



ÇİĞ SÜT ÜRETİMİNDE GIDA GÜVENLİĞİ AÇISINDAN KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN ÖNEMİ

IMPORTANCE OF DECISION SUPPORT SYSTEMS ABOUT FOOD SAFETY IN RAW MILK PRODUCTION

Ecem AKAN^{1*}, Özer KINIK¹

¹Süt Teknolojisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
ecem.akan@ege.edu.tr, ozer.kinik@ege.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 01.04.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 04.07.2014
* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2014.92063
Derleme Makalesi/Review Article

Öz

Çiğ süt üretiminde çeşitli gıda güvenlik tehlikelerinin kontrolünde karar destek sistemleri henüz geliştirilmemiştir fakat bu sistemlerin temelini oluşturan noktalar hazır durumdadır. Karar destek sistemleri elementleri süt tedarik zincirinde kritik noktalarda veri tanımlanmasını, bilgi yönetim sistemini ve veri değişimini içerir. Bu elementlerin temelinde dayanarak karar destek sistemleri geliştirilmektedir. Veri tanımlanması, bilgi yönetim sistemleri ve veri değişiminin bir arada kullanılmasıyla kısa zamanda karar verebilmek mümkün olmaktadır. Karar destek sistemleri süt sektöründe gıda güvenliği tehlikelerinin kontrolünde oldukça önemlidir ve üreticiler tarafından tercih edilebilmektedir. Bu sistemler uygulandığı takdirde gereksiz yere örnek alınması ve analiz yapılması engellenebilir. Bu makale de önemli karar destek sistemleri elementlerinin çiğ sütün gıda güvenliğine etkisinden bahsedilecektir.

Anahtar kelimeler: Karar destek sistemleri, Gıda güvenliği tehlikeleri

Abstract

In raw milk production decision support systems for control of food safety hazards has not been developed but main points of this system are available. The decision support systems' elements include data identification at critical points in the milk supply chain, an information management system and data exchange. Decision supports systems has been developed on the basis of these elements. In dairy sector decision support systems are significant for controlling of food safety hazards and preferred by producers. When these systems are implemented in the milk supply chain, it can be prevented unnecessary sampling and analysis. In this article it will be underlined effects of decision support system elements on food safety of raw milk.

Keywords: Decision support systems, Food safety hazards

1 Giriş

Süt ürünleri üretim zincirinde çeşitli kimyasal ve mikrobiyal gıda güvenliği problemlerine rastlanılmaktadır. Mikotoksinler, veterinerlik ilaç kalıntıları ve patojenler (*Listeria monocytogenes* gibi) çiğ sütte gıda güvenliğine etki eden temel tehlikelerdir [1],[2]. Mikotoksinler açısından örnek verecek olursak 2003 ve 2004 yılında İtalya'da aflatoksin B1 ile kontamine olmuş mısır tüketen hayvanların sütlerinde yasal limitlerin üzerinde aflatoksin M1 saptanmıştır [3],[4]. Aflatoksin B1 ile kontamine olmuş yemlerle beslenen ineklerin sütüne aflatoksin M1 geçişi olmuştur. Bu bileşik insan sağlığı açısından oldukça tehlikelidir [3]. Mikotoksinlerin yanında veterinerlik ilaç kalıntıları da yemler aracılığıyla süte bulaşabilir. İnekler veterinerlik ilaçlarına uzun süre maruz kaldıklarında yüksek miktarda kalıntı gözlemlenebilir. Süt ürünleri üretim zincirinde mikrobiyal gıda güvenliği problemlerine neden olan en temel mikroorganizma *L. monocytogenes*'tir. *L. monocytogenes* yaygın bir şekilde çiftlik ve çevresinde (toprak, bitki, su), endüstriyel çevrede bulunur [5]-[7]. Son on yılda sütte ve peynirlerde *L. monocytogenes* daha fazla ortaya çıkmıştır [2],[7],[8].

Karar destek sistemi (KDS) bir işletmede yöneticilerin ve profesyonel çalışanların karar vermesine yardımcı olarak kullanılan, karar verme sürecinde kullanıcıların sistemle karşılıklı etkileşimde bulunduğu, bilgisayar tabanlı bir bilişim sistemidir [9]. Karar destek sistemleri çoğunlukla yarı

yapılandırılmış problemlerin çözümünde kullanılmakla birlikte, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış problemler için de kullanılabilir. Sistemler veri ve model bazlıdır [10].

Kullanıcılar, özgün ve belirli bir probleme değin veriler ve bir ya da daha çok yöntem çerçevesinde model kurma olanağı sağlayan bu tür sistemler yardımıyla daha hızlı ve daha isabetli kararlar verebilmektedir. Son yıllarda karar vericilerin karar aşamasında karar destek sistemlerinin kullanımı oldukça yaygınlaştırmıştır. Geliştirilen ve karar vericilerin kullanımına sunulan karar destek sistemleri organizasyonların veya kurumların içinde veya dışında bulunan verilere son kullanıcıların rahatlıkla ulaşabilmelerini sağlamaktadır. Bu sayede ihtiyaç duyulan bilgilere hızlı ve zamanında erişim, kurumlarda kararların zamanında alınmasına yardım ederek verimliliği ve alınan kararların kalitesini yükseltmektedir. Günümüze kadar çiğ süt üretiminde çoklu gıda güvenliği tehlikelerinin kontrolünde KDS geliştirilmemiş olup bu sistemin alt yapısı hazırlanmış durumdaydı. Yapısal olarak farklı bileşenler için süt ürünleri üretim zincirinde çeşitli tanımlama metodları farklı örnek alma noktalarında kullanım için geliştirilmiştir [11],[12].

Veri tanımlanması, bilgi sistemleri ve veri değişiminin bir arada kullanılmasıyla kısa zamanda karar verilebilir. Karar destek sistemi süt sektöründe gıda güvenliği tehlikelerinin kontrolünde önemlidir ve üreticiler tarafından tercih edilebilmektedir. KDS elementleri gıda temininde kritik noktalarda veri tanımlanmasını içerir.

2 Veri Tanımlanması

KDS elementlerinden ilk ihtiyaç duyulan tanımlama metodudur. Bilgi sistemine çoklu gıda güvenlik tehlikelerinin transferi için tanımlamaya gerek duyulur. Spesifik özelliklerin tanımlanmasında çeşitli kimyasal analitik metotlardan faydalanılmaktadır.

Çoklu bileşen tanımlama metotları kullanılarak süt ürünleri üretim zincirinde ya da daha fazla kritik noktalarda gıda güvenlik tehlikeleri tanımlanabilir.

2.1 Çoklu Bileşenleri Tanımlama Yöntemleri

Çiğ sütte bulunan kimyasal tehlikeler analitik metotlar aracılığıyla belirlenebilmektedir. Belirli bir tehlikenin tek başına tanımlanmasında çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Farklı bileşenlerin çoklu analizi ise çok daha etkilidir ve tek başına kullanılan yöntemlere göre daha az zaman alır ve tüm bileşenler aynı anda analiz edilebilir [12],[13]. Son zamanlarda Rebe Raz ve Haasnoot (2011) biyoanalitik ölçüm sistemleriyle alakalı bir bakış açısı ortaya koymuşlardır (Tablo 1). Bu sistemlerde süt örnekleri arasında çeşitli gıda matriksleri uygulanabilmektedir. Düzlemsel sıralama ve gelişigüzel sıralama çoklu biyoanalitik teknolojileri çeşitli örneklerde farklı orjinlerden çeşitli kontaminantların hızlı bir şekilde ve aynı zamanda belirlenmesine olanak sağlar. Biyoanalitik çoklu tekniklerin seçimi oldukça önemlidir [12].

Çoklu gıda güvenlik bileşenlerinin belirlenmesinde kullanılabilecek en uygun diğer metotlar Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu metotlar aynı anda farklı bileşen maddelerin analizine imkân sağlamaktadır.

Tablo 1: Kimyasal tehlikeleri tanımlamada hazır çoklu biyoanalitik yöntemler [12].

Teknoloji	Yöntem	Özellikler
Düzlemsel sıralama	NRL sıralama biyosensörü, Paralel afinite sensör uygulaması (PASA) Yüzey plazma rezonans bazlı biyosensör (SPR)	Kısa ölçüm süresi, otomasyon, örnek miktarı azlığı, yüksek duyarlılık
Tesadüfi sıralama	Akış sitometresi: xMAP teknolojisi	Düşük maliyet, yüksek duyarlılık, kısa ölçüm süresi, basit kullanım

- NRL sıralama biyosensörü: Amerikan Donanmasına bağlı Donanma Araştırma Laboratuvarı tarafından geliştirilen biyosensör,
- xMAP Teknolojisi: Teknolojik ve biyolojik örneklemelerde kısa sürede tanı yapılmasını sağlayan uygulama.

NRL sıralama biyosensörü alan hesaplamalarında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu sensör ile az miktarda örnek ile başarılı analizler gerçekleştirilebilir ve gıda güvenliğinde çeşitli uygulamalarda kullanılabilir.

PASA biyosensörü antibiyotiklerin tespitinde kullanılır. Bu işlemden zenginleştirme ve ön işlem adımlarına gerek yoktur. Kısa ölçüm süresine ve yüksek duyarlılığa sahiptir.

xMAP teknolojisi aynı anda yüze kadar farklı biyomoleküler interaksyonlarını ölçümüne imkan sağlar. Ayrıca yeni geliştirilen MAGPIX enstrümanları daha az maliyetli ve daha dayanıklıdır. MAGPIX son yıllarda antibiyotik kombinasyonlarının (gentamisin ve streptomisin), mikotoksin

(aflatoksin M1) ve inek sütü proteinlerinin (kappa kazein) belirlenmesinde kullanılmaktadır. Böylelikle sütte yapılan hileler de ortaya konulabilmektedir. Bu yöntem çoklu gıda güvenlik tehlikeleri için bahsedilen veri tanımlama yöntemlerinden en çok ümit vereni olarak görünmektedir.

Mikrobiyolojik analizler için çeşitli tipte biyosensörler kompleks yapıda örnekler için örneğe ekstra bir işlem uygulanmasına gerek kalmadan kullanılabilir [14]. Özellikle gıda patojenlerinin tespitinde elektrokimyasal biyosensörlerin yüksek duyarlılık, hız, ucuzluk, küçük işletmelere uygunluk gibi çeşitli avantajları bulunmaktadır [15]. Üstelik immünosensörler direkt süt analizlerinde *L. monocytogenes* tespitinde kullanılabilir [16],[17]. Ayrıca *L. monocytogenes* için tanımlama metotları ve dielektroforezis kombinasyonunu kullanan mikro sıvı cihazı mikrobiyolojik ekim ihtiyacını elimine etmek için kullanılabilir [18],[19]. Mikrobiyolojik tehlikeler için biyosensör, veri tanımlanmasında kullanılabilir. Bununla beraber *L. monocytogenes* tanımlanması için ihtiyaç duyulan zaman kimyasal tehlikeler için gerekli zamandan daha fazladır (En az 3-5 saat) [34].

2.2 Süt Ürünleri Üretim Zincirinde Örnek Alma Noktaları

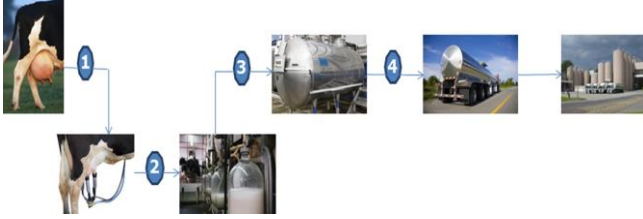
Süt ürünleri tedarik zincirinde tanımlama metotlarının uygulanabilmesi için süttün gıda güvenliği hakkında uygun bilgilerin edinilip kritik örnek noktalarının özellikle seçilmesi gereklidir. Yasal düzenlemeler gereği tehlikelerin süt üretiminde tespiti ve kontrolü oldukça önemlidir. Üretim sırasında yasal limitler denetlenmelidir. Bileşenlerin miktarı saptanmalı, yasal limitlerle karşılaştırılmalı ve eğer gerekiyorsa kritik noktalarda düzeltici faaliyetlerin alınması gereklidir. Örnek almada, süt işleme, çoklu bileşenlerin analizi, taşıma gibi noktalarda pek çok kritik kontrol noktası bulunmaktadır. Pek çok güvenlik tehlikesi süt ürünleri üretim zincirine hayvanın beslenmesi, çiftlik koşulları ve çiftlik çevresi yoluyla bulaşır [2],[20],[21]. Pastörize edilmemiş süt, üretim işlenirken patojenlerle kontamine olabilir ancak bu durum süt pastörize edilerek aşılanabilir. Pastörize süte bulaşma eğer sonradan olursa bu durumda kapalı sistemde üretim ve CIP sistemi kullanılarak engellenebilir. Bazı kimyasal kontaminantlar pastörizasyon gibi işlemlerle elimine edilemeyebilir [22]. HACCP planının bir parçası olarak bakteri yükü ve kimyasal bulaşma miktarı tespit edilebilir. Eğer tehlikeler üretimin ilk aşamalarında saptanırsa izlenebilirlik kolaylaşır ve böylece tehlikelerin oluşumunu engelleyebilmek için ne tür müdahaleler yapılabileceği belirlenebilir.

İnekten süttün elde edilip fabrikaya ulaşımı sırasında örnek almak gereklidir. İlk muhtemel örnek alma noktası çiftlikte süttün sağımı sırasında memeden ¼'ünün alındığı noktadır. Bu noktada memedeki süttün özelliklerinin tespiti en iyi şekilde yapılabilir. 2. örnek alma noktası süt ölçüm şişeleridir. 3. örnek alma noktası ise çiftlikteki süt tankıdır. Tüm toplanan süttün özellikleri buradan alınan örnekle belirlenebilir. 4. örnek alma noktası süttün fabrikaya taşınacağı tankerdir (Şekil 1). Muhtemel 4 örnek alma noktasının belirlenmesi süttün kaynağına, bileşen özelliklerine ve ölçümüne bağlıdır.

Aflatoksin M1, gentamisin ve *L. monocytogenes* için örnek alınabilecek noktalar Tablo 2'de belirtilmiştir. Aflatoksin M1'in süt ve ürünlerindeki varlığı, esas olarak süt ineklerinin Aflatoksin B1 ile bulaşmış yemleri tüketmesine bağlı olarak ortaya çıkmakta ve Aflatoksin B1, *Aspergillus flavus* ile *Aspergillus parasiticus* türleri tarafından sıcaklık, su aktivitesi, besin gereksinimleri gibi belli koşullar altında

sentezlenebilmektedir. Böylece, Aflatoksin B1 yem katkısı olarak kullanılan farklı tarımsal ürünlerde görülebilmektedir [23]. Aflatoksin M1'in pastörizasyona karşı kısmen stabil olması nedeniyle, sadece hammadde için değil son ürün için de kapsamlı rutin kontrol gereklidir. Gentamisin yem, su ya da hayvan enjeksiyonu aracılığıyla ortaya çıkabilir. Mikrobiyal kontaminasyon meme iltihaplanması yoluyla gerçekleşebilir. Ayrıca mikrobiyal kontaminasyona çevre, ekipmanlar, hava ve personel neden olabilir. Ancak meme iltihabı sonucunda oluşan kontaminasyon daha sık görülmektedir [34].

Örnek alma noktalarına ek olarak izleme sisteminin türünün seçimi de önemlidir. Üretim sisteminde izleme sistemleri online, offline, at-line, non-invazif ve in-line olarak karakterize edilir [24]. On-line izleme sisteminde bir miktar örnek alınır ve otomatik şekilde analiz edilir ve sisteme geri gönderilir. Off-line izleme sisteminde ölçüm üretim sistemine yakın yapıldığında at-line olarak belirtilir. Non-invazif izleme prosedüründe ürüne fiziksel temas olmaksızın akış sırasında sinyal ölçülür. In-line sistemde tüm ürün sensör yoluyla analiz edilir. Bu sistemin avantajı ürün akışı sırasında sürekli olarak bileşenlerin ölçümü sensörle yapılır. Bu durumda tüm kimyasal bileşenler tespit edilebilir [34].



Şekil 1: Süt üretim zincirinde örnek alma noktaları [34].

Tablo 2: Kontaminasyon kaynakları ve en uygun örnek alma noktaları [34].

Tehlike	Bileşen	Orjin	Seçilen Örnek Alma Noktası
Mikotoksin	Aflatoksin M1	Yem	Ölçüm şişeleri, Çiftlikte süt toplama tankı
Veterinerlik ilaç kalıntıları	Gentamisin	Antibiyotik	Ölçüm şişeleri, Sağlık demeti
Patojenler	<i>L. monocytogenes</i>	Meme enfeksiyonu, Çevreden bulaşma (personel, ekipman)	Ölçüm şişeleri

3 Bilgi Yönetim Sistemi

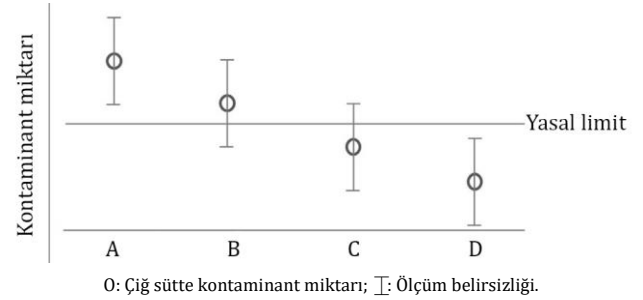
2. önemli KDS elementi depolamada ve tanımlanan veri işlenmesinde kullanılan bilgi yönetim sistemidir. Bu sistemin kullanımı için çiğ sütün Avrupa Birliği (EU) yasal limitleri temelinde kabul ya da reddi için karar verici bilgilere ihtiyaç duyulur.

3.1 Çiğ Sütün Kabul ya da Reddine Karar Verme

Çoklu bileşenlerin (kimyasal ve mikrobiyal tehlikeler) konsantrasyon verileri ürünün kabul ya da reddine karar verebilmek için yasal normlarla karşılaştırılmalıdır.

Gıda güvenli tehlikelerinin veri konsantrasyonu çeşitli ölçüm hatalarından etkilenir. Bu durumda ölçümlerin kontrolü ve tehlikelerin engellenmesinde başarısız olunabilir [25] Her

metot ve cihaz ölçüm hatalarına neden olabilir [26],[27]. Ölçüm hataları çeşitli hata kaynaklarının bir kısmını oluşturur. Örnek alma kaynaklı hatalarla daha fazla karşılaşmaktadır. Ölçüm hatasının büyüklüğü ve bilgi eksikliği ölçüm belirsizliğine yol açar [28]. Ölçüm belirsizliğini belirlemenin bir yolu güven aralığının ölçülmesidir. Muhtemel değerlerin dağılımında güven aralığı kullanılarak normal bir şekilde dağılım sağlanabilir. Güven aralığı genelde aflatoksin M1 ve antibiyotiklerde %95, hormonlarda %99 değerlerinde uygulanır. Ölçüm belirsizliğinde çeşitli durumlar ürünün kabul ya da red kararına neden olabilir. Şekil 2'de çiğ sütte kontaminantların yasal limitlerle karşılaştırılması ve ölçüm belirsizliği gösterilmiştir. A durumunda örnekte kontaminasyon miktarı yasal limitlerin üzerindedir bu da örneğin tehlike içerdiği bu nedenle çiğ sütün reddedilmesi gerektiği anlamına gelir. Bu durumda potansiyel tip 1 hata bulunur sonuçlar limitlerin üzerindedir ancak ölçüm belirsizliği vardır. C durumunda tip 2 hatası vardır, sonuç negatif olarak duyurulur. Örnekte tehlike yasal limitlerin üzerindedir. Hem B hem de C durumunda sonuçlar şüphelidir genellikle sonradan yeniden ölçüm yapıp, düzeltici faaliyetlerin alınması gerekir. D durumunda ölçüm belirsizliği ile birlikte analiz sonuçları yasal limitlerin altındadır. Bu yüzden tartışmasız şekilde çiğ sütün kabul edileceği anlamına gelir.



Şekil 2: Analiz sonuçlarının karşılaştırılması ve çiğ sütte bulunan kontaminantların ölçüm belirsizliğiyle yasal limitlerle karşılaştırılması [34].

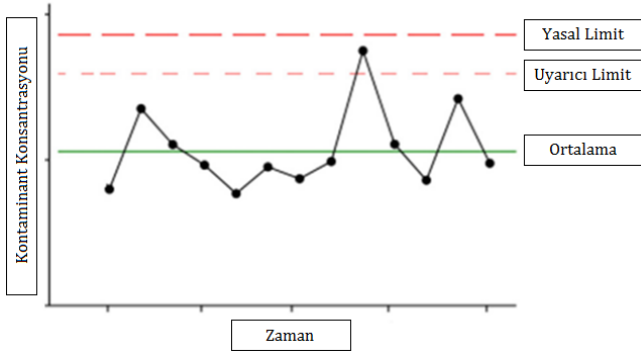
Teşhis sistemi gıda tehlikelerini yanlış bir şekilde tanımladığında yanlış pozitif ya da tip 1 hatası olur böylelikle güvenli olan bir ürün tedarik zinciri dışında tutulabilir. Tip 1 hatası satıcıda da riski artırır çünkü ürün güvensiz şekilde değerlendirilip ekonomik kayıplara neden olur.

Yanlış red ya da tip 2 hatası, hatalı ürün tüketiciye dağıtılıp zarara sebep olduğunda ortaya çıkmaktadır. Tip 2 hatası alıcının riskini artırır. Çünkü bu hata hastalık ya da ölümlere neden olabilir [25] ayrıca oluşabilecek bu zarar sonucunda firmada şöhret kaybı da olacaktır. Böyle durumlarda ürün güvenliğinin izlenmesi gerekmektedir ayrıca bazı durumlarda çiftlikte, ürün işlenmesinde düzeltici faaliyetlerin alınması gerekebilir.

Örneklerde kontaminasyon seviyeleri tamamen yasal limitlerin üzerinde saptandığında denetleyici kurumlar tarafından firmalar cezalandırılırlar. Bununla beraber işlemlerin süt üretimlerinde amaç ekonomik kayıpları en alt düzeyde tutmaktır.

Çiğ sütte çoklu gıda güvenlik tehlikeleri için ölçüm belirsizliğini de içeren veriler toplanmalı ve karar destek sistemine transfer edilmelidir. İşlem varyasyonları tarihe göre kaydedilmelidir [29] ve işlemlerin ortalama sonuçları

karşılaştırılmalıdır (Şekil 3).



Şekil 3: Belirli sürede analiz edilen kontaminant miktarı ve bu değerlerin yasal ve uyarıcı limitlerle karşılaştırılması [34].

Tüm bileşenlerin veri seviyelerinin kabul edilebilir olması için yasal sınırların altında olması gerekir örneğin çiğ sütte en çok 0.05 µg/kg aflatoksin M1, 100 µg/kg gentamisin bulunabilir. Bunun yanında üreticiler kontaminasyonu erken saptayabilmek için yasal limitlerinde altında uyarıcı limitlerin olmasını isteyebilirler. Bu durum uygulanabilir olduğunda tip 1 ve tip 2 hatalarla daha az karşılaşılabilir [29].

Limitler dışında gözlem ya da sistematik bir model yeni kaynak varyasyon bilgisini önerir [30]. Bu durumda işlemin kontrol dışında olduğu, devredilebilir sebeplerinin bulunduğu ve bu yüzden müdahalenin yapılması gerektiği yorumu yapılabilir [29]. Örneklem sayısı işlem kontrol altına alınana kadar geçici süreyle artırılabilir, düzeltici faaliyetler alınabilir.

4 Veri Değişimi

3. temel KDS elementi yem satıcıları, çiftçiler, süt ürünleri üreticilerini içeren tedarik zincirinde farklı aktörler arasında veri değişimidir. Veri değişimi EDI ya da XML teknolojileri kullanılarak yürütülebilir. Farklı aktörler arasında iletişim gıda üretim zincirinde gıda güvenliği kontrolü için koordine edilmiş ölçümler alınması açısından önemlidir. Yem üreticilerinin yemlerinde kontaminant seviyesi arttığında süt üreticilerini uarmaları gerekmektedir. Ayrıca uyarılan aktörler alınan ölçümler hakkında geri bildirim yapmalıdır. İleriki aşamada aktörler kontaminant miktarı ve bir önceki aşamalarda alınan düzeltici faaliyetler hakkında bilgiye ihtiyaç duyar.

Şüpheli örneklerin bulunması ya da yasal limitlerin aşılması durumunda kontaminant miktarını düşürmek için müdahaleler yapılmalıdır. Her durum ya da bileşen için üretimde spesifik önlemler alınır. Müdahale olarak alınan önlemler diğer aktörlerle yer değiştirerek gıda güvenlik tehlikeleri kontrol altına alınabilir.

4.1 Çiğ Sütte Gıda Güvenlik Tehlikelerinin Kontrolünde Müdahaleler

Aflatoksin B1'in hayvan yemine bulaşması sonucunda çiğ sütte aflatoksin M1 seviyesi yasal limitlerin üzerinde çıkabilir [3],[4],[27]. Sütte aflatoksin M1 seviyesini kontrol etmek, aflatoksin B1 kontaminasyonunu azaltmak için önemlidir. Yemlerin mikotoksin içeriği bitkilerin olgunlaşması sırasında yüksek sıcaklıklar altında silolama yapıldığında artar.

Hayvanların beslenmesinde eğer aflatoksin varlığı kanıtlanırsa inek diyetinden bu yemin uzaklaştırılması gerekir. Yemin uzaklaştırılmasından 2-3 gün sonra süt tekrar kontrol

edilmelidir. Eğer aflatoksin M1 seviyeleri istenen düzeye gelmişse sorun çözülmüş olarak düşünülebilir [31].

Çiğ sütte kalıntı antibiyotik miktarının yasal limitler üzerinde bulunması uygun olmayan miktarda antibiyotik kullanımından kaynaklanabilir. Yasal limitler üzerinde antibiyotik kullanılmadıkça antibiyotikler belirli bir sürede degrade olurlar ya da vücuttan atılırlar. Fazla miktarda antibiyotik kullanılması durumunda ise antibiyotikler tamamen parçalanamaz. Bu hayvanların süt ve etlerinin ürüne işlenmemesi gerekmektedir [1],[22],[32]-[35] Çiftliklerde yapılan bazı iyi uygulamalar ile antibiyotik kullanımını azaltılabilir. Bu uygulamalar hastalıkların tanımlanması, tespiti, engellenmesi, kayıtların tutulması şeklinde olabilir [1],[36],[37]. Sütte antibiyotik varlığı kanıtlanırsa bu süt ürüne işlenmemelidir.

Fermente edilmiş silaj çiftlikte *Listeria* kaynağı olabilir bu da istenmeyen bir durumdur. Süt hayvanlarında ensefalitin (beyin iltihabı) sonucu olarak ya da mastitis sonucu *Listeria* yayılması olabilir [5],[38]. Bu çeşit bulaşmaları engellemek için mastitisin erken teşhisi önemlidir. Çiftliklerde silaj oluşum koşulları kontrol edilerek ve yüksek hijyen uygulamaları gibi iyi uygulamalar yapılarak *L. monocytogenes* bulaşma riski azaltılabilir. Listeriosis riski çiğ süt tüketimiyle alakalıdır. Bu nedenle süt pastörize edilmek zorundadır. Bu esnada HACCP planına göre temizlik, sanitasyon, ekipman bakımı yapılmalıdır.

5 KDS Geliştirilmesi

Gıda güvenlik bileşenlerinin kontrolünde KDS geliştirilmesine İşletme Kaynaklarının Planlanması (ERP), Laboratuvar Yönetim Sistemi (LIMS), Depo Yönetim Sistemi (WMS) ya da Üretim Planlama Yönetim Sistemi (MES) gibi bilgi yönetim sistemlerinin seçimiyle başlanmalıdır. Bilgi yönetim sistemi depolanmalıdır ve bu sisteme analitik metotlarla belirlenen gıda güvenlik tehlikeleriyle alakalı veriler işlenmelidir. Süt sağım işleminden sonra bu veriler kombine edilmeli ve izlenebilirliği kolaylaştırmak için kaydedilmelidir (Hileli bileşenler, örnek alınan yer, örnek partisi, örnek alan personel ve işlem parametreleri gibi). Bu bilgi yönetim sistemi süt ürünleri üretim zincirinde veri girişinde merkez nokta olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca algoritmalar yasal normları, ölçüm belirsizliklerini içermelidir.

6 Sonuç ve Gelecekte KDS

Çoklu gıda güvenlik tehlikelerinin çiğ süt üretiminde karar destek sistemleriyle belirlenmesi henüz uygulanmamaktadır. Ancak bu sisteme ait tüm alt yapı hazırlıkları tamamlanmıştır.

Bu makalede bahsedilen kavramsal yaklaşım KDS gelişimini destekleyebilir. Bilgi sistemleriyle veri tanımlanması ve veri değişimi kombineli uygulandığında kısa zamanda karar verilecektir ve bu durum gıda güvenlik problemlerinin engellenmesini destekleyecektir. Veri tanımlanmasında çiğ sütte çoklu bileşenlerin aynı anda tespiti gerekir. Bileşenlerin aynı anda tespiti bileşenlerin tek tek tespiti işlemine göre daha az maliyetlidir. Bununla birlikte kimyasal ve mikrobiyal tehlikelerin tespit zamanındaki farklılıklar sebebiyle farklı zamanlarda kararlar ve düzeltici faaliyetler alınır. Analitik sonuçların ölçüm belirsizliği, bilgi yönetimi dikkate alınmalıdır ve veri değişimi yoluyla iletilmelidir. Şüpheli örnekler bulunması durumunda hayvanın beslenmesi, sağımı gibi aşamalardan başlayarak tüm aşamalarda düzeltici faaliyetler ve engelleyici önlemler alınmalıdır.

Firmalar gıda güvenliğinin sağlanması ve tüketicinin güvenliğini kazanmış saygın bir firma konumuna erişmek için entegre gıda güvenliği ve kalite yönetim sistemlerini ISO 9001:2008, ISO 22000:2005, HACCP sistemini (Kritik Kontrol Noktaları Tehlike Analizi) kurmalı ve uygulamalıdır. Bunun yanı sıra kullanılacak olan Karar Destek Sistemleri vasıtası ile kurulacak olan entegre kalite sistemlerinin etkinliğinin artması ve firmaya olan katkılarının artırılması sağlanacaktır.

İleriki araştırmalar karar destek sistemleri için veri tanımlanması, veri değişimi ve bilgi sisteminin entegrasyonunu sağlamalıdır. Çoklu gıda güvenlik sistemlerinin belirlenmesinde analitik metotlar geliştirilmeli ve ürün akışı sırasında eş zamanlı olarak bileşenlerin tespiti yapılmalıdır. Ayrıca ürün izlenebilirliğini kolaylaştırmak için örnek alınan yer, örnek alınan parti, örnek alan personel, örnek alma zamanı, işlem parametreleri her zaman kaydedilmeli ve kontrol altında tutulmalıdır.

7 Kaynaklar

- [1] OIE Animal Production Food Safety Working Group. "Guide to Good Farming Practices for Animal Production Food Safety". *Scientific and Technical Review International Office of Epizootics*, 25(2), 823-836, 2006.
- [2] Oliver SP, Boor KJ, Murphy SC, Murinda SE. "Food Safety Hazards Associated with Consumption of Raw Milk". *Foodborne Pathogens and Disease*, 6(7), 793-806, 2009.
- [3] Decastelli L, Lai J, Gramaglia M, Monaco A, Nachtmann C, Sezianb, C, Oldano F, Ruffierb M, Sezianb A, Bandirolab C. "Aflatoxins Occurrence in Milk and Feed in Northern Italy During 2004-2005". *Food Control*, 18(10), 1263-1266, 2007.
- [4] Giorni P, Magan N, Pietri A, Bertuzzi T, Battilani P. "Studies on *Aspergillus* Section *Flavi* Isolated From Maize in Northern Italy". *International Journal of Food Microbiology*, 113(3), 330-338, 2007.
- [5] Konosonoka IH, Jemeljanovs A, Osmane B, Ikauniece D, Gulbe G. "Incidence of *Listeria* spp. in Dairy Cows Feed and Raw Milk in Latvia". *ISRN Veterinary Science*, 2012, 1-5, 2012.
- [6] Kozak J, Balmer T, Byrne R, Fisher K. "Prevalence of *Listeria monocytogenes* in Foods: Incidence in Dairy Products". *Food Control*, 7(4-5), 215-221, 1996.
- [7] Meyer-Broseta S, Diot A, Bastian S, Riviere J, Cerf O. "Estimation of Low Bacterial Concentration: *Listeria monocytogenes* in raw milk". *International Journal of Food Microbiology*, 80(1), 1-15, 2003.
- [8] Rossi ML, Paiva A, Tornese M, Chianelli S, Troncoso A. "*Listeria monocytogenes* outbreaks: A Review of the Routes that Favor Bacterial Presence". *Revista Chilena de Infectologia*, 25(5), 328-335, 2008.
- [9] Turban E, Sharda R, Delen D. *Decision Support and Business Intelligence Systems*. 9th ed. USA, Prentice Hall, 2011.
- [10] Gluchowski P, Gabriel R, Dittmar C. *Management Support Systeme und Business Intelligence: Computergestützte Informationssysteme für Fach-und Führungskräfte*. 2nd ed. Verlag Berlin Heidelberg, Germany, Springer, 2008.
- [11] Amagliani G, Petruzzelli A, Omiccioli E, Tonucci F, Magnani M, Brandi G. "Microbiological Surveillance of a Bovine Raw Milk Farm Through Multiplex Real-Time PCR". *Foodborne Pathogens and Disease*, 9(5), 406-411, 2012.
- [12] Rebe Raz S, Haasnoot W. "Multiplex Bioanalytical Methods for Food and Environmental Monitoring". *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 30(9), 1526-1537, 2011.
- [13] Pederro M, Campuzano S, Pingarron J. "Electroanalytical Sensors and Devices for Multiplexed Detection of Foodborne Pathogen Microorganisms". *Sensors*, 9(7), 5503-5520, 2009.
- [14] Sharma H, Mutharasan R. "Review of Biosensors for Foodborne Pathogens and Toxins". *Sensors and Actuators B: Chemical*, 183, 535-549, 2013.
- [15] Sadik OA, Aluoch AO, Zhou A. "Status of Biomolecular Recognition Using Electrochemical Techniques". *Biosensors and Bioelectronics*, 24(9), 2749-2765, 2009.
- [16] Crowley EL, O'Sullivan CK, Guilbault GG. "Increasing the Sensitivity of *Listeria Monocytogenes* Assays: Evaluation Using ELISA and Amperometric Detection". *Analyst*, 124(3), 295-299, 1999.
- [17] Susmel S, Guilbault GG, O'Sullivan CK. "Demonstration of Labelless Detection of Food Pathogens Using Electrochemical Redox Probe and Screen Printed Gold Electrodes". *Biosensors and Bioelectronics*, 18(7), 881-889, 2003.
- [18] Gomez-Sjoberg R, Morisette DT, Bashir R. "Impedance Microbiology-on-a-Chip: Microfluidic Bioprocessor for Rapid Detection of Bacterial Metabolism". *Journal of Microelectromechanical Systems*, 14(4), 829-838, 2005.
- [19] Yang L, Banada PP, Chatni MR, Seop Lim K, Bhunia AK, Ladisch M, Bashir R. "A Multifunctional Micro-Fluidic System for Dielectrophoretic Concentration Coupled with Immuno-Capture of Low Numbers of *Listeria Monocytogenes*". *Lab on a Chip*, 6(7), 896-905, 2006.
- [20] Jooste PJ, Anelich LE. *Safety and Quality of Dairy Products*. in T.J. Britz, & R.K. Robinson (Eds.), *Advanced Dairy Science and Technology*, 153-182, Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd, 2008.
- [21] Van der Spiegel M, Van der Fels-Klerx HJ, Marvin HJP. "Effects of Climate Change on Food Safety Hazards in the Dairy Production Chain". *Food Research International*, 46(1), 201-208, 2012.
- [22] Katz SE, Brady MS. "Antibiotic Residues in Food and Their Significance". *Food Biotechnology*, 14(3), 147-171, 2000.
- [23] Fışkın G, Ersoy G, Gündüz G, Fışkın K. "Aflatoksin Üreten Küf Mantarlarının Besinlere Bulaşma Yolları, Aflatoksinin Sağlık Üzerine Etkileri ve Besinlerden Aflatoksin Kontaminasyonu Azaltma Yöntemleri". *DBHAD Uluslararası Hakemli Beslenme Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 80-95, 2015.
- [24] Callis JB, Illman DL, Kowalski BR. "Process Analytical Chemistry". *Analytical Chemistry*, 59(9), 624-637, 1987.
- [25] Nganje WE, Skilton P. "Food Risks and Type I & II Errors". *International Food and Agribusiness Management Review*, 14(5), 109-124, 2011.
- [26] Bell S. *In a Beginner's Guide to Uncertainty of Measurement*. 2nd ed. UK, National Physical Laboratory, 2001.
- [27] Han RW, Zheng N, Wang JQ, Zhen YP, Xu XM, Li SL. "Survey of Aflatoxin in Dairy Cow Feed and Raw Milk in China". *Food Control*, 34(1), 35-39, 2013.
- [28] NASA. "Measurement Uncertainty Analysis Principles and Methods": NASA Measurement Quality Assurance Handbook-ANNEX 3. Washington, USA, NASA, 2010.

- [29] De Vries A, Reneau JK. "Application of Statistical Process Control Charts to Monitor Changes in Animal Production Systems". *Journal of Animal Science*, (88), 11-24, 2010.
- [30] Hanna LA. "The Use of Statistical Control Charts to Monitor and Improve the Management of Education Department Resources". *Journal for Nurses in Staff Development*, 25(3), 118-124, 2009.
- [31] Prandini A, Transini G, Sigolo S, Filippi L, Laporta M, Piva, G. "On the Occurrence of Aflatoxin M1 in Milk and Dairy Products". *Food and Chemical Toxicology*, 47(5), 984-991, 2009.
- [32] Allison JRD. "Antibiotic Residues in Milk". *British Veterinary Journal*, 141(1), 9-16, 1985.
- [33] Damte D, Jeong HJ, Lee SJ, Cho BH, Kim JC, Park SC. "Evaluation of Linear Regression Statistical Approaches for Withdrawal Time Estimation of Veterinary Drugs". *Food and Chemical Toxicology*, 50(3-4), 773-778, 2012.
- [34] Van der Spiegel M, Sterrenburg P, Haasnoot W, Van Der Fels-Klerx HJ. "Towards a Decision Support System for Control of Multiple Food Safety Hazards in Raw Milk Production". *Trends in Food Science & Technology*, 34(2), 137-145, 2013.
- [35] Gehring R, Baynes RE, Wang J, Craigmill AL, Riviere JE. "A Web-Based Decision Support System to Estimate Extended Withdrawal Intervals". *Computers and Electronics in Agriculture*, 44(2), 145-151, 2004.
- [36] Agriculture and Agri-Food Canada, Dairy Farmers of Canada. *Canadian Quality Milk On-Farm Food Safety Program: Implementing the Canadian Quality Milk Program Producer Self-Evaluation Questionnaire Mandatory Records*. Workbook, Canada, 2010.
- [37] McEwen SA, Black WD, Meek AH. "Antibiotic Residue Prevention Methods, Farm Management and Occurrence of Antibiotic Residues in Milk". *Journal of Dairy Science*, 74(7), 2128-2137, 1991.
- [38] Czuprynski CJ. "*Listeria monocytogenes*: Silage, Sandwiches and Science". *Animal Health Research Reviews*, 6(2), 211-217, 2005.