

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ (GDO) MISIR (*Zea mays* L.)'İN SWISS ALBİNO  
FARELERDE POTANSİYEL ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

SERDAR KARAKUŞLU

HAZİRAN

2014

Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün onayı.

Doç. Dr. Kültiğın ÇAVUŞOĞLU

...../...../.....

\_\_\_\_\_  
Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak Biyoloji Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İhsan AKYURT

\_\_\_\_\_  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumuzu ve Yüksek Lisans Tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarız.

Prof. Dr. KürşadYAPAR

Doç. Dr. Kültiğın ÇAVUŞOĞLU

\_\_\_\_\_  
Ortak Danışman

\_\_\_\_\_  
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Emine YALÇIN

\_\_\_\_\_

Doç. Dr. Kültiğın ÇAVUŞOĞLU

\_\_\_\_\_

Yrd. Doç. Dr. Sevim ÇİFTÇİ YEGİN

\_\_\_\_\_

.....

\_\_\_\_\_

.....

\_\_\_\_\_

## ÖZET

### GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ (GDO) MISIR (*Zea mays* L.)'IN SWISS ALBİNO FARELERDE POTANSİYEL ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

KARAKUŞLU, Serdar

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Kültiğın ÇAVUŞOĞLU

Ortak Danışman: Prof. Dr. Kürşad YAPAR

HAZİRAN 2014, 25 Sayfa

Bir organizmanın gen diziliminin değiştirilmesi ya da ona kendisinde olmayan yeni bir özellik kazandırılmasıyla elde edilen organizmaya genetiğı değiştirilmiş organizma (GDO) denilmektedir. Bu çalışmada genetiğı değiştirilmiş GDO'lu mısır (*Zea mays* L.)'ın Swiss albino farelerdeki potansiyel fizyolojik ve genotoksik etkileri araştırılmıştır. Fizyolojik etkiler; canlı doğum ağırlığı, canlı ağırlık, organ ağırlığı ve doğum parametrelerinin ölçümü ile genotoksik etkiler ise; yanak mukoza epitel hücreleri ve eritrosit hücrelerindeki mikronukleus (MN) varlığının tespitiyle değerlendirilmiştir. Fareler her grupta 10 hayvan olacak şekilde toplam 4 gruba ayrılmış, kontrol grubundaki fareler GDO'suz mısır, uygulama grubundaki fareler ise GDO'lu mısır ile beslenmiştir. Anaç grubundan meydana gelen I. nesil ve bu nesilden meydana gelen II. nesil farelerde aynı şekilde beslenerek GDO'nun nesiller boyunca potansiyel etkileri araştırılmıştır. GDO'lu mısır ile beslenen anaç grubu, I. nesil ve II. nesil farelerde karaciğer organ ağırlıkları, canlı ağırlık, canlı doğum ağırlıkları ve canlı doğum sayısının azaldığı, böbrek organ ağırlıkları ve eritrosit hücrelerindeki MN sayılarının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca

anaç grubu, I. ve II. nesil farelerin hiç birinin yanak mukoza epitel hücrelerinde MN oluşumuna rastlanılmamıştır.

**Anahtar kelimeler:** GDO, Fizyoloji, Genotoksisite, Mikronukleus

## ABSTRACT

### THE INVESTIGATION OF THE POTENTIAL EFFECTS OF GENETICALLY MODIFIED (GMO) MAIZE (*Zea mays* L.) ON SWISS ALBINO MICE

KARAKUŞLU, Serdar

Giresun University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Master Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kültiğın ÇAVUŞOĞLU

Co-Supervisor: Prof. Dr. Kürşad YAPAR

JUNE 2014, 25 Pages

An organism of which gene sequence is modified or a new feature is added to it is called Genetically Modified Organism (GMO). This study researches the potential physiologic and genotoxic effects of a genetically modified organism, maize (*Zea mays* L.) on Mice. While physiologic effects are identified by measuring live-born weight, live weight, organ weight and genotoxic effects are evaluated by identifying buccal mucosa epithelial cells and existence of micronucleus (MN) in erythrocyte cells. In this study, mice were divided into four categories in which 10 mice existed both as control and practice groups. The mice in control groups were feeded with Non-GMO maize, while the mice in treatment groups were feeded with GMO maize. Potential effects of GMO maize on the first generation mice, which comprised of mother mice and second generation mice that derived from the former generation through being feeded in the same way. It has been found out that organ weight of liver, live weight, live-born weight and number of liveborns have reduced and organ weight of kidneys and the number of MN in erythrocyte cells have increased in mother, first generation and second generation mice, which were feeded with GMO maize. In addition, there

could not be found formation of MN in buccal mucosa epithelial cells of mother, first and second generation mice.

**Keywords:** GMO, Physiology , Genotoxicite , Micronucleus

## TEŞEKKÜR

Öncelikle çalıőmalarım esnasında yardımlarını ve desteklerini benden esirgemeyen değerli danışman hocalarım Doç. Dr. Kültiğin AVUŐOęLU ve Prof. Dr. Kürşad YAPAR'a, tez çalıőmamın her aőamasında bilimsel destek sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Emine YALÇIN'a, çalıőmam sırasında desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Öğr. Gör. Figen ÇİÇEK, Ali ACAR, Baran SEVEN ve Güray DEMİRTAŐ'a, ayrıca hayatımın her aőamasında beni yreklendiren, öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen canım aileme teőekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER .....	VI
TABLOLAR DİZİNİ .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO) .....	2
1.2. Dünyada Genetiği Değiştirilmiş (GDO'lu) Ürünler.....	2
1.3. Türkiye’de Genetiği Değiştirilmiş (GDO’lu) Ürünler İle İlgili Yasal Mevzuat.....	3
1.4. Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO)’ların Potansiyel Yararları .....	3
1.5. Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO)’ların Potansiyel Zararları.....	4
2. MATERYAL VE METOT .....	5
2.1. Ürün ve Kimyasallar .....	5
2.2. Canlı Ağırlıkların Saptanması .....	5
2.3. Organ Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	5
2.4. Eritrosit Hücrelerinde Mikronukleus (MN) Testi.....	6
2.5. Yanak Mukoza Epitel Hücrelerinde Mikronukleus (MN) Testi.....	6
2.6. Doğum Parametrelerinin Belirlenmesi .....	7
2.7. İstatistiksel Analiz .....	7
3. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	8
4. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	19
KAYNAKLAR .....	22



ÖZGEÇMİŞ .....	26
----------------	----

## TABLolar DİZİNİ

### TABLO

3.1. Anaç grubu farelerde canlı ağırlık (gr) değişimi.....	9
3.2. Anaç grubu farelerde karaciğer organ ağırlıklarındaki (gr) değişim .....	9
3.3. Anaç grubu farelerde böbrek organ ağırlıklarındaki (gr) değişim .....	10
3.4. Anaç grubu farelerin eritrosit hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı .....	11
3.5. Anaç grubu farelerin yanak mukoza epitel hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı.....	11
3.6. Birinci nesil farelerde canlı ağırlık (gr) değişimi.....	12
3.7. Birinci nesil farelerde karaciğer organ ağırlıklarındaki (gr) değişim.....	12
3.8. Birinci nesil farelerde böbrek organ ağırlıklarındaki (gr) değişim .....	13
3.9. Birinci nesil farelerin eritrosit hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı .....	14
3.10. Birinci nesil farelerin yanak mukoza epitel hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı.....	14
3.11. İkinci nesil farelerde canlı ağırlık (gr) değişimi.....	15
3.12. İkinci nesil farelerde karaciğer organ ağırlıklarındaki (gr) değişim .....	15
3.13. İkinci nesil farelerde böbrek organ ağırlıklarındaki (gr) değişim.....	16
3.14. İkinci nesil farelerin eritrosit hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı .....	17
3.15. İkinci nesil farelerin yanak mukoza epitel hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı.....	17
3.16. Anaç, birinci ve ikinci nesil farelerde doğum parametrelerindeki değişim .....	18

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### ŞEKİL

3.1. GDO'lu mısır ile beslenen albino farelerde Mikronukleuslu (Mn) eritrosit hücrelerinin görünümü.....	8
--	---

## KISALTMALAR

Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>
GDO	Genetiği Değiştirilmiş Organizma
EDTA	Etilendiamin Tetra Asetik Asit
EMS	Eosinophilia Myalgia Syndrome
MN	Mikronukleus
Mus-EMN	Fare-Eritrosit-Mikronükleus

## 1. GİRİŞ

II. Dünya Savaşının sona ermesiyle birlikte dünya nüfusu hızla artmaya başlamış, artan bu nüfusun beslenme ihtiyacını karşılayabilmek için ise 1950’li yıllarda “Yeşil Devrim” olarak adlandırılan bir gelişme yaşanmıştır. Bu devrim; dar alanda en yüksek düzeyde ürün alınabilmesi için tarım ilaçlarının, kimyasal gübrelerin ve aşırı suyun kullanılması temeline dayanmaktaydı. Gerçekten de yeşil devrimle birlikte tarımsal üretim belirgin bir biçimde artmış, fakat 1970’lere gelindiğinde gerek çevre gerekse de insan sağlığı üzerindeki etkileri dünya kamuoyunda ve akademik camiada hararetle tartışılmaya başlanmıştır. Hatalı kullanılan tarım ilaçları ve kimyasal gübreler insan sağlığına zarar vermiş, bazı tarım ilaçları ise yasaklanmıştır. Ortaya çıktığında kurtarıcı olarak gösterilen yeşil devrim, geride sağlık sorunları ve çevre kirliliği gibi ciddi yan etkiler bırakmıştır. Topraklar gübreleme ve pestisit kullanımıyla kirlenmiş, su kaynakları ise hızla azalmaya başlamıştır (1). Bu gelişmeler üzerine artan dünya nüfusunu beslemek için yeni yöntemler aranmaya başlanmış, 1972 yılında Paul Berg ilk genetiği değiştirilmiş DNA molekülünü oluşturmuş, bir yıl sonra ise Stanley Cohen, Annie Chang ve Herbert Boyer genetiği değiştirilmiş ilk organizmayı üretmişlerdir. 1983’e gelindiğinde ise dört farklı çalışma ekibi tarafından genetiği değiştirilmiş ilk bitki örneği üretilmiştir. Sonraki yıllarda ise *Bacillus thuringiensis* (Bt)’li mısır ekimi yapılmış, 1998’de ise GDO etiketleme kuralları belirlenmiştir (2). GDO üretiminde ilk amaç; bu teknolojinin ilaç ve aşı olarak sağlık sektöründe kullanımıydı, ancak sağlıkla ilgili sektörler sıkı bir denetim altında olduğundan, bu teknolojiden elde edilecek karda haliyle azalmaktaydı. Bunun üzerine, yine sağlıkla ilgili olan fakat daha az denetlenen yeni bir alan bulundu; “besin sektörü” (3). Bunun sonucu olarak da Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO veya transgenik ürünler) hayata geçirilmiş (4) ve “dünyadaki açlığa çözüm” olarak insanlığın hizmetine sunulmuştur (5). Üstelik bu sefer sağlık sektöründen farklı olarak kılıf da hazırda çünkü “dünyada açlık” vardı. Çok kısa zamanda, yeterli araştırma ve çalışma yapılmadan ekimi yapılan ve sofralarımızı süsleyen GDO’lu ürünlerin sağlık üzerine ne gibi etkilerinin olacağı ise belirsizdi. Allerjik tepkimelere yol açabileceği, besin zinciri içinde birikebileceği, toksik etkiler yapabileceği ve antibiyotik direnci oluşturabileceği ise daha sonra yapılan araştırmalar ile gözler önüne serilmiştir (6,7).

### **1.1. Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO)**

Biyoteknolojinin imkanları kullanarak canlılarda bulunan mevcut gen dizilimleriyle oynanarak, sahip oldukları özelliklerin değiştirilmesi ya da canlılara yeni özelliklerin kazandırılması ile elde edilen organizmalara “Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar”, kısa adı ile GDO’lar denilmektedir (8). Genetiği değiştirilmiş organizmalar ayrıca genetik olarak modifiye edilmiş organizmalar, genetiği değiştirilmiş ürünler, transgenik organizmalar ve transgenik ürünler gibi değişik isimlerle de adlandırılmaktadır (9).

### **1.2. Dünyada Genetiği Değiştirilmiş (GDO’lu) Ürünler**

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin dünya tarımında başlıca kullanım amaçları; birim alandan alınan ürün miktarını arttırmak, tarım ilaçlarının kullanımını azaltmak, tarım ürünlerinin besleyici özellikleriyle birlikte aroma ve tat yoğunluklarını arttırmak, fiziksel görünümelerini güzelleştirmek ve mahsulün dayanıklılığını arttırmak şeklinde sıralanabilir. Bu amaçlar doğrultusunda dünyada GDO’lu olarak üretilen ürünlerin başında mısır, soya, pamuk ve kanola bitkisi gelmektedir. Bunların dışında patates, domates, çeltik, buğday, ayçiçeği, yerbıştığı, kasava ve papaya da üretimi yapılan diğer GDO’lu ürünlerdir (10,11). Dünyada üretimi yapılan ilk GDO’lu ürün FlavrSavr adıyla da bilinen domatestir ve bu transgenik bitkiye 1994 yılında ticari üretim izni verilmiştir (12). Dünyada transgenik bitkileri en fazla üreten ilk beş ülke Amerika, Brezilya, Arjantin, Kanada ve Hindistan’dır. Bu ülkelerden Amerika 69.5, Brezilya 36.6, Arjantin 23.9, Kanada 11.6 ve Hindistan ise 10.8 milyon hektarlık alanda transgenik bitki üretimi yapmaktadır. Avrupa birliği ülkelerinden İspanya, Portekiz, Çek Cumhuriyeti, Slovakya ve Romanya’da ise son yıllarda GDO’lu mısır üretiminde büyük bir artış olmuştur (13).

### **1.3. Türkiye’de Genetiği Değiştirilmiş (GDO’lu) Ürünler İle İlgili Yasal Mevzuat**

Ülkemizde GDO’lar ile ilgili yasal düzenlemeler 26 Mart 2010 tarih ve 5977 sayılı “Biyogüvenlik Kanunu” ile belirlenmiştir. Bu kanun; genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ve bunlardan elde edilen ürünler ile ilgili olarak araştırma, geliştirme, işleme, piyasaya sürme, izleme, kullanma, ithalat, ihracat, nakil, taşıma, saklama, paketlenme, etiketlenme, depolama ve benzeri faaliyetlere dair hükümleri içermektedir. Biyogüvenlik kanuna göre; GDO ve ürünlerinin onay alınmaksızın piyasaya sürülmesi, kurul kararlarına aykırı olarak kullanılması veya kullandırılması, kurul tarafından piyasaya sürme kapsamında belirlenen amaç ve alan dışında kullanımı, bebek mamaları ve bebek formülleri, devam mamaları ve devam formülleri ile bebek ve küçük çocuk ek besinlerinde kullanılması ayrıca genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvanların üretimi yasaklanmıştır. Kanun kapsamında herhangi bir ürünün, bakanlık tarafından belirlenen eşik değerin üzerinde genetiğinde değişiklik yapılması halinde, ürünün etiketinde GDO miktarının açıkça belirtilmesi de zorunlu hale getirilmiştir (14).

### **1.4. Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO)’ların Potansiyel Yararları**

İnsanların kullanımına sunulan bazı ilaç ve aşılar genetiği değiştirilmiş organizmalar sayesinde hem ucuz hem de güvenli bir şekilde üretilebilmektedir. Örneğin şeker hastalığının tedavisinde kullanılan insülin ile hemofili hastalığının tedavisinde kullanılan pıhtılaşma faktörü sırasıyla genetiği değiştirilmiş bakteriler ve hayvanlar tarafından üretilerek insanlığın hizmetine sunulmaktadır (15,16). Gıdaların besin değerlerinin arttırılması, insanların daha sağlıklı beslenmelerine yönelik fayda sağlayabilmektedir. Bu bağlamda A vitamini açasından zengin GDO’lu pirinç üretimi oldukça yaygındır. Bu sayede özellikle besin zincirinde pirinci ana besin öğesi olarak tüketen toplumlarda, A vitamini eksikliği nedeniyle ortaya çıkan görme bozuklukları ve körlüğün önüne geçilebilmektedir. Ayrıca yer fıstığı, fındık ve soya fasulyesi gibi besinlerin içeriklerindeki alerjik proteinler çıkarılmak yada yapıları değiştirilmek suretiyle neden oldukları alerjik reaksiyonlarda önlenebilmektedir (17,18).

### 1.5. Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO)'ların Potansiyel Zararları

GDO'lu besinlerin birçoğunun antibiyotiklere karşı dirençli kalıtsal materyal içerdikleri bilinmektedir. şayet besin olarak alınan GDO'lu ürüne ait kalıtsal materyalin insan bağırsağında yaşayan bakterilere geçmesi durumunda, bakterilerin hastalıkların tedavisinde kullanılan birçok antibiyotiğe karşı direnç kazanmalarına neden olabilecektir (5). Örneğin Amerika Birleşik Devletlerinde 'StarLink' adlı GDO'lu mısıır türünün, sadece insan tüketimi dışındaki amaçlar için üretimine izin verilmektedir. Bunun nedeni ise bu mısıır türünde yer alan bir Bt proteininin diğer proteinlere göre daha yavaş sindirilmesi, bu durumda bazı kişilerde alerjik reaksiyonlara sebep olmasıdır (19). Transgenik bitkiler DNA'larında toksik madde üretimini sağlayan genleri içerirler. Bünyelerinde sürekli olarak toksik madde üretimi söz konusu olduğu için bu bitkilere "pestisit üreten bitkiler" de denilmektedir (20). Sentezlenen bu toksik maddeler zararlı böcekleri öldürmede etkilidir. Fakat böcekleri öldürmede yetersiz kaldıklarında ise çiftçiler tarafından ilaveten tarım ilaçları kullanılmakta, bu durumda GDO'ların doğada tarım ilacı kalıntısı oluşturmalarına neden olmaktadır (16). Ayrıca bu bitkilerin canlılar tarafından tüketilmesi dokularda toksin birikimine neden olmakta, buda çeşitli toksik etkilerin meydana gelmesini tetiklemektedir. Çok acı bir durum ise L-tryptophan'ın genetik mühendisliği ile değiştirilmiş bir çeşidinin 37 Amerikan vatandaşının ölümüne ve 5.000 kişinin EMS (Eosinophilia Myalgia Syndrome) adı verilen bir tür kan hastalığına yakalanmasına yol açmasıdır (21). Einspanier ve ark. (22) tarafından gerçekteşirilen bir çalışmada, GDO'lu Bt mısıır'ın silajlık çeşidiyle beslenen süt ineklerinin sindirim sistemlerinde Bt toksinine rastlanıldığı, Guertler ve ark. (23) tarafından gerçekteşirilen bir başka çalışmada ise GDO'lu mısıırın MON810 çeşidiyle beslenen süt ineklerinin kan, süt ve idrarlarında transgenik DNA dizilerine rastlanıldığı rapor edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, GDO'lu mısıır çeşidi olan MON810'un muhtemel toksik etkilerini fizyolojik ve sitogenetik parametreleri kullanarak Swiss albino farelerde gözler önüne sermektir. Literatürde bizim çalışmamıza benzer tarzda bazı çalışmalar olmasına rağmen, GDO'nun etkilerinin iki nesil boyunca araştırılacak olmasının literatüre yeni bilgiler sunacağı kanısındayız.



## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın başlangıcında Giresun Üniversitesi deney hayvanları yerel etik kurulunun izni ile Deney Hayvanları Laboratuvarında bakımları yapılan 10 dişi ve 10 erkek toplam 20 adet Swiss albino (*Mus. musculus var. albinos*, 12–14 haftalık) fare kullanılmıştır. Hayvanlar iki kontrol (beşer dişi, beşer erkek) ve iki GDO uygulama (beşer dişi, beşer erkek) grubu olmak üzere toplam 4 gruba ayrılmış, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık döngüde ışıklandırılan,  $22\pm 2$  °C'deki oda sıcaklığında ve %50 nem ortamında standart paslanmaz kafeslerde bakımları sağlanmıştır. Ayrıca uygulama periyodundan bir hafta önce hayvanlar standart pellet yem ve çeşme suyu ile beslenerek ortama adaptasyonları sağlanmıştır. Kontrol grubu fareler günlük 150 gr GDO'suz mısır ve çeşme suyu, uygulama grubundaki fareler ise yine günlük 150 gr MON810 cinsi GDO'lu mısır ve çeşme suyu ile beslenmiştir. Anaç grubundaki farelerin üremesi sonucunda meydana gelen ilk nesil (I. nesil) ve ilk nesil farelerin üremesi sonucunda meydana gelen ikinci nesil farelerde, anaç grupları gibi aynı ortam şartlarında ve aynı diyet programıyla beslenmişlerdir. Anaç grubu fareler I. nesil süttten kesildikten sonra, I. nesil fareler II. nesil süttten kesildikten sonra, II. nesil fareler ise erginliğe ulaştıktan sonra eter anestezisi altında sakrifiye edilmiştir.

### 2.1. Ürün ve Kimyasallar

EDTA, metanol ve entellen Biostar Kimya Medikal Laboratuvar Ürünleri Ltd. Şti. (Ankara)'den, Feulgen, Fast Green ve Grünwald Giemsa boyaları ise Interlab A.Ş (İstanbul)'den temin edilmiştir.

### 2.2. Canlı Ağırlıklarının Saptanması

Uygulama periyodunun öncesinde ve sonrasında her bir farenin vücut ağırlığı, hassas terazi yardımıyla ölçülerek ağırlık kazanımları tespit edilmiştir.

### 2.3. Organ Ağırlıklarının Belirlenmesi

Uygulama periyodunun sonunda tüm gruplardaki fareler eter anestezisi altında sakrifiye edildikten sonra karaciğer ve böbrek dokuları çıkartılarak hassas terazi yardımıyla organ ağırlıkları belirlenmiştir.

#### **2.4. Eritrosit Hücrelerinde Mikronukleus (MN) Testi**

Fare Eritrosit Mikronukleus (MN) testi, kemik iliği polikromatik eritrositlerinde uygulanan geleneksel MN testinin modifiye bir şeklidir. MN sıklığı Fare-Eritrosit-Mikronukleus testi (Mus-EMN) kullanılarak belirlenmiştir. Mus-EMN testi farelerin kuyruk venlerinden elde edilen dolaşım kanındaki olgun normakromatik eritrositlerin sayımı ile gerçekleştirilmiştir. Fareler eter anestezisi altında bayıldıktan sonra, kuyruk venlerinden alınan yaklaşık 5 µl periferik kan örneği %3'lük etilendiamin tetra asetik asit (EDTA) ile muamele edilerek, temiz lam üzerine yayılmış, 2 dakika %70'lik metanolde fikse edilmiş ve % 5'lik Giemsa solüsyonu ile 20 dakika boyandıktan sonra saf su ile yıkanarak kurumaya bırakılmıştır. Eritrosit hücrelerindeki MN sıklığını belirlemek amacıyla, Fenech ve ark. (24)'nin kriterleri dikkate alınarak araştırma mikroskobu altında, her bir fare için hazırlanan slaytlardan iki farklı gözlemci tarafından 1000 hücre sayılmış ve MN'li hücrelerin varlığı X500 büyütmede fotoğraflandırılmıştır.

Fenech ve ark. (24) tarafından belirlenen kriterlere göre;

- a) Sitokalsin B'nin yokluğunda MN analizleri mononükleer hücreler sayılarak gerçekleştirilir.
- b) MN'in çapı hücrenin temel çekirdeğinin 1/3'ü kadar olmalıdır.
- c) MN ile hücrenin temel çekirdeğinin kenarları birbirlerine temas edebileceği gibi etmeyebilir de, fakat temas ettiği durumlarda bu aradaki sınırın belirgin bir şekilde ayırt edilmesi gerekmektedir.
- d) MN boyandığında hücrenin temel çekirdeğin aldığı renge yakın bir renk almalıdır.

#### **2.5. Yanak Mukoza Epitel Hücrelerinde Mikronukleus (MN) Testi**

Yanak mukozası epitel hücrelerinde mikronukleus (MN) varlığını belirlemek için, fareler eter anestezisi altında bayılmış, her bir farenin ağzı saf su ile yıkandıktan sonra, sağ ve sol yanak mukozası nemli bir kürdan yardımıyla taranarak epitel hücre örnekleri toplanmıştır. Toplanan örnekler, önceden temizlenmiş lam üzerine alınarak 30 dakika süresince kurumaya bırakılmıştır. Süre sonunda dokular metanol: asetik asit (3:1) solüsyonu ile 10 dakika fikse edilerek literatürlerde (25,26) tanımlandığı gibi sırasıyla Feulgen ve Fast Green boyaları ile boyanarak kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra örnekler Entellen yardımıyla lamelle kapatılarak daimi

preparat haline getirilmiştir. Yanak mukoza epitelindeki MN sıklığını belirlemek amacıyla, araştırma mikroskobu altında, her gruptaki her bir fare için hazırlanan slaytlardan iki farklı gözlemci tarafından 1000 hücre sayılarak X500 büyütmede fotoğraflandırılmıştır. MN analizleri yine Fenech ve ark. (24) tarafından belirlenen kriterlere göre yapılmıştır.

## **2.6.Doğum Parametrelerinin Belirlenmesi**

Uygulama periyodu süresince anaç ve I. nesil farelerden meydana gelen yavrulardaki canlı ve ölü doğum sayıları belirlenmiştir.

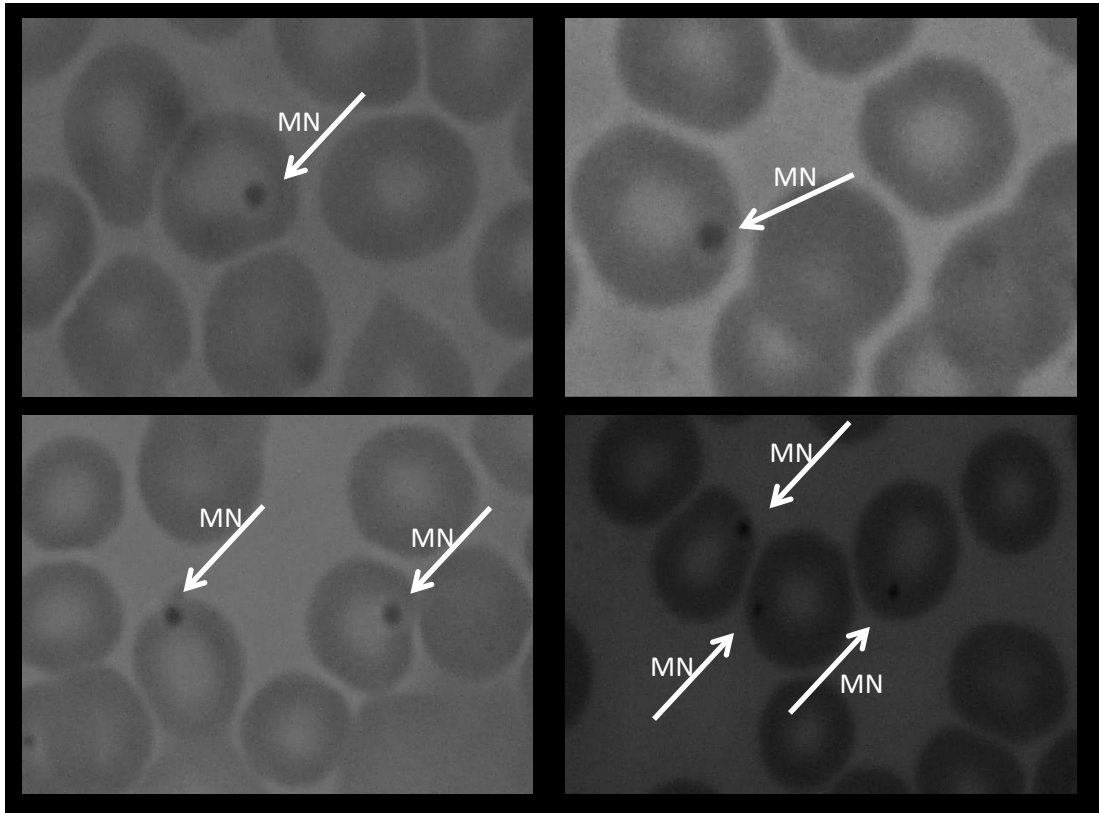
## **2.7. İstatistiksel Analiz**

İstatistiksel verilerin analizi SPSS for Windows V 10.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel farklılıkların değerlendirilmesinde One-way ANOVA ve Duncan testleri kullanılmıştır. Veriler ortalama  $\pm$  Standart sapma (SD) değerleri olarak verilmiş ve P değerleri 0.05'den küçük olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Kontrol ve GDO'lu mısır ile üç nesil boyunca beslenen Swiss albino farelerde canlı ağırlık, organ ağırlığı, Mikronukleus (MN) ve doğum parametre sayılarındaki değişimler ile MN'li hücrelerin görünüşleri Tablo 3.1 - 3.16 ve Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

**Şekil 3.1.** GDO'lu mısır ile beslenen albino farelerde Mikronukleuslu (MN) eritrosit hücrelerinin görünümü



**Tablo 3.1.** Anaç grubu farelerde canlı ağırlık (gr) değişimi

Gruplar	İlk Ağırlık	Son Ağırlık	Ağırlık Artışı
Grup I	31.25±2.88 <sup>bc</sup>	33.45±2.80 <sup>ab</sup>	+2.20
Grup II	29.58±3.68 <sup>c</sup>	32.93±5.12 <sup>abc</sup>	+3.40
Grup III	33.24±4.19 <sup>ab</sup>	34.70±3.26 <sup>ab</sup>	+1.50
Grup IV	35.47±3.41 <sup>a</sup>	31.55±3.27 <sup>bc</sup>	-4.00

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı sütun içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen anaç grubu farelerin canlı ağırlıklarında meydana gelen değişimler Tablo 3.1’de verilmiştir. Tablodaki sonuçlara göre GDO’suz mısırla beslenen kontrol grubu farelerin erkeklerinde 2.20 gr’lık bir ağırlık artışı, dişilerinde ise 3.40 gr’lık bir ağırlık artışı tespit edilmiştir. GDO’lu mısır ile beslenen farelerin erkeklerinde 1.50 gr’lık bir ağırlık artışı, dişilerinde ise (-) 4.00 gr’lık bir ağırlık azalışı belirlenmiştir. GDO’suz mısırla beslenen farelerde, GDO’lu mısırla beslenen farelere göre ağırlık artışının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu artışların ise kontrol grubunun dişi ve erkeklerinde GDO grubunun dişilerine göre istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0.05$ ), kontrol grubunun erkeklerindeki artışın ise GDO’lu mısırla beslenen grubun erkeklerine göre istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $P>0.05$ ) tespit edilmiştir. Cinsiyet bazında ele alındığında ise GDO’suz ve GDO’lu mısırla beslenen her iki grubun dişilerinde ağırlık artış ve azalışlarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 3.2.** Anaç grubu farelerde karaciğer organ ağırlıklarındaki (gr) değişim

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
1.72±0.11 <sup>a</sup>	1.61±0.34 <sup>ab</sup>	1.58±0.27 <sup>ab</sup>	1.40±0.14 <sup>b</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO'lu mısır ile beslenen anaç grubu farelerin karaciğer organ ağırlığındaki değişimler Tablo 3.2'de verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO'suz mısırla beslenen kontrol grubundaki farelerin karaciğer ağırlıklarının, GDO'lu mısırla beslenen gruplardaki farelere göre daha fazla olduğu net bir biçimde görülebilmektedir. Diğer bir ifadeyle GDO'lu mısır ile besleme karaciğer organ ağırlıklarında azalmaya sebep olmuştur. Bu azalışın ise sadece GDO'suz mısır ile beslenen kontrol grubunun erkeklerinde, GDO'lu mısır ile beslenen dişilere göre istatistiksel açıdan önemli olduğu ( $P<0.05$ ), diğer gruplar için ise önemli olmadığı ( $P>0.05$ ) tespit edilmiştir. Cinsiyet bakımından ele alındığında ise GDO'suz ve GDO'lu mısır ile beslenen farelerin her ikisinde de karaciğer organ ağırlıklarının erkek farelerde daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 3.3.** Anaç grubu farelerde böbrek organ ağırlıklarındaki (gr) değişim

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
0.41±0.07 <sup>a</sup>	0.36±0.08 <sup>a</sup>	0.42±0.03 <sup>a</sup>	0.40±0.09 <sup>a</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem 'Duncan' testini takiben 'one-way' ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO'lu mısır ile beslenen anaç grubu farelerin böbrek organ ağırlığındaki değişimler Tablo 3.3'de verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO'lu mısırla beslenen farelerin böbrek organ ağırlıklarındaki artışın, GDO'suz mısırla beslenen farelere göre daha fazla olduğu görülebilmektedir. GDO'lu mısır ile beslenen farelerin erkeklerinde 0.42 gr'lık dişilerinde ise 0.40 gr'lık bir böbrek organ ağırlığı, GDO'suz mısırla beslenen kontrol grubu farelerin erkeklerinde 0.41 gr'lık dişilerinde ise 0.36 gr'lık bir böbrek organ ağırlığı tespit edilmiştir. GDO'lu mısırla beslenen farelerde GDO'suz mısırla beslenen farelere göre böbrek organ ağırlığında bir artış tespit edilse de, bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). Cinsiyet bakımından ele alındığında ise GDO'suz ve GDO'lu mısırla beslenen her iki gruptaki farelerin erkeklerinde böbrek organ ağırlığında daha fazla artış gözlenmiştir.

**Tablo 3.4.** Anaç grubu farelerin eritrosit hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
0.60±0.84 <sup>c</sup>	0.30±0.48 <sup>bc</sup>	1.50±1.27 <sup>a</sup>	1.20±0.92 <sup>ab</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen anaç grubu farelerin eritrosit hücrelerindeki mikronukleus (MN) sıklığı Tablo 3.4’de verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO’suz mısır ile beslenen kontrol grubu erkek farelerin eritrosit hücrelerinde 0.60, dişilerinde ise 0.30 oranında MN varlığına rastlandığı, GDO’lu mısır ile beslenen erkek farelerin eritrosit hücrelerinde 1.50, dişilerinde ise 1.20 oranında MN varlığına rastlandığı görülebilmektedir. Diğer bir ifadeyle GDO’lu mısır ile besleme MN sıklığında bir artışa sebep olmuş, bu artış ise GDO’suz mısır ile beslenen kontrol grubundaki farelerle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Cinsiyet bazında değerlendirildiğinde ise GDO’suz ve GDO’lu mısırla beslenen grupların her ikisinde de erkek farelerde daha fazla oranda MN varlığına rastlanılmıştır.

**Tablo 3.5.** Anaç grubu farelerin yanak mukoza epitel hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen anaç grubu farelerin yanak mukoza epitel hücrelerindeki mikronukleus (MN) sıklığı Tablo 3.5’de verilmiştir. Yapılan mikroskopik gözlemler sonucunda GDO’suz ve GDO’lu mısırla beslenen farelerin hiçbirinin yanak mukoza epitel hücrelerinde MN varlığına rastlanılmamıştır.

**Tablo 3.6.** Birinci nesil farelerde canlı ağırlık (gr) değişimi

Gruplar	İlk Ağırlık	Son Ağırlık	Ağırlık Artışı
Grup I	1.55±0.14 <sup>t</sup>	35.85±1.63 <sup>a</sup>	+34.30
Grup II	1.53±0.10 <sup>t</sup>	33.27±2.45 <sup>b</sup>	+31.80
Grup III	1.52±0.17 <sup>t</sup>	31.53±2.74 <sup>c</sup>	+30.10
Grup IV	1.49±0.15 <sup>t</sup>	29.22±3.02 <sup>d</sup>	+27.80

\*Değerler ortalama (±) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı sütun içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen birinci nesil farelerin canlı ağırlıklarında meydana gelen değişimler Tablo 3.6’da verilmiştir. Tablodaki sonuçlara göre GDO’suz mısırla beslenen kontrol grubu farelerin erkeklerinde 34.30 gr’lık bir ağırlık artışı, dişilerinde ise 31.80 gr’lık bir ağırlık artışı tespit edilmiştir. GDO’lu mısır ile beslenen farelerin erkeklerinde 30.10 gr’lık bir ağırlık artışı, dişilerinde ise 27.80 gr’lık bir ağırlık artışı tespit edilmiştir. GDO’suz mısırla beslenen farelerde, GDO’lu mısırla beslenen farelere göre ağırlık artışının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu artışların ise kontrol grubunun her iki cinsiyetinde GDO grubuna göre istatistiksel açıdan önemli olduğu (P<0.05) tespit edilmiştir. Cinsiyet bazında ele alındığında ise GDO’suz ve GDO’lu mısırla beslenen her iki grubun erkeklerinde ağırlık artışının daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 3.7.** Birinci nesil farelerde karaciğer organ ağırlıklarındaki (gr) değişim

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
1.70±0.18 <sup>a</sup>	1.62±0.13 <sup>ab</sup>	1.50±0.19 <sup>b</sup>	1.32±0.17 <sup>c</sup>

\*Değerler ortalama (±) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi



Kontrol ve GDO'lu mısır ile beslenen birinci nesil farelerin karaciğer organ ağırlığındaki değişimler Tablo 3.7'de verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO'suz mısırla beslenen kontrol grubundaki farelerin karaciğer ağırlıklarının, GDO'lu mısırla beslenen gruplardaki farelere göre daha fazla olduğu net bir biçimde görülebilmektedir. Diğer bir ifadeyle GDO'lu mısır ile besleme karaciğer organ ağırlıklarında azalmaya sebep olmuştur. Bu azalışın ise kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan anlamlı olduğu ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Cinsiyet bakımından ele alındığında ise GDO'suz ve GDO'lu mısır ile beslenen erkek farelerin karaciğer organ ağırlıklarının dişi farelere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 3.8.** Birinci nesil farelerde böbrek organ ağırlıklarındaki (gr) değişim

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
0.40±0.06 <sup>a</sup>	0.38±0.08 <sup>a</sup>	0.46±0.09 <sup>a</sup>	0.42±0.09 <sup>a</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem 'Duncan' testini takiben 'one-way' ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO'lu mısır ile beslenen birinci nesil farelerin böbrek organ ağırlığındaki değişimler Tablo 3.8'de verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO'lu mısırla beslenen farelerin böbrek organ ağırlıklarındaki artışın, GDO'suz mısırla beslenen farelere göre daha fazla olduğu görülebilmektedir. GDO'lu mısır ile beslenen farelerin erkeklerinde 0.46 gr'lık, dişilerinde ise 0.42 gr'lık bir böbrek organ ağırlığı, GDO'suz mısırla beslenen kontrol grubu farelerin erkeklerinde 0.40 gr'lık, dişilerinde ise 0.38 gr'lık bir böbrek organ ağırlığı tespit edilmiştir. GDO'lu mısırla beslenen farelerde GDO'suz mısırla beslenen farelere göre böbrek organ ağırlığında bir artış tespit edilse de, bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). Cinsiyet bakımından ele alındığında ise GDO'suz ve GDO'lu mısır ile beslenen her iki gruptaki farelerin erkeklerinde böbrek organ ağırlığında daha fazla artış gözlenmiştir.

**Tablo 3.9.** Birinci nesil farelerin eritrosit hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
0.70±0.48 <sup>b</sup>	0.50±0.53 <sup>b</sup>	5.20±1.62 <sup>a</sup>	4.70±2.00 <sup>a</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen birinci nesil farelerin eritrosit hücrelerindeki mikronukleus (MN) sıklığı Tablo 3.9’da verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO’suz mısır ile beslenen kontrol grubu erkek farelerin eritrosit hücrelerinde 0.70, dişilerinde ise 0.50 oranında MN varlığına rastlandığı, GDO’lu mısır ile beslenen erkek farelerin eritrosit hücrelerinde 5.20, dişilerinde ise 4.70 oranında MN varlığına rastlandığı görülebilmektedir. Diğer bir ifadeyle GDO’lu mısır ile besleme MN sıklığında bir artışa sebep olmuş, bu artış ise GDO’suz mısır ile beslenen kontrol grubundaki farelerle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Cinsiyet bazında değerlendirildiğinde ise GDO’suz ve GDO’lu mısırla beslenen grupların her ikisinde de erkek farelerde daha fazla oranda MN varlığına rastlanılmıştır.

**Tablo 3.10.** Birinci nesil farelerin yanak mukoza epitel hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen birinci nesil farelerin yanak mukoza epitel hücrelerindeki mikronukleus (MN) sıklığı Tablo 3.10’da verilmiştir. Yapılan mikroskopik gözlemler sonucunda GDO’suz ve GDO’lu mısırla beslenen farelerin hiçbirinin yanak mukoza epitel hücrelerinde MN varlığına rastlanılmamıştır.

**Tablo 3.11.** İkinci nesil farelerde canlı ağırlık (gr) değişimi

Gruplar	İlk Ağırlık	Son Ağırlık	Ağırlık Artışı
Grup I	1.58±0.11 <sup>a</sup>	34.26±3.93 <sup>a</sup>	+32.70
Grup II	1.57±0.22 <sup>c</sup>	34.83±4.08 <sup>a</sup>	+33.30
Grup III	1.40±0.16 <sup>c</sup>	28.60±3.60 <sup>b</sup>	+27.20
Grup IV	1.37±0.12 <sup>c</sup>	27.53±1.85 <sup>b</sup>	+26.20

\*Değerler ortalama (±) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı sütun içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen ikinci nesil farelerin canlı ağırlıklarında meydana gelen değişimler Tablo 3.11’de verilmiştir. Tablodaki sonuçlara göre GDO’suz mısırla beslenen kontrol grubu farelerin erkeklerinde 32.70 gr’lık bir ağırlık artışı, dişilerinde ise 33.30 gr’lık bir ağırlık artışı tespit edilmiştir. GDO’lu mısır ile beslenen farelerin erkeklerinde 27.20 gr’lık bir ağırlık artışı, dişilerinde ise 26.20 gr’lık bir ağırlık artışı tespit edilmiştir. GDO’suz mısırla beslenen farelerde, GDO’lu mısırla beslenen farelere göre ağırlık artışının daha fazla olduğu ve bu artışında istatistiksel açıdan anlamlı olduğu (P<0.05) belirlenmiştir. Cinsiyet bazında ele alındığında ise GDO’suz mısırla beslenen gruplarda dişilerin, GDO’lu mısırla beslenen gruplarda ise erkeklerin daha fazla ağırlık artışı gösterdikleri belirlenmiştir.

**Tablo 3.12.** İkinci nesil farelerde karaciğer organ ağırlıklarındaki (gr) değişim

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
1.72±0.14 <sup>a</sup>	1.61±0.09 <sup>a</sup>	1.16±0.17 <sup>b</sup>	0.99±0.10 <sup>c</sup>

\*Değerler ortalama (±) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen ikinci nesil farelerin karaciğer organ ağırlığındaki değişimler Tablo 3.12’de verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO’suz mısırla beslenen kontrol grubundaki farelerin karaciğer ağırlıklarının, GDO’lu mısırla beslenen gruplardaki farelere göre daha fazla olduğu net bir biçimde

görülebilmektedir. Diğer bir ifadeyle GDO'lu mısır ile besleme karaciğer organ ağırlıklarında azalmaya sebep olmuştur. GDO'lu mısırla beslenen erkek ve dişi farelerin karaciğer organ ağırlıklarındaki bu azalışın ise, GDO'suz mısırla beslenen kontrol grubundaki farelere göre istatistiksel açıdan önemli olduğu ( $P<0.05$ ), fakat GDO'suz mısırla beslenen kontrol grubundaki erkek ve dişi farelerin karaciğer organ ağırlıkları arasındaki farkın ise önemli olmadığı ( $P>0.05$ ) tespit edilmiştir. Cinsiyet bakımından ele alındığında ise GDO'suz ve GDO'lu mısır ile beslenen farelerin her ikisinde de karaciğer organ ağırlıklarının erkek farelerde daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 3.13.** İkinci nesil farelerde böbrek organ ağırlıklarındaki (gr) değişim

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
0.40±0.08 <sup>bc</sup>	0.37±0.07 <sup>c</sup>	0.50±0.13 <sup>a</sup>	0.48±0.09 <sup>ab</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem 'Duncan' testini takiben 'one-way' ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO'lu mısır ile beslenen ikinci nesil farelerin böbrek organ ağırlığındaki değişimler Tablo 3.13'de verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO'lu mısırla beslenen farelerin böbrek organ ağırlıklarındaki artışın, GDO'suz mısırla beslenen farelere göre daha fazla olduğu görülebilmektedir. GDO'lu mısır ile beslenen farelerin erkeklerinde 0.50 gr'lık dişilerinde ise 0.48 gr'lık bir böbrek organ ağırlığı, GDO'suz mısırla beslenen kontrol grubu farelerin ise erkeklerinde 0.40 gr'lık dişilerinde ise 0.37 gr'lık bir böbrek organ ağırlığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle GDO'lu mısır ile besleme böbrek organ ağırlıklarında artmaya sebep olmuştur. Bu artışın ise GDO'suz mısırla beslenen dişilere göre istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0.05$ ), erkeklere göre ise önemli olmadığı ( $P>0.05$ ) tespit edilmiştir. Cinsiyet bakımından ele alındığında ise GDO'suz ve GDO'lu mısırla beslenen her iki gruptaki farelerin erkeklerinde böbrek organ ağırlığında daha fazla artış gözlenmiştir.

**Tablo 3.14.** İkinci nesil farelerin eritrosit hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
0.80±0.63 <sup>b</sup>	0.40±0.52 <sup>b</sup>	11.80±2.82 <sup>a</sup>	10.70±3.06 <sup>a</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen ikinci nesil farelerin eritrosit hücrelerindeki mikronukleus (MN) sıklığı Tablo 3.14’de verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO’suz mısır ile beslenen kontrol grubu erkek farelerin eritrosit hücrelerinde 0.80, dişilerinde ise 0.40 oranında MN varlığına rastlandığı, GDO’lu mısır ile beslenen erkek farelerin eritrosit hücrelerinde 11.80, dişilerinde ise 10.70 oranında MN varlığına rastlandığı görülebilmektedir. Diğer bir ifadeyle GDO’lu mısır ile besleme MN sıklığında bir artışa sebep olmuş, bu artış ise GDO’suz mısır ile beslenen kontrol grubundaki farelerle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Cinsiyet bazında değerlendirildiğinde ise GDO’suz ve GDO’lu mısırla beslenen grupların her ikisinde de erkek farelerde daha fazla oranda MN varlığına rastlanılmıştır.

**Tablo 3.15.** İkinci nesil farelerin yanak mukoza epitel hücrelerindeki Mikronukleus (MN) sıklığı

Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı satır içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Grup I: Kontrol erkek, Grup II: Kontrol dişi, Grup III: GDO erkek, Grup IV: GDO dişi

Kontrol ve GDO’lu mısır ile beslenen ikinci nesil farelerin yanak mukoza epitel hücrelerindeki mikronukleus (MN) sıklığı Tablo 3.15’de verilmiştir. Yapılan mikroskopik gözlemler sonucunda GDO’suz ve GDO’lu mısırla beslenen farelerin hiçbirinin yanak mukoza epitel hücrelerinde MN varlığına rastlanılmamıştır.

**Tablo 3.16.** Anaç, birinci ve ikinci nesil farelerde doğum parametrelerindeki değişim

	Canlı Doğum Sayısı	Ölü Doğum Sayısı
Anaç Grubu Kontrol	76 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
Anaç Grubu GDO	70 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
I. Nesil Kontrol	82 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
I. Nesil GDO	54 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>
II. Nesil Kontrol	79 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
II. Nesil GDO	42 <sup>c</sup>	0 <sup>a</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma (SD) şeklinde gösterilmiştir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem ‘Duncan’ testini takiben ‘one-way’ ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı sütun içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).

GDO’suz ve GDO’lu mısır ile beslenen anaç, I. ve II. nesil farelerin doğum parametrelerindeki değişimler Tablo 3.16’da verilmiştir. Tablodaki sonuçlardan GDO’suz mısır ile beslenen anaç I. ve II. nesil farelerin canlı doğum sayılarında istatistiksel olarak farkın olmadığı ( $P>0.05$ ), fakat GDO’lu mısır ile beslenen anaç, I. II. nesil farelerin canlı doğum sayılarında ise nesiller boyunca azalma olduğu, bu azalmanın da istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0.05$ ) belirlenmiştir. Ayrıca GDO’lu ve GDO’suz mısır ile beslenen her üç nesilde de ölü doğum tespit edilememiştir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada genetiği değiştirilmiş (GDO) mısır (*Zea mays* L.)'ın Swiss albino farelerdeki potansiyel fizyolojik ve genotoksik etkileri araştırılmıştır. Fizyolojik etkiler; canlı doğum ağırlığı, canlı ağırlık, organ ağırlıkları ve doğum parametrelerinin ölçümü ile genotoksik etkiler ise; yanak mukoza epitel hücreleri ve eritrosit hücrelerindeki mikronukleus (MN) varlığının tespitiyle değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada her üç nesilden elde edilen canlı ağırlık verileri dikkatle incelendiğinde ağırlık artışının; GDO'lu mısır ile beslenen farelerde GDO'suz mısırla beslenen kontrol grubu farelere göre daha az olduğu, cinsiyet bazında değerlendirildiğinde ise GDO'lu mısır ile beslenen dişi farelerdeki ağırlık artışının erkek farelere oranla daha az olduğu belirlenmiştir. Ayrıca doğumlar ile elde edilen yeni nesillerde ağırlık artışının devam ettiği gözlenmiştir. Organ ağırlıkları bazında ele alındığında ise; GDO'lu mısırla beslenen farelerin karaciğer ağırlıklarında nesiller boyunca azalmanın olduğu, böbrek ağırlıklarında ise nesiller boyunca bir artışın olduğu görülmüştür. GDO'lu mısırın gerek canlı ağırlık gerekse de karaciğer ve böbrek ağırlıkları üzerine etkileri bazı araştırmacılar tarafından da araştırılmış ve bizim elde ettiğimiz sonuçlara benzer veriler elde edilmiştir. Örneğin Seralini ve ark. (27) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, MON863 cinsi GDO'lu mısırla 14 hafta süresince oral yolla beslenen sıçanlarda canlı ağırlığın doza bağlı olarak azaldığı rapor edilmiştir. Vendomois ve ark. (28) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise GDO'lu mısır ile beslenen sıçanların; canlı ağırlık ile karaciğer ve böbrek organ ağırlıklarında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli oranda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Alla ve ark. (29) tarafından gerçekleştirilen benzer tarzdaki bir çalışmada ise, sıçanlar sırasıyla Ajeeb YG (MON-00810-6) cinsi GDO'lu mısırla, kontrol grubu Ajeeb cinsi mısırla, negatif kontrol grubu ise AIN93G diyetiyle (59122 ve 091 mısır tanesiyle) beslenmiş, her bir farenin canlı ve organ ağırlıkları mısır ile beslemeden 45 ve 91 gün sonra ölçülmüş, sonuçta gruplar arasında 7. haftaya kadar olan sürede canlı ağırlık artışlarında istatistiksel açıdan önemli bir farkın olmadığı, sonraki dönemde ise GDO'lu mısırla beslenen gruptaki canlı ağırlık artışının, diğer iki gruba göre azaldığı bildirilmiştir. Organ ağırlıkları bakımından ise uygulamadan 91 gün sonra GDO'lu mısırla beslenen grupta karaciğer

ağırlığının kontrol gruplarında arttığı, dalak ağırlığının ise kontrol grubuna göre azaldığı rapor edilmiştir.

Çalışmamızda, GDO'lu mısır ile besleme sonucunda karaciğer organ ağırlığında azalış, böbrek organ ağırlığında ise artış tespit edilmesinin, karaciğerin GDO'nun detoksifikasyonu amacıyla normalden daha fazla çalışmasından, böbreklerde ise süzme faaliyetlerinin yavaşlamasından dolayı hantallaşmasının meydana gelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda GDO'lu mısırla beslemenin eritrosit ve yanak mukoza epitel hücrelerinde teşvik ettiği MN varlığı incelendiğinde ise GDO'lu mısır ile beslemenin eritrosit hücrelerinde MN oluşumunu teşvik ettiği, fakat yanak mukoza epitel hücrelerinde aynı etkiyi göstermediği belirlenmiştir. Literatürde GDO'nun genotoksik etkilerini araştıran çok fazla çalışma bulunmasa da, gerçekleştirilen sınırlı sayıdaki çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir. Örneğin Chen ve ark. (30) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, yetişkin Wistar rat ve Kunming fareleri GDO'lu tatlı biber *Capsicum frutescens* L. ve GDO'lu domates *Lycopersicon esculentum* Mill. ile beslemişler, sonuçta kontrol grubu ile karşılaştırıldığında MN sıklığında önemli değişimler tespit edilememiştir. Cao ve ark. (31) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise bazı GDO'lu mısır türlerinde bulunan Cry1C adındaki Bt geni sonda yoluyla suda çözülmüş halde farelere verilmiş, sonuçta kontrol grubuyla karşılaştırıldığında MN sayısında istatistiksel açıdan önemli olmayan artışların meydana geldiği rapor edilmiştir.

Tez çalışmamızda her üç nesilden elde edilen doğum parametrelerine ait veriler incelendiğinde, GDO'lu mısırla beslenen farelerin doğum sayılarında nesiller boyunca bir azalmanın olduğu görülebilecektir. GDO'nun doğum parametreleri üzerine etkileri çok fazla araştırılmasa da, yine de literatürde bu konu ile ilgili yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Velimirov ve ark. (32) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada MON810 ırkı GDO'lu mısır ile dört (4) nesil boyunca beslenen farelerde GDO'suz mısırla beslenen farelere göre doğurganlık (fertilite) ve yavru canlı ağırlığının azaldığı, ayrıca süt miktarı ve emzirme süresinin de düştüğü tespit edilmiştir. Kılıç ve Akay (33) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise, Wistar albino ratlar üç (3) nesil boyunca GDO'lu (Bt transgen içeren) mısır ile



beslenmiş, sonuçta nesiller arasında doğum sayısı ve doğum sonrası canlı kalma oranlarında değişiklik gözlenmediği rapor edilmiştir.

Sonuç olarak, yeşil devrimin alternatifi olarak ortaya çıkan ve açlığa çözüm olarak gösterilen GDO'nun potansiyel yararlarının yanında, arzu edilmeyen olumsuz etkilerinin de olabileceği bu tez çalışmasıyla göz önüne serilmiştir. Bu ürünlerin kullanımına izin verilmeden önce gerekli risk analizlerinin yapılması, tüketilen besinlerin içerisindeki risksiz ve tolere edilebilir yüzde oranlarının belirlenmesi, gerek devlet gerekse de özel sektör aracılığıyla ülkemizdeki GDO analiz laboratuvarlarının sayılarının arttırılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Tüysüzöğlü, BB., Gülsaçan, M., 2004. Türkiye’de GDO. *Bilim ve Teknik* 443: 36–43
2. Anonim., Food Standarts Agency. GM Time Tour A History of Gene Manipulation, <http://archive.food.gov.uk/gmtimeline/default.html> Web adresinden 10 Ağustos 2013 tarihinde edinilmiştir.
3. Şahin, Ş., 2003. Yaşam Zincirine Vurulan Balta: Bitkilerde Gen Nakli. *Bilim ve Ütopya* 113: 18-22.
4. Atsan, T., Erem Kaya, T., 2008. Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tarım ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 22 (2): 1–6.
5. Meseri, R., 2008. Beslenme ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO). *TAF Preventive Medicine Bulletin* 7 (5): 455–460.
6. Anonim., Human Genome Project Information, Ethical, Legal and Social Issues Genetically Modified Foods and Organisms, [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/elsi/gmfood.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/elsi/gmfood.shtml) Web adresinden 10 Ağustos 2013 tarihinde edinilmiştir.
7. Kunze Concewitz, Y., 2003. Ekolojik Tarım Gen Teknolojisine Karşı. *Bilim ve Ütopya* 113: 1-30
8. Kulaç, İ., Ağirdil, Y., Yakın, M., 2006. Sofralarımızdaki Tatlı Dert Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Halk Sağlığına Etkileri. *Türk Biyokimya Dergisi* 31 (3): 151-155.
9. Uzogara, S.G., 2000. The Impact of Genetic Modification of Human Foods in The 21st Century. *Biotechnology Advances* 18: 179-206
10. Haspolat, I., 2007. The Trade of Genetically Modified Agricultural Crops. *Gazi University Journal of Vocational Education*. 9 (17): 58-75.
11. Özdemir, O., Güneş, M.H., Demir, S., 2010 Üniversite Öğrencilerinin Genetiği Değiştirilmiş Organizmalara (GDO'lara) Yönelik Bilgi Düzeyleri-Tutumları ve Sürdürülebilir Tüketim Eğitimi Açısından Değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 29: 53-68.
12. Nelson, R.R., Poorani, A.A., Crews, J.E., 2009. Genetically Modified Foods. *Journal of Foodservice Business Research*. 6 (4):89-105..

13. ISAAA Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012 Executive Summary Brief no: 44. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/executivesummary/> Web adresinden 08.01.2014 tarihinde edinilmiştir.
14. 27533 Sayılı Resmi Gazete, Biyogüvenlik Kanunu. <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100326.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100326.htm> Web adresinden 10 Mart 2014 tarihinde edinilmiştir.
15. Haspolat, I., 2012. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Biyogüvenlik. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 59: 75-80.
16. Pamuk, Ş., 2010. Genetiği Değiştirilmiş Gıdalara Genel Bir Yaklaşım. *Kocatepe Veteriner Dergisi* 3 (2): 91-100
17. Kaynar, P., 2009. Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)'a Genel Bir Bakış. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*. 66 (4): 177-185
18. Özmert Ergin, S., Yaman, H., 2013. Genetiği Değiştirilmiş Gıdalar ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 2 (2): 261-274
19. Şenyuva, H., Gilbert, J., Gıda Zincirinde Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların Analizi, FoodLife International. <http://www.foodlifeint.com/en/wp-content/uploads/2013/04/GDO-analizi.pdf> Web adresinden 10 Mart 2014 tarihinde edinilmiştir.
20. Philips, R.L., Eberhart, S.A., 1993. Novel methodology in plant breeding. In Proc. of the International Crop Science Congress, USA. *Crop Science Society of America*,: 647-648
21. İnce, H.Ö., Bahadıroğlu, C., Toroğlu, S., Bozdoğan, H., 2013. Genetiği Değiştirilmiş Mısır Bitkisinin Bazı Böcek Türlerine Karşı Direnci Üzerine Değerlendirmeler. *Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2 (1): 78-89
22. Einspanier, R., Lutz, B., Rief, S., Berezina, O., Zverlov, V., Schwarz, W., Mayer, J., 2004 Tracing Residual Recombinant Feed Molecules During Digestion and Rumen Bacterial Diversity in Cattle Fed Transgene Maize. *European Food Research and Technology* 218(3): 269-273.

23. Gıda Amacıyla İthal İstenen Genetiği Değiştirilmiş (MON 88017 x MON 810) Mısır Çeşidi ve Ürünleri İçin Bilimsel Risk Değerlendirme Raporu. <http://www.tbbdm.gov.tr/Files/arsiv/gida/misir/risk/MON8017xMON810.pdf>  
Web adresinden 10 Mart 2014 tarihinde edinilmiştir.
24. Fenech, M., Chang, W.P., Kirsch-Volders, M., Holland, N., Bonassi, S., Zeiger, E., 2003 Human Micronucleus Project. HUMN Project: Detailed Description of the Scoring Criteria for the Cytokinesis-Block Micronucleus Assay Using Isolated Human Lymphocyte Cultures. *Mutat Research*. 534: 65–75
25. Cavuşoğlu, K., Yapar, K., Yalcın, E., 2009. Royal Jelly (Honey Bee) Is a Potensial Antioxidant Against Cadmium-Induced Genotoxicity and Oxidative Stress İn Albino Mice. *Journal of Medicinal Food*, 12 (6): 1286-1292.
26. Özkul, Y., Dönmez, H., Erenmemişoğlu, A., Demirtas, H., İmamoğlu, N., 1997. Induction of micronuclei by smokeless tobacco on buccal mucosa cells of habitual users. *Mutagenesis*, 12: 285–287.
27. Seralini, G.E., Cellier, D., de Vendomois, J.S. 2007. New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 52 (4): 596-602.
28. de Vendômois, J.,S., Roullier, F., Cellier, D., Séralini, G-E., 2009. A Comparison of the Effects of Three GM Corn Varieties on Mammalian Health. *International Journal of Biological Sciences* 5 (7): 706-726.
29. Gab-Alla, A. A., El-Shamei, Z. S., Shatta, A. A., Moussa, E. A., & Rayan, A. M. 2012. Morphological and Biochemical Changes in Male Rats Fed on Genetically Modified Corn (Ajeeb YG). *Journal of American Science*, 8 (9): 1117-1122.
30. Chen, Z. L., Gu, H., Li, Y., Su, Y., Wu, P., Jiang, Z., Ming, X., Tian, J., Pan, N., Qu, L. J. (2003). Safety assessment for genetically modified sweet pepper and tomato. *Toxicology*, 188 (2), 297-307.
31. Cao, S., He, X., Xu, W., Ran, W., Liang, L., Luo, Y., Yuan, Y., Zhang, N., Zhou X., Huang, K. (2010). Safety assessment of Cry1C protein from genetically modified rice according to the national standards of PR China for a new food resource. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 58 (3), 474-481.

32. Velimirov, A., Binter, C., Zentek, J., Herzog, U., 2008. Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice. Report, in Forschungsberichte der Sektion IV Band 3.
33. Kılıç, A., & Akay, M. T. 2008. A three generation study with genetically modified Bt corn in rats: Biochemical and histopathological investigation. *Food and Chemical Toxicology*, 46 (3), 1164-1170.

## ÖZGEÇMİŞ

1987 Yılında Giresun'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Giresun'da tamamladı. 2007 yılında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden Temmuz 2011'de mezun oldu. Aynı yıl girdiği Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans programından Haziran 2014'de mezun oldu.