



Araştırma Makalesi/Reserach Article

## Yerel Mısır Popülasyonlarının Nişasta, Fruktoz ve Glukoz İçeriklerine ait Varyasyonunun Tespit Edilmesi

Gamze Düz<sup>1\*</sup>

Fatih Kahrıman<sup>2</sup>

Cem Ömer Egesel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı,  
Çanakkale/Türkiye <sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale/Türkiye  
<sup>3</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Çanakkale/Türkiye  
\* Sorumlu yazar: dzgamze@hotmail.com

Geliş Tarihi: 20.07.2020

Kabul Tarihi: 01.06.2021

### Öz

Yerel mısır genotipleri genetik çeşitliliğin muhafazası için değerli gen kaynaklarıdır. Bu popülasyonların ticari değere sahip özellikler bakımından karakterizasyonu önem taşımaktadır. Günümüzde nişasta özellikle sanayi ürünü olarak değerlendirilmekle birlikte pek çok farklı alanda kullanılmaktadır. Glukoz ve fruktoz ise tatlandırıcı sektöründe yoğun kullanılan ve tatlandırıcı şurup üretimi için vazgeçilmez olan iki bileşendir. Bu araştırmanın amacı daha önce nişasta, glukoz ve fruktoz özellikleri bakımından hiç incelenmemiş yüz elli yerel köy popülasyondaki değişimi tespit etmektir. Varyasyonu belirleyebilmek için mısır tanelerinde bulunan nişasta, glukoz ve fruktoz bileşenlerinin miktar tayini spektrofotometrik yöntemler kullanılarak spektrofotometre ve microplate ile gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar analizleri sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizleri augmented deneme desenine uygun olarak analiz edilmiştir. Yerel mısır genotiplerinin sahip olduğu ortalama nişasta oranı %68,31 fruktoz oranı %0,22 ve glukoz oranı %0,63 olarak tespit edilmiştir. Bu genotiplerin ilerleyen yıllarda yapılacak ıslah çalışmalarında gen kaynağı olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Nişasta Alt Bileşenleri, Basit Şekerler, Gen Kaynağı, Islah

### Determining the Variation of Starch, Fructose and Glucose Content of Maize Landraces Populations

#### Abstract

Local maize genotypes are valuable gene sources for conservation of genetic diversity. The characterization of these populations in terms of commercially valuable characteristics is important. Today, starch is considered as an industrial product, and it is used in many different fields. Glucose and fructose are two components that are used extensively in the sweetener industry and are indispensable for the production of sweetener syrup. The main purpose of this study is to detect the variability in one hundred and fifty landraces originated from different regions of Anatolia that have never been studied in terms of starch, glucose and fructose traits. In order to determine the variation, the concentrations of starch, glucose and fructose components available in the maize kernels were determined by spectrophotometric methods using spectrophotometer and microplate instruments. The statistical analysis of the data obtained as a result of the laboratory analyses was done according to Augmented Experimental Design. Among the landraces, the average starch ratio was 68.31%, the fructose ratio was 0.22% and the glucose ratio was 0.63%. It is thought that these genotypes may constitute good sources of genes that will help breeding studies in the coming years.

**Keywords:** Starch Subcomponents, Simple Sugars, Gene Source, Breeding

#### Giriş

Mısır beslenme sektörünün en önemli bitkilerinden birisi olduğu gibi endüstriyel alanda da kullanım oranı fazla olan ve ülkelere ekonomik kaynak sağlayan önemli bir tahıl bitkisidir. Mısır tanelerinin %65-70'lik kısmı nişastadan oluşur (Guan ve ark., 1995; Al Naggar ve ark., 2011). Nişasta bitkilerin tohum, kök, yaprak, meyve, sap ve yumru gibi kısımlarında beyaz renkte granüler biçiminde bulunan bir karbonhidrattır (Özcan, 2009). Bitkide fotosentez sonucunda oluşan D-glukoz bileşeninin polimer şeklidir. Tanenin endosperm kısmında depolanır ve protein matriksi içinde tanecikler şeklinde bulunur (Elgün ve Ertugay, 1997). Doğal bir mısır tanesindeki nişasta %70-74 amilopektin ve %26-30 oranında amiloz içermektedir (Özdemir ve Sıdali, 2013). Amiloz



düz zincir formuna sahip 200-500 glukoz ünitesinden meydana gelmiş viskozitesi yüksek bir bileşiktir (Karaoğlu, 1998). Amilopektin ise çokça glukoz dalından meydana gelmiş, dalları ortalama 20-30 glukoz ünitesinden oluşan, jelleşme özelliği olmayan ve suda çözünmeyen bir bileşiktir (Jenkins ve ark., 1993). Günümüzde nişasta genellikle çeltik, buğday, patates ve sorgumdan da elde edilebilmektedir fakat mısır tanesi hem oransal olarak daha fazla hem de daha az maliyetli bir üretim imkânı sunar. Bu sebeplerden dolayı nişasta eldesinde en önemli nişasta kaynaklarından birisi mısır bitkisi olmuştur (Anonim, 2011). Nişasta günümüzde başlı başına bir sanayi kolunu oluşturmuş ve pek çok farklı alanda kullanılır hale gelmiştir. Gıda sektöründe şekerleme, puding, hazır çorba, lokum, unlu mamuller vb. üretimi, kozmetik sektöründe yüz kremi, pudra vb. ürün üretimi, plastik ürünler sektöründe, film ve biyolojik olarak parçalanabilir plastik eldesi, tekstil, inşaat, kâğıt, dericilik ve ilaç üretimi gibi pek çok farklı alanda nişasta kullanılmaktadır (Burrell, 2003).

Glukoz ve fruktoz nişastayı oluşturan monosakkaritlerdir. Kan şekeri olarak bilinen ve vücudun en önemli karbonhidratı olan glukoz, memeli dokularının en önemli yakıtıdır ve enerji kaynağıdır (Dursun Çapar, 2017). Fruktoz ise özellikle tatlandırıcı üretimi için tercih edilen önemli bir monosakkarittir. Fruktoz, glukoz bazlı tatlandırıcı şuruplarına oranla yaklaşık olarak 3 kat daha tatlıdır ve bu nedenden dolayı tatlandırıcı şurup üretiminde fruktoz oranı yüksek şuruplar üretilir (Korkmaz, 2008). Günümüzde mısır şurubu gıda sektöründe sıkça kullanılmakta ve hemen hemen her hazır gıdanın içerisinde bulunmaktadır. Mısır şurubu üretiminde hem glukoz hem de fruktoz oranı yüksek genotipler tercih edilmektedir. Türkiye’de mısır şurubu üretimi devam etmekle birlikte yeterli seviyelerde değildir ve 2016 yılında 56 bin ton nişasta bazlı şeker ithalatı gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2017).

Nişasta içeriği ve bileşenleri bakımından ıslah edilmiş mısır çeşitlerinin özellikle sanayiye yönelik kullanımlarda tercih edileceği aşikârdır. Ne var ki ülkemizde bu amaca yönelik olarak yapılmış çalışmalar yok denecek kadar azdır. Ülkemizde bulunan mısır genetik kaynaklarının bu özellikler bakımından taranması ve ümitvar genotiplerin belirlenmesi, yapılması gereken ıslah çalışmaları için ilk adımı teşkil edecektir. Bu çalışmada Anadolu’nun farklı bölgelerinden elde edilmiş yüz elli yerel köy popülasyonu ele alınmış ve tanedeki nişasta, fruktoz ve glukoz bileşenlerine ait genetik varyasyonun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak yüz elli adet yerel mısır genotipi ve yedi standart çeşit (Hido, Syinove, 75MAY75, 72MAY80, Calicio, Caraella ve Reserve) kullanılmıştır. Karadeniz’den 72, Marmara’dan 38, Ege’den 26, Akdeniz’den 4, Güney Doğu Anadolu’dan 5, Doğu Anadolu’dan 2 ve İç Anadolu’dan 2 yerel popülasyonun yer aldığı materyal seti Anadolu’ya ait mısır genetik çeşitliliğini temsil edebilecek niteliktedir. Köy popülasyonlarına ait tohumlar at dişi ve sert dane yapısına sahiptir. Söz konusu genotipler ÇOMÜ-BAP-FIA-2017-961 no’lu proje kapsamında Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Ordu Üniversitesi’nden temin edilerek 2018 yılında Çanakkale’de yetiştirilmek suretiyle tohum çoğaltımı yapılmıştır. Tane kalite özelliklerinin ve popülasyon içerisindeki genetik çeşitliliğin muhafaza edilmesi amacıyla her bir popülasyona ait bitkiler kendi içlerinde zincirleme tozlama yöntemiyle kontrollü olarak tozlamaya alınmıştır.

Nişasta Analizi (%): Nişasta oranı kolorimetrik antron yöntemine göre belirlenmiştir (Dewor, 1954). Örneklerin ekstraksiyonu için 0,5 mg örnek 25 mL 2,5 N HCl ile sıcaklık uygulayarak hidrolize edilmiştir. Üç saat sonra, köpürme duruncaya kadar katı sodyum karbonat eklenerek nötralize edilmiştir. Daha sonra örnekler filtre kâğıdından geçirilerek balon jöjeye alınmıştır ve örnekler saf su ile 100 mL’ye tamamlanmıştır. Standart kurve için standart seri D-glukoz ile hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler vortekslenerek karıştırılmış ve her bir örnek ve standarttan 1 mL alınarak COD tüplerine transfer edilmiştir. Her bir tüpe %75’lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solüsyonundan 2 mL ve antron reaktifinden 4 mL eklenmiştir. Tüpler daha önceden hazırlanan 100 °C’deki su banyosunda 15 dk tutulmuştur. Her bir örnek ve standarttan 3 mL semi mikro küvetlere transfer edilmiş ve kantitatif ölçüm modunda 578 nm’de absorbans değerleri kaydedilmiştir. Standart glukoz çözeltisi ile hazırlanan standart kurve yardımıyla örneklerin toplam nişasta içerikleri belirlenmiştir.



**Fruktoz Analizi (%):** Tanedeki fruktoz oranı kolorimetrik resorsinol metodu ile belirlenmiştir (Ashwell, 1957). Tüm örnekler üç tekerrürlü olarak 50 mg tartılıp 15 mL'lik cam tüplere alınmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu için 5 mL %80'lik hazırlanan etanol eklenmiştir. Sıcak su banyosunda 10 dk bekletilmiş ve santrifüj edilerek üst faz alınmıştır. Bu işlem toplamda 3 kez gerçekleştirilmiştir. Standart kurve için standart seri fruktoz standardı ile hazırlanmıştır. Fruktoz oranını tayin etmek için her örnekten ve standart seriden 2 mL alınarak yeni bir tüpe aktarılmış ve üzerlerine 1 mL resorsinol reaktifi ile 7 mL %20 oranında saf suyla seyreltilmiş HCl eklenmiştir. Sonrasında tüm tüpler 80°C'lik su banyosunda 10 dk inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda tüpler oda sıcaklığına geldiğinde renk yoğunlukları 520 nm'de spektrofotometre cihazında okunmuştur ve standart eğri sayesinde fruktoz oranları tespit edilmiştir.

**Glukoz Tayini (%):** Tanedeki glukoz oranı glukoz oksidaz metodu ile belirlenmiştir (Malik ve Singh, 1980). Tüm örnekler üç tekerrürlü olarak 50 mg tartılıp 15 mL'lik cam tüplere alınmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu için 5 mL %80'lik hazırlanan etanol eklenmiştir. Sıcak su banyosunda 10 dk bekletilmiş ve santrifüj edilerek üst faz alınmıştır. Bu işlem toplamda 3 kez gerçekleştirilmiştir. Standart kurve için standart seri glukoz standardı ile hazırlanmıştır. Glukoz oranını tayin etmek için her örnekten 0,5 mL alınarak yeni bir tüpe aktarılmış ve üzerine 0,5 mL distile su eklenmiştir. Sonrasında her örneğe ve standarda 1 mL glukoz oksidaz peroksidaz reaktifi eklenmiştir. Tüm tüpler 35°C'lik su banyosunda 40 dk inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında tüm örnek ve standartlara 2 mL 6 N HCl ilavesiyle reaksiyon sonlandırılmıştır. Örneklerden 3 mL semi mikro küvetlere transfer edilmiştir. Renk yoğunlukları spektrofotometre cihazında 540 nm'de okunmuştur ve standart eğri sayesinde glukoz oranları tespit edilmiştir.

**İstatistik analizler:** Çalışmada popülasyonların düzeltilmiş verileri Augmented deneme desenine uygun olarak analiz edilmiştir. Varyans analizi ve genetik değişkenlik analizi R programında (R Core Team, 2018) augmentedRCBD paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Aravind ve ark., 2019).

### **Bulgular ve Tartışma**

Varyans analizi sonucunda yerel popülasyonların nişasta ve glukoz oranı bakımından genotipler arasında önemli bir varyasyon olduğu görülmüştür. Fruktoz bakımından ise mevcut veriler genotiplerin istatistiksel anlamda önemli bir farklılık ortaya koymadığını göstermektedir (Çizelge 1). Popülasyonlar ve standartlar karşılaştırıldığında glukoz içeriği bakımından iki grup arasındaki farkın önemli olduğu, nişasta ve fruktoz bakımından ise istatistiksel olarak kayda değer bir fark bulunmadığı görülmektedir.

Çizelge 1. 150 köy popülasyonu ortalaması ve 7 standart çeşit ortalamasına ait nişasta, fruktoz ve glukoz içerikleri için kareler ortalamaları

<b>Varyans Kaynağı</b>	<b>SD</b>	<b>Nişasta</b>	<b>Fruktoz</b>	<b>Glukoz</b>
<b>Blok</b>	5	6,61	0,36**	0,18**
<b>Genotip</b>	156	9,15**	0,03	0,09*
<b>Standartlar</b>	6	15,06**	0,05	0,03
<b>Popülasyonlar</b>	149	9,09 **	0,04	0,10**
<b>Standartlar vs Popülasyonlar</b>	1	0,32	0,01	0,23*
<b>Hata</b>	30	3,66	0,05	0,04

SD: Serbestlik derecesi, \*: 0,05 yanılma düzeyinde önemli, \*\*: 0,01 yanılma düzeyinde önemli

Nişasta ve glukoz içeriği bakımından tespit edilen sınır değerler dikkate alındığında, materyaller içerisinde nitelikli mısır olarak sınıflanabilecek genotiplerin var olduğunu göstermektedir (Çizelge 2). Karşılaştırmalar popülasyon ortalamaları ve standart çeşit ortalamaları arasında yapılmıştır. Köy popülasyonları arasında tanedeki nişasta oranı en düşük genotip %56,19 ile Giresun ili Tirebolu ilçesine ait bir popülasyon olurken, bu özellik bakımından en yüksek değer ise %77,11 ile Sakarya ili Hendek ilçesine ait bir popülasyonda tespit edilmiştir (Çizelge 2). Zdunic ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada Hırvatistan yerel mısır popülasyonlarında %69,38 ile %73,57 arasında değişen nişasta oranları rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde edilen değerlerin daha geniş bir



aralığa sahip olduğu görülmektedir. İncelenen genotipler itibariyle Türk mısır genetik kaynaklarının Hırvatistan mısırlarına göre daha büyük bir genetik çeşitlilik gösterdiği söylenebilir. Bu çalışmada tespit edilen ortalama nişasta değeri daha önce Guavera ve ark. (2015) tarafından dört farklı Meksika yerel mısır çeşidi için rapor edilen değer ile oldukça benzerlik gösterirken, Cömertpay ve ark. (2016) tarafından Türkiye'deki 79 ilden alınan yerel mısır tohumlarında nişasta varyasyonunu tespit etmeye yönelik yürütülen çalışmada verilen ortalama nişasta oranına (%76,3) kıyasla düşük bulunmuştur. Tespit edilen bu farklılıklar kullanılan yerel mısır popülasyonlarının yanı sıra çalışmalarda kullanılan laboratuvara analiz yöntemlerinden de ileri gelmektedir.

Çizelge 2. Köy popülasyonlarına ait nişasta, glukoz ve fruktoz verileri için tanımlayıcı istatistikler

Özellik	n	Ortalama	Standart Sapma	En az	En çok	Çarpıklık	Basıklık
Nişasta	150	68,31	3,02	56,19	77,11	-0,3	4,24
Glukoz	150	0,63	0,31	0	1,23	2,50 **	21,66 **
Fruktoz	150	0,22	0,19	0	1,51	2,37 **	15,23 **

\*: 0,05 yanılma düzeyinde önemli, \*\*: 0,01 yanılma düzeyinde önemli

Çizelge 3. Standart çeşitlere ait nişasta, glukoz ve fruktoz verileri için tanımlayıcı istatistikler

Özellik	n	Ortalama	Standart Sapma	En az	En çok	Çarpıklık	Basıklık
Nişasta	7	68,20	1,50	65,47	69,77	-0,91	-0,26
Glukoz	7	0,70	0,06	0,61	0,78	-0,27 *	-1,67**
Fruktoz	7	0,23	0,09	0,14	0,43	1,84*	4,26 *

\*: 0,05 yanılma düzeyinde önemli, \*\*: 0,01 yanılma düzeyinde önemli

Standart çeşitler ile incelenen yerel mısır genotipleri karşılaştırıldığında nişasta, glukoz ve fruktoz için ortalama değerlerin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmektedir. En az ve en çok değerler için ise yerel genotipler daha geniş bir varyasyon göstermiştir (Çizelge 2. ve Çizelge 3.).

Glukoz içeriği ele alındığında yerel popülasyonların %0 ile %1,23 arasında değerler sergilediği görülmektedir. Veri dağılımının birer göstergesi olan basıklık ve çarpıklık değerlerinin önemli bulunmuş olması elde edilen değerlerin normal dağılımdan sapmalara sahip olduğunun bir ifadesi olarak değerlendirilebilir. Bu durum muhtemelen kullanılan kimyasal analiz yönteminin çok düşük değerlere sahip olan bu değişkeni yeterli hassasiyette tespit edememesi ile de ilgilidir. Bu sebeple eldeki rakamların yorumlanmasında itidalli davranmak gerekliliği akıldta tutulmakla beraber mevcut verilere göre en yüksek glukoz içeren genotipin Amasya ili Suluova ilçesinden elde edilen bir popülasyon olduğu belirlenmiştir. Benzer durum fruktoz rakamları için de geçerlidir. Manisa Merkez ilçeden elde edilen bir popülasyonda %1,51 oranında fruktoz tespit edilmiş fakat varyans analizi popülasyonlar arasında bulunan varyasyonun istatistiki anlamda önemli olmadığını göstermiştir.

Fruktoz ve glukoz genellikle suda çözünebilir karbonhidratlar olarak beraberce ele alındığı için bu iki bileşenin her birinin mısır tanesindeki durumu ile ilgili olarak literatürde arzu edilen miktarda çalışma mevcut bulunmamaktadır. Konu üzerindeki kısıtlı çalışmalardan birinde Harrigan ve ark. (2007), 96 mısır melezi üzerinden glukoz oranını %2,5, fruktoz oranını ise %1,5 seviyesinde rapor etmişlerdir. Anılan bu çalışmada şeker içerikleri bizim çalışmamıza göre daha yüksek olup, analizlerin LC/MS-MS vasıtasıyla gerçekleştirilmiş olması ve bizim çalışmamızda kullanılan yöntemlere göre daha sağlıklı bir ölçüm imkânı sağlamış olabileceği göz önüne alınmalıdır. Saldivar (2010) glukoz ve fruktozu beraberce “çözülebilir şekerler” başlığı altında %1,3-2,6 aralığında rapor etmiştir ki bu değerler bizim çalışmamızda bulunan değerlerle benzer büyüklüktedir.



Çizelge 4. 150 köy popülasyonuna ait ortalama nişasta, glukoz ve fruktoz verileri üzerinden hesaplanan genetik değişkenlik tablosu

Özellik	Ortalama	PV	GV	EV	GCV	PCV	ECV	hBS	GA	GAM
Nişasta	68,31	9,09	5,43	3,66	3,41	4,41	2,8	59,74	3,72	5,44
Glukoz	0,63	0,10	0,05	0,04	36,62	49,65	33,52	54,41	0,35	55,73
Fruktoz	0,22	0,04		0,05		87,47	99,26			

PV: Fenotipik varyans; GV: Genotipik varyans; EV: Çevresel varyans; hBS: Geniş anlamda kalıtım derecesi; GVC: Genotipik varyansın katsayısı; PVC: Fenotipik varyansın katsayısı; EVC: Çevresel varyansın katsayısı; GA: Genetik ilerleme katsayısı; GAM: Genetik ilerlemenin ortalama varyansı

Kalıtım derecesi seleksiyon ile elde edilecek olan genetik ilerlemenin düzeyini belirlemek için önemli bir kıstastır. İslah çalışmalarında tespit edilen kalıtım oranı göz önüne alınarak yapılan yeni çalışmalar incelenen özellik için sağlanabilecek genetik ilerlemenin miktarı konusunda bilgi sağlamaktadır.

Kalıtım derecesi değerleri genel olarak düşük ( $h < 0,30$ ), orta ( $30 < h < 60$ ) ve yüksek ( $h > 0,60$ ) olarak sınıflanmaktadır (Robinson, 1966). Bu çalışmada elde edilen verilere göre, nişasta oranına ait kalıtım derecesi 59,74 ve glukoz özelliğine ait kalıtım derecesi %54,41 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Her iki değer de yüksek sınırına yakın orta değerler olduğu söylenebilir. Yang ve ark. (2012) Çin'e ait 10 farklı yerel mısır genotipini inceledikleri çalışmada nişasta için kalıtım derecesini %69 olarak tespit etmişlerdir. Karn ve ark. (2016) ise 857 mısır genotipini incelemişler ve nişasta oranına ait kalıtım derecesini %70 olarak tespit etmişlerdir. Söz konusu kalıtım değerleri ve mevcut varyasyon dereceleri, bu popülasyonlarda nişasta ve glukoz için yapılacak seleksiyon çalışmalarının başarılı olabileceğini göstermektedir.

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma daha önce nişasta, fruktoz ve glukoz özellikleri bakımından hiç incelenmemiş 150 yerli köy popülasyonunda saklı bulunan genetik varyasyonu ortaya çıkarmıştır. Yerel mısır popülasyonları birçok farklı alanda farklı amaçlar için değerlendirilebilecek bir allelik zenginlik barındırmaktadırlar. Nişasta, glukoz ve fruktoz içerikleri bakımından özel mısır çeşitlerinin geliştirilmesi amacı ile yapılacak ıslah programları için bu çalışmadaki ümitvar genotipler gen kaynağı olarak değerlendirilebilir. Kullanılan genotip sayısı hem yurt içi hem de yurt dışı literatürde sonuçlarına ulaşılabilecek çoğu bilimsel çalışmada ele alınan genotip sayılarına kıyasla oldukça fazla olup, Türkiye'nin sahip olduğu mısır genetik çeşitliliği hakkında daha sağlıklı bir fikir elde etmemize yardımcı olmuştur. Ülkemizdeki mısır köy popülasyonlarının bu tip çalışmalarla daha farklı bileşenler bakımından da taranarak her bir özellik için mevcut bulunan varyasyonun ve değerli olabilecek genotiplerin ortaya çıkarılması sayesinde ilerleyen yıllarda ele alınacak özellikler bakımından yapılacak olan ıslah çalışmaları için değerli bir bilgi ve materyal katkısı elde edilebileceği düşünülmektedir.

**Teşekkür:** Bu makale ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı Öğrencisi Gamze Düz'ün "Yerel mısır çeşitlerinde nişasta ve nişasta alt bileşenlerinin karakterizasyonu" isimli Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir. Bu çalışmaya FYL-2019-2769 nolu proje ile destek sağlayan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Komisyonu Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Al Naggat A.M.M., Atta M.M., Hassan H.T.O., 2011. Developing new high oil maize populations via one cycle of S1 recurrent selection. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 15(4):125- 144.
- Aravind, J., Mukesh, S.S., Wankhede, D.P., Kaur, V., 2019. AugmentedRCBD: Analysis of augmented randomised complete block designs. R package version 0.1.1.9000.
- Anonim., 2017. Türk İş, Nişasta Bazlı Şekerler Raporu. Erişim Adresi: <https://www.sekeris.org.tr/multimedia/33/sekerisnbs.pdf>.
- Anonim., 2011. Gıda Teknoloji Nişasta Üretimi, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP). Milli Eğitim Bakanlığı. <http://megep.meb.gov.tr> Erişim Tarihi: 23.01.2020.



- Ashwell, G., 1957. Colorimetric analysis of sugar. *Methods in Enzymology*. 3(1966): 85-95.
- Burrell, M.M., 2003. The need for improved quality or quantity overview. *Journal of Experimental Botany* 54: 451-456.
- Cömertpay, G., Baloch F.S., Erdem H., 2016. Genetic variation for biofortifying the maize grain. *Food Science and Technology. Turkish Journal of Agriculture (TURJAF)*. 4(8): 684-691.
- Dewor, A.W., 1954. Sulfonated 1-naphthol and anthrone reactions applied to sulfuric acid extract of cereals. *Agricultural and Food Chemistry*. 2(25): 1290-1292.
- Dursun Çapar, T., 2017. Gıda Analiz ve Teknolojisi Laboratuvar Föyü. Yayınlanmış ders notu, Erciyes Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü. s. 1-7.
- Elgün, A., Ertugay Z., 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 297: 376.
- Escher, N., Kach, B., Nentwing, W., 2000. Decomposition of transgenic *Bacillus thuringiensis* maize by microorganisms and woodlice *Porcellio scaber* (Crustacea: Isopoda). *Basic and Applied Ecology*. 1: 161-169.
- Gomez, L., Doriane B., Rubio E., Vercambre G., 2007. The microplate reader an efficient tool for the separate enzymatic analysis of sugars in plant tissues validation of a micro method. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87: 1893–1905.
- Guan, H, Kuriki, T. Sivak, M. Preiss, J., 1995. Maize branching enzyme catalyzes synthesis of glycogen like polysaccharide in *glgB*-deficient *Escherichia coli*. *Proc Natl Acad. National Academy of Sciences*. 92(4): 7- 964.
- Guevara, A., Carrillo, E., Salvidar, S., Millan, J., 2015. Effect of decortication and protease treatment on physicochemical and functional characteristics of red sorghum (*Sorghum bicolor*) and yellow maize (*Zea mays*) starches. *Starch of Journal*. 68: 1-8.
- Harrigan, G.G. Stork, L.G., Riordan, S.G., Reynolds, T.L., Ridley, W.P., Masucci, J.D., Susan MacIsaac, S., Halls, S.C., Orth, R., Smith, R.G., Wen, L., Brown, W.E., Welsch, M., Riley, R., McFarland, D., Pandravada, A., Glenn, K.C., 2007. Impact of genetics and environment on nutritional and metabolite components of maize grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55(15): 6177-6185.
- Jenkins, P.J., Cameron R.E., Donald A.M., 1993. A universal feature in the structure of starch granules from different botanical sources. *Journal of Starch*. 45(12): 417- 420.
- Karaoğlu, M.M., 1998. Farklı yöntemler uygulanarak elde edilmiş modifiye nişastaların kek kalitesi üzerin etkileri. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Erzurum.
- Karn, A., Gilliman, J.D., Garcia, S., 2016. Genetic analysis of teosinte alleles for kernel composition traits in maize. *G3-Genes Genomes Genetics of Journal*. 7: 1154-1167.
- Korkmaz, A., 2008. Fruktöz; Kronik hastalıklar için gizli bir tehdit. *Journal of TAF Preventive Medicine Bulletin*. 7(4): 343-346.
- Malik, C.P., Singh, M.B., 1980. Glucose concent of plant. *Plant Enzymology and Histoenzymology*. 278. Erişim Adresi: <https://www.worldcat.org/title/plant-enzymology-and-histo-enzymology-a-text-manual/oclc/9168266>
- Özcan, S., 2009. Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: Genetiği değiştirilmiş (transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 2: 1-34.
- Özdemir, A., Sıdalı, U., 2013. *Streptomyces* Sp. Mc10 suşunun alfa amilaz üretim kabiliyetinin belirlenmesi. *Celal Bayar Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*. 9:39 – 46.
- R Core Team, 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. from <https://www.R-project.org/>
- Robinson, H.F., 1966. Quantitative genetics in relation to breeding on centennial of Mendelism. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 171.
- Saldivar, S. O., 2010. Cereal grains: Properties, processing, and nutritional attributes. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Yang, G., Dong, Y., Li, Y., Wang, Q., Shi, Q., Zhou, Q., 2012. Verification of QTL for grain starch content and its genetic correlation with oil content using two connected RIL populations in High Oil Maize. *Plos One*, 8(1): 82-89
- Zar, J.H., 1999. *Biostatistical analysis* (4th edition), Prentice Hall PTR, pp: 663.
- Zdunic, Z., Dugalic, K., Mijic, A., Simic, D., 2008. Genetic analysis of grain yield and starch content in nine maize populations. *32(6):495-500*.