



**AFYONKARAHİSAR İLİNDE TÜKETİME SUNULAN MEYVELİ YOĞURLARDA
AFLATOKSİN M1 VARLIĞININ ve DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet ERDAL

**BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

DANIŞMAN

Doç. Dr. Zeki GÜRLER

TEZ NO: 2020-011

2020 – AFYONKARAHİSAR

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AFYONKARAHİSAR İLİNDE TÜKETİME SUNULAN MEYVELİ
YOĞURTLARDA AFLATOKSİN M1 VARLIĞININ ve DÜZEYİNİN
BELİRLENMESİ

Mehmet ERDAL

BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Zeki GÜRLER

Bu Tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından 19.SAĞ.BİL.17 Proje Numarası ile Desteklenmiştir.

Tez No: 2020- 011

Afyon Kocatepe Üniversitesi
AFYONKARAHİSAR

KABUL VE ONAY

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde yürütölmüş bu çalışma, aşğıdaki jüri tarafından
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:27/07/2020

İmza

Doç.Dr. Zeki GÜRLER
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Jüri Başkanı

İmza

Doç. Dr. Recep KARA
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Üye

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Savaş ASLAN
Afyonkarahisar Sağlık Bil. Ü.
Üye

Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Mehmet ERDAL'ın "Afyonkarahisar İlinde Tüketime Sunulan Meyveli Yoğurtlarda Aflatoksin M1 Varlığı ve Düzeyinin Belirlenmesi" başlıklı tezi/...../..... günü saat :’da Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğı'nin ilgili maddeleri uyarınca değeriendirilerek kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Esmâ KOZAN
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım

Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

27/07/2020

İmza

Mehmet ERDAL

ÖNSÖZ

Yapılan bu yüksek lisans tez çalışmasında her geçen gün tüketimi artan ve hemen her yaştan birey tarafından talep edilip özellikle çocuklar tarafından sevilerek tüketilen meyveli yoğurtlarda, halk sağlığı için önemli bir risk faktörü olan mikotoksinler içerisinde en etkili türü olan ve süt, süt ürünlerinde bulunabilen Aflatoksin M1 varlığı ELISA (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay) yöntemi ile araştırılmıştır.

Bu tez çalışmasının planlanması ve yürütülmesinde lisansüstü eğitimim boyunca her türlü bilgi ve tecrübesini esirgemeyen Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı ve danışman hocam sayın Doç. Dr. Zeki GÜRLER'e desteklerinden dolayı, teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen sayın Doc.Dr.Recep KARA hocama ve lisans dönemimden başlayıp yüksek lisans dönemimde de karşılaştığım her türlü sorunla nasıl mücadele edebileceğimi öğreten ve bu zorlu yolda beni yalnız bırakmayan sayın Dr.Öğr.Üyesi Ulaş ACARÖZ hocama ve sevgili eşi sayın Dr.Öğr.Üyesi Damla ARSLAN ACARÖZ hocama teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmasının laboratuvar aşamasında desteğini esirgemeyen dostum Tugay ÖZ'e ve hayat boyu desteklerini hep üzerimde hissettiğim ve bu gün ki başarı sebebim olan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Mehmet ERDAL

Veteriner Hekim

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar	vii
ŞEKİLLER	ix
1.GİRİŞ	1
1.1.Yoğurt Ve Tarihsel Süreci	3
1.2.Meyveli Yoğurt ve Tarihsel Süreci	8
1.3.Yoğurdun Bileşeni ve İnsan Sağlığına Olan Etkileri	9
1.4.Dünyada Yoğurt Tüketimi	16
1.5.Türkiye’de Yoğurt Tüketimi	18
1.6.Yoğurdun Sınıflandırılması	23
1.6.1. Yoğurdun Yağ Oranlarına Göre Sınıflandırılması	23
1.6.2.Yoğurdun Yapım Tekniğine Göre Sınıflandırılması	23
1.6.2.1.Set Tipi Yoğurt	24
1.6.2.2.Stirred tipi yoğurt	25
1.6.2.3.Kaymaklı Yoğurt	26
1.6.3.Yoğurdun Aromasına Göre Sınıflandırılması	26
1.6.3.1.Sade Yoğurt	26
1.6.3.2.Meyveli Yoğurt	27
1.6.3.3.Aromalı Yoğurt	27
1.6.3.4.Diğer Yoğurt Çeşitleri	27
1.6.3.4.1.Konsantre Yoğurt (vakum kondanse)	27
1.6.3.4.2.Dondurulmuş Yoğurt	28
1.6.3.4.3.Kurutulmuş (toz) Yoğurt	28
1.6.3.4.4.Pastörize/Uzun Ömürlü Yoğurt	28

1.6.3.4.5.Biyo-Yoğurt (Probiyotik Yoğurt)	29
1.6.3.4.6.Silivri Yoğurdu	29
1.6.3.4.7.Soya Yoğurdu	30
1.6.3.4.8.Tuzlu Yoğurt	30
1.7.Aflatoksinler	30
1.7.1.Aflatoksinler Hakkında Genel Bilgiler	30
1.7.2.Aflatoksinler ve Genel Özellikleri	34
1.7.3.Aflatoksinlerin Kimyasal Yapısı	36
1.7.4. Aflatoksinin Etki Mekanizması	39
1.7.5.Aflatoksin Atılımı	42
1.7.6. Aflatoksinin Sınır Değerleri	43
1.7.7.Sütte AFM1 Oluşumunun Önlenmesi	47
1.7.8. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksinler	48
1.7.9. Aflatoksinin Halk Sağlığı Açısından Önemi	51
1.8. Meyveli Yoğurt	55
1.8.1.Meyveli Yoğurt Çeşitleri	58
1.8.2.Meyveli Yoğurt Üretim Teknikleri	60
1.8.2.1. Set Tipi (pıhtısı kırılmamış) Meyveli Yoğurt Üretimi	61
1.8.2.1.1. Set Tipi (Pıhtısı Kırılmamış)Meyveli Yoğurt Tipleri	65
1.8.2.2.Stirred Tipi (Pıhtısı Kırılmış)Meyveli Yoğurt Üretimi	67
1.8.2.2.1.Karıştırılmış (pıhtısı kırılmış- stirred) Meyveli Yoğurt Üretim Tipleri	69
2.GEREÇ ve YÖNTEM	70
2.1.GEREÇ	70
2.2.YÖNTEM	70
2.2.1.Eliza Testinin Prensibi	70
2.2.2. Eliza Testi'nin Uygulanması	71
2.2.2.1. Test Kitinin İçeriği	71
2.2.2.2. Standart Solüsyonlar	72

2.2.2.3. Test Prosedürü	72
2.2.3. Meyveli Yoğurt Numunelerinin Hazırlanması	72
3.BULGULAR	73
4.TARTIŞMA	77
5.SONUÇ	82
6.ÖZET	84
7.SUMMARY	85
8. KAYNAKLAR	86



TABLOLAR

Tablo 1 : Yoğurdun ülke orijinleri ve lokal isimleri	5
Tablo 2: Türkiye’de yoğurt, ayran kefir arz ve kullanımı	7
Tablo 3: Bir önceki yılın aynı ayına göre toplam yoğurt değişim oranları	7
Tablo 4: Tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız süt kompozisyonlarının karşılaştırılması	10
Tablo 5: İnsanların günlük diyetlerinde tükettikleri süt ve süt ürünlerinde bulunan laktoz miktarları	12
Tablo 6: Yoğurt ve sütün yapısındaki bileşiklerinin karşılaştırılma	16
Tablo 7: Yıllara göre çeşitli hayvanlardan elde ettiğimiz süt miktarları ve genel üretim payları	18
Tablo 8: 2018 ve 2019 yılı TUIK verilerine göre süt ürünleri üretimi ve değişim oranları	21
Tablo 9: 2014-2017 yılları, aynı aylarında ki yoğurt fiyatlarının karşılaştırılması	22
Tablo 10: 2018 yılı , aylara göre yoğurt üretim	22
Tablo 11: Aflatoksin üreten fungusların temel özellikleri	35
Tablo 12: Aflatoksinlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri	38
Tablo 13: Aflatoksinlerin karaciğer üzerindeki etkileri	42
Tablo 14: Türkiye’de gıdalar için belirlenmiş aflatoksin limitleri	44
Tablo 15: Çeşitli avrupa ülkeleri ve ABD için gıdalardaki üst AFM1 limitleri	46
Tablo 16: Süt ve süt ürünlerinde Aflatoksin M1 konusunda Türkiye’de yapılan bazı çalışmala ait özet bilgiler	50
Tablo 17: Süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M1 konusunda değişik ülkelerde yapılan bazı çalışmalara ait özet bilgiler	51
Tablo 18: Meyveli yoğurdun besin değerleri tablosu	57

Tablo 19 : Meyveli yoğurt yapımında kullanılan bazı meyvelerin besin değerleri tablosu.	58
Tablo 20: Yoğurt bileşimine giren bazı maddeler ve bileşimleri	58
Tablo 21: Üretim tekniklerine göre meyveli yoğurt çeşitleri	60
Tablo 22: Muzlu yoğurtların analiz sonuçları	73
Tablo 23: Çilekli Yoğurtların analiz sonuçları	74
Tablo 24: Orman meyveli yoğurtların analiz sonuçları	75
Tablo 25: Numune gruplarının Aflatoksin M1 aralığı	77



ŞEKİLLER

Şekil 1: Yıllara göre içme sütü üretim miktarları	20
Şekil 2 : Yıllara göre yoğurt ve ayran üretim miktarları	20
Şekil 3 : Yıllara göre peynir üretim miktarları verilmiştir	21
Şekil 4: Endüstriyel yoğurt üretimi akış şeması	24
Şekil 5: Set tipi (pıhtısı kırılmamış) yoğurt üretim basamakları	25
Şekil 6 : Stirred tipi (Pıhtısı parçalanmış) yoğurt üretim basamakları	26
Şekil 7: Aflatoksinlerin kimyasal yapısı	37
Şekil 8: Aflatoksinlerin olası biyotransformasyonu	41
Şekil 9: Set tipi meyveli yoğurt üretiminde işlem basamakları	64
Şekil 10: Sttired tipi meyveli yoğurt üretiminde işlem basamakları	68

1.GİRİŞ

Süt, dişi memeli hayvanların süt bezlerinden salgılanan kendine has tadı ve kokusu olan, özellikle yeni doğurdukları yavrularını besleyebilmek için salgıladığı, içinde yavrunun kendini besleyecek duruma gelinceye kadar geçireceği süreçte ihtiyaç duyduğu ve almak zorunda olduğu bütün besin maddelerini yeterli miktarda bulunduran beyaz-krem renkli fizyolojik bir sıvıdır. Bileşiminde bulunan süt proteinlerinin esansiyel aminoasitleri ve bileşimindeki süt yağının ise esansiyel yağ asitlerini içermesi, sütün biyolojik yönden önemli kılmakta, içerdiği vitaminler ve bir çok mineral maddeler de sütün koruyuculuk özelliğini artırmaktadır (Gürsoy, 2010).

Süt yeni doğanlarda bağışıklık sisteminin gelişmesi açısından oldukça önemli ve tüketimi gerekli bir yapıdır. Süt yapısında bulundurduğu bazı vitamin, oligosakkarit , organik asit ve biyoaktif maddeler sayesinde metabolizmaya olumlu yönde etki etmesinin yanı sıra aynı zamanda özellikle yeni doğanlarda çoğalıp gelişmeye devam eden vücut hücrelerini destekleyen, sindirim sistemini ve mikrofloral dengenin oluşumunu sağlamaya yardımcı olan bir yapıdır (Yıldız, 2010).

Bileşiminde ki bulunan bu maddeler sayesinde süt ve süt ürünleri uzmanlar tarafından temel gıda maddesi olarak kabul görmüş ve insanların günlük diyetlerinde süt ve süt ürünlerine yer vermesi önerilmiştir (Durak ve ark., 2008). Süt ve süt ürünlerinde bulunan kalsiyum, fosfor ve riboflavin sayesinde koruyucu gıdalar sınıfında yer almaktadır (Onurlubaş ve ark., 2016). Ayrıca süt proteininin amfoter özelliğe sahip olması nedeniyle asit ve baz buharlarını tamponlayabilir ayrıca zehirli ağır metalleri bağlar. Bu özelliğinden dolayı kimya endüstrisi, kömür ocakları, havagazı fabrikaları ve kazan dairelerinde çalışan işçilerin zehirlenmelere karşı korunmak amacıyla diyetlerinde sürekli olarak süt ve süt ürünleri bulundurması istenmiş ve bu durum yasal düzenlemelerle sürekli uygulanabilir hale getirilmiştir (Gürsoy, 2006) .

Sütün *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* (*L. bulgaricus*) ve *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* (*S. thermophilus*) bakterileri ile laktik asit fermentasyonu sonucu elde edilen ürüne yoğurt ismi verilir. Resmi Gazete’de ise 16.02.2009 tarihinde yayımlanmış Fermente Süt Ürünleri Tebliğ’ne göre; “yoğurt, fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünü” olarak tanımlanmaktadır (TGK, 2009).

Yoğurt, zengin bir karbonhidrat, protein, yağ, vitamin, kalsiyum ve fosfor kaynağıdır (Şenel ve ark., 2004). Yoğurt bileşiminde bulundurduğu bu maddelerden dolayı günlük diyetle oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Besleyici değeri yüksek olan yoğurdun düzenli olarak tüketildiğinde vücutta immün sistemi güçlendirdiği, kolesterol düşürücü bir etki ve tümör oluşumunu engelleyici etkisinin olduğu yapılan araştırmalar sonucunda saptanmıştır (Koç ve ark., 2009).

Yine yapılan bir bilimsel araştırma sonucunda yetişkin bir insanın günlük kalsiyum ihtiyacının yarısını günde iki su bardağı kadar yoğurt tüketimiyle karşılayabileceği bildirilmiştir (Yücecan, 2008). Bunun yanı sıra kalsiyum yönünden oldukça zengin bir kaynak olan yoğurt çocuklarda ise kemik gelişiminin sağlanması yönünde oldukça etkilidir. Yetişkinlerde ise kemik erimesine karşı etkili bir besin ögesi olarak değerlendirilebilir (TÜBER, 2019)

Yine yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda yüksek oranda kalsiyum alımının kolon ve rektum kanserine karşı koruyucu bir etki oluşturduğu saptanmış bu yüzden süt ve süt ürünlerinin risk grubu bireyler tarafından her öğünde tüketilmesi tavsiye edilmiştir (Marcus ve Newcomb 1998).

1.1.Yoğurt ve Tarihsel Süreci

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurt, fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus (delbrueckii subsp) bulgaricus* 'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak ifade edilmektedir (TGK, 2009)

Türk Standartları Enstitüsü (TS 1330)'ne göre ise daha ayrıntılı ve detaylı bir tanım olarak Yoğurt şu şekilde tanımlanmıştır; inek sütü (TS 1018), koyun sütü (TS 11044), manda sütü (TS11045), keçi sütü (TS 11046) veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün (TS 1019) gerektiğinde süt tozu ilavesiyle (TS 1329) homojenize edilerek veya homojenize edilmeden *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan starter kültür adlandırılan yoğurt kültürlerinin eklenmesi ve TS 10935-Yoğurt Yapım Kuralları Standardı'nda belirtilen kurallara uyularak yapılan işlemlerden sonra elde edilen mamuldür (Anonim, 2009).

Neolitik dönemlerde, göçebe olarak yaşayan kavimlerin evcilleştirdikleri hayvanlarından elde ettikleri sütleri ya toprak kaplarda saklamış yada hayvan derisinden yapılan tulumlarda sakladıkları bilinmektedir. Eski çağlardan günümüze kadar gelmeyi başarmış çömlek parçalarının radyoaktif karbon yöntemi kullanılarak yağ kalıntılarının incelenmesi sonucu , Afrika Sahrası'nda MÖ 5000, Orta Avrupa'da MÖ 6000 yılında çömleklere süt konduğu tespit edilmiştir (Dunne ve ark. 2012).

Hayvan derisi içerisine konan sütlerde çevre ısısındaki artış sayesinde sütte doğal yollarla fermente olayının oluştuğu ve sonucunda yoğurt benzeri bir ürünün meydana kabul edilmektedir. Bu bilgi ile hareketle günümüzdeki fermente süt ürünlerinin başlangıcı bu olaylar kabul edilir.

Yoğurtla bulunmasıyla alakalı birçok rivayet söylenmiştir. Örneğin bunlardan biri Hz. İbrahim 175 yıl yaşama sırrını Tanrı'nın melekleri aracılığıyla gönderdiği sütü yoğurda dönüştüren mayalar kullanılarak hazırladığı yoğurdu tüketmesine borçlu olduğunu belirtmiş olması. Bir diğer efsanede ise Hz. Musa da yoğurdun Tanrı'nın kavmine gönderdiği ayrıcalıklı bir gıda olduğunu bildirmiş olmasıdır. Başka bir rivayete göre Budist inancına sahip olan antik dönemdeki Türkler kendilerini korumaları için yıldızlara ve meleklerle yoğurdu sunmuşlardır. İncil'de de bahsi geçen bir olay olarak Patrik Abraham'ın, 3 meleği misafir ettiği ve meleklerle ikram olarak önlerine ekşi ve tatlı süt koyduğu belirtilmektedir. Antik Yunan ve Romalılar da ekşimiş süt yapımının bilinmiş olduğu ve Roma İmparatoru Elagabalus'un (MS 204-222) biyografisinde ekşi süt yapımı için 2 tariftten bahsettiği belirtilmektedir (Baysal, 2009).

Tarihte yoğurdun orijininin MS 800'lü yıllara dayandığı ve Türklerin keşfettiği belirtilmektedir. İlk yoğurdu yapanların ise Asya'da yaşayan antik göçebe Türklerinin olduğuna inanılmaktadır. Bu ürün için 8. yüzyılda ilk olarak 'yoghurut' terimi kullanılmıştır. Daha sonra 11. Yüzyılda ise bu kelime değişerek bugünkü ismiyle (yoğurt) olarak anılmaya başlamıştır. Yoğurt sözcüğünün Orta Asya Türkçe'sinde katılaşmış veya koyulaşmış anlamına gelen "yoğun"dan geldiği kabul edilir (Ögel, 1985). Yoğurdun kurusuna "kurut", su ile sıvılaştırılmış haline "suvuk" yoğurt dendiği bildirilmektedir (Özden, 2008). Yoğurdun ülkelere göre isimlendirilmesini Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1 :Yoğurdun ülke orijinleri ve lokal isimleri (Özden, 2008).

GELENEKSEL İSİMLERİ	ÜLKELER
Busa	Türkistan
Kissel mleka/yaourt /naja	Balkanlar
Urgotnic	Balkanların dağlık bölgeleri
Leben/leban ya da laban rayeb	Lübnan ve bazı Arap ülkeleri
Zabady/zabade	Mısır ve Sudan
Mast/dough/doogh	İran ve Afganistan
Roba/rob	Irak
Dahi/dadhi/dahee	Hindistan
Mazun/matsoon/madsoon /matsun/matsoni	Ermenistan
Katyk	Kafkaslar
Yiaourti	Yunanistan
Cieddu	İtalya
Tarho/taho	Macaristan
Mezzoradu	Sicilya Gioddu Sardinya adası
Logurte	Brezilya ve Portekiz
Gruzovina	Eski Yugoslavya Cumhuriyeti
Yoğurt/kurut /torba yoğurdu/ayran	Türkiye
Donskaya/ryzhenka /varenetes/kurugna	Rusya
Tarag	Moğolistan
Shosim/sho/tara	Nepal
Yogurt/yaort /yoghurt /yourt/yaghourt /yaourti	Diğer ülkeler

M.S. 11 yüzyılda ise Divan-ı Lügat-ı Türk (1073-1077) ve Kutatgu Bilig (1069-1070) tarihte önemli olan iki eserde de yoğurt kelimesi geçmektedir ve bugünkü manasında kullanılmıştır. Bu durumdan anlayacağımız üzere geçmişteki atalarımız; Oğuzlar, Selçuklular, Osmanlılar hüküm sürdükleri ülkelere kültürleri ile birlikte yoğurdu da taşımışlardır

Dünya gezginleri arasında bir üne sahip olan Venedikli Marco Polo 13. yüzyılda gerçekleştirdiği Asya seyahatinde Kubilay Han ile tanıştığı ve bu sayede süt ürünleri hakkında ilk kez bilgi sahibi olmaya başladığını anlatmış, kımız ve yoğurdun Asya'da yaygın şekilde tüketilmesinden bahsetmiştir. 16 yüzyılda Kanuni Sultan Süleyman tarafından, Fransız kralı 1. Frasnuyayı tedavi etmek amacıyla bir yoğurt ustası ve keçi gönderilmesiyle Avrupa ya yayılmaya başlamıştır (Özden, 2008). Ancak yoğurdun benimsenip tüketiminin artması 1908 yılında Rus bakteriyoloğu Metchnikoff'un yoğurt üzerine yaptığı bilimsel çalışmalarla NOBEL

ödülü almasıyla olmuştur. Daha sonra diğer araştırmacılarında ilgisini çeken yoğurt önce avrupaya daha sonra ise ABD'ye ve diğer ülkelere yayılmıştır (Kılıç, 1994).

Amerika Birleşik Devletleri ise 1784'de bu ülkeye göç eden Türkler sayesinde yoğurt ile tanışmışlardır. 1903 yılında ise Paris'te Pastör Enstitüsü'nde yoğurt üzerinde ilk bilimsel araştırma yapılmıştır (Öztek, 1995). İlk olarak Louis Pasteur (1822-90) yılları arasında yaptığı araştırma sonucunda sütün mayalanmasında bakterilerin önemli bir rol üstlendiğini tanımlamıştır. Daha sonra ise M. Grigorof adında bir Bulgar doktor 19. asrın sonunda İsviçre-Cenevre'de yaptığı araştırmalarda yoğurtta *Lactobacillus* mikrobunun var olduğunu tespit etmiştir (Özden, 2008). [Bu mikrop (*Lactobacilus bulgaricus*) değildir. İnsan bağırsak florasında bulunan bakteri].

Yoğurdun Avrupa'da yayılması ise Osmanlı idaresi altında Selanik'te yaşayan Dr. Isaac Carasso tarafından yapılan araştırmalar sonucunda Balkan Türkleri'nden özellikle ishal vakalarında yoğurdun tedavi edici etkisini öğrendiği ve bunun sonucunda Avrupa'nın çeşitli eczanelerinde yoğurt satışı başlamış (Fisberg, and all 2015). Yoğurdun Avrupa'da endüstriyel anlamda üretimi ilk kez 1922 yılında İspanya'da günümüzde de üretimi devam eden bir firmanın öncülüğünde başlanmıştır. 1950 sonlarında yoğurt yapım teknolojisi hızlı bir şekilde gelişmiş ve ilerlemiştir. Yoğurt ve diğer fermente süt ürünlerinin sağlığa yararları konusunda yapılan araştırmalar sonucu bilgi düzeylerindeki artış ile aynı oranda 1980-1990'lı yıllarda yoğurt tüketiminde önemli bir yükseliş görülmüştür.

İnsanlar tarafından gün geçtikçe yoğurt başta olmak üzere fermente süt ürünlerinin tüketimine olan talep büyük ölçüde artmaktadır.

Meyveli ve probiyotik yoğurtlar, yoğurdun daha geniş kitlelere hitap etmesini sağlamıştır ve gerek sağlık gerek arz konusunda bu çeşitlilik olumlu sonuçlar

vermektedir. Yoğurt vb. fermente süt ürünlerinin arz ve talebinin geçtiğimiz yıllara göre oranları tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2: Türkiye’de Yoğurt, Ayran Kefir Arz ve Kullanımı (Ton)

	2014	2015	2016	2017	2018
ARZ					
Üretim	1.700.140	1.749.848	1.858.105	1.889.529	1.956.013
Toplam Arz	1.701.674	1.750.377	1.858.156	1.889.638	1.956.142
KULLANIM					
Toplam Yurtiçi Kullanım	1.697.293	1.742.931	1.851.939	1.878.200	1.967.308
İhracat	4.381	7.446	6.217	11.438	12.266
Toplam kullanım	1.701.674	1.750.377	1.858.156	1.889.638	1.979.573

Tablo 3: Bir önceki yılın aynı ayına göre toplam yoğurt değişim oranları

Aylar	Yıl (2019)	Yıl (2018)	Bir önceki yılın aynı ayına göre yoğurt değişim (%) -
Ocak	90.368	93.577	-3,4
Şubat	89.116	90 .164	-1,2
Mart	99.011	100. 510	-1,5
Nisan	99.328	101.050	-1,7
Mayıs	105.291	102.076	3,1
Haziran	98.271	99.862	-1,6
Temmuz	114.746	118.517	-3,2
Ağustos	107.412	107.450	0,0
Eylül	101.449	108.062	-6,1
Ekim	98.305	96.393	2,0
Kasım	89.429	91.756	-2,5
Aralık	88.479	89.377	-1,0
Topam=	1.181.205	1.198.793	1,1

1.2.Meyveli Yoğurt ve Tarihsel Süreci

Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde meyveli yoğurt için; çeşnili fermente süt ürünleri adı altında 'ağırlığınca en çok %50'si kadar şeker ve/veya tatlandırıcı, meyve ve sebzeler ve bu meyve, sebzelerin suları, püreleri, pulpları ve bunlardan üretilen preparatlar ve konserveler, tahıllar, bal, çikolata, sert kabuklu yemişler, kahve, baharat ve diğer taklit taşıyıcı neden olmayan lezzet verici gıdalar gibi süt bazlı olmayan bileşenler içeren kompozit süt ürünü' tanımı yapılmaktadır (TGK, 2009). Meyveli yoğurt üretimi normal yoğurt üretimiyle benzer aşamaları esas alır. Üretimdeki temel farklılık meyve ilavesinin olmasıdır.

16. yüzyılda Fransa Kralı 1. François ateş ile seyreden bir mide barsak hastalığına yakalanır ve iyileşme adına birçok ilaç kullanan ve tedavi olmaya çalışan kralın yaptıkları sonuç vermez herhangi bir iyileşme sağlayamaz. Kralın annesi Kanuni Sultan Süleyman'dan oğlu François'in bu hastalıktan kurtulması için tedavisini yapabilecek bir hekim göndermesini talebinde bulunur. Bu talep üzerine Sultan Süleyman da kralın hastalığı konusunda bilgi sahibi bir hekim bulunmasını ister. Nihayetinde kralın hastalığı ile alakalı bilgisi olan Yahudi bir hekimi bulur ve Paris'e gönderir. Bazıları bu hekimin Paris'e gidişi sırasında Sultan Süleyman'ın emriyle keçilerini de yanına alarak Fransa'ya gemi ile gittiğini bazıları da koyun sürüsü ile karadan gittiğini bildirmektedirler. Paris'e giden Yahudi Osmanlı hekimi büyük bir gizlilik içinde sağdığı süttten yoğurt yaparak işe başlar. Daha sonra ise yaptığı yoğurda diğer bazı maddeleri de katarak mucize yaratan ürünü hazırlar. Bu Osmanlı hekimi ne yoğurt yapımını ne de hazırladığı karışımın sırrını kimseye vermez. Tedavi sonucu iyileşen 1. François yoğurda ebedi hayatın sütü ismini vermiş (The milk of Eternal Life=Le lait de Vie éternelle) ve hekimlerinin konu ile ilgilenmelerini istemiştir (Özden, 2008).

MS 218-222 yılları arasında Roma İmparatorluğu yapan Elagabal biyografisinde ekşi sütün hazırladığı iki üründen bahsetmiştir. Bunlardan ilki ekşi süt, bal, meyve ve undan hazırladığı “Opus Lactarum” ikincisi ise ekşi süt, soğan, kekik gibi bitki ve sebzelerden hazırladığı “Oxygala” ismini verdiği yiyecekler sade yoğurdun içerisine bir şeyler katılarak yeni ürün elde edilmesinin kanıtları olmuştur. Uzun yıllar sade tüketilen yoğurt 2.dünya savaşıdan sonra içerisine tatlı meyve, tatlandırıcı, aroma ve renk vericiler ilave edilerek ilk üretim denemeleri başlamıştır. Yapılan araştırmalar sonrasında yoğurda şeker ilavesi ve yağ oranının düşürülmesi sonucu başarıya ulaşılmıştır (Davis, 1970).

Amerikada meyveli yoğurtun tanınmaya başladığı 60’lı yılların sonunda Cornell Üniversitesi Süt Teklonjisi kürsüsünde üretilen bal ve meyve ile üretilmiş meyveli yoğurt üniversite kampüsünde öğrencilere dağıtılmış ve büyük beğeni toplamıştır (Brown, 1970). ABD de birçok çeşitte meyveli yoğurt üretilmiştir .

Generall Mills şirketi bugday ve meyvelerle karışık yoğurt geliştirip patent almıştır (Anonym, 1976). Koreliler %2 oranında hububat içeren *L.acidophylus* kültürü kullanarak meyveli yoğurtlar yapmıştır. Çin ise bal ve yöresel meyvelerini içeren bir karışık yogurt üretmiştir. Arjantinde yapılan bir denemede ise %6 mısır gevreği, %4,5 dondurma, %89,5 yoğurt ile bir karışım elde etmiş ve pazarlarında kendine yer bulmuştur (Almeida ve Oliveria, 1992) ,

1.3.Yoğurdun Bileşeni ve İnsan Sağlığına Olan Etkileri

Yoğurt kalitesini etkileyen en önemli faktör, kullanılan sütün kalitesidir. Besin değeri yönünden kaliteli bir yoğurt üretimi için yüksek besin değerine sahip kaliteli bir süt kullanılmalıdır. Sütün içerdiği temel besin maddelerini sıralayacak olursak; proteinler, yağlar, süt şekeri (laktoz), vitaminler ve minerallerdir. Süt içerisinde bulunan başlıca vitaminler; A, B6, B12, D, niasin, tiamin, riboflavin, pantotenik asit

ve folik asit şeklinde sıralanabilir. Sütte bulunan mineraller ise; Ca, K, P, Zn, Mg ve Se şeklinde sıralanabilir. İçeriğinde bulunan bu proteinler ve mineraller bebeklerin ve çocukların büyümesinde yardımcı olan yapılardır (Gürsoy, 2010). Ayrıca Ca, B12 ve riboflavin kaynağı olmasıyla kemiklerin sağlamlığını ve gücünü artırır. Yapısının büyük bir kısmını oluşturan su sayesinde süt susuzluğa karşı oldukça etkilidir. Yapısında bulunan yüksek kaliteli proteinler kasları korur. Ayrıca bileşimindeki bakteriler insanların sindirim sisteminde istenmeyen bazı bakterileri uzaklaştırır ve sindirimini kolaylaştırır (Yıldız, 2010).

Günlük 150 g (bir porsiyon) tam yağlı yoğurt, yetişkinler için günlük vitamin-B12 ve tiamin gereksinimlerinin yaklaşık olarak % 20-35'ini karşılayabilmektedir (Özer, 2006). Günde yaklaşık 200-250 gram yoğurt tüketimi ile bireyler protein ihtiyacının tamamını karşılamaktadır (Tamime ve Robinson 2007). Yağ oranına göre ise tam yağlı, yağsız ve yarım yağlı olarak piyasaya arz edilen sütün besin öğeleri tablo 4' te verilmiştir.

Tablo 4: Tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız süt kompozisyonlarının karşılaştırılması

	Tam Yağlı Süt (500 ml)	Yarım Yağlı Süt (500 ml)	Yağsız Süt (500 ml)
Su(ml)	87,9	89,2	90,8
Enerji(kcal)	61	50	35
Protein(g)	3,3	3,3	3,4
Yağ(g)	3,3	1,9	0,2
Karbonhidrat(g)	4,7	4,8	4,9
Kül(g)	0,7	0,7	0,8
Kalsiyum(mg)	119	122	123
Demir(mg)	0,1	0,1	0,0
Fosfor(mg)	93	95	101
Potasyum(mg)	152	154	166
Sodyum(mg)	49	50	52
Vit.A ve Karoten(IU)	126	205	204
Tiamin(mg)	0,04	0,04	0,04
Riboflavin(mg)	0,16	0,17	0,14
Niasin(mg)	0,1	0,1	0,1
Vit.C(mg)	1	1	1

Yoğurt üretimde kullanılan sütün elde edildiği hayvanın cinsi, mevsim ve ortam şartları da yoğurt bileşimini değiştirebilmektedir. Ayrıca mikroorganizmaların gelişimi için oldukça elverişli olan süte herhangi bir bulaşanla dışardan oluşacak bir kontaminasyon yoğurt kalitesini direkt olarak etkiler. Bunun yanında süt veren hayvanların tükettikleri yemler de çok önemli olup toksinle kontamine yemleri tüketen hayvanların ürettikleri süt direkt olarak kontamine süt olup bu süttten elde edilen yoğurt kontamine bir yoğurttur.

Sütün yaklaşık olarak % 4,7'sini laktoz oluşturmaktadır (Metin, 2009). Laktoz ilk olarak kullanılan enerji kaynağıdır ve bileşimindeki galaktoz ile beyin ve sinir dokusunu besleyici etkiye sahiptir. Ayrıca vücuttaki kalsiyum ve fosfordan daha fazla yararlanmayı sağlaması, gastrointestinal işlevleri desteklemesi gibi faydaları da vardır. Ayrıca süt ve ürünleri, içerdiği laktoz ve laktik asit ile kalsiyumun daha iyi bir şekilde emilimini sağladığından, meyve ve tahıl gibi diğer temel kalsiyum kaynaklarına göre biyolojik değeri daha fazladır (Koçak, 2013).

Emzirme dönemindeki bebeklerde laktoz kolaylıkla glikoz ve galaktoza parçalanır. Bebeklerin ince bağırsaklarındaki epitellerin fırçamsı kenarında yeterli miktarda laktaz enzim aktivitesi olması sayesinde laktoz kolaylıkla parçalanır. Dolayısıyla bebeklerde laktoz yetmezliği sık görülmez ama yetişkinlerde ise sık görülen bir durumdur ve “ Laktoz İntoleransı” olarak adlandırılır . Laktoz intoleransı olan kişiler günde (200-300 mL'den fazla) süt tüketmesiyle, sütte bulunan laktozun büyük bir kısmı ince bağırsakta parçalanamadan kalın bağırsağa geçer. Sindirilmeden geçişi olan laktoz, bakteriyel β -galaktosidaz enzimi ile kalın bağırsakta parçalanır ve kısa zincirli yağ asitleri, CO₂, H₂, metan oluşur. Böylece kişide bulantı, karın ağrısı, şişkinlik, gaz ve ishal gibi semptomlar görülmeye başlanır (Tamime ve Robinson 2007). Laktoz intolerant denilen bu insanlar, sütü yeterince sindiremezler. Fakat yoğurt oluşurken, süt bileşimindeki laktozun %20-

30'u fermentasyona uğrayarak glikoz ve galaktoza dönüştür. Glikoz da yine fermentasyon ile laktik aside dönüştür. Böylece laktoz intoleransı olan kişiler rahatlıkla yoğurt tüketip, tolere edebilmektedir (Özden, 2008). İnsanların günlük diyetlerinde tükettikleri süt ve süt ürünlerinde bulunan laktoz miktarları tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: İnsanların günlük diyetlerinde tükettikleri süt ve süt ürünlerinde bulunan laktoz miktarları

Besinler	Miktar	Laktoz Miktarı
Koyun Sütü	½ Su Bardağı	4.7
Keçi Sütü	½ Su Bardağı	4.4
İnek Sütü(tam yağlı)	½ Su Bardağı	4.8
İnek Sütü(yağsız)	½ Su Bardağı	5.0
Süt tozu(tam yağlı)	1 tatlı kaşığı	0.8
Yoğurt	100 g(1 Kase)	3.0
Süzme Yoğurt	100 g	2.2
Yoğurt tozu	10 g	2.3
Kefir	½ Su Bardağı	4.8
Keçi Peyniri	35 g	0
Mozeralla/Otlu Peynir	30 g	0
Kaşar Peynir	30 g	0
Beyaz Peynir	30 g	0
Labne Peynir	30 g	0.8
Eritme Peynir	30 g	0.3

Yoğurt içeriğinde bulunan kazein, laktoglobulin ve laktoalbumin gibi proteinler süt proteinlerine göre iki kat daha kolay sindirilmektedir. Bu özelliğinin olması nedeniyle yoğurdun süte göre biyolojik değeri daha yüksektir. Böylece yetişkinler gün içerisindeki diyetlerinde yaklaşık 200-250g yoğurt tüketimi yaptıklarında gereken günlük protein ihtiyacını karşılamış olacaklardır (Özer, 2006).

Süt yağında kolin, linoleik ve linolenik asid ve yağda eriyen vitaminler de bulunur. Kolin karaciğerde lipid oksidasyonunu başlatarak kolesterol konsantrasyonunun dengelenmesini sağlar. Ayrıca süt yağı sindirimi kolaylaştırıcı etkisinin yanında, yoğurdun kıvam ve tadını geliştirici etkisi de vardır. İnsan sağlığı yönünden ise süt yağı içeriğindeki bütirik asit, sfingolipitler ve sfingomiyelin gibi

maddelerin koroner kalp hastalıklarına karşı koruna sağladığı yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Geleneksel yöntemler ile üretilen doğal yoğurtta %3-4, konsantre yoğurtta ve koyun yoğurdunda ise % 7-8 oranında süt yağı bulunmaktadır (Chandan ve O'Rell 2006).

Yoğurdun insan sağlığına açısından faydaları bilimsel ispatı olarak her ne kadar 20 yy gibi yakın bir tarihe dayansada tarih boyunca yoğurdun birçok faydası bilinmektedir (Koçak, 2013). Özellikle antik dönemde Yakın ve Ortadoğu'nun doktorları mide bağırsak hastalıklarında, karaciğer hastalıklarında ve iştah arttırıcı olarak tedavilerinde yoğurdu kullandıkları ortaya çıkmıştır. Tarihte tedavi amacının yanında pers kadınlarının yoğurdu kozmetik olarak kullandığından bahseden kaynaklar da mevcuttur.

Bilimsel çalışmaların yaygınlaşmasıyla birlikte yoğurt üzerine yapılan araştırmalar sonucunda yoğurdun içeriğinde bulunan laktik asit bakterileri sayesinde kanser, bazı enfeksiyonel hastalıklar, mide-bağırsak rahatsızlıkları ve astım gibi kronik seyir gösterebilen hastalıklarda, koruyucu ve tedavi edici etkilerinin varlığı tespit edilmiştir. Bunun yanında bağışıklık sistemini destekleyici yönünün de var olduğu yapılan çalışmalar sonucu ortaya konmuştur (Meydani ve Hu, 2000).

Bağışıklık sistemine olan etkinliğini daha da arttırma adına yoğurtta bulunan bakterilere ek olarak *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp. eklenerek probiyotik yoğurtlar üretilmeye başlanmıştır (Özer, 2006).

Probiyotik yoğurtlar antibiyotik kullanımı sonucu veya stres ve hastalık gibi bağırsaklardaki bakteri dengesini bozan durumlarda bozulan mikrobiyal dengeyi düzenleyen iyi etkili bir diyet ürünüdür. (Mattila-Sandholm ve ark., 2002).

Probiyotik yoğurtlar bağırsak hareketlerinin düzenlenmesine yardımcı olarak, kabızlığın ve iltihaplı bağırsak enfeksiyonlarının oluşmasını engellemektedir (Çınar ve Dayısoylu, 2005).

Yapılan araştırmalar çocuklarda görülen diyare (ishal) rahatsızlığında yoğurt tüketiminin tedavi edici olduğunu göstermiştir. Yoğurdun yapısında bulunan *Lactobacillus* suşlarının tedavi edici olduğu saptanmıştır (Özden, 2008).

Yoğurdun yapısında bulunan laktik asit bakterileri gıdalarda bozulmalara neden olan ve insanda ise hastalıklara neden olan bazı patojen mikroorganizmaların gelişimi üzerine antagonistik etki gösterirler (Anar, 2015).

Meyveli yoğurtlarda bazı patojen bakterilerin gelişimlerinin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışma sonucunda ise yoğurtlarda bulunabilen başta *Staphylococcus aureus* olmak üzere *Bacillus cereus* ve *Escherchia coli* patojenlerine karşı, meyveli yoğurtlarda meyvelerden kaynaklı düşük pH ve yüksek asitlik sayesinde bu patojenlerin gelişimini engelleyici bir ortam sağladığı tespit edilmiştir (Kamber, 2016).

Yoğurt ve diğer fermente süt ürünlerinin kalp üzerine de olumlu etkilerinin varlığı yapılan birçok bilimsel araştırmayla ortaya konmuştur. Yoğurt ve diğer fermente süt ürünlerinin kolesterol seviyelerini düşürücü etkisi sayesinde koroner kalp hastalığına yakalanma riskini azalttığı sonucuna varılmıştır (Ünal ve Akalın, 2006). Ayrıca yoğurdun yapısında bulunan kalsiyum ve diğer biyoaktif bileşenlerin LDL kolesterol ve trigliserid üzerine olan etkinlikleri tespit edilerek raporlanmıştır (Astrup, 2014).

Kalsiyum ve protein yönünden zengin içeriğe sahip olan yoğurt ve süt ürünlerinin tüketimi iştah kontrol mekanizmasını etkilemektedir. Yapılan araştırma sonucunda yoğurt ve süt ürünlerinin tüketiminin GLP-1 ve PPY gibi hormonların kandaki konsantrasyonlarını arttırdığı ve böylelikle anorektik (iştah kapanması) etkinin şekillendiğini saptamışlardır.

Gelişmiş ülkelerde görülen kanser vakalarında en yaygın olanı kolorektal kanser (CRC) dir. 45.241 kişiden oluşan (31.063 kadın, 14.178 erkek) EPIC-İtalya kohort gönüllüleri üzerinde yapılan bir çalışmada her kişiye yoğurt alımı ile ilgili soruların yer aldığı anketler düzenlenmiştir. Gönüllüler 12 yıl boyunca takibe alınmış ve 289 kişiye CRC teşhisi konmuştur. Bu sonuca göre yoğurdun CRC kanserine karşı yoğurdun koruyucu etkisinin olduğu görülmüş, bu koruyuculuğun erkek bireylerde daha fazla sağlandığı sonucuna varılmıştır (Pala ve Sieri, 2011). Görülen bu antikarsinojenik etki oluşumu bakteriyel enzimlerin baskılanarak etkinliğinin azaltılmasına, intestinal pH'nın düşmesine ve immun sistemin uyarılarak aktive olmasıyla alakalı olduğu düşünülmektedir (Behare ve ark 2015).

Son zamanlarda yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, özellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi bağırsak bakterilerinin, ağız boşluğunda bulunan karyojenik etki gösteren *Streptococcus* ve *Candida* türlerinin çoğalmasını engelleyici etki gösterdiği tespit edilmiş ve bu olumlu etkileri sağlamak amacıyla *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi bağırsak bakterilerinin kullanılabileceği düşünülmektedir (Çetin ve ark., 2011).

Yoğurdun bağırsak florası üzerindeki yararlı faaliyetlerinin yanı sıra, büyüme ile ilgili önemli etkileri de bulunmaktadır. Deney hayvanlarının süt ve yoğurt ile ayrı ayrı beslenmesiyle ilgili yapılan birçok araştırmadan elde edilen verilere göre, yoğurt ile beslenen hayvanlarda süt ile beslenenlere kıyasla önemli derecede ağırlık artışı ve alınan besinden daha iyi bir yararlanma sağlandığı görülmüştür (McKinley, 2005).

Süt ve yoğurdun içerdiği besin değeri yönünden farklılıkları tablo 6 'da gösterilmektedir.

Tablo 6: Yoğurt ve sütün yapısındaki bileşiklerinin karşılaştırılması (Tamime ve Robinson, 2007)

Bileşik	Tam yağlı sütteki oranı	Bileşik	Tam yağlı yoğurttaki oranı
Su	87.8	Su	81.9
Protein	3.2	Protein	5.7
Yağ	3.9	Yağ	3.0
Karbonhidrat	4.8	Karbonhidrat	7.8
100 g 'da Ca	115 mg	100 g 'da Ca	200 mg
100 g 'da P	92 mg	100 g 'da P	170 mg
100 g 'da Na	55 mg	100 g 'da Na	80 mg
100 g 'da K	140 mg	100 g 'da K	280 mg

Yapısında bulundurduğu karbonhidrat, kaliteli protein ve lipid yönüyle önemli olan, kuru madde içeriği yüksek, ayrıca; kalsiyum, fosfor, potasyum, magnezyum, B vitaminleri ve çinko bakımından da oldukça zengin bir süt ürünü olan yoğurt fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olduğu, günlük diyetle sıklıkla yer verildiği bilinmektedir (Şireli ve Onaran, 2012)

1.4.Dünyada Yoğurt Tüketimi

1935 yıllarına kadar yoğurt, Balkanlar dışındaki Avrupa ülkelerinde yok denecek kadar az bilinmekteydi. Tedavilerde özellikle mide ve bağırsak hastalıkları tedavisi amacıyla doktor reçetesi ile tüketilmekteydi (Demirci ve Şimşek, 2005). Yapılan bilimsel araştırmaların artması ve sonuçlarının sağlık açısından olumlu olması , insanların faydasını bilerek , öğrenerek daha da bilinçli bir şekilde diyetlerinde yer verip tükettiği yoğurt miktarı son 30-40 yıl içerisinde hızlı bir artış göstermiştir. Bu

hızlı artışta; her şeyden önce besin değerinin daha iyi anlaşılmış olması, diyetetik etkisinin kanıtlanması, standart kalitesinin uygun teknolojilerle yakalanması ve tüketim amacına yönelik reklamların artması, pazarda çok fazla yoğurt ürünleri çeşitlerinin bulunması etkilidir (Özer, 2006).

Dünyada yoğurt tüketimi gün geçtikçe artarak devam etmektedir. Balkanlar, Orta Asya, Ortadoğu, Güney Asya, Arap ve Kuzey Afrika ülkelerinde genellikle klasik set tipi (pıhtısı kırılmamış) yoğurtlar ile konsantre yoğurt ve ayrına olan talep ve tüketim miktarları yüksektir. Ancak, Amerika ve Avrupa ülkelerinde ise kültürel bir özellik olarak genellikle fazla asidik gıdalar damak tadlarına uygun olmadığı için sade yoğurtlar bu ülkelerde tercih edilmez. Söz konusu bu ülkelerde çoğunlukla yoğurda asidik tadını yok edecek meyveler ve aromalar eklenerek yoğurt , meyveli yoğurt şeklinde tüketilmektedir (Türkmen ve Akal 2013).

Günümüzde özellikle Avrupa’da, tüketiciye , farklı beğenilerine hitap eden çok çeşitli yoğurtlar üretilmektedir (Demirci ve Şimşek, 2004). Yoğurt tüketimine baktığımızda, klasik pıhtısı kırılmamış yoğurt ile konsantre yoğurt ve özellikle ayrı tüketimi günlük beslenme diyetinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Klasik pıhtısı kırılmamış yoğurt, konsantre yoğurt ve özellikle ayrı Balkanlar, Ortadoğu ve Orta Asya ve Güney Asya, Kuzey Afrika ve Arap ülkelerinde günlük beslenme diyetlerinin önemli bir kısmını oluşturur. Soya sütü fermantasyonu ile elde edilen yoğurt ve fermente ürünlerinin tüketimi ise daha çok uzakdoğu ülkelerinde yaygın tüketildiği gözlenmiştir (Koçak, 2013).

Yapılan araştırmalar sonucunda İngiltere ve ABD’ de kişi başına düşen fermente süt ürünleri tüketiminin Fransa, Hollanda, Almanya ve Danimarka gibi ülkelerde kişi başına düşen yoğurt tüketiminden daha az olduğu saptanmıştır.

Doğal yoğurdun asidik karakterde olması Avrupa ülkelerinde tüketimini sınırlayan bir faktör olması sebebiyle tatlandırılmış ve meyve ile çeşitlendirilmiş yoğurtların satışı marketlerde geniş yer tutmuştur (Robinson ve ark., 2007).

1.5.Türkiye’de Yoğurt Tüketimi

Yüksek besin değerine sahip olması, her yaştan birey için tercih edilebilir ve hemen hemen her öğünde tüketilebilecek olması, uygun sıcaklıklarda (3-10°C) muhafaza edilirse raf ömrünün süttten daha uzun olması, düşük pH’sı sayesinde yapısında patojen mikroorganizmaları barındırmaması Türkiye’de yoğurdun yaygın olarak tüketilmesini sağlamaktadır (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

Yoğurt hakkında yapılan çalışmaların artması sonucunda tüketimi ve çeşitliliğide aynı oranda artmıştır. Son yıllarda gittikçe artan sade, meyveli, prebiyotik ve benzeri yoğurt çeşitleri ile sağlıklı yaşamın anahtarı olarak önemini arttırmaktadır.

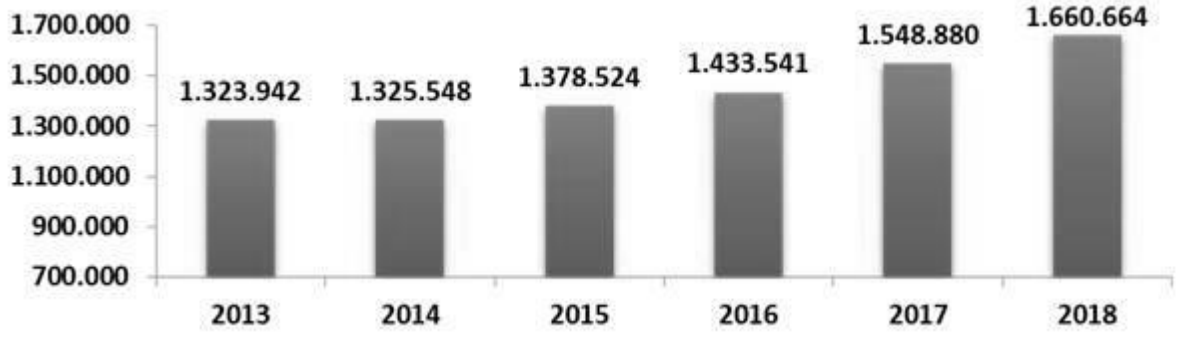
Süt veren hayvan sayımızdaki artışa paralel bir şekilde ede ettiğimiz süt miktarı da artmaktadır. Yoğurdun temel yapı malzemesi olan süt , üretimindeki artışa paralel olarak üretilecek yoğurt miktarında da artış sağlanmaktadır. Tablo 7 de yıllara göre çeşitli hayvanlardan elde ettiğimiz süt miktarları ve genel üretim payları gösterilmiştir. Süt üretimimizde en fazla payı sığırlardan sağlamaktayız ve üretilen yoğurtların büyük bir kısmı ise sığır sütünden sağlanmaktadır. Bazı yörelerde ve bölgelerde, bölgenin kültüründe yer alan o bölgeye özgü yoğurt üretmek için koyun yada manda sütünden yararlanılmaktadır. Fakat koyun ve manda sütündeki üretim

azlığından dolayı bu sütler ile yapılan yoğurtlar yaygınlık gösterememektedir (Özer, 2006).

Tablo 7: Yıllara göre çeşitli hayvanlardan elde ettiğimiz süt miktarları ve genel üretim payları(TUİK)

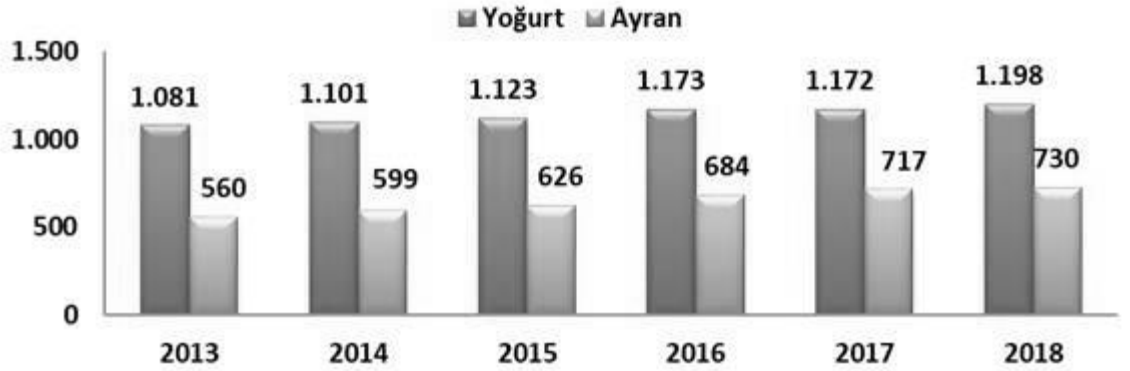
Yıl	Sığır		Manda		Koyun		Keçi		Toplam
	Ton	Pay (%)	Ton	Pay (%)	Ton	Pay (%)	Ton	Pay (%)	
2000	8.732.000	89.19	67.300	0.69	774.400	7.91	216.300	2.21	9.790.000
2009	11.583.313	92.35	32.443	0.26	734.219	5.85	192.210	1.53	12.542.186
2010	12.418.544	91.69	35.487	0.26	816.832	6.03	272.811	2.01	13.543.674
2011	13.802.428	91.7	40.372	0.3	892.822	5.9	320.588	2.1	15.056.211
2012	15.977.838	91.8	46.989	0.3	1.007.007	5.8	369.429	2.1	17.401.262
2013	16.655.009	91.4	51.947	0.3	1.101.013	6.0	415.743	2.3	18.223.712
2014	16.998.850	91.2	54.803	0.3	1.113.937	6,0	463.270	2,5	18.630.859
2015	16.933.520	90.8	62.761	0.3	1.177.228	6,3	481.174	2,6	18.654.682
2016	16.786.263	90.8	63.085	0.3	1.160.413	6,3	479.401	2,6	18.498.161
2017	18.762.319	90.6	69.401	0.3	1.344.779	6,5	523.395	2,5	20.699.894
2018	20.036.716	90,6	75.742	0,3	1.446.271	6,5	561.826	2,5	22.120.716

Ülkemizde üretilen sütlerin büyük bir kısmı içme sütü olarak değerlendirilmektedir. Özellikle gelişim dönemindeki çocuklar, gençler ve erişkin insanlar hatta yaşlılar bile günlük diyetlerinde sıkça yer vermeleri neticesinde üretilen sütlerden büyük bir kısmını içme sütüne işlemekteyiz. Şekil 1 de yıllara göre içme sütü miktarları gösterilmiştir. Her geçen yıl içme sütü üretimi miktarı bir önceki yıla göre artmaktadır.



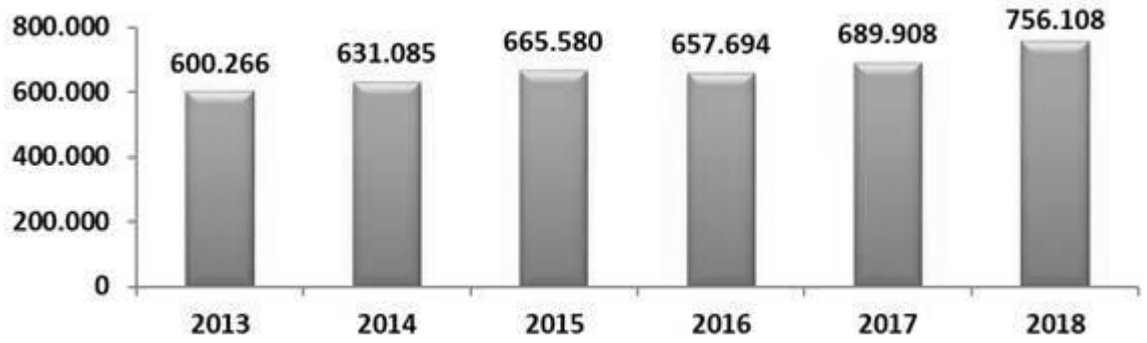
Şekil 1: Yıllara göre içme sütü üretim miktarları(TUİK,2018)

İçme sütünü takiben işlenen süt ürünleride Türk kültüründe önemli bir yeri olan ve Türk damak tadına uygun hemen her sofrada kendine yer bulabilen yoğurt ve ayran gelmektedir. Yoğurt üretimi Türkiye’de süt ve süt ürünleri üretiminin %28’ini oluşturmaktadır. Ülkede üretilen süt miktarının yaklaşık olarak çeyrek dilimini yoğurt ve ayran üretimi için işlenmektedir. Bu oran her geçen yıl bu oran artmaktadır. Yıllara göre yoğurt ve ayran üretimi şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2 : Yıllara göre yoğurt ve ayran üretim miktarları (TUİK,2018)

Daha çok ihracatında bulunduğumuz ve kahvaltı sofralarında eksik etmediğimiz bir diyet ürünü olan peynir gelmektedir. Şekil 3 te yıllara göre peynir üretim miktarları verilmiştir.



Şekil 3 : Yıllara göre peynir üretim miktarları verilmiştir(TUİK,2018)

2018 ve 2019 yılı verilerine göre işletmeler tarafından toplanan ve entegre tesislerde fermente ürünlere çevrilen sütün dağılımı tabloda verilmiştir. Yıl boyu üretilen sütlerden en fazla olarak içme sütü üretimi yapılmakta daha sonra ise yoğurt ve ayran üretimi için süt işlenmektedir. İçme sütü yada yoğurt kadar olmasa da peynir üretimi için işlenen sütte önem arz etmektedir.

Tablo 8: 2018 ve 2019 yılı TUİK verilerine göre süt ürünleri üretimi ve değişim oranları

Süt ürünleri üretimi ve değişim oranları, Aralık 2019 (Ton)						
	Aralık			Ocak - Aralık		
	2018	2019	Değişim (%)	2018	2019	Değişim (%)
İçme sütü	140 733,9	141 300,6	0,4	1 660 664,4	1 540 121,7	-7,3
Yoğurt	89 379,4	88 479,2	-1,0	1 198 796,2	1 181 205,5	-1,5
Ayran	53 631,1	57 168,9	6,6	730 708,5	720 120,0	-1,4
İnek peyniri	58 036,5	56 721,3	-2,3	722 713,4	679 059,2	-6,0
Tereyağı	6 298,9	6 034,0	-4,2	65 856,0	73 839,9	12,1
Yağsız süt tozu	5 147,2	4 370,8	-15,1	63 236,8	67 136,1	6,2
Tam yağlı süt tozu	4 119,3	3 905,6	-5,2	46 254,7	39 588,3	-14,4
Kaymak	3 377,3	3 565,6	5,6	32 937,6	40 088,6	21,7
Diğer peynirler	793,2	271,7	-65,7	33 395,0	28 100,9	-15,9

Yoğurdun fiyat olarak uygun olması da tercih edilme sebepleri arasındadır. Benzer besleyici özellikteki diğer diyet ürünlerini daha yüksek maliyetlerle elde edebilirken yoğurdun fiyat yönünden daha düşük olması alım gücünü arttırmaktadır.

Uygun bir maliyetle hemen her gruptan gelir düzeyine sahip kişiler tarafından alınabilmektedir.

Tablo 9: 2014-2017 yılları, aynı aylarında ki yoğurt fiyatlarının karşılaştırılması (TL/Kg)

Yoğurt (Yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2014	3,85	3,96	4,01	4,03	4,03	4,04	4,14	4,17	4,19	4,23	4,27	4,27
2015	4,31	4,29	4,28	4,26	4,24	4,23	4,22	4,25	4,24	4,22	4,21	4,20
2016	4,21	4,20	4,19	4,15	4,19	4,17	4,17	4,17	4,18	4,18	4,19	4,19
2017	4,32	4,45	4,50	4,45	4,44	4,44	4,48	4,72	4,78	5,07	5,18	5,13

Yıl içerisinde üretilen süt miktarı aylara göre değişmekle birlikte süten elde edilen ürünler ve miktarları da değişim göstermektedir. Tablo 10’da 2019 yılı içerisindeki aylara göre yoğurt üretimi verilmiştir.

Tablo 10: 2018 yılı , aylara göre yoğurt üretimi(TUİK,2018)

AY	ÜRETİM MİKTARI (TON)
Ocak	90, 368
Şubat	89, 116
Mart	99,011
Nisan	99,328
Mayıs	10,291
Haziran	98,271
Temmuz	114,746
Ağustos	107,412
Eylül	101,449
Ekim	98,305
Kasım	89,429
Aralık	88,479

1.6.Yoğurdun Sınıflandırılması

Özellikle 1990'lı yıllardan sonra Dünya'da yoğurda olan talep gün geçtikçe artmıştır. Artan bu talebi karşılama adına yoğurt üretimi de gün geçtikçe hızla artmıştır. Yoğurdun sağlıklı yaşam için vazgeçilmez bir besin olduğunun anlaşılması ve yapılan bilimsel çalışmalar ile bu düşüncenin ispatı sonucunda yoğurda olan talep daha da artmış ve yoğurt üretim teknolojisinin gelişmesi hız kazanmıştır (Özer, 2006).

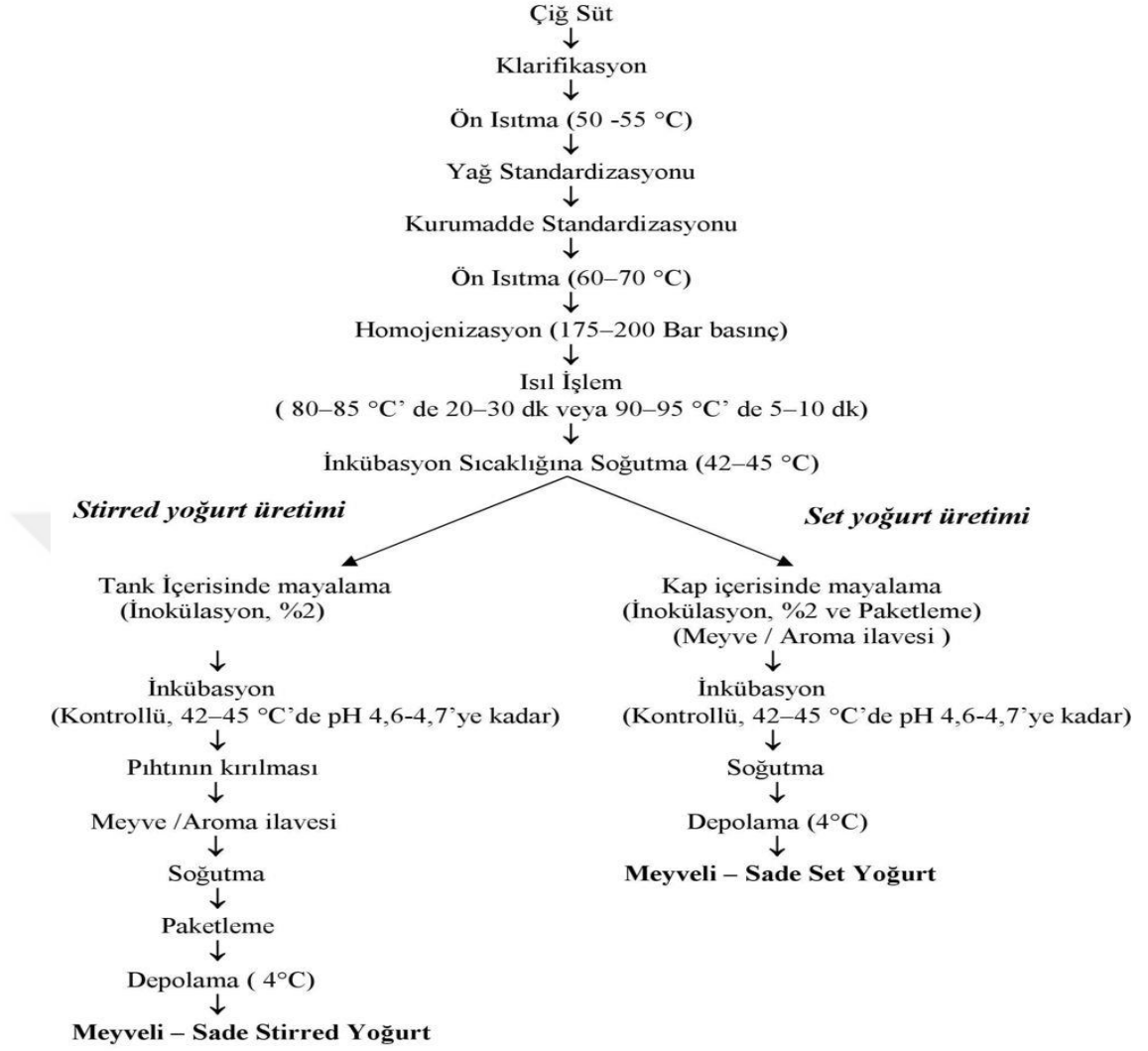
Gelişen bu yoğurt teknolojisi ile farklı lezzet ve tatta yoğurt üretimi yapılmaya başlanmıştır. Bu durum ise yoğurda olan talebi daha da arttırmıştır. Bugün ki gelinen noktada gelişen üretim teknolojisi sayesinde piyasada birçok çeşit yoğurt görmekteyiz (Özden, 2007).

1.6.1. Yoğurdun Yağ Oranlarına Göre Sınıflandırılması

TGK Fermente Sütler Tebliği'nde yoğurtlar, yağ oranlarına göre tam yağlı (sütyağı > % 3,8), yarım yağlı (% 2 > süt yağı > % 1,5) ve yağsız (süt yağı < % 0,5) olarak sınıflandırılmıştır (TGK, 2009).

1.6.2.Yoğurdun Yapım Tekniğine Göre Sınıflandırılması

ENDÜSTRİYEL YOĞURT ÜRETİMİ

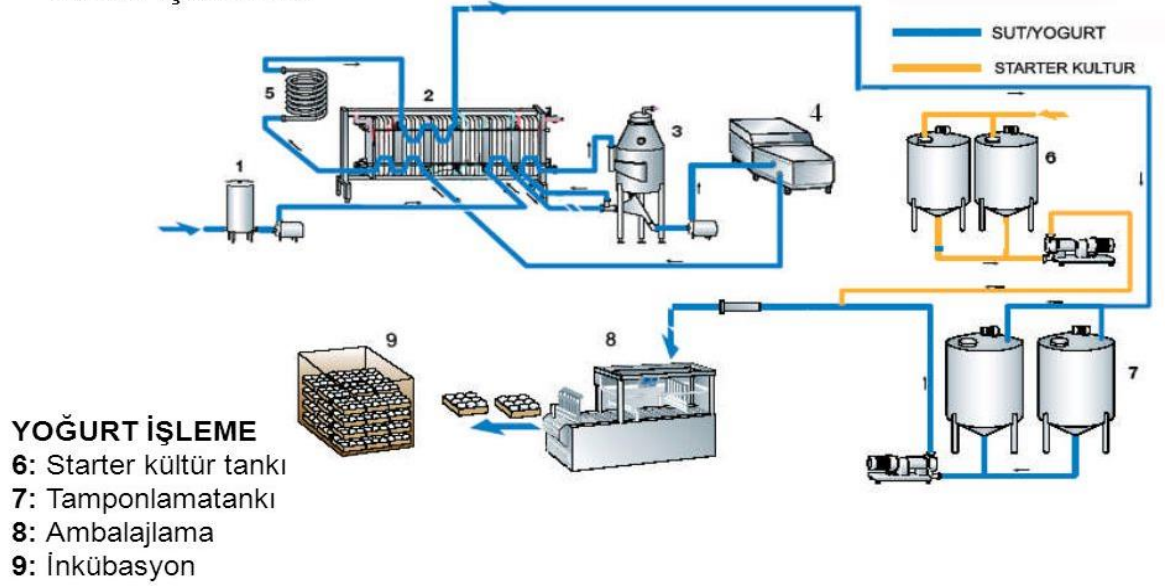


Şekil 4:Endüstriyel yoğurt üretimi akış şeması (MEGEB, 2016)

1.6.2.1.Set Tipi Yoğurt : Pıhtısı parçalanmamış yoğurt olarak da isimlendirilir.Yoğurt yapımı için ön işlemlere tabi tutulan süt içerisine starter kültürlerin eklenmesiyle yoğurt sütü halini alır ve ambalaj kaplarına dolum yapılarak özel inkübasyon odalarında fermentasyon işlemine tabi tutulur.Fermentasyon sonucunda elde edilen yoğurda set tipi yoğurt denir.

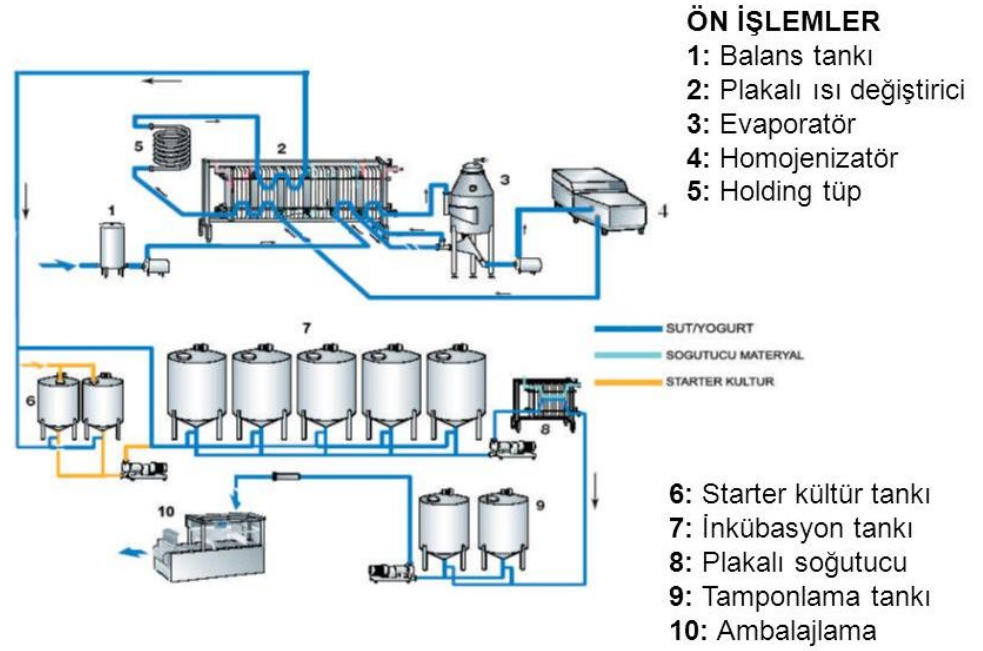
Aşağıdaki şekil 5'te set tipi (pıhtısı kırılmamış) yoğurt üretim basamakları gösterilmiştir.

1-5: ÖN İŞLEMLER



Şekil 5: Set tipi (pıhtısı kırılmamış) yoğurt üretim basamakları (MEGEB, 2016)

1.6.2.2. Stirred tipi yoğurt : Pıhtısı parçalanmış yoğurt olarak da isimlendirilir. Yoğurt yapımı için ön işlemlere tabi tutulan süt içerisine starter kültürlerin eklenmesiyle yoğurt sütü halini alır ve bir tank içerisinde starter kültür ilave edilerek inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonucunda bir pompa yardımıyla oluşan pıhtı parçalanarak dolum noktasına ve oradanda ambalajlara konulur. Elde edilen yoğurda stirred tipi yoğurt denir. Aşağıdaki şekil 6’da stirred tipi yoğurt üretim basamakları gösterilmiştir.



Şekil 6 : Stirred tipi (pıhtısı parçalanmış) yoğurt üretim basamakları (MEGEB, 2016)

1.6.2.3.Kaymaklı Yoğurt: Geleneksel bir yoğurt türü olup ülkemizde hala yaygın bir şekilde tüketilmektedir. Üretim prensibi süt yağı ile yağsız süt kısmının yoğunluk farkına dayanır. Bu yoğunluk farkından dolayı yağ globüllerinin sütün üst kısmında toparlanır ve kaymak oluşumu şekillenir. Sütün uygulanan sıcaklık derecesinin yükseltilmesiyle sütte oluşan yağ globüllerinin sütün üst kısmına doğru olan hareketi artmaktadır. Yüzeyde kaymak oluşumu istendiği durumlarda yaklaşık (46-48 °C) sıcaklıkta doluma alınır ve kaymak bağlama işlemi olarak adlandırılan bu işlem süt ısısı yaklaşık sıcaklık (42-43 °C) inene kadar devam etmektedir (MEGEB, 2016).

1.6.3.Yoğurdun Aromasına Göre Sınıflandırılması

1.6.3.1.Sade Yoğurt: Natürel veya doğal yoğurt olarakda isimlendirilir. Tad ve aromasını sütün bileşiminden alır. Tad ve aromayı zenginleştirme adına herhangi bir

madde ilavesi yapılmaz. Starter kültürlerin (*S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*) aktivasyonu sonucunda oluşan aromaya sahip yoğurt türüdür.

1.6.3.2.Meyveli Yoğurt: yoğurt üretimi esnasında çeşitli meyveler, meyve pulpu, meyve suyu, meyve konsantresi, meyve şurubu, meyve reçel veya marmelatı, şeker, çeşitli aroma maddeleri, renklendiriciler, birtakım pH düzenleyiciler, hidrokoloidler ve bazı koruyucular eklenerek üretilen yoğurt çeşididir. Günümüzde tüketici tarafından tercih edilen ve tüketimini daha da arttırmak amacıyla tüketici tercihleri dikkate alınarak geliştirilmeye devam eden yoğurt türüdür (Ufuk, 2017).

1.6.3.3.Aromalı Yoğurt: Meyveli ve/veya meyve aromalı yoğurtlarda tat/aroma dengesinin sağlanması amacıyla yoğurt yapımı için işlenecek süte, bitkisel ve kimyasal kaynaklı değişik tatlandırıcılar ve aroma maddelerinin yasalarla belirtilen kullanım miktarlarına bağlı kalınarak ilavesi sonucu oluşan yoğurt şeklidir (Üçüncü, 2005).

1.6.3.4.Diğer Yoğurt Çeşitleri

1.6.3.4.1.Konsantre Yoğurt (vakum kondanse): Ülkemize mevcut yoğurt piyasasında süzme yoğurt adıyla yer bulan bu yoğurt türünün en önemli özelliği raf ömürlerinin 30-40 gün'ü bulabilecek kadar uzun olmasıdır. Yoğurdun raf ömrünü uzatma yani bozulmadan daha uzun süre kalmasını sağlama adına uygulanan en eski ve etkili yöntem yoğurdun koyulaştırılmasıdır. Konsantre yoğurt yapımındaki temel esas yoğurdun serum kısmının çeşitli yöntemler kullanarak (bez torba içerisinde süzme, membran teknikleri veya mekanik santrifüjlerin kullanımı) uzaklaştırılmasıdır. Serum kısmı uzaklaştırılan yoğurdun içerdiği kuru madde oranında önemli bir artış olmakla birlikte daha yumuşak ve sürülebilir bir kıvama sahip bir yoğurt meydana gelmiş olur (Ufuk, 2017).

1.6.3.4.2.Dondurulmuş Yoğurt: Dondurma üretim teknolojisi ile yoğurt üretim teknolojisinin birlikte organize edilmesi esasına dayanır. Ortaya çıkan ürün daha çok yoğurt benzeri bir üründür. Yapım teknolojisindeki farklılığa göre üç farklı gruba ayrılır;

- a) Yumuşak dondurulmuş yoğurt
- b) Mus yoğurt
- c) Sert dondurulmuş yoğurt

Üretim teknolojisi bakımından aralarında belirgin farklılık bulunmayan bu üç tür yoğurttan yumuşak dondurulmuş yoğurt ve sert dondurulmuş yoğurt üretiminde emülsifiyer/stabilizer ve şeker ilaveli soğuk meyve grubu miksi belirli oranlarda soğuk yoğurt ile karıştırılarak üretim yapılırken mus yoğurt üretiminde ise meyve grubu miksi soğuk yoğurt yerine sıcak yoğurt ile karıştırılmaktadır (MEGEB, 2016).

1.6.3.4.3.Kurutulmuş (Toz) Yoğurt: Yoğurdun dayanım süresini arttırmak amacıyla çeşitli yollar ile kurutulması sonucu elde edilen bir üründür. Ülkemizde kurut diye isimlendirilen bu yoğurt türünün raf ömrü 1 yıl süreye kadar uzayabilmektedir. Yoğurda oranla daha düşük depolama ve paketleme maliyetine sahip olması, soğuk depolama zorunluluğunun olmaması gibi avantajları üretimine olan talebi arttırmaktadır. Yoğurt kurutmasında uygulanan başlıca kurutma yöntemleri ;

- a) Direkt güneş altında kurutma
- b) Dondurarak kurutma
- c) Mikrodalgada kurutma
- d) Sprey ile kurutma

Şeklinde sıralanabilir.

1.6.3.4.4.Pastörize/Uzun Ömürlü Yoğurt: Yoğurdun raf ömrünü uzatmak amacıyla uygulanan bir diğer yöntem ise fermantasyon işleminden sonra son ürüne ısıtma işlemi uygulanması şeklindedir. Uygulanan bu ısıtma işlemi sayesinde üründe bulunabilecek fakat sağlık açısından zararlı olup üründe istenmeyen

mikroorganizmalar (küf, maya ve diğerleri) ve bunların enzimleri inaktive edilmektedir (MEGEB, 2016). Böylece yoğurtların raf ömürleri 6-8 hafta ile 6-12 aya kadar uzatılabilmektedir. Raf ömrünü uzatma adına faydalı bir yöntem olsada bu yöntemin bazı sakıncaları da vardır ;

- a) Yoğurtta bulunması gereken insan sağlığı için faydalı olan aktif bakteri miktarı ciddi ölçüde azalmaktadır
- b) Ürünün viskozitesinde oluşan azalma sonucunda depolama sırasında serum ayrışımı görülmesine neden olmakta
- c) Fermentasyon sırasında oluşan ve ürüne tat-aroma veren bileşenlerin uzaklaşmasından dolayı tat-aromada azalma
- d) Depolama sırasında oluşan besin değeri kayıpları normal yoğurda göre daha fazla şekillenmektedir.

1.6.3.4.5.Biyo-Yoğurt (Probiyotik Yoğurt): Probiyotik bakteriler olarak bilinen ve vücut için yararlı olup alınması gereken (*Lactobacillus spp.* ve *Bifidobacterium spp.*) bakterilerinin vücuda alınmasına aracılık eden en uygun gıdalardan birisidir. Geleneksel yoğurt üretimiyle aynı üretim basamaklarına sahip olan bu yoğurt üretimindeki temel farklılık yoğurda probiyotik bakterilerinin eklenmesidir.

1.6.3.4.6.Silivri Yoğurdu: Ülkemize özgü olan bu yoğurt asıl olarak koyun sütü kullanılarak yapılan, kaymak yönünden zengin bir yoğurt çeşididir. Fakat koyun sütü üretiminin sürekli sabit olmaması mevsimsel dalgalanmalar göstermesi ve üretim miktarındaki yetersizlikler nedeniyle koyun sütü yerine inek, manda ve keçi sütleri de kullanılabilmektedir. Klasik yoğurt üretimine göre buradaki temel farklılık kaymak bağlama hızının artırılmak için starter kültür ilave edilmek üzere metal kaplara aktarılan ısıtılmış sütlerin bir kez daha ısıtılması işleminin uygulanmasıdır.

1.6.3.4.7.Soya Yoğurdu: Soya sütü, soya fasulyesi kullanılarak elde edilmektedir. Soya sütü birçok gıda üretiminde tercih edilsede en yaygın kullanıldığı gıda ürünü yoğurt ve benzeri fermente ürünlerdir. İnek sütüne göre daha düşük miktarda karbonhidrat ve yağ bulundurmasına rağmen protein içeriği bakımından inek sütüyle hemen hemen aynı orandadır. Özellikle günümüzde hayvansal protein kaynaklarındaki yetersizlik ve maliyet faktörleri, soyanın alternatif bir protein kaynağı olarak kullanımını artırmıştır (Ufuk, 2017).

1.6.3.4.8.Tuzlu Yoğurt: Kültürel bir yoğurt çeşidi olup kaynatılarak yoğunlaştırılıp kıvam olarak koyulaşıp yoğunlaşan yoğurda tuz ilave edilmesiyle hazırlanır. Hazırlanan bu yoğurt cam kavanozlara doldurularak üzerlerine zeytinyağı ilave edilip ağzıları kapatılarak serin bir yerde saklanır. Genelde kışlık tüketim için tercih edilir ve raf ömrü 6-9 ay arasındadır (MEGEB, 2016)

1.7.AFLATOKSİNLER

1.7.1.Aflatokinler Hakkında Genel Bilgiler

Mikotoksinler; çeşitli mantarların insanlar ve hayvanlar üzerinde toksik etki gösteren sekonder metabolitlerdir. İnsanlar ve hayvanlar üzerinde görülen bu toksik etkiler "mikotoksikozis" olarak isimlendirilmektedir. Bu toksine maruz kalan canlının yaş, cinsiyet, beslenme durumu gibi faktörlere bağlı olarak mikotoksikozisin şiddeti de değişkenlik göstermektedir (Peraica ve ark., 1999). Kanserojenik, mutajenik, teratojenik, immünosüpresif etkiler başta olmak üzere insanların ve hayvanların sağlığını ciddi anlamda tehdit eden toksik etkilere sahip olan bu mikotoksinler süt ve süt ürünleri, tahıllar, baharatlar ve bir çok gıda maddesinde bulunmaktadır (Yang ve ark., 2017).

Dünyada üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda üç yüz farklı mikotoksin belirlenmiştir fakat bunlar içerisinde sadece 30'unun toksik etkiye sahip olduğu saptanmıştır. *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Clavipes* ve *Alternaria* türlerine ait mantarlar tarafından üretilen toksinler, toksik özellik gösteren mikotoksinlerin başlıcalarıdır (Oğuz, 2017). *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri genellikle yem ve besinleri depolama koşullarında enfekte ederken, *Fusarium* türleri; arpa, buğday, mısır gibi bitkileri tarlada enfekte etmektedir. Bu sebeple aflatoksinler, okratoksinler, fumonisinler ve patulin gibi mikotoksinler özellikle gıdalar için ciddi tehdit oluşturmaktadır (Alshannaq ve Yu, 2017).

Mikotoksinler üzerine yapılan çalışmalar arasında ilk sırayın hepatotoksik etkilerinin çok kuvvetli olduğu bilinen aflatoksinler almaktadır. Çoğunlukla, *Aspergillus flavus*, *A. nomius*, *A. parasiticus*, *A. bombycis* ve *A. pseudotamarii* tarafından sentezlenmektedirler. Aflatoksin B1, B2, G1, G2, M1 ve M2 olmak üzere altı fraksiyon olarak bulunurlar. Ultraviyole ışık ile işlem gördüklerinde mavi renge dönenler aflatoksin B1 (AFB1) ve AFB2, yeşil renge dönenler ise AFG1 ve AFG2 olarak isimlendirilmektedir (Girgin ve ark., 2001).

Aynı grupta olanlar aflatoksinler yapı bakımından kendi içlerinde birbirlerine benzer özellik göstermektedirler. Örneğin; B1 ve B2'nin yapıları birbirine benzerken yine aynı grupta yer alan G1 ve G2'nin de yapıları da kendi içinde birbirine benzemektedir.

Aflatoksinler toksik etki bakımından ise; $AFB1 > AFG1 > AFB2 > AFG2$ şeklinde sıralanmaktadır (Madalı ve Ayaz, 2017). AFM1 ve AFM2 sırasıyla AFB1 ve AFB2'nin toksik metabolitidir. Aflatoksinlerle kontamine olmuş yem ile beslenen hayvanlarda, laktasyon sırasında atılım sağlanır. Bu atılım AFM1 ve AFM2 şeklinde

gerçekleşir. Yapılan çalışmalar sonucunda hayvanın tükettiği AFB1 ile sütünden alınan AFM1 oranı arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Hayvanın cinsine, süt verme dönemine, sağım aralığına ve zamanına göre değişkenlik gösterdiği Sütteki aflatoksin B1'in yaklaşık olarak %0,3-6,2'sinin aflatoksin M1'e metabolize olduğu, bildirilmiştir (Madalı ve Ayaz, 2017). İnsanlar tarafından oldukça fazla tüketilen gıdalarda bulunması açısından aflatoksinler ciddi önem teşkil etmektedir. Kümes hayvanları, küçükbaş ve büyükbaş hayvanların etlerinden, yumurtalarından, sütlerinden ve çeşitli organlarından alınan örnekler üzerine yapılan çalışmalar; düşük miktarda tüketilen AFB1'in bile, özellikle karaciğer başta olmak üzere, çeşitli dokulara, yumurtaya ve süte de bulaşabildiğini ortaya koymuştur. Ayrıca kontamine sütler kullanılarak elde edilen peynirlerde, peynirin daha konsantre bir ürün olma sebebiyle süttten en az 3 kat daha fazla miktarda aflatoksin içerdiği yapılan araştırmalarla saptanmıştır. Hayvansal yağlarda ise bu durum; yağın elde edildiği süttün en az 0,5 katı kadar aflatoksin içerdiği belirtilmiştir (Sabuncuoğlu ve ark., 2008).

Aflatoksinler; insanların ve hayvanların sağlığı üzerinde çok çeşitli toksik etkiler oluşturmaktadır. Aflatoksinlerin göstermiş olduğu bu etkilerden dolayı oluşan mikotoksikoza 'aflatoksikoz' ismi verilmektedir (Alshannaq ve Yu, 2017).

Aflatoksinlerin canlılar üzerinde; protein, DNA, RNA ve lipid sentezi ile pıhtılaşma faktörü inhibisyonu, glikoz metabolizması gibi çeşitli metabolik etkiler oluşturmakta ayrıca bazı hayvan türlerinde akut nekroz, siroz ve karaciğer kanserine sebep olmaktadır. Bu sebeple; AFB1, Uluslararası Kanseri Araştırma Vakfı (IARC) tarafından Grup I karsinojen olarak sınıflandırılmıştır (Girgin ve ark., 2001). Aflatoksikozisin derecesi, mikotoksikozis de olduğu gibi, maruz kalan canlının cinsiyetine, türüne, beslenme durumuna, yaşına ve çevresel faktörlere göre değişkenlik gösterebilmektedir. Toksik elementin alınma sıklığı ve miktarı da patolojik veriler için etkili olmaktadır (Diler, 2019). Bu sebeple her ülke, aflatoksin

içeriği bakımından gıdalarda bulunmasına izin verdiği maksimum düzeyler için limitler belirlemiştir.

Türkiye’de de, Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği’nde (TGK, 2011) çeşitli gıdalar için aflatoksin bulunma limitleri belirtilmektedir. Gıdalarda aflatoksin varlığı, insan ve hayvan sağlığını ciddi anlamda tehdit etmenin yanında ciddi ekonomik kayıplara da sebep olmaktadır. Örneğin; tarladan toplanan ürünün depolama koşullarında karşılaşacağı uygunsuz bir durum tüm ürünü kontamine ederek ciddi bir hammadde kaybına yol açabilmektedir . Çiftlikte bulunan kontamine yem ile beslenmiş tüm hayvanların öncelikle kendileri daha sonra ise bu hayvanlardan elde edilen ürünler ciddi anlamda risk taşımakta ve ciddi kayıplara yol açmaktadır. Bu sebeple aflatoksin detoksifikasyonu kesinlikle uygulanması gereken bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Ufuk, 2017). Aflatoksinlerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle üç farklı şekilde detoksifikasyonu söz konusudur. Her üç yöntem için de çok farklı metodlar geliştirilmiştir ancak bu toksinlerin besin öğelerinde farklı düzeylerde kayıplara sebep olmaları, yüksek maliyetlerle uygulanabilmeleri ve yeterli oranda detoksifikasyon yapamamaları gibi önemli dezavantajlardan dolayı rutin olarak uygulanabilen verimli bir seçenek bulunamamıştır (Özkaya ve Temiz, 2003).

Günümüzde gıdalarda Aflatoksinlerin analizi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar başlıcaları İnce Tabaka Kromatografisi (TLC), Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC), Sıvı Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (LCMS), Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC/MS), Enzim Bağlı Immunosorbent Analiz (ELISA), Enzim Aktivitesine Bağlı Immunoteknik (Enzyme Multiplied Immunoassay Technique/EMIT) ve elektrokimyasal immunosensörler gibi yöntemlerdir (Kumar ve ark. 2016).

1.7.2.Aflatoksinler ve Genel Özellikleri

Aflatoksin terimi *Aspergillus*'un *A* ve *flavus*'un *fla* harfleri birleştirilip toksin kelimesinin ilavesiyle oluşturulmuş bir terimdir (Gürbüz ve ark., 1999). Aflatoksinler *Aspergillus* türlerinin sentezlediği toksinlerin içerisinde en önemli olan gruptur. Bu grupta ayrıca üzerinde en çok çalışılan mikotoksin grubudur. Aflatoksinler ile ilgili ilk veriler 1960'lara kadar dayanmaktadır. İngiltere'de, Güney Amerika ve Afrika'dan alınan yerfıstığı küspesiyle yetiştirilen 100.000 hindipalazının aniden ölmesi üzerine yapılan çalışmalarda keşfedilmiştir. Yemlerde yapılan araştırmalar sonucunda *A. flavus* izole edilmiş ve bu organizma tarafından oluşturulmuş olan toksin ise aflatoksin (*Aspergillus flavus* Toxin – A-fla-toxin) olarak tanımlanmıştır. Ayrıca 1962 yılında da güçlü bir “hepatotoksik” ve “hepatokarsinojen” etkisi sahip olduğu anlaşılmıştır (Hazer, 2011).

Aflatoksin başlığı altında 13 bileşik tanımlanmaktadır. Aflatoksinler içerisinde B1, B2, G1, G2, M1 ve M2 en yaygın türler olmakla birlikte; Q, P, D, R0, B2a ve G2a olarak tanımlanan başka metabolitleri de bulunmaktadır. Aflatoksin üreten küflerin başında *A. Flavus* ve *A.parasiticus* gelmektedir. Bunlara ek olarak *A.ochraceus* ve *A.nidulans* gibi türler de aflatoksin üretebilme yeteneğine sahiptir. Aflatoksin üreten funguslar ve özellikleri tabloda verilmiştir (Bhatnagar ve ark., 2000).

Tablo 11: Aflatoksin Üreten Fungusların Temel Özellikleri (Bhatnagar ve ark., 2000)

Özellik	<i>A. flavus</i>	<i>A. parasiticus</i>	<i>A. nomius</i>
Conidiophore düzenlemesi (Metulae)	Genelde iki sıralı	Genelde tek sıralı	Genelde iki sıralı
Conidia	Pürüzsüz-orta derecede pürüzlü, boyutu değişken (3-8 µm)	Bariz pürüzlü, boyutu daha az değişken (4-7 µm)	Pürüzsüz-orta derecede pürüzlü, boyutu değişken (3-8 µm)
Sclerotia	Büyük, küresel	Büyük, küresel	Küçük, küresel
Koloni rengi	Yeşil	Koyu sarı-yeşil	Yeşil
Aflatoksin üretimi	B1, B2	B1, B2, G1, G2	B1, B2, G1, G2
Cyclopiazonic asit üretimi	Evet	Hayır	Hayır

Özellikle *A. flavus* ve *A. parasiticus*, oluşturdukları toksinlerle insan hastalıklarının patogeneğinde çok önemli bir rol oynamaktadır. *A. flavus* sadece AFB1 ve AFB2'yi üretirken, *A. parasiticus*, AFB1, AFB2, AFG1 ve AFG2'yi üretmektedir. Aflatoksinlerin adlandırılması, ince tabaka kromatografisinde (TLC) uzun dalga boyu ultraviyole ışığı altında verdikleri renklere göre yapılmıştır. UV altında mavi renk veren iki bileşen AFB1 ve AFB2 (Aflatoksin Blue 1,2) olarak tanımlanırken, yeşil renk veren iki bileşen ise AFG1 ve AFG2 (Aflatoksin Green1,2) olarak tanımlanmıştır. Daha sonraları bu aflatoksinleri içeren yemlerle beslenen hayvanların sütlerinde farklı bir aflatoksin türeği ile karşılaşmış ve “süt toksini” (milk toxin) olarak adlandırılmıştır (Akdemir, Ç. ve ark. 2004).

Yapılan çalışmalar üzerine bu süt toksininin, AFB1 ve AFB2'nin hidrokşi türevleri olduğu tespit edilmiş ve Aflatoksin M1 ve Aflatoksin M2 adı verilmiştir. AFM toksinleri de TLC'de UV altında mavi renk ışık verirler ancak, B toksinlerinden daha düşük Rf değerlerine sahip olmalarıyla ayrılırlar. İsimlendirme

yanlarına verilen numaralar ise toksisite derecelerine göre sınıflandırılmıştır. 1 numaralı olanların toksisiteleri, 2 numaralı olanlara göre daha düşüktür (Hazer, 2011).

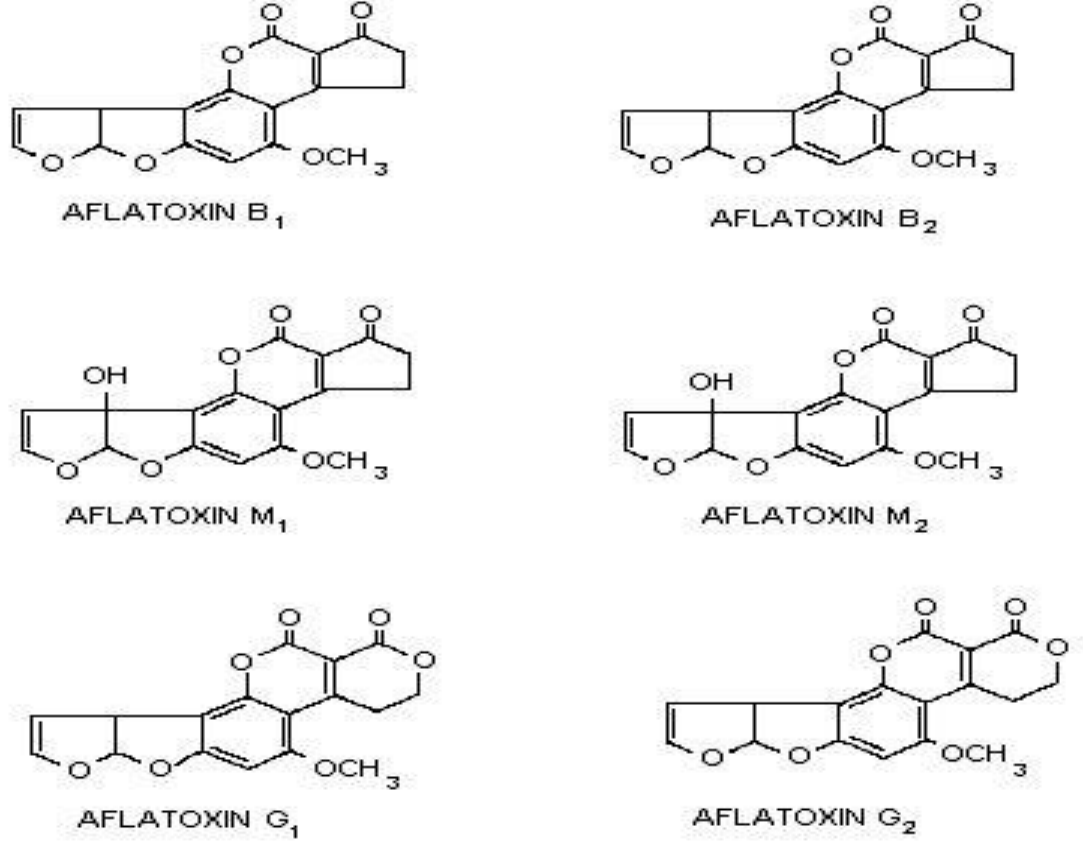
1.7.3.Aflatoksinlerin Kimyasal Yapısı

Aflatoksinler, “difurokumarosiklopentenon” ve “difurokumarolakton” gruplarında sınıflandırılmıştır (Betina, 1989). Aflatoksinlerin aflatoksin B1, B2, G1 ve G2 olmak üzere temelde dört ana şekilde bulunmaktadır. Bu şekillerin belirlenmesinde kullanılan yöntem ince tabaka kromatografisinde, uzun dalga boyu UV ışığı altında aflatoksinlerin verdiği renkler esas alınmıştır. Aflatoksin B1 ve aflatoksin B2'nin mavi, aflatoksin G1 ve G2'nin ise yeşil floresan vermesi sonucunda mevcut sınıflandırma yapılmıştır. (Bullerman 1979; Özkaya ve Temiz, 2003). Toksisite bakımından değerlendirme yapılırken kullanılan simgeler 1,2dir.1 numara ile gösterilenler yüksek toksisiteyi 2 numara ile gösterilenler daha düşük toksisiteyi belirtirler (Tunail, 2000).

Aflatoksin veya Toksik A. flavus türlerinden biriyle kontamine olan ürünlerde oluşan biyolojik aktivitelerden genel olarak aflatoksin B1 kısmen ise aflatoksin G1 sorumludur. Aflatoksin B2 , Aflatoksin B1'in, aflatoksin G2 ise Aflatoksin G1'in dihidro türevleridir.Canlı içerisinde uygun koşullarda metabolik olarak inaktiflerdir fakat B1 ve G1'e okside olduklarında ise aktif duruma geçerler(Betina 1989).

Aflatoksin B1, aflatoksin B2, aflatoksin G1, aflatoksin G2 nin dışında aflatoksin M1 ve aflatoksin M2 şeklinde adlandırılan iki önemli aflatoksin türevi daha bulunmaktadır. Bu aflatoksin türevleri laktasyon devresindeki memeli hayvanların beslenmesinde kullanılan yemlerin aflatoksinle kontamine olmuş yemlerle beslenmesi sonucunda memeli hayvanların sütlerinden ve idrarlarından bu aflatoksinler izole edilmiştir. Tespit edilen bu toksinler diğer türleri belirlemede

kullandığımız ince tabaka kromatografisinde, uzun dalga boyu UV ışığı altında mavi floresan verirler (Özkaya ve Temiz, 2003). Bazı toksinlerin kimyasal yapıları Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7:Aflatoksinlerin kimyasal yapısı (Betina, 1989).

Aflatoksin oluşturan her iki çeşit türün gelişimi 2,1 ile 11,2’lik pH değerleri arasında sağlanabiliyor olsa da en çok pH 6,0 civarında gelişim gösterirler. Fungusların gelişimi için en uygun su aktivitesi önemli bir etkindir ve bunun ideali 0,99 civarı olmakla birlikte minimum 0,80 – 0,83 değerleri arasında da gelişim gösterebilirler. *A. flavus*’un gelişmesi için gerekli minimum su aktivite değeri 0,82 olarak bildirilmiştir (Anonim, 2006). Aflatoksinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Bullerman, 1979).

Tablo 12:Aflatoksinlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri (Bullerman, 1979).

Aflatoksin	Molekül Formülü	Molekül Ağırlığı	Erime Noktası (°C)	360 nm'de UV Absorpsiyonu	Floresans Emisyonu (nm)
B1	C ₁₇ H ₁₂ O ₆	312.06339	268 – 269	21800	425
B2	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314.07904	286 – 289	24000	425
G1	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328.05830	244 – 246	17700	450
G2	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330.07395	237 – 240	17100	450
M1	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328.05830	299	21250	425
M2	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330.07395	293	22900	425

Aflatoksin B1, aflatoksin çeşitleri arasında gıda maddelerinde en çok ve en yüksek konsantrasyonlarda bulunan aflatoksin türüdür. Bu ilk sırada yer alan aflatoksin B1 den sonra ikinci olarak aflatoksin G1 sıralamayı izler. Aflatoksin B2 ve G2 Aflatoksin B1 ve G1 göre genellikle daha düşük konsantrasyonlarda görülmektedir (Armstrong D, 1979). Genel olarak söylemek gerekirse ürünlerde gelişen biyolojik aktivitelerden sorumlu aflatoksin, aflatoksin B1 ve aflatoksin G1 dir. Ayrıca terminal furan halkasının 8, 9 karbon pozisyonunda bir doymamış bağ içermesinden kaynaklı aflatoksin G1'in etkinliği Aflatoksin B1 e göre daha azdır (Özkaya ve Temiz, 2003).

Kuvvetli alkali çözeltilerde aflatoksinler kolay bir şekilde yapı değişikliklerine uğrarlar ayrıca aflatoksinler sulu çözeltide uzun süre saklanamazlar. Ayrıca, ışığa da oldukça duyarlı olan aflatoksinler kısa süreli ışıktanmada bile yapısal değişikliğe uğrarlar. Aflatoksinler renksiz yada sarımsı bir renkte, iğne şeklinde olan kristallerdir. Aflatoksinler polar organik solventler (metanol, etanol vb.) içerisinde kolayca çözünürler. Bunun yanı sıra petrol eterinde ve doymuş hidrokarbürlerde ise aflatoksinler neredeyse hiç çözünmezler. Uzun süre muhafazaları ise kloroform yada benzen içindeki çözeltilerde yapılabilir, aflatoksinler kloroform ve benzene yıllarca dayanıklıdır (Erdem ve Özen, 1990).Ayrıca aflatoksinlerin sudaki çözünürlükleri oldukça azdır (10 – 30 µg/ml) (Özkaya ve Temiz, 2003).

Saf aflatoksinler oldukça yüksek sıcaklıkta bile stabil kalarak kendini koruyabilir. Bu yüzden normal pişirme için uygulanan ısı ve pastörizasyon ısısı aflatoksine zarar vermez. Besin hazırlama işlemleri (pişirme , patörizasyon vb.) ile aflatoksinlerin gıda maddelerinden uzaklaştırılması pek mümkün görülmemektedir. Aflatoksinler kloroform ve benzen içerisindeki çözeltileri karanlık koşullarda saklanır ise uzun yıllar boyunca kendini bozmadan dayanabilir. Bunun yanında yüksek derecede polar çözücülerde ise kısa sürede ve kolayca iyonlaştığı için , ışıktta ve özellikle UV radyasyonuna maruz kaldığında ise kolayca deforme olup dejenare olabilirler (Atak, 1998).

1.7.4. Aflatoksinin Etki Mekanizması

Gastrointestinal sistemden emilen aflatoksinler, serum albümin ile transport edilir. Başlıca karaciğer ve yumuşak dokulara yerleşim gösterir. Yerleşim gösterdikten sonra o bölgede ki DNA, RNA ve protein sentezini durdurucu etki yaparak, bölgede ki çeşitli enzimlerin etkinliğini azaltarak , glukoz metabolizmasını ise tamamen çökerterek ciddi toksisiteye neden olurlar. Bunun yanı sıra fosfolipidler, serbest yağ asitleri, trigliseritler ve kolesterol ve esterleri dahil olmak üzere oluşan lipit sentezini inhibisyon ederek de etki eder. Ayrıca pıhtılaşma faktörü inhibisyonunada etkileri görülmektedir (Hendrickse, 1997).

AFB1 8,9-epoksit; ekso- ve endo- şeklinde iki farklı formda oluşur. Farelerde bu iki izomerin oranı 32:1 şeklinde iken insanda ise bu oran çok daha düşüktür. Her iki izomerin de DNA'ya karşı etkinlikleri farklıdır. DNA'da guaninin N7 nin olduğu konuma bağlanır ve bunlar oldukça elektrofilik özelliktedirler. Ayrıca ekso-epoksit endoizomerden yaklaşık olarak tam 500 kat daha fazla mutajenik etkiye sahiptir. AFB2 ise 8,9 konumunda çifte bağ bulunmadığından dolayı doğal olarak inaktiftir.

AFB1 8,9-epoksit ek olarak Schiff bazı oluşumuyla hücre ölümüne de neden olabilir.(McConnell ve Garner, 1994). Bu etkilerin neticesinde toksine en çok maruz kalan organ; karaciğerde nekroz tümoral gelişmeler meydana gelir. Sitokrom P-450 varlığıyla aflatoksinlerden sentezlenen epoksitler geçici ara ürünlerdir ve karacigerde GSH (glutasyon) ile konjuge edilir veya epoksit hidrataz enzimince aflatoksikole dönüştürülerek daha az zararlı metabolitlere çevrilir. Bu korumacı mekanizma uzun süreli ya da yüksek dozlarda aflatoksine maruz kalmada yetersiz kalır (Şanlı, 2002).

AFB1 8,9-epoksit için en önemli detoksifikasyon yolu, glutasyon ve konjugasyon yoludur. AFB1'in metabolizması oluşumunda P450 tarafından hızlandırılan çok sayıda hidroksilasyon oluşur ve bu reaksiyonlar sonucunda AFP1 , AFM1ve AFQ1 gibi ikincil metabolitler meydana gelir. Faz II konjugasyon işlemleri ise primer aflatoksin metabolitlerini ve bu metabolitlerin glukronidasyon, asetilasyonu ve sülfatasyonunu içerir. Şekil 8'de aflatoksinlerin muhtemel metabolizma yolları gösterilmektedir (Busby ve Wogan, 1984).

Tablo 13: Aflatoksinlerin karaciğer üzerindeki etkileri (Yunus ve ark., 2011)

Hayvan	LD50 (mg/kg)	Nekroz ve Hemoraji	Fibrozis	Nodül Rejenerasyonu	Safra Kanalı Proliferasyonu ve Hiperplazisi	Hepatik Hücrelerde Büyüme
Tavşan	0.4	+	-	+	+	+
Ördek Y.	2.8	+	-	+	+	+
Köpek	6.3	+	+	+	+	+
Tavuk	72.0	-	-	-	+	+
Fare	56.3	-	-	-	-	+
Sıçan	73.3	+	-	+	+	+
Domuz	3.9	+	+	+	+	+

Lipit metabolizmasındaki bazı değişiklikler hepatik steatoza (yağlı karaciğer) sebep olabilir. Lipit metabolizmasındaki akut dengesizlik LDL'nin modifiye olmasına ve yüzey reseptörlerinin hücreler tarafından tanınamamasına neden olur. Geri dönen bu modifiye hücreler sinüzoidal hücrelere bağlanır. Karaciğerin yağ yükü yükselirken periferel hücrelerde lipid açlığı meydana gelir (Amaya-Farjan, 1999). Aflatoksinlerin başka önemli etkisi immunsupresif (bağışıklık baskılayıcı) etkidir. Bu etki büyük olasılıkla komplementler gibi non spesifik humoral maddelerin depresyonu ve immunojen maddelerin aflatoksinler tarafında etkilenmiş konakçı dokularıyla etkileşimlerinin engellenmesinden kaynaklanmaktadır. Reseptör hasarı oluşması sebebiyle çeşitli hücreler arasında iletişim bozukluklarına ve makrofajlar tarafından üretilen iletişim moleküllerinin de düşüşe yol açar (Şanlı, 2002). Aflatoksinler bu immunsupresif özellikleri nedeniyle aşılmalara karşı yeterli bağışıklık oluşumunu engellemenin yanında çeşitli enfeksiyonlara karşı hassaslaştırır (Arda ve ark., 1997).

1.7.5.Aflatoksin Atılımı

Hayvanlar (Ratlar) üzerinde yapılan çalışmalarda, vücuda giren toksinin %90'dan fazlası ekskretlerle vücuttan dışarı atılmaktadır. Atılım gaita ile (%75) oranında,

idrar ile (%15-20) oranında gerçekleşmektedir. Toksinin %5-6'lık kısmında karaciğerde tutulur. Ayrıca aflatoksinle kontamine olmuş yemlerle beslenen ruminantların sütlerinde, kanatlıların ise yumurtalarında aflatoksine rastlanmıştır (Arda ve ark. 1997). Aflatoksin ihtiva eden yemler gastrointestinal sisteme alındığında kolayca emilerek yüksek oranda serum albüminle taşınır. Başlıca karaciğer olmak üzere yumuşak dokulara dağılır. Ruminantların sindirim kanalında rumen mikroflorasınca kısmen suda çözünebilen konjugasyon ürünlerine çevrilir. Dolaşımdaki kanda bulunan aflatoksinler, yüksek oranda karaciğerde tutulmaktadır. Karaciğerdeki aflatoksinlerin bir kısmı hepatositler, DNA, endoplazmik steroidlerin bağlanma yüzeyleri ve enzimler gibi büyük moleküllere birleşirken diğer bir bölümü ise türlere göre farklılık gösteren şekil ve oranda, yağda ve suda çözünebilen aflatoksin P1, Q1, B2a, aflatoksikol M1 ve M2' ye çevrilmektedir. Şekillenen metabolizma ürünleri büyük oranda safra ile atılırlar (Şanlı, 2002). Aflatoksinler, üriner sistemle de metabolize edilirler. Hayvan türlerinin büyük bir kısmında atılan miktarın %50'si biliyer sekresyonla olurken, üriner eliminasyonla uzaklaştırılan miktar %15-25 kadardır (Şener ve Yıldırım, 2000).

1.7.6. Aflatoksinin Sınır Değerleri

Aflatoksin barındıran gıdaların detoksifiye olumlu sonuçlar alınamaması, insan ve hayvan sağlığı açısından son derece zararlı olmaları ve son derece yaygın oluşları yem ve gıdalarda belirli kontrolleri zorunlu hale getirilmiştir (Anonim, 2005).

İlk olarak Dünya Sağlık Örgütü, Gıda ve Tarım Örgütü gibi organizasyonlar gıdalarda tolere edilebilecek aflatoksin miktarının 30 µg/kg olarak belirlemiştir. Zaman içerisinde bu sınır değeri düşürülmüştür (Tunail, 2000). Hayvanlar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda kronik zehirlenmelerin meydana gelebilmesi için günlük ortalama 200 ppm (milyonda bir) veya daha yüksek düzeylerde aflatoksinin vücuda alınması gerektiği gözlenmiştir (Şanlı, 2002).

Bununla birlikte 50-200 ppm (milyonda bir) arası AFB1'in yeterli süre vücuda alınması kromozomlarda bozulmalara, karaciğer hücreleri ve kanın biyokimyasında

değişik ve protein sentezi inhibisyonunu içeren subklinik toksikoza sebep olabilirler (Şanlı, 2002). Türkiye'de 1990-1991 yıllarında gıda ve yem maddelerinde bulunabilecek aflatoksin miktarları ile ilgili olarak sınır değerler yasal olarak belirlenmiştir.

Günümüzde Türkiye'de ve dünyadaki yem ve gıda ürünlerindeki sınır değerler, Tablo 14 ve Tablo 15 gösterilmektedir (Anonim, 2005; Eltem, 2007).

Tablo 14: Türkiye’de gıdalar için belirlenmiş aflatoksin limitleri (Anonim, 2005).

No	Gıda AFLATOKSİN	Maksimum Limit (µg/kg)		
		B1	B2+B2+G1+G2	M1
1	Yerfıstığı ve diğer yağlı tohumlar (insan tüketimine doğrudan sunulmadan yada gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan) - Rafine bitkisel yağ üretiminde kullanılmakta olan yağlı tohumlar ve yerfıstığı hariç	8,0	15,0	-
2	Antepfıstığı ,badem ve kayısı çekirdeği (insan tüketimine doğrudan sunulmadan önce yada gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)	12	15,0	-
3	Fındık ve Brezilya fındığı (insan tüketimine doğrudan sunulmadan yada gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan) - Rafine bitkisel yağ üretiminde kullanılmakta olan fındık hariç	8,0	15,0	-

4	Badem, Antepfıstığı ve kayısı çekirdeği (doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan)	8,0	10,0	-
5	Doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan kurutulmuş meyveler	8,0	10,0	-
6	Tahıllar, bunlardan elde edilen ürünler ve bunların işlenmiş ürünleri	2,0	4,0	-
7	Doğrudan insan tüketimine sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce ayıklama veya diğer fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan mısır ve pirinç	5,0	10,0	-
8	Çiğ süt, ısıtılmış süt, süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt	-	-	-
9	Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları	0,1	-	-
10	Bebek formülleri ve devam formülleri (bebek sütleri ve devam sütleri dâhil)	-	-	-
11	Bebekler için özel tıbbi amaçlı diyet gıdalar	0,1	0,025	-
		0,025		

Tablo 15: Çeşitli Avrupa Ülkeleri ve ABD için gıdalardaki üst AFM1 limitleri (Eltem, 2007).

Mikotoksin	Ülkeler	Üst limit (µg/kg veya µg /l)	Gıdalar
AFLATOKSİN M1	İsveç	0,05	Sıvı süt ürünleri
	Avusturya	0,05	Süt
	Almanya	0,05	Süt
	Hollanda	0,05	Süt
		0,02	Tereyağı
		0,2	Peynir
	Rusya	0,5	Süt
	İsviçre	0,02	Bebek maması
		0,05	Süt ve süt ürünleri
	Belçika	0,05	Süt
	ABD	0,5	Süt
	Fransa	0,03	Çocuk sütü

1.7.7.Sütte AFM1 Oluşumunun Önlenmesi

Süt ve süt ürünlerine AFM1 ve AFM2'nin kontaminasyonunun oluşmasını engellemede ilk olarak dikkat edilmesi gereken ve en önemli husus olan yem hijyeni kontrolleri ciddi bir şekilde sağlanmalıdır. Süt hayvanlarının tüketimine sunulan yemlerde mikotoksin bulunmamalı ve mikotoksin oluşumu engellenmelidir. Hayvan mikotoksinle kontamine yem tüketmesi sonucunda o hayvandan elde edilen sütte de mikotoksin görülecektir. Bu husustan dolayı hayvanların tüketeceği yemler gerekli prosedürlere bağlı kalınarak depolama, işleme, taşıma gibi basamaklarda koşullar yerine getirilmelidir. Depolama kısmında antifungal ajanlar kullanılabilir fakat kullanımı kısıtlanmıştır. Özellikle organik süt üretiminde kullanılan yemlerde

antifungal ajanlar çok az ölçütlerde kullanılıp yada hiç kullanılmadığı için yemlerde küf oluşumuna daha fazla dikkat edilmelidir (Tunail, 2000).

Gerek gıdalarda, gerek yemlerde istenilen kontroller yapılsada küf oluşumu tamamen önlenememekte, dolayısıyla sütlerin kontaminasyonu ise çok sık gerçekleşmektedir. Bu nedenle sütlerde görülen aflatoksinin inaktive edilmesine yönelik değişik kimyasal, fiziksel ve biyolojik yöntemler geliştirilmiştir (Anonim, 2005).

Yapılan bir araştırmaya göre, doğal yollar ile AFM1 kontaminasyonu olan çiğ sütün % 0,4'lük potasyum bisülfid ile 25°C'de 5 saat süreyle muamelesi sonucunda sütteki AFM1 konsantrasyonunun % 45'e kadar azaldığı tespit edilmiştir (Tunail, 2000).

Deneyssel olarak AFM1 ile kontamine edilmiş çiğ süte 36°C'de 30 dakika süreyle % 1 oranında hidrojen peroksit ilave edilmesiyle sütteki AFM1 % 27,8 oranında inaktive olmuştur. Yine aynı kontamine süte 75 °C'de 15 saniye % 1 oranında hidrojen peroksit ilave edilmesiyle sütteki AFM1 % 28,8 oranında inaktive olduğu ve son olarak yine AFM1 ile kontamine edilmiş çiğ süte % 1 oranında hidrojen peroksit ilave edilerek 5 dakika süreyle kaynatma gibi ısı işlemlerinin uygulanması neticesinde sütteki AFM1 % 45,1 oranında inaktive olduğu saptanmıştır (Özbek, 2006).

1.7.8. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksinler

Hayvansal kaynaklı ürünler içerisinde aflatoksine en çok rastlanan, süt ve süt ürünleri olmaktadır. Süt ve süt ürünlerinde aflatoksinin görülmesinin iki temel sebebi vardır. Bunlardan birincisi süt veren hayvanların beslenmesinde küflerle kontamine

yemlerin kullanılması sonucunda hayvanların aldıkları aflatoksin B1 ve B2'nin vücutlarında metabolize edilerek Aflatoksin M1 ve M2 ye dönüştürülerek süt ile beraber dışarı atılması şeklindedir. Diğer sebep ise süt sağımı yapıldıktan sonra sütü taşıma, işleme ve depolama süreçlerinde aflatoksin üreten küfler ile kontamine edilmesi sonucunda şekillenmektedir (Egmond, V. 2002).

Yapılan araştırmalar sonucunda süt ürünlerinde en fazla aflatoksin peynirlerde rastlanmaktadır. Olgunlaşma sürecinin uzun olması nedeniyle sütte bulunan aflatoksin üreten küfler bu uzun süreçte bol miktarda aflatoksin üretimi yapacaktır. Aflatoksin sentezinin önlenmesindeki en temel faktör sıcaklıktır. Düşük sıcaklıkta aflatoksin sentezi gerçekleşmemektedir. Bu durumdan dolayı kontamine peynirlerin 4°C'de depolanması sonucunda peynirde bulunan küfler aflatoksin sentezi yapamayacak böylece peynirde aflatoksin oluşumu önlenmiş olacaktır (Nilüfer ve Boyacıoğlu, 2003).

Çiftlik sütlerinde Aflatoksin M1 görülme oranı piyasada bulunan ticari sütlerle oranla daha azdır. Çünkü piyasada bulunan ticari sütler tek bir üreticiden değil o bölgedeki birçok üreticiden toplama yoluyla biriktirilen sütlerden üretilmektedir. Toplanan sütler içerisinde birkaç litre süt bile Aflatoksin M1 ile kontamine olmuş olsa eklendiği tüm tankı kontamine edebilmektedir (Oruç, 2003).

Aflatoksin M1 ile kontamine olan sütlerde Aflatoksin M1 in süt içerisinde dağılımı homojen değildir. Kontamine süte uygulanan kremanın ayrılması işleminde sütteki Aflatoksin M1 in %10 civarında bir kısmı yağa geçmektedir, % 80'inden fazlası ise Aflatoksin M1'in kazeine bağlanma özelliğinin yüksek oluşundan dolayı sütün yağsız kısmında kalmaktadır (Galvano ve ark., 1996).

Yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda süte uygulanan pastörizasyon işlemi veya diğer süt ürünlerine işlenmesi ,sütte bulunan aflatoksin M1 in miktarında önemli bir değişme yapmamaktadır. Kontamine sütteki aflatoksin M1 çeşitli oranlarda işlendiği ürünlere geçmektedir (Badea ve ark., 2004).

Aflatoksin M1 içeren sütlerden peynir işlendiği zaman sütte bulunan aflatoksin M1 hem peyniraltı suyuna, hem de telemeye geçmektedir. Aflatoksin M1'in kazeinle bağlanma isteğinin yüksek olmasından dolayı peynirin üretildiği süte oranla yaklaşık olarak 3,2 ile 4,4 katı daha fazla Aflatoksin M1 telemeye geçmektedir. Salamurada olgunlaştırılan peynirlerde ise peynirin salamurada kalma süresine bağlı olarak yapısında bulunan Aflatoksin M1 salamuraya geçmektedir ve peynirdeki miktarı azalmaktadır (Stoloff, 1980; Pittet, 1998).

Tablo 16: Süt ve süt ürünlerinde Aflatoksin M1 konusunda Türkiye’de yapılan bazı çalışmalara ait özet bilgiler (Özbek, 2006).

Ürün Adı	Çalışmanın Yapıldığı Yer	Çalışma Yılı	Örnek Sayısı	Afm1 Tespit Edilen Örnek Sayısı ve Yüzdesi	Minumum ve Maksimum Değerler (Ppt)	Kaynak
Peynir	Mardin-Ankara	1999	150	0	0	Kardeş, 2000
Peynir	İstanbul	1999	15	15 (% 100)	16-713	Özmenteşe, 2002
Peynir	Bursa	2001	110	101 (% 91,8)	10-200	Seyrek, 2001
Peynir	Bursa	2002	200	12 (% 6)	120-800	Yaroğlu ve Ark., 2004
Peynir	Van-Hakkari	2003	60	52 (%86,7)	160-7260	Tekinşen ve Tekinşen., 2005
Süt	Van	1994	90	79 (% 87,77)	12,5-123,6	Bakırcı,2001
Süt	İstanbul	2000	87	69 (% 79,3)	7-567	Özmenteşe, 2002
Süt	Ankara	2001	48	34 (70,83)	10-817	Akdemir ve Altıntaş, 2004
Süt	İstanbul	2001	67	61 (% 91,04)	10-161	Bostan ve Ark., 2005
Süt	Kayseri	2002	90	81 (% 90)	5- >80	Mavuş, 2003
Tereyağı	Ankara	1973	22	0	0	Demirer, 1973
Tereyağı	İstanbul	2001	64	52 (% 81)	10—2200	Ayçiçek ve Ark., 2002
Yoğurt	Ankara	1973	21	0	0	Demirer, 1973
Yoğurt	İstanbul	1999	15	15 (% 100)	14-1041	Özmenteşe, 2002
Yoğurt	Ankara	2002	132	49 (%32,12)	50-800	Sarımehmetoğlu ve Ark., 2003

Tablo 17: Süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M1 konusunda değişik ülkelerde yapılan bazı çalışmalara ait özet bilgiler (Özbek, 2006).

Ürün Adı	Çalışmanın Yapıldığı Yer	Çalışma Yılı	Örnek Sayısı	AFM1 Tespit Edilen Örnek Sayısı Ve Yüzdesi	Minumum Ve Maksimum Değerler(ppt)	Kaynak
Peynir	Japonya	1995	41	0	0	Taguchi ve ark., 1995
Peynir	İspanya	1995	35	16 (% 44,7)	20-200	Barrios ve ark., 1996
Peynir	Brezilya	1999	75	56 (% 74,66)	20-620	Prado ve ark., 2000
Süt	Brezilya	1996	52	4 (%7,69)	73-370	De Syllos ve ark., 1996
Süt	Hindistan	1993	325	36 (% 11)	120-1000	Meerarani ve ark., 1997
Süt	Polonya	1993	157	37 (% 23,6)	Mar.25	Domagala Ve Ark., 1997
Süt	İtalya	1995	159	136 (% 86)	1-108,5	Galvano ve ark., 1998
Süt	İran	2001	111	85 (% 76,6)	15-280	Kamkar, 2004
Süt	Yunanistan	2002	54	27 (% 50)	10-18,2	Kaniou-Grigoriadou ve ark., 2005
Yoğurt	İtalya	1995	114	91 (%80)	1-496	Galvano ve ark., 1998
Yoğurt	İtalya	1996	120	73 (% 61)	1-32,1	Galvano ve ark., 2001
Yoğurt	Portekiz	2001	96	18 (% 18,8)	19-98	Martins ve Martins, 2004

1.7.9. Aflatoksinin Halk Sağlığı Açısından Önemi

Aflatoksinler, mikotoksin gurupları içerisinde toksitesi en yüksek metabolitler olarak kabul görmekte, insan sağlığı ve hayvan sağlığı açısından ise ciddi anlamda birçok risk taşımaktadır (IARC, 1993). Aflatoksinler daha çok bitkisel ürünlerde (yer

fıstığı, antep fıstığı, fındık, çam fıstığı, badem, çeşitli cevizler), ayrıca tahıllarda (buğday, arpa, çavdar, yulaf, pirinç) ve son olarak da baklagillerde (fasulye, soya fasulyesi, börülce, bezelye, mercimekte) bulunmaktadır. Bunun yanı sıra yağlı tohumlardan pamuk, susam, ayçiçeği ve kolza tohumları, baharatlardan ise bilhassa kırmızı toz biber, karabiber, pul biber ve kuru meyvelerden ise özellikle incir aflatoksin içermesi bakımından oldukça riskli ürünlerdir (Uylaşer ve ark., 2005). Bu riskli ürünlerin tüketimiyle vücuda giren aflatoksin mikotoksikozis oluşturur. Bu oluşan mikotoksikozis vücutta akut, subakut ve kronik olarak seyreder, bu mikotoksikozise “aflatoksikozis” denir (Atik, 2012). Aflatoksin türevleri arasında en yüksek toksisite aflatoksin B1’e aittir, Aflatoksin G2 ve aflatoksin M2 ise en düşük toksisiteyi gösterir. Gıdalarda, tarımsal ürünlerde ve kullanılan yemlerde oldukça sık görülen aflatoksinlerin toksisite sıralamasını şu şekilde yapabiliriz; AFB1>AFM1=AFG1>AFB2>AFG2>AFM2 (Tunail, 2000). Canlılarda, alınan aflatoksin miktarına bağlı olarak 6 farklı şekilde etki görülebilir:

1. **Akut toksik etki:** Aflatoksinlerin yüksek miktarda alınmasını takiben kısa sürede ölüm ile sonuçlanan etki şekline denir. Ayrıca; anoreksi (iştahsızlık), solunumda zorlanma, burunda akıntı, durgunluk, anemia (kansızlık), çarpınmalar, öksürük, bitkinlik, akut karaciğer hasarı, kılcal damar dayanıklılığının azalması neticesinde doku ve organlarda hemoroji (kanama) ve çabuk ölümle (birkaç saat – birkaç gün içinde) seyreder (Atik,2012). Ölüm oranı %15 – 25 arasında değişkenlik gösterir fakat ciddi durumlarda %100’e kadar çıkabilir (Kaya ve Şanlı, 1991). Akut toksik etkiye bireyin duyarlılığı, genetik ve fizyolojik özellikleri ve çevresel faktörler etkendir (Bullerman, 1979).
2. **Subakut etki:** Bu dönemde ise genellikle sarılık, hematom, kanamalı barsak yangısı, trombosit sayısında azalma ve bu belirtilerin şiddeti azalmış şekilde görülmesi dikkat çeker (Kaya ve Şanlı, 1991). Akut ve subakut olaylarda etkilenen hedef organ özellikle karaciğerdir. (Atik,2012).

3. **Kronik etki:** Daha az dozlarda ve uzun süre toksine maruz kalınması sonucu kronik etkiler gözlemlenir. Bunlar; özellikle karaciğer, böbrek gibi organlarda hastalıklar, dejenerasyonlar, bağışıklık sisteminde bozukluklar, kusurlu ve eksik organ oluşumları, deri nekrozları, üremede azalma ve kilo kaybı gibi bozukluklardır (Kaya ve Şanlı, 1991).
4. **Bağışıklık sisteminin baskılanması:** Aflatoksinler hem doğal (makrofajlar ve komplement aracılı) ve hem de kazanılmış direncin (hücrel ve humoral) baskı altına alınmasına yol açar. (Atik, 2012). Karaciğere ek olarak, timus da aflatoksinlere hedef organlardan biridir. Aflatoksinler, komplement (C4), interferon, IgG ve IgA'nın oluşumunu, akyuvarların göçünü, lenfoblastların gelişmesini ve fagositlerin etkinliğini baskı altına alırlar. Böylelikle doğal savunma sistemimiz olan immün sistemini baskılar. Bunun sonucunda ise vücut içerisinde hastalık etkeni oluşturacak mikroorganizmaların vücut dışına atılması sağlanamazken, diğer taraftan ise antijenlerin immün sistemine sunulması baskı altına alınır (Kaya ve Şanlı, 1991).
5. **Biyokimyasal etkiler:** Aflatoksinler kaynaklı zehirlenmede henüz klinik belirtiler oluşmadan çok daha öncesinde, alınan gıdanın içeriğinde bulunan toksinin düzeyine ve bu toksine maruz kalma süresine göre, hücre ve dokulardaki deformasyonla alakalı fazlaca biyokimyasal farklılıklar oluşur (Atik, 2012). Aldolaz, serum alkali fosfataz, laktik dehidrogenaz, ornitin karbamil transferaz, AST (aspartat aminotransferaz veya SGOT) ALT (alanin aminotransferaz veya SGPT) ve izositrik dehidrogenaz etkinliği ile beraber bilirubin düzeyi artış gösterirken, protein kaynaklı olmayan azot, serum protein, Hb ve üre miktarı düşer ve pıhtılaşma proteinlerinin sayısı ise önemli ölçüde azalma gösterir (Kaya ve Şanlı, 1991).

6. **Karsinogenik etki:** Aflatoksinler karaciğer karsinogenleri arasında en çok bilinenlerden biridir. Aflatoksinler karaciğer sirozu, akut karaciğer toksikasyonu, kanser ve mide karsinomu, teratojenik bozukluklar ve kolon adenokarsinomuna nedenolabilmektedir (Öksüztepe ve Erkan, 2016). Aflatoksin G1 böbrek tümörü, aflatoksin B2 karaciğer tümörü, aflatoksin M1, B ve G aynı zamanda karaciğer parankim nekrozu, safra girişi epiteli proliferasyonuna sebep olurlar. Çok sayıdaki canlıda birbirinden farklı türlerde kanser oluşumuna neden olurlar. Bu özellikleri göz önünde bulundurulduğu zaman aflatoksinlerin insanlarda şekillenen karaciğer kanserine etken olabileceği konusu oldukça geniş epidemiyolojik incelemelere konu olmuş ve önemli tartışmalara neden teşkil etmiştir. İnsan hayvanlar ile genel olarak aynı biyolojik sistemlere sahiptir ve duyarlı hayvanların bu toksine verdiği cevaba benzer şekilde insanlardada aynı cevap oluşabileceği dikkate alınır, aflatoksinlerle kontamine özellikle yağlı taneli besin maddelerini devamlı bir biçimde tüketim halinde olan toplumlarda birincil karaciğer kanseri olma ihtimalleri ile aflatoksinler arasında sıkı bir ilişkinin olabileceğini varsaymak yanlış bir yaklaşım olmaz (Eaton ve Groopman, 1994). Asya ve Afrika'nın çeşitli 42 ülkesinde yapılan çalışmada, aflatoksinler ile kontamine olmuş gıdaların tüketilmesi sonucunda tüketen canlılarda karaciğer kanserinin görülme olasılığı arasında ciddi bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Öztürk, 1995). Mikotoksinlerin vücutta etki gösterdikleri organ ve dokulara göre çeşitli etkilerinden bahsetmek mümkündür. Karaciğere etki edenler "hepatotoksik", deriye etkili olanlar "dermatotoksik", böbreklerde toksik etki yapanlar "nefrotoksik", sinir sistemine etki edenler "nörotoksik", bağışıklık sistemini etkileyenler "immunotoksik" olarak tanımlanırlar (Atik, 2012). En çok bilinen ve en etkili oldukları toksik etkilerinden başka; karsinogenik, mutajenik, teratojenik (ana rahmindeki fetüsün zarara uğramasına neden olan), halusinogenik, östrojenik ve tremorjen (titreme) etkileri de görülebilir (Eaton ve Groopman, 1994). Ayrıca aflatoksinler gerek tek başına gerekse diğer mikotoksinler ile birlikte immunsupresif etki gösterme özellikleri vardır.

1.8. Meyveli Yoğurt

Türk Gıda Kodeksi fermente Süt Ürünleri Tebliği meyveli yoğurdu; “Çeşnili fermente süt ürünleri: Ağırlıkça en fazla % 50’si kadar şeker ve/veya tatlandırıcı, meyve ve sebzeler ve bunların suları, püreleri, pulpları ve bunlardan üretilen preparatlar ve konserveler, tahıllar, bal, çikolata, sert kabuklu yemişler, kahve, baharat ve diğer taklit ve tağşişe neden olmayan lezzet verici gıdalar gibi süt bazlı olmayan bileşenler içeren kompozit süt ürünü” şeklinde tanımlar.

Aynı yönetmelikte hammadde ve ürün özellikleri Madde – 5’te ise; “Meyveli yoğurtlarda meyve miktarı en az % 6 olmalıdır. Ancak; meyve suyunda sitrik asit cinsinden ağırlıkça en az % 2,5 oranında titre edilebilir asit bulunduran meyveler ve tropik meyve ilaveli yoğurtlarda bu oran en az % 2 olmalıdır.” Şeklinde açıklanmaktadır (MEGEB, 2016).

Meyveli yoğurt; yoğurt yapımında kullanılacak süt öncelikle evaporatörden geçirilerek kuru madde oranı yükseltilir. Daha sonra kuru madde yönünden zengin hale gelen süttten yoğurt üretilir ve içerisine belli oranlarda meyve (şurup, meyve suyu, reçel veya pulp şeklinde), şeker, stabilizatör madde (pektin, jelatin vb.) ve gerekirse aroma ve renk maddelerinin de katılmasıyla hazırlanan özel bir üründür. Meyveli yoğurt, TS 4806 Süt ve Mamulleri Terimleri Standardında; “Özel tekniğine göre yapılan ve içinde elma, armut, vişne, çilek, muz vb. meyveleri küçük parçacıklar veya pulp halinde içeren yoğurt” şeklinde tanımlanmaktadır (Şireli, 2012).

Yoğurt, ihtiva ettiği besin maddeleri bakımından bazı önemli diyetetik ve tedavi edici özelliklere sahip olmasının yanında iyi bir gıda maddesidir. Yapılan bilimsel

alışmalar sonucunda yoğurdun mide, bağırsak ve karaciğer düzensizliklerini tedavi etmeye yardımcı olduğu, iştah açma konusunda faydalı olduğu, antibiyotikli ilaçların kullanımı sonrasında bağırsak florasının tahribatının düzeltilmesinde ayrıca, ishal, kronik diyare ve dizanteri hastalıklarına karşı tedavi edici, tümör oluşumunu engelleyici, vücudu radyoaktiviteye karşı koruyucu özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu hastalıkların tedavisi süresince hekimler tarafından hastalarına diyetlerinde yoğurt tüketmelerini tavsiye etmektedir. (MEGEP, 2016)

Yoğurt, Amerika ve Avrupa 'da 20. yüzyılın ilk dönemlerinde tanınmaya başlamasına rağmen, yoğurdun besleyici, koruyucu ve tedavi edici özelliklerini yaptığı çalışmalar ile kanıtlayan bilim insanları, halk sağlığıyla direk ilgili olduğuna inandıkları yoğurdu, toplumun hemen her kesiminden bireylere hitap edebilecek farklı şekillerde; meyveli yoğurt, asidofiluslu süt, aromalı yoğurt, bioyoğurt, aroma katkılı meyveli yoğurt, kahvaltılık yoğurt, meyve aromalı yoğurt içecekleri, tatlandırılmış sade ve karbonatlı yoğurt içecekleri gibi yenive farklı ürünler geliştirerek tüketime sunulmasını sağlamışlardır. Bazı Avrupa lkelerinde ve ABD'de yapılan araştırmalara göre, yoğurdun aroma çeşitliliği ve tatlılık oranı artıkça, tüketiminin de arttığı saptanmıştır. Meyve aromaları, yoğurdun duysal yönden daha uygun hale getirilmesini sağlamaya ve 'sade' yoğurdun kendine has aromasını oluşturan, aşırı asetaldehit tadını baskılamak amacıyla kullanılmaktadır (MEGEP, 2016).

Ülkemizde ve dünyada tüketimi oldukça yaygın olan bu yoğurt çeşidi ilk olarak İşvire'de 1950'li yıllarda üretilmiştir (Akın ve Konar, 1999). Süt ve süt ürünlerine olan talebi daha da arttırma adına yapılan çalışmalar sonucunda geliştirilen bir ürün olup yetişkinler ve özellikle çocuklar tarafından sevilerek tüketilmektedir. Meyveli-aromalı yoğurtların ülkemizde üretim ve tüketiminin son yıllarda daha da arttığı gözlenmektedir. Bu artışta yoğurdun besleyiciliğinin son yıllarda daha da iyi anlaşılıp yapılan bilimsel çalışmalarla desteklenmesinin büyük payı vardır.

Özellikle gelişim döneminde olan çocuklar ve gençler için günlük almaları gereken kalsiyum, vitamin ve daha birçok vücut için temel yapı taşı teşkil eden maddeleri yoğurtla almaları mümkündür. Gelişen süt işleme teknolojisi sayesinde homojenize edilmiş süt içerisine belirli düzeyde çeşitli meyve, aroma maddeleri ile şeker, katkı maddeleri katılarak klasik yoğurttan daha aromatik ve yararlı hale getirilen meyveli yoğurtlar yoğurt piyasasında önemli bir yer edinmiş olup özellikle çocuklar ve gençler tarafından daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca meyveli yoğurtların içerdiği meyve ve şeker ile klasik yoğurda göre daha fazla vitamin ve kalori değerine sahiptir (Akın ve Konar, 1999).

Tablo 18: Meyveli yoğurdun besin değerleri tablosu (MEGEP, 2016)

Besin Değeri	100 gr.	1 Porsiyon (orta)
Karbonhidrat(g)	7.16	13.61
Protein (g)	2.43	4.62
Yağ (g)	2.55	4.84
Lif (g)	0.69	1.32
Kolesterol (mg)	8.96	17.02
Sodyum (mg)	32.92	62.55
Potasyum (mg)	179.75	341.52
Kalsiyum (mg)	90.23	171.43
Vitamin A (mg)	27.09	51.48
Vitamin C (mg)	17.55	33.35
Demir(mg)	0.34	0.64

Meyvelerle tatlandırılmış yoğurt, yoğurdun tüketimini artırmaktadır. Meyve preparatları, meyve esansı, meyve püresi ve meyve ekstraktı gibi çeşitli versiyonlarda tat, renk ve tekstür katkıları tüketici beğenisini artırmak için üretimde kullanılır. En sağlıklı katkı, meyvenin kendisidir (Ufuk, 2017). Aşağıdaki tabloda meyveli yoğurt üretiminde kullanılan başlıca meyvelerin besin değerleri verilmiştir.

Tablo 19 : Meyveli yoğurt yapımında kullanılan bazı meyvelerin besin değerleri tablosu.

MEYVE TÜRÜ (100 gr)	Enerji (Kkal.)	Karbon hidrat (g)	Protein (g)	Yağ (g)	Kalsiyu m(mg)	Demir (mg)	A Vit. (IU)	B1 Vit. (mg)	B2 Vit. (mg)	Vit.C (mg)
Kayısı	250	50.5	5.4	0.6	100	3.9	1589	0.1	0.2	42.6
Şeftali	38	9.7	0.6	0.1	9	9.7	1330	0.02	0.05	7
Muz	89	22.84	1.09	0.33	8	0.7	190	0.05	0.06	8.7
Çilek	32	5.5	0.8	0.4	25	1	8	0.1	0.1	58.8
İncir(taze)	80	20.3	1.2	0.3	25	0.6	80	0.05	0.06	2
İncir(kuru)	217	55.3	4	1.2	138	3.7	10	0.1	0.1	1.2
Elma	63	14.0	0.3	0.3	6	0.4	30	0.03	0.05	3.7
Böğürtlen	30	2.7	1.2	1	45	0.9	45	0.2	0.2	17

1.8.1.Meyveli Yoğurt Çeşitleri

Meyveli yoğurt üretiminde kullanılan meyve (meyve suyu, şurup, reçel veya pulp şeklinde), şeker, stabilizatör madde (pektin, jelatin vb.), gerekirse renk ve aroma verici maddeleri de eklenmesiyle meyve yönünden fazlasıyla çeşitlilik göstermektedir. Meyveli yoğurt üretiminde kullanılan maddeler ve bu maddelerin yüzde oranları aşağıdaki gibidir;

Tablo 20: Yoğurt bileşimine giren bazı maddeler ve bileşimleri

Yoğurt Üretiminde Kullanılan Maddeler	Miktar(%)	Ortalama
Süt	76-82	79
Meyve	6-16	11
Şeker	6-10	8
Süt Tozu	1-3	1,5
Stabilizör	0,5	0,5
Toplam	100	100

Meyveli yoğurt üretim teknolojisinde yaklaşık olarak 16 farklı meyve çeşidi ve meyve aromaları, karışımları ve boyaları kullanılmaktadır. Meyve aromaları ve karışımları ahududu, böğürtlün çeşitleri, portakal, mandarin, çilek, muz, erik, vişne, armut, şeftali, kayısı, yaban mersini, ananas, kuşburnu gibi farklı şekillerde hazırlanmaktadır. Bunlara ek olarak ise reçel, bal, marmelat ve jölelerde meyveli yoğurt yapımında kullanılmaktadır.

Meyveli yoğurt üretimini deyince akla gelen ilk ülkelerden biri olan Almanya'da çilek, kiraz, kayısı ve ahududu; İsviçre'de fındık, çilek, ananas, kayısı, ahududu ve çikolata; Amerika'da yaban mersini, çilek ile ahududu karışımı, kayısı, armut, muz, portakal suyu konsantresi veya pulpu, greyfurt, ananas, mandalina, papaya ve guava en çok tercih edilip kullanılan meyvelerdir. Bunun yanı sıra Amerika'da yoğurda kuru üzüm ve kuru üzüm suyu konsantresi eklenerek tüketicinin beğenisini kazanan, değişik tat ve aromaya sahip, besin değeri yönünden oldukça yüksek yeni bir ürün tipi geliştirilmiştir (MEGEP, 2016).

Meyveli yoğurt üretiminde kullanılacak olan meyvelerin her zaman taze şekilde bulunması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle daha çok meyve suyu, marmelat, reçel ve konserve edilmiş meyveler alternatif olarak kullanılmaktadır. Meyve reçelleri, meyve şurubundan yapılmakta ve yapısında herhangi bir koruyucu madde veya renk maddesi içermemektedir. Meyve konserveleleri ise % 30-35 oranında şeker içermekte, stabilizatör madde, renk ve aroma maddesi ilaveli olmaktadır (MEGEP, 2016).

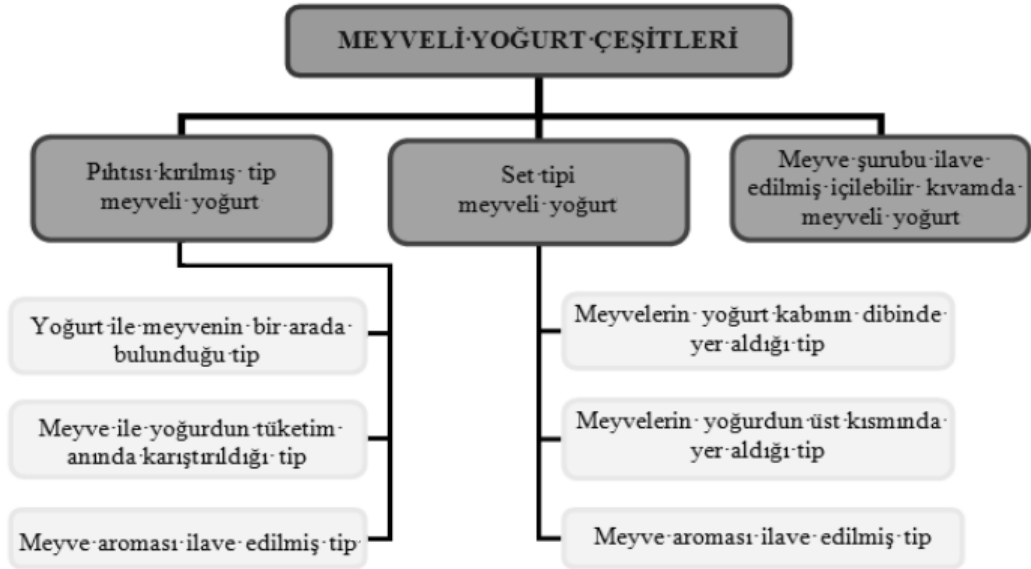
Meyve teminindeki zorluklar, meyve ve sütü bir araya getirmede karşılaşılan farklı sıkıntılar, üretim prosesindeki mamüllerin raf ömrü, üretim masraflarındaki fazlalık, rekabet koşulları ve tüketici albenisi, meyveli yoğurt üretiminde ham

madde temininde pratik çözümler arayışıyla sonuçlanmıştır. Meyve aroması veya meyve ekstraktı ve yapay karşılığı, imalat sektörünün genişlemesine katkı sağlamıştır.

1.8.2.Meyveli Yoğurt Üretim Teknikleri

Meyveli yoğurt üretimi temel basamaklar olarak sade yoğurdun üretimine benzemekle beraber başlıca farklılık, ilave edilen maddeler ve meyve ilave yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. Meyveli yoğurt üretiminde temelde iki farklı üretim (Set tipi meyveli yoğurt üretimi ve Stirred tipi meyveli yoğurt üretimi) yöntemine ek olarak meyve şurubu ilave edilmiş içilebilir kıvamda meyveli yoğurt ile birlikte üç türlü üretim yöntemi mevcuttur.

Tablo 21: Üretim tekniklerine göre meyveli yoğurt çeşitleri



1.8.2.1. Set Tipi (pıhtısı kırılmamış) Meyveli Yoğurt Üretimi

Set tipi (pıhtısı kırılmamış) meyveli yoğurt üretiminde ilk önce sütün klarifikasyonu yani içerdiği epitel hücreleri, kan, lökositler gibi yabancı maddelerin ve gözle görünen kirlerin temizlenmesi işlemi yapılır. Bu işlem sütün seperatörlerden (klarifikatör) geçirilmesi ile yapılmaktadır (Üçüncü, 2005). Daha sonra ise sütün bileşimindeki yağ ve yağsız kuru madde oranı standardize edilir (Tekinşen ve Tekinşen 2005). Üretim sonunda kaliteli ve arzu edilen kıvamda bir yoğurt elde edebilmek için standardizasyon basamağı önem taşımaktadır. Süt bileşimindeki maddeler istenilen kıvama ulaşmak için gereken değerlere göre ayarlanmalıdır. Süte kuru madde oranını arttırma adına süt tozu ilavesi gibi işlemler bu aşamada sağlanmalı ve kontrolü yapılmalıdır. Meyveli yoğurda işlenecek sütün yağsız kuru maddesi 13-14 olmalıdır (Robinson ve ark., 2006). Kuru madde oranı ve yağ oranı yönünden standardize edilen ve değer düzeyleri istenilen seviyeye getirilen süt, ön ısıtma işlemine tabii tutulur. Yaklaşık olarak 50-60°C ön ısıtma işlemine tabii tutulan süt içerisindeki yağ globüllerinin çaplarını ortalama 1 µm'den daha küçük hale getirecek ve süt yağının homojen olarak dağılmasını sağlayacak olan homojenizasyon işlemine tabii tutulur. Bu işlem yoğurdun kıvamı ve pıhtı sıklığı düzenler ve homojenize süttten elde edilen yoğurt, daha kolay sindirilebilir şekilde olur (Koçak, 2013).

Homojenize edilen süt 90-95°C de yaklaşık 5-10 dakika boyunca ısıtma işlemine tabii tutulur. Bu ısıtma işlemi ile sütte bulunan patojen mikroorganizmalar ve kaliteyi olumsuz etkileyen diğer mikroorganizmalar ortadan kaldırılmakta, süt bileşimindeki enzimler ve fajlar aktifleşmekte, sütün pıhtılaşma süresi kısaltılmakta kısacası yoğurt kültürlerinin gelişebilmesi için uygun ortam hazırlanmakta ve sonuç olarak yoğurdun kalitesi artmakta ve raf ömrü uzamaktadır (Üçüncü, 2005; Robinson ve ark., 2006).

Isıl işleme tabii tutulan süt daha sonra mayalanma dediğimiz , starter kültür gelişimi için gerekli olan optimum sıcaklık değerlerinde (37- 45 °C arasında) bir sıcaklığa kadar soğutulur (Robinson ve ark., 2006).

Isıl işleme tabii tutulan ve ardından mayalanma derecesine kadar soğutulan süte istenilen aroma ve meyve ilavesi yapılır. Aroma ve meyve ilavesi yapılan süte sütün fermantasyonunu gerçekleştirerek pıhtılaşmasını, tat ve aroma oluşmasını sağlayacak olan ve starter kültür diye adlandırılan *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* gibi süt asiti bakterileri süte katılır. Bu bakteri kültürlerine ilaveten bazen *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium spp.* ile *Streptococcus filant* bakterileride kullanılabilir (Akın, 2006; Tamime ve Robinson, 2007).

Süte ilave edilecek starter kültürünün miktarı ise bazı faktörlere göre değişebilir. Miktarın belirlenmesindeki bazı kriterler; arzu edilen yoğurdun çeşidi, kültürün özellikleri, inkübasyon sıcaklığı ve sütün kalitesi, inhibitör madde ve gelişme faktörü içerip içermemediği gibi kriterlere bakılarak eklenecek olan starter kültür miktarı belirlenir (Üçüncü, 2005). Genellikle 42- 43 °C’de 50:50 oranında karışım *Lactobacillus delbrueckii subs. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* katılmaktadır (Robinson ve ark., 2006).

Starter kültür eklenirken miktarının ayarlanması oldukça önemlidir. Eğer gerekenden az miktarda ilave edilirse asitlik çok yavaş gelişeceğinden inkübasyonun süresi uzayarak pıhtısı zayıf ürün elde edilecektir ve kıvam yönünden bu ürün istenilen gibi olmayacaktır (Koçak, 2013).

Starter kültür yüksek miktarda eklendiğinde ise asitlik çabuk gelişecek inkübasyon süresi kısılacak, aroma olumsuz yönde etkilenecek, yoğurt bakterileri arasındaki oran değişecek ve zayıf pıhtılı ürün elde edilecektir. Bu nedenle yoğurt üretimi için kullanılacak süte ilave edilmesi önerilen starter kültür miktarı %2’dir (Koçak, 2013).

Starter kültür ilavesinden sonra ise yoğurt sütünü paketleme kısmına geçilir. Yoğurt için ambalaj materyali olarak cam, plastik kaplı karton ambalajlar, sert kağıt olarak isimlendirilen ve polistiren, polietilen, yapısında yumuşatıcı bulundurmeyen polivinilklorid, polipropilen, polivinildenklorid ve stirenbutadien malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu özelliklere sahip ambalaj materyallerinden herhangi biri seçilip hazırlanan yoğurt sütü uygun miktarlarda dolumu yapılarak inkübasyon işlemine alınır (Üçüncü, 2005; Tamime ve Robinson, 2007).

İnkübasyon işlemi; starter kültür ilavesi yapılmış ve uygun özellikteki ambalajlara konulmuş yoğurt sütünün, belirlenen sabit bir ısıda belli bir süre tutulması işlemidir. İnkübasyon işlemi sırasında starter kültür içerisindeki mikroorganizmaların faaliyeti ile süt şekeri parçalanarak süt asidi oluşmaktadır. Asitliğin belirli bir seviyeye ulaşması ile de pıhtılaşma meydana gelmektedir. Elde edilen yoğurdun istenilen düzeyde kalitesinin yüksek olması için inkübasyon sıcaklığı büyük önem arz etmektedir (Ufuk, 2017).

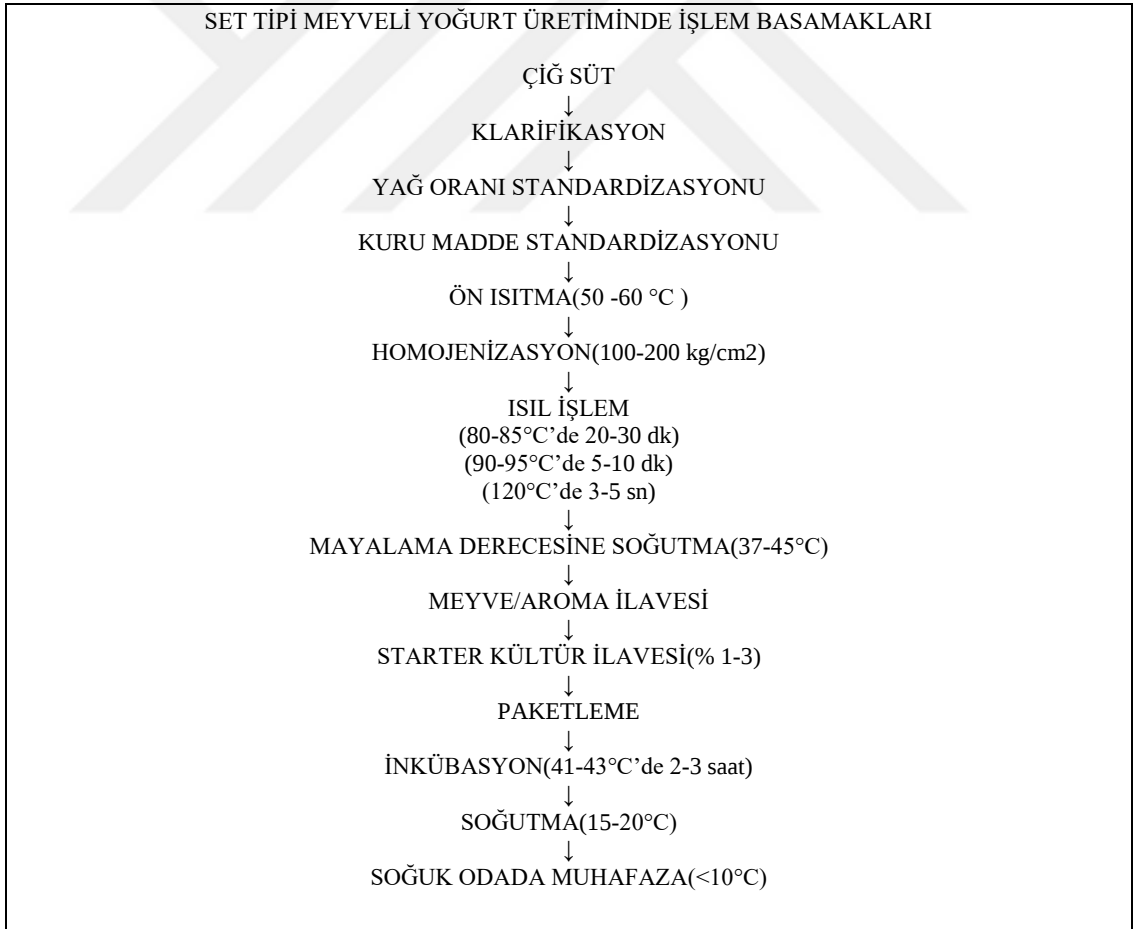
İnkübasyon sıcaklığının fazla olması *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*'un daha çok üremesine, düşük oluşu ise *Streptococcus thermophilus*'un daha çok üremesine neden olmaktadır. Bu yüzden inkübasyon sıcaklığının iyi ayarlanması gerekmektedir. Sıcaklık derecesi iyi ayarlanmazsa oluşacak olan yoğurt kalitesi istenilen düzeyde olmayacaktır. İnkübasyon sıcaklığı starter kültür içerisinde bulunan bakterilerin her ikisinde gelişimine olanak sağlamalıdır. Yoğurt bakterilerinin gelişmesi için optimum sıcaklık 37-45 °C'dir (Robinson ve ark., 2006).

İnkübasyon işlemi pıhtı asitliği 4,6- 4,7 pH'ya ulaşınca kadar devam edilir ve pH bu değerlere ulaşınca inkübasyon işlemine son verilir (Üçüncü, 2005).

İnkübasyon işleminden sonra yoğurttaki artan asitleşme oranını durdurma adına yoğurt soğutma işlemine tabii tutulur. Uygulanan bu soğutma işlemi kademeli olarak

yapılmalıdır. Mikroorganizmaların üremesi ve faaliyeti sonucu hızlanan asitleşme oranı önce yavaşlatılır daha sonra ise tamamen durdurulur. Soğutma sırasında şok şeklinde yada 30 dakika süresince sıcaklık derecesi 20 °C'ye düşürülerek asit oluşumu ve mikroorganizmaların üremesi en alt seviyeye düşürülür daha sonra 10-15 veya 1 °C'ye kadar kademeli ve yavaş soğutma uygulanarak, enzimatik aktivitesi ve yoğurt mikroflorasının üremesi durdurulur (Ufuk, 2017).

Soğutma işlemi sona eren yoğurtlar olgunlaştırma işlemi için 10 °C'nin altında özellikle de 5 °C'deki soğuk hava depolarında en az 12, en uygun olanı ise 18- 24 saat muhafaza edilip dinlendirilir. Bu olgunlaşma süresi içinde yoğurt jeli sertleşmekte, yoğurt kıvam olarak daha stabil hale gelmekte ve bazı aroma maddeleri de olgunlaşma sürecinde oluşmaktadır (Koçak, 2013).



Şekil 9:Set tipi meyveli yoğurt üretiminde işlem basamakları(MEGEB,2016)

1.8.2.1.1. Set Tipi (Pıhtısı Kırılmamış) Meyveli Yoğurt Tipleri

Set Tipi (pıhtısı kırılmamış) meyveli yoğurt üretiminde meyve ekleme şekline göre üç farklı tipte üretilmektedir;

- a) Meyvelerin yoğurdun üst kısmında yer aldığı tip
- b) Meyvelerin yoğurt kabının dibinde yer aldığı tip
- c) Meyve şurubu (aroma, vb.) ilave edilmiş tip

a) Meyvelerin yoğurdun üst kısmında yer aldığı tip: Klarifikasyon, standardizasyon, homojenizasyon ve ısıtma işlemlerinden geçen süt mayalama derecesine kadar soğutulur. Daha sonra % 1-3 oranında starter kültür katılarak ambalajlarına doldurulur. Ancak dolum sırasında ambalaj üzerinde meyve ilave edilecek kadar boşluk bırakılır. Bu şekilde 2-3 saat inkübe edilir ve soğutulur. Daha sonra olgunlaşması için dinlendirilir. Yoğurt pazarlanacağı zaman üzerindeki boşluğa istenilen meyve, reçel, marmelat ve karışımları doldurulur. Kapatılır ve piyasaya arz edilir. Yoğurtlar olgunlaştıktan sonra kapaklar açılıp meyve ilavesi yapılırken hijyen yönünden oldukça dikkat edilmeli ve kontaminasyona fırsat verilmemesi gerekmektedir. Bu tip üretim oldukça zahmetli ve zaman yönünden fazlaca uzun sürer. Ayrıca tüketici yoğurdu tüketirken homojen yapı sağlamak için karıştırmak zorundadır (MEGEB, 2016) .

b) Meyvelerin yoğurt kabının en altında yer aldığı tip: İstenilen meyve, kabın altına konup üzerine starter kültür ilave edilmiş süt ile inkübasyon edilen katı meyveli (sundae tip) yoğurttur. Pıhtısı parçalanmamış meyveli yoğurt, genellikle bu tip şeklinde üretilmektedir. Tüketim esnasında tüketici meyve karışımı karıştırarak tüketmektedir. Bu tip yoğurt üretimi için önce ön ısıtma işlemine tabi tutulmuş meyve karışımı (Meyve içeriği en az % 6, ortalama %

12-15 olması gerekir.) yoğurt ambalajlama kaplarına doldurulmaktadır. Meyvelerin yoğurt kabının dibinde yer aldığı ikinci sistemde süt mayalanıp ambalajlanacağı zaman, ambalajın altına ilk önce % 6-16 arasında meyve, marmelat, püre vs. konur. Üzerine ön işlemlere tabi tutulan süt ile doldurulur ve inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonrası olgunlaştırılmak üzere soğutulur ve uygun sıcaklıkta muhafaza edilir ve pazarlanır. Bu tip üretimin dezavantajı ise bazı durumlara meyve ile yoğurt arasında su salma olayı görülebilir. Bu tip üretim meyvelerin yoğurdun üst kısmında yer aldığı tip üretime göre nispeten daha kolaydır (MEGEB, 2016) .

- c) Meyve şurubu (aroma, vb.) ilave edilmiş tip: Süt mayalanmadan önce ambalaja dolum yapmadan önce altına ya da üstüne meyve parçacıkları konmaz. Bunun yerini alabilecek meyve şurubu, aroması veya çeşitli karışımlar, starter kültür ilave edilmiş süte (ör. 9:1 oranında) ilave edilir. Homojen bir karışım sağlandıktan sonra yoğurt sütleri ambalajlanır ve inkübasyona alınır. İnkübasyon sonrası olgunlaşma için soğutulur ve uygun ısıda depolanır. Herhangi bir olumsuzluk görülmemesinin yanı sıra, tüketici bu yoğurdu yerken karıştırmak durumunda değildir. Diğer iki tip üretim şekline göre en çok tercih edilen ve kullanılan üretim tipidir (MEGEB, 2016).

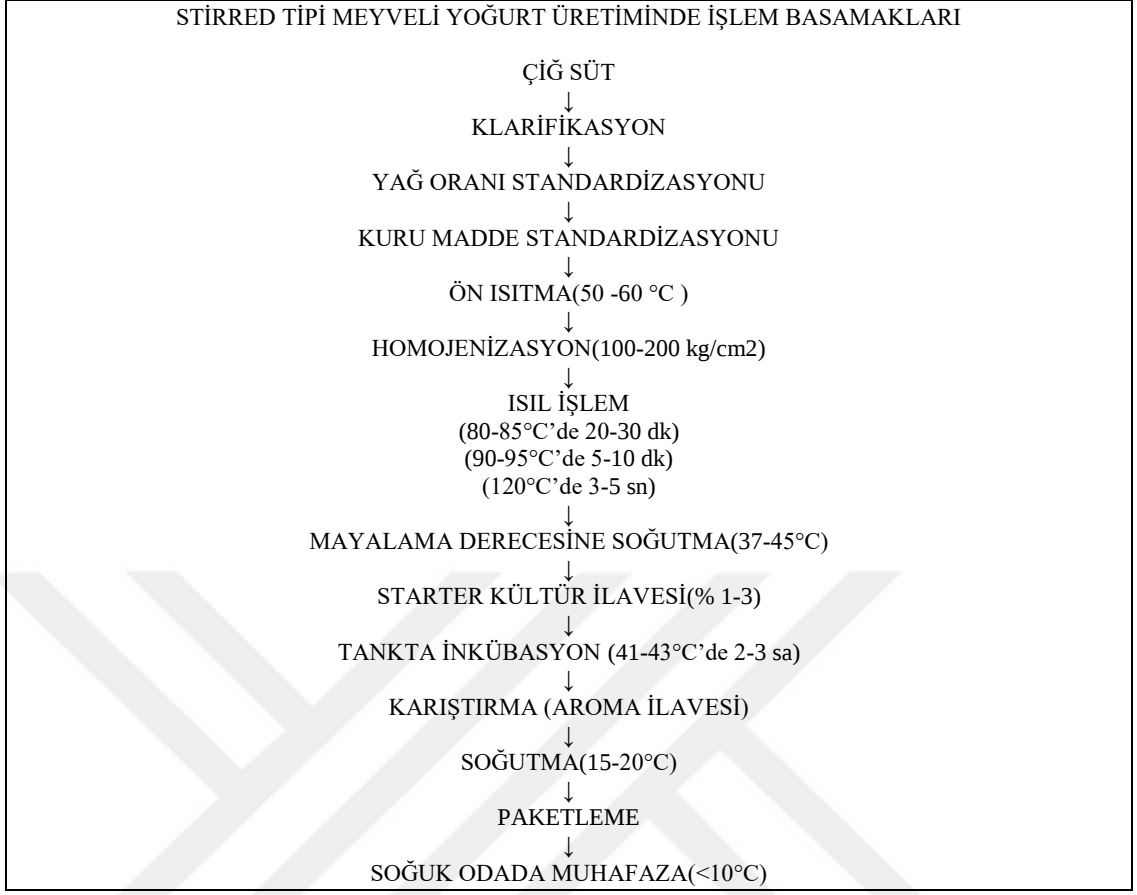
1.8.2.2. Stirred Tipi (Pıhtısı Kırılmış)Meyveli Yoğurt Üretimi

Stirred tipi (pıhtısı kırılmış) meyveli yoğurt üretiminde izlenecek ön basamaklar set tipi (pıhtısı kırılmamış) meyveli yoğurt üretimindeki basamaklarla aynıdır. Bu tip üretimdeki farklılık inkübasyonun tankta gerçekleşmesi ve inkübasyon sonunda karıştırılarak paketlenmesidir.

Stirred tipi (pıhtısı kırılmış) meyveli yoğurt yapımında kullanılacak süte öncelikle klarifikasyon işlemi uygulanarak içerdiği epitel hücreleri, kan, lökositler

gibi yabancı maddeler ve gözle görünen kirlerinden temizlenir. Daha sonra içerdiği yağ ve kuru madde yönünden standardize etmek için standardizasyon işlemine tabi tutulur ve gerekli ayarlanmalar yapılır. Yağ oranı ve kuru madde yönünden standardize edilen süte ön ısıtma işlemi uygulanarak yağ globüllerinin sütün içerisinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlayacak olan homojenizasyon basamağına geçilir. Daha sonra homojenize edilen süt 90-95°C de yaklaşık 5-10 dakika boyunca ısıtma işlemine tabi tutulur ve süt içerisindeki patojen mikroorganizmalar kaliteyi olumsuz yönde etkileyecek olan diğer mikroorganizmalardan arınması sağlanır. Isıtma işlemine tabi tutulan süt daha sonra mayalanma dediğimiz yani starter kültür gelişimine izin veren optimum sıcaklık değerlerinde (37- 45 °C arasında) bir sıcaklığa kadar soğutulur. Bu kısma kadar olan süreç set tipi (pıhtısı kırılmamış) meyveli yoğurt üretimiyle aynı olup yukarıda daha detaylı olarak anlatılmıştır.

Stirred tip (pıhtısı kırılmış) meyveli yoğurt üretiminin asıl farklılığı olan, bir tank içerisinde uygun inkübasyon sıcaklığına kadar soğutulan süte starter kültürlerin (*Lactobacillus delbrueckii subs. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) ilavesiyle süt tank içerisinde yaklaşık olarak 41-43°C'de 2-3 saat olacak şekilde inkübasyona alınır. Ayrı bir tankta ise üretimde kullanılacak meyve/aroma birleşimi bulunur. İnkübasyon işlemini tamamlayan süt artık yoğurt haline dönüşmüştür. Bu aşamada tank içerisindeki çarklar ile yoğurt karıştırılmaya başlanır ve diğer tanktaki meyve/aroma bileşimiyle beraber dozajlanarak karıştırma makinesinden geçirilip paketleme kaplarına dolumu yapılır. Bu şekilde tüketime sunulan 'Stirred Tipi' meyveli yoğurtlar, batılı ülkelerde en popüler meyveli yoğurt çeşididir (MEGEB, 2016).



Şekil 10: Sttired tipi meyveli yoğurt üretiminde işlem basamakları (MEGEB,2016)

1.8.2.2.1.Karıştırılmış (pıhtısı kırılmış- stirred) Meyveli Yoğurt Üretim Tipleri

Karıştırılmış (pıhtısı kırılmış- stirred) meyveli yoğurt üretimi meyve ekleme şekline göre üç tipte üretilmektedir;

- a) Meyve ile yoğurdun bir arada bulunduğu tip
- b) Meyve aroması eklenmiş tip
- c) Meyve ile yoğurdun tüketim esnasında karıştırıldığı tip

- a) Meyve ile Yoğurdun bir arada bulunduğu tip: Normal üretim akışında büyük tanklarda yoğurt yapılır. Daha sonra inkübasyon aşamasına geçilir ve bu aşamanın hemen ardından yoğurt soğutulur ve iyice karıştırılır. Soğuyup karıştırılan yoğurdu ambalajlama işleme geçilir ama ilk önce ambalajın en alt kısmına meyveler, üzerine de soğuk halde bulunan karıştırılmış yoğurt ilave edilir.
- b) Meyve aroması eklenmiş tip: Tanklarda üretilen yoğurt üzerine meyve aroması ilave edilir ve karıştırılır. İyice karıştırılan yoğurt daha sonra ambalajlanır. Ambalajlama işleminden sonra soğutulur ve dinlendirilir akabinde tüketime sunulur. Üretim teknolojisi çok kolaydır ve tüketilirken yeniden karıştırmaya gerek yoktur.
- c) Meyve ile yoğurdun tüketim esnasında karıştırıldığı tip: Tanklarda üretilen yoğurt karıştırılarak ambalaja ilk önce konur daha sonra üzerine meyveler konarak ambalajlama tamamlanır. Ambalajlanan meyveli yoğurtlar soğumaya alınarak dinlendirilir ve en son haliyle pazarlanır. Üretim teknoloji kolaydır fakat tüketilirken yoğurtla meyve karışımı iyi bir şekilde sağlanmalıdır.

2.GEREÇ ve YÖNTEM

2.1.GEREÇ

Bu çalışmada Afyonkarahisar’da çeşitli markalarla tüketime sunulan meyveli yoğurtlar materyal olarak kullanılmıştır. Tüketime sunulan dört farklı markanın ortak ve yaygın tüketimi olan çilekli, orman meyveli ve muzlu olmak üzere üç farklı çeşitlerinde Aflatoksin M1 varlığının tespitine yönelik araştırma yapılmıştır. Marketlerin satış reyonlarındaki meyveli yoğurtlardan; 20 çilekli, 30 orman meyveli ve 30 muzlu olmak üzere toplamda 80 adet, farklı parti numaralı meyveli yoğurtlar orijinal ambalajları içerisinde termobaks (buz içeren) taşıyıcılar ile en kısa zamanda laboratuvara getirilerek analizleri yapılmaya başlanmıştır.

2.2.YÖNTEM

2.2.1.Eliza Testinin Prensibi

Eliza testinin temel işleyiş mekanizması, antikorların antijenlere karşı spesifik olarak reaksiyon vermesi sonucunda oluşan antijen-antikor reaksiyonuna dayanmaktadır. Pleyt üzerinde düzenli bir şekilde yerleştirilmiş mikrotiter isimli hücreler bulunmaktadır. Bu hücrelerin içerisi Aflatoksin M1’e karşı spesifik antikorlar ile kaplanmıştır. Hücrelere test içeriğinde bulunan standart solüsyonlar ve numunelerin koyulması ile birlikte koyulan numune içerisindeki Aflatoksin M1, hücrelerdeki spesifik antikorlar tarafından bağlanarak tutulur. Reaksiyona girmemiş yani Aflatoksin M1’e bağlanmamış antikorlar ise ikinci aşama olarak hücrelere enzim konjugat eklenmesiyle birlikte , eklenen bu enzim tarafından bağlanırlar. Daha sonra pleyt yıkama aşamasına geçilir ve yıkama hücrelerde bağlanmamış halde bulunan enzim konjugatlar hücrelerden uzaklaştırılır. Yıkama işlemi sonrasında ise Substrat ve kromojen pleyt üzerindeki hücrelere eklenir. Substrat ve kromojen ekleme sırasında hücrelerde renk maviye döner. Bu renk dönüşünün sebebi sustrat ekleme

sırasında kromojen, bağılı halde bulunan enzim konjugatın rengini maviye dönüştürdüğü için pleytteki hücrelerde renk maviye döner. En son olarak yeterli reaxiyon süresini tamamlamış pleyte ,Stop solüsyonun eklenmesi ile reaksiyon durur ve pleytteki hücrelerde oluşan mavi renk sarıya dönüşür. Sonuçlar ise numunenin içerdiği aflatoksin M1 konsantrasyonu ile ters orantılı olarak absorbens değerleri cihazdan direk olarak okunur.

2.2.2. Eliza Testi'nin Uygulanması

2.2.2.1. Test Kitinin İçeriği

Çalışmada kullanılan test kiti Veratox for Aflatoxin M1'dir.

1. Mikroplaka tutucu
2. 96 kuyucuklu antikor kaplı mikroplaka
3. 96 gözlü karıştırma kuyucukları
4. 6 adet Aflatoksin M1 standart solüsyonu.
- Standart 1: 0 ppt Aflatoksin M1 içerir.
- Standart 2: 5 ppt Aflatoksin M1 içerir.
- Standart 3: 15 ppt Aflatoksin M1 içerir.
- Standart 4: 30 ppt Aflatoksin M1 içerir.
- Standart 5: 60 ppt Aflatoksin M1 içerir.
- Standart 6: 100 ppt Aflatoksin M1 içerir.
5. Örnek sulandırıcı
6. 25X yıkama solüsyonu
7. HRP konjugat solüsyonu
8. K-Blue substrat solüsyonu
9. Durdurucu solüsyon (Stop solution)

2.2.2.2. Standart Solüsyonlar

Belli konsantrasyonlarda aflatoksin M1 içeren solüsyonlar şişeleri ile birlikte kullanılmak üzere kitin içerisinde çıkarılmıştır.

2.2.2.3. Test Prosedürü

1. Karıştırıcı kuyucuklar mikrolaka tutucuya yerleştirildi.
2. Antikor kaplı kuyucuklar hazırlandı.
3. Reagent şişeleri kullnımdan önce karıştırıldı.
4. 250 µl kontrol ve numuneler karıştırıcı kuyucuklara aktarıldı.
5. 12 kanallı pipet yardımı ile 100µl örnek antikor kaplı kuyucuklara aktarıldı.
6. Antikor kaplı kuyucuklar 600 rpm’de 20 dk boyunca 18-30 °C’de inkube edildi.
7. İçerik boşaltıldı 5 defa yıkama solüsyonu ile yıkama işlemi gerçekleştirildi.
8. Konjugat kabına döküldü.
9. 12 kanallı pipet yardımı ile 100µl konjugat kuyucuklara eklendi.
10. Antikor kaplı kuyucuklar 600 rpm’de 10 dk boyunca 18-30 °C’de inkube edildi.
11. İçerik boşaltıldı 5 defa yıkama solüsyonu ile yıkama işlemi gerçekleştirildi.
12. Substrat kabına döküldü.
13. 12 kanallı pipet yardımı ile 100µl substrat kuyucuklara eklendi.
14. Antikor kaplı kuyucuklar 600 rpm’de 15 dk boyunca 18-30 °C’de inkube edildi.
15. Kalan substrat kabından döküldü ve kap su ile yıkandı
16. Kaba stop solüsyonu eklendi.
17. 12 kanallı pipet yardımı ile 100µl stop solüsyonu kuyucuklara eklendi.
18. 20 dakika içerisinde 650 nm filtre ile ölçüm gerçekleştirildi.

2.2.3. Meyveli Yoğurt Numunelerinin Hazırlanması

Meyveli yoğurt numunelerinden 3g tartılarak cam tüplere konulmuştur ve 80°C’de sıcak su banyosunda 3 dakika süreyle ısıtılmıştır. Oda sıcaklığına soğutulan örnekler 1: 5 oranında PBS buffer ile seyreltilmiş ve homojen bir örnek eldesi için iyice karıştırılmıştır. Bu içerikten 100 µl alınarak analizde kullanılmıştır. Bu şekilde hazırlanan yoğurt örnekleri için dilüsyon faktörü 5’ti

3.BULGULAR

Tablo 23:Muzlu yoğurtların analiz sonuçları

Örnek no	Marka	Tür	AFM1 ng/kg (ppt)
1	A	Muzlu	36.00
2	A	Muzlu	365.61
3	A	Muzlu	253.35
4	A	Muzlu	268.31
5	A	Muzlu	237.16
6	A	Muzlu	190.15
7	A	Muzlu	210.65
8	B	Muzlu	253.35
9	B	Muzlu	177.82
10	B	Muzlu	< 175.00 LOD
11	B	Muzlu	< 175.00 LOD
12	B	Muzlu	< 175.00 LOD
13	B	Muzlu	< 175.00 LOD
14	B	Muzlu	< 175.00 LOD
15	C	Muzlu	< 175.00 LOD
16	C	Muzlu	< 175.00 LOD
17	C	Muzlu	231.80
18	C	Muzlu	< 175.00 LOD
19	C	Muzlu	222.48
20	C	Muzlu	299.77
21	C	Muzlu	< 175.00 LOD
22	D	Muzlu	< 175.00 LOD
23	D	Muzlu	< 175.00 LOD
24	D	Muzlu	< 175.00 LOD
25	D	Muzlu	< 175.00 LOD
26	D	Muzlu	< 175.00 LOD
27	D	Muzlu	< 175.00 LOD
28	D	Muzlu	< 175.00 LOD
29	D	Muzlu	< 175.00 LOD
30	D	Muzlu	195.20

LOD= Limit of detection (Saptama sınırı)

Tablo 24:Çilekli Yoğurtların analiz sonuçları

Örnek No	Marka	Tür	AFM1 ng/kg (ppt)
31	A	Çilekli	< 175.00 LOD
32	A	Çilekli	< 175.00 LOD
33	A	Çilekli	< 175.00 LOD
34	A	Çilekli	< 175.00 LOD
35	A	Çilekli	< 175.00 LOD
36	B	Çilekli	< 175.00 LOD
37	B	Çilekli	< 175.00 LOD
38	B	Çilekli	< 175.00 LOD
39	B	Çilekli	< 175.00 LOD
40	B	Çilekli	< 175.00 LOD
41	C	Çilekli	< 175.00 LOD
42	C	Çilekli	187.65
43	C	Çilekli	< 175.00 LOD
44	C	Çilekli	< 175.00 LOD
45	C	Çilekli	< 175.00 LOD
46	D	Çilekli	< 175.00 LOD
47	D	Çilekli	< 175.00 LOD
48	D	Çilekli	< 175.00 LOD
49	D	Çilekli	< 175.00 LOD
50	D	Çilekli	< 175.00 LOD

LOD= Limit of detection (Saptama sınırı)

Tablo 25: Orman meyveli yoğurtların analiz sonuçları

Örnek No	Marka	Tür	AFM1 ng/kg (ppt)
51	A	Orman Meyveli	215.89
52	A	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
53	A	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
54	A	Orman Meyveli	503.80
55	A	Orman Meyveli	375.21
56	A	Orman Meyveli	320.34
57	A	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
58	B	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
59	B	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
60	B	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
61	B	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
62	B	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
63	B	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
64	B	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
65	C	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
66	C	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
67	C	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
68	C	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
69	C	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
70	C	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
71	C	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
72	D	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
73	D	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
74	D	Orman Meyveli	221.16
75	D	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
76	D	Orman Meyveli	276.49
77	D	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
78	D	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
79	D	Orman Meyveli	< 175.00 LOD
80	D	Orman Meyveli	< 175.00 LOD

LOD= Limit of detection (Saptama sınırı)

Tablo 26: Numune gruplarının Aflatoksin M1 aralığı

AFM1 Konsantrasyon aralığı (ppt)											
Örnek	Örnek Sayısı	AFM 1 tespit edilen örnek sayısı	<LOD	LOD-30	31-50	51-100	101-200	201-300	>300	Yasal limiti aşan örnek sayısı ve yüzdesi	Minimum ve maksimum AFM1 değerleri (ppt)
Muzlu	30	13	17		1		3	8	1	13 %40	36.00-365.61
Çilekli	20	1	19				1			1 %5	< 175.00-187.0
Orman Meyveli	30	6	24					3	3	6 %20	< 175.00-503.8

LOD= Limit of detection (Saptama sınırı)

4.TARTIŞMA

Bu çalışmada insan sağlığı ve beslenmesinde önemli yeri olan süt ve süt ürünleri içerisinde yer alan hemen her yaştan kesime hitap eden, farklı tat ve aromalarla zenginleştirilerek oluşturulan çok değerli bir diyet ürünü olan meyveli yoğurtların yapısında aflatoksin varlığını kontrol etmek ve eğer aflatoksin var ise bu aflatoksinin konsantrasyonunun tebliğ’de belirtilen standart değerler aralığında olup olmadığı ve toplum sağlığını tehlikeye sokacak derecede ciddi seviyelerde olup olmadığını değerlendirme adına analizleri yapılmıştır.

Yapılan bu analiz neticesinde Afyonkarahisar ilinde çeşitli market ve dükkanlardan toplanan, toplam 80 meyveli yoğurt örneklerinin 19’unda (%23,75); Aflatoksin M1 değer aralığı yönetmelikte belirtilen kabul edilebilir değerden yüksek olduğu saptanmıştır. Meyve çeşitliliğine göre ise muzlu meyveli yoğurtlarda %43.3 oranında daha sonra ise orman meyveli yoğurtlarda %20 oranında en son olarak ise çilekli meyveli yoğurtlarda %5 oranında aflatoksin M1 yönünden bir dağılım söz konusudur.

Meyveli yoğurtlar daha çok çocuklar tarafından tercih edilmekle birlikte her yaştaki insan tarafından da sevilere tüketilmektedir. Uzungöz ve Gülşen (2007) tarafından üniversite öğrencilerinin meyveli yoğurt tüketimi üzerine yapılan bir çalışmada, üniversite öğrencilerinin sadece %8,33’ü meyveli yoğurt tüketmeyi sevdiğini belirtirken, Şimşek ve Açıkgöz (2011) tarafından yapılan yine aynı çalışma sonucunda ise öğrencilerin meyveli yoğurt tüketim oranı %27.1 olduğu ve haftada 500 g’dan daha düşük olmak üzere kız öğrencilerde tüketimin daha fazla olduğu bildirilmektedir. Yani her geçen yıl meyveli yoğurda olan talep artmakta ve gelişen farklı aromaları sayesinde sevilerek tüketilmektedir.

Tarakçı ve ark. (2015) yapılan çalışmada ise bireylerin %30,7’si meyveli yoğurt tüketmeyi sevdiğini bildirmiştir. Ayrıca %52’si meyveli yoğurtların çocuklar için

olmadığını düşünmektedir. Bundan dolayı çocuklar olduğu kadar gençler ve yoğurdu sade olarak tüketemeyen yetişkinler meyveli yoğurdu tercih etmektedir.

Yetim ve ark. (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın verilerine göre; Iğdır’da annelerin süt ile besleme dönemindeki çocukları için tamamlayıcı besin olarak birinci sırada tercih ettiği besinin ev yapımı yoğurt (%67), ikinci sırada ise (%47) oranla hazır meyveli yoğurt olduğunu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarla insan sağlığı ve beslenmesi üzerinde etkili bir çok faydasının olduğu ortaya konan yoğurt ve benzeri fermente süt ürünlerinin ülkemizde ve dünyada tüketimi hızla artmakta ve bu artışın devam edeceği tahmin edilmektedir (Demirci ve Şimşek, 2004).

Meyveli yoğurt üretiminde kullanılacak olan sütün kalitesi bizim elde edeceğimiz son ürün olan meyveli yoğurdun kalitesini etkileyen temel faktördür.

Süt temininde kullanılan hayvanların beslenmesi ve beslenmelerinde kullanılacak yemlerin depolanması ve maya/küf üremesi özellikle Aflatoksin B1 oluşumunun engellenmesi sütte Aflatoksin M1 görülme ihtimalini azaltır. Büyük çaplı işletmelerde yem depolanması olayına dikkat edilse de küçük aile işletmelerinde yem depolanması genel olarak gerektiği şekilde yapılmamaktadır.

Çetin (2019), Burdur ilinde üretim yapan 20 süt sığırı işletmesinde hayvan beslemesi için kullanılan yemlerde oluşan Aflatoksin B1’in süte geçme oranı ve sütteki Aflatoksin M1 oranına yönelik yaptığı araştırmada işletmelerden toparlanan yem numunelerinin %68,23’ünde Aflatoksin B1’e rastlanmıştır. İşletmelerden alınan 20 süt numunesinin 13 tanesinde (%65) ise aflatoksin M1 tespit edilmiştir ve bu değerin Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinin aflatoksin limiti litrede 0,050 mikrogram seviyesini aşmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda yemlerdeki aflatoksin B1’in en düşük %0,013, en yüksek %0,7 oranlarında sütle Aflatoksin M1 şeklinde atıldığı gözlemlenmiştir.

Karakaya (2006), Erzurum ilinde faaliyet gösteren 72 süt sığırı işletmesinden yem numuneleri toplamış ve yine aynı işletmelerden süt numuneleri toparlayarak

analizler yapmıştır. Analiz edilen yem numunelerinde bulunan Aflatoksin B1 miktarı ortalama $361,12 \pm 94.76$ ppt değer aralığında ve süt numunelerinde ise bulunan Aflatoksin M1 miktarı da ortalama 3.85 ± 3.71 ppm değer aralığında olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiği zaman görülüyor ki tüketilen yemde bulunan aflatoksin B1'in yaklaşık %1,07'sinin süte aflatoksin M1 şeklinde süte geçtiği tespit edilmiştir.

Kaliteli bir yoğurt üretimi için yoğurt sütünün kaliteli ve kontamine olmaması gerekir. Yani meyveli yoğurtlarda görülen Aflatoksin M1'in kaynağı yoğurt sütünün Aflatoksin ile kontaminesinden kaynaklı olacağı muhtemeldir.

Çağlar ve Kara (2006) Afyonkarahisar'da yaptıkları araştırmada 120 çiğ süt örneğinde AFM1 analizi yapmışlardır. Örneklerin %22,5'i Avrupa ve Türkiye tarafından belirlenen limit değerlerin üstünde çıkmıştır.

Topcu (2006) Ankara merkez olup çevre ilçelerini de kapsayan bilimsel çalışmasında belirtilen bölgeden 86 sokak sütü numunesi toplamış ve bu numuneleri AFM1 düzeyleri yönünden analiz edilmiştir. Analiz edilen 86 süt numunesinin 12 tanesinde AFM1 düzeyi 40-49 ppm arasında, 50 tanesinde ise bu değer 50 ppm üzerinde olduğu saptanmıştır. Geriye kalan 24 adet numunede ise AFM1 düzeyi 40 ppm' nin altında olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucu elde edilen veriler toplamında %58'lik oranla süt numunelerinde AFM1 rastlanmış ve bu pozitif numunelerin %24'lük bir kısmı ise yönetmelikte belirtilen değer in çok üstünde bir değerde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özbek (2006) çalışmasında Marmara ve Ege Bölgesi'ndeki çeşitli yerlerdeki süt depolama tanklarından elde ettiği ve incelediği 50 adet süt numunesinin 35' inde (%70) aflatoksin M1 yönünden pozitif olduğunu saptamıştır. Aflatoksin M1 düzeyi 31 (%62) süt numunesinde yaklaşık olarak 5ppm ile 50 ppm aralığında bir değerde olup belirlenmiş; 4 süt örneğinde(%8) ise yasal sınırın (50 ppm) üstünde olduğu tespit edilmiştir.

Özkaya ve ark. (2003) 2002 yılı süresince Tarım İl Müdürlüğü Kontrol Şubesi tarafından 30 farklı ilden toparlanan, 543 adet çiğ süt numunesin, yapılan analizleri sonucunda %62,2'si Aflatoksin M1 yönünde negatif sonuç verdiği, %22,8'inin 0,01-0,05 mg/l aralığında bir değerde Aflatoksin M1 içerdiği, % 15,1'inin de yönetmelikte belirtilen yasal limitlerin üzerinde Aflatoksin M1 içerdiğini tespit edilmiştir.

Türkoğlu (2018), yılında Burdur ilinde yapmış olduğu çalışmada 35 süt işletmelerinden çiğ süt örnekleri almış AFM1 yönünden analizleri gerçekleştirmiş ve tüm numunelerde (%100) AFM1 tespit edilmiştir.

Süt ve süt ürünleri üretimi yapan fabrikalara süt temini yapan çiftliklerde oldukça önem arz etmektedir. Hazer (2011), Denizli ve Aydın illerinde iki kooperatife süt veren çiftlikten yaz boyu aralıklarda alınan 81 süt numunesini incelenmiş ve incelenen süt numunelerinin tamamının AFM1 yönünden pozitif sonuç vermesi ve numunelerin 20 tanesinde (%24,7) saptanan AFM1 aralığının Türkiye için yasal sınır olan 50 ng/l' nin üzerinde bir oranda olduğu dikkat çekicidir. AFM1 yönünden pozitif olan bu sütlerin kullanılması ile elde edilecek olan yoğurtlar ve diğer süt ürünlerinde de şüphesiz Aflatoksin M1 görülecek ve ürünler kontamine olmuş olacaktır.

Kök (2006), Aydın ili ve merkez ilçelerindeki üretim yapan mandıralardan, piyasaya sunulacak duruma getirilmiş süt ve süt ürünlerinden alınan numuler, HPLC (Yüksek Performanslı Likit Kromatografi) yöntemiyle Aflatoksin M1 yönünden incelenerek ürünlerdeki bulunma oranları saptanmıştır. İncelenen numunelerde Aflatoksin M1 oranı yaklaşık olarak 0.105 deger aralığında olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak yapılan çalışmada analiz edilen süt numunelerinin % 61.5'i, yoğurt numunelerinin % 77.7'si ve peynirlerin % 4'ünün tebliğde belirtilen yasal limit değerlerinin üzerinde olduğu saptanmıştır.

Özmenteşe (2002), İstanbul ilinde piyasadan sağlanan 87 süt, 15 yoğurt, 15 peynir numunesinde yapılan analizler sonucunda süt numunelerinin %11,6 sı, yoğurt numunelerinin %93,3 ü, peynir numunelerinin %13,3 ünde Aflatoksin M1 değerlerinin kabul edilebilir değer düzeylerinin üzerinde çıktığı bildirilmiştir.

Literatüre geçmiş bilimsel çalışmalar ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde Türkiye ve diğer ülkelerde çiğ sütlerde bulunan AFM1 miktarının bazı durum ve koşullara da ülkelerin belirledikleri yasal limitlerini aştıkları (Kamkar, 2004; Birdane ve ark., 2006; Galvano ve ark. 2001; Roussi ve ark. 2002; Bostan ve ark. 2005; Mavuş 2003; Atasever ve ark. 2006; Özkaya ve ark. 2002) bildirilmiştir.

Çeşitli araştırmacılar (Frazier ve Westhof 1998), yapmış oldukları çalışmalarda yem kalitesi ve temizliğinin yanı sıra ciddi bir faktör olan personel hijyeninin sağlanması, sağımda kullanılacak olan alet ve ekipmanın hijyenik durumlarının da göz önünde bulundurulması sütün hijyen kalitesinin üzerine etkili olduğunu tespit edilmiştir. Böylece süttten elde edilecek olan süt ürünlerinin kalitesinin bu değerlere de bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmacılar temiz sağım giysileri ile kapaklı sağım kovalarının kullanılmasının sütün kontaminasyonunun azaltılması açısından önemli olduğunu, süt ürünleri üretimi yapılan işletmelerde personel ve ekipmanın hijyen yönünden önemli bir nokta olduğunu belirtmişlerdir.

5.SONUÇ

Kaliteli ve dayanıklı bir yoğurt elde etmenin temel yolu yoğurt üretiminin hammaddesi olan sütün iyi ve kaliteli olmasından geçmektedir. Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden kirli, antibiyotik kalıntısı içeren, küf yönünden kontamine bir süttten işleme tekniği ve ekipman yönünden en kaliteli sistemlerde üretim yapılsa dahi sonuçta istenilen kaliteye sahip bir yoğurt üretimi gerçekleşmeyecektir. Aflatoksin M1 ile kontamine bir süttten üretilcek olan yoğurt direkt olarak Aflatoksin M1 içeriyor olacaktır. Yoğurt yapımında uygulanan ön işlemler ve üretim basamaklarında sütün yapısında olan Aflatoksin M1'in büyük bir kısmının bozulmadan son ürün olan yoğurda geçecektir.

Süt olduğu kadar meyveli yoğurt üretiminde kullanılacak olan meyvelerinde mikrobiyolojik, maya ve küf yönünden kontrol edilmesi gerekmektedir. Nitekim yapılan bu çalışmada da 80 adet meyveli yoğurt örneğinin 20 adedi riskli bulunup bunlardan 19 adedi Aflatoksin M1 yönünden Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne belirtilen kabul edilebilir değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Meyveli yoğurt üretimi yapan işletmeler için uygulanan denetimler sıklaştırılmalıdır. Bu işletmelerde HACCP standartlarına uyum sağlanıp sağlanmadığı dikkatlice kontrol edilmeli eğer belirlenen kriterleri uygulama yönünde eksiklik var ise işletmeler bu konularda bilgilendirilmeli ve bu konuda yaptırım uygulamalarının artırılması önerilmelidir.

Meyveli yoğurtların da diğer süt ve süt ürünlerinde olduğu gibi tüketim anına kadar soğuk zincir kırılmadan uygun muhafaza şartlarında saklanmasına özen gösterilmelidir. Birçok çeşit meyve ve meyve preparatları kullanılarak her damağa uygun meyveli yoğurt üretimi yapılabilmektedir. Daha sağlıklı nesiller yetiştirebilmek için yoğurt tüketimini artırma adına araştırma yapmaya ve ürün yelpazesindeki çeşitliliği arttırmaya yönelik çalışmalara devam edilmelidir. Market

raflarında meyveli yoğurt ve buna benzer birçok süt ürünü farklı şekillerde yer almaktadır.Günümüzde tüm bu ürünler için sadece bazı belirgin kısıtlamaları içeren Fermente Süt  r nleri Tebliğı kullanılmakta olup tebliğın genişletilip geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Hemen her yaştan bireyin diyetlerinde yer verdiğı hatta  ocuk ve bebeklerde tüketimi daha çok tercih edilen meyveli yoğurtlarda, birçok bileşen ve kriter yönünden gerekli düzenlemelerin yapılması, tüketicilerin bilğilendirilmesi, üretim yerlerinin ve hammadde temin edilen işletmelerin rutin kontrollerinin yapılması önerilmektedir.



ÖZET

Afyonkarahisar’da Satışa Sunulan Meyveli Yoğurtların Aflatoksin M1 Yönden İncelenmesi

Bu çalışmada, Afyonkarahisar’da satışa sunulan meyveli yoğurtların Aflatoksin M1 yönünden incelenmesi amaçlanmıştır. Aflatoksin M1 (AFM1), Aflatoksin B1 (AFB1) ile kontamine yemleri tüketen laktasyondaki hayvanların sütlerinde bulunur ve bu sütler ile üretilen tüm ürünlerde Aflatoksin M1’e rastlanmıştır. Potansiyel olarak karsinogenik ve teratojenik etkiye sahip olan Aflatoksin M1’ler özellikle bebek ve çocuklar açısından oldukça önemli bir risk faktörüdür. Meyveli yoğurt tüketimi de bebek ve çocuklarda fazla olduğu için meyveli yoğurtlarda Aflatoksin M1 bulunup bulunmadığı önem arz etmektedir. Yapılan çalışmada marketlerde çeşitli markalarla satışa sunulan meyveli yoğurtlardan 80 adet örnek materyal olarak kullanılmıştır. Örnekler Aflatoksin M1 yönünden incelenmiştir. İncelenen 30 adet muzlu meyveli yoğurt numunesinde 12 adeti (%40), 20 adet çilekli meyveli yoğurt numunesinden 1 adeti (%5), 30 adet orman meyveli yoğurt numunesinde ise 6 adeti (%20) Tebliğde belirtilen kabul edilebilir Aflatoksin M1 değerinin üzerinde olup genel olarak incelenen 80 adet numunenin 19 tanesi (% 23,75) riskli gıda grubunda olduğu tespit edilmiştir. Halk sağlığının korunması amacıyla, süt ve süt ürünleri üretimi yapan firmaların periyodik olarak Aflatoksin M1 varlığı yönünden kontrol edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aflatoksin M1, Afyonkarahisar, Meyveli yoğurt.

SUMMARY

Determination of Aflatoxin M1 Qualities of Fruit Yoghurt Sold in Afyonkarahisar

This aimed to examine the fruit yoghurts marketed in Afyonkarahisar regarding the presence of Aflatoxin M1. Aflatoxin M1 (AFM1) is found in the milk of animals that consume feeds contaminated with Aflatoxin B1 (AFB1) and Aflatoxin M1 is found in all products produced with these milk. Aflatoxin M1, which has a potential carcinogenic and teratogenic effect, is a very important risk factor especially for infants and children. Since fruit yoghurt consumption is also high by infants and children, it is important if there is Aflatoxin M1 contamination in fruit yoghurts. In the study, 80 fruit yoghurt samples, which are sold with various brands, were used as sample materials. The samples were examined regarding the presence of Aflatoxin M1. The results of the study showed that 12 samples (40%) of 30 banana fruit yogurt samples, 1 sample (5%) of 20 strawberry fruit yogurt samples and 6 (20%) of 30 forest fruit yogurt samples contained Aflatoxin M1 above the acceptable legal limit. It is determined that a total of 19 of the 80 samples (23,75%) contained higher aflatoxin M1 value as risky food group. To protect the public health, It is recommended that the ccompanies producing milk and dairy products should be controlled periodically regarding the presence of Aflatoxin M1

Keywords: Aflatoxin M1, Afyonkarahisar, Fruit yoghurt.

6.KAYNAKLAR

- ABDALLA, MOM, FAWI NMT, AHMED MSO, MOHAMED GE, AHMED GEM. (2015). Quality evaluation of stirred yoghurt flavoured with guddaim (*grewia tenax*) fruit. *Asian J Agr F Sci*.3(1): 27-33.
- AKAL, H.C., TRKMEN, N. (2013). lkemizdeki coğrafi işarete sahip st rnleri. *Ky-Koop Haber Gazetesi*, Nisan sayısı, sayfa 12.
- AKDEMİR, ., ALTINTAş, A. (2004). Ankara’da işlenen sütlerde aflatoksin M1 varlığının ve düzeylerinin HPLC ile araştırılması. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 51: 175-179.
- AKUBOR, P.I.(2016). Quality evaluation and storage properties of yoghurt supplemented with pineapple juice. *IJSK*. 5(1): 23-31.
- AKİN, M. S., A. KONAR.(1999). "İnek ve keçi sütlerinden üretilen ve 15 gn sre ile depolanan meyveli/aromalı yoğurtların fizikokimyasal ve duysal zelliklerinin belirlenmesi üzerine karşılaştırmalı bir araştırma." *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23.3 (1999): 557-565.
- AKIN, N. (2006). *Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*. Damla Ofset. Konya.
- ALMEİDA, K.E., OLİVEİR, M.N.(1992). Influence of total solids contents of milk whey on the acidifying profile and viability of various lactic acid bacteria.
- ALMEDİA, T.C., OLİVERİA, J.S.(1992). Use of Sweet Cornflakes in Yoghurtand ice-cream.*Ciencia e Tecnologia de Alimentos*12(1)62-71.
- ALSHANNAQ, A., YU, J.H. (2017). Occurence, toxicity and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(6): 632.
- AMAYA-FARFAN, J. (1999). Aflatoxin B1-induced hepatic steatosis: role of carbonyl compounds and active diols on steatogenesis. *Lancet*. 353, 747-748.

ANONİM, (2016). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2009/25)

<http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.12872&sourceXmlSearch=fermente&MevzuatIliski=0> Erişim Tarihi: 31.03.2016.

ANONİM.(2009). Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009/25) Resmi Gazete Tarihi: 16.02.2009 Sayı: 27143.

ANONYMOUS, (1976). Anonymous Biggest idea in yogurt since fruit Cult. Dairy Prod. J. Development and Manufacture of Yogurt and Other Guccional Dairy Products, CRC Press Taylor & Francis Group,, New York. p: 1-37.

ANONYMOUS, (1980). Flavored, Grain- Based Crunches Top Baked Goodsand Confections. Food Products Development 14 (9) 24.

ANAR, Ş. (2015). Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. Dora Yayıncılık. Bursa.

ANONİM, (2006). European Commission. Commission regulation (EC) No 1881 of 19 December 2006, setting maximum levels for 124 certain contaminants in foodstuffs. Off J Europ Union L364:5–24.

ANONİM, (2011). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Sayı : 28157 3. Mükerrer) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm>

ANONİM, (2005). Tarım ve Köyşleri Bakanlığında :Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2005/3).

ARYANA, K. J., OLSON, D. W.(2017). A 100-year review: yogurt and other cultured dairy products, Journal of Dairy Science, 100, 12, 9987-10013.

ARMSTRONG, D. (1979). Teaching Medical Sociology , September 1979 Pages 257-258.

ARDA, M., MİNBAY, A., AYDIN, N., AKAY, Ö., İZGÜR, M . (1997). Mikotoksikozisler. Özel Mikrobiyoloji; Epidemiyoloji, Bakteriyel ve Mikotik

Enfeksiyonlar,Er 4. Baskı, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları, s: 345-357.

ASTRUP, A.(2014). Yogurt and Dairy Product Consumption to Prevent Cardiometabolic Diseases: Epidemiologic and Experimental Studies. May;99(5 Suppl):1235S-42S. doi: 10.3945/ajcn.113.073015.

ATAK, G. (1998). İstanbul’da Piyasadan Temin Edilen Kurutulmuş Kırmızı Biber Örneklerinde Aflatoksin Aranması, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Ün.v., Sağlık Bil. Ens., İstanbul.

ATİK, İ. (2012). Aydın İlinde Doğal Olarak Kurutulan, Geleneksel ve Endüstriyel İşlenen İncirlerin Bazı Özellikleri ve Aflatoksin İçerikleri, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

BADEA, M.E., SANDULESCU, D., GOZIA, O., RADUTOIU, S.E., RAICU, P., GORENFLOT, R. (1997). Effets Du Filtrat De Culture De Fusarium graminearum Et De La Température Sur l’embryogenése Somatique Chez Triticum aestivum L. Revue De Cytologie Et Biologie Végétales. Le Botaniste, 20 (2): 3-10.

BAŞKAYA, R., AYDIN, A., YILDIZ, A., BOSTAN, K.(2006). Aflatoxin M1 levels of some cheese varieties in Turkey Medycyna Wet 62: 778-780.

BAYSAL, A.(2009). Beslenme, 12. Baskı. Ankara: Hatipoğlu Yayınları.

BEHAR, E., BALDİ, D.R., LAOR, A., HORESH, A., STEVENS, J., TZIOUMIS, T.(2015). Discovery of millimetre-wave excess emission in radio-quiet active galactic nuclei .Volume 451, Issue 1, 21.

BETİNA, V.(1989). Mycotoxins-Chemical, Biological and Enviromental Aspects, Elsevier Amsterdam.

- BHATNAGAR, D., CLEVELAND, T.E., PAYNE, G.A. (2000). *Aspergillus flavus*. In: Encyclopedia of Food Microbiology, Editor, Robinson, R.K., Academic Press, San Diego, California, USA, 72-79.
- BİRDANE, Y., AKAYA, L., BASKAYA, R., CEMEK, M., BULUT, S.(2006). Afyonkarahisar’da tüketime sunulan UHT sütler ile çiğ sütlerdeki AFM1 miktarının belirlenmesi, 2. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi, İstanbul. .
- BROWN,COW.(1970). History of Soy Yogurt, Soy Acidophilus Milk and Other Cultured Soymilks pn:164.
- BROWN, G.D.(1970). How to make Honey Yoghurt .American Dairy Rew.32 (4)60-62.
- BULLERMAN, L.B. (1979). Significance of mycotoxins to food safety and human health. Journal of Food Protection, 42: 65-86.
- BUSBY, W. F. JR, WOGAN, G. N. (1984). Aflatoxins. In: Edwards F, ed. Chemical Carcinogens. York, Maple Press Co, 945-1136.
- ÇETİN, B.,AVŞAR , A.,ULUSOY, A.T.(2011). Kazein içerikli besinler ve dental ürünler. Issue 4, Pages 24 – 31.
- ÇETİN, C.(2019). Burdur İlindeki Bazı Süt Sığırcı İşletmelerinde Yemlerdeki Aflatoksin B1 Varlığının Süte Geçme Durumunun Araştırılması Yüksek Lisans Tezi.
- ÇINAR, İ., DAYISOYLU, K.S. (2005). Sağlık ve Beslenmede Sinbiyotikler. Gıda.(30):339-344.
- DAVID, BOB.(1970). History of Soy Yogurt, Soy Acidophilus Milk and Other Cultured Soymilks pn:164.
- DAVIS, J.G.(1970). Fruit yoğurt.Dairy Industries.(35 Oct.1970) 676-681.
- DEMİRCİ, M., ŞİMŞEK, O. (2004). Süt işleme teknolojisi. Hasad Yayıncılık Ltd. Baskı. İstanbul.

- DUNNE, J., EVERSHERD, R.P., SALQUE, M., CRAMP, L., BRUNİ, S., RYAN, K.(2012). First dairying in gren Saharan Africa in the fifth millennium BC Nature 2012;486:390-394.
- DURAK Y, KELEŞ F, UYSAL A, ALADAĞ, M.O. (2008). Konya yöresi taze ev yapımı yoğurtların mikrobiyolojik özelliklerinin araştırılması. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 22 (44): 113-117.
- EATON, D.L., GROOPMAN, J.D.(1994). The Toxicology of Aflatoxins. Academic Press, New York. pp 383-426.
- EGMOND, V. (2002). Worldwide Regulations on Aflatoxins.Pages 273-293.
- EL-BAKRİ, J.M., EL-ZUBEIR, I.E.M. (2009). Chemical and mikrobiyological evaluation of plain and fruit yoghurt in khartoum state, sudan. Int. J DairySci. 4:1-7.
- ERDEM, H., ÖZEN, N. (1990). Aflatoksinlerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Açısından Önemi. O.M.Ü. Ziraat fakültesi Dergisi, Cilt:5, Sayı:1-2, Samsun.
- ELTEM, R.(2007). Mikotoksinler, Ege Üniversitesi Müh. Fak. Biyomühendislik Bölümü, DersNotları,İzmir/Türkiye.http://www.hemakim.com/files/sunumlar/HOzer_Mikotoksinler_izmir_28052008.ppt.
- FİSBERG, M., MACHADO, R.(2015). History of yogurt and current patterns of consumption. Nutrition Reviews, 73,1, 4-7.
- FRAZİER, W.C., WESTHOFF, D.C.(1988). Food microbiology. McGraw-Hill Book Company, Singapore. pp. 287-299.
- GALVANO, F., GALOFARO, V., GALVANO, G.(1996). Occurence and stability of aflatoxin M1 in milk and milk products a worldwide review. Journal of Food Protection 59 (10), 1079-1090.

- GİRGİN, B., BAŞARAN, N., ŞAHİN, G. (2001). Dünya’da ve Türkiye’de insan sağlığını tehdit eden mikotoksinler. *Türk Hijyeni Deneysel Biyoloji Dergisi* 58(3): 97-118.
- GÜRBÜZ, Ü., NİZAMLIOĞLU, M., NİZAMLIOĞLU, F., DİNÇ, İ., DOĞRUEK, Y. (1999). Bazı et, süt ürünleri ile baharatlarda aflatoksin B1 ve M1 aranması. *Veterinarium*, 10(1):34-41.
- GÜRSEL, E., ŞENEL, Ş.(2004). Yoğurtta Maya ve Küf Gelişimine Karşı Biyokoruyucu Kültür Kullanımı. *Gıda Dergisi*, 29 (4) 283- 289.
- GÜRSOY, A.(2006). Süt Kimyası ve Biyokimyası, sayfa1-70,Ankara.
- HAZER, A. (2011). Denizli ve Aydın illerinden elde edilen çiğ sütlerde Aflatoksin M1 prevalansı ve miktarının aranması. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- HENDRICKSE, R.G. (1997). Of sick turkeys, kwashiorkor, malaria, perinatal mortality, heroin addicts and food poisoning: research on the influence of aflatoxins on child health in the tropics. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 91 (7), 787-93.
- IARC, (1993). International Agency for Research on Cancer. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. In *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans* (Vol. 56, pp. 489–521). Lyon, France: International Agency for Research on Cancer.
- KAMBER, U.(2016). Evaluation of the growth of some patogen bacteria in fruit yoghurts. *Van Vet J.*27 (3): 153-160.
- KAMKAR, A., JAHED KHANIKI G.H.R., ALAVI, S.A. (2011). Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk produced in Ardebil of Iran. *Iran. J Environ Health Sci Eng*, 8 (2), 123-128.

- KARA, H.H., ÇAĞLAR, A.(2006). Occurrence of aflatoxin M1 in raw cow milk in the Afyonkarahisar province of Turkey. 61(5):179-182.
- KARAKAYA, Y.(2006). Mısır Silajında Aflatoksin B1 Varlığının Ve Süte Geçme Durumunun Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.
- KAYA, S., ŞANLI, Y.(1991). Veteriner Klinik Toksikoloji, Ankara, 282 – 360.
- KILIÇ, S.(1994). Yoğurt yapımı ve insan sağlığı yönünden önemi . E.Ü Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi yayın bilteni. No:21.
- KILIÇ, S.(1994). Yoğurdun Saklama Süresinin Biyostabilizasyon Tekniği ile Uzatılması. Hasad, Ocak, 33-34.
- KOÇ, B., SAKİN, M., BALKIR, P., KAYMAK-ERTEKİN, F. (2009). Yoğurt tozu; işleme teknolojisi,depolama ve kullanım alanları. *Gıda*.34 (4):245-250.
- KOÇAK, K.(2013).Tüketime Sunulan Yoğurtlarda Bazı Katkı Maddelerinin(Nişasta, Jelatin, Natamisin) Kullanımı ve Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesine Yönelik Piyasa Araştırması. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- KÖK, Z.(2006). Aydın ili ve Çevresinde Üretilen Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin Varlığının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi.
- KUMAR, P., MAHATO, D.K., KAMLE, M. (2016). Aflatoxins: a global concern for food safety,human health and their management. *Frontiers in Microbiology* 7: 2170. doi:10.3389/fmicb.2016.02170.
- MADALI, B., AYAZ, A .(2017). Süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M1: Maruziyet ve sağlık riskleri. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi* 4(1): 1-14.
- MARCUS, P.M., NEWCOMB, P..A. (1998). The Association of Calcium And Vitamin D, And Colon and Rectal Cancer in Wisconsin Women . Oct;27(5):788-93.

- MATTILA,-SANDHOLM, T., MYLLARINEN, P., CRITTENDEN, R., MOGENSEN, G., FONDEN, R., SAARELA, M. (2002). Technological challenges for future probiotic foods. *Int. Dairy J.* 12: 173–182.
- MAVUŞ, H.(2003). Kayseri yöresinde satışa sunulan sütlerden aflatoksin tayini. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- MEGEP, (2016). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Mesleki Eğitim ve Öğretimin Güçlendirilmesi Projesi. <http://www.megep.meb.gov.tr/?page=moduller>
- MCKINLEY, C.M.(2005). The nutrition and health benefits of yoghurt..<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2005.00180>
- MEYDANI, S.N., HU, W.K. (2000). Immunologic effects of yogurt. *Am. J Clin Nutr.* 71: 861-72.
- MCCONNELL, I. R., GARNER, R .C. (1994). DNA Adducts of Aflatoxins, sterigmatocystin and other mycotoxins. In: Hemminki K, Dipple A, Shuker DEG, Kadlubar FF, Segerbäck D, Bartsch H, (Eds.), DNA Adducts: Identification and Biological Significance. Lyon: IARC Scientific Publications No.125, p: 49-55.
- NİLÜFER, D., BOYACIOĞLU, D.(2003). "Süt ürünlerinde diyet liflerinin ingrediyen olarak kullanımı." Süt Ürünlerinde Yeni Eğilimler Sempozyumu : 22-23.
- ONURLUBAŞ, E., ve ÇAKIRLAR, H. (2016). "Tüketicilerin Süt ve Süt Ürünleri Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma." *Journal of the Institute of Social Sciences Cankiri Karatekin University/Cankiri Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 7.1
- OĞUZ, H. (2017). Mikotoksinler ve önemi. *Klinikleri Veterinary Sciences – Pharmacology Toxicology - Special Topics* 3(2): 113-9.

- O'RELL, K.R., CHANDAN, R.C. (2006). Fruit Preparations and Flavoring Metaterials. In: Chandan, R.C.(eds.), Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Blackwell Publishing. USA. p.:151-167.
- ORUÇ, H.H.(2005). Mikotoksinler ve tanı yöntemleri. Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med., 24 (1-4), 105-110.
- ÖGEL, B.(1985). Türk Kültür Tarihine Giriş Cilt IV: Türklerde Yemek Kültürü. Ankara: Kültür Bakanlığı Yayınları; s 19-24.
- ÖKSÜZTEPE, G., ERKAN, S.(2016). Mikotoksinler ve Halk Sağlığı Açısından Önemi. Harran Univ. Vet Fak. Derg.; 5(2): 190-195.
- ÖZBEK. E., (2006). Marmara bölgesi askeri birliklerinde tüketime sunulan süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M1 düzeylerinin belirlenmesi.Yüksek Lisans Tezi.
- ÖZER, B.(2006). Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya Ltd. Şti. Şanlıurfa.
- ÖZDEN, A.(2008). Yoğurdun tarihi. Güncel Gastroenteroloji. 2008;12(2):128-133.
- ÖZKAYA, Ş., TEMİZ, A. (2003). Aflatoksinler: kimyasal yapıları, toksisiteleri ve detoksifikasyonları. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi 1(1): 1-21.
- ÖZTEK, L. (1995). Yoğurda İşlenecek Sütün Kurumaddesi'nin Standardizasyonu. 3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Milli Prodüktivite Yayınları. Ankara, 548: 38 – 64
- ÖZER, B. (2006). Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya Ltd. Şti. Şanlıurfa.
- ÖZDEN, A. (2007). Yoğurt nedir? Güncel Gastroenteroloji Derg. 11(4): 252-265.
- ÖZKAYA, G., TEMİZ, A., (2003). Aflatoksinler: Kimyasal Yapıları, Toksisiteleri ve Detoksifikasyonları. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, Sayı:01, Cilt:01, Sayfa:1-21. <http://www.mikrobiyoloji.org/pdf/702030101.pdf>
- ÖZKAYA, Ş., BAŞARAN, A., KAYMAK, T., DİKMEN, O., KOCABEY, M., DEMİRKAZIK, G., ALTINDİŞ, N., RAMİZ, R.(2002). Gıda ve yemlerde mikotoksin düzeylerinin tesbiti. Bölüm 2: Türkiye’de üretilen süt ve

peynirlerde aflatoksin M1 aranması. Gıdalarda katkı, kalıntı ve bulaşanların izlenmesi II. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma-Kontrol Genel Müdürlüğü Tebliği. Bursa-2002.

ÖZMENTEŞE, N.(2002). İstanbul piyasasından sağlanan süt ve süt ürünlerinin aflatoksin B1 ve M1 içerikleri yönünden yüksek basınçlı sıvı kromatografisi yöntemi ile araştırılması. Diss. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZTURAN, K., ÜNSAL, C., KARAKAYA, Y., ATASEVER, M., CEYLAN, Z. G., ATASEVER, M. A., DEMİRKAYA, A. K. (2007). Erzurum'da Tüketime Sunulan Buğday Unlarının Toplam Aflatoksin, Aflatoksin. B1 ve Okratoksin A Yönünden İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 2(4), 172-176.

PALA, V., SİERİ, S.(2004). Dietarry pattens and risk of breads cancer in the ORDET cohort. Cancer Epidemial Biomarkers Prev. 13:567-72.

PERAİCA, M., RADİC, B., LUCİC, A., PAVLOVİC, M. (1999). Toxic effects of mycotoxins in humans. World Health Organization, 77: 754-766.

PİTTET, A.(1998). "Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds: an update review." Revue de Medecine Veterinaire (France).

SABUNCUOĞLU, S.A., BAYDAR., T., GİRAY, B. (2008). Mikotoksinler: toksik etkileri, degradasyonları, oluşumlarının önlenmesi ve zararlı etkilerinin azaltılması. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi 28(1): 63-92.

STOLOFF. L.,(1980). Aflatoxin M in Perspective. J Food Prot. 43 (3): 226–230. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-43.3.226>

ŞANLI, Y. (2002). Veteriner Klinik Toksikoloji. Ankara: Medipres Yayınları. s: 487- 547.

ŞENER, S., YILDIRIM, M. (2000). Veteriner Toksikoloji. İstanbul: Teknik Yayıncılık Akademik Eserler Serisi, s: 239-273.

- ŞİMŞEK, B., AÇIKGÖZ, İ. (2011). Üniversite öğrencilerinin süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının değerlendirilmesi. Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Ens. Derg. 1 (2): 57-62.
- ŞİMŞEK, O., ÇETİN, C. (2005). İstanbul İlinde İçme Sütü Tüketim Alışkanlıkları ve Bu Alışkanlıkları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Cilt 2 , Sayı 1, Sayfalar 23 – 35.
- ŞİRELİ, U., ONARAN, B.(2012). Yoğurt ve Yoğurdun İnsan Sağlığı Açısından Yararları, www.asuder.org.tr.
- ŞİRELİ, T., ÖZDEMİR, H. (1998). Ankara’da tüketime sunulan meyveli yoğurtların mikrobiyolojik kalitesi. Ankara Üniv Vet Fak Derg.45: 287-293.
- TAMIME, A.Y., ROBINSON, R.K. (2007). Tamime and Robinson’s Yoghurt Science and Technology. Third Edition. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. New York. p 91-114.
- TARAKÇI, Z., KÜÇÜKÖNER, E.(2004). Physical, chemical microbiological and sensory characteristics of some fruit-flavored yogurt. J F Sci Tech.41: 177-181.
- TEKİNŞEN, O.C., TEKİNŞEN, K.K. (2005). Süt ve Süt Ürünleri. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- TOPCU, S.Ö.(2006). Ankara Sokak Sütü ve Peynir Örneklerinden Maya İzolasyonu, Sütlerden Aflatoksin M1 Tayini .Yüksek Lisans Tezi.
- TUNAİL, N. (2000). Mikrobiyel Enfeksiyonlar ve İntoksikasyonlar. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları.Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Genişletilmiş 2. Baskı. Sim Matbaası, Ankara, 522 s.
- TÜBER, (2019). Türkiye Beslenme Rehberi 2015,Ankara, 294 s.
- UFUK, D.(2017). Ankara’da satışa sunulan meyveli yoğurtların mikrobiyolojik ve kimyasal yönden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara

- UYLAŞER, V., KARAMAN, B., KAZANCI, Y.T., (2005). Mikotoksinler ve insan sağlığına etkileri. *Hasad*, 21 (244), 43-48.
- UZUNGÖZ, M., GÜLŞEN, M. (2007). Üniversite öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Gıda Tekn Elektronik Derg*, (3):15-21.
- ÜÇÜNCÜ, M. (2005). Süt Mamülleri Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- ÜNAL, G., AKALIN, S.A.(2006). Kroner kalp hastalığında süt ve ürünlerinin önemi. *Gıda Derg.* 31 (5): 259-266.
- YETİM, A., YETİM, Ç., DEVECİOĞLU, E. (2015). Iğdır’da annelerin süt çocuğu beslenmesi konusundaki bilgi ve davranışları. *J Curr Pediatr*, (13):7-12.
- YILDIZ, F. (2010). Overview Of Yogurt And Other Fermented Dairy Products.In: Yıldız F. (eds.)
- YILDIZ, F.(2010). Overview Of Yogurt And Other Fermented Dairy Products.In: Yıldız F. (eds.) *Development and Manufacture of Yogurt and Other Guctional Dairy Products*, CRC Press Taylor & Francis Group,, New York. p: 1-37.
- YUNUS, A.W., RAZZAZİ-FAZELİ, E., BOHM, J. (2011). Aflatoxin B1 in affecting broiler’s performance, immunity, and gastrointestinal tract: a review of history and contemporary issues. *Toxins*. 3, 566-590.
- YÜCECAN, S.(2008). Optimal Beslenme. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 726.
- ZHOU, L., YANG, A., LİU, Z., WU, B., SUN, X., LV, Z., TIAN, J., DU, M.(2017). Changes in hemolymph characteristics of ark shell *Scapharaca broughtonii* dealt with *Vibrio anguillarum* challenge in vivo and various of anticoagulants in vitro . <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.11.031>.