı birinci ışınlamada %22,8, ikinci ışınlamada %58,5 ve üçüncü ışınlamada %32,0 bulunmuştur. Bu veriler de yukarıdaki kaynakların belirttiği üzere, dormant aşı kalemleriyle yapılan erken sürgün yongalı göz aşılarında daha düşük aşı tutumunu açıklamaktadır.

Klorofil yoğunlukları birinci ışınlamadaki M_1V_1 ve M_1V_2 ölçümlerinde 10 Gy (4743 ve 5128)'de en yüksek, 50 Gy (3175 ve 2671)'de en düşük bulunması, farklı vejetasyon dönemleri içinde aynı doz uygulanan bitkilerde klorofil yoğunlukları değiştirmemiştir.

Birinci ışınlamada, 60 Gy ve 70 Gy EMD hesaplanmasında kullanılan ilk sürgün uzunlukları ölçümünde birer tane olmak üzere aşı tutan bitkiye sahip olmuştur. Bir sonraki sürgün boyu ölçümünde bu bitkiler kurumuştur. 50 Gy'de iki bitki

bulunmaktadır. Düzenli aralıklarla sürgün uzunlukları ölçülen bitkilerde 30 Gy ile 40 Gy parselinde kontrol grubuna göre bitki boyu kısa olduğu gözlenmiştir. İlk gözlem tarihinden son gözleme göre farklı sonuçlar elde edilmesi, radyasyonun biyolojik ve fizyolojik etkilerinden kaynaklanmaktadır (Kunter, 2018, kişisel görüşme). Yakıcılık ve sekonder ölümlerin görülmesiyle her gözlemde bitki sayılarında düşmeler görülmüştür.

Durgun göz aşısı döneminde yapılan yongalı göz aşısı bitkilerinin, erken sürgün göz aşısı yapılan bitkilerden daha güçlü ve sağlıklı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni bitki kök kuvvetinin durgun dönemden aktif vejetasyon dönemine geçerken yüksek olması ve bitkinin aşı tutma enerjisini tamamlamış tüm potansiyelini vegetatif gelişiminde harcamasından dolayı olabilir.

Yapılan çalışmalarda mutasyon frekansları farklılık gösterebilir. Bu fark seçilen materyalin çeşit düzeyinde mutasyona genetik yatkınlığının yanı sıra doğru belirlenmiş EMD'a ve doğru yapılmış gözlemlere dayanmaktadır. MF, EMD belirlenerek yapılan ışınlamalarda en yüksek değere ulaşır (Predieri ve Zimmerman, 2001). Bu çalışmada, her denemede uygulanan tüm kobalt-60 dozları dikkate alındığında, birinci ışınlamada MF= %16,4, ikinci ışınlamada MF= %13,0 ve üçüncü ışınlamada MF= %21,0 olarak bulunmuştur.

Herhangi bir değişiklik göstermeyen bireylerde hacimsel olarak daha küçük olan uyur gözler sürmeye zorlanmalıdır. Bu tip gözlerden kalıcı mutant gelişimi görülebilir (Bado, 2015). Bu çalışmada da birinci ışınlamada 40 Gy'in 37 no'lu, 9 no'lu, 46 no'lu bitkilerinde, 30 Gy'in 13 no'lu bitkisinde gözlem yapılan beş farklı zamanda hiçbir değişikliğe rastlanmamıştır.

Kunter vd. (2009, 2012) kirazda aşı kalemlerine 5 Gy artırılarak 25-60 Gy arasında kobalt-60 uygulamışlar; EMD'nu 33,8 Gy ve MF'nı %4,1 bulmuşlardır. Bu tez çalışmasında ise gama ışınlaması 10 Gy artırılarak 0-100 Gy arasında uygulanmış; EMD=42,1 Gy ve MF=% 16,4 bulunmuştur.

Kütdiken limon çeşidinde. M_1V_3 sonunda 478 bitki elde edilmiştir. Sağ kalan bitki sayısı en yüksek 30 Gy'de, en düşük 90 Gy'de olmuştur (Gulsen vd., 2007; Uzun vd., 2008). Bu çalışmanın birinci ışınlaması M_1V_2 'de 224 bitki kalırken en yüksek 40 Gy'de 55 bitki, en düşük 50 Gy'de 2 bitki kalmıştır. İkinci ışınlamadan 161

bitki ile en yüksek 20 Gy'de 42 bitki, en düşük 40 Gy-30 Gy'de 20 bitki görülmüştür. Üçüncü ışınlamadan ise 97 bitki elde edilmiştir.

NIAB Kinnow çeşidi 2017'de, 20 Gy gama ışınında ışınlanan yerel Kinnow'un tomurcuklarından geliştirilen çeşidin ağacı çok güçlü, geniş ve yoğun yapraklanma oluşturan formda yayılış göstermiştir (Anonim, 2018). Bu çalışmada durgun dönemde yapılan ikinci ışınlamanın 20 Gy dozunda ölçülen ilk sürgün uzunlukları 17,7 cm ile en uzun ve güçlü gelişme göstermiştir.

Öneri olarak bundan sonraki çalışmalarda:

- Bu gama ışınlama çalışmasından elde edilen bitkilerin mümkün olursa M_1V_3 generasyonuna kadar izlenerek muhtemel mutant tipler belirlenebilir.
- Muhtemel mutant tiplerin UPOV kriterlerine göre fenolojik, morfolojik ve pomolojik özellikleri kaydedilebilir.
- Diğer ceviz çeşitlerinin kobalt-60 gama ışınlamasına hassasiyetleri belirlenebilir.
- Her ışınlama dozu uygulamasında eşit sayıda bitki aşılmalıdır.
- Sonraki çalışmalarda uygulanacak kobalt-60 gama ışını dozlarında aynı ışınlama hızlarının (Gy/h) kullanılması önerilir.

KAYNAKLAR

- Ahloowalia, B. S., Maluszynski, M., Nichterlein, K. 2004. Global impact of mutation-derived varieties. **Euphytica** 135: 187-204.
- Akça, Y. 2005. Ceviz Yetiştiriciliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Daire Başkanlığı Matbaası. Ankara. 239 S.
- Altaf, N., Iqbal, M. M., Khan, E. U. 2004. Towards a seedless cultivar of Kinnow mandarin VII. Natural and induced variability. **Pak. J. Bot.** 36(1): 93-102.
- Anonim, 1977. Manual on mutation breeding, IAEA, Vienna, Austria, pp. 150-160.
- Anonim, 2018. International Atomic Energy Authority, Mutant Variety Databases (<https://mvd.iaea.org/>).
- Bado, S. 2015. Advances in Plant Mutation Breeding. University of Natural Resources and Life, Department of Biotechnology, Doctorate Thesis, Vienna, Austria. p. 290.
- Başer, İ., Bilgin, O., Korkut, K. Z., Balkan, A. 2007. Makarnalık buğdayda mutasyon ıslahı ile bazı kantitatif karakterlerin geliştirilmesi. **Tarım Bilimleri Dergisi** 13(4): 346-353.
- Bishop, C. H. 1967. Radiation induced mutations in vegetatively propagated tree fruits. **XVII. International Horticultural Congress**, Italy, pp. 15-17.
- Blažek, J. 2011. Apple cultivar 'James Grieve Super Compact ['Nova odruda jablone 'James Grieve Double Red' with English abstract]. **Vedecke Prace Ovocnarske** 14: 127-130.
- Broertjes, C., van Harten, M. A. 1978. Application of mutation breeding methods in the improvement of vegetatively propagated crops. New York, USA, pp. 1-3.
- Çavdar, G., Ertürk, Ü. 2017. Bazı ceviz (*Juglans regia* L.) çeşitlerinde dinlenmenin karşılanması için gerekli soğuklama ve sıcaklık toplamı ihtiyaçlarının belirlenmesi. **BAHÇE** 46 (Özel Sayı 2): 57-64.

- Çiftçi, C. Y., Şenay, A. 2005. Makarnalık buğdayda (*Triticum durum* Desf.) gama ışını ve EMS'in farklı dozlarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasının M2 bitkilerinde etkileri. **Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi** 14: 41-49.
- Çoban, H. 2003. Vegetatif olarak üretilen bitkilerde mutasyon ıslahı. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 17(31): 62-67.
- Davies, F. S., Albrigo, L. G. 2005. Turunçgiller (Çev: Z. Dalkılıç). Adnan Menderes Üniv. Yay. No:22, Aydın, 272 S.
- Değirmenci, D. 2006. Sultani Çekirdeksiz ve Kalecik Karası Üzüm Çeşitlerinde Uyarılmış Mutasyon Etkilerinin Sitolojik ve Moleküler Tanımlanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Donini, B. 1975. The use of radiation to induce useful mutations vegetatively propagated plants. IAEA, Vienna, Austria, pp. 55-65.
- Donini, B. 1992. FAO/IAEA International training course on the induction and use of mutations in plant breeding. Seibersdorf, Austria, pp. 1-10.
- Einset, J., Pratt, C. 1975. Grapes. In: Advances in Fruit Breeding (Eds: Janick, J., Moore, J. N). Purdue Univ. Press, West Lafayette, Indiana, USA, pp. 130-153.
- Gechev, T. S., Minkov, I. N., Hille, J. 2005. Hydrogen peroxide-induced cell death in Arabidopsis: transcriptional and mutant analysis reveals a role of an oxoglutarate-dependent dioxygenase gene in the cell death process. *IUBMB Life*, 57(3): 18-188.
- Gulsen, O., Uzun, A., Pala, H., Canihos, E., Kafa, G. 2007. Development of seedless and *Mal Secco* tolerant mutant lemons through budwood irradiation. **Sci. Hort.** 112: 184-190.
- Hadju, E., Körösi., F., Szabo, E. J. 1995. Studies on varietal vine selection. **Proceedings of the International Symposium on Clonal Selection**, Yalta, Crimea. pp. 124-26.

- Kara, C. 2014. Nagami kamkatı aşısı kalemlerinin kobalt-60 ışınlanmasına dayanımının belirlenmesi ve farklı genotiplerin RAPD belirteçleri ile tanımlanması. Adnan Menderes Üniv. FBE Bahçe Bitkileri ABD YL tezi (basılmamış), Aydın, 67 S.
- Khalil, S. A., Sattar, A., Zamir, R. 2011. Development of sparse-seeded mutant Kinnow (*Citrus reticulata* Blanco) through budwood irradiation. **African Journal of Biotechnology** 10(65): 14562-14565.
- Kunter ,B., Kantaoglu, Y., Baş, M., Burak, M. 2009. Mutasyon ıslahıyla kirazda yeni tiplerin geliştirilmesi. **X. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi**, (6-9 Ekim 2009) s:321-332, Muğla.
- Kunter, B. 2018. Kişisel görüşme. TAEK, SANAEM, Ankara.
- Kunter, B., Baş, M., Kantoğlu, Y., Burak, M. 2012. Mutation breeding of sweet cherry (*Prunus avium* L.) var. 0900 Ziraat. In: Plant Mutation Breeding and Biotechnology, Ed. Q. Y. Shu, B. P. Foster, and H. Nakagawa. Joint FAO/IAEA Programme, Vol: 1, Chapter 34: 453-463.
- Latado, R. R., Neto, A. T., Ando, A., Iemma, A. F., Junior, J. P., Figueiredo, J. O., Pio, R. M., Machado, M. A., Namekata, T., Ceravolo, L., Rossi, A. C. 2001. Mutantes de laranja-‘Pêra’ com número reduzido de sementes, obtidos através de mutações induzidas. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP**, 23(2): 339-344.
- Maluszynski, M., Szarejko, I., Bharia, C. R., Nichterlein, K., Lagoda, P. J. L. 2009. Methodologies for generating variability Part 4: mutation techniques. Ch:8, pp. 159-194. In: Plant Breeding and Farmer Participation. FAO, Rome, Italy, 671 p.
- Mohammadi, S. A., Prasanna, B. M. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools. **Crop Science** 43:1235-1248.
- Oladosu, Y., Rafii, M. Y., Abdullah, N., Hussin, G., Ramli, A., Rahim, H. A., Miah, G., Usman, M. 2016. Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement: a review. **Biotechnology and Biotechnological Equipment** 30(1): 1-16.

- Özbek, S. 1977. Özel Meyvecilik. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No., Ankara.
- Özen, M., Kocataş, H., Çobanoğlu, F., Ertan, B., Kösoğlu, İ., Tan, N., Şahin, B., Belge, A., Konak, R., Aksoy, U., Gülşen, O. 2017. Mutation breeding studies on fig. **Acta Hort.** 1173: 93-98.
- Predieri, S., Zimmerman, R. H. 2001. Pear mutagenesis: In vitro treatment with gamma-rays and field selection for productivity and fruit traits. **Euphytica** 3: 217-227.
- Rathjen, H., Robinson, P. S. 1992. Characterisation of a variegated grapevine mutant showing reduced polyphenol oxidase activity. **Aust. J. Plant Physiol.** 19(1): 43-54.
- Sakuma, N., Munakata, T., Yamaga, H., Kunisawa, T., Matsuno, H. 1999. New peach cultivar 'Fukuekubo'. Bull. Fukushima Prefectural Agricultural Experiment Station 17: 1-5 (in Japanese with English summary)
- Spiegel-Roy, P., Vardi, A., Yaniv, Y., Fanberstein, L., Elhanati, A., Carmi, N. 2007. 'Ayelet' and 'Galya': new seedless lemon cultivars. **HortScience** 42(7): 1723-1724.
- Şen, S. M. 2011. Ceviz Yetiştiriciliği. ÜÇM Matbaası, Ankara, 220 S.
- Şeniz, V. 1990. Bahçe Bitkileri Islahı. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları:13, Bursa.
- Tekintaş, F. E., Şen, S. M., Akça, Y., Erdoğan, V., Ertürk, Ü., Sütyemez, M., Dalkılıç, Z. 2014. Following walnut footprints in Turkey, pp: 401-408. In: Following Walnut Footprints (*Juglans regia* L.): Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses. (ed: D. Avanzato). **Scripta Horticulturae** No.17, 442 p.
- Uzun, A., Gulsen, O., Kafa, G., Seday, U. 2008. 'Alata', 'Gulsen', and 'Uzun' seedless lemons and 'Eylul' early-maturing lemon. **HortScience** 43(6): 1920-1921.

Vardi, A., Levin, I., Carmi, N. 2008. Induction of seedlessness in citrus: from classical techniques to emerging biotechnological approaches. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 133(1): 117-126.

Wünsch, A., Hormoza, J. I. 2002. Cultivar identification and genetic fingerprinting of temperate fruit tree species using DNA markers. **Euphytica** 125: 59-67.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sinem SANLI

Doğum Yeri ve Tarihi : Nazilli/AYDIN-02.06.1989

EĞİTİM DURUMU

Önlisans Öğrenimi : Ege Üniversitesi Ödemiş Meslek Yüksek Okulu
Organik Tarım Programı, İzmir (2008-2010)

Lisans Öğrenimi : Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ (2010-2015)

Yüksek Lisans Öğrenimi : Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen
Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı,
Aydın (2016-2018)

Yabancı Diller :İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

--

İLETİŞİM

E-Posta Adresi :sinem-sanli@hotmail.com

Tarih : 07/09/2018