

**Silaj Kalite Değerlerine Göre Sentetik Mısır Kaynak Materyalleri Geliştirme**

Rahime CENGİZ<sup>1</sup>, Ahmet DUMAN<sup>2</sup>, Bülent CENGİZ<sup>2</sup>, Niyazi AKARKEN<sup>2</sup>, Mehmet Cavit SEZER<sup>2</sup>

**ÖZET:** Bu araştırma, melez mısır ıslah çalışmalarına kaynak materyal oluşturmak amacıyla kendilenmiş mısır hatlarında silaj kalite değerlerine göre seleksiyon yapılarak sentetik kaynak materyal geliştirmek için Mısır Araştırma Enstitüsünde 2009-2016 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmada başlangıç materyali olarak Marmara Mısır Islah Araştırmaları Projesi kapsamında geliştirilen 17 adet kendilenmiş hatta 2009 yılında silaj denemesi kurulmuştur. Denemede yaprak/sap oranı, koçan/bitki oranı, sap/bitki oranı, yeşil bitki veriminin yanı sıra silaj kalite analizleri yapılmış NDF, ADF, ham selüloz, ham protein ve ham yağ değerlerine bakılmıştır. Yeşil bitki verimi (YBV) ve kalite parametreleri dikkate alınarak 9 hat seçilmiş ve bu hatlar ile yarım diallel melez yapılmıştır. Elde edilen yarım diallel melezler silaj verim denemesine alınmış ve silaj kalite değerlerine bakılmıştır. YBV ve kalite değerleri dikkate alınarak seçilen 15 adet melez kombinasyonu ile rekombinasyon bloğu oluşturulmuş bitki gözlemleri ve hasatta koçan seleksiyonu yapılarak ADASİLAJSYN sentetik popülasyonunun başlangıç materyali elde edilmiştir. Popülasyon ıslahının bir döngüsü başlangıç materyaline uygulanmıştır. Seçilen ailelerde YBV 57.14-102.00 t ha<sup>-1</sup>, NDF % 38.0-43.1, ADF % 26.4-32.8, ADL % 0.8-7.6 ve ham selüloz % 9.3-22.5 arasında değişmiştir. Seçilen S<sub>1</sub> aileler ile rekombinasyon bloğu kurulmuştur. Hasatta ADASİLAJSYN sentetik kaynak materyali elde edilmiştir. Elde edilen popülasyon yeni kendilenmiş hatların geliştirilmesinde kaynak materyal ve doubled haploid (DH) hatların elde edilmesinde donör olarak 2017 yılından beri kullanılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Mısır, silaj, sentetik popülasyon, kalite

**Improvement of Synthetic Maize Germplasm with Silage Quality Values**

**ABSTRACT:** This research was carried out in order to establish source material with selected silage quality values of maize lines for hybrid maize breeding researches. Silage experiment was established using number of 17 inbred lines as a starting material in the study. The NDF, ADF, crude fiber, crude protein and crude oil values of the silage were analyzed, in terms of leaf/stem ratio, stem/plant ratio, ear/plant ratio, green plant yield as well as silage quality analyzes. Number of 9 lines was selected, according to the green plant yield and quality parameters. These lines were made with half diallel hybrids and they were taken to the silage yield experiment and the silage quality values were examined and selected 15 hybrid combinations. Recombination block was created with 15 selected hybrids and ADASLJSYN synthetic population was obtained as starting material at harvest. A cycle of population breeding was initiated in starting material. The green plant yield, NDF, ADF, ADL and crude cellulose were 57.14-102.00 t ha<sup>-1</sup>, 38.0-43.1%, 26.4-32.8%, 0.8-7.65% and 9.3-22.5% in selected families, respectively. Recombination block was established with selected S<sub>1</sub> families. ADASLJSYN synthetic silage material was obtained at harvest. The synthetic populations have been used as donor and source material for obtaining DH lines and inbred lines since 2017.

**Key words:** Maize, silage, synthetic population, quality

<sup>1</sup> Rahime CENGİZ (Orcid ID: 0000-0001-6355-7496), Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sakarya, Türkiye,

<sup>2</sup> Ahmet DUMAN (Orcid ID: 0000-0001-7387-441X), Bülent CENGİZ (Orcid ID: 0000-0001-8940-0980), Niyazi AKARKEN (Orcid ID: 0000-0002-8064-0184), Mehmet Cavit SEZER (Orcid ID: 0000-0001-7406-9383), Mısır Araştırma Enstitüsü, Sakarya

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Rahime CENGİZ, e-mail: rahimecengiz@subu.edu.tr

Makale 12-15 Eylül tarihlerinde Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesinde düzenlenmiş 12. Tarla Bitkileri Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuş ve elektronik kongre kitabında özeti verilmiştir.

Geliş tarihi / Received: 18-04-2020  
Kabul tarihi / Accepted: 14-07-2020

## GİRİŞ

Mısır bitkisi halen Dünya nüfusunu doyuran altı tahıldan bir tanesidir. Çok yönlü kullanım alanı, adaptasyon kabiliyeti ve verimliliği ile Dünya’da en fazla üretilen tahıldır. 2020 yılı Nisan ayı verilerine göre Dünya mısır üretimi toplam 1 113.02 milyon ton olmuştur (Anonim, 2020a). Ülkemizde tahıllar içerisinde buğday ve arpadan sonra en geniş ekim alanına sahip olan mısır, ana ürün ve ikinci ürün olarak başarıyla üretilmektedir. Ülkemizde 2019 yılında 6 milyon ton üretime ulaşarak tüketimin yaklaşık % 80 ini karşılamıştır. Ülkemizde üretilen tane mısırın yaklaşık %78 i yem sanayinde % 20 si ise nişasta sektöründe kullanılmaktadır. 2019 yılında silaj amaçlı mısır ekim alanı 507 412.7 ha, silaj üretimi 25.5 milyon ton ve ortalama verim ise 50.3 t ha<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2020b).

Mısır, suca zengin kaba yemler içinde fermantasyonunun en kolay olması, ekonomikliği ve ikinci ürün için elverişli olması nedeniyle ülkemizde silaj için en uygun ve tercih edilen bir bitkidir. Yem değeri bakımından bir dekardan elde edilen 8-9 ton mısır silajı, yaklaşık 2.5 ton arpaya eşdeğerdir. Bu haliyle, mısır silajı, hiçbir ilave yem vermeden günlük 600-700 g ağırlık artışı sağlayabilir (Yaylak ve Alçıçek, 2003).

Türkiye’de özellikle 1987 yılından sonra sığır ithalleri iyice yoğunluk kazanmıştır. Böylece yerli ırklar ile yapılan melezlemeler sonucunda düşük canlı ağırlık ve süt verimine sahip olan yerli ırkların Türkiye popülasyonu içindeki oranı azalırken kültür ırkı ve melezlerin oranı yükselmiştir. Bunun sonucunda artan kaba yem ihtiyacının karşılanmasında silaj üretimi, çözümlerden biri olmuştur. Dolayısıyla silaj üretiminde önemli düzeyde artış meydana gelmiştir (Şekerden, 1997).

Silajlık mısır için dünyada birçok ıslahçı tarafından ayrı ıslah programları yürütülmektedir. Tane mısırdan farklı olarak bitki özellikleri de ön plana çıkmaktadır. Bitki silaj yapıldıktan sonra sindirilebilirliği ve yem kalitesi önemli faktörlerdendir. Kaliteli silajlık çeşitlerin geliştirilmesi için kendilenmiş hatların da bu ıslah programından gelmesi gerekmektedir. Silaj kalite değerlerine göre seleksiyon yapılarak geliştirilen kendilenmiş hatlardan kaliteli silajlık melez mısır çeşitlerinin geliştirilmesi mümkündür.

Mısır ıslahçıları 20. yüzyılda germplasmın genetik çeşitliliğinin öneminin artan bir şekilde farkına varmışlardır. Gelecekte mısırdaki genetik kazanımlar, genetik çeşitliliğin kullanılmasının açılımına bağlıdır. Bu kazanımları etkili ve önemli bir derecede yapmak için farklı ve yararlı genetik çeşitliliği birleştirmek, ihtiyaçlar doğrultusunda ıslah programlarına germplasm geliştirmek gerekmektedir. Germplasm seçiminde öncelikli karakterler; abiyotik streslere tolerans (kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklık, tuzluluk), hastalıklara dayanıklılık (yaprak yanıklığı, koçan çürüklüğü, antraknoz), böceklere dayanıklılık (mısır koçan kurdu, kök kurdu), verim ve verim komponentleri ile tane ve silaj kalitesi (protein, yağ, nişasta, NDF, ADF (asit deterjanda lif), selüloz oranı v.b) olarak sıralanabilir. Germplasm geliştirme çalışmalarında birçok yöntem kullanılmaktadır. Bir germplasmın geliştirilmesi için ıslah programında kullanılacak yöntem veya yöntemlerin seçiminde temel olarak ıslah amacı belirleyici olmakla birlikte altyapı, personel ve ekoloji gibi bir çok faktör yöntemin seçimini etkilemektedir.

Mısır silajı ruminantlar için yüksek kaliteli bir besindir. Islahçılar Wisconsin Quality Synthetic (WQS) materyalinde üç döngü S<sub>1</sub> tekrarlamalı seleksiyon yöntemi kullanarak sapın lif yapısı, asit silisyum tuzu ve lignin konsantrasyonu için seleksiyon yapmışlardır. Bu çalışma sonunda materyali düşük ve yüksek olarak ikiye ayırmışlar, bu iki materyali Mo17 ve H99 ile melezleyerek WQS C<sub>0</sub>’ 1 oluşturmuşlardır. S<sub>2</sub> yoklama melezi seleksiyon yöntemi kullanılarak materyalde tüm bitki verimi, nötral deterjan lif (NDF), nötral deterjan lif sindirilebilirliği (NDFD), ham protein ve nişasta değerleri dikkate alınarak materyal geliştirilmiştir (Frey ve ark., 2004).

Barnes ve ark. (1971), normal ve üç brown midrib genotipindeki mısırlarda koçan püskülü çıkışımdan 10, 35 ve 55 gün sonra hasat yapmıştır. Bitkilerde yaprak, yaprak kını, gövde, koçan kabuğu, tane, sömek ve tepe püskülü ayrılmıştır. İn vitro kuru madde sindirilebilirliği (IVDMD) tüm parçalarda ve bütünün karışımında iki aşamalı in vitro rumen fermantasyon tekniği kullanılarak saptanmıştır. IVDMD tüm bitki için normal ve üç brown midrib genotiplerinde (koçan püskülü çıkışımdan 35 gün sonra hasat edilen bitkiler için) sırasıyla % 68,3, % 72,0, % 75,5 ve % 77,8 olmuştur. IVDMD değeri yaprak, yaprak kını, sömek ve tepe püskülü için aynı hasat döneminde normal mısıra kıyasla tüm mutantlarda daha yüksek olmuştur ( $P<0.05$ ). Bu hasat döneminde brown midrib mutantlarında gövde dokusu normal mısırlardan daha yüksek IVDMD değeri vermiştir ( $P<0.01$ ). Tüm bitkide ise yine mutantlar tüm hasat dönemlerinde normal mısırdan daha yüksek IVDMD göstermiştir. Brown midrib genotiplerindeki IVDMD değerinin normal mısıra göre daha yüksek olması, mutantlarda asit deterjan lignin (ADL) içeriğinin azalmasından kaynaklanmaktadır.

Pollmer ve Phipps (1980), Batı Almanya'da silaj üretimi için geliştirilen protein oranı artırılmış birkaç melezlerin olduğunu rapor etmiştir. Bu melezlerin protein oranı tanede % 12 iken, standart melezlerin protein oranı tanede % 10 olmuştur. Çalışmada olgunlaşma ve tane verimi de karşılaştırılmıştır. Protein içeriği ve protein verimi için güçlü bir genotiple birlikte çevre faktörleri rapor edilmiştir.

Sing (1987), istenen özellikler bakımından kendilenmiş hatların geliştirilerek yüksek verimli melezlerin elde edilmesi için kaynak materyal olarak elit kompozitlerden yararlanılabileceğini bildirmiştir.

Jones ve ark. (1971), tam ve yarı kardeş resiprokal tekrarlamalı seleksiyon (RTS) yöntemini cebirsel ve bilgisayar simülasyonu ile karşılaştırmışlardır. İki ıslah şemasının ilişkili performansının, seçim yoğunluğuna ve çevresel varyansa bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Tam kardeş RTS yönteminin, toplam genetik varyasyon içinde daha az seleksiyon intensitesi ve daha büyük çevresel varyansın olduğu durumlarda tercih edilmesini önermişlerdir. Bu yöntemde seleksiyon intensitesi arttıkça avantajı azalmıştır. Tam kardeş RTS yöntemi, ıslahçıya popülasyon ıslahıyla yeni verimli melezlerin daha etkili bir şekilde geliştirilmesini sağladığını vurgulamışlardır.

Hallauer (1981), birçok çalışmanın sonuç raporunda kantitatif özelliklerin ıslahı için  $S_1$  tekrarlamalı seleksiyon metodunun olumlu etkisinin görüldüğünü belirtmiştir.

Sriwatanapongse (1987), çalışmaları sonucu 8-10 ebeveynden meydana gelmiş bir sentetik çeşidin ıslah çalışmalarında kaynak materyal olarak kullanılma olanağının yeterince değerlendirilmediğini belirtmiştir. Bu sentetik materyalin hatlardan olduğu gibi deneysel çeşitlerden de oluşabileceğini ifade etmiştir.

Lamkey ve ark. (1993), birinci dönem kendilenmiş hatların daha çok açık tozlanan materyaller ile çift melezlerden elde edildiğini belirtirken ikinci dönem olarak adlandırılan günümüz çalışmalarında daha çok geriye melezler, hatlar arası melezler, sentetik çeşitlerin önemli olduğunu vurgulamıştır. Bu amaçla oluşturulacak sentetiklerin 3-5 kendilenmiş hattan meydana gelmesi gerektiğini önermiştir.

Zeng (1990), Çin'de 1987 yılı itibarı ile melez çeşitlerde kullanılan kendilenmiş hatların % 42,3'nün tek melezden, % 13,4'nün sentetik çeşitlerden ve % 10,6'sının geri melezlemelerden elde edildiğini belirtmiştir.

Günümüzde sentetik çeşitler yaygın olarak ticarete kullanılmamaktadır. Ancak ıslah çalışmalarında belli amaçlara yönelmiş sentetik kaynak materyaller üzerinde çalışmak oldukça yaygındır. Silajlık mısır çeşitlerinin geliştirilmesi için öncelikli olarak mısır hatlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu hatların geliştirileceği germplazmın oluşturulması elzemdir. Ülkemiz mısır bitkisinin

anavatanı olmadığından ıslah çalışmalarında kullanılacak kaynak materyalin geliştirilmesi de ıslahçıların ana görevi olmuştur. Bu amaçla silajlık sentetik kaynak materyal geliştirme çalışmaları yürütülmüştür.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde yürütülen mısır ıslah çalışmaları ile geliştirilmiş kendilenmiş mısır hatları arasından bitki boyu, sap kalınlığı, yaprak duruşu, yaprak sayısı ve yeşil kalma gibi özellikleri değerlendirilerek bu özellikler açısından en iyi 17 mısır hattı bu çalışmanın başlangıç materyali olarak seçilmiştir. Bu mısır hatlarının isimleri ve bazı tarımsal özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir. Çalışmanın diğer aşamalarında ise seçilen hatlar ile oluşturulan yarım diallel melezler, tam kardeş kendileme yapılan  $S_1$  aileleri materyal olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada sentetik kaynak materyal geliştirme yöntemi kullanılmış olup elde edilen başlangıç materyaline  $S_1$  tekrarlamalı seleksiyon yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntemlerin aşamaları aşağıda verilmiştir.

1. Yıl: 17 mısır hattı ile silaj verim denemesi kurulmuştur. Yeşil bitki verimi (YBV) ve silaj kalite sonuçlarına göre 9 mısır hattı seçilmiştir.
2. Yıl: Seçilen mısır hatları ile yarım diallel melez yapılmıştır.
3. Yıl: 36 adet yarım diallel melez ile silaj verim denemesi kurulmuş ve silaj kalite analizleri yapılmıştır. YBV ve silaj kalite değerleri dikkate alınarak 15 melez kombinasyonu seçilmiştir.
4. Yıl: Seçilen melezlerin  $F_1$  tohumları eşit miktarda karıştırılarak rekombinasyon bloğu oluşturulmuştur. Rekombinasyon bloğunda tam kardeş kendileme (full-sib) yapılarak populasyon ıslahının başlangıç materyali elde edilmiştir.
5. Yıl:  $S_1$  tekrarlamalı seleksiyon metodu gereği başlangıç materyali ile 5000 bitki olacak şekilde kendileme bloğu ekilmiştir. Hasatta 562 kendilenmiş koçandan 142 adet seçilmiştir.
6. Yıl: Seçilen 142  $S_1$  ailesi döl kontrol verim denemesine alınmıştır. Deneme  $12 \times 12$  basit dengeli lattice deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede iki adet silajlık kontrol çeşidi de yer almıştır. Silaj verim değerleri ve silaj kalite analizleri sonuçlarına göre 32  $S_1$  aile seçilmiştir.
7. Yıl: Seçilen 32  $S_1$  aile ile rekombinasyon bloğu oluşturulmuştur. Rekombinasyon bloğunda tam kardeş kendileme (full-sib) yapılmıştır. Hasatta tam kardeş kendileme yapılan koçanlar alınarak bir araya tanelenmiş ve ADASİLAJSYN  $S_1$  ( $C_1$ ) materyali elde edilmiştir.

Diallel melezleme Hallauer ve ark. (2010)'nin önerdiği şekilde Griffing Yöntem II'ye göre yapılmıştır (Griffing 1956). Yönteme göre  $n$  sayıda ebeveyn olduğunda  $n(n-1)/2$  sayıda kombinasyon gereği  $(9 \times (9-1))/2$  36 adet  $F_1$  elde edilmiştir. Verim denemeleri tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlı olarak kurulmuştur. Döl kontrol verim denemesi basit dengeli lattice deneme desenine göre 2 tekrarlı olarak kurulmuştur. Denemelerde parsel uzunluğu 5 m, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 15 cm dir. Denemelerde  $95240$  bitki  $ha^{-1}$  bitki sıklığı kullanılmıştır. Denemelerde her genotip kendi silaj olum dönemine göre hasat edilmiştir. Kendileme ve melezleme çalışmalarının tamamı izolasyon kağıtları kullanılarak el ile yapılmıştır. Koçan nüveleri püskül çıkarmadan uygun izolasyon kağıdı ile kapatılmıştır. Tepe püskülleri ana ekseninin %50 kısmında anterler açılıp polen dökmeye başladığında izolasyon kağıdı ile kapatılmıştır. Çalışmada belirlenen NDF ve ADF değerleri Çizelge 1'de verilen standart değerler ile karşılaştırılmıştır.

**Çizelge 1.** Silaj kalite parametrelerinden NDF ve ADL kalite standardı

Kalite Standardı	ADF	NDF
En İyi	<31	<40
1	31-35	40-46
2	36-40	47-53
3	41-42	54-60
4	43-45	61-65
5	>45	>65

Tarımsal gözlemler Tohumluk Tescil Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, TTSM (2018)' e göre alınmıştır. Yürütülen denemelerden alınan tarımsal gözlemler ve yapılan analizlerin teknik talimata göre yöntemleri aşağıda verilmiştir.

**Çiçeklenme gün sayısı (gün):** Ekim tarihinden parseldeki bitkilerin %50'sinin tepe püskülünü çıkarmasına kadar geçen zaman olarak hesaplanmıştır.

**Bitki boyu (cm):** Her parselde, süt olum döneminde, tesadüfi olarak seçilen 10 adet bitkinin toprak seviyesinden tepe püskülünün en uçtaki noktasına kadar olan mesafe ölçülerek ortalamaları alınmıştır.

**Koçan/Bitki oranı (%):** Her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkinin koçan ağırlıkları ve bitki ağırlıkları tartılmış ve oranlanmıştır.

**Yaprak/Sap oranı (%):** Her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkinin (koçan hariç) yaprak ve sap ağırlıkları tartılmış ve oranlanmıştır.

**Sap/Bitki oranı (%):** Her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkinin sap ağırlıkları alınmış ve tüm bitki ağırlığına oranlanmıştır.

**Yeşil kalma (1-5):** Bir parselde orta iki sıradaki bitkiler hamur olum döneminde yeşil kalma durumuna göre değerlendirilmiştir (1-iyi, 5-kötü).

**Hasat zamanı:** Her parselde orta 2 sıradaki bitkilere ait koçanların, süt olum dönemlerini tamamlayıp sarı olum dönemine geçtiği ve üst kısmında hafif çöküntünün olduğu, (tanedeki süt çizgisi  $\frac{1}{2}$  veya  $\frac{2}{3}$ ) kuru madde oranının % 30-35 civarı olduğu dönemdir. Denemedeki genotipler, silaj hasat olgunluğu dönemine gelme durumuna göre farklı zamanlarda ayrı ayrı hasat edilmiştir.

**Yeşil bitki verimi (t ha<sup>-1</sup>):** Yeşil bitki verimi orta 2 sıradan hasat edilen bitkilerin tartılması ile belirlenmiştir. Biçim toprak seviyesinden 5-6 cm yükseklikten yapılmıştır. Elde edilen veriler birim alan verime çevrilmiştir.

**Kuru madde oranı (%):** Biçimden sonra her parselden yeşil bitki için hasat edilen parseli temsil eden 1 bitki rastgele alınıp parçalanmıştır (1-2 cm), kurutma dolabında 48 saat 105 °C'de kurutulmuştur. Örnek daha sonra 24 saat desikatörde bekletilerek tartılmış ve kuru madde oranı belirlenmiştir.

**Ham protein oranı (%):** Tüm bitki kuru madde verimi belirlenen ve 1 mm'lik elekten geçirilecek şekilde öğütülen örneklerde, Kjeldahl yöntemiyle (AOAC, 1990) belirlenmiştir.

**NDF (%):** Tüm bitki kuru madde oranı belirlenen ve 1 mm'lik elekten geçirilecek şekilde öğütülen örneklerde, Goering ve Van Soest (1970)'in önerdiği yöntemlere göre NDF analizleri yapılmıştır.

**ADF (%)**: Tüm bitki kuru madde verimi belirlenen ve 1 mm'lik elekten geçirilecek şekilde öğütülen örneklerde, Goering ve Van Soest (1970)'in önerdiği yöntemlere göre ADF analizleri yapılmıştır.

**ADL (%)**: % 72'lik sülfirik asit çözeltisinde bekletilen numunede çözünemeyen kısım belirlenmiştir.

**Ham selüloz (%)**: Seyreltik asit ve bazik çözeltilerde çözünemeyen lif miktarına verilen addır. Wendee Analiz Tekniği esaslarına göre tayin edilmiştir (Akyıldız, 1984).

**Ham yağ (%)**: Her genotipten alınan örnek numunede Sokselet Metodu ile yağ miktarı belirlenmiştir. AOAC Official Method 920.39 ve ISO 6492.

**Ham protein (%)**: Her genotipten alınan örnek numunede Dumas klasik yöntemi ile protein miktarı belirlenmiştir. ICC Standart No.167 ve AOAC Official Method 992.23.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Yüksek YBV ve silaj kalite değerlerine sahip sentetik materyallerin oluşturulması amacı ile 2009 yılında 17 adet kendilenmiş hattın silaj verim denemesi kurulmuştur. Kendilenmiş mısır hatlarının erkek çiçeklenme süresi 66-80 gün, bitki boyu 168-279 cm, yeşil kalma değerleri 1-3 ve yeşil bitki verimleri ise 30.90-61-77 t ha<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Denemede yaprak/sap oranı, koçan/bitki oranı, YBV, NDF, ADF, ham selüloz, ham protein ve ham yağ değerleri belirlenmiştir. YBV ve kalite parametreleri dikkate alınarak ADK-514-1, ADK-533, ADK-433, ADK-451, ADK-604, ADK-720, ADK-733, ADK-689 ve ADK-694 mısır hatları seçilmiştir (Çizelge 2 ve 3).

**Çizelge 2.** Kendilenmiş mısır hatların silaj verim denemesi değerleri

Çeşit Adı	Çiçeklenme (gün)	Bitki boyu (cm)	Yeşil Kalma (1-5)	Koçan/Bitki (%)	Yaprak/Sap (%)	Yeşil Bitki Verimi (t ha <sup>-1</sup> )
ADK 433	80	251	1.7	13	143	61.77 a
MAE 9301	80	279	1.0	26	125	61.76 a
ADK 455	78	236	1.7	18	138	59.12 ab
ADK 451	76	241	1.3	30	151	57.69 abc
ADK 728	70	205	1.0	25	174	53.78 a-d
ADK 438	80	221	2.3	16	115	51.13 b-e
ADK 694	74	222	3.0	28	94	50.54 cde
ADK 689	76	225	2.0	15	92	50.46 cde
ADK 720	76	199	2.0	22	95	46.27 def
ADK 726	70	199	1.3	25	189	42.88 efg
ADK 533	73	204	1.7	23	101	41.87 fg
ADK 719	68	168	1.7	31	133	40.87 fg
ADK 434	79	225	2.7	23	84	40.56 fg
ADK 733	70	206	1.7	31	146	40.03 fg
ADK 604	66	173	1.0	27	194	39.64 fg
ADK 651	66	175	1.3	32	127	36.02 gh
ADK 514-1	69	172	1.0	29	227	30.90 h
V.F.						*
V.K. (%)						6.6
A.Ö.F. (t h <sup>-1</sup> )						8.51

\*: 0.05 düzeyinde önemlidir.

Kendilenmiş mısır hatları seçilirken NDF, ADF ve ham selüloz değerlerinin düşük olanları, ham protein, ham yağ ve YBV nin yüksek değerleri dikkate alınmıştır. Kendilenmiş hatlar arasında Yöntem

II'ye göre yapılan melezlemeler sonucu 36 adet F<sub>1</sub> elde edilmiştir. Yöntem II'ye göre hazırlanan eşleştirme Çizelge 4'te verilmiştir.

**Çizelge 3.** Kendilenmiş mısır hatlarının silaj kalite değerleri

Çeşit	NDF (%)		ADF (%)		Ham Selüloz (%)		Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	
ADK 433	45.9	a	45.1	bcd	20.9	bcd	8.3	1.42	cd
ADK 434	45.2	abc	45.6	bcd	23.2	abc	10.7	1.04	d
ADK 438	43.5	abc	45.5	bcd	23.2	abc	9.4	1.45	cd
ADK 451	42.4	abc	46.6	ab	20.3	cd	9.2	1.72	bcd
ADK 455	46.9	a	45.1	bcd	23.5	ab	8.7	1.29	cd
ADK 514-1	31.3	e	41.7	e	15.8	e	9.5	2.23	abc
ADK 533	40.7	cd	46.1	bc	22.2	bcd	9.1	2.07	abc
ADK 604	44.7	abc	44.8	cd	21.9	bcd	10.3	1.95	bcd
ADK 651	43.2	abc	46.3	abc	21.1	bcd	9.4	2.15	abc
ADK 689	37.3	d	44.2	d	19.2	d	8.5	2.98	a
ADK 694	42.3	abc	45.2	bcd	20.2	cd	9.9	1.60	bcd
ADK 719	43.3	abc	46.0	bcd	21.5	bcd	9.1	2.56	ab
ADK 720	45.3	abc	44.5	cd	20.5	bcd	10.6	1.32	cd
ADK 726	44.7	abc	46.3	abc	21.9	bcd	10.4	2.14	abc
ADK 728	45.3	abc	46.7	ab	21.9	bcd	9.9	1.86	bcd
ADK 733	41.0	bcd	46.2	abc	21.5	bcd	9.6	2.19	abc
MAE 9301	45.6	ab	47.9	a	25.8	a	8.4	1.42	cd
V.F.	**		*		**		ö.d	**	
V.K. (%)	6.9		2.4		8.8		11.2	3.2	
A.Ö.F. (t h <sup>-1</sup> )	4.89		1.82		3.14		--	0.97	

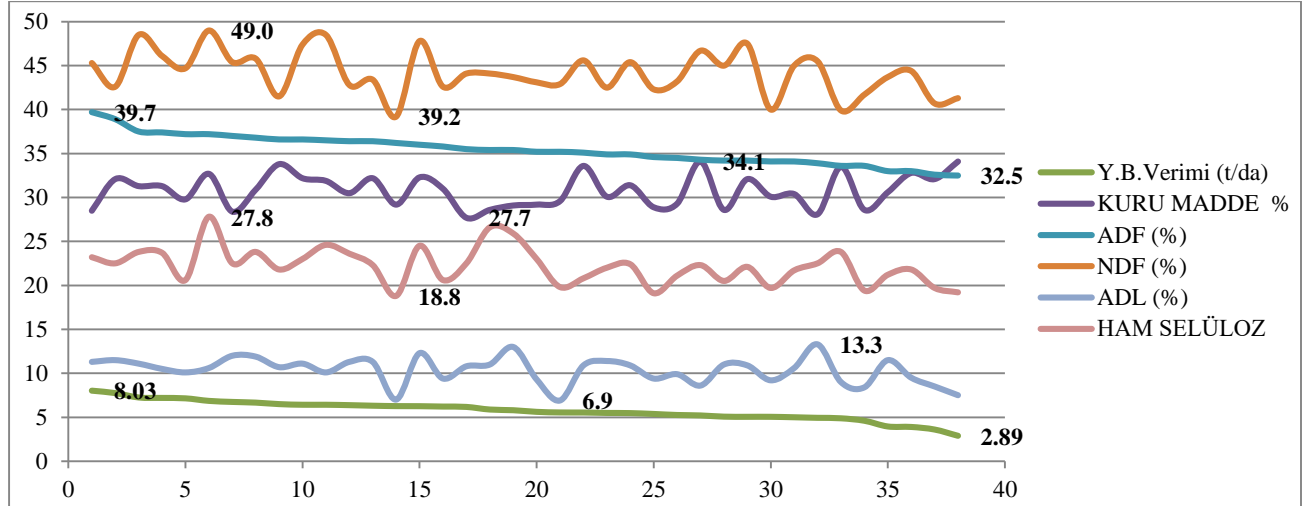
\*\* : 0.01 düzeyinde önemli, \* : 0.05 düzeyinde önemli, ö.d: istatistiki olarak önemli değildir.

**Çizelge 4.** Kendilenmiş mısır hatları ile oluşturulan yarım diallel melez kombinasyonları

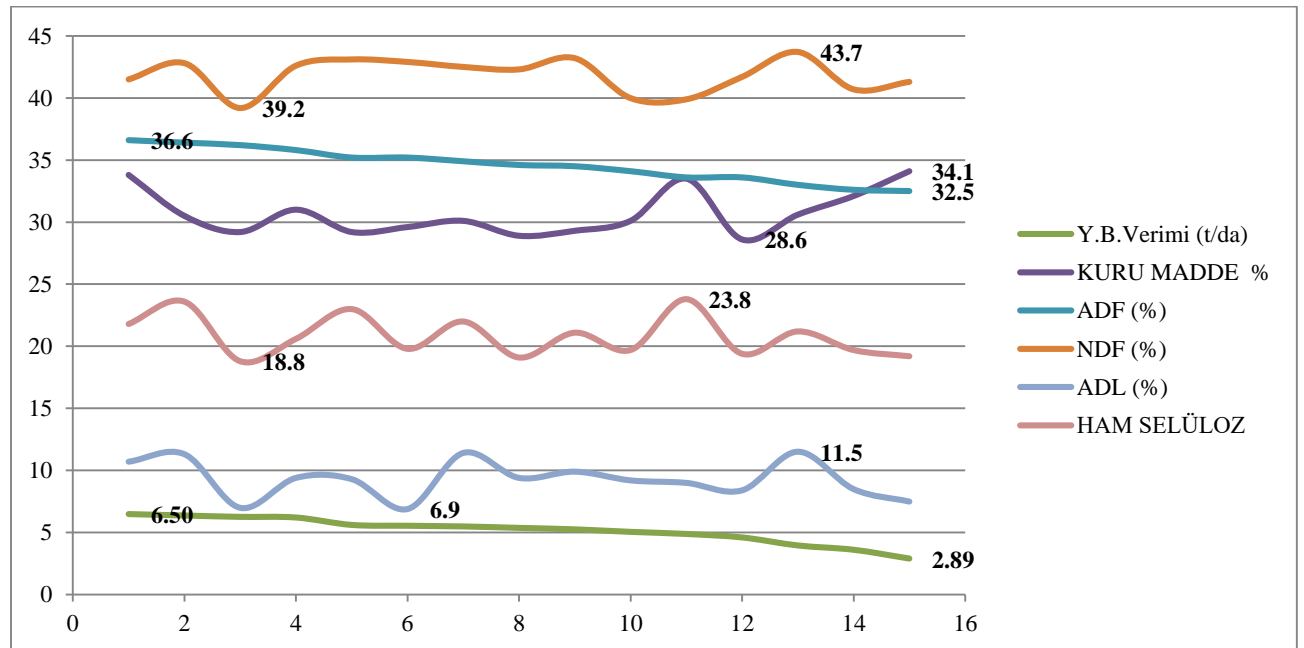
No	Kombinasyonlar	No	Kombinasyonlar
1	ADK-514-1 X ADK-689	19	ADK-694 X ADK-720
2	ADK-514-1 X ADK-694	20	ADK-694 X ADK-733
3	ADK-514-1 X ADK-438	21	ADK-694 X ADK-604
4	ADK-514-1 X ADK-451	22	ADK-438 X ADK-451
5	ADK-514-1 X ADK-533	23	ADK-438 X ADK-533
6	ADK-514-1 X ADK-720	24	ADK-438 X ADK-720
7	ADK-514-1 X ADK-733	25	ADK-438 X ADK-733
8	ADK-514-1 X ADK-604	26	ADK-438 X ADK-604
9	ADK-689 X ADK-694	27	ADK-451 X ADK-533
10	ADK-689 X ADK-438	28	ADK-451 X ADK-720
11	ADK-689 X ADK-451	29	ADK-451 X ADK-733
12	ADK-689 X ADK-533	30	ADK-451 X ADK-604
13	ADK-689 X ADK-720	31	ADK-533 X ADK-720
14	ADK-689 X ADK-733	32	ADK-533 X ADK-733
15	ADK-689 X ADK-604	33	ADK-533 X ADK-604
16	ADK-694 X ADK-438	34	ADK-720 X ADK-733
17	ADK-694 X ADK-451	35	ADK-720 X ADK-604
18	ADK-694 X ADK-533	36	ADK-733 X ADK-604

Yarım diallel melez kombinasyonları üç kontrol çeşit ile tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlamalı, parsel uzunluğu 5 m, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 15 cm olacak şekilde denemeye alınmıştır. Denemede YBV 2.89-8.03 t ha<sup>-1</sup>, kuru madde % 27.7-34.1, ham selüloz % 18.8-27.8, ADF

% 32.5-39.7, NDF % 39.2-49.0 ve ADL % 6.9-13.3 değerleri arasında değişmiştir (Şekil 1). Başaran ve ark., (2017), dokuz silajlık mısır çeşidi ile yaptıkları çalışmalarında ADF ve NDF değerlerini sırasıyla % 31.30-37.47 ve % 50.53-60.40 arasında bulmuşlardır. Yarım diallel melezlerin ADF değerleri bu çalışma ile benzer ve NDF değerleri ise daha düşük bulunmuştur. YBV ve silaj kalite değerleri birlikte incelenerek 15 kombinasyon seçilmiştir. Seçilen kombinasyonların YBV ve silaj kalite en düşük ve en yüksek değerleri Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Yarım diallel melezlerin YBV ve silaj kalite parametreleri en düşük ve en yüksek değerleri



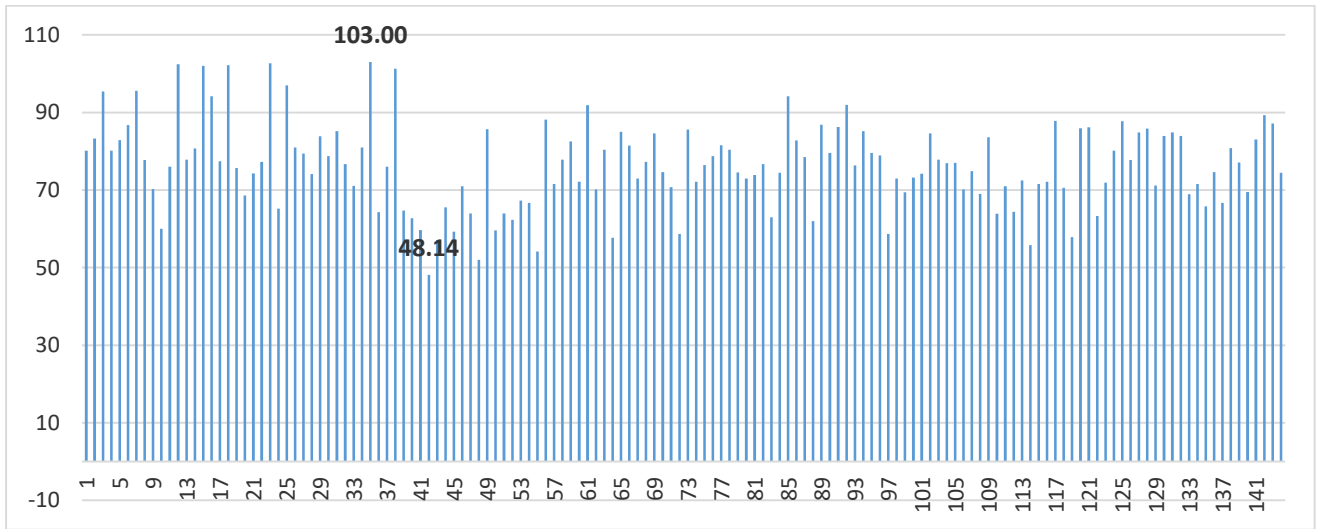
Şekil 2. Yarım diallel melezlerin verim denemesinden seçilen 15 melez kombinasyonunun YBV ve silaj kalite parametreleri en düşük ve en yüksek değerleri

Seçilen 15 melez kombinasyonunun stokta bulunan F<sub>1</sub> tohumundan eşit miktar karıştırılarak en az 3000 bitki olacak şekilde iki farklı zamanda ekim yapılmıştır. Parsellerde sıra uzunluğu 5 m, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 18 cm olarak rekombinasyon bloğu ekilmiştir. Rekombinasyon bloğunda bitkilerin koçan nüveleri izolasyon kağıdı ile kapatılmıştır. Bu bitkilerde tepe püskülleri ana ekseninde % 50 çiçeklenme olduğu zaman izolasyon kağıtları ile kapatılmış ve koçan püskülleri 2-3 cm olunca tepe

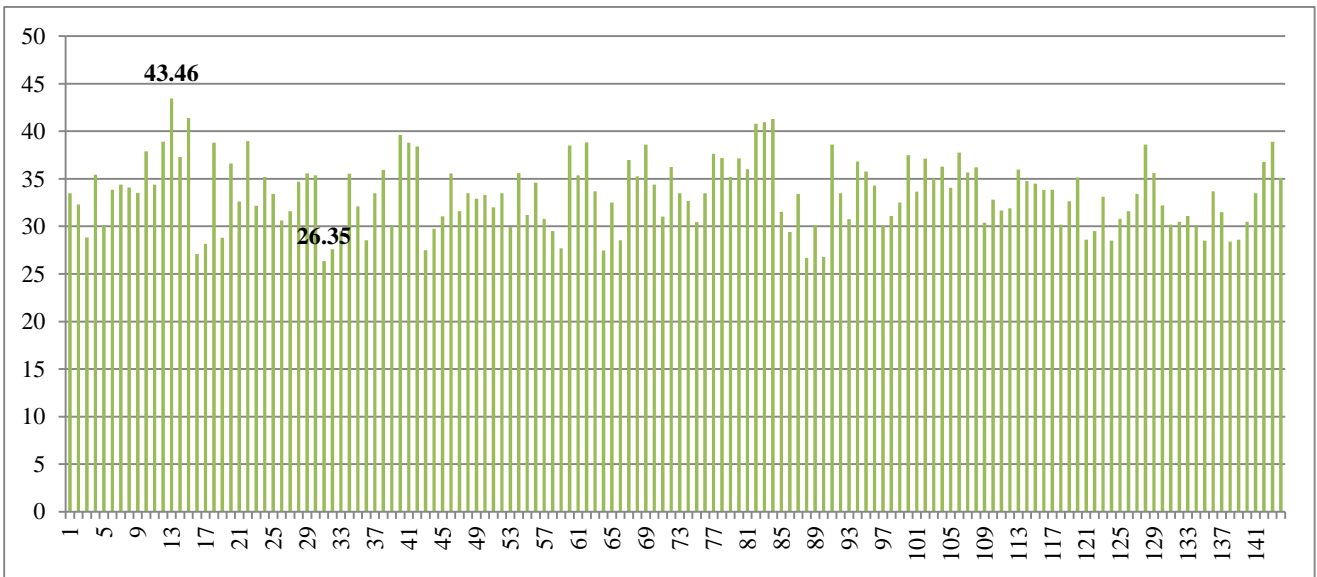


püsküllerinden polenler alınıp tam kardeş kendileme işlemi yapılmıştır. Döllenen koçanlar izolasyon kağıdı ile kapatılarak hasada kadar muhafaza edilmiştir. Hasatta alınan koçanlar bir araya tanelenerek popülasyon ıslahının başlangıç materyali oluşturulmuştur.

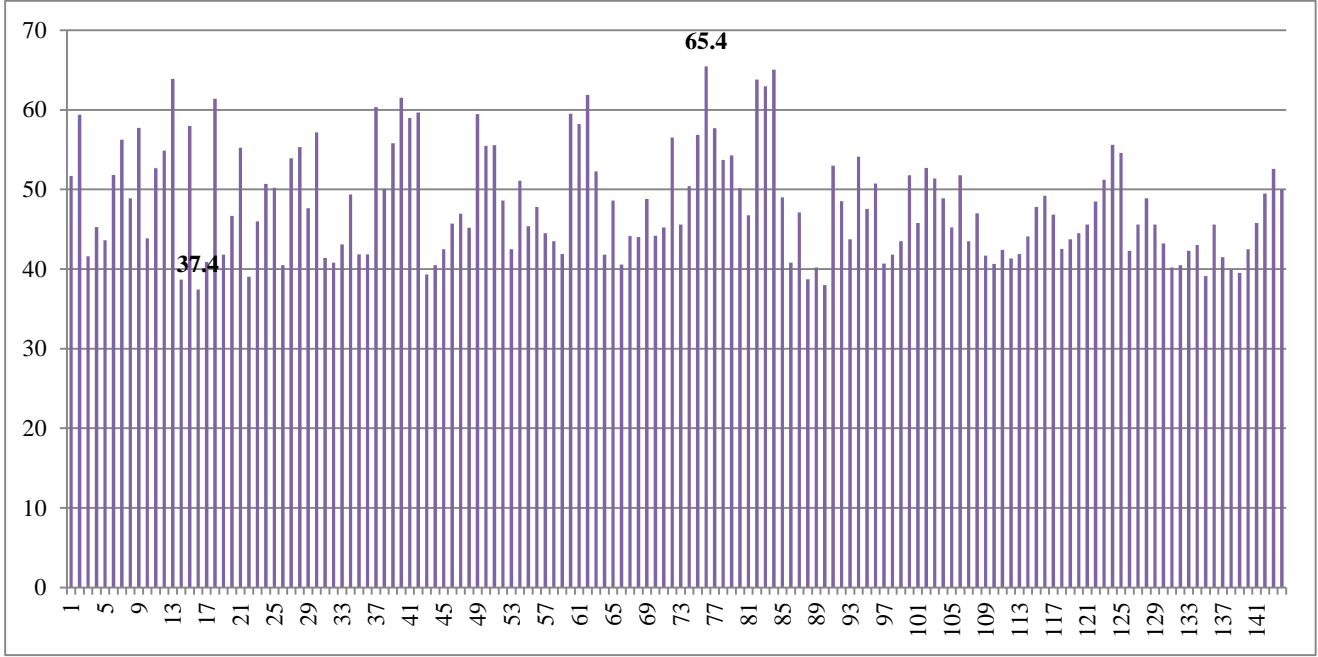
S<sub>1</sub> tekrarlamalı seleksiyon metodu gereği elde edilen başlangıç popülasyonu 5000 bitki olacak şekilde 5 m uzunluğunda parsellere 70 cm sıra arası ve 18 cm sıra üzeri olacak şekilde ekilmiştir. Parsellerde en sağlıklı bitkilerde koçan nüveleri kapatılmış ve aynı bitkideki tepe püskülü izole edilmiştir. Koçan püskülü dölllenme olgunluğuna geldiğinde aynı bitkinin tepe püskülündeki izole edilen polen alınarak elle tozlaşma işlemi yapılmıştır. Hasatta, 562 adet kendileme yapılmış koçanın içinden 142 koçan seçilmiştir. Her bir koçan bir aileyi temsil etmektedir. Seçilen S<sub>1</sub> aileleri ile 12×12 basit dengeli lattice deneme deseninde 2 tekrarlamalı, 2 sıralı, 5 m parsel uzunluğu, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 15 cm olacak şekilde döl kontrol verim denemesi kurulmuştur. Denemede iki adet kontrol çeşit de yer almıştır. Denemede yer alan genotiplerin YBV değerleri 48.14-103.00 t ha<sup>-1</sup>, ADF % 26.4-43.5, NDF % 37.4-65.4, ADL % 0.8-9.8, ham selüloz % 9.3-25.7 arasında değişmiştir (sırasıyla Şekil 3, 4, 5, 6, 7).



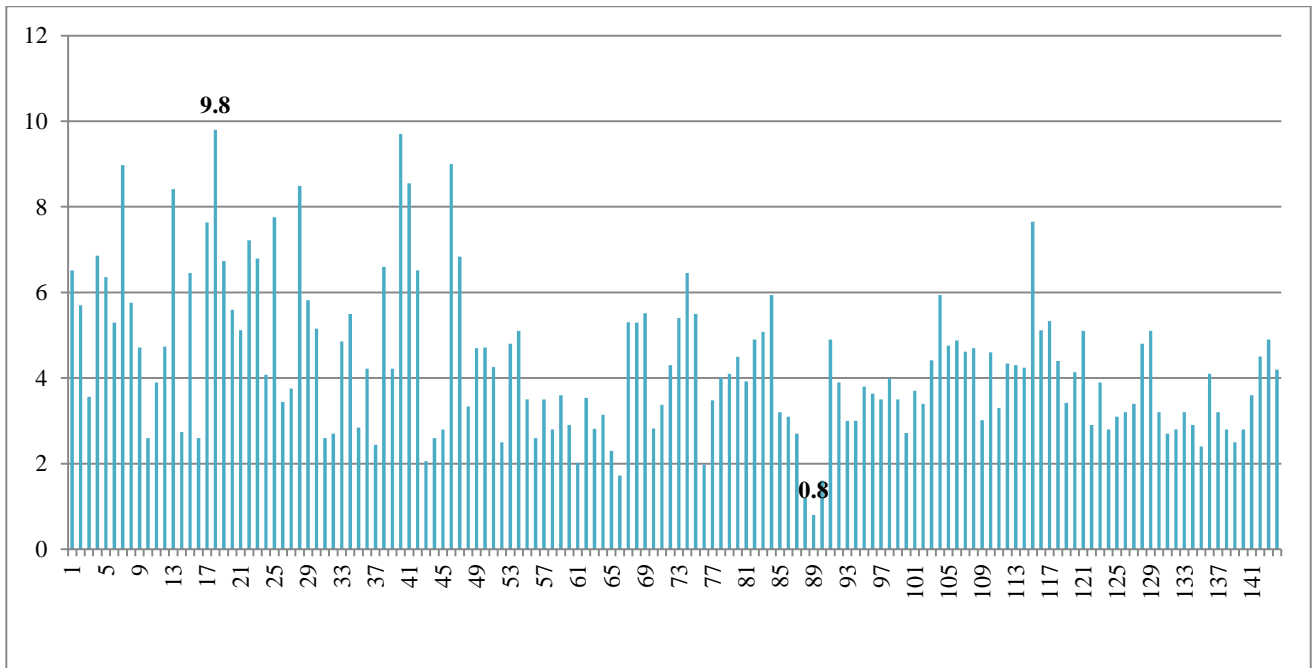
Şekil 3. 12×12 Döl kontrol verim denemesinde yer alan ailelerin YBV (t ha<sup>-1</sup>) değerleri



Şekil 4. 12×12 Döl kontrol verim denemesinde yer alan ailelerin ADF (%) değerleri



Şekil 5. 12×12 Döl kontrol verim denemesinde yer alan ailelerin NDF (%) değerleri

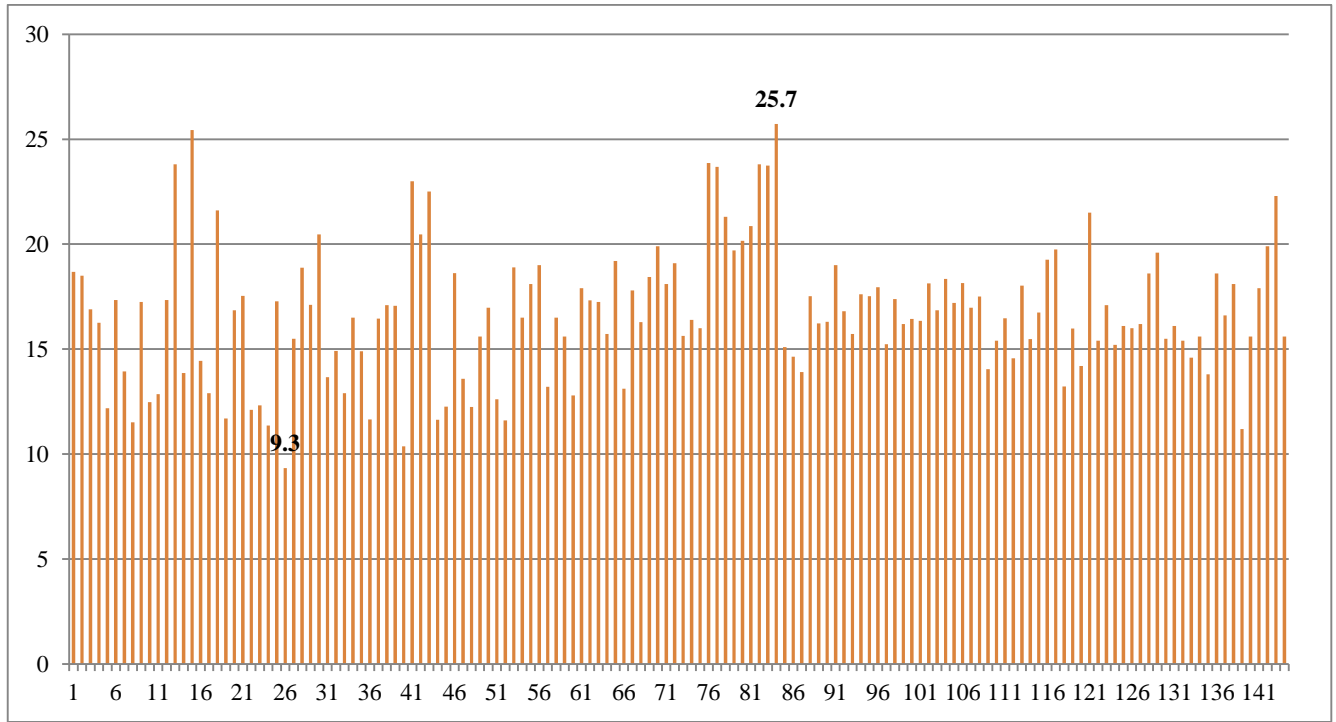


Şekil 6. 12×12 Döl kontrol verim denemesinde yer alan ailelerin ADL (%) değerleri

Döl kontrol verim denemesi sonuçları ile silaj kalite değerleri dikkate alınarak popülasyondan 32  $S_1$  aile seçilmiştir. Seçilen ailelerde YBV 57.14-102.0 t ha<sup>-1</sup>, ADF % 26.4-32.8, NDF % 38.0-43.1, ADL % 0.8-7.6 ve ham selüloz % 9.3-22.5 arasında değişmiştir.

Seçilen 32 ailenin stokta bulunan  $S_1$  koçanlarından ikişer sıralı ana parselleri ve her birinden eşit miktar alınarak karıştırılıp ikişer sıralı baba parselleri Şekil 8'de verilen plana göre ekilmiştir. Rekombinasyon bloğunda ana parsellerde koçan nüveleri püskül çıkarmadan, baba sıralarda ise tepe püskülleri polen dökmeye başladığında izole edilmiş ve el ile tozlaşma gerçekleştirilmiştir. Döllenen koçanlar izolasyon kağıdı ile kapatılarak hasada kadar muhafaza edilmiştir. Hasatta alınan koçanların

tamamı bir araya tanelenmiştir. Rekombinasyon bloğundan alınan tohumlar ADASLJSYN S<sub>1</sub> (C<sub>1</sub>) sentetik popülasyonunu temsil etmektedir.



Şekil 7. 12x12 Döl kontrol verim denemesinde yer alan ailelerin ham selüloz (%) değerleri



Şekil 8. Rekombinasyon bloğu ekim planı; A-ana, B-baba parseller

## SONUÇ

Sentetik kaynak materyal geliştirme sürecine bir döngü S<sub>1</sub> tekrarlamalı seleksiyon yöntemi eklenerek uygulanan bu çalışma sonucunda silaj amaçlı mısır ıslah programlarında kullanılmak üzere kaynak materyal geliştirilmiştir. Elde edilen popülasyon yeni kendilenmiş hatların geliştirilmesinde kaynak materyal olarak ve DH hatların elde edilmesinde donör olarak 2017 yılından beri kullanılmaktadır. ADASLJSYN S<sub>1</sub> (C<sub>1</sub>) popülasyonunda ıslah döngüsü silaj kalite değerleri belirlenmiş yeni hatlar, yöntemin rekombinasyon bloğunda eklenerek devam ettirilebilir.

## TEŞEKKÜR

Bu makale, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından 2009-2018 yılları arasında desteklenen “Marmara Bölgesi Mısır Islah Araştırmaları” projesinden türetilmiştir. Mısır Araştırma Enstitüsü’ne sağladığı olanaklardan dolayı teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

- Akyıldız AR, 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 895, Uygulama Kılavuzu: 213, Ankara, 227s.
- Anonim, 2020a. World Agricultural Production, Circular Series, WAP 4-20, <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. (Date of access: 13 April 2020).
- Anonim, 2020b. Türkiye İstatistik Kurumu, Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler, Yem Bitkileri , [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) (Erişim tarihi: 13.04.2020).
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Barnes RF, Muller LD, Bauman LF, Colenbrender VF, 1971. In Vitro Dry Matter Disappearance of Brown Midrib Mutants of Maize (*Zea mays* L.). Journal of Animal Science, 33:4.
- Başaran U, Gülümser E, Çopur Doğrusöz M, Mut H, Şahin A, 2017. Farklı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hamur Olum Döneminde Silaj ve Tane Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 21(Özel Sayı): 1-5.
- Frey TJ, Coors JG, Shaver RD, Lauer JG, Eilert DT, Flannery PJ, 2004. Selection for Silage Quality in the Wisconsin Quality Synthetic and Related Maize Populations. Crop Science, 44: 1200-1208.
- Goering HK, Van Soest PJ, 1970. Forage Fiber Analysis. Agriculture Handbook No.379, Washington DC, p. 829-835.
- Griffing B, 1956. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing Systems. Australian Journal of Biological Sciences, 9: 463-493.
- Hallauer AR, 1981. Selection and Breeding Methods. Plant Breeding II. Iowa State University Press, Ames. p.3-55.
- Hallauer AR, Carena MJ, Filho M, 2010. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Handbook of Plant Breeding. Springer Press. Newyork. USA.
- Jones L P, Compton WA, Gardner CO, 1971. Comparison of Full And Half-Sib Reciprocal Recurrent Selection. Theoretical and Applied Genetics, 41: 36-39.
- Lamkey KR, Schnicker BJ, Gocken TL, 1993. Choice of Source Populations for Inbred Line Development. Annual Corn and Sorghum Research Conference of Proceeding, 48:91-103.
- Pollmer WG, Phipps RJ, 1980. Improvement of Quality Traits of Maize for Grain and Silage Use. Nijhoff, The Hague, 504p.
- Singh J, 1987. Field Manual of Maize Breeding Procedures. FAO.
- Sriwatanapongse S, 1987, Türkiye'de Mısır Üretim Potansiyeli (Çeviren: Engin Kınacı), Türkiye'de Mısır Üretimini Geliştirilmesi, Problemler ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 23-26 Mart 1987, Ankara.
- Şekerden Ö, 1997. Türkiye'de Silaj. Türkiye Birinci Silaj Kongresi, 16-19 Eylül 1997. Hasad Yayıncılık, BURSA.
- TTSM, 2018. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Mısır. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- Yaylak E, Alçiçek A, 2003. Sığır Besiciliğinde Ucuz Bir Kaba Yem Kaynağı: Mısır Silajı. Hayvansal Üretim, 44(2): 29-36.
- Zeng SX, 1990. Germplasm Base of Maize Hybrids in China. Scientia Agricultura Sinica, 23: 1-9.