Erciyes Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
Cilt 41, Sayı 2, 2025

ErciyesUniversity
Journal of Institue Of ScienceandTechnology
Volume 41, Issue 2, 2025

Farklı Yerel Patlıcan (*Solanummelongena* L.) Genotiplerinin Transformasyon Etkinliklerinin Belirlenmesi

Şerife KOÇ[1], Hasan PINAR*[2]

[1]Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, KAYSERİ
*[2]Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, KAYSERİ

(Alınış / Received: 17.02.2025, Kabul / Accepted: 17.08.2025, Online Yayınlanma/ Published Online: 30.08.2025)

Anahtar Kelimeler
Patlıcan,
Agrobacterium,
transformasyon etkinliği

Öz: Bu çalışmada Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen farklı yerel patlıcan genotiplerinin transformasyon etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada bitkisel materyal olarak 7 farklı yerel patlıcan genotipi(Yamula, Kemer, Topan,Pala, Aydın Siyahı, Bilecik ve Gaziantep) kullanılmıştır. *Agrobacterium*aracılı transformasyon için protocol 2 farklı(P1 ve P2) kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre P1 Yamula ve Gaziantep genotiplerinde rejenerasyon etkinliğı %1 olarak belirlenirken diğer genotiplerden rejenerasyon elde edilememiştir. Protokol 2'de ise transformasyon etkinliği %2-13 arasında elde edilmiştir En yüksek bitkiye dönüşüm Gaziantep(% 13) ve Yamula(%11) genotiplerinden elde edilirken en düşük bitkiye dönüşüm Aydın Siyahı genotipinden elde edilmiştir. Kültüre alınan eksplantlardan elde edilen rejenerasyon etkinliği ise %2-13 arasında değişirken en yüksek rejenerasyon etkinliği Gaziantep genotipinde (%13) belirlenmiştir. Protokol 2'de bütün genotiplerden bitkiye dönüşüm sağlanmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular Türkiye'de lokal olarak yetişen patlıcan genotiplerinin transformasyon etkinliklerinin protokole ve genotipe göre değiştiği bunun nedeninin ise genotiplerin sahip olduğu genetik yapının transformasyon etkinliğinde önemli etkiye sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Determination of TransformationEfficiency of DifferentLocalEggplant (*Solanummelongena* L.) Genotypes

Keywords
Eggplant,
Agrobacterium,
transformationefficiency

Abstract: The objective of this study was to ascertain the transformation efficiency of diverse local aubergine genotypes cultivate dextensively in Türkiye. The study utilised seven distinct local aubergine genotypes (Yamula, Kemer, Topan, Pala, Aydın Siyahı, Bilecik and Gaziantep) as plant material. Two different protocols (P1 and P2) were employed for *Agrobacterium*-mediated transformation. The outcomes of the study indicated that regeneration efficiency was 1% forthe Yamula and Gaziantep genotypes in Protocol 1, while noregeneration was observed for the other genotypes. The highest regeneration efficiency was observedfor the Gaziantep (13%) and Yamula (11%) genotypes, while the lowest was observed for the Aydın Siyahı genotype. The range of regeneration efficiency observed for the cultured explants was from 2-13%, with the highest recorded efficiency seen in the Gaziantep genotype (13%).It is noteworthy that all genotypes were successfully transformed in accordance with Protocol 2. The findings of this study imply that the transformation efficiency of eggplant genotypes grown in Türkiye is contingent on the protocol and genotype, suggesting that the genetic composition of these genotypes significantly impact tstransformation efficiency.

*İlgili Yazar, email: hpinarka@yahoo.com

1. Giriş

Patlıcan (*Solanummelongena* L.) Solanaceae familyasına ait olup tüm dünyada yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan bir sebzedir[1]. Dünya sebze üretimi içerisinde patlıcan, domates, hıyar ve biberden sonra dördüncü sırada yer almaktadır.

Dünya nüfusun hızla büyümesi, gıda dağılımındaki yetersizlikler, hasat sonrası meydana gelen kayıplar nedeni ile üretici ve tüketici talepleri doğrultusunda patlıcanda ıslah çalışmaları giderek artmaktadır. Fakat kullanılan klasik ıslah yöntemlerinin uzun zaman alması, maliyetinin yüksek olması gibi olumsuz pek çok faktörler sebebi ile biyoteknolojik yöntemler hızlı şekilde ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere ıslahçılar tarafından dahil edilmiştir. Fakat biyoteknolojik yöntemlerinpatlıcan ıslah çalışmalarına entegre edilmesidomates ve biberinde içerisinde yer aldığı türlerile kıyaslandığında oldukça geriden geldiği bildirilmektedir[2]. Özellikle doğrudan gen transferi veya CRISPR Cas9 ile diğer türlerde olduğu gibi patlıcanda da yeni özelliklerin kazandırılması ıslah programlarına önemli katkı sunabilmektedir. Ancak özellikle gen transferinde türlerin gen transferi etkinliği genotipe ve gen transfer yöntemlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Birçok türde olduğu gibi patlıcanında yer aldığı *Solanaceae* familyasında yaygın olarak kullanılan yöntem *Agrobacterium* aracılığıyla yapılan transformasyondur. *Agrobacterium* aracılı transformasyon, bitki ıslahı için en yaygın kullanılan genetik mühendisliği yöntemidir. Söz konusu yöntem yabancı genlerin konakçı bitkide gen ekspresyonun arttırılması, bitkide negatif etkiye sahip genlerin RNAi ve CRISPR gibi yöntemlerde ekspresyonunun azaltılması ve bloke edilmesi(knock-down) veya gen düzenleme teknolojileri ile nokta mutasyonların oluşturulması için tercih edilmektedir.*Agrobacterium* aracılı genetik transformasyon, farklı germplazmlardan elde edilen genlerin transferleri ile bazı hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık (R genleri) gibi yararlı yeni özelliklerin ekonomik değeri yüksek türlere aktarılması, partenokarpi ve biyolojik olarak zenginleştirilmiş meyvelerin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.Bugüne kadar yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla bitkisel üretim programlarında konvansiyonel ıslah yaklaşımları başarıyla uygulanmıştır.Ancak bunlar çok fazla zaman, maliyet ve insan gücü gerektirmektedir. Bu tür sınırlamalar, önemli tarımsal özelliklerin manipülasyonu için son teknoloji genetik mühendisliği teknolojilerinin kullanılabilirliği sayesinde artık kolayca aşılabilmektedir. Bu nedenle *Agrobacterium* aracılı genetik mühendisliği, patlıcan (*Solanummelongena* L.) ıslahında geleneksel ıslah yöntemlerine güçlü bir alternatiftir. Transgenik ve genom düzenleme uygulamalarının uygulanarak geliştirilmiş patlıcan çeşitlerinin geliştirilmesi için kolay, etkili ve tekrarlanabilir bir *Agrobacterium* aracılı transformasyon protokolünün varlığı ön koşuldur. Bugüne kadar patlıcanda genetik transformasyon etkinliğinden genotip etkisini rapor eden çok az sayıda çalışma bulunmaktadır [3-4]. Ancak, daha önce yapılan çalışmalar özellikle etkin ve tekrarlanabilir bir *Agrobacterium* aracılı transformasyon protokolünün geliştirilmesine odaklanmamıştır. Bu çalışmaların çoğunda gen karakterizasyonuna ve transgenik patlıcan geliştirmeye amacıyla ortam bileşimine [5-6] eksplant tiplerine [7-8-9] odaklanmış veya büyüme düzenleyicilerin ve transgenik bitkilerin seleksiyonunda kullanılan antibiyotiklerin [10] ve taşıyıcı vektörlerin [11] patlıcan transformasyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ancak genetik transformasyonun başarı oranının eksplant kaynakları, genotip veya genetik yapı, ortamın pH'ı, büyüme koşullarının sıcaklığı, sıvı süspansiyon kültürü ve ko-kültür ortamındaki *Agrobacterium* hücre yoğunluğu, ko-kültürün süresi, antibiyotik seleksiyonbaskısı, sürgün uzaması veya rejenerasyon ortamının hormonal bileşimi vb. gibi çok faktörden etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle, genetik transformasyonun başarısını etkileyen bu önemli faktörlerin anlaşılması için patlıcan transformasyonu ve rejenerasyonunun kapsamlı bir şekilde incelenmesi önemlidir. Farklı genotiplerin genetik yapısı ve eksplant kaynağı, patlıcan rejenerasyonuna ve transformasyon etkinliğine farklı tepkileri etkileyen önemli bir faktördür [7].Patlıcanda ilk başarılı genetik transformasyon 1988 yılında gerçekleştirilmiş olmasına rağmen [12], bugüne kadar transformasyon etkinliği %8 ile %23 arasında başarı elde edilmiş fakat domates gibi türlerle kıyaslandığında hala düşük olarak kabul edilmektedir[11-13].

Türkiye patlıcan üretiminde oldukça önemli potansiyele sahiptir[14]. Türkiye'de çok sayıda patlıcan çeşidi üretimde kullanılmakta olup bunlardan birçoğu yerel standart çeşitlerden oluşmaktadır. Patlıcan ıslahında markıryardımıyla seleksiyon ve doublehaploid gibi biyoteknolojik uygulamalar mevcut olmasına rağmen gen transferi konusunda yeterli çalışma mevcut değildir. Özellikle son yıllarda CRISPR/Cas9 teknolojisi gibi uygulamaların yaygınlaşması ve söz konusu yöntemlerin ülkemiz patlıcan ıslahı programlarında da kullanılması söz konusu olabilecektir. Bu çalışmaların ilk adımı çalışılacak genotiplerin transformasyon etkinliğinin belirlenmesidir.

Buradan hareketle bu çalışmada, farklı yerel patlıcan genotiplerinin transformasyon etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular gelecekte yerli çeşitler ile yapılacak olan genetik mühendisliği çalışmalarına ışık tutabilecektir.

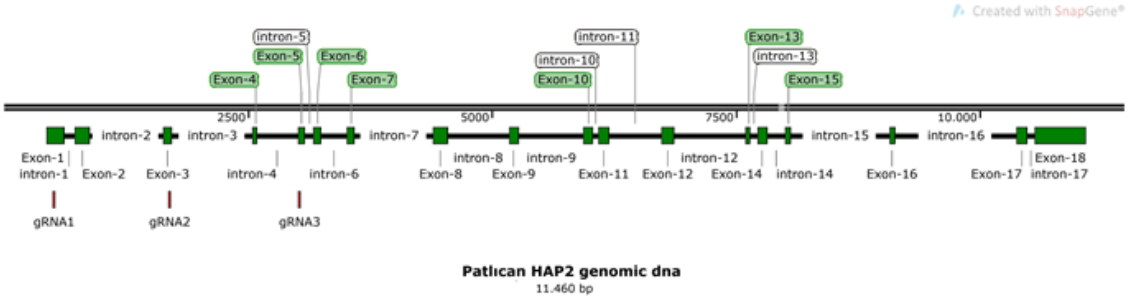
2.Materyal ve Metot

2.1. Bitkisel Materyal

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak ülkemizde de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 7 farklı yerel patlıcan genotipi(Yamula, Kemer, Topan,Pala, Aydın Siyahı, Bilecik ve Gaziantep) kullanılmıştır.

2.2. Metod

Çalışmada 2 farklı protokol kullanılmıştır [15]ve laboratuvarımızda optimize edilmiş protokol(P2)). Plazmid olarak ise EHA105 bakteri suşu içerisinde yer alan ve HAP2 geni için tasarlanmışgRNA taşıyan CRİSPR konstraktı kullanılmıştır(Şekil 1).



Şekil 1. Patlıcan HAP2 geninin exon, intron ve gRNA dizilerinin yer aldığı görsel(Biyonformatik analiz sonu elde edilen gRNA).
Her protokol ve her genotip için 200 adet tohum ve 400 eksplant kullanılmıştır.

2.2.1 Tohum Sterilizasyonu:

Çalışmada kullanılan tohumlar sterilizasyon için %70'lik etil alkolde bir dakika bekletildikten sonra sodyum hipoklorit olarak bilinen NAOCL' de üç dakika bekletilmiş ardından steril saf su ile üç ya da beş defa olacak şekilde durulama işlemi yapılmıştır. Durulama işleminden sonra tohumlar steril kurutma kağıtlarının üzerine alınarak yüzeyde kalan sıvıların uzaklaşması sağlanmıştır. Tohumlar 50 ml Murashige-Skoog (MS) katı hormonsuz bitki ortamı (Murashige-Skoog Bitki Ortamı) üzerinde macenta kutularına transfer edilmiş ve 24 °C'de 16/8 aydınlık/karanlık fotoperiyoda sahip bir bitki büyüme kabininde kültüre alınmıştır. Genotiplere bağlı olarak kotelidon yaprakların gelişim aşamasını 12-15. günler arasında tamamlanmış ve transformasyon için aşağıda yer alan protokoller takip edilmiştir.

2.2.2 Transformasyon için Agrobacterium Kültürünün Hazırlanması

Transformasyonda kullanılan üzerinde HAPPLESS genini içeren *A. tumefacins*'in EHA 105 suşu 50 mg/L kanamisin ve 25 mg/L rifampisin içeren 25 cm çapındaki cam petriler içerisinde katı LB(50 mg/L kanamisin,25mg/L rifampisin, 10g/L triptone, 5g/L maya ekstraktı,10g/L NaCL, 10g/L bakteriyel agar)ortamı üzerine öze ile çizilerek 28 derecede 48 saat kültüre alınmıştır. Çoğalan koloni içerisinden öze ile alınan bakteri 50 ml falcon içerisinde 20 ml sıvı Lb, 20µl kanamisin(50 mg/L stok), 20µl rifampisin(20mg/ml stok) eklenenerek çalkalayıcı da 340 rpm de 28 derecede 1 gün çoğaltmaya bırakılmıştır. OD ölçümü spektrometrede 0,7 ye ayarlanmıştır. Ölçüm sonrası 6000 rpm de 10 dakika bakteriler dipe çöktürülmüştür. Santrifüj sonrası üstte kalan antibiyotik kısmı dökülmüştür. Çöken bakteriler ölçüm değerine göre agro seyreltme(4.4 g/L MS, 30 g/L sakkoroz, pH 5.7) solüsyonuna 200 micromolaracetosyringone eklenmiştir.

2.2.3 Ön-İndüksiyonveTransformasyon

Her iki protokol için in vitro koşullarında geliştirilen patlıcan fidelerinden alınan kotiledon yapraklarının hem yaprak sapından hem de yaprak ucundan küçük miktarlarda kesilerek yara dokusu oluşturulmuş ve explantlar 2 gün süre ile pre-induction ortamında(MS Ortamı(vitaminli, %0,3 Sucroz 0.3 mg/L Thiamine, 1mg/L Zeatin,1mg/L Kinetin, 1mg/L NAA, % 0,7 BitkiselAgar) bitki büyütme kabininde 24C'de karanlıkta inkübe edilmiştir.Pre-inductiondan sonra, eksplanlar 10 dakika boyunca asetosiringonla muamele edilmiş Agrobacterium süspansiyonunda tutulmuştur. Agrobacterium enfekteli eksplanlar steril Whatman No. 3 filtre kağıdında 5 dakika boyunca kurutulmuştur.

2.2.4 Ko-kültür

Daha sonra eksplantlar ko-kültür ortamına aktarılmış ve karanlıkta 27 ± 1 ° C'de yaklaşık 48 saat inkübe edilmiştir. İlk protokol için ko-kültür ortamı olarak MS+2.5 mg/l BAP, 30g/L 2. Protokol için Murashige ve Skoog, 1962] (%3 sukroz ve %0,8 agar ile desteklenmiş, 2µM BAP içeren + 0,05µM NAA ve %0,4 gelriteortamı kullanılmış ve ikinci protokol için ko-kültür ortamında MS ortamı (vitaminler dahil), %0,3 Sukroz, 0,3 mg/L Tiamin, 2 mg/L Zeatin, 0,1 mg/L Kinetin, 0,5 mg/L NAA, % 0,7 bitkiselagar kullanılmış olup, gelrite ve bitkisel agar eklenmeden önce ortamın pH'ı 5,8'e ayarlanmıştır.

2.2.5 Bitki Seleksiyonu

Daha sonra, eksplantlar 250 mg/l timentin içeren double distile su ile 8-10 dakika boyunca yıkanmış ve steril Whatman No. 3 filtre kağıdında kurumaya bırakılmıştır. Eksplantlar tamamen kuruduktan sonra, ilk seleksiyon ortamına aktarılmıştır(1. Protokol: MS ortamına ilave edilen 0.02 mg/L caseinhydrolysate, 2.5 mg/L BAP, 1.5 mg/L Basta ve 200 mg/L Timentin[15], 2. Protokol: %3 sakaroz ve %0,8 agar ile desteklenmiş Murashige ve Skoog, [27] ortamına 1 mg/L Zeatin, 0,5 mg/L IAA, 1,5 mg/L Basta ve 200 mg/L Timentin eklenmiştir. Kültür ortamı ve aletlerin sterilizasyonu 121°C ve 15 PSI basınçta 20 dakika otoklavlanarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan antibiyotikler otoklavlanmış besiyerine eklenmeden önce filtre ile sterilize edilmiştir. Ortam 45°C'nin altına kadar soğutulmuş ve steril kabin altında petri kaplarına dökülmüştür.Katılaştırıldıktan sonra ortamlar çalışmalarda kullanılmıştır. Petriler, 25 ± 2 ^{0}C'de 16:8 saatlik aydınlık:karanlıkfotoperiyotta floresan aydınlatma altında bir büyüme odasında 12 gün boyunca inkübe edilmiştir. 12 gün sonra eksplantlar 2 seleksiyon ortamına aktarılmışlardır. 2. Seleksiyon ortamı 1. Seleksiyon ortamının aynısı fakat Basta 1 mg/L olarak kullanılmıştır. 1-1,5 cm uzunluğuna gelen sürgünler 1. Protokol için köklenmeyi teşvik etme ortamı (RIM: Eksplantlar 5µM IBA, 0.1µM BAP, %3 sukroz, %0.8 agar, 250 mgl-1 Timentin ve 0,5 mgl-1 Basta içeren MS ortamına aktarılmıştır. 2. Protokol için ise 1.0 mg/L IBA 3% sucrose, 0.8% agar, 250 mgl-1 Timentinand 0,5 mgl-1 Basta ve %0.8 agar içeren MS ortamına aktarılmıştır. 15-20 gün arasında köklenen bitkiler %70-80 nem ve 24-26 C sıcaklıkta 16:8 aydınlık:karanlık ortama sahip bitki büyütme dolabında otoklavlanmıştorf:perlit(3:1) ortamında alıştırılmışlardır.

2.2.6 Transgenik bitkilerin moleküler doğrulaması:

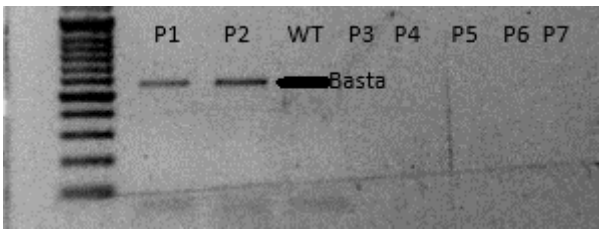
Viyole aktarıldıktan sonra 2 gerçek yaprak aşamasına gelen bitkilerden DNA izaolasyonu için CTAB yöntemi kullanılmıştır[16]. DNA konsantrosyonları yarı otomatik mikroplate (PowerWave HT, BIO-TEK Instruments, Inc., Wınooskı, VT, USA) yardımıyla belirlenmiş ve PCR çalışmaları için 10ng/µl olacak şekilde DNA konsantrasyonları hazırlanmıştır.

Transgenik bitkilerin belirlenmesinde transformasyonda seleksiyon markırı olarak kullanılan Basta genine ait tasarlanmış(F: GAAGTCCAGCTGCCAGAAAC, R: GAGTCGACCGTGTACGTCAG) primer çifti kullanılmıştır. Basta geninin testlemesi için PCR ürünleri1.5µl 10X PCR buffer, 1.5 mM MgCl2, 1µl ileri primer, 1 µlgeri primer, 0.25 mM her bir dNTP olacak şekilde hazırlanmıştır.PCR koşulları ise 94°C derece de 4 dk ön denatürasyon(1 döngü),94°C derecede 45 sn denatürasyon(35 döngü), 56°C derecede 1 dk. annealing(35 döngü), 72oC derecede 1 dk. uzama (35 döngü),72°C derecede 10 dakika final uzama (1 döngü) 4°C∞olacak şekilde kullanılmıştır(Uygulanan protokol dizayn edilen primere göre optimize edilmiştir).PCR ürünleri etidiumbromidle ilave edilmiş %1.5'luk agaroz jelde 100V akımda1.5 saat yürütüldükten sonraki UV ışık altında görüntülenmiştir. 243bp'de band elde edilen genotipler pozitif olarak kaydedilmiştir(Şekil 2).

Çalışmanın sonunda yerel patlıcan genotiplerinin transformasyon etkinliklerinin belirlenmesi için çimlendirilen tohum sayısı(adet), kültüre alınan eksplant sayısı(adet), kallus oluşturan explant sayısı(adet), kallustangelişen sürgün sayısı(adet), bitkiye dönüşen sürgün sayısı(adet), rejenerasyon etkinliği(%)(köklenen bitki sayısı/kültüre alınan eksplant sayısıX100)belirlenmiştir.

3. Bulgular

Çalışmada Türkiye'de lokal olarak yetiştirilen ve üretim potansiyeli yüksek olan 8 adet patlıcan genotipinin 2 farklı transformasyon protokolü kullanılarak transformasyon etkinlikleri belirlenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Protokol 1'de her genotipten 100 adet eksplant kültüre alınmış ve kallus oluşturma oranı en yüksek %44 ile Yamula genotipinde elde edilirken, en düşük %11 ile Yalova genotipinde elde edilmiştir. Bitkiye dönüşüm sadece Yamula ve Gaziantep genotiplerinde elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre hesaplanan genotiplerin rejenerasyon etkinlikleri Yamula ve Gaziantep genotiplerinde %1 olarak belirlenirken diğer genotiplerden rejenerasyon elde edilememiştir. Protokol 1uygulaması sonucu elde edilen Yamula (P1) ve Gaziantep (P2) genotiplerinde elde edilen transgenik bitkilerin belirlenmesine yönelik seleksiyon markırı Basta genine ait PCR sonucu Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Pozitif bitkilerin belirlenmesinde Basta genine ait jel görüntüsü

Tablo 1. Farklı patlıcan genotiplerinin rejenerasyon etkinliği(Protokol 1[15])

GENOTİP	Kültüre Alınan Eksplant Sayısı(adet)	KallusOluşturan Explant Oranı(%)	Bitkiye Dönüşüm (adet)	Transformasyon Etkinliği(%)
Yamula	100	44	1	1
Kemer	100	26	0	0
Yalova	100	11	0	0
Gaziantep	100	41	1	1
Bilecik	100	38	0	0
Topan	100	13	0	0
Aydın Siyahı	100	16	0	0
Ort.	**100**	**27,11**	**0,33**	**0,33**

Çalışmada 8 lokal patlıcan genotipinde her genotipten protokol 1'de olduğu gibi 100 eksplant kültüre alınmış ve elde edilen bulgulara göre kallus oluşturan eksplant oranı %14-54 arasında ve ortalama %35,44 olarak belirlenmiştir. Bitkiye dönüşüm sayısı 2-13 adet (%2-13) arasında elde edilmiş ve en yüksek bitkiye dönüşüm oranıGaziantep(%13), ve Yamula(%11) genotiplerinden elde edilirken en düşük bitkiye dönüşüm oranı Aydın Siyahı(%2) genotipinden elde edilmiştir. Kültüre alınan eksplantlardan elde edilen rejenerasyon etkinliği ise %2-13 arasında gerçekleşirken en yüksek rejenerasyon etkinliğine Gaziantep genotipi(%13) sahip olmuştur. Protokol 2'de bütün genotiplerden bitkiye dönüşüm sağlanmıştır.

Protokol 2 uygulaması sonucu elde edilen 7 Patlıcan genotipine ait transformasyon ile elde edilen 46 adet (Tablo 2) transgenik bitkilerin belirlenmesine yönelik Basta genine ait PCR sonucu Şekil 2 verilmiştir.

Tablo 2. Farklı patlıcan genotiplerinin rejenerasyon etkinliği(Protokol 2)

GENOTİP	Kültüre Alınan Eksplant Sayısı(adet)	Kallus oluşturan eksplant oranı(%)	Bitkiye dönüşüm (adet)	Transformasyon Etkinliği(%)
Yamula	100	54	11	11
Kemer	100	46	6	6
Yalova	100	27	2	2
Gaziantep	100	41	13	13
Bilecik	100	32	6	6
Topan	100	37	4	4
Aydın Siyahı	100	14	2	2
Ort.	**100**	**35,44**	**6,56**	**6,56**

4. Tartışma ve Sonuç

Genotipetkisi, eksplantlardan doğrudan elde edilen sürgünlerin organogenezinde önemli rol oynamaktadır. *Solanumaethiopicum*, *Solanummacrocarpon* gibi farklı çeşit ve türler, doğrudan bitki rejenerasyonunda farklı tepkilergöstermiş olup, söz konusu türlerde transformasyon etkinliği %70 - 100 arasında belirlenmiştir[17-18-19]. Patlıcanda *Agrobacterium* aracılı transformasyon ve rejenerasyona ilişkin ilk rapordan [12] bu yana, daha sonraki yıllarda bazı değişiklikler yapılarak modifiye edilmiş protokoller izlenmiştir [4-20-3-6]. Ancak çeşitli çalışmalar ile rapor edilendüşük transformasyon etkinliğioranı, patlıcanın transformasyonu ve genetik mühendisliği çalışmalarında yeterli başarıya ulaşmak için henüz yeterli olmadığı düşünülmektedir. Patlıcanda *Agrobacterium* aracılığıyla transformasyonla ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur [4-11-21-22-23]. Ancak araştırmaların çoğunda Hindistan veya Avrupa'dan gelen genotipler kullanılmıştır. Çünkü genotip, bitki dokusunun somatik embriyolar oluşturma ve daha sonra bütün bir bitkiye dönüşme kapasitesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir [24]. Sagarbarria ve ark. [25] Philippin patlıcan genotiplerinde toplam kültüre alınan 585 adet kotelidon eksplantından 30 adet köklenmiş bitki elde etmişler ve rejenerasyon etkinliğini %5.1 olarak bildirmişlerdir. Kazla ve Singhnath genotiplerinde kotiledon yaprak eksplantlarının transformasyon etkinliğinin, 600 nm'de yaklaşık 1.00 optik yoğunluğa sahip bakteri süspansiyonu, 40 dakikalık inkübasyon süresi ve üç günlük ko-kültür süresi ile maksimum olduğu (Kazla'da %95 ve Singhnath'ta %90) rapor edilmiştir[23]. Muktadir ve ark. [26] beş patlıcan çeşidinin(Nayantara, Kazla, Islampuri, ISD-006 ve Uttarad) eksplantlarını çoklu sürgün oluşumu için büyüme düzenleyici içermeyen MS ortamında kültüre almışlardır. Çeşitler arasında Nayantara çeşidinde en yüksek sürgün/eksplant sayısını ve köklenen sürgün yüzdesini (%2.48) elde edildiği bildirilmiştir.

Bu çalışmada Türkiye'de lokal olarak yetiştirilen ve üretim potansiyeli yüksek olan 8 adet patlıcan genotipinin 2 farklı transformasyon protokolü kullanılarak transformasyon etkinlikleri belirlenmiş ve genotiplerin rejenerasyon etkinlikleri Yamula ve Gaziantep genotiplerinde %1 olarak belirlenirken diğer genotiplerden rejenerasyon elde edilememiştir. Protokol 2'de ise bitkiye dönüşüm sayısı %2-13 arasında elde edilmiş ve en yüksek bitkiye dönüşüm Gaziantep(13 adet) ve yamula genotiplerinden elde edilirken en düşük bitkiye dönüşüm Aydın Siyahı genotipinden elde edilmiştir. Kültüre alınan eksplantlardan elde edilen rejenerasyon etkinliği ise %2-13 arasında gerçekleştirilen en yüksek rejenerasyon etkinliğine Gaziantep genotipi(%13) sahip olmuştur. Protokol 2'de bütün genotiplerden bitkiye dönüşüm sağlanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda belirtildiği ve diğer bitki türlerinde olduğu gibi patlıcanda da transformasyon etkinliğini etkileyen en önemli etkenler genotip ve izlenen protokollerin olduğu bu çalışma ile teyit edilmiştir. Özellikle Türkiye'de lokal olarak yetişen patlıcan genotiplerinin transformasyon etkinliklerinin protokole ve genotipe göre değiştiği bunun nedeninin ise genotiplerin sahip olduğu genetik yapının transformasyon etkinliğinde önemli etkiye sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Elde edilen bulgular, Türkiye'ye yaygın olarak yetiştirilen patlıcan genotipleri için *Agrobacterium* aracılı başarılı bir transformasyon ve rejenerasyon protokolününe ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu çalışma ile elde edilen bulgular, gelecekte patlıcan genetikmühendisliği ve genomdüzenleme çalışmaları için önemli bir adım oluşturabilecek ve Türkiye Tarımsal Biyoteknoloji sektörünün önünü açacaktır. Diğer taraftan söz konusu çalışmada genotipler arasında transformasyon etkinliği bakımından belirlenen varyasyon halagenetik mühendisliğinin patlıcanda başarı ile uygulanması için yeterli gözükmemektedir. Dolayısıyla patlıcanda genetik mühendisliği çalışmalarına başlamadan önce her genotipe uygun protokollerin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmaya desteklerinden dolayı Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne(Proje No: FYL-2024-14181) teşekkür ederiz.

Kaynakça

[1]Daunay, M.C., Janick, J. (2007). History and iconography of eggplant. Chronica Horticulturae, 47:16-22

[2]Alas, G.B. Öztekin, H.F. Boyacı / BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 435–447 (2022)

[3]Jadhav, M., Jadhav, A., Pawar, B., Kale, A., Kute, N., (2015). Agrobacterium-mediated genetic transformation of brinjal with cry1F gene for resistance against shoot and fruit borer. J. Crop. Improv. 29, 518–527.

[4]Pratap D, Kumar S, RajSk, Sharma Ak. 2011. *Agrobacterium*-mediated transformation of eggplant (*Solanummelongena* L.) using cotyledon explants and coat protein gene of Cucumber mosaic virus. Indian J Biotechnol. 10(1):19–24.

[5]Fari M, Nagy I, Csanyi M, Mityko J, Anderasfalvy A.(1995). *Agrobacterium*-mediated genetic transformation and plant regeneration via organogenesis and somatic embryogenesis from cotyledon leaves in eggplant (*Solanum melongena* L. cv. Kecskemeti Lila) Plant Cell Rep. 15:82-86

[6]Foo, P. C., Lee, Z. H., Chin, C. K., Subramaniam, S., &Chew, B. L. (2018).Shoot induction in white eggplant (*Solanum melongena* L. cv. Bulat Putih) using 6-benzylaminopurine andkinetin. Tropical life science sresearch, 29(2), 119.

[7]Sharma P, Rajam MV (1995). Genotype, explantand position effects on organogenesis and somatic embryogenesis in eggplant (*Solanum melongena* L.). J. Exp. Bot. 46:135-141

[8]Magioli, C., Pinheiro, M.M., Mansurs, E., (2000). Establishment of an efficient Agrobacterium-mediated transformation system for eggplantand study of a potential biotechnologically useful promoter. J. PlantBiotechnol. 2, 43–49, 2000.

[9]Franklin G, Sita GL (2003). Agrobacterium-mediated transformation of eggplant (*Solanum melongena* L.) using root explants. Plant Cell Rep. 21:549-554.

[10] Billings, S., Jelenkovic, G., ChinCheeKok, C. C., & Eberhardt, J. (1997). Theeffect of growth regulators and antibiotics on eggplant transformation.

[11] RotınoGl, GleddıeS. 1990. Transformation of Eggplant (*Solanum-Melongena* L) Using a Binary *Agrobacterium-Tumefaciens* Vector. Plant Cell Rep. 9(1):26–29.

[12] Guri, A., &Sink, K. C. (1988). Agrobacteriumtransformation of eggplant. Journal of plantphysiology, 133(1), 52-55.

[13] Magioli C, Rocha APM, de Oliveira DE, Mansur E. (1998). Efficient shoot organogenesis of eggplant (*Solanum melongena* L.) induced bythidiazuron. Plant Cell Rep. 17:661-663

[14] FAO, (2023). http://www.fao.org.tr

[15] Khatun, M., Borphukan, B., Alam, I., Keya, C. A., Khan, H., Reddy, M. K., &Salimullah, M. (2022). An improved Agrobacterium mediated transformation and regeneration protocol for successful genetic engineering and genome editing in eggplant. Scientia Horticulturae, 293, 110716.

[16] Doyle, J. (1991). DNA protocolsforplants. In Molecular techniques in taxonomy (pp. 283-293). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

[17] Gisbert C, Prothens J, Nuez F (2006). Efficient regeneration in two potential new crops for subtropical climates, thescarlet (*Solanum aethiopicum*) and gboma (*S. macrocarpon*) eggplants. New Zealand J. CropHortic. Sci. 34:55-62.

[18]Sarker RH, Sabina Y, Hoque MI (2006). Multiple shoot formation in eggplant (*Solanum melongena* L.). Plant Tissue Cult. Biotechnol. 16:53-61.

[19]Shivaraj, G., &Rao, S. (2011). Rapid and efficient plant regeneration of eggplant (*Solanum melongena* L.) from cotyledonary leaf explants.

[20]Chen, Na, C., Shuanghua, W., Jinglong, F., Bihao, C., Jianjun, L., Changming, C., & Jin, J. (2016). Overexpression of theeggplant (*Solanum melongena*) NAC familytranscriptionfactor S mNAC suppressesresistancetobacterialwilt. Scientificreports, 6(1), 31568.

[21]Arpaıa S, Mennella G, Onofaro · V, Perrı E, Sunserı F, RotınoGl(1997). Production of transgenic eggplant (*Solanum melongena* L.) resistant to Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsadecemlineata* Say). TheorApplGenet. 95(48):329–334.

[22] Eck J Van, Snyder A. (2006). Eggplant (*Solanum melongena* L.). In: Wang K, editor. Agrobacterium Protocols. Vol. 343. New Jersey: Human a Press. p. 439–447.

[23] Yesmin S, SarkerRh, Hoque Mi, Hashem A, Islam MS. 2014. *Agrobacterium* Mediate dGenetic Transformation of Eggplant (*Solanum melongena* L.) Using Cotyledon Explants. Nuclear Science and Applications. 23(1):41–46.

[24] Sidhu, M. K., Dhatt, A. S., &Sidhu, G. S. (2014). Plant regeneration in eggplant (*Solanum melongena* L.): A review. African Journal of Biotechnology, 13(6), 714-722.

[25]Sagarbarria, M. G. S., Caraan, J. A. M., Lipio, P. G., Oloc-oloc, I. B. M., Watanabe, K. N., &Hautea, D. M. (2023). Agrobacterium-mediated Genetic Transformation and Plant Regeneration from Cotyledons in Philippine Eggplant (*Solanum melongena* L.) Acc.'PH 11424'. bioRxiv, 2023-07.

[26] Muktadir, M. A., Habib, M. A., Mian, M. A. K., &Akhond, M. A. Y. (2016). Regeneration efficiency based on genotype, culture condition and growth regulators of eggplant (*Solanummelongena* L.). Agriculture and natural resources, 50(1), 38-42.

[27] Murashige, T. andSkoog, F. (1962) A Revised Medium for Rapid Growth and BioAssays with Tobacco Tissue Cultures. Physiol Plantarum, 15, 473-497.