

T.C

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ - CERRAHPAŞA

ADLİ TIP VE ADLİ BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Danışman

Doç. Dr. E. Hülya Yükseloğlu

GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ORGANİZMALARIN VE ÜRÜNLERİNİN
TÜRKİYE VE DÜNYA'DAKİ GIDA GÜVENLİĞİ VE DÜZENLEMELERİNE
İLİŞKİN DURUMUNUN KALİTATİF VE KANTİTATİF YÖNTEMLER İLE ADLİ
BİLİMLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOLEKÜLER BİYOLOG VE GENETİKÇİ BETÜL BİTİR SOYLU

İSTANBUL – 2019

Bu tez projesi İ.Ü.C. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 29245



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin gerçekleşmesini mümkün kılan İ.Ü. Cerrahpaşa Adli Tıp Enstitüsü Müdürü Prof. Dr. Faruk AŞICIOĞLU ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı Başkanı değerli hocamız Prof. Dr. Münevver AÇIKKOL'a, çalışmam boyunca kıymetli zamanını bana ayıran, ilgisini ve samimiyetini esirgemeyen danışman hocam Öğretim Üyesi Dr. E. Hülya YÜKSELOĞLU'na, bilgi ve deneyimleriyle tezime katkıda bulunan Öğretim Üyesi Dr. Itır ERKAN'a, ayrıca değerli bilgilerini benimle paylaşan tüm hocalarıma ve her zaman güler yüzleriyle, yardımlarını esirgemeyen tüm İ.Ü. Cerrahpaşa Adli Tıp Enstitüsü kadrosuna çok teşekkür ederim.

Sevgisini ve desteklerini hep yanımda hissettiğim aileme şükranla.

İÇİNDEKİLER

Teşekkür.....	II
İçindekiler.....	III
Tablo Dizini.....	V
Şekil Dizini.....	VI
Kısaltmalar.....	VII
Özetler ve Anahtar Kelimeler.....	XI
1. Giriş ve Amaç.....	1
2. Genel Bilgiler.....	3
2.1 Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve GD Gıdalar.....	3
2.1.2 Riskli Ürün Grupları.....	4
2.2 GDO Riskleri	7
2.2.1 GDO Risk Analizi	11
2.2.1.1 EFSA Risk Analizi.....	12
2.2.1.2 FDA Risk Analizi.....	14
2.2.1.3 Türkiye Risk Değerlendirmesi	15
2.3 Ulusal ve Uluslararası Düzenlemeler ve Anlaşmalar.....	20
2.4 GDO Deteksiyon.....	28
2.5 GDO Kantitasyon.....	36
3. Gereç ve Yöntem.....	38
3.1 Numune Seçimi	38
3.2 Laboratuvar Ortam Şartları ve Deneylerde Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar.....	41
3.2.1 Analizin Gerçekleştiği Bölümler.....	41
3.2.2 Deneyde Kullanılan Cihazlar.....	42

3.2.3 Deneylerde Kullanılan Ticari Kitler ve Kimyasallar.....	43
3.3 Numune Hazırlık (Homojenizasyon ve Tartım).....	43
3.4 DNA Ekstraksiyon.....	44
3.4.1 DNA Ekstraksiyon Kit I Protokolü	44
3.4.2 DNA Ekstraksiyon Kit II Protokolü	46
3.4.3 DNA Ekstraksiyon Kit III Protokolü.....	47
3.5 DNA Miktar ve Saflık Tespiti.....	48
3.6 PCR Hazırlık Aşaması.....	48
3.6.1 İzolatların PCR için hazırlanması	48
3.6.2 PCR Karışımının Hazırlanması.....	49
3.6.3 PCR Basamaklarının Düzenlenmesi.....	49
3.7 PCR Analizi	49
3.8 Raporlama.....	50
4. Bulgular.....	54
4.1 GDO Tarama Analiz Sonuçları.....	54
4.2 Örneklerin ve Kontrollerin GDO Tarama Analizi Ct Değerleri ve Reaksiyon Amplifikasyon Eğrileri.....	56
4.3 GDO Kantitasyon Değerlendirmesi.....	61
5. Tartışma ve Sonuç	62
6. Kaynaklar.....	68
Ekler.....	79
Özgeçmiş.....	83

Tablo Dizini

Tablo I. Tarım Bakanlığı Riskli Ürünler Kontrol Listesi.....	5
Tablo II. Numune Tablosu.....	39
Tablo III. GDO Tarama Kiti Termal Profili.....	49
Tablo IV. Hedef Boyalar.....	50
Tablo V. PCR Sonuçlarının Yorumlanması.....	50
Tablo VI. İnhibisyon Kontrol Tablosu.....	51
Tablo VII. Analiz Reaksiyon Tablosu.....	52
Tablo VIII. İnhibisyon Kontrol ve Analiz Reaksiyonun Kombinasyonu	53
Tablo IX. GDO Tarama Analiz Sonuçları.....	54
Tablo X. 24 Numaralı Örnek GDO Tarama Ct Değerleri.....	57
Tablo XI. 25 Numaralı Örnek GDO Tarama Ct Değerleri.....	58
Tablo XII. 28 Numaralı Örnek GDO Tarama Ct Değerleri.....	60
Tablo XIII. %GD Değerleri Teorik.....	61
Tablo XIV. DNA Spektrofotometre Ölçümleri	79
Tablo XV. GDO Tarama Analizi Tekrarlanan Örneklerin DNA İzolasyon Spektrofotometre Ölçümleri	82

Şekil Dizini

Şekil 1: ISAAA verilerine göre global ölçekte GD Tahıl Ekim Oranları.....	4
Şekil 2: Biyoteknolojik ürünler için kullanılan alerjenite riski karar ağacı.....	9
Şekil 3: Tarımsal GDO'lar ve onlarla ilişkili pestisitlerin sağlık üzerine olası etkileri	10
Şekil 4: Türkiye'de GDO onay süreçlerine ilişkin değerlendirme özeti.....	16
Şekil 5: Lateral akışlı strip immüanaliz.....	30
Şekil 6: GDO Deteksiyonunda DNA temelli kullanılabilecek yöntemler.....	32
Şekil 7: GDO analizlerinde modüler yaklaşım.....	33
Şekil 8: Transformasyon sürecinde DNA dizilerini hedefleyen farklı analitik modüller	35
Şekil 9: Analiz Bölümleri.....	42
Şekil 10: 24 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 1 Amplifikasyon Eğrileri.....	57
Şekil 11: 24 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 2 Amplifikasyon Eğrileri.....	58
Şekil 12: 25 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 1 Amplifikasyon Eğrileri.....	59
Şekil 13: 25 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 2 Amplifikasyon Eğrileri.....	59
Şekil 14: 28 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 1 Amplifikasyon Eğrileri.....	60
Şekil 15: 28 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 2 Amplifikasyon Eğrileri.....	61

Kısaltmalar

A260: Absorbans 260 nm değeri

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AOCS: Amerikan Petrokimyacılar Birliği (American Oil Chemists' Society)

AP: Avrupa Parlemantosunu (European Parliament)

BM: Birleşmiş Milletler (United Nations)

Bar: Fosfinotrisin N-asiltransferaz geni (phosphinothricin N-acetyltransferase gene)

Bt: *Bacillus thuringiensis*

°C: Santigrat derece (Celsius degree)

CAC: Kodeks Alimentarius Komisyonu (Codex Alimentarius Commission)

CRM: Sertifikalı Referans Materyal (Control Reference Material)

CaMV: Karnabahar Mozaik Virüsü (Cauliflower Mosaic Virus)

Cp4: Glifosinata tolerans geni

Cry1 geni: Pestisit Kristal protein (Pesticidal crystal protein)

Ct: Döngü eşik değeri (Cycle threshold)

ÇK: Çevresel Kontrol

DNA: Deoksiribonükleik Asit

DNAz: DNA nükleaz

DTÖ: Dünya Ticaret Örgütü (World Trade Organization)

dk: Dakika

EB: Elüsyon solüsyonu (Elution Buffer)

EC: Avrupa Komisyonu (European Commission)

EF: Bitiş noktası floresan değerleri (End point fluorescence values)

EFSA: Avrupa Gıda Güvenliği Ajansı (The European Food Safety Authority)

ELISA: Enzim Aracılı İmmunosorbent Analiz (ELISA)

EPA: Amerikan Çevre Koruma Ajansı (The Environmental Protection Agency)

Epsps geni: 5-enolpiruvilsilikik-3-fosfat sentaz geni (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase gene)

FAO: Gıda ve Tarım Örgütü (The Food and Agriculture Organization)

FDA: ABD Gıda ve İlaç Dairesi (Food Drug Administration)

GD: Genetiği Değiştirilmiş

GDM: Genetik Yapıları Değiştirilmiş Mikro-Organizmalar

GDO: Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar

GLP: İyi Laboratuvar Uygulamaları (Good Laboratory Practice)

g: Gram

ha: Hektar

IARC: Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (The International Agency for Research on Cancer)

IFBC: Gıda Biyoteknoloji Kurulu (the International Food Biotechnology Council)

IPC: İnternal Pozitif Kontrol (Internal Positive Control)

IPH: Toplum Sağlığı Bilim Enstitüsü (Instutie of Public Health)

IRMM: Referans Malzemeler ve Ölçümler Enstitüsü (Institute for Reference Materials and Measurements)

ISAAA: Uluslararası Tarımsal Biyoteknoloji Uygulamalarını Edinme Servisi (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications)

ISO: Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Standards Organization)

Ig E: İmmünglobulin E

JRC: Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezleri (Joint Research Center)

g: Santrifüj Kuvveti

KHK: Kanun Hükmünde Kararname

LAMP: İlmeç Aracılı İzotermal Amplifikasyon

ml: Mililitre

NEC: Negatif Ekstraksiyon Kontrol (Negative Extraction Control)

NRC: Ulusal Araştırma Merkezi (National Research Center)

NTC: Negatif Örnek Kontrol (Negative Template Control)

ng: Nanogram

nm: Nanometre

PC: Pozitif Kontrol (Positive Control)

PCR CGE: PCR Kapiler Jel Elektroforez

PCR: Polimeraz Zincir Reaksiyonu

PEC: Pozitif Ekstraksiyon Kontrol (Positive Extraction Control)

RNA: Ribonükleik asit

RNAz: RNA nükleaz

Real Time PCR: Eş Zamanlı PCR

rpm: Dakikadaki devir sayısı (Revolutions per minute)

STK: Sosyal Toplum Kuruluşu

TAGEM: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

TÜRKAK: Türkiye Akreditasyon Kurumu

USDA: ABD Tarım Bakanlığı (The United States Department of Agriculture)

WHO: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

dPCR: Dijital PCR teknoloji

p35S: 35S dizisi promotorü

pFMV: Figwort Mosaik Virüsü promotörü (Figwort Mosaic Virus Promoter)

pNOS: Nopalin Sentaz Geni Promotorü (Nopaline Synthase Gene Promoter)

pat geni: Fosfinotrisin-N-asetil transferaz enzimini kodlayan gen

qPCR: Kantitatif PCR

rDNA: Rekombinant deoksiribonükleik asit

sn: Saniye

t35: 35S dizisi terminatörü

tNOS: Nopalin sentaz geni terminatörü (Nopaline Synthase Gene Terminator)

µl.: Mikrolitre



Özet

Genetiği Değiştirilmiş (GD) bitki üretim ve ekiminin artması, Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) gıda ve yem pazarında yaygın ticareti ve kullanımı gıda güvenliği konusunda tüketiciler tarafından sorgulanmaktadır. GD ürün üreten şirketler ve çiftçiler arasında patent veya kontaminasyon kaynaklı anlaşmazlıklar bulunmaktadır. Bu gibi sebeplerle GDO'lar halk sağlığı, çevre ve finans alanlarında çeşitli davaların konusu olmuştur. Türkiye, pek çok ülke gibi GDO'lar ve ürünlerine dair düzenlemelere sahiptir. Gıda ürünlerinde GDO'lara izin verilmez. Fakat farklı zamanlarda piyasada GD gıdaların varlığına dair haber ve iddialar yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı riskli ürün gruplarında GDO tarama analizleri yaparak günümüzdeki durumu araştırmaktır. GDO tespit ve miktar tayini analizleri yasal çerçevede değerlendirilir.

Bu çalışmada marketlerden temin edilen farklı riskli ürün gruplarından 35 adet üründe GDO tarama analizi yapılmıştır. Riskli ürün grupları öncelikle mısır ve soya içeriği barındıran ürünler seçilmiştir. Bu ürünlerden 32'si gıda olup, 3 tanesi yem örneğidir. İşlenmiş gıda örneklerinden DNA tespitini kolaylaştıran farklı ticari kitler kullanılmıştır. Bazı örneklerin fazla işlenmiş ve karışık olması sebebiyle DNA'nın miktar ve saflığında düşüklükler gözlenmiştir. Bu tür işlenmiş örneklerde DNA degrade olma durumu ve PCR inhibitörleri varlığı sorgulanmalıdır. Bu hususlar göz önünde bulundurularak ve çalışmada uygun protokoller uygulanarak analiz gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizlerde 2 hayvan yem örneğinde pozitiflik tespit edilmiş, bir gıda örneği ise şüpheli bulunup analiz tekrarında ise negatif raporlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: GDO, GD Gıda, Biyoteknoloji, Adli Bilimler, Gıda Güvenliği

Summary

Increased Genetically Modified (GM) plant production and the widespread trade and use of Genetically Modified Organisms (GMOs) in the food and the animal feed markets are questioned about food safety by consumers. There are disputes arising from patent or contamination between GM products producing companies and farmers. For these reasons, GMOs have been the subject of various cases in the areas of public health, environment, and finance. Like many countries, Turkey has regulations about GMOs and its products. GMOs are not allowed in food. But at different times there are news and claims about the presence of GM foods in the market. The purpose of this study is to investigate the current situation by making GMO analyzes in risky product groups. GMO detection and quantification analyses are evaluated within the legal framework.

In this study, GMO screening analyses were performed on 35 products from different risky product groups at markets. Risky product groups were selected primarily from products containing corn and soybean. 32 of these are food products, and 3 of them are animal feed samples. Different commercial kits were used to facilitate DNA detection from processed food samples. Because some samples were extremely processed and mixed, the quantity and purity of DNA were low. In such processed samples, the situation of DNA degradation and the presence of PCR inhibitors should be questioned. The analysis was carried out by taking into account these issues and by using appropriate protocols in the study. Positive results were detected in 2 animal feed samples. A food sample was found suspicious, but the repeat analysis was negative.

Key Words: GMO, GD Food, Biotechnology, Forensic Sciences, Food Safety

1.Giriş ve Amaç

1960'lı yıllarda rekombinant deoksiribonükleasit (rDNA) teknolojisinin ortaya çıkmasıyla ilk defa bilim dünyasında konuşulmaya başlanan GDO'lar, 1970'lerde GDO'lardan elde edilen ilk ürünler olan rekombinant kimoziin, insülin ve insan büyüme hormonunun üretilmesi ve 1983 yılında ise ilk GD bitki olan tütün bitkisinin üretilmesiyle GD teknoloji kullanımı günümüzde günlük hayatın içerisinde yerini almış bulunmaktadır (1-3). Aktarılan gen çeşitliliğinin ve GDO üretimlerinin artmasıyla; GDO'lar gıda, tıp, enerji endüstrisi, çevre temizliği gibi pek çok alanda kullanım bulmuştur (4). Çeşitli GD tahılların üretilmeye ve ekilmeye başlanmasıyla gıda ve yem kaynaklı GD bitkilerin ekimi hız kazanmıştır. Biyoteknolojik tahıllar ilk ekildiği 1996 yılında 1,7 milyon hektarken, 2017 yılı itibariyle 21 yılda kümülatif olarak GD tahıl ekimi sürekli artarak 2,15 milyar ha'ya ulaşmıştır. En çok ekilen türler soya fasulyesi, mısır, pamuk, kanola olduğu görülmektedir (5).

Fakat günümüzde en çok tartışılan teknoloji ürünlerinden biri GDO'lar olmuştur (3). Gıda güvenliği, çevre ve halk sağlığı konuları sebebiyle Dünya'nın pek çok ülkesinde GD gıda ve yem kullanımı belli yasalara uygun yapılmaktadır ve ulusal ve uluslararası takip ve denetime tabidir (6,7). Ülkemizde olduğu gibi pek çok ülkede hukuk sisteminde cezai sorumluluğu vardır ve bu konuda belirlenmiş kural ve düzenlemelere uymayanlara çeşitli yaptırımlar ve cezalar uygulanmaktadır (7,8).

Biyoteknoloji, ekoloji, hukuk hatta etik bakımından felsefenin ortak konusu olabilecek bu ürün, özellikle gıda güvenliği, halk sağlığı ve çevreyle ilgili konuları yakından ilgilendirdiğinden adli bilimlerin de ilgi alanına girmiştir.

Dünya'nın farklı yerlerinde piyasada ticari olarak bulunan gıdaların durumunu değerlendirmek ve tespit edilen yasaklı maddelerin yaygınlığını istatistiksel olarak

belirlemek, veri toplamak için çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde gıdalarda GDO kullanımında sıfır tolerans yaklaşımına rağmen zaman zaman medyada çıkan çeşitli haberlerde, farklı kurum ve platform yayınlarında bildirildiği üzere piyasada bulunan GDO şüpheli ürünlerle ilgili iddialar yer almıştır. Bu çalışma, gıda güvenliği konusuna katkı sağlamak için riskli ürün gruplarında GDO Tarama analizleri yapılarak piyasa araştırması yapmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca araştırma içinde uygun örnek çıktığı takdirde kantitasyon çalışması gerçekleştirme hedefi yer alsa da yeterli sayıda pozitif örnek bulunmadığı için kantitasyon deneysel olarak gerçekleştirilmemiş olup teorik olarak hesaplanmıştır.

2. Genel Bilgiler

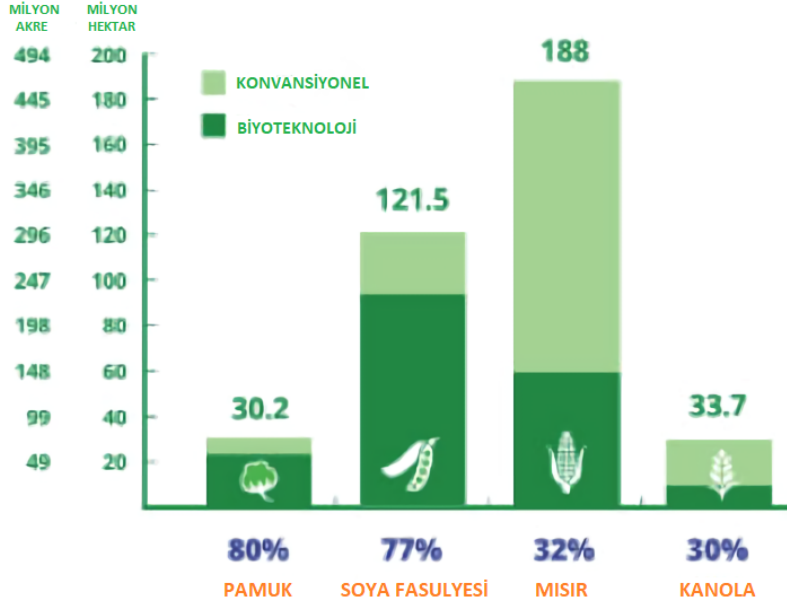
2.1 Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve GD Gıdalar

Biyogüvenlik Kanunu'nda; modern biyoteknoloji “Geleneksel ıslah ve seleksiyonda kullanılan teknikler dışında, doğal fizyolojik üreme engelini aşarak, rekombinant deoksiribonükleik asidin (rDNA) ve nükleik asidin hücrelere ya da organellere doğrudan aktarılmasını sağlayan in vitro nükleik asit tekniklerinin ya da taksonomik olarak sınıflandırılmış familyanın dışında, farklı tür ve sınıflar arasında hücre füzyonu tekniklerinin uygulanması” olarak yer almış, GDO olarak bilinen genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ise “ Modern biyoteknolojik yöntemler kullanılmak suretiyle gen aktarılarak elde edilmiş, insan dışındaki canlı organizma” olarak tanımlanmıştır (8). Genetiği değiştirilmiş gıdalar, Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre bitki, hayvan veya mikroorganizma olmak üzere genetik materyali doğal olmayan yollardan değiştirilmiş organizmalardan üretilen gıdalardır (9). GD gıdalara kazandırılan özellikler arasında besleyici içeriğinin zenginleştirilmesi, raf ömrünün uzatılması, hastalıkların tedavisinde kullanımın sağlanması, yenilebilir aşı bulunmaktadır (3). Fakat WHO tarafından bildirildiği üzere GD bitkilere kazandırılan özellikler ticari olarak genelde 3 başlıkta toplanabilir:

- Böceklerle direnç
- Viral enfeksiyonlara direnç
- Herbisitlere tolerans

Bu çalışmanın inceleme alanına giren gıda olarak kullanılan GD bitkilerin tarihçesinin 1983 yılında ilk tütün bitkisinin üretilmesiyle başladığı söylenebilir. Ardından Flav Savr isimli ilk GD domates için ABD Gıda ve İlaç Dairesi'nden (FDA) izin alınması ve GD tahılların ekilmeye başlanmasıyla devam etmiştir (9,10). 2017 yılına kadar ekilen GD tahılların ekim alanları; 1,4 milyar ha GD soya fasulyesi, 0,64 milyar ha

GD mısır, 0,34 milyar ha GD pamuk, 0,13 milyar ha GD kanoladan olmuştur (5). Ve tüm mısır üretiminin %32'si GD Mısır, soya üretiminin %77'si GD soyadır (11).



İlk 4 Biyoteknoloji Ürünü İçin Küresel Kabul Oranları (%)
(Milyon Hektar)

Kaynak: ISAAA, 2017

Şekil 1: Uluslararası Tarımsal Biyoteknoloji Uygulamalarını Edinme Servisi (ISAAA) verilerine göre global ölçekte GD Tahıl Ekim Oranları

2.1.1 Riskli Ürün Grupları

GD Türler arasında en çok ekimi yapılan mısır, soya, kanola, pamuk, şeker pancarı riskli türler olarak sayılabilir. Tarım Bakanlığı tarafından Biyogüvenlik Mevzuatı Uygulama Talimatı'nda belirtildiği üzere ithalat aşamasında kontroller tabi tutulacak riskli bulunan ürünlerin listesi Tablo 1'de gösterilmiştir:

Tablo I. Gıda,Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Riskli Ürünler Kontrol Listesi

Sıra No	Ürün Adı	Menşei Riskli Olan Ülkeler (Analiz Sıklığı %100)	Diğer Ülkeler Analiz Sıklığı
1	Mısır veya mısırdan elde edilen ürünler (örn; mısır nişastası, mısır unu, mısır grizi, mısır kepeği, mısır özü, DDGS, mısır çerezi, mısır cipsi, mısır konservesi, mısır koçanı, mısır turşusu, mısır küspesi, vb.)	ABD, Arjantin, Avustralya, Brezilya, Kanada, Şili, Çin, Kolombiya, Mısır, AB Ülkeleri (28 Ülke), Honduras, Endonezya, Japonya, Malezya, Meksika, Yeni Zelanda, Panama, Paraguay, Filipinler, Rusya, Güney Afrika, Güney Kore, İsviçre, Tayvan, Tayland, Uruguay, Ukrayna, Küba	20%
2	Soya veya soyadan elde edilen ürünler(örn; soya küspesi, soya sütü, soya filizi, soya macunu, soya lifi, soya çökeleği vb)	ABD, Arjantin, Avustralya, Bolivya, Brezilya, Kanada, Şili, Çin, Kolombiya, Kosta Rika, AB Ülkeleri (28 Ülke), Endonezya, Japonya, Malezya, Meksika, Yeni Zelanda, Paraguay, Filipinler, Rusya, Güney Afrika, Güney Kore, İsviçre, Tayvan, Tayland, Uruguay, Ukrayna, Hindistan	20%
	Soya unu, Soya lesitini, SoyaProteini	Menşeiine bakılmaksızın %100 analiz sıklığı uygulanır.	-
3	Kolza (kanola) veya kolzadan elde edilen ürünler (kolza küspesi, vb)	ABD, Avustralya, Kanada, Şili, Çin, AB Ülkeleri (28 Ülke), Japonya, Meksika, Yeni Zelanda, Filipinler, Güney Afrika, Güney Kore, Ukrayna, Rusya	20%
4	Pamuk ürünleri (pamuk küspesi, çiğit vb.)	ABD, Arjantin, Avustralya, Brezilya, Burkina Faso, Kanada, Çin, Kolombiya, Kosta Rika, AB Ülkeleri (28 Ülke), Hindistan, Japonya, Meksika, Myanmar, Yeni Zelanda, Pakistan, Paraguay, Filipinler, Güney Afrika, Güney Kore, Sudan	20%
5	Papaya ve ürünleri	ABD, Kanada, Çin, Japonya, Tayland, Vietnam, Tayvan	20%
6	Çeltik/pirinç veya bunlardan elde edilen (pirinç unu, pirinç nişastası, pirinç kepeği, pirinç şehriyesi, pirinç çubuğu, pirinç makarnası, pirinç eriştesi, pirinç gevreği, pirinç yufkası, pirinç kağıdı, pirinç krakeri, vb.)	ABD, Avustralya, Kanada, Çin, Kolombiya, İran, Japonya, Meksika, Yeni Zelanda, Filipinler, Rusya, Güney Afrika, Pakistan, Hong Kong, Hindistan, AB Ülkeleri (28 ülke), Vietnam, Tayland, Tayvan, İsviçre	10%
7	Buğday ve Buğday Kepeği	ABD, Avustralya, Kolombiya, Yeni Zelanda,	0%
8	Domates, domates salçası, domates sosu, kurutulmuş domates, domates tozu, domates suyu, ketçap, domates çorbası, domatesli makarna vb.	ABD, Kanada, Çin, Meksika	10%
9	Şeker pancarı melası, melas şurubu, posası, lifi, vb.	ABD, Avustralya, Kanada, Çin, Kolombiya, AB Ülkeleri (28 Ülke), Japonya, Meksika, Yeni Zelanda, Filipinler, Rusya, Güney Kore	10%
10	Patates, patates cipsi, Patates nişastası, dondurulmuş patates, kurutulmuş patates, patates unu, patates flokanı, patates granülü, patates çerezi, patates kroket, patates tozu, patates topağı.	ABD, Avustralya, Kanada, AB Ülkeleri (28 Ülke), Japonya, Meksika, Yeni Zelanda, Rusya, Filipinler, Güney Kore	10%

Sıra No	Ürün Adı	Menşei Riskli Olan Ülkeler(%20)
11	Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Brezilya
12	Patlıcan (<i>Solanum melongena</i>)	Bangladeş
13	Kabak (<i>Squash-Cucurbita pepo</i>)	Kanada, ABD
14	Tatlı Biber (<i>Capsicum annuum</i>)	Çin
15	Şeker Kamışı (<i>Saccharum sp.</i>)	Endonezya
16	Hindiba (<i>Cichorium intybus</i>)	ABD
17	Kavun	ABD
18	Erik	ABD
19	Yonca (<i>medicago sativa</i>)	Avustralya, Kanada, Japonya, Meksika, Yeni Zelanda, ABD, Filipinler, Singapur, Güney Kore
20	Keten (<i>Linum usitatissimum L.</i>)	Kanada, Kolombiya, ABD
21	Kavak (<i>Populus sp.</i>)	Çin
22	Petunya (<i>Petunya hybrida</i>)	Çin
23	Karanfil (<i>Dianthus caryophyllus</i>)	Avustralya, Kolombiya, Japonya, Norveç, Malezya
24	Gül (<i>Rosa hybrida</i>)	Avustralya, Kolombiya, Japonya, ABD
25	Şalgam (<i>Brassica rapa</i>)	Kanada
26	Çim (<i>Agrostis stolonifera</i>)	ABD
27	Tütün (<i>Nicotiana tabacum L.</i>)	ABD
28	Elma (<i>Malus x Domestica</i>)	ABD, Kanada
29	Kabuklu Kırmızı Mercimek	ABD, Kanada, Meksika, Çin, Hindistan (%10)
30	Polen	Menşeiine bakılmaksızın % 50 analiz sıklığı uygulanır

Yukarıda belirtilen tabloda;

a) 1- 6 inci sıralarda bulunan ürünlerin gıda ve yem maddelerinde (katkı ve aromalar dahil) bileşen olarak bulunması durumunda Menşei Riskli Olan Ülkeler için analiz sıklığı %40, menşei diğer ülkeler için analiz sıklığı % 10

b) 8-10 uncu sıralarda bulunan ürünlerin gıda ve yem maddelerinde (katkı ve aromalar dahil) bileşen olarak bulunması durumunda Menşei Riskli Olan Ülkeler için analiz sıklığı %20, menşei diğer ülkeler için analiz sıklığı %5,

c) 11-28 inci sıralarda bulunan ürünlerin gıda ve yem maddelerinde (katkı ve aromalar dahil) bileşen olarak bulunması durumunda Menşei Riskli Olan Ülkeler için analiz sıklığı %10 olarak uygulanacaktır.

d) 1-29 uncu sırada bulunan ürünlerin üretim ve çoğaltım materyali olarak gelmesi durumunda %100 analiz sıklığı uygulanır.

e) 30. sırada yer alan polenin gıda ve yem maddelerinde bileşen olarak bulunması durumunda menşeiine bakılmaksızın % 10 analiz sıklığı uygulanır.

Analiz sıklıkları her ülkeden yapılan ithalatlar için ayrı değerlendirilecektir. Aynı ülkeden farklı firmalar tarafından aynı ürünlerin ithal edilmesi durumunda ise firma ayrımı yapılmadan o ülkeden yapılan ürünle ilgili toplam ithalat miktarına göre analiz sıklığı uygulanacaktır.

(Gıda,Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Biyogüvenlik Mevzuatı Uygulama Talimatı.

Ankara. (17.06.2016) dokümanından alınmıştır.)

Riskli ürün gruplarında yer alan özellikle soya veya mısır içeriği bulunan ürünlerle ilgili medya organlarında farklı tarihlerde farklı ürünler hakkında iddialar yer almıştır (13,14).

Hem Tarım Bakanlığı tarafından vurgulandığı hem farklı platformlar tarafından sorgulandığı üzere Dünya’da ticaretinin yaygın yapılması ve en çok üretilen GD bitki türleri olması sebebiyle mısır ve soya içerikli ürünler, riskli grupların başında yer almaktadır (11,12).

2.2 GDO Riskleri

GDO’lar hususunda kamuoyu endişeleri başlıca insan sağlığı, çevre korunması, etiketleme ve tüketici seçimi, mülkiyet hakları, etik, gıda güvenliği konularına odaklanmıştır. Örneğin bir yandan kolay aşılama sebebiyle insan sağlığı için kullanımı oldukça faydalı aşı GD muzlar üretilebilecekken diğer taraftan genetik mühendisliği yöntemleri ile elde edilmiş bu tekniklerin oldukça yeni olması sebebiyle insan sağlığı üzerindeki uzun süreli etkileri bilinmemektedir (15).

GDO konusundaki şüpheleri detaylandırarak olursak:

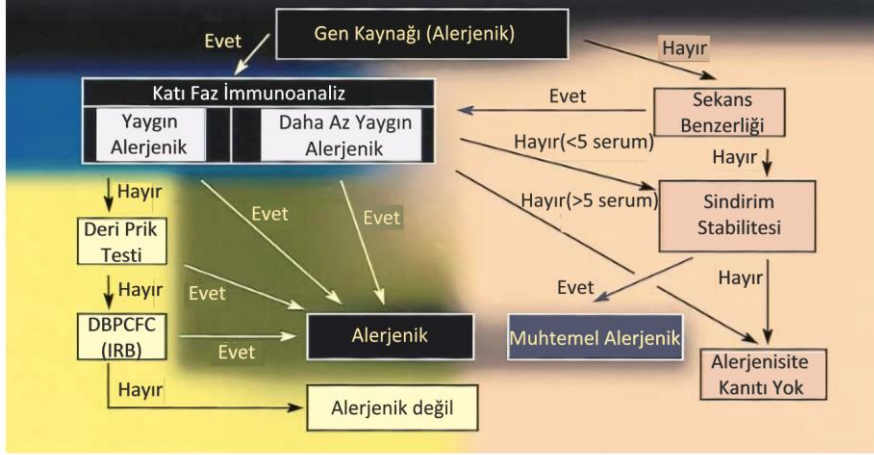
- Gıdanın besleyici kalitesinde değişim
- Antibiyotik direnci olasılığı
- GD Gıdaların potansiyel toksisitesi
- GD Gıdaların potansiyel alerjenitesi
- Olası karsinogen etkisi
- Yabani bitkilere istenmeyen gen geçişleri

- Yeni virus ve toksinlerin oluşumu
- Tohumlara ulaşımın kısıtlanması
- Biyoçeşitliliği tehdit etmesi
- Etik ve dini diğer hassasiyetler
- Etiketlenmeme
- Hayvan hakları
- Organik ve Geleneksel çiftçilerin durumu
- Bilinmeyen korkusudur (16) .

Farklı çalışmalarda GDO'ların bildirilen başlıca zararlar şunlardır: Olası alerjik reaksiyonlar, potansiyel toksisite, antibiyotik direnç, gen patentleme, biyolojik çeşitliliğin etkilenmesi (3). Biyolojik çeşitliliğin etkilenmesi adına bildirilen bir örnek *Bacillus thuringiensis* (Bt) toksini sebebiyle Monarşi kelebeklerinin ölmesi durumudur. Burada tahmin edilmeyen bir etki gözlemlenmiş olup, toksin hedef alınan böcek türü dışında başka canlıları da etkilemiştir. Bunun da biyoçeşitlilik üzerine beklenmeyen etkileri olabilir (17).

Gıda alerjisi, vücudun alınan besinlerdeki bir içeriği antijen olarak algılayıp aşırı duyarlılık göstererek reaksiyon vermesi sonucu oluşur. GD ürünlerde, modifiye olduğu için yeni proteinler veya başka bileşenler bu etkiyi yaratabilmektedir. Brezilya fıstığında ortaya çıkan durum buna bir örnek oluşturmuştur (18). Brezilya fıstığından daha önce alerjen olarak tanımlanmayan bu genin soyaya aktarılınca alerjik reaksiyona sebebiyet vermiştir (19). Gıda Biyoteknoloji Kurulu (IFBC) ve Alerji ve İmmunoloji Enstitüsü biyoteknolojik yöntemlerle oluşturulmuş ürünlerin potansiyel

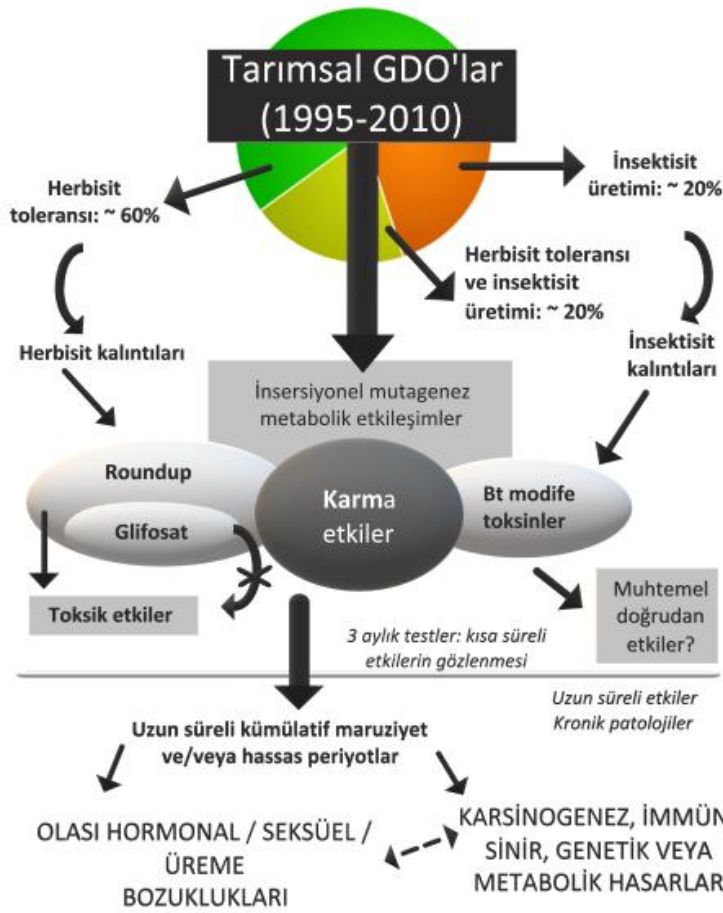
alerjiye sebebiyetlerine karar vermek adına bir karar ağacı oluşturmuştur. Bu ağaçta yeni oluşan proteine karşı immün cevabın oluşturduğu immünglobulin E (IgE) seviyeleri, proteinin ısı ve sindirim stabilitesi gibi parametreleri yer almıştır (20).



Şekil 2: Biyoteknolojik ürünler için kullanılan alerjenite riski karar ağacı

GDO'larla ilişkili bir diğer husus GDO'lu bitkiler için kullanılan pestisitlerle alakalıdır. Ekilen GD bitkilerde en çok kullanılan pestisit glifosattır. Çünkü GD bitkilere glifosata direnç geni kazandırılarak bu bitkilerin pestisitten etkilenmemesi böylece diğer yabancı otların öldürülmesi sağlanır (21). Fakat 2015'te Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) glifosatu genotoksik bularak grup 2A'da sınıflandırarak insan için muhtemelen kanserojen olarak tanımladı (22). Son yıllarda glifosatin GD bitkiler ile kullanımının arttığı bilinmektedir. Glifosatin 1995 yılından 2014 yılına kullanımı 56 bin tondan 826 bin tona çıkmıştır (23). Avrupa Birliği'nde (AB) insan vücudunda glifosat alınıp alınmadığını sorgulayan bir araştırma sonucunda katılımcıların %44'ünün idrarında glifosat gözlemlenmiştir (24). Glifosatin hormonal sistemin düzenlenmesini etkileyen bir kimyasal olduğu gösterilmiştir (25). Yapılan hayvan deneylerinde içme sularına çok düşük miktarlarda bile eklenen glifosatin gen çalışma mekanizmalarını etkileyerek farelerde böbrek ve

karaciğerde bozulmalara sebebiyet verdiği gözlemlenmiştir (26). Toprakta yarılanma süresi 2-197 gün arasında değişen glifosatın sulara da bulunduğu ve farklı organizmaları etkilediği ortaya konulmuştur (27,28). AB’de glifosatın yasaklanması gündeme gelmiştir ve Avrupa Komisyonu (EC) konuyla ilgili toplantılarını sürdürmektedir (29).



Şekil 3: Tarımsal GDO’lar ve onlarla ilişkili pestisitlerin sağlık üzerine olası etkileri (30)

GD gıdaların hamileler ve yenidoğanların sağlığını etkileyebileceği ile ilgili tartışmalar bulunmaktadır (31). GD soya ile yapılan bir çalışmada hamilelerde GD soya tüketiminin bebeğin doğum ağırlığını düşürdüğü ve doğum ölüm oranlarını artırdığı gösterilmiştir (32). Bazı bilim insanları da dışardan alınan DNA’nın fetüsün

farklı organlarında rastlanabilmesi sebebiyle GDO'ların mutajen etki gösterebileceğini söylemektedir (33,34). Birleşmiş Milletler (BM) Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve WHO yayınladıkları ALINORM 03/34 numaralı programda biyoteknolojik gıdaların tüketiminde bebekler, hamileler, emziren kadınlar, yaşlılar, kronik rahatsızlığı bulunanlar gibi bağışıklık sistemi zayıf olanların dikkat etmesi gerektiğini söylenmektedir (35).

2.2.1 GDO Risk Analizi

GDO üreten şirketler, akademik çevreler, uluslararası organizasyonlar ve farklı ülkelerin gıda otoriteleri ve konuyla ilgili resmi kurumları GDO'lar ile ilgili risk değerlendirmeleri yapmaktadır. Kodeks Alimentarius Komisyonu'nun (CAC) *Modern biyoteknoloji yöntemleriyle elde edilen gıdaların risk analizlerinin yapılmasındaki prensipler* isimli yayınladığı dokümanda risk değerlendirilmesinde tüm gıda veya bileşenleri için aşağıdaki adımları içermesi gerektiğini söylemektedir:

- İstenen ve istenmeyen etkilerin incelenmesi
- Yeni veya değişen risklerin belirlenmesi
- İnsan sağlığı ile ilişkili besinsel değişimlerin tanımlanması (36).

GD bitkilerden elde edilen gıdaların gıda güvenliği kapsamında değerlendirilmesiyle ilgili dokümanda ise aşağıdaki işlemleri içerdiğini belirtmektedir:

1. Bitkinin rekombinant DNA'sının tanımlanması
2. Konak bitki ve gıda olarak kullanımının tanımlanması
3. Donör organizmanın tanımlanması
4. Genetik modifikasyonun tanımlanması

5. Güvenlik Değerlendirilmesi

- Nükleik asit olmayan diğer üretilen susbstansların incelenmesi
- Anahtar komponentlerin bileşimsel analizleri
- Metabolitlerin değerlendirilmesi
- Gıda işleme süreci değerlendirilmesi
- Besinsel modifikasyonlar

6. Diğer hususlar (37).

Protein, yağ, karbonhidrat gibi nükleik asit olmayan bileşenlerin incelenmesinde olası toksisite değerlendirilmesi, olası alergenite değerlendirilmesinin yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Diğer hususlar isimli başlıkta ise özellikle herbisit toleranslı GB bitkilere dikkat çekerek pestisit kalıntısı, toksik bileşikler ya da diğer kontaminantların birikiminin insan sağlığına olabilecek etkilerinin de incelenmesinden bahsetmekte, ayrıca antibiyotik direnci marker genlerin de insan sağlığına yaratabilecek etkilerinin araştırılması konusuna dikkat çekmektedir (37).

2.2.1.1 EFSA Risk Analizi

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA); Avrupa Parlemantosunu (AP), EC ve AB Üye Devletler'e gıda güvenliği konusunda bilimsel tavsiye vermek amacını yerine getirmektedir (36). EFSA, GD bitkiler ve onlardan elde edilmiş gıda, yem veya ekim için kullanılmak üzere başvuru yapılan ürünleri inceler. Dolayısıyla EFSA, EC ve AB üye devletlere teknik olarak görüş bildirir, onay ise bu kurumlardan çıkar. EFSA değerlendireceği çalışmaların İyi laboratuvar uygulamaları (GLP) ve Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) standartlarına uygun şekilde gerçekleştirilmiş

olmasını ön koşul olarak belirlemiştir. EFSA'nın biyogüvenlik ve GDO'larla ilgili düzenlemeler için hazırlanmış klavuzları mevcuttur. Bunlar:

- GDO bitkilerden elde edilen gıda ve yemlerin risk değerlendirmesi (2011)
- GDO bitkilerin çevresel risk değerlendirmesi (2010)
- Gıda ve yemde kullanım amaçlı GD mikroorganizmaların ve onların ürünlerinin risk değerlendirmesi (2011)
- Gıda ve yemde kullanım amaçlı olmayan GD bitkilerin risk değerlendirmesi (2009)
- GD hayvanlardan elde edilen gıda ve yemlerin risk değerlendirmesi ve bunların hayvan sağlığı ve refahı üzerine etkileri konuları (2011)
- Mevcut GDO ürünlere verilmiş olan izinin yenilenmesi (2006)

GDO'lara ilişkin risk değerlendirmesini yaparken şunları göz önünde bulundurarak yapar:

- Ürünün moleküler olarak karakterize edilmesi;
- Ürünün bileşimsel, besinsel ve tarımsal karakteristikleri;
- GDO'lu ürünün potansiyel toksisitesi ve alerjenitesi
- Nakil, ekim, işleme esnasında serbest bırakılması halinde bunun potansiyel çevresel etkisi.

İnsan sağlığı üzerine uzun süreli etkilerini araştırmak için deney hayvanları çalışmalarına başvurulur. Bu araştırmalarda kısa ve uzun süreli potansiyel toksik etkisini test etmek için deneyler yapılır. Sıçanlarda 90 günlük besleme çalışmalarının ardından organ ve dokulardaki klinik etkilerini görmek için incelemeler yapılır. Ayrıca üreme ve gelişme üzerine etkilerinin tespiti ve klinik

sonuçları incelenir. Onay verildikten ilk on yıl içinde yakın takip beklenmeyen etkileri araştırılır.

Biyoçeşitlilik üzerine etkilerini araştırmak için GDO bitkinin ekim sahası dışına yayılma potansiyeli, eklenen genin diğer organizmalara transfer olma potansiyeli, hedef olmayan türler üzerindeki potansiyel etkileri ve toprak bakterileri ve toprak kompozisyonu üzerine potansiyel etkileri araştırılır (38).

2.2.1.2 FDA Risk Analizi

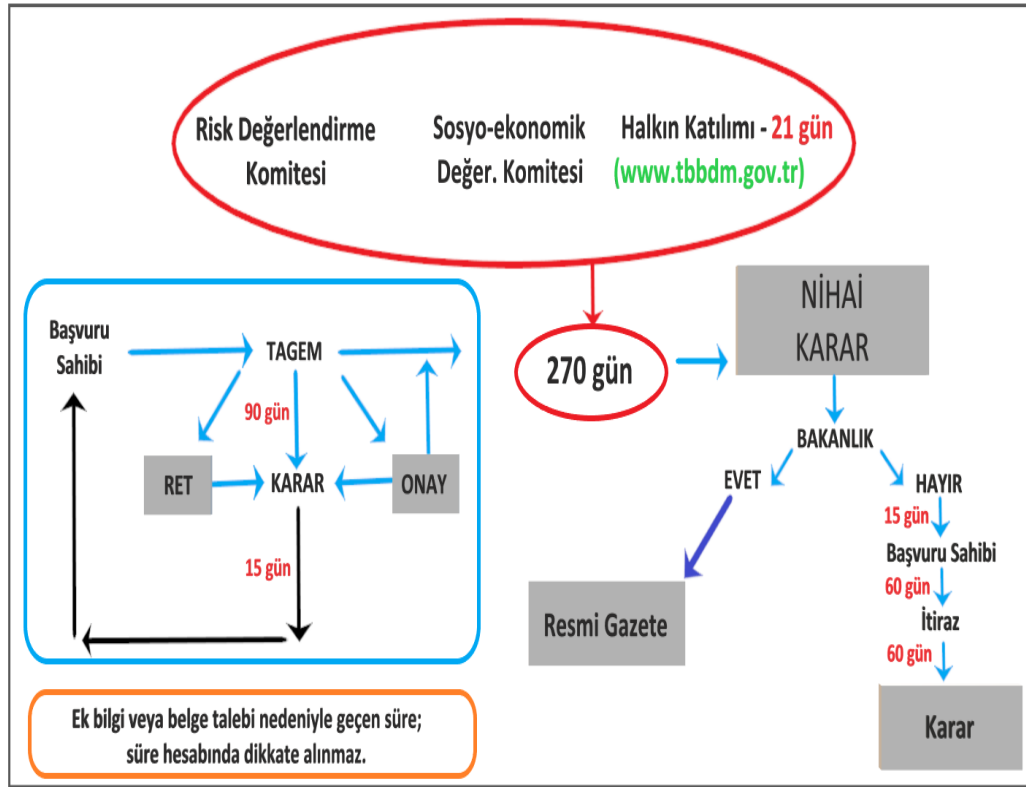
FDA, Ulusal Araştırma Merkezi (NRC)'nin GDO'larla ilgili, biyoteknoloji ile üretilen organizmaların klasik yöntemlerle üretilenlerle aynı fiziksel ve biyolojik yasaların yönettiğini belirten raporunun ardından 1992 yılında bir politika belirleyerek o zamandan beri bu konudaki tutumunu değiştirmedeği görülmektedir (39). FDA'nın risk değerlendirmesi kendi resmi kanallarında şu şekilde anlatılmaktadır: Öncelikle GD Bitki geliştiricisi, FDA'ye GD ürünlerini açıklar ve risk değerlendirmesini sunar. FDA şu iki soru ışığında verileri değerlendirir:

- GD Bitki yeni bir toksin veya alerjen içeriyor mu?
- GD Bitkinin besinsel bileşimi geleneksel bitki ile aynı mı? Farklılık içeriyor mu?

FDA gerekirse GD bitki geliştiricileri ile birlikte çalışarak gereken bilgiyi edinir. Gerekli güvenlik ve düzenleme konuları giderildikten sonra FDA başvuruyu onaylar. Pazara sunulan ürünlerin güvenli olduğunu sağlamak başvuran şirketlerin yasal zorunluluğudur (40).

2.2.1.3 Türkiye Risk Değerlendirmesi

Önceleri Türkiye’de GDO’ların kullanımı için risk değerlendirilmesi bahsedildiği üzere Biyogüvenlik Kurulu tarafından yapılmaktaydı. Günümüzde risk değerlendirilmesi Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Risk değerlendirmesi, Cartagena Biyogüvenlik Protoklü ve Biyogüvenlik kanunu kapsamında yapılmaktadır (8). Ayrıca Türkiye, AB’yle uyumlu şekilde Avrupa Komisyonu tarafından izin verilen GD tipleri takip ederek yem için kullanımında gerekli izinleri vermektedir. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’ne (TAGEM) bağlı Türkiye Biyogüvenlik Bilgi Değişim Mekanizması tarafından yayınlanan Türkiye Ulusal Biyogüvenlik Çerçevesi Uygulama Projesi kapsamında yayınlanan *Genetik Mühendisliği Ürünü Bitki Gıda ve Yem için Risk Değerlendirme Teknik Rehberi*’nde belirtildiği üzere risk değerlendirme, “Belirli koşullarda bir risk kaynağının ya da kaynaklarının insan ve çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratma ihtimalini, söz konusu etkilerin şiddetini ve bu konudaki belirsizlikleri belirlemeye yönelik değerlendirme süreci” olarak tanımlanmış ve aşamaları şöyle belirtilmiştir: “Olumsuz etkiler yaratabilecek özelliklerin tespit edilmesi, bunların olası sonuçlarının değerlendirilmesi, meydana gelme ihtimallerinin belirlenmesi, GD ürünlerle ilgili tespit edilen her bir özelliğin oluşturduğu riskin tahmini olarak hesaplanması.” (41).



Şekil 4: Türkiye’de GDO onay süreçlerine ilişkin değerlendirme özeti

Biyogüvenlik Kurulu tarafından onay verilen GD türleri Kurul Kararları ve izinli genler aşağıda belirtilmiştir (43):

“26 Ocak 2011 tarih ve 27827 sayılı 1 No’lu Kurul Kararı ile soya A2704-12 ve A2704-12 soya fasulyesinin taşıdığı herbisit tolerans geni, 26 Ocak 2011 tarih ve 27827 sayılı 2 No’lu Kurul Kararı ile Soya MON40-3-2 ve soya fasulyesinin taşıdığı herbisit tolerans geni, 26 Ocak 2011 tarih ve 27827 sayılı 3 No’lu Kurul Kararı ile soya MON89788 ve soya fasulyesinin taşıdığı herbisit tolerans geni , 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 4 No’lu Kurul Kararı ile Mısır Bt11 ve Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan *cry1Ab* geni ve glifosinat amonyum herbisitine toleransı sağlayan *pat* geni, 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 5 No’lu Kurul Kararı ile mısır DAS1507 ve Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan *cry1F* geni ve glifosinat amonyum herbisitine toleransı sağlayan

pat geni, 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 6 No'lu Kurul Kararı ile mısır DAS 59122 ve Coleoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan *cry34Ab1* ve *cry35Ab1* genleri ve glifosinat amonyum herbisitine toleransı sağlayan *pat* geni , 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 7 No'lu Kurul Kararı ile mısır DAS1507x NK603 ve Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan *cry1F* geni ve glifosinat amonyum herbisitine tolerans sağlayan *pat* geni ile glifosat herbisitine toleransı sağlayan *cp4 epsps* geni, 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 8 No'lu Kurul Kararı ile mısır NK603 ve Glifosat herbisitine tolerans sağlayan *epsps* geni , 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 9 No'lu Kurul Kararı ile mısır NK603x MON810 ve Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan *cry1Ab* geni ve glifosat herbisitine tolerans sağlayan *epsps* geni, 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 10 No'lu Kurul Kararı ile mısır GA21 ve glifosat herbisitine tolerans sağlayan *epsps* geni, 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 11 No'lu Kurul Kararı ile mısır MON89034 ve Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan *cry1A.105* ve *cry2Ab2* genleri, 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 12 No'lu Kurul Kararı ile mısır MON 89034x NK603 ve Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan *cry1A.105* ve *cry2Ab2* genlerini ve glifosat herbisitine tolerans sağlayan *cp4 epsps* geni, 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 13 No'lu Kurul Kararı ile mısır Bt11x GA21 ve Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan *cry1Ab* geni ve glifosinat amonyum herbisitine tolerans sağlayan *pat* geni ile glifosat herbisitine tolerans sağlayan *mepsps* geni, 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 14 No'lu Kurul Kararı ile mısır DAS59122xDAS1507xNK603 ve Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan *cry1F* geni, Coleoptera takımında yer alan bazı zararlı türlere dayanıklılık sağlayan *cry34Ab1* ve *cry35Ab1* genleri, glifosinat

amonyum herbisitine tolerans sağlayan pat geni ile glifosat herbisitine tolerans sağlayan cp4 epsps genleri , 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 15 No’lu Kurul Kararı ile mısır DAS1507x59122 ve Lepidoptera takımında yer alan bazı zararlı türlere dayanıklılık sağlayan cry1F geni, Coleoptera takımında yer alan bazı zararlı türlere dayanıklılık sağlayan cry34Ab1 ve cry35Ab1 genleri ile glifosinat amonyum herbisitine tolerans sağlayan pat geni, 24 Aralık 2011 tarih ve 28152 sayılı 16 No’lu Kurul Kararı ile mısır MON88017x MON810 ve Coleoptera takımında yer alan bazı zararlı türlere dayanıklılık sağlayan cry3Bb1 geni, Lepidoptera takımına ait bazı zararlı türlere dayanıklılık sağlayan cry1Ab geni ile glifosat herbisitine tolerans sağlayan cp4 epsps genleri, 21 Nisan 2012 tarih ve 28271 sayılı 17 No’lu Kurul Kararı ile mısır MON88017 ve Coleoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry3Bb1 geni ve glifosat herbisitine toleransı sağlayan cp4 epsps geni, 21 Nisan 2012 tarih ve 28271 sayılı 18 No’lu Kurul Kararı ile mısır MON810 ve Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1Ab geni, 21 Nisan 2012 tarih ve 28271 sayılı 19 No’lu Kurul Kararı ile mısır DAS59122xNK603 ve Coleoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry34Ab1 ve cry35Ab1 genleri, glifosinat amonyum herbisitine toleransı sağlayan pat geni ve glifosatherbisitine tolerans sağlayan cp4 epsps gen, 16 Temmuz 2015 tarih ve 29418 sayılı 23 No’lu Kurul Kararı ile mısır MIR604 ve Coleoptera takımından zararlı böceklere karşı dayanıklılık sağlayan *mcry3Aa2* geni, 16 Temmuz 2015 tarih ve 29418 sayılı 24 No’lu Kurul Kararı ile mısır MON863 ve Coleoptera takımındaki böcek t rllerine dayanıklılık sağlayan cry3Bb1 geni , 16 Temmuz 2015 tarih ve 29418 sayılı 25 No’lu Kurul Kararı ile mısır T25 ve glifosinat amonyum herbisitine tolerans sağlayan pat geni, 16 Temmuz 2015 tarih ve 29418 sayılı 26 No’lu Kurul Kararı ile soya MON87701 ve Lepidoptera takımındaki böceklere

dayanıklılığı sağlayan cry1Ac geni, 16 Temmuz 2015 tarih ve 29418 sayılı 27 No'lu Kurul Kararı ile soya MON87701xMON89788 ve Lepidoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan cry1Ac geni ile glifosat herbisitine toleransı sağlayan cp4 epsps genleri, 5 Kasım 2015 tarih ve 29523 sayılı 28 No'lu Kurul Kararı ile soya DP356043 ve glifosat herbisitine tolerans sağlayan Gat4601 geni ve asetolaktat sentaz (ALS)'ı engelleyen herbisitlere karşı tolerans sağlayan Gm-hra gen , 5 Kasım 2015 tarih ve 29523 sayılı 29 No'lu Kurul Kararı ile soya A5547-127 ve glifosinat amonyum herbisitine toleransı sağlayan pat geni, 5 Kasım 2015 tarih ve 29523 sayılı 30 No'lu Kurul Kararı ile mısır Bt11xMIR604 ve Lepidoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan cry1Ab geni, Coleoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan cry3A geni ve glifosinat içeren herbisitlere toleransı sağlayan pat geni, 5 Kasım 2015 tarih ve 29523 sayılı 31 No'lu Kurul Kararı ile mısır MIR162 ve Lepidoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan vip3Aa19e gen, 5 Kasım 2015 tarih ve 29523 sayılı 32 No'lu Kurul Kararı ile mısır MIR604xGA21 ve Coleoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan mcry3A geni ve glifosat herbisitine toleransı sağlayan cp4 epsps geni, 5 Kasım 2015 tarih ve 29523 sayılı 33 No'lu Kurul Kararı ile mısır MON863xMON810 ve Coleoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan cry3Bb1 geni ve Lepidoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan cry1Ab gen, 5 Kasım 2015 tarih ve 29523 sayılı 34 No'lu Kurul Kararı ile mısır MON863xNK603 ve Coleoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan cry3Bb1 geni ve glifosat herbisitine toleransı sağlayan cp4 epsps geni, 5 Kasım 2015 tarih ve 29523 sayılı 35 No'lu Kurul Kararı ile mısır MON89034x MON88017 ve Lepidoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan cry1A.105 ile cry2Ab2 genleri, Coleoptera takımındaki böceklere dayanıklılığı sağlayan cry3Bb1 geni ve glifosat herbisitine toleransı sağlayan cp4

epsps geni, 2 Ağustos 2017 tarih ve 30142 sayılı Resmi Gazete 37 No'lu Karar ile soya MON87708 ve Dicamba içeren herbisitlere toleransı sağlayan *dmo* geni, 2 Ağustos 2017 tarih ve 30142 sayılı Resmi Gazete 38 No'lu Karar ile soya BPS-CV-127-9 ve İmidazolinon herbisitine toleransı sağlayan *csr1-2* geni, 2 Ağustos 2017 tarih ve 30142 sayılı Resmi Gazete 39 No'lu Karar ile soya MON87705 ve glifosat herbisitine toleransı sağlayan *cp4epsps* geni ve oleik asit içeriğinde artışına ve linoleik asit içeriğinin düşmesine neden olan *FAD2-1A* ve *FATB1-A* genleri, 2 Ağustos 2017 tarih ve 30142 sayılı Resmi Gazete 40 No'lu Karar ile mısır MON87460 ve kurak şartlarda ürün kaybını azaltan *cspB* genleri ” (43) .

2.3 Ulusal ve Uluslararası Düzenlemeler ve Anlaşmalar:

Biyogüvenlik 5977 sayılı kanunda “İnsan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevre ve biyolojik çeşitliliği korumak için GDO ve ürünleri ile ilgili faaliyetlerin güvenli bir şekilde yapılması” olarak tanımlanmıştır (8). 1992 yılında Biyolojik Çeşitlilik sözleşmesi BM tüm üye devletler ve ekonomik işbirliği teşkilatlarına açılmıştır. Bu sözleşme ile biyoçeşitliliğin korunması, doğal kaynaklar ve biyolojik kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanılması amaçlanmıştır (7,44). GDO'lardan doğabilecek riskleri önlemek ile ilgili 8. Maddesi şu şekildedir: “*Tarafların Biyoteknoloji sonucunda değişikliğe uğratılmış ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını etkilemesi muhtemel olumsuz çevresel etkiler doğurabilecek canlı organizmaların kullanılması ve serbest bırakılması ile bağlantılı riskleri düzenlemeye, yönetmeye veya denetlemeye yönelik araçları, insan sağlığı için doğabilecek riskleri de dikkate alarak tesis veya idame ettireceği*” (7). Cartagena Biyogüvenlik Protokolü bu sözleşme kapsamında imzacı 130'dan fazla devlet tarafından kabul edilmiştir (7). Protokolün kapsamında yer aldığı üzere amacı, “*insan sağlığı üzerindeki riskler de göz önünde bulundurularak, biyolojik çeşitliliğin*

korunması ve sürdürülebilir kullanımı üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilecek olan tüm değiştirilmiş canlı organizmaların sınır ötesi hareketi, transit geçişi, muamelesi ve kullanılması” (7,45). Nagoya Kuala Lumpur Protokolü ise GDO kullanımdan doğacak zararların telafisi ve hukuki sorumluluğu ile ilgili düzenlemelerden oluşmaktadır (46). GDO’lar ile ilgili diğer uluslararası anlaşmalardan bazıları şunlardır: Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) tarafından yapılan Sağlık ve Bitki Sağlığı Önlemlerinin Uygulanmasına İlişkin Anlaşma, BM FAO Uluslararası Bitki Koruma Sözleşmesi ve FAO ve WHO tarafından kurulmuş CAC’ın gıda güvenilirliği için yayınlanan Kodeks Alimentarius Standartları’dır (7).

Biyogüvenlik ve GDO’ların düzenlenmesine dair iki çeşit tutum bulunmaktadır: Bunlardan biri “İhtiyatlılık Prensibi”, diğeri “Temel Eşdeğerlilik Prensibi” olmak üzere farklı iki yaklaşımdır. Temel Eşdeğerlilik Prensibi, bir ürününün temel eşdeğerliğe sahip olup olmadığı analizlerle değerlendirilerek o ürünün geleneksel karşılığına eş kabul edilmesidir ve bu durumda ek bir güvenlik incelemesine ihtiyaç duyulmaz (7,9). İhtiyatlılık Prensibi ise tüketici haklarının korunmasına öncelik verir. Bilimsel belirsizlik olduğu durumda çevreye en az zararın verilmesine çabalar. Çevre hukuku ve tüketici hakları odaklıdır. Doğabilecek riskler konusunda tüketicilerin tam ve doğru bilgilendirilmesini amaçlar (47,48).

ABD, GDO’ların değerlendirilmesinde Temel Eşdeğerlilik Prensibine uygun hareket etmektedir (47). ABD’de GDO’lar ile ilgili düzenleme ve denetimler farklı üç kurum tarafından yapılmaktadır. Bunlar FDA, ABD Tarım Bakanlığı (USDA) ve Amerikan Çevre Koruma Ajansı’dır (EPA). Ürünlerin güvenliğini değerlendirmekten FDA sorumludur ve FDA bahsedilen prensibe uygun bir süreç işletmektedir. Eğer risk değerlendirmesinde olumsuz bir sonuç bulunmadıysa GD ürünleri diğer

konvansiyonel ürünler gibi aynı şekilde değerlendirerek ayrı bir düzenleme uygulanmaz (47,49). ABD Cartagena Protokülü imzasıcı değildir. GD ürünleri diğer ürünlerle eş gören tutumu sebebiyle de etiketleme zorunluluğu yoktur. AB ise GDO ve GDO ürünlerini geleneksel ürünler olarak görmeyerek İhtiyatlılık Prensibine uygun şekilde düzenlenmesini sağlamaktadır. GD tüm gıda ve yem ürünleri piyasaya girmeden önce bir onay prosedürü beklemektedir. EFSA risk değerlendirmesini yapar ve görüşünü EC'ye bildirir. Avrupa'da GDO'ların düzenlenmesi EC'nin farklı direktifleriyle gerçekleşmektedir (7). Bu direktifler:

- 2001/18/EC; Genetik Yapıları Değiştirilmiş Organizmaların Kasıtlı Olarak Çevreye Salınması Hakkındaki Direktif
- 2009/41/EC; Genetik Yapıları Değiştirilmiş Mikro-Organizmaların (GDM) Kapalı Şartlarda Kullanımına İlişkin Konsey Direktifi
- 2003/1829/EC; GDO İçeren Gıda ve Yem Hakkındaki Tüzük
- 2003/1830/EC; Genetiği Değiştirilmiş Gıda Ve Yemlerin İzlenebilirliği Ve Etiketlenmesine Dair Tüzük,
- 2004/65/EC; GDO'lar İçin Ayırdedici Kimlik Oluşturulmasına İlişkin Tüzük
- 2003/1946/EC GDO'ların Sınıraşan Hareketlerine İlişkin Tüzük
- 2015/412/EU; Üye Devletlere Kendi Topraklarında GDO Ekimini Kısıtlama Veya Yasaklama Olanağı Veren AB Direktifi

Türkiye'de AB'ye uyum kapsamında bu konuyla ilgili yasa ve düzenlemelerini İhtiyatlılık prensibine uygun şekilde düzenlemektedir (49). 17.06.2003 tarihli ve 4898 sayılı Kanunla ve 17.07.2003 tarihli ve 2003/5937 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla onaylanan Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nin Biyogüvenlik Cartagena Protokolüne taraf olarak “ *Çevre ve Kalkınma Hakkındaki Rio Deklarasyonunun 15 numaralı*

prensibinde yer alan ön tedbirci yaklaşıma uygun olarak, insan sağlığı üzerindeki risklerin göz önünde bulundurulması ve özellikle sınır ötesi hareketler üzerinde odaklanarak, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilecek ve modern biyoteknoloji kullanılarak elde edilmiş olan değiştirilmiş canlı organizmaların güvenli nakli, muamelesi ve kullanımı alanında yeterli bir koruma düzeyinin sağlanmasına katkıda bulunmak ” şeklinde belirtilen amacı gerçekleştireceğine, Cartagena Biyogüvenlik Protokolünü kabul ederek yürürlüğe koymuştur. Böylece alınması gereken idari, yasal ve diğer tedbirlerin alınacağını taahhüt etmiştir (8,44).

Türkiye’de GDO’lu ürünlerle ilgili işlemler 26.10.2010 tarihli Biyogüvenlik Kanunu ve aynı tarihli “Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik” hükümlerine uygun yapılmaktadır (8,50). Biyogüvenlik Kanunu’nun 5. Maddesinden belirtildiği üzere GDO ve ürünlerine ilişkin aşağıdaki fiillerin yapılması yasaktır:

- “GDO ve ürünlerinin onay alınmaksızın piyasaya sürülmesi.
- GDO ve ürünlerinin, Kurul kararlarına aykırı olarak kullanılması veya kullandırılması.
- Genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvanların üretimi.
- GDO ve ürünlerinin Kurul tarafından piyasaya sürme kapsamında belirlenen amaç ve alan dışında kullanımı.
- GDO ve ürünlerinin bebek mamaları ve bebek formülleri, devam mamaları ve devam formülleri ile bebek ve küçük çocuk ek besinlerinde kullanılması.”

Türk Ceza Kanunu madde 186’da insan sağlığını etkileyebilecek gıdalarla ilgili hükümler yer almaktadır. Ancak asıl olarak ilgili kanunda idari yaptırımlar, hukuki

sorumluluk ve buna müteakip cezai hükümler yer almaktadır. Biyogüvenlik Kanunu'nun 15. Maddesinde yer alan Ceza Hükümleri ise şu şekildedir:

“(1) GDO ve ürünlerini bu Kanun hükümlerine aykırı olarak ithal eden, üreten veya çevreye serbest bırakan kişi, beş yıldan on iki yıla kadar hapis ve on bin güne kadar adli para cezası ile cezalandırılır.

(2) Bu Kanunda belirlenen esaslar çerçevesinde ithal edilen veya işlenen GDO'ları veya GDO ve ürünlerini, ithal izninde belirlenen amaç ve alan dışında kullanan, satışa arz eden, satan veya devreden ya da bu özelliğini bilerek ve ticari amaçla satın alan, kabul eden, nakleden veya bulunduran kişi, dört yıldan dokuz yıla kadar hapis ve yedi bin güne kadar adli para cezası ile cezalandırılır.

(3) Bu Kanunda belirlenen esaslar çerçevesinde ithal edilen veya işlenen GDO'lardan elde edilen ürünleri, ithal izninde belirlenen amaç ve alan dışında kullanan, satışa arz eden, satan veya devreden ya da bu özelliğini bilerek ve ticari amaçla satın alan, kabul eden, nakleden veya bulunduran kişi, üç yıldan yedi yıla kadar hapis ve beş bin güne kadar adli para cezası ile cezalandırılır.

(4) Yalan beyanda bulunarak bu Kanun hükümlerine göre alınması gereken ithal veya işleme iznini alan kişi, fiili daha ağır cezayı gerektiren başka bir suç oluşturmadığı takdirde, bir yıldan üç yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır. Bu izne dayalı olarak GDO'ların, GDO ve ürünlerinin veya GDO'lardan elde edilen ürünlerin ithal edilmesi, işlenmesi, kullanılması, satışa arz edilmesi, satılması, devredilmesi, kabul edilmesi, nakledilmesi veya bulundurulması halinde, ayrıca yukarıdaki fıkralardaki hükümlere göre cezaya hükmolunur.

(5) Bu maddede yer alan suçların bir tüzel kişinin faaliyeti çerçevesinde ve yararına

olarak işlenmesi halinde, bu tüzel kişiye yüz bin Türk Lirasından iki yüz bin Türk Lirasına kadar idari para cezası verilir ve ayrıca tüzel kişi hakkında bunlara özgü güvenlik tedbirlerine hükmolunur.

(6) Bu Kanunun 7 nci maddesinde düzenlenen yükümlülükleri yerine getirmeyen başvuru sahiplerine, fiilleri suç oluşturmadığı takdirde, her bir yükümlülük ihlali dolayısıyla on bin Türk Lirasından otuz bin Türk Lirasına kadar idari para cezası verilir.

(7) GDO ve ürünlerini bu Kanun hükümlerine aykırı olarak kapalı alanda kullananlara, fiilleri suç oluşturmadığı takdirde, on bin Türk Lirası idari para cezası verilir.

(8) 9 uncu maddenin sekizinci fıkrası hükmüne uymayanlar hakkında 2/10/1981 tarihli ve 2531 sayılı Kamu Görevlerinden Ayrılanların Yapamayacakları İşler Hakkında Kanunun 4 üncü maddesinde belirtilen cezalar uygulanır.

(9) Beşinci fıkra hükmüne göre idari para cezasına karar vermeye davaya bakan mahkeme, altıncı ve yedinci fıkralar hükümlerine göre idari para cezasına karar vermeye Cumhuriyet savcısı yetkilidir. Bu Kanuna göre verilen idari para cezaları tebliğinden itibaren bir ay içerisinde ödenir” (8).

Daha önce Tarım, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı olarak ismi geçen bakanlığın 2019 yılında Tarım Orman Bakanlığı olarak yeniden düzenlenmesiyle resmi GDO kontrolleri bu bakanlığa bağlı kamu ve özel laboratuvarlar tarafından yapılmaktadır. Bakanlık 2019 yılı kontrol planını şu şekilde açıklamıştır (50):

- “Bebek Formülleri, Devam Formülleri, Bebek ve Küçük Çocuk Ek Gıdalarında GDO Miktar Tespiti

- *Mısır ve Bileşiminde Mısır Bulunan Ürünlerde GDO Miktar Tespiti*
- *Soya ve Bileşiminde Soya Bulunan Ürünlerde GDO Miktar Tespit*
- *Ayrıca Şüpheli, Şikayet Üzerine Yapılan Resmi Kontroller “(50).*

Biyogüvenlik Kanunu kapsamında GDO’lar ilgili başvuruların değerlendirilmesi için Biyogüvenlik Kurulu oluşturulmuştur (8,50). Biyogüvenlik Kurulu’na bağlı bilimsel komitelerin görevleri şu şekilde ilgili kanunda belirtilmiştir:

“a) Bu Kanun kapsamında yapılan başvurularda risk değerlendirmesi için sağlanan bilgilerin bilimsel yeterliliğini belirlemek.

b) Test, deney, deneme, analiz ve diğer işlemleri belirlemek, gerekli hallerde ek bilgi istemek.

c) Risk değerlendirme ve sosyo-ekonomik değerlendirme raporlarını hazırlamak.

ç) Karar sonrasında ortaya çıkan veya elde edilen her türlü yeni veri ve bilgiyi değerlendirerek bilimsel görüş oluşturmak.

d) Bilimsel değerlendirmeler yapmak, Kurula bilgi vermek ve rapor hazırlamak ” (8).

Biyogüvenlik Kanunu ile kuruluşu, görev ve yetkileri belirlenen Biyogüvenlik Kurulu ile ilgili hükümler 09.07.2018 tarihli Resmi Gazete 703 Kanun Hükmünde Kararname (KHK) 206. Maddesinde şu şekilde yer alarak:

“ 18.10.2013 tarihli ve Biyogüvenlik Kanunu’nun

a) 8. Maddesinin 1. Fıkrasının a bendi ile 9. Ve 10. maddeleri yürürlükten kaldırılmıştır.

b) 16. Maddesinden sonra gelmek üzere aşağıdaki ek madde eklenmiştir.

Ek Madde 2- (1) Mevzuatta Biyogüvenlik Kurulu’na yapılmış olan atıflar Cumhurbaşkanlığınca belirlenen kurul veya mercie yapılmış sayılır ”

Biyogüvenlik Kurulu kaldırılmıştır (51,52).

02.09.2018 tarihli Resmi Gazete 2018/3 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi 13. maddesinde geçtiği üzere Biyogüvenlik Kurulu görev ve yetki tevdi edildiği kurum olarak Tarım ve Orman Bakanlığı gösterilmiştir. E.3408293 sayılı ve 05.12.2018 tarihli Bakan Olur'u ile Biyogüvenlik Kurulu görevleri TAGEM'e verilmiştir (51,53).

Bakanlığın resmi kanallarında Bulaşan eşik değerin sadece yem amaçlı olduğu belirtilmiştir.

“ Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik’ in ‘Gıdaların etiketlenmesi’ başlıklı 18nci maddesinde Yönetmelik kapsamında yer alan gıdaların Bakanlık tarafından belirlenen eşik değerin (%0,9) üzerinde onaylanmış GDO'dan elde edilmiş olması veya onaylanmış GDO'dan elde edilmiş bileşen içermesi veya GDO içermesi veya GDO'dan oluşması durumunda Türk Gıda Kodeksinde yer alan gerekliliklere ilave olarak etiketlenmenin nasıl yapılacağı ile ilgili hususlar yer almaktadır. Ancak Biyogüvenlik Kurulu tarafından bugüne kadar gıda amaçlı olarak onay verilmiş bir gen bulunmadığından ve bu sebeple piyasada bulunan tüm gıdalar GDO'suz olduğundan gıdaların etiketlerinde GDO bulunmadığına dair bir ifadenin yer alması şu an için uygun görülmemektedir. “

29.05.2014 tarihli 29014 sayılı Resmi Gazete’de yer alan Yönetmelik’te Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelikte Yapılan Değişiklik olarak yönetmeliğe GDO Bulaşanı ifadesi eklenmiş ve şu şekilde tanımlanmıştır: *“GDO Bulaşanı: Genetik modifikasyon teknolojisi uygulanan veya uygulanmayan bir üründe, birincil üretim aşaması dahil üretim, imalat,*

işleme, hazırlama, işleme tabi tutma, ambalajlama, paketlenme, nakliye veya muhafaza sırasında ya da çevresel faktörler ile teknik olarak engellenemeyen, önlenemeyen veya tesadüfi olarak bulaşan GDO' lar” ve eşik değeri 2. Maddeyle aşağıdaki gibi yer almıştır.

“Madde 2 :

(4) Analiz sonucunda üründe % 0,9 ve altında GDO tespit edilmesi halinde bu durum GDO bulaşanı olarak değerlendirilir.

(5) GDO bulaşanı olan ürünlerde bulaşan olarak tespit edilen genlerin Biyogüvenlik Kurulu tarafından onaylanmış olması durumunda ürünler onay amacına uygun olarak kullanılabilir ” (50,54).

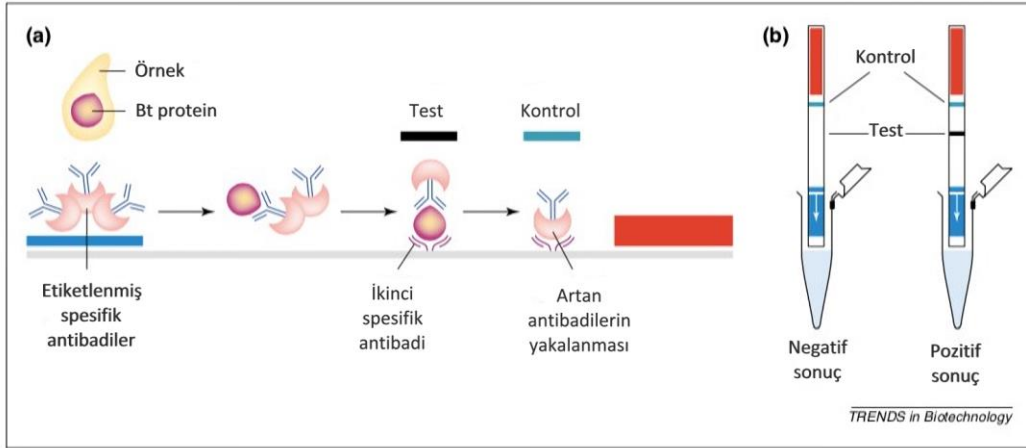
2.4 GDO Deteksiyon

GDO'ların çoğu ekstra DNA eklenmesi yöntemiyle oluşturulmuştur (55). Eklenen DNA kendi türünde bir organizma veya yakın akrabasından elde edilmiş, ayrıca eklenen elemente eklendikten sonra tekrar düzenleme yapılmıyorsa bu tür aktarım sonucu oluşan GDO cisgenik olarak adlandırılır (56,57). Eğer eklenen DNA'nın tamamı veya bir kısmı doğal yolla aktarım olamayacak farklı bir türden alınıyorsa bunun sonucu oluşan GDO transgenik olarak adlandırılır (58). Bir genetik modifikasyonu kesin olarak tanımlamak için DNA seviyesinde incelemek gerekir. Genetik modifikasyonu transkripsiyon seviyesinde de tanımlamak mümkün olabilir ancak bazen bir genin ekspresyonu dış koşullardan etkilenir ya da modifikasyon sonucu bir proteinin sentezinin durması da mümkün olabilir. Bu olası durumları tespit etmek mümkün olmayabilir (59). Ayrıca genetik modifikasyonu fenotipik olarak tanımlamak mümkün değildir. Doğal yoldan oluşan mutantlar ve farklılıklar ile transgenik organizmayı gözle ayırmak mümkün olmaz (59).

Genetik modifikasyonun tanımlanmasında CAC standartlarında aşağıdaki bilgilerin önemi vurgulanmıştır (37):

- Transformasyon için kullanılan spesifik yöntem (Agrobakteri aracılı gibi)
- Modifikasyon için kullanılan DNA (plasmid gibi) ve bu DNA'nın kaynağı
- Transformasyonda kullanılan ara konak organizma (bakteri gibi)
- Tüm genetik işaretlerin karakterizasyonu (marker gen, DNA fonksiyonunu etkileyen diğer düzenleyici elementler)
- Eklenen DNA'nın büyüklüğü, kimliği
- Eklenen DNA'nın lokasyon ve yönelimi
- Eklenen DNA'nın Fonksiyonu

GDO analiz yöntemleri protein ve DNA temelli olmak üzere ikiye ayrılır (6). Hedef analit bilindiğinde immunoassay yöntemler protein tespiti için uygundur (55). Bu yöntemle tespiti gidildiğinde tespit limiti %1 'dir (60). Western blot, Enzim Aracılı İmmunosorbent Analiz (ELISA) , lateral flow strip ve manyetik partiküllerin kullanıldığı başka immunoassay yöntemler de GDO tespitinde kullanılabilecek protein temelli yöntemlerdir (6).



Şekil 5: Lateral akışlı strip immunanaliz

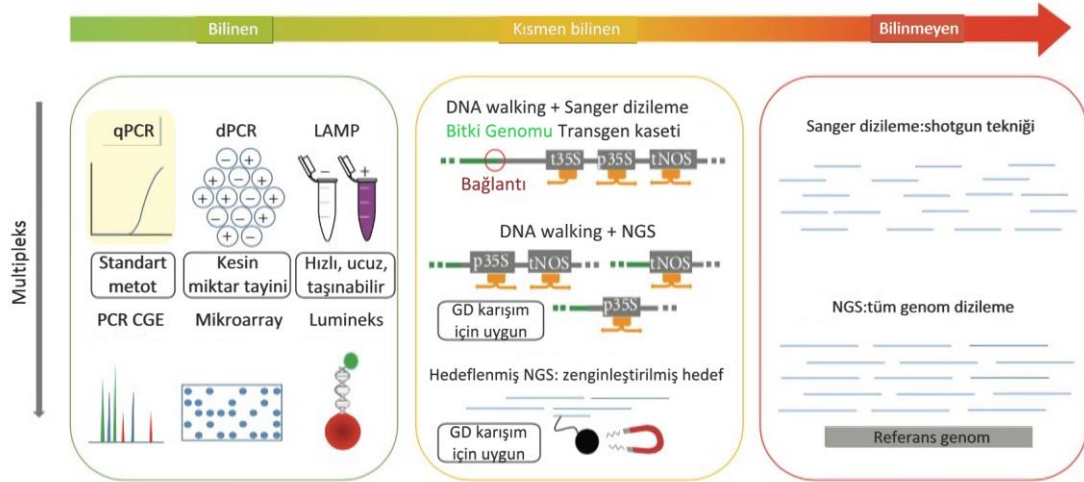
CAC standartlarında bu amaç için kullanılan protein temelli yöntemlerin aşamalarını ve bulunması gerekenleri aşağıdaki şekilde belirtmiştir:

- Matrise spesifik bir ekstraksiyon yöntemi
- İmmunosorbent analizde kullanılan malzemeleri tanımlayan protokol
- Antikor kaplı destek
- Enzim bağlı ikincil antikor
- Renk gözlemlenmesi için enzim substratı
- Yıkama tampon ve örnek ekstraksiyon tamponu
- Protein tespiti için kullanılan yöntem
- Uygun kontrol ve standartlar
- Sonuç tespiti için kullanılacak hesaplamaların tanımlanması (61) .

DNA temelli yöntemler ile GDO'ların belirlenmesi, DNA çift sarmalının belli bir dizisinin komplementeri ile hibridizasyonuna dayanır. DNA temelli yöntemler temel

olarak Southern Blot ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) temelli olanlar olarak gruplandırılabilir.

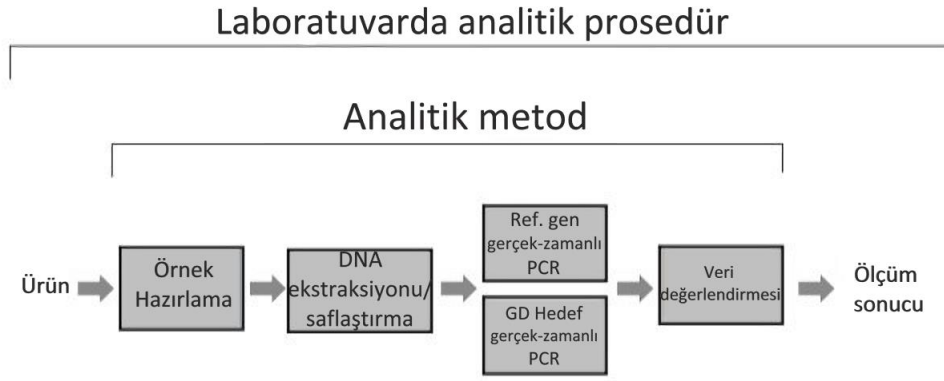
Fakat son yıllarda farklı yöntemlerde geliştirilmektedir (6). GDO analizleri için geliştirilen yeni teknolojiler doğru hedef seçimi, çoklu hedef analizi için uygun platformlar ve bilinmeyen örnek için alınan bulguları uygun analitik sonuçlara dönüştürebilecek algoritmalar üzerine odaklanmıştır (62). GDO Deteksiyonunda özellikleri ortaya konmuş bilinen ve bilinmeyen türlerin tespiti için farklı yaklaşımlar ve farklı metodlar kullanılabilir (60). Tamamen karakterize edilmiş GDO'lar için kantitatif PCR (qPCR) etkin ve yaygın şekilde kullanılır. Aynı anda farklı GD hedeflerini tespit etmek için hızla ilerleyen teknoloji ile farklı yöntemler de geliştirilmiştir. Bunlar: PCR Kapiler Jel Elektroforez (PCR CGE), Lumineks teknoloji, dijital PCR teknoloji (dPCR), ilmek aracılı isothermal amplifikasyon (LAMP) , DNA yürüme, hedef dizileme, tüm genom dizileme gibi yöntemlerdir (60). PCR temelli geliştirilen yeni analizler çoklu hedef tespitine dayanır. Örneğin Toplum Sağlığı Bilim enstitüsü'nün (IPH) geliştirdiği PCR testinde hedef olarak en çok üretilen tahıllar (soya, mısır, şeker pancarı, pamuk,pirinç) , en yaygın kullanılan düzenleyici bölgeler ve en yaygın GD elementler (herbisit direnç genleri, böcek direnç genleri) tespit edilir (62-64). Hızla geliştirilen yeni GD türlere uyum sağlamak adına gelişen teknolojilerden biri mikroarray sistemlerdir. DNA Chip denen mikroarray yöntemler bir analizde daha az duyarlılıkla olsa da 250.000'den fazla hedef tespiti yapılabilir (60).



Şekil 6: GDO Deteksiyonunda DNA temelli kullanılabilecek yöntemler

Avrupa Komisyonuna bağlı Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezleri olan (JRC)'nin yayınladığı Gıda Örneklerinde Genetiği Değiştirilmiş Organizma Analizleri isimli rehberde en kesin sonuç veren ve en yaygın olarak kullanılan PCR yönteminin eş zamanlı PCR olduğu belirtilmiştir (59). Gerçek zamanlı PCR, polimeraz zincir reaksiyonu esnasında hedef olan dizinin artışı eş zamanlı gösteren floresan sinyali görüntüleyen yöntemdir (65). Eş zamanlı PCR'da floresan sinyal artışıyla pozitifliğin saptandığı döngüye döngü eşik değeri (*Cycle Threshold Value*) veya Ct değeri denir (66). Örneklerin değerlendirilmesi kullanılan metotta belirtildiği şekilde örnek Ct'leri değerlendirilerek yapılır.

Avrupa Birliği'nde ve pek çok ülkede, GDO prosedürünü örneğin tanımlanması, tespiti, gerekirse miktar ölçümü ve sonuçların analizine giden bir seri işlem olarak kabul edilir. Bu yaklaşıma modüler yaklaşım denir (55).



Şekil 7: GDO analizlerinde modüler yaklaşım

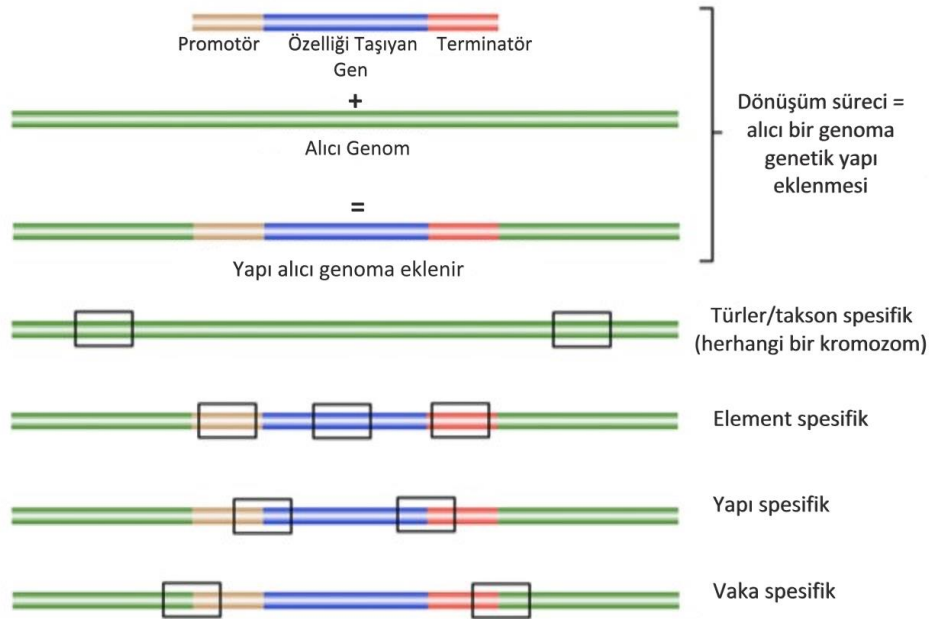
CAC standartlarına göre PCR içeren DNA temelli yöntemlerin tümünde şu aşamalar bulunmalıdır:

- Çalışılan matrise özel ekstraksiyon yöntemi
- PCR'ın DNA dizisini tespit edebileceği koşulların tanımlanması
- Hedef DNA dizisini çoğaltabilecek spesifik oligonükleotit primerlerin tanımlanması
- Hedef DNA dizisini tanımlayan floresan oligonükleotit problemlerin tasvir edilmesi
- Ekstraksiyon veya amplifikasyon sebepli negatif sonuçları ayırt edebilmek için uygun kontroller (matriste bulunan takson spesifik gen olabilir.)
- Mümkünse takson spesifik geni tanımlayan floresan oligonükleotit prob
- DNA tespitinde kullanılacak metodun tanımlanması
- Uygun kontrol ve standartların tanımlanması
- Sonucu yorumlamak için kullanılacak hesapların belirlenmesi (67).

Türkiye’de ilgili bakanlığın GDO analizleri için referans aldığı dokümanlar öncelikle, ISO 24276: Gıdalar: Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Türevlerinin Tespiti İçin Analiz Yöntemleri: Tarifler ve Genel kurallar dokümanı olmak üzere işlemlerin ayrıntılarını anlatan ISO21569, ISO21570, ISO 21571 standartlar kaynak olarak kullanılmaktadır. Uluslararası Gıda Standartları Komisyonu olarak görev yapan CAC rehberleri de analiz metotları belirlenirken kullanılan kaynaklardandır. Ayrıca, Bakanlık JRC tarafından yayınlanan rehber dokümanlara uygun olarak GDO Analiz Stratejisi dokümanını yayınlamıştır. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yayınlanan bu dokümanda GDO Analizi: “Bu talimatta geçen GDO Analizi , analizin DNA’ya dayalı analiz olduğunu ve DNA ekstraksiyonu, DNA miktar ve saflık belirlenmesi, bitki tarama/bitki referans/spesifik genlerin, p35S, tNOS,pFMV,bar gibi düzenleyici elementlerin ve GD tiplerin belirlenmesi gibi birbiriyle ilişkili analiz aşamalarından oluşan matriksten matrikse aşamaların değişebileceği sistematik analiz zincirini “ olarak tanımlanmaktadır ve analiz aşamaları şu şekilde belirtilmektedir (68) :

1. Homojenizasyon
2. Tartım
3. İzolasyon
- 4.DNA Miktar ve Saflığını Belirlenmesi
5. Tarama Analizleri
6. İnhibisyon Varlığında Analiz Tekrar
7. Gerektiğinde (yem numunelerinde) Miktar Analizi
8. Sonuçların Raporlanması (68).

GDO analizine giden süreç analiz hedefinin nasıl belirleneceği ile ilişkilidir. Transformasyon aşamasında eklenen DNA'nın genomdaki lokasyonu, düzenleyici diziler ve diğer ilişkili diziler bu sürecin dizaynı için önemlidir. PCR modülünde 4 farklı şekilde ayırım yapılabilir. Bunlar takson spesifik, element spesifik, yapı spesifik veya vaka spesifik olabilir (55).



Şekil 8: Transformasyon sürecinde DNA dizilerini hedefleyen farklı analitik modüller

Şekilde görüldüğü üzere bu yapıdan basitçe bahsedecek olursak eklenen dizi bir promotor, bir gen ve bir terminator bölgesinden oluşur. Promotor, “DNA üzerinde ribonükleik asit (RNA) polimerazın bağlanarak transkripsiyonu başlattığı bölge, terminator ise transkripsiyon, translasyon nükleik asit sentezini veya protein sentezini sonlandırma sinyali” olarak tanımlanmıştır (68).

Takson spesifik analizler, organizmanın türüne ait genel bir geni hedeflemektedir. Tek element spesifik modelde tek bir DNA motifi hedeflenir. Bu motif terminator ya da intronda yer alan genin kodlayıcı bir kısmı olabilir. GDO analizlerinde kullanımı uygundur. Yapı spesifik modelde, aynı anda o organizmada bulunmayan farklı 2

hedefi hedefler. Kimerik durumlar tespit edilir. Vaka spesifik model, tek bir GDO'ya özgü spesifik hedef vardır (55).

GDO'ları eklenen elementin orijinine göre sınıflandıracak olur isek 1, 2, 3 ve 4. Nesil GDO'lar olmak üzere gruplandırabiliriz. Birinci nesil, ticari olarak en çok bulunan GDO'lardır. İstenilen özellikteki gen evrensel olarak işleyen promotör ve terminatörler ile transgenik organizmaya aktarılmıştır. Bu düzenliyi elementlerden bazıları, p35, t35, pNOS, tNOS, CaMV dizileridir (69).

İkinci nesil GDO'lar ilk nesil GDO'ların hibridizasyonu sonucu oluşanlardır. Üçüncü nesil GDO'larda eklenen DNA'nın büyük kısmı konak orijinlidir, rekombinant kısım daha küçüktür. Bu sebeple tespiti zordur. Dördüncü nesil GDO'lara eklenen DNA'lar türün doğal rekombinasyon gen havuzundan seçilmiştir. İntragenik olarak tanımladığımız organizmalar bu kısımda yer alır (55).

2.5 GDO Kantitasyon

Global ölçekte GDO ticaretinin başlamasıyla kimi ülkeler GDO'ları tamamen yasaklama yoluna giderken kimi ülkeler gıda ve yem kaynaklı ürünler için farklı eşik değerler belirleyerek, denetimlere tabi olarak kullanımını mümkün kılmıştır. Bu durum GD miktar tayini analizlerini gündeme getirmiştir. AB; GD bitkilerin yetiştirilme, işleme, depolama veya nakil esnasında düşük oranda kazasal olarak diğer ürünler için kontaminasyon yaratabileceğini ve üretim esnasında %100 saflığın mümkün olmadığını kabul etmektedir (70). Bu eşik değer %1'den %0,5'e düşürülmüştür. Bu miktarın altında tespit edilen ürünlerin piyasaya sürülürken etiketlenmesine gerek yoktur (70-72).

Türkiye'de gıdalarda GDO'lara izin verilmezken yayınlanan yönetmelikle % 0,9 GDO Bulaşan değeri olarak kabul edilmiş fakat bunun gıdalara uygulanmayacağı sadece GD yemler için kullanılacağı açıklanmıştır (50,54). Kantitasyon sonuçları eşik

değer üzerinde olan GD yemlerin etiketlenme zorunluluğu vardır. Bu sebeple GD miktar tayin analizleri yasal olarak zorunluluk olmuştur (54).



3. Gereç ve Yöntem

Bu tez çalışmasında tüm analizler Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı çalışan ve İstanbul'da faaliyet gösteren özel gıda analiz laboratuvarı olan Lotus Gıda Analiz Laboratuvarı'nda, 2018 yılı Temmuz – Eylül ayları arasında 35 ürün üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu alandaki analiz sonuçlarının doğruluğu ve güvenilirliği için ilgili analizleri yapan laboratuvarlar belli kurallara uygun çalışmaktadır. Tüm analizler tezin 2.3 Ulusal ve Uluslararası Düzenlemeler ve Anlaşmalar bölümünde bahsi geçen yasa ve yönetmeliklere uygun şekilde yapılmıştır. GDO Analizi yapan laboratuvarlar belirtilen standartlar gereği Bakanlık ve Türkiye Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından düzenli olarak denetlenmektedir.

Laboratuvar analizlerin doğruluğunun ispatı için gerekli izinler ve tüm analizlerin verifikasyon çalışmaları mevcut olup laboratuvar uluslararası yeterlilik testlerine girmektedir. Ayrıca tüm cihazların kalibrasyon verileri mevcuttur.

Çalışmanın güvenilirliği ve sonuçların doğruluğu için tüm numuneler 2 paralelli şekilde çalışıldı. Analizler, GDO Analiz Stratejisi Talimatı'na uygun gerçekleştirildi.

3.1 Numune Seçimi

Numune seçimi yapılırken en riskli gruplar kabul edilen ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın da kabul ettiği en riskli gruplar olan soya ve mısır içerikli ürünler tercih edildi (12). Ancak içerikler incelenirken riski artıran ürün grupları varsa onlar öncelikli tercih edilmiştir. (Örneğin mısır içeriğine sahip cips içerikleri incelenirken ayrıca üründe kanola yağı varsa o ürün tercih edildi.)

Belirlenen ürünler öncelikli olarak daha önce GDO pozitiflik tespiti basına yansımış marka ve ürünlerden seçildi. Ürün içerikleri değerlendirilirken gıda güvenliği hakkında bilinç artırmayı hedefleyen sosyal toplum kuruluşu (STK) ve platformların haberlerinden faydalanıldı (73-76).

Ürünler gizlilik gereği kodlanarak çalışıldı. Ürün bilgileri ilgili laboratuvar personeli dışında kimseyle paylaşılmadı.

Örnek seçimi farklı ürün gruplarına ve markalara ait ürünlerden yapıldı. Farklı marketlerden 35 adet ürün belirlenerek edinildi.

Tablo II. Numune Tablosu

Numune Kod	Ürün Genel	GDO Riskli İçerik	Menşei
Ürün 1	Sürme çikolata	Soya lesitini	Türkiye
Ürün 2	Sürme çikolata	Kanola yağı, soya lesitini	Türkiye
Ürün 3	Et ürünü	Soya proteini	Türkiye
Ürün 4	Bisküvi // Çikolata	Soya lesitini	Türkiye
Ürün 5	Et ürünü	Soya proteini	Türkiye
Ürün 6	Bisküvi // Çikolata	Soya unu, soya lesitini.	Türkiye
Ürün 7	Bisküvi // Çikolata	Kanola ve pamuk yağı, soya lesitini	Türkiye
Ürün 8	Et ürünü		Türkiye
Ürün 9	Bisküvi // Çikolata	Soya lesitini	Türkiye
Ürün 10	Bisküvi // Çikolata	Soya lesitini	Türkiye
Ürün 11	Soya	Soya filizi	Türkiye
Ürün 12	Soya	Soya fasulyesi	Türkiye
Ürün 13	Soya	Soya filizi	Uzakdoğu
Ürün 14	Soya	Soya proteini	Türkiye

Ürün 15	Tahıllı gevrek	Soya lesitini	Türkiye
Ürün 16	Tahıllı gevrek	Mısır unu, soya lesitini	Türkiye
Ürün 17	Tahıllı gevrek	Mısır irmiği	Türkiye
Ürün 18	Cips	Mısır, soya	Türkiye
Ürün 19	Kraker	Soya lesitini	Türkiye
Ürün 20	Kraker	Pamuk yağı, kanola yağı, eser miktar soya.	Türkiye
Ürün 21	Erişte	Soya lesitini, soya fasulyesi	Uzak Doğu
Ürün 22	Mısır unu	Mısır unu	Türkiye
Ürün 23	Mısır unu	Mısır unu	Türkiye
Ürün 24	Kedi maması	Tahıllar	Türkiye
Ürün 25	Kedi maması	Tahıllar	Türkiye
Ürün 26	Kedi maması	Tahıllar	Türkiye
Ürün 27	Soya	Soya filizi	Türkiye
Ürün 28	Erişte	Soya lesitini, soya fasulyesi	Uzak Doğu
Ürün 29	Ekmek	Soya içerebilir uyarısı	Türkiye
Ürün 30	Erişte	Soya lesitini	Türkiye
Ürün 31	Unlu mamul	Soya lesitini	Türkiye
Ürün 32	Ekmek	Soya içerebilir	Türkiye

		uyarısı	
Ürün 33	Unlu mamul	Soya lesitini	Türkiye
Ürün 34	Cips	Mısır, soya lesitini	Türkiye
Ürün 35	Tahıllı gevrek	Mısır unu, soya lesitini	Türkiye

3.2 Laboratuvar Ortam Şartları ve Deneylerde Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar

Çalışılan laboratuvar ortamı; Bakanlık çalışma şartlarına uygun olan tek akış prensibine göre düzenlenmiş 4 ayrı odada gerçekleştirildi. Tek yönlü akış prensibi ile kontaminasyon riski en aza indirildi. Her numune bu akışa uygun şekilde çalışıldı. Laboratuvar temizliği için DNA yok edici kimyasallar kullanıldı. Bu ajanlar: Sodyum hipoklorit, hidrojen peroksit ve DNA'yı parçalayan özel ticari kimyasallardır. Bu analizler için çok düşük miktarlarda bile kontaminasyon, risk olduğundan bu ajanların kullanımı önemlidir. Tüm süreçlerde DNaz & RNaz içermeyen malzemeler kullanıldı. Laboratuvarda deneyler gerçekleştirilirken sıcaklık değerleri 18-28 °C ve nem değerleri %40-80 aralığındadır.

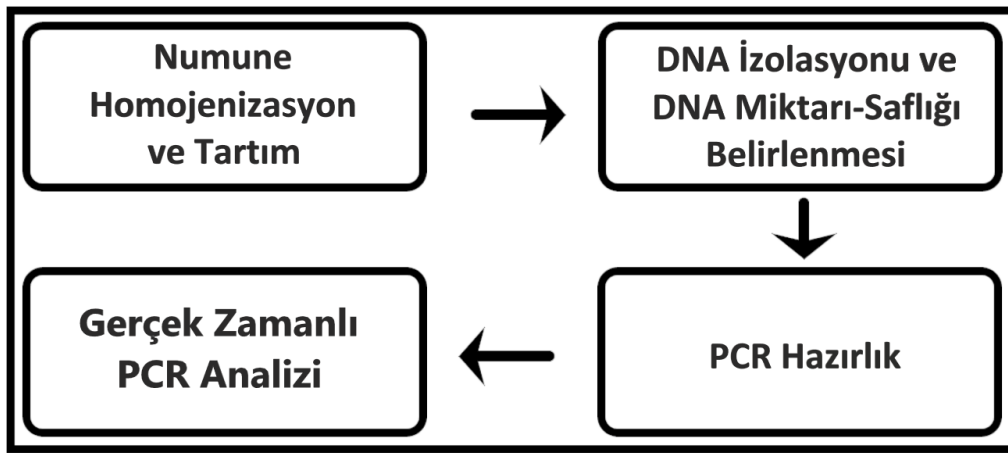
3.2.1 Analizin Gerçekleştiği Bölümler

Bakanlığın yayınladığı GDO Analiz stratejisine uygun tasarlanan laboratuvar biriminde analizin yapıldığı bölümler :

1. Numune homojenizasyon ve tartımın yapıldığı bölüm.
2. DNA izolasyonunun yapıldığı izolasyon odası. Ayrıca burada DNA miktar ve saflığının ölçümü yapılmaktadır.
3. Uygun miktar ve saflıkta DNA elde edildikten sonra PCR plate kurulumunun yapılacağı, PCR bileşenlerinin olduğu PCR hazırlık odası.

4. PCR cihazının bulunduğu, analizin gerçekleştirildiği ve uygun yazılımlarla raporlamanın yapıldığı PCR odasıdır.

Odalar arasındaki negatif, pozitif basınç farkı ile geçişlerdeki kontaminasyonu engellemeye yarar. Örnek pencereler aracılığıyla iletilir, malzemelerin odalar arası geçişi personel koruyucu kıyafetleri dahil olmak üzere engellenmiştir, böylece kontaminasyon riski en aza düşürülür.



Şekil 9: Analiz Bölümleri

3.2.2 Deneyde Kullanılan Cihazlar

- Hassas Terazi
- Homojenizatör
- Mikrotüp Parçalayıcı
- Biyogüvenlik Kabini
- Mikro Santrifüj
- Isıtıcı Blok
- İnkübatör

- Spektrofotometre
- DNA Konsantratörü
- Laminar Flow Kabin
- Plate Santrifüj
- Real-time PCR cihazı
- İzolasyon Robotu
- Ortam nem ve sıcaklık ölçüm cihazları
- Vorteks

3.2.3 Deneylerde Kullanılan Ticari Kitler ve Kimyasallar

- Eurofins Genespin DNA İzolasyon Kiti
- Congen Surefood Prep Advanced DNA İzolasyon Kiti
- Analytik Jena Innuprep Food DNA Kit IPC16 İzolasyon Kiti
- Eurofins GMO Screen RT 35S/NOS/FMV IPC, RT-PCR GDO Tarama Kiti
- Eurofins Species Screen RT Plant, Real time PCR Bitki Tarama Kiti
- Hidrojen Peroksit
- Etanol
- Eurofins DNA Temizleme kolonu
- Kontrol olarak kullanılan referans materyaller (CRM), Referans Malzemeler ve Ölçümler Enstitüsü (IRMM) ve Amerikan Petrokimyacıları Birliği (AOCS) 'den temin edilmiş ve seyreltilerek kullanılmıştır.

3.3 Numune Hazırlık (Homojenizasyon ve Tartım) :

Örnekler, asıl numuneyi temsil edecek şekilde homojenize edilmiştir. Uygun homejenizatörler ile mekanik parçalama yapılması ekstraksiyonun ilk aşaması

sayılabilir. Kit protokolüne uygun şekilde tartım çok temiz biçimde yapılmıştır. Tartım DNA izolasyonu yapılacak kitin markasına veya kit protokolünde belirtildiği üzere çalışılacak örneğin cinsine uygun miktarda yapılmaktadır. GDO Analiz Stratejisi Talimatı'nda belirtildiği üzere DNA eldesi zor ürünlerde tartım miktarı artırılabilir. İzolasyon için 2 paralel tartımı yapılır. Ayrıca çalışma için pozitif ekstraksiyon kontrol (PEC) ve negatif ekstraksiyon kontroller (NEC) de tartılır. Bu kontrollerin izolasyonları ile kontaminasyon ve izolasyonun uygun olup olmadığı belirlenmiş olur. PEC talimat gereği kit parti numarası değiştiğinde zorunlu tekrar edilir.

3.4 DNA Ekstraksiyon :

3 farklı DNA ekstraksiyon kiti kullanılmıştır. Bunlar: Genespin, Analytik Jena ve Surefood marka DNA izolasyon kitleridir. Ekstraksiyon; materyalin hazırlanması, lizis, DNA'nın uygun kolona bağlanması, DNA'nın temizlenmesi ve elüsyonu aşamalarında oluşur. Ancak Analytik Jena kiti için izolasyon prosedürü cihazda gerçekleştiğinden kolon yerine cihazda manyetik partiküller aracılığıyla ayırım yapılır (77-79).

İzolasyon için Eurofins Genespin DNA İzolasyon ve Congen Surefood Prep Advanced DNA ve Analytik Jena Food DNA İzolasyon Kitleri kullanılmıştır. İşlemler, kit kullanım klavuzlarına uygun şekilde yapılmıştır.

3.4.1 DNA Ekstraksiyon Kit I Protokolü (Genespin DNA Ekstraksiyon Kiti)

- 0,2 g numune ölçüldü. 2 ml'lik ependorf tüpe alınır. Lizis solüsyonu 65 °C'de inkübe edildi.

- Sonra tüplere 600 µl solüsyon eklendi. Vortekslenerek karıştırıldı. Örnek tipine göre gerekirse lizis solüsyonu artırıldı. (Eğer solusyon artırılırsa aynı oranda ProteinazK ve RNAz artırıldı.)
- 20 µl Proteinaz K eklendi ve 65°C’de en az 1 saat inkübe edildi.
- Gereken örneklerde RNAz eklendi. (Aşırı işlenmiş örnekler hariç, hücre bütünlüğünü koruyan örneklerde) 37°C’de 30 dk inkübe edildi.
- 11000g’de 10dk santrifüj edildi.
- Supernatanatlar alınarak yeni tüpe eklendi (Minimum 400 µl). Aynı miktarda C4 solüsyonu ve etanol eklenerek 30 sn vortekslenerek karıştırıldı.
- Bu karışım kolona yüklenerek 11000g’de 1 dk santrifüj edildi. Karışım bitesiye kadar 2-3 kez bu aşama tekrarlandı.
- DNA’yı kolona bağlama aşamasının ardından kirlilikleri gidermek için temizleme aşamalarına geçildi. CQW solüsyonundan 400 µl kolona eklenerek 11000g’de 1 dk santrifüj edildi.
- C5 solüsyonunda 700 µl kolona eklenerek 11000g’de 1 dk santrifüj edildi. C5 solüsyonunda 200 µl kolona eklenerek 11000g’de 2 dk santrifüj edildi.
- Ardından önceden 70 °C’de inkübe edilmiş CE solüsyonu kolona eklenerek 5 dk inkübe edildi.
- Ardından 11000g’de 1 dk santrifüj edilerek DNA çözünmüş halde elde edilmiş oldu.
- Örnekler kullanılasıya kadar +4 °C’lik buzdolabında saklandı (77).

3.4.2 DNA Ekstraksiyon Kit II Protokolü (Surefood DNA Ekstraksiyon Kiti)

Aşırı işlenmiş ve kirli ürünlerde daha iyi DNA miktar ve kalitesi sağlayan Surefood ekstraksiyon kitinin 2. Protokülü kullanıldı. Böylece inhibe edici ajanlardan kurtulmak amaçlanmıştır. İşlemin aşamaları şöyledir:

- Numunenin hazırlanması: Numunenin homojenize edildi ve 2 ml'lik tüpe 0,15 g tartım yapıldı. Numune tipine göre gerekli örneklerde tartılan numune miktarı artırıldı.
- Materyalin Lizis İşlemi: 600 µl lizis solüsyonu ve 20 µl proteinaz K eklendi ve ısıtıcı blokta en az 60 dk 65°C'de inkübe edildi. Bu aşamada iyice karışması sağlanarak lizisin verimliliği artırıldı. Numune tipine göre gereken numunelerde lizis solüsyon miktarı artırıldı veya lizis inkübasyon süresi uzatıldı.
- Pre-filtrasyon ve uygun bağlama koşullarının sağlanması: Prefiltreden 12.000 rpm'de 1dk santrifüj edildi. Süpernatantından alınan 400 µl spin filtreye eklendi. (CodeF) Ve 12.000 rpm'de 1dk santrifüj edildi. Ardından spin filtre atıldı ve nükleik asitleri bağlanması için uygun koşullar sağlanmış oldu.
- Nükleik asitlerin kolona bağlanması: 250 µl Binding Buffer eklenerek filtrat ile karıştırıldı. CodeS olan spin filtre (bağlama kolonu) na eklenerek oda sıcaklığında 1 dk inkübe edildi. 12.000 rpm'de 1dk santrifüj edildi.
- Bağlanan nükleik asitlerin saflaştırılması: 550 µl Pre wash buffer (Code P solüsyonu) eklenerek 12.000 rpm'de 1dk santrifüj edildi. Ardından wash buffer (Code W solüsyonu) eklenerek 12.000 rpm'de 1dk santrifüj edildi.
- Spin filtrenin kurutulması: 12.000 rpm'de 2dk santrifüj edildi.

- Kolondan ilk elüsyon: 65°C’de Önceden ısıtılmış 200 µl elüsyon buffer eklendi.
- Uygun bağlanma koşullarının tekrar ayarlanması: 200 µl lizis, 200 µl binding buffer, 200 filtrat karıştırıldı.
- Nükleik asitlerin kolona tekrar bağlanması: Yeni bir spin filtreye karışımı eklendi. Oda sıcaklığında 1 dk inkübasyon edildi. 12.000 rpm’de 1dk santrifüj edildi.
- Nükleik asitlerin ikinci kez saflaştırılması: 550 µl Pre wash buffer (Code P) eklenerek 12.000 rpm’de 1dk santrifüj edildi. Ardından wash buffer (Code W) eklenerek 12.000 rpm’de 1dk santrifüj edildi.
- Spin filtrenin kurutulması: 12.000 rpm’de 2dk santrifüj edildi.
- Nükleik asitlerin elüsyonu: 65°C’de Önceden ısıtılmış 50 µl elüsyon buffer eklendi. 3 dk ısıtıcı blokta sallama olmadan inkübe edildi. Ardından 10.000 rpm’de 1dk santrifüj edildi
- Örnekler +4 C’de saklandı (78).

3.4.3 DNA Ekstraksiyon Kit III Protokolü (Analytik Jena InnuPrep DNA

Ekstraksiyon Kiti)

- 0,15 g örnek tartılarak ependorf tüpe alındı.
- 700 µl lizis solüsyonu eklendi. Vortekslenerek karıştırıldı.
- 20 µl Proteinaz K eklendi.
- 65°C’de en az 1 saat inkübe edildi.
- Gereken örnekler için RNAz eklendi. 37°C’de 30 dk inkübe edildi.
- 12000g’de 5 dk santrifük edildi.
- Supernatantlar 1,5 ml’lik tüplere alındı.
- Tekrar santrifüj edildi.

- Supernatantlar cihazın plate düzeneğine sırasıyla 400 µl olacak şekilde yüklendi. Cihazın program ayarları yapıp çalıştırıldı.
- Ekstraksiyon sonucu elde edilen DNA'lar örnekleri +4 C'de saklandı. (79).

3.5 DNA Miktar ve Saflık Tespiti:

İzole edilen DNA'nın bulunduğu solüsyon ile blank işlemi uygulanarak uygun hacimde DNA spektrofotometre ile ölçülerek DNA miktarı ve saflığı tespit edildi.

3.6 PCR Hazırlık Aşaması

PCR Hazırlık aşaması da diğer aşamalar gibi ayrı bir odada yapıldı. Uygun reaksiyon karışımının hazırlandığı bir temiz ve örneklerin eklendiği bir kirli olmak üzere ayrı iki PCR kabininde deney hazırlığı gerçekleştirildi. Bu aşamanın sonucu direk PCR'da görüntülenecek aşama olması sebebiyle temizlik koşullarına ekstra özen gösterildi. RT-PCR kiti bu odada -20°C'de bir buzdolabında saklanmaktadır ve ekstraksiyon aşamasında elde edilen örnekler bu aşamaya özel pencereler aracılığıyla alındı. Real-time PCR analizi için paralel izolatların her biri ayrı kuyuda olmak üzere farklı kuyulara yüklendi. Ayrıca PCR düzeneğinde kit protokolüne uygun şekilde reaksiyonun geçerliliğini gösteren pozitif kontrol (PC) ve PCR bileşenlerinin uygunluğunu gösteren negatif örnekte (NTC) yer aldı. Prosedüre uygun şekilde PEC, NEC ve çevresel kontrol (ÇK) de eklendi. Örnek sonuçları, kullanılan kit metodunda belirtildiği üzere örnek Ct'leri değerlendirilerek yapıldı.

3.6.1 İzolatların PCR için Hazırlanması

Konsantrasyonu 40 ng/µl'den fazla olan örnekler EB veya su ile seyreltilerek PCR reaksiyonunda o şekilde kullanıldı. 20 ng/ µl'den konsantrasyonu az olan örnekler DNA konsantratörü kullanarak buharlaştırılıp miktar ve saflık değerlendirilmesi

yapılarak kullanıldı. Ayrıca kirlilik oranı yüksek görülen gereken örneklerde DNA temizleme kolonundan geçirilerek kullanıldı.

3.6.2 PCR Karışımının Hazırlanması

Bu aşamada PCR için Eurofins GMO Screen RT 35S/NOS/FMV IPC, Gerçek Zamanlı PCR GDO Tarama kiti kullanılmıştır. Kite uygun şekilde uygun miktar temel ve oligo miks karıştırılarak örnekler eklendi. Kuyu başı 12,5 µl temel karışım, 7,5 µl oligo karışım, 5 µl 'de örnek veya kontrol olacak şekilde karıştırılarak plate kuyularına eklendi (Eurofins GMO Screen Real Time 35S/NOS/FMV IPC Kit Manual). PEC, NEC, NTC, PC, ÇK olacak şekilde kontrolleri de içeren plate düzeni ayarlanarak PCR aşamasına geçildi.

3.6.3 PCR Basamaklarının Düzenlenmesi

Termal profil reaksiyonun gerçekleşmesi için uygun koşulları belirtirmektedir ve aşağıdaki gibidir:

Tablo III. GDO Tarama Kiti Termal Profili

Aşama	Sıcaklık	Süre	Döngü	Veri
Enzim Aktivasyonu	95 °C	10 dk	1 defa	Veri Yok
Denatürasyon	95 °C	15 sn	45 Tekrar	Veri Yok
Bağlanma ve Uzama	60°C	90 sn		Veri Toplanması

(Eurofins GMO Screen RT 35S/NOS/FMV IPC Kit Manualinden alınmıştır.)

3.7 PCR Analizi

Kullanılan kit için özel olarak belirlenmiş olan, uygun termal profil ve uygun boyaların karşısına uygun hedefler belirlendikten sonra örnekler cihaza yerleştirilerek

analize geçilmiştir.

Tablo IV. Hedef Boyalar

Sistem	Boya
35S	FAM
NOS	HEX
FMV	ROX
IPC	Cy5

(Eurofins GMO Screen RT 35S/NOS/FMV IPC Kit Manualinden alınmıştır.)

3.8 Raporlama:

Cihazın yazılımından reaksiyon sonuçları kit protoküle uygun olarak değerlendirilerek yorumlanmıştır.

TabloV. PCR Sonuçlarının Yorumlanması

Tanımlar	
Eşik değeri (Ct/Cp/Cq) Kopma değerleri (<i>Cut off</i>)	35S Cut off-1: Ortalama Ct (C+)-10 FMV Cut off-1: Ortalama Ct (C+)-10 NOS Cut off-1: Ortalama Ct (C+)-10 IPC Cut off-1: Ortalama Ct (NTC)-3 35S Cut off-2: Ortalama Ct (C+)+8 FMV Cut off-2: Ortalama Ct (C+)+9 nos Cut off-2: Ortalama Ct (C+)+8 IPC Cut off-2: Ortalama Ct (NTC)+3

Bitiş noktası floresans (<i>Endpoint</i>) (EF)- Limitleri ¹	35S: Ortalama EF(C+) x 0.2 FMV: Ortalama EF(C+) x 0.2 nos: Ortalama EF(C+) x 0.2 IPC: Ortalama EF(NTC) x 0.33
Aykırı değerler (<i>Outlier</i>)	Maksimum kabul edilebilir aykırı değerler (C+):0 Maksimum kabul edilebilir aykırı değerler (NTC):0

(Eurofins GMO Screen RT 35S/NOS/FMV IPC Kit Manualinden alınmıştır.)

TabloVI. İnhibisyon Kontrol Tablosu

IPC değerleri	
$Ct \text{ IPC Cut off-1} \leq Ct \text{ IPC örnek} \leq Ct$ IPC Cut off-2 Ve $EF \text{ IPC örnek} \geq EF \text{ IPC limit değeri}$	Örnek geçerli
$Ct \text{ IPC örnek} < Ct \text{ IPC Cut off-1}$ Ve	Amplifikasyonu kontrol et

EF IPC örnek $\geq$ EF IPC limit değeri	
Ct IPC örnek $>$ Ct IPC Cut off-2 veya EF IPC örnek $<$ EF IPC limit değeri	Örnek inhibe
Ct IPC yoksa	Örnek inhibe

TabloVII. Analiz Reaksiyon Tablosu

Eşik değerleri CT	Bitiş noktası floresan değerleri EF	Sonuç
Ct GDO Cut off-1 $\leq$ Ct GDO örnek $\leq$ Ct GDO Cut off-2	EF GDO örnek $\geq$ EF GDO limit değerleri	Reaksiyon pozitif
Ct GDO örnek $<$ Ct GDO Cut off-2	EF GDO örnek $<$ EF GDO limit değerleri	Amplifikasyonu kontrol et
Ct GDO örnek $<$ Ct GDO Cut off-1	EF GDO örnek $\geq$ EF GDO limit değerleri	Amplifikasyonu kontrol et

Ct GDO örnek > Ct GDO Cut off-2	EF GDO örnek $\geq$ EF GDO limit değerleri	Reaksiyon pozitif
Ct GDO örnek > Ct GDO Cut off-2	EF GDO örnek < EF GDO limit değerleri	Reaksiyon negatif
Ct GDO bulunmuyor	-	Reaksiyon negatif

(Eurofins GMO Screen RT 35S/NOS/FMV IPC Kit Manualinden alınmıştır.)

Tablo VIII. İnhibisyon Kontrol ve Analiz Reaksiyonun Kombinasyonu

IPC	GDO	Sonuç
Örnek geçerli	Reaksiyon pozitif	Pozitif
Örnek geçerli	Reaksiyon negatif	Negatif
Örnek inhibe	Reaksiyon pozitif	Pozitif
Örnek inhibe	Reaksiyon inhibe	İnhibe

(Eurofins GMO Screen RT 35S/NOS/FMV IPC Kit Manualinden alınmıştır.)

4. Bulgular

Örnek değerlendirmeleri kit analiz reaksiyon tablosundan hesaplanarak yapılmıştır.

Bu tablo aracılığıyla her bir sekans için analiz Cut off değerleri bulunmuş, ayrıca inhibisyon ve floresan değerleri incelenmiştir. Otuz beş üründen hayvan yemi olarak kullanılan 2 üründe GDO tespit edilmiştir. GDO tarama analizi sonuçları Tablo IX'da gösterilmiştir.

4.1 GDO Tarama Analiz Sonuçları

Analiz sonuçları ve ürün çeşitleri gösteren tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo IX. GDO Tarama Analiz Sonuçları

Numune Kod	Ürün Genel	Tarama Analizi	GDO Tarama Analiz Tekrarı
Ürün 1	Sürme çikolata	Negatif	-
Ürün 2	Sürme çikolata	Negatif	-
Ürün 3	Et ürünü	Negatif	-
Ürün 4	Bisküvi / Çikolata	Negatif	-
Ürün 5	Et ürünü	Negatif	-
Ürün 6	Bisküvi / Çikolata	Negatif	-
Ürün 7	Bisküvi / Çikolata	Negatif	-
Ürün 8	Et ürünü	Negatif	-

Ürün 9	Bisküvi / Çikolata	Negatif	-
Ürün 10	Bisküvi / Çikolata	Negatif	-
Ürün 11	Soya	Negatif	-
Ürün 12	Soya	Negatif	-
Ürün 13	Soya	Negatif	-
Ürün 14	Soya	Negatif	-
Ürün 15	Tahıllı gevrek	Negatif	-
Ürün 16	Tahıllı gevrek	Negatif	-
Ürün 17	Tahıllı gevrek	Negatif	-
Ürün 18	Cips	Negatif	-
Ürün 19	Kraker	Negatif	-
Ürün 20	Kraker	Negatif	-
Ürün 21	Erişte	Negatif	-
Ürün 22	Mısır unu	Negatif	-
Ürün 23	Mısır unu	Negatif	-
Ürün 24	Kedi maması	Pozitif	+
Ürün 25	Kedi maması	Pozitif	+
Ürün 26	Kedi maması	Negatif	-

Ürün 27	Soya	Negatif	-
Ürün 28	Erişte	Negatif	Tekrar mevcut
Ürün 29	Ekmek	Negatif	-
Ürün 30	Erişte	Negatif	-
Ürün 31	Unlu mamul	Negatif	-
Ürün 32	Ekmek	Negatif	-
Ürün 33	Unlu mamul	Negatif	-
Ürün 34	Cips	Negatif	-
Ürün 35	Tahıllı gevrek	Negatif	-

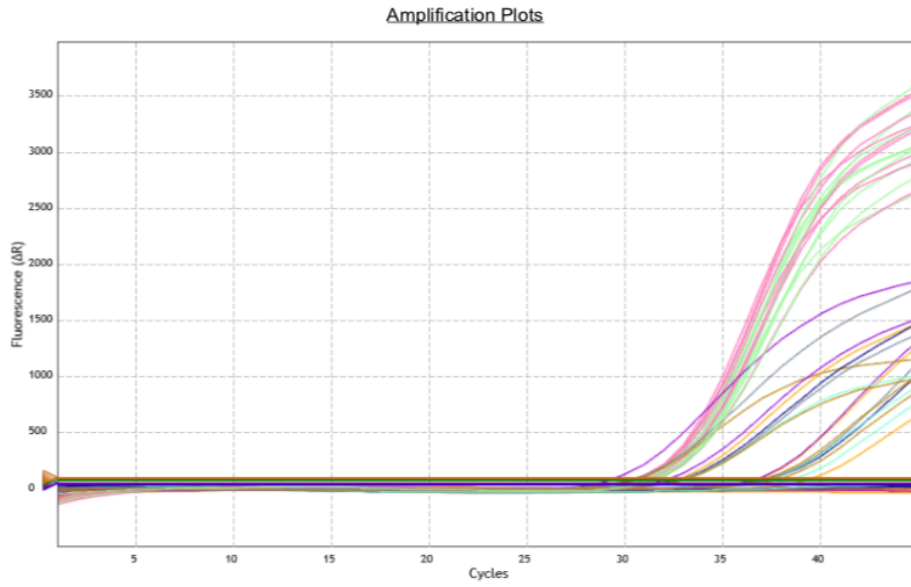
4.2 Örneklerin ve Kontrollerin GDO Tarama Analizi Ct Değerleri ve Reaksiyon

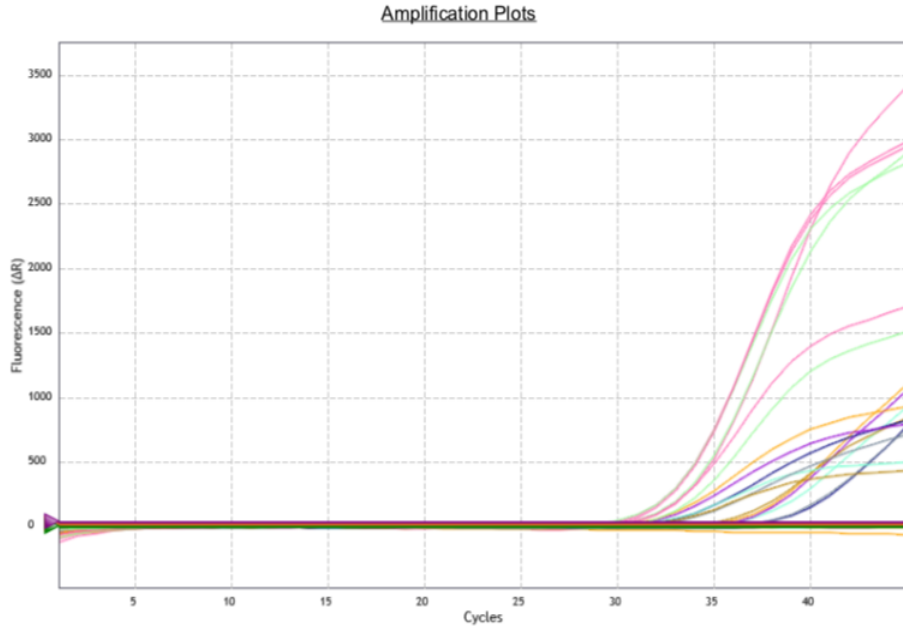
Amplifikasyon Eğrileri

28 numaralı örnekte GDO tarama analizi sonucu tek paralelde pozitiflikten dolayı analiz tekrarı gerçekleştirilmiş ve analiz tekrarları sonucu negatif olarak raporlandırılmıştır. 24 ve 25 numaralı iki örnek ise pozitif olarak raporlandırılmıştır. Diğer 33 örnek GDO tarama analiz sonuçları negatiftir. Reaksiyon Ct değerleri ve amplifikasyon eğrileri aşağıda yer almaktadır.

Tablo X. 24 Numaralı Örnek GDO Tarama Ct Değerleri

Analiz Ct Değerleri		Paralel1				Paralel2			
		35S	FMV	NOS	IPC	35S	FMV	NOS	IPC
Analiz 1	Örnek	38,89	-	38,79	30,59	-	-	38,03	30,79
	PC	32,15	33,41	33,19	31,51	31,62	33,58	33,29	31,47
	NTC	-	-	-	30,45	-	-	-	30,82
	PEC	28,86	30,98	30,79	31,46				
Analiz 2	Örnek	35,75	37,69	34,84	31,22	36,32	37,60	33,81	30,97
	PC	31,48	32,39	30,68	31,15	31,77	32,93	31,19	31,82
	NTC	-	-	-	30,25	-	-	-	30,11

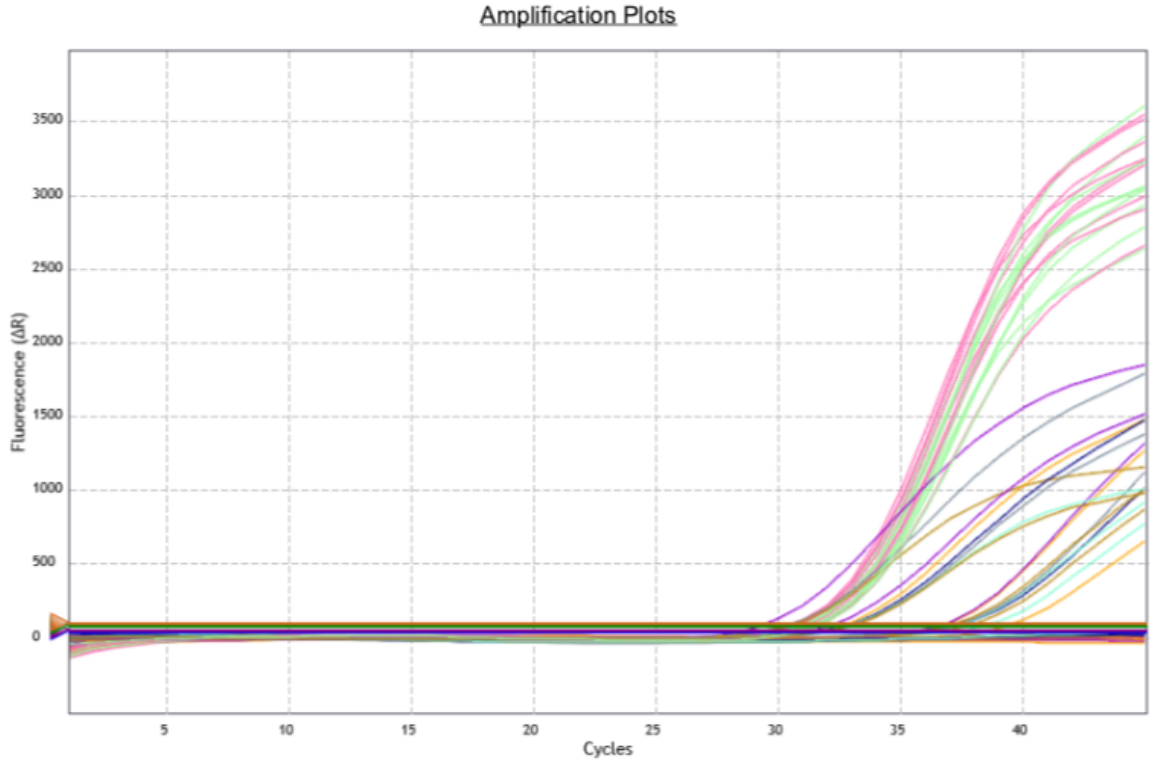
**Şekil 10: 24 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 1 Amplifikasyon Eğrileri**



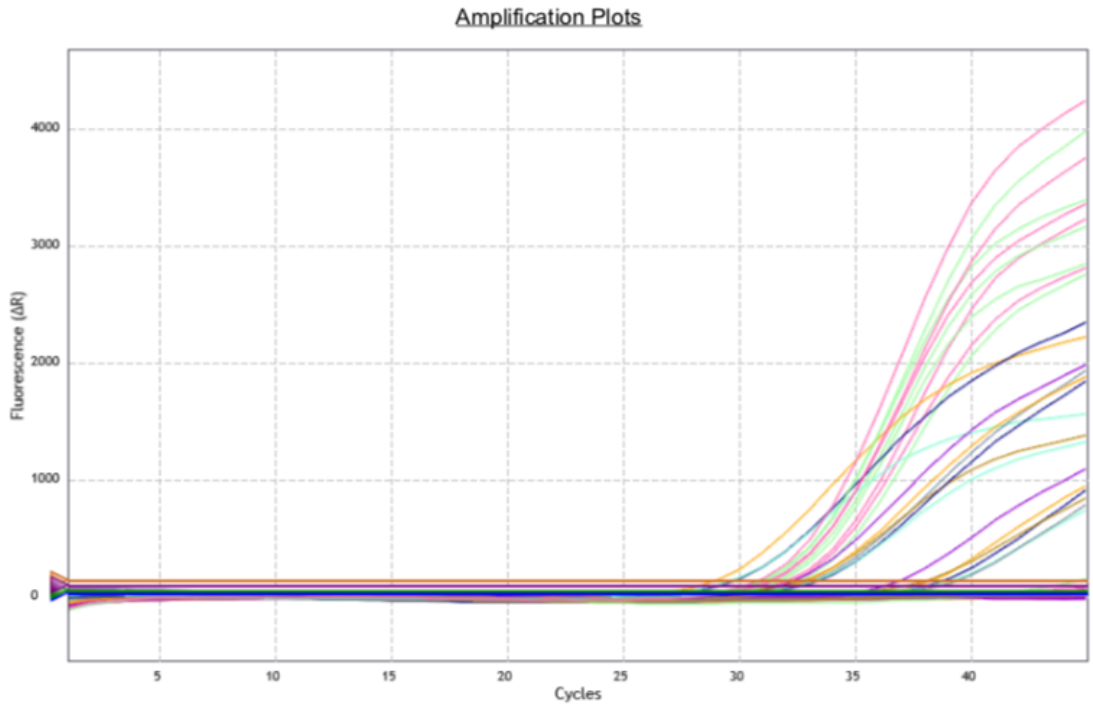
Şekil 11: 24 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 2 Amplifikasyon Eğrileri

Tablo XI. 25 Numaralı Örnek GDO Tarama Ct Değerleri

Analiz Ct Değerleri		Paralel1				Paralel2			
		35S	FMV	NOS	IPC	35S	FMV	NOS	IPC
Analiz 1	Örnek	36,24	37,97	37,60	31,02	36,21	37,78	37,34	31,17
	PC	32,15	33,41	33,19	31,51	31,62	33,58	33,29	31,47
	NTC	-	-	-	30,45	-	-	-	30,82
	PEC	28,86	30,98	30,79	31,46				
Analiz 2	Örnek	36,75	39,10	37,54	32,06	35,37	39,69	36,67	32,44
	PC	30,74	33,46	31,33	30,83	31,39	33,68	31,86	31,19
	NTC	-	-	-	31,86	-	-	-	30,71
	PEC	27,31	30,12	28,51	30,66				



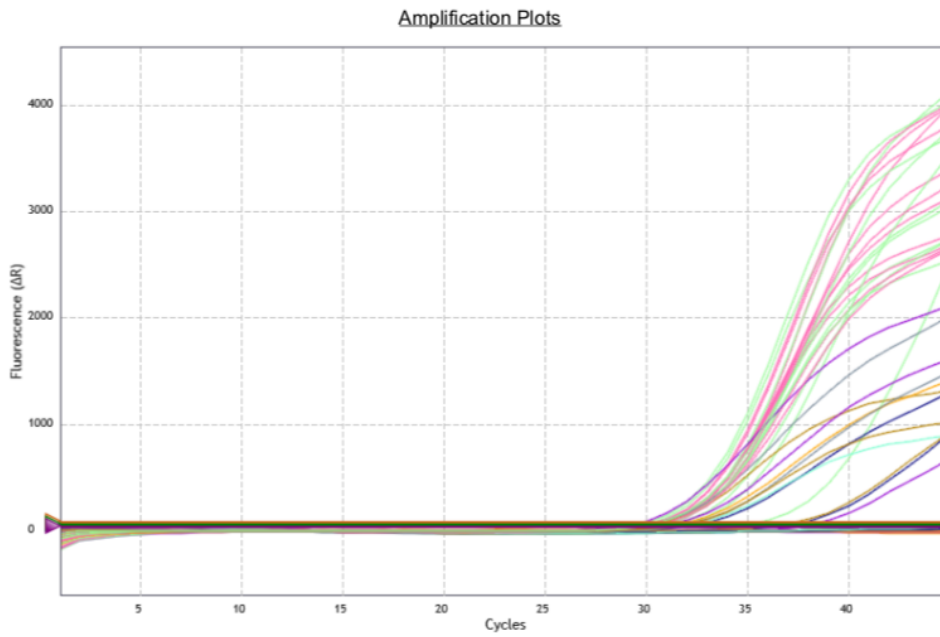
Şekil 12. 25 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 1 Amplifikasyon Eğrileri

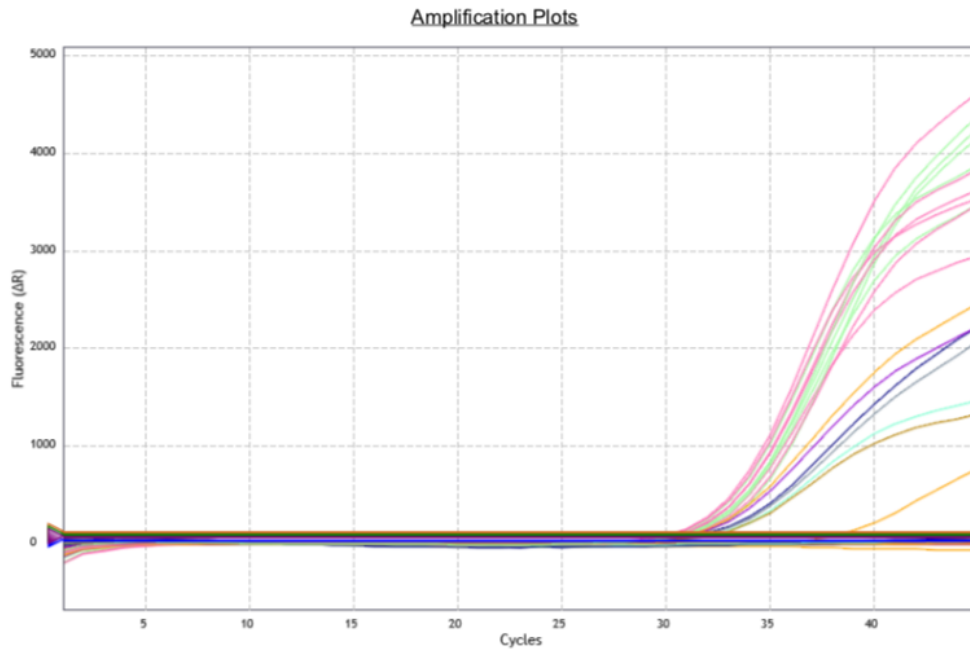


Şekil 13: 25 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 2 Amplifikasyon Eğrileri

Tablo XII. 28 Numaralı Örnek GDO Tarama Ct Değerleri

Analiz Ct Değerleri		Paralel1				Paralel2			
		35S	FMV	NOS	IPC	35S	FMV	NOS	IPC
Analiz 1	Örnek	-	38,30	-	30,45	38,61	-	37,39	30,86
	PC	32,12	33,60	32,76	30,74	31,64	32,95	32,48	30,38
	NTC	-	-	-	30,49	-	-	-	29,79
	PEC	29,81	31,22	30,88	31,04				
Analiz 2	Örnek	37,64	-	-	31,32	-	-	-	30,92
	PC	30,55	32,63	32,83	30,38	30,62	32,80	32,88	30,92
	NTC	-	-	-	30,46	-	-	-	30,33

**Şekil 14:** 28 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 1 Amplifikasyon Eğrileri



Şekil 15: 28 Numaralı Örnek GDO Tarama Analiz 2 Amplifikasyon Eğrileri

4.3 GDO Kantitasyon Değerlendirmesi:

Pozitif Örneklerin teorik GD Kantitasyon Değerlendirmesi aşağıdaki gibi yapılmıştır:

Tablo XIII. %GD Değerleri

Örnek		Paralel 1			Paralel 2		
		P35S	tNOS	pFMV	P35S	tNOS	pFMV
24	Analiz	35,75	37,69	34,84	36,32	37,60	33,81
	%GD*	p35S < %0,1					
25	Analiz	36,75	39,10	37,54	35,37	39,69	36,67
	%GD*	p35S < %0,1					

* %GD değeri, Branquinho M, Ferreira TBR, Cardarelli-Leite P. (2010)

yararlanılarak tahmini olarak hesaplanmıştır (81).

5. Tartışma ve Sonuç

GDO'ların ve ürünlerinin artan ticaret hacimleri, önem kazanan gıda güvenliği konuları ve yasal düzenlemeler ile ilgili sebeplerden ötürü ulusal ve uluslararası pek çok akademik çalışma benzer şekilde piyasadaki GDO'ların araştırılmasını konu edinmiştir (82-91). En çok üretilen transgenik bitki türler olması sebebiyle, bu çalışmaların özellikle mısır ve soya içerikli gıdalara odaklandığını görüyoruz (86). Bu çalışmada mısır ve soya orijinli örnekler incelenmiştir. Farklı akademik çalışmalarda farklı ülkelerin prosedürlerine uygun piyasada bulunan işlenmiş, işlenmemiş gıda ürünleri ve yemlerin durumunun değerlendirilmesi için GDO kalitatif ve kantitatif analizler içeren araştırmalar yapılmıştır. Bazı araştırmalarda ürünlerin piyasadaki durumunu farklı yıllarda takip etmek amacıyla aynı ürünlerin farklı zamanlarda taranmasıyla yapılmıştır (82,86). Böylece değişen dönemlerde piyasada değişen GD gıda durumunun takip edilmesi sağlanmıştır. Örneğin soya içerikli ürünlerde GDO tespiti bazı yıllar artmış bazı yıllar azalmıştır (86). Gerçekleştirilen bu çalışmada ise ürünler aşama aşama temin edilip deneye alınıp tüm süreç yaklaşık üç aylık sürede tamamlanmış olup farklı yıllarda tarama yapılmamıştır. Bu durum çalışma için bir dezavantaj oluşturmuş olabilir. Aynı riskli ürün gruplarının farklı yıllar incelenmesi daha detaylı bir inceleme sağlayacaktır. Ayrıca örnek sayısının artırılması piyasadaki durumun daha doğru analizini sağlayacaktır.

Çalışma ürün gruplarında çeşitlilik sağlamak adına farklı riskli ürün gruplarında tasarlanmıştır. Diğer bir yaklaşım olarak tek bir ürün grubunu incelemek aynı ürün grubunda daha fazla örnek incelenmesi sebebiyle daha anlamlı sonuçlar verebilirdi.

Ayrıca çalışma yapılırken öncelikli ürün grubu olan soyanın temin edilmesinde sıkıntılar yaşanmıştır. Pek çok markette bulunan soya kıyması gibi ürünler yaklaşık iki ay süreyle bulunamamış, market stoklarında olmadığı bilgisi alınmıştır. Bu yüzden

öncelikle Türkiye menşeli ürünler tercih edilmesine rağmen ardından ithal ürünlere yönelinmiştir. Öncelikli Türkiye menşeli ürünlere yönelinmesinin sebebi ithal ürünlerde GDO denetimlerinin sıkı olması ve geçen haberlerden anlaşıldığı üzere GDO tespit edilen ürünlerin ithal temin edilen GD yemlerin çeşitli içeriklerinin ayrıştırılarak gıdaya katılması sebebiyledir (92-94). Türkiye’de GDO üretimi yapılmadığı için basına yansıyan haberlerde GDO kaynağı olarak GD yemlerin olduğu düşünülmektedir (92-94). Ayrıca özellikle mısır ve soya gıda endüstrisinde çok farklı katkı maddeleri olarak kullanılabilir ve katkı maddesi olarak işlendiğinde tespiti zorlaşacaktır (95,96).

GDO deteksiyonunda aşırı işlem görmüş ve çok bileşeni olan örneklerde DNA’nın degrade olduğu veya kirli örneklerde GDO Deteksiyonu zorlaştığı gösterilmiştir (95,97). Bakanlık prosedürüne göre eğer DNA ekstraksiyonu sonucu elde edilen DNA miktar ve saflık değerleri uygun değilse bunun ardından bitki DNA aranması testi yapılır ve DNA tespit edilemezse raporda uygun şekilde bildirilir (68). İthalat sürecinde firma GDO içermediğine dair bir beyanda bulunur ve tutarlı bulunursa onaylanır. Bu prosedüre uygun gerçekleştirilen analiz raporlarında bitki DNA’sı tespit edilemediği durumlarda “DNA Tespit Edilemedi” şeklinde raporlandırılan ürünler, kesinlikle GDO bulunmadığı anlamına gelmemektedir. Bu ifade, ürünün PCR’da çoğaltılabilcek DNA içermediğini belirtmektedir. GDO deteksiyonunda işlenmiş örneklerde bu olumsuz durum ürün bileşenlerine dikkat çekmektedir. Nişasta, lesitin içeren örnekler, çikolata, sos gibi ürünler DNA eldesi zor örneklerle girer (82, 95, 98, 99). Bu çalışmada kullanılan örnekler arasında bahsedilen DNA eldesi zor ürünler mevcuttur. Ancak uygun şartlarda çalışılıp değerlendirilerek incelenmiştir. DNA kalitesi A260/A280 değeri ideal şartlar olan 1,7-2,0 aralığı dışındaysa inhibisyon testi yapılır ancak kullanılan kitin inhibisyon parametresi olduğundan (IPC), ayrı bir

analize ihtiyaç duyulmadan bu parametre incelenmiştir. Böylece inhibisyon olmadığı ve reaksiyonun gerçekleştiği doğrulanmıştır. Otuz beş üründen sekizinde spektrofotometre DNA ölçümleri beklenen ideal değerlerden farklı çıkmıştır. DNA inhibisyon parametreleri incelenmiş veya gereken numunlerde analiz tekrarları ve bitki tarama analizleri yapılarak çalışılmıştır. Bu ürünlerden 4'ü sürme çikolata ve çikolata olup oldukça bileşenleri arasında PCR reaksiyonunda inhibisyona sebep olabilecek bileşenleri olan miks ürünlerdir. (ürün1, 2, 4, 9); 2'si soya grubundan olup soya tofu ve çeşitli koruyucular mevcut olan konserve soyadır (ürün 12, 13); 2'si de çikolata içeriği yer alan tahıllı gevreklerdir. (ürün17, 35)

Ürün 1 ve Ürün 2 DNA ekstraksiyonu Analytik Jena, Genespin ve Congen ile tekrar edilmiş, Congen kit ile yapılan izolasyon elde edilen izolatlar bitki tarama testinde pozitif vermiş ve bitki DNA varlığı kanıtlanmıştır ve GDO Tarama analizinde bu örnekler kullanılmıştır. Ürün 4, 9, 12, 17 'de kalite değerleri düşük olmasına rağmen inhibisyon gerçekleşmemiş reaksiyon işlemiştir. Ürün 13'de ilk izolasyon sonucunda paralellerden biri 10 ng/ml altında çıkmış vakum kullanılarak içindeki DNA yoğunlaştırılmaya çalışılmasına rağmen DNA miktarında artış gözlenmemiştir. Bunun ardından bir gece lizis solüsyonunda inkübasyona bırakılan örnekler ertesi gün tekrar izole edilmiş ve bu örnekler uygun bulunarak GDO Tarama analizinde kullanılmıştır. Ürün 16'da Genespin ve Congen kitleri ile izolasyon yapılmış. Congen izolasyon sonuçlarında inhibisyon gözlemlenmemiş ve reaksiyon gerçekleşmiştir.

Ayrıca analizlerde GDO Tarama kit içeriğinde yer alan üç sekansın analizleri yapılmıştır (p35S, tNOS, pFMV). Negatif örnekler bu dizilerin bulunmadığı anlamına gelmektedir. Bakanlık bu dizilerin bulunmadığı farklı GD soya, mısır ve pamuk türleri analizlerini de gerçekleştirmektedir (68). Bu türler GD Soya MON87701, MON87708, MON87769, CV127, DP305423, DAS44406, DAS68416, DAS81419;

GD Pamuk 281-24-236, 3006-210-23, GHB614, GD Mısır DAS40278, MON87427 türleridir (68,101). Bu türlerin aktarılan gen düzenleyici bölgelerinde taranan p35S, tNOS, pFMV sekansları yer almamaktadır. Projede sadece genel tarama olan ilk aşama olarak GDO tarama testi tercih edilmiş farklı GD tiplerin aranması analizleri kısıtlı bütçe sebebiyle yapılmamıştır. Bakanlık ithalat analizlerinde bu testleri zorunlu kılar ancak yurtiçi özel istek testlerinde bu durum müşteri isteğine bağlıdır. Ayrıca daha önce bahsedildiği üzere yaygın tarama yöntemleri 1. Nesil GDO'ları hedefler. Ancak 2. ve 3. Nesil GDO tespiti daha zordur (55). Yeni genlerin ve gen düzenleme bölgelerinin çeşitlerinin artmasıyla GDO analizlerinde zorluklar yaşanmaktadır. İlerleyen yıllarda özellikle mikroyarray gibi daha çok hedefin analizine dayanan yöntemler tercihi sebebiyle analizler daha komplike hale gelecektir (60).

Diğer dikkat çekici bir konu da tez aşamasında ürün seçimleri yapılırken bazı firmaların ürün içeriklerini GDO riski içermeyecek biçimde değiştirmelerinin tespiti olmuştur. Örneğin öncesinde soya lesitini içeren ürünün daha sonra içeriğinde ayçiçek lesitinine yer verdikleri görülmüştür. Bu da ilgili düzenlemelerin etkili ve caydırıcı olduğu yönünde önemli bir adım olduğunu göstermektedir.

Daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda market raflarından rasgele toplanan benzer ürünlerde daha çok GD pozitif ürünlere rastlanmaktaydı yapılan çalışmayla bu oranın düştüğü görülmüştür.

GD miktar tayini deneyleri gıda örneklerinde ilgili sekanslar tespit edilemediği için yapılmamıştır. Analiz edilen yem örneklerinde ise Ct değerleri GD miktarı 50 kopya olan PC Ct değerlerinden sonra gelmiştir. JRC teknik rehberi GD miktar tayini analizlerinde tespit için oluşturulan dinamik aralığın en alt limiti olarak 50 kopya belirtilmiştir. Bunun altındaki değerler düşük kabul edilmektedir (101).

Farklı yayınlarda teorik olarak GD miktar tayin hesapları yer almıştır (6, 102,103). Bu hesaplamalar hedef dizi fragment büyüklüğü, sekans ve yöntem çeşidi gibi faktörler göz önünde bulundurularak yapılmıştır (6, 103).

Bu çalışmanın amacı, piyasada bulunan GDO riskli ürünlerin durumunu araştırmak ve pozitif örneklerin miktar tayinlerini hesaplayarak adli bilimler açısından değerlendirmektir. Bu tür araştırmalar gıda güvenliği ve yasal denetim konularının piyasadaki yansımalarını görmeyi sağlamakta ve konuya dikkat çekmek için önem taşımaktadır. İlgili kanunda geçen düzenlemelerin limitleri göz önünde bulundurularak cezai sorumluluğun olduğu sınırlara dikkat çekilmiştir.

Resmi kontrollerde kullanılan rutin analiz prosedürleri takip edilerek çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler de iki yem örneğinde pozitif sonuç bulunmuş, diğer örnekler negatif olarak raporlandırılmıştır. Türkiye’de yapılan farklı çalışmalarda yer aldığı gibi yem grubu örneklerde pozitif sonuçlara rastlanmıştır (83,84).

Türkiye, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve Kartegana Protokolü’ne taraf olmuştur. ABD, Kanada, Rusya Federasyonu gibi devletler protokole taraf değildir (7). Modern biyoteknolojik yöntemlerin uzun vadeli olumsuz etkilerine tedbirli yaklaşımı açısından Türkiye’nin yaklaşımı olumludur. AB, ABD veya herhangi ülke tarafından uygulanan yasal düzenlemeler GDO’ların uluslararası ticaretini etkilemektedir (39). Pek çok ülke ve şirket AB düzenlemelerine uymayı tercih etmektedir (39). Bu açıdan değerlendirildiğinde ülkemizde de uygulanan AB prensiplerine uygun ihtiyatlı yaklaşımın GD ürün üreten şirketlerin politikalarına ve sağlık ve çevre ile ilgili araştırmalarına yön vermektedir.

İsviçre, Hollanda, Fransa, Macaristan gibi bazı ülkelerde GD tahılların ekimine yasak getirilmiştir. (104) Ülkemizde de ticari GD tahıl ekimi ve üretimi yasaklanmıştır. Bu

yasakların amacı biyoçeşitliliğin zarar görmesinin önüne geçmektir. İthal ürünlerde riskli gruplarında yüksek analiz sıklığı ve GD bitkilerin ülkemizde üretimi mümkün olmamasına rağmen GD türlerin gıda ürünlerinde rastlanmasının sebebi ithal yem ürünleri olabileceğinden bahsedilmiştir. Bu anlamda ithal ürün denetimleri kadar iç piyasa denetimleri de önem kazanmaktadır. Bakanlık farklı gıda analizleri için taşıyıcı listeleri yayınlamakta ve markaları kamuoyuyla paylaşmaktadır. Ancak yapılan denetimlerde pozitif bulunan GDO örneklerinin marka isimleri, marka değerlerinin zarar görebileceği sebebiyle kamuoyuyla paylaşılmamakta, tespit edilen ürün sayısı olarak raporlandırmaktadır. Denetim sonuçlarının şeffaf ve kamuoyu tarafından ulaşılabilir olması, hem tüketiciler için güven tahsis edecek hem şirketlerin konuya azami dikkat göstermelerini sağlayacaktır.

Ülkemizde denetime tabi tutulan türler AB resmi organları referans alınarak yapılmaktadır. Bahsedilen gelişen teknolojileri göz önünde bulundurursak hem denetim yöntemlerinin hem ilgili resmi düzenlemelerin sıklıkla güncellenmesi ve son gelişmelerin hızlı takibi gerekmektedir. Cezai sorumluluğu göz önüne alındığında teknik ilerlemelere uygun hukuki sorumluluklar değişebilecektir. Bu sebeple adli bilimlere açısından hem GDO tespitinde kullanılan yöntemlerdeki teknik ilerlemelerin hem bu ilerlemelerin ışığında yeni idari yaptırımlar ve ceza hükümlerinin belirlenmesi anlamında takibi gereklidir. GDO'ların çevreye salınımı ya da herhangi şekilde kontrolsüz kullanımının risklerinden dolayı oluşabilecek zararları engellemek için takip ve denetim mekanizmasının işlerliği önemlidir. GDO'lar bahsedildiği üzere önemli bir çevre ve halk sağlığı konusu olması sebebiyle adli bilimlere açısından güncelliğini korumaktadır.

6. Kaynaklar

1. Vogt DU, Parish M. Food Biotechnology in the United States: Science, Regulation, and Issues. Library of Congress, Congressional Research Service; 1999 Haziran; CRS Report Number:RL30198
2. Hudayberdiyev H, Öner F. Rekombinant DNA Teknolojisi ile Üretilen Peptid-Protein İlaçlar. FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences 1997. 22, 27-38.
3. Arun ÖÖ, Muratoğlu K, Eker FY. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Kavramına Genel Bakış. Istanbul Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi 2015 Ocak; 41 (1), 113-123.
4. Phillips, T. (2008) Genetically modified organisms (GMOs): Transgenic crops and recombinant DNA technology. Nature Education 2008; 1(1):213
5. ISAAA. 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY.
6. Ahmed FE. Detection of genetically modified organisms in foods. Trends in Biotechnology 2002 Mayıs;20(5):215-23.
7. Erdoğan SM. Dünya’da GDO Mevzuatı, Ticareti ve Uygulamaların Karşılaştırılması ve Türkiye [AB Uzmanlık Tezi]. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı: Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü 2015.
8. Biyogüvenlik Kanunu: 5977 (Erişim Tarihi:18.3.2010)
9. <https://www.who.int/> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
10. Haslberger AG. Monitoring and labeling for genetically modified products. Science 2000; 287, 431–432.

11. Pocket K No. 16: Biotech Crop Highlights in 2017. Alıntı:
<https://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
12. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Biyogüvenlik Mevzuatı Uygulama Talimatı. Ankara. (Erişim Tarihi: 17.06.2016)
13. <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/ekmek-hacmini-buyuten-bayatlamayi-geciktiren-katki-maddesinde-gdo-cikti-40400195> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
14. <https://www.haberturk.com/ekonomi/is-yasam/haber/1434867-gdolu-urunlerin-buyuk-bolumu-cikolata-cips-ve-sekerleme-cikti> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
15. Bawa AS, Anilakumar KR. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns—a review. *Journal of Food Science and Technology* 2013 Aralık; 50(6): 1035–1046.
16. Uzogara SG. The impact of genetic modification of human foods in the 21st century: a review. *Biotechnology Advances* 2000 Mayıs; 18(3): 179-206.
17. Hileman B. Bt corn pollen kills monarch butterflies. *Chemical & Eng News* 1999 Mayıs; 77(21): 7.
18. Paparini A, Romano-Spica V. Public health issues related with the consumption of food obtained from genetically modified organisms. *Biotechnology Annual Review* 2004; 10: 85-122.
19. Nordlee JA, Taylor SL, Townsend JA, Thomas LA, Bush RK. Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *The New England Journal of Medicine* 1996 Mart; 334(11): 688-92.
20. Taylor SL, Hefle SL. Will genetically modified foods be allergenic? *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2001 Mayıs; 107(5): 765-71.

21. <https://m.bianet.org/bianet/tarim/184902-glifosat-kalintisi-gdo-lu-ekmek-kadar-onemli-bir-halk-sagligi-sorunu> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
22. WHO (2016). Q&A on Glyphosate. International Agency for Research on Cancer. Alıntı: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/11/QA_Glyphosate.pdf
23. Brenbrook CM. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe* 2016; 28(1): 3.
24. Hoppe, H-W. Determination of Glyphosate residues in human urine samples from 18 European countries. Medical Laboratory Bremen (2013). Report Glyphosate MLHB-2013-06-06
25. Hoy J, Swanson N, Seneff S. The High Cost of Pesticides: Human and Animal Diseases. *Poultry, Fisheries and Wildlife Sciences* 2015;3: 132.
26. Mesnage R, Arno M, Costanzo M, Malatesta M, Seralini GE, Antoniou MN. Transcriptome profile analysis reflects rat liver and kidney damage following chronic ultra-low dose Roundup exposure. *Environmental Health* 2015 Ağustos;14:70.
27. http://www.bugday.org/portal/haber_detay.php?hid=7782 (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
28. Cuhra M, Traavik T, Bøhn T. Clone- and age-dependent toxicity of a glyphosate commercial formulation and its active ingredient in *Daphnia magna*. *Ecotoxicology* 2013 Mart;22(2):251-62.
29. <https://tr.euronews.com/2017/10/25/ab-glifosat-yasagini-tartisiyor> (05.05.2019)
30. Vendômois JS, Cellier D, Vélot C, Clair E, Mesnage R, Seralini G-E. Debate on GMOs Health Risks after Statistical Findings in Regulatory Tests. *International Journal of Biological Sciences* 2010; 6(6): 590–598.
31. http://infactcanada.ca/news_release_Greenpeace_2.htm (Erişim Tarihi: 05.05.2019)

32. Ermakova IP. Influence of genetically modified soya on the birth-weight and survival of rat pups. Ökoinstitut Freiburg Proceedings of the Conference Epigenetics, Transgenic Plants and Risk Assessment. 2007;41-48
33. Doerfler W, Schubbert R. Uptake of foreign DNA from the environment: the gastrointestinal tract and the placenta as portals of entry. Wiener klinische Wochenschrift 1998 Ocak;110(2):40-4.
34. Dona A, Arvanitoyannis IS. Health Risks of Genetically Modified Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2009 Şubat;49(2):164-75.
35. Joint FAO/WHO Food Standard Programme, Codex Alimentarius Commission. ALINORM 03/34. 2003
Alıntı: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gmfp/resources/al03_34e.pdf
(Erişim Tarihi: 05.05.2019)
36. Principles for the Risk Analysis of Foods Derived From Modern Biotechnology CAC/GL 44-2003 Alıntı: <http://www.efsa.europa.eu/en/about/howwework> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
37. Guideline for the Conduct of Food Safety Assessment of Foods Derived From Recombinant-DNA Plants CAC/GL 45-2003
Alıntı: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gmfp/docs/CAC.GL_45_2003.pdf
(Erişim Tarihi: 05.05.2019)
38. <http://www.efsa.europa.eu/en/faqs/faqgmo.htm> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
39. Gostek K. Genetically Modified Organisms: How the United States' and the European Union's Regulations Affect the Economy. Michigan State International Law Review 2016;24:761.

40.

<https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GEPlants/ucm461831.htm>

(Erişim Tarihi: 05.05.2019)

41. http://www.tbddm.gov.tr/Dosyalar/risk%20deg%CC%86erlendirme_TR.pdf

(Erişim Tarihi: 05.05.2019)

42. <http://www.tbddm.gov.tr/Surec2.aspx#> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)

43. <http://www.tbddm.gov.tr/OnayliGDO2.aspx> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)

44. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, 4177 (1996)

45. Cartagena Protokolü : The Cartagena Protocol on Biosafety (2000)

Alıntı: <http://bch.cbd.int/protocol/> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)

46. Nagoya Kuala Lumpur Protokolü: The Nagoya – Kuala Lumpur Supplementary Protocol on Liability and Redress to the Cartagena Protocol on Biosafety (2010)

47. Özgen Ö, Emiroğlu H, Yıldız M, Taş AS, E Purutçuoğlu. Tüketiciler ve Modern Biyoteknoloji: Model Yaklaşımlar, 1. Baskı Ankara Üniversitesi Basımevi, 2007.

Alıntı: <http://kitaplar.ankara.edu.tr/dosyalar/pdf/369.pdf> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)

48. Forsman ZK. Community Regulation of Genetically Modified Organisms: A Difficult Relationship Between Law and Science. European Law Journal 2004; 10(5).

49. Eryurt OM. Genetiği Değiştirilmiş Organizma Kaynaklı Gıda ve Yem Ticaretinde Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri [AB Uzmanlık Tezi]. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı: Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü 2015.

50. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Gida-Ve-Yem-Hizmetleri/Gida-Hizmetleri/Resmi-Kontroller>

(Erişim Tarihi: 05.05.2019)

51. <http://www.tbddm.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)

52. Resmi Gazete, 703 KHK. (Yayınlanma Tarihi: 09.07.2018)

Alıntı: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/07/20180709M3.pdf>

53. Resmi Gazete, 2018/3 Sayılı Genelge. (Yayınlanma Tarihi: 02.09.2018)
Alıntı: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/08/20180802.htm>
54. Resmi Gazete, 29341 Sayılı. (Yayınlanma Tarihi: 29.04.2015)
Alıntı: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150429.pdf>
55. Holst-Jensen A, Bertheau Y, Loose M, Grohmann L, Hamels S, Hougs L ve ark.
Detecting un-authorized genetically modified organisms (GMOs) and derived materials. *Biotechnology Advances* 2012; 30(6):1318-35.
56. Lusser M, Parisi C, Plan D, & Rodríguez-Cerezo, E. New plant breeding techniques. State-of-the-art and prospects for commercial development. European Commission Joint Research Centre. 2011; JRC Technical Report EUR 24760 EN.
57. Hatipoğlu R. Transgenik Bitkilerin Dünü, Bugünü ve Geleceği. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 2016;25(Özel sayı-2):346-356.
58. European Commission Directive 2001/18/EC of the European Parliament and the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC. *Official Journal of the European Communities* L106. 2001;s. 1-38.
59. Weighardt F. Gıda Örneklerinde Genetiği Değiştirilmiş Organizma Analizleri, Bölüm 10, GDO'ların Saptanması İçin Nicel PCR. Alıntı: <http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/capacitybuilding/manuals/Manual%20TR/bolum10.pdf>
(Erişim Tarihi: 05.05.2019)
60. Fraiture M-A, Herman P, Taverniers I, Loose MD, Deforce D, Roosens NH.
Current and New Approaches in GMO Detection: Challenges and Solutions. *BioMed Research International* 2015; 2015: 392872.

61. Teng PS. Bioscience Entrepreneurship in Asia: Creating Value With Biology, World Scientific Publishing, 2008.
62. Querci M, Van den Bulcke M, Zel J, Van den Eede G, Broll H. New approaches in GMO detection. Analytical and Bioanalytical Chemistry 2010 Mart;396(6):1991-2002.
63. Van den Bulcke M, JRC Documents Matrix based approaches decision support systems and reference methods. European Commission Joint, Research Centre (JRC). 2010 Ekim. AGR 42006- TAIEX
- Alıntı: http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/capacitybuilding/docsworkshops/Croatia_29_30_Sep_2010/2010_28oct_Taix_VandenBulcke1_GMOanal.pdf
64. Broeders S, De Keersmaecker S, Roosens N. How to Deal with the Upcoming Challenges in GMO Detection in Food and Feed. Journal of Biomedicine and Biotechnology 2012;2012:402418.
65. Günel T. Gen Anlatımının Kantitatif Analizi "Real-Time PCR" . Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi 2007;27(5):763-7.
66. https://www.wvdl.wisc.edu/wp-content/uploads/2013/01/WVDL.Info_PCR_Ct_Values1.pdf (05.05.2019)
67. Guidelines on Performance Criteria and Validation of Methods for Detection, Identification and Quantification of Specific DNA Sequences and Specific Proteins in Foods* CAC/GL 74-2010.
- Alıntı: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gmfp/resources/CXG_074e.pdf
68. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü GDO Analiz Stratejisi Uygulama Talimatı. Ankara. (Erişim Tarihi: 31.12.2015)

69. Hemmer W. Foods derived from genetically modified organisms and detection methods. Agency for Biosafety Research and Assessment of Technology Impacts of the Swiss Priority Programme Biotechnology of the Swiss National Science Foundation. BATS-Report 2/1997
70. http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-07-117_en.htm (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
71. http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-04-16_en.htm (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
72. Hodgson J. EC says 1% is acceptable GMO "contamination". Nature Biotechnology 1999;17:1155–1156.
73. <https://gidadedektifi.com/> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
74. <http://www.greenpeace.org/turkey/tr/> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
75. <https://bianet.org/bianet/saglik/188820-gdo-lu-misir-ve-soya-hangi-gida-urunlerinde-kullanilabilir> (05.05.2019)
76. <http://www.milliyet.com.tr/son-dakika-bakan-celik-ten-gdo--ekonomi-2417735/> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
77. Genespin DNA Extraction Kit Manual, Germany,
78. Congen Surefood Prep Advanced DNA Extraction Kit Manual, Germany,
79. Analytik Jena Food DNA Kit Manual, Germany,
80. Eurofins GMO Screen RT 35S/NOS/FMV IPC Kit Manual
81. Branquinho M, Ferreira TBR, Cardarelli-Leite P. Survey of compliance with labeling legislation in food containing GMOs in Brazil. Journal of Food Composition and Analysis 2010 Mayıs;23(3):220-225.

82. Arun ÖÖ, Yılmaz F, Muratoğlu K. PCR detection of genetically modified maize and soy in mildly and highly processed foods. *Food Control* 2013 Ağustos;32(2):525-531.
83. Elsanhoty RM, Al-Turki AI, Ramadan MF. Prevalence of genetically modified rice, maize, and soy in Saudi food products. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 2013 Ekim;171(4):883-99.
84. Meriç S, Cakır O, Turgut-Kara N, Arı S. Detection of genetically modified maize and soybean in feed samples. *Genetics and Molecular Research* 2014 Şubat;13(1):1160-8.
85. Turkeç A, Kazan H, Karacanli B, Lucas SJ. DNA extraction techniques compared for accurate detection of genetically modified organisms (GMOs) in maize food and feed products. *Journal of Food Science and Technology* 2015 Ağustos;52(8):5164-71.
86. Greiner R, Konietzny U. Presence of genetically modified maize and soy in food products sold commercially in Brazil from 2000 to 2005. *Food Control* 2008 Mayıs;19(5):499-505.
87. Ujhelyi G, Vajda B, Béki E, Neszlényi K, Jakab J, Jánosi A ve ark. Surveying the RR soy content of commercially available food products in Hungary. *Food Control* 2008 Ekim;19(10):967-973.
88. Santa-Maria MC, Lajo-Morgan G, Guardia L. Adventitious presence of transgenic events in the maize supply chain in Peru: A case study. *Food Control* 2014 Temmuz;41:96-101.
89. Rabiei M, Mehdizadeh M, Rastegar H, Vahidi H, Alebouyeha M. Detection of Genetically Modified Maize in Processed Foods Sold Commercially in Iran by Qualitative PCR. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 2013 Kış;12(1):25–30.

90. Fernandes T, Amaral J, Oliveira B, Mafra I. A survey on genetically modified maize in foods commercialised in Portugal. *Food Control* 2014 Ocak;35(1):338-344.
91. Tung Nguyen CT, Son R, Raha AR, Lai OM, Clemente Michael Wong VL. Detection of Genetically Modified Organisms (GMOs) Using Molecular Techniques in Food and Feed Samples from Malaysia and Vietnam. *International Food Research Journal* 2008;15(2):155-166.
92. Şık B. (2017) İthal mısır ve yem kullanımı arasında fark var mı? Yeşil Gazete. Alıntı: <https://yesilgazete.org/blog/2017/03/22/gdolu-ekmek-sorununda-gida-tarim-ve-hayvancilik-bakanligina-sorular-bulent-sik/> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
93. <https://www.sozcu.com.tr/2017/saglik/adanada-gdolu-ekmek-tartismalarinda-son-durum-ne-gdo-sagligi-nasil-etkiliyor-1746427/> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
94. <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/ekmek-hacmini-buyuten-bayatlamayi-geciktiren-katki-maddesinde-gdo-cikti-40400195> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
95. Gryson N. Effect of food processing on plant DNA degradation and PCR-based GMO analysis: a review. Analytical and Bioanalytical Chemistry 2010 Mart;396(6):2003-22.
96. Lipp M, Bluth A, Eyquem F, Kruse L, Schimmel H, Van den Eede G ve ark. Validation of a method based on polymerase chain reaction for the detection of genetically modified organisms in various processed foodstuffs. *European Food Research and Technology* 2001 Mart;212(4):497-504.
97. Hsu-Yang L, Jin-Wen C, Yang-Chih SD. Detection of Genetically Modified Soybeans by PCR Method and Immunoassay Kits. *Journal of Food and Drug Analysis* 2001 Eylül;9(3):160-166.

98. Greiner R, Konietzny U, Villavicencio ALCH. Qualitative and quantitative detection of genetically modified maize and soy in processed foods sold commercially in Brazil by PCR-based methods. *Food Control* 2005;16:753–759
99. Meyer R. Development and application of DNA analytical methods for the detection of GMOs in food. *Food Control* 1999 Aralık;10(6):391-399.
100. <https://gidalab.tarimorman.gov.tr/istanbul> (Erişim Tarihi: 05.05.2019)
101. Mazzara M, Savini C, Delobel C, Broll H, Damant A, Paoletti C, Van den Eede G. Definition of Minimum Performance Requirements for Analytical Methods of GMO Testing. European Network of GMO Laboratories (ENGL); 2008. EUR 23696 EN, OPOCE LB-NA-23696-EN-C.
102. Alary R, Serin A, Maury D, Jouira HB, Sirven J-P, Gautier M-F ve ark. Comparison of simplex and duplex real-time PCR for the quantification of GMO in maize and soybean. *Food Control* 2002 Haziran-Temmuz;13(4-5):235-244.
103. Cankar K, Stebih D, Dreo T, Zel J, Gruden K. Critical points of DNA quantification by real-time PCR--effects of DNA extraction method and sample matrix on quantification of genetically modified organisms. *BMC Biotechnology* 2006 Ağustos;6:37.
104. <https://www.gmo-free-regions.org/gmo-free-regions/bans.html> (Erişim Tarihi: 12.06.2019)

EKLER**Ek 1 DNA Spektrofotometre Ölçümleri**

Örneklerin DNA spektrofotometre ölçümleri aşağıda yer almaktadır:

Tablo XIV. DNA Spektrofotometre Ölçümleri

Ürün	Paralel	Kit	DNA Konsantrasyonu (ng/ µl)	DNA Saflığı (A260/280)
Ürün 1	1	Congen	18,51	1,33
	2	Congen	20,78	1,33
Ürün 2	1	Congen	11,06	1,53
	2	Congen	15,25	1,53
Ürün 3	1	Genespin	57,84	1,91
	2	Genespin	48,36	1,95
Ürün 4	1	Genespin	18,2	1,68
	2	Genespin	15,76	1,58
Ürün 5	1	Genespin	67,86	1,9
	2	Genespin	74,45	1,9
Ürün 6	1	Genespin	116,68	1,95
	2	Genespin	95,84	1,93
Ürün 7	1	Genespin	80,42	1,77
	2	Genespin	28,6	1,8
Ürün 8	1	Genespin	92,91	1,91
	2	Genespin	75,38	1,91
Ürün 9	1	Genespin	33,52	1,59

	2	Genespin	43,48	1,52
Ürün 10	1	Genespin	42,4	1,74
	2	Genespin	37,89	1,68
Ürün 11	1	Genespin	36,07	2
	2	Genespin	30,18	2,02
Ürün 12	1	Genespin	34,28	1,46
	2	Genespin	13,93	1,74
Ürün 13	1	Genespin	10,63	1,81
	2	Genespin	12,29	1,48
Ürün 14	1	Genespin	185,31	1,69
	2	Genespin	181,71	1,66
Ürün 15	1	Genespin	47,47	1,71
	2	Genespin	48,01	1,67
Ürün 16	1	Congen	102,36	1,57
	2	Congen	251,69	1,65
Ürün 17	1	Genespin	23,17	1,34
	2	Genespin	15,90	1,62
Ürün 18	1	Genespin	40,88	1,76
	2	Genespin	32,51	1,80
Ürün 19	1	Genespin	29,87	1,90
	2	Genespin	15,04	1,81
Ürün 20	1	Genespin	21,14	1,93
	2	Genespin	21,49	1,86
Ürün 21	1	Genespin	46,81	1,94

	2	Genespin	42,67	2,0
Ürün 22	1	Genespin	52,66	1,88
	2	Genespin	28,39	1,84
Ürün 23	1	Genespin	35,38	1,89
	2	Genespin	46,52	1,87
Ürün 24	1	Genespin	86,11	1,88
	2	Genespin	100,5	1,94
Ürün 25	1	Genespin	73,52	1,88
	2	Genespin	78,03	1,86
Ürün 26	1	Genespin	219,29	1,95
	2	Genespin	231,79	1,95
Ürün 27	1	Genespin	28,75	1,73
	2	Genespin	34,82	1,83
Ürün 28	1	Genespin	26,93	1,90
	2	Genespin	32,90	1,92
Ürün 29	1	Genespin	38,34	1,86
	2	Genespin	27,67	1,84
Ürün 30	1	Genespin	75,83	1,90
	2	Genespin	55,95	1,85
Ürün 31	1	Genespin	71,70	1,90
	2	Genespin	58,39	1,81
Ürün 32	1	Genespin	41,66	1,82
	2	Genespin	29,08	1,83
Ürün 33	1	Genespin	104,52	1,89

	2	Genespin	82,28	1,88
Ürün 34	1	Genespin	25,12	1,80
	2	Genespin	20,24	1,79
Ürün 35	1	Genespin	29,41	1,90
	2	Genespin	23,69	2,00

Tablo XV. GDO Tarama Analizi Tekrarlanan Örneklerin DNA İzolasyon Spektrofotometre Sonuçları

Ürün	Paralel	Kit	DNA Konsantrasyonu (ng/ ml)	DNA Saflığı (A260/280)
Ürün 24	1	Genespin	41,95	1,92
	2	Genespin	43,05	1,92
Ürün 25	1	Genespin	47,85	1,91
	2	Genespin	27,43	1,93
Ürün 28	1	Genespin	33,81	1,86
	2	Genespin	37,03	1,87

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Betül Bitir Soylu

Doğum Tarihi:05.07.1988

Doğum Yeri: Uşak

Eğitim Bilgileri

Yüksek Lisans: İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü

(2014-Bugün)

Üniversite: İstanbul Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü (2007-2011)

Lise: Uşak Fen Lisesi (2002-2006)