

Kullanılmış Kızartma Yağlarından Üretilen Sıvı Sabunların Hijyen Etkinliğinin İncelenmesi

Study of Hygienic Efficacy of Soaps Made of Waste Cooking Oils

Ayşegül SİPAHİ¹, Güler DARTAN²

¹Marmara Üniversitesi (M.Ü.), Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34722, İstanbul, Türkiye

²Marmara Üniversitesi (M.Ü.), Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Analitik Kimya ABD, 34722, İstanbul, Türkiye

Öz

Bu çalışma; bitkisel atık yağlardan (kullanılmış kızartma yağlarından) evsel temizlik için sıvı sabunlar üretiminde yararlanılabileceğini ortaya koymak ve üretilen bu sıvı sabunların hijyen etkinliğini ölçmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Böylece hem ekonomi ve çevre için olumlu katkılar sağlayacak bir geri dönüşüm örneği sunulmakta, hem de sağlık için uygun doğal katkılarla zenginleştirilmiş sabunların yeterli hijyen sağlayabileceği gösterilmektedir. Evlerden alınan atık kızartma yağının kullanımıyla, sıvı formda sodyum ve potasyum sabunları üretildi. Bunların karışımına (4/5 sodyum sabunu 1/5 potasyum sabunu) çeşitli katkılar ilâvesiyle dört çeşit ürün hazırlandı. Et işletmelerinde etle temas eden yüzeyler bu ürünlerle silinerek temizlik işlemi yapıldı. Temizlikten önce ve sonra yüzeylerden ISO 18593:2018 Standartı (Gıda Zinciri Mikrobiyolojisi – Yüzey Örnekleme İçin Yatay Yöntemler) uyarınca numuneler alındı. Mikrobiyolojik testler, hazır besiyeri plakaları ve swab çubuklarından oluşan 3M Petrifilm sistemi ile gerçekleştirildi. Gıda patojenlerinden bazı bakteriler için hazırlanmış üç farklı besiyeri plakası kullanımıyla, ürünlerin hijyen sağlama etkinliği araştırıldı. Numune alınımının ardından, laboratuvarında Petrifilmle ekim yapıldı ve bakteri türüne göre inkübasyon uygulanarak, plakalarda oluşan koloniler sayıldı. Koloni sayımları, ISO 4832:2006 (Gıda ve Hayvan Yemi Mikrobiyolojisi Standartı) temelinde yapıldı. Temizlik işlemi öncesi ve sonrası koloni sayıları kıyaslanarak, sabunların bakteriyel inhibisyon oranları hesaplandı. Değerler, genelde yüksek bulundu ve bazı yüzeylerde %100 civarında kaydedildi. Örneğin, bakteriyel yükün yüksek olduğu alanlardan olan bir beyaz et parçalama tahtasında, Enterobacteriaceae (Enterobakterler) plakasındaki koloni sayımları, soda-boraks katkılı sabunla temizlik öncesinde 1,4 x 10³ kob/yüzey iken, sonrasında < 10 kob/yüzey ve askılı terazi zemininde klor katkılı sabunla coliforms (koliformlar) sayımı temizlik öncesinde 6,0 x 10 iken, sonrasında yine < 10 kob/yüzey oldu.

Anahtar Kelimeler: Atık Gıda Yağları, Geri Dönüşüm, Sabunlaştırma, Gıda Patojenleri, Swab Testleri, Hijyen

Abstract

This study was carried out to demonstrate that waste vegetable oils (used cooking oils) can be utilized in the production of liquid soaps for domestic cleaning and to measure the hygiene efficiency of these liquid soaps. Thus, an example of recycling that will contribute positively to the economy and the environment is presented, and it is shown that soaps enriched with natural additives suitable for health can provide adequate hygiene. Sodium and potassium soaps were produced in liquid form using waste cooking oil from households. Four types of products were prepared by adding various additives to their mixture (4/5 sodium soap, 1/5 potassium soap). Cleaning was performed by wiping the surfaces in contact with meat in meat processing plants with these products. Samples were taken from the surfaces before and after cleaning in accordance with the ISO 18593:2018 Standard (Microbiology of the Food Chain—Horizontal Methods for Surface Sampling). Microbiological tests were performed with the 3M Petrifilm system consisting of ready-to-use medium plates and swab sticks. The hygiene efficiency of the products was investigated by using three different medium plates prepared for some bacteria from food pathogens. After sample collection, the Petrifilms were inoculated in the laboratory, and the colonies formed on the plates were counted after incubation according to the bacterial species. Colony counts were based on the ISO 4832:2006 (the Standard of Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs). After collecting samples, Petrifilms were inoculated and incubated in the laboratory. Following the incubation, the colonies that grew on them were counted, and by comparing the Petrifilm plates before and after the cleaning procedure, the bacterial inhibition rates were estimated. Colony counting was based on the ISO 4832:2006 (Microbiology of food and animal feeding stuff). The bacterial inhibition rates of the soaps were calculated by comparing the colony counts before and after the cleaning process. Values were generally found to be high and recorded around 100% on some surfaces. For example, on a cutting board for white meat, which is an area with a high bacterial load, the colony counts of Enterobacteriaceae on the plate were 1.4 x 10³ CFU/surface before cleaning with soap containing soda-borax, while afterwards it was < 10 CFU/surface. Similarly, on the surface of a suspended scale, the coliform count before cleaning with chlorine-containing soap was 6.0 x 10, and afterwards it also dropped to < 10 CFU/surface.

Keywords: Waste Cooking Oils, Recycling, Saponification, Food Pathogens, Swab Tests, Hygiene

I. GİRİŞ

İnsanoğlunun hayvansal yağlardan sabun üretimine binlerce yıl önce başladığı ve yağlardan ilk sabun üretiminin M.Ö. 2800'lerde Babil uygarlığı döneminde yapıldığı düşünülmektedir [1]. M.Ö. 600 yıllarında Fenikeliler tarafından sabun yapımı bir zanaat olarak görülmekteydi ve daha sonra Ortadoğu coğrafyasında, özellikle zeytinyağı ile odun külleri kaynatılarak yapılan sabunlar hızla yaygınlaştı [2]. M.S. 129-216 arasında yaşamış Bergamalı Galenus tarafından sabunun tıbbi amaçlar için vücut temizliğinde kullanıldığı belirtilmiştir [3]. Sabunun icadından önce insanların bitki özleriyle veya bitki külleriyle ya da killi topraklar gibi doğal temizleyicilerle temizlik ihtiyaçlarını giderdiklerini ve eski Mısırlıların cilt sorunlarında soda ile temizlik yaparak iyileşme sağladıkları bilgisi veren belgelere rastlanmıştır. Çeşitli Ortadoğu toplumlarının köpüren bitkileri temizlik ihtiyaçları için kullandıklarını gösteren belgeler mevcuttur [4].

Kızartmada birkaç kez kullanılmış ve hem fiziksel hem kimyasal yapısı değişerek gıda amaçlı tüketilmesi sakıncalı hale gelmiş yağların, tüm dünyada en temel değerlendirilme yöntemlerinden biri biyodizel üretimidir ve bu konuda sürekli olarak yeni yöntemler ve ürünler geliştirilmektedir. Biyodizelden sonra, teknolojinin ihtiyaçları ve imkânları doğrultusunda, biyo-jet gibi yeni biyo-yakıtlar da denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır [5]. Bu atık yağlardan farklı alanlarda yararlanılabileceğine dair bilimsel araştırmalar yapılmakta ve sürekli yeni geri dönüşüm alanları ortaya çıkmaktadır. Kimyasal olarak yağ ve yağ asiti içeren (oleo-kimyasal) maddelerin farklı sektörlerde değerlendirilme imkânları geniştir ve ucuz bir kaynak olarak atık kızartma yağları, sabun üretiminde ve polimerlerde, plastikleştiricilerde, bağlayıcılarda, epoksitlerde, yağlayıcılarda ve pek çok biyo-malzeme gerektiren ürünlerde hammadde veya katkı maddesi olarak kullanım alanı bulabilir [6].

1.1. Geri Dönüşüm, Doğal Sabunlar, Deterjanlar ve Çevresel Etkiler

Kullanılmış yağlarla tek başına veya kullanılmış-yeni yağ karışımlarıyla üretilen sabunların, gerek vücut temizliği, gerekse ortam ve eşya temizliği için birçok ülkede kullanılmaktadır. Sabunlar kimyasal olarak, yağ asitlerinin alkali tuzlarıdır. Ancak, sentetik yüzey aktiflerle (deterjanlarla) yapılan ürünleri sabun olarak nitelemek yerine endüstride 2. Dünya Savaşı'ndan sonra üretilmeye başlanan bu tip ürünler için "soapless soap = sabunsuz sabun" kavramı ortaya atılmıştır [7]. Sentetik maddelerden yapılan ürünlere sabun denilmesi de yaygınlaştığı için, yağlardan yapılanların "doğal sabun" olarak nitelendirilmesi benimsenmiştir. Çek Cumhuriyeti'nde yeni ve kullanılmış yağlardan yapılan sabunların fizikokimyasal açıdan farklı olup olmadığını inceleyen bir çalışmada, yağ çeşidine göre değişmekle birlikte, genelde önemli bir fark görülmediği, ancak kullanılmış yağların filtrasyon ve bazı durumlarda

degumming (yapışkan bileşenlerin giderilmesi) gibi ön işlemlerden sonra reaksiyona sokulması gerektiği belirtilmiştir. Sabunların biyo-bozunumuyla, yağların atık su arıtma tesislerindeki işlemlerine dair süreçler de kıyaslanmış ve sabunların biyo-bozunumunun yağlarınkine göre dört kat hızlı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, tuvalet ve banyo sabunu üreterek, atık yağların çevre kirlenmesi bir unsur olmak yerine, ekonomik bir değere dönüştürülmesinin anlam ve önemi vurgulanmıştır [8]. Sabunun biyo-bozunur özellikte oluşu, sabunlaşma prosesinin minimum enerji gerektirmesi de çevresel açıdan diğer olumlu özelliklerdir [9].

Portekiz'de yürütülen geri dönüşümle ilgili farklı bir araştırmada ise ülkenin üç temel gıda sektörü atığı olan, kızartma yağları, badem kabukları ve portakal kabukları birlikte değerlendirilerek çeşitli el sabunlarının yapımında kullanılarak iyi kalitede, ucuz ve yeşil kavramına uygun el sabunları üretilmiştir [10]. Doğal sabunların diğer temizlik maddelerine göre daha çevreci olduğunu ortaya koyan bir diğer çalışmada, sabunun anaerobik çürütme sistemindeki biyo-bozunum süreçleri, laboratuvar ve ticari arıtma tesisi ölçeğinde incelenmiş, Tablo 1.1'de görüldüğü gibi 25 - 60 günlük ölçümlerde farklı şartlara göre pilot anaerobik çürütme sisteminde sabunun biyo-bozunum oranları %77-81 arasında bulunmuştur. Aynı çalışmada toprak ıslahı için kullanılan bir çamurda, sabun varlığında 150 gün sonra %100'e varan biyo-bozunum görüldüğü belirtilmektedir [11].

Tablo 1.1. Sabunun pilot anaerobik çürütme sistemindeki biyo-bozunumu [11].

| Kalış süresi (gün) | Biyo-bozunum (%) |
|--------------------|------------------|
| 25 | 77.0 |
| 40 | 80.4 |
| 60 | 81.0 |

İtalya'da yürütülen, deterjanların biyo-bozunum, toksite ve mutajenite bakımından çeşitli test yöntemleriyle incelendiği bir çalışmada, deterjanların sadece uzun süreçler alan biyo-bozunum yönünden değil, içeriğinde kanser yapıcı ve mutajenik maddeler yanında, hormon saptırıcı, aşındırıcı, oksijen tüketici maddeler gibi sağlık ve çevre yönünden pek çok sakıncalar içeren bileşikler bulunması nedeniyle, özellikle sucul yaşama son derece olumsuz ve kalıcı etkiler yapabileceği belirtilmiştir [12].

Deneyisel araştırmalara dayalı yukarıda belirtilen çalışmalarda belirtildiği üzere atık yağların geri dönüşümü ve bilhassa sabunlaştırılması, daha temiz çevre ve doğa şartları oluşturmak açısından değerlidir. Ülkemizde yürütülen atık yağ toplama ve geri dönüştürme işlemlerine rağmen değerlendirilemeyen atık yağların kanalizasyona atılması durumunda lavabo

ve gider borularının tıkanmasından, toprağın ve su kaynaklarının kirlenmesine, sucul yaşamın tahrip olmasına kadar büyük çevre problemleri oluşmaktadır.

1.2. Hijyen Etkinliği ve Patojenler

Kore Cumhuriyeti'nde çeşitli el sabunlarının hijyen etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, sıradan kalıp sabunlarla anti-bakteriyel sabunların kıyaslaması yapılmış ve anti-bakteriyel ajan içeren sabunların bazı bakterilere karşı daha üstün olmakla birlikte, genel olarak iki tür sabun arasında çok önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir [13]. Köpük sabunlarla sıvı el sabunlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada ise köpük sabunun hijyen etkisinin daha az olduğu tespit edilmiştir [14]. Eysel temizlikte doğal ürünlere olan ilgi dünya çapında giderek artmakta ve doğayı düşünen, çevre korumacı yaklaşımı benimseyenler tarafından sirke, karbonat, boraks gibi maddeler ve ayrıca doğal sabunların kullanımı teşvik edilmektedir. Boraks çeşitli temizlik amaçları için kullanılabilen, çamaşır deterjanlarında tekstil yıkama verimini arttıran bir katkı maddesi ve dezenfektan bir kimyasaldır [15]. Hindistan'da yapılan bir çalışmada evsel temizlikte toksik maddeler içeren deterjanlar yerine doğal sıvı sabunların tercih edilmesi durumunda daha iyi verim alınacağı ve ayrıca doğal sabunlar ile bazı bitki özlerinin karışımları yapılarak böcek kovucular üretilebileceği belirtilmiştir [16]. Gıda ortamlarının temizliği yanında, personel ellerinin temizliği de gıdanın kalitesinde rol oynayan faktörlerden biridir. Temelli ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, kasap dükkânları, hipermarketler, süt üretim ve mandıra tesislerinde personel ellerinin hijyen durumu incelendiğinde *E. coli* ve Enterobakterler başta olmak üzere, bazı patojen bakteri türlerinin çalışanların çoğunun ellerinde rastlanması, el yıkama ve sağlıklı gıda üretimi konusunda, incelenen işletmelerin pek hassas olmadığı ve personelin bilinç düzeyinin düşük olduğu gösterilmiştir [17]. Ergin ve Güzel tarafından Burdur ilinde 420 gönüllü ile yapılan bir anket çalışmasında ise ev hanımlarının gıdaları satın alma aşamasından itibaren, nasıl depoladıkları, gıda hazırlama yaklaşımları ve mutfaktaki hijyen davranışları değerlendirildiğinde; ev hanımlarının kişisel hijyen ve sağlıklı gıda konusunda bilgi ve bilinç olarak oldukça yetersiz oldukları, yanlış temizlik alışkanlıklarına sahip oldukları sonucu elde edilmiştir [18]. Gıda güvenliği kavramı, hayvansal ve bitkisel ürünlerin tüketiciye ulaşmadan önce yetiştirilme, depolanma, satışa sunulma gibi aşamaların yanı sıra, sofraya gelmeden önceki depolanma ve hazırlanma aşamalarını da içerir. Gıda güvenliğindeki parametrelerden biri de gıdanın yapısında ve ambalajında tüm bu aşamalarda gıda kaynaklı patojen bakterilerin ve bunların ürettiği toksinlerin bulunmamasıdır. Ayrıca mantarlar, küfler, pestisitler gibi diğer organik ve inorganik risk faktörleri de dikkate alınmalı ve gıdalar bunlardan korunmalıdır [19]. Gıda patojenlerinin hastalıkların yayılmasındaki etkisini ölçen çalışmalardan birisi Güney Afrika'da bir

okulun yemekhanesinde gerçekleştirilmiş ve yüksek miktarda *Salmonella*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* gibi patojen bakteriler tespit edilmiş, okul çocuklarının hastalanmasında gıda hijyeni yoksunluğunun son derece etkili olduğu bulunmuştur [20]. Et işleme ve diğer gıda endüstrilerindeki mikrobiyolojik kriterleri oluşturmayı hedefleyen bir çalışmada, gıda ortamlarında en çok araştırılması gereken patojenler dikkate sunularak, *E. coli* bakterisinin fekal kontaminasyonu işaret ettiği için indikatör organizma olarak seçildiği belirtilmiş, *Enterobakterler* (*Enterobacteriaceae*), *koliformlar* (*coliforms*), koagülaz pozitif *stafilokoklar* (*staphylococci*) gibi diğer patojenlerin de işletme gereklerine göre indikatör olabileceği ve üretim süreçlerinde kontrol edilmesi gerektiği vurgulanmıştır [21].

Küresel koronavirüs pandemisi esnasında yapılan bu çalışma kapsamındaki testler, 2020 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleştirildi. Çalışma, atık yağlardan sıvı sabun üretimiyle hem sıfır atık özellikte, sürdürülebilir, enerji tasarruflu ve yüksek verimli bir geri dönüşüm örneği sunmak, hem de bu tür doğal sabunların bakteriyel yükün fazla olduğu bir alan olarak mutfaktaki temizlik işlerinde kullanılması durumunda hijyen etkinliğini incelemek amacıyla yapıldı. Araştırmamızda, atık kızartma yağlarından üretilen sıvı sabunların, mutfak temizlik ürünü olarak kullanılmasıyla, salgın hastalıklara sebep olabilen ve bu yüzden gıda sektöründeki denetimlerde sıklıkla karşılaşılan *E. coli*, *koliformlar*, *Enterobakterler* patojen gruplarına karşı etkinliği Petrifilm plakaları kullanılarak incelendi. Aynı zamanda ortamın genel hijyen durumuna ilişkin bilgi edinmek ve sabunun bunlara karşı etkisini de test etmek amacıyla, toplam canlı bakteri plakası da kapsama dahil edildi.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Testlerde Kullanılan Sabunların Üretimi

2.1.1. Soğuk prosesle sabun eldesi

İnce kumaş filtreden süzülerek tortulardan arındırılan kızartma yağlarından, sodyum ve potasyum sabunları üretildi.

2.1.1.1. Kullanılan kimyasallar ve malzemeler

- Sodyum hidroksit (payet sud kostik)
- Potasyum hidroksit (payet potas kostik)
- Boraks (sodyum tetraborat dekahidrat), toz
- Borik asit, toz halde
- 0-14 aralığında Merck marka pH kağıdı

Kullanılan atık yağları çalışmayı yürüten kişilerin kendi evlerinde biriktirdikleri atık kızartma yağları olup, muhtelif markalarda zeytinyağı ile ayçiçek yağları karışımıdır. Önce suda çözölen sodyum hidrosit (sud kostik) ve potasyum hidrosit (potas kostik), atık yağla karıştırılarak hidroliz reaksiyonuna tabi tutuldu.

Payet NaOH / Atık Yağ = 0,3

Payet KOH / Atık Yağ = 0,25

olacak şekilde kostikler 6 litre suda çözölen atık yağ ile karıştırıldı. 20 litrelik kovadaki yağ-kostik karışımına yaklaşık 5 ml kadar hidrojen peroksit ilâve edildi. Reaksiyon kabının sıcaklığı 45-50 °C arasında tutuldu. Sabun formülleri sonsuz sayıda olabilir bu nedenle gerek yağ karışımları için gerekse kostikler için kullanım oranları konusunda bir standart bulunmamaktadır. Ancak doğal yağlardan yapılan kişisel kullanıma yönelik (el ve vücut) sabunları için piyasada bulunan ürünlerin pH aralığı genelde 10-12 aralığındadır.

2.1.2. Sabun çeşitlerinin hazırlanması

Sabunların üretim aşamasında yağ-kostik karışımları iyice karıştırıldıktan sonra beklemeye bırakıldı. Reaksiyon tamamlandıktan sonra kovalardaki ürünlerde faz ayrışması oldu. Oluşan sabunlar üstte birikti ve bazik sıvı kısım altta kaldı. Bu ürünler alt fazdan yani sulu kısımdan ayrılarak öncelikle soğuk suyla yıkama işlemine tâbi tutuldu. Sabunlaşma reaksiyonunda kullanılan sodyum hidrosit ve potasyum hidrosit miktarları gerekenden fazla olmuştur. Bunun nedeni, kullanılan atık yağ karışımındaki yağların oranı bilinemediğinden, hatta aynı cins yağların bile farklı markaları farklı sonuçlar verebileceği için fazla bazik ürünler elde edildi. Reaksiyon ve nötralizasyon sonrasında elde edilen koyu kıvamlı sabunlar, bir kovada 4/5 sodyum sabunu ve 1/5 potasyum sabunu oranıyla karıştırılarak kıvamı daha akıcı hale getirmek için bir miktar sıcak su ilâvesi ve borik asit kullanarak pH değeri 10,0-11,0 aralığına kadar düşürüldü. Daha sonra bu karışım kaynatmadan ısıtılarak iyice homojenleşmesi sağlandı, boraks ve soda sıcakken diğer katkı maddeler ise soğuduktan sonra katıldı. Kullanılan ürün çeşitleri; boraks-soda katkılı sabun, izopropil alkol katkılı sabun, klor (çamaşır suyu) katkılı sabun ve boraks-soda sabunu ile izopropil alkol sabunun karışımı olarak hazırlandı. Bu katkılar % 1-5 arasında (ürünlerin kıvamını koruyacak seviyede) ilâve edildi. Ürünler, kodları verilerek 1 litrelik şişelere konularak etiketlendi (Kullanımdan önce suyla yaklaşık %50 seyreltilmesi ürünün uygulamada yüzeye daha kolay sürülmesini sağlamıştır).

Ürün kodları:

S2: boraks ve soda katkılı sabun,

S3: Izopropil alkol katkılı sabun,

S4: klor katkılı sabun,

S5 = S2 + S3

2.2. Mikrobiyolojik Testlerin Yürütülmesi

2.2.1. Numunelerin alınması

Mikrobiyolojik çalışmalar 3M Petrifilm hazır besiyeri plakaları ve bu sistemin tamamlayıcı unsuru olan swab çubukları ile yapıldı. Numune almak için işletmelere (her hafta bir işletme olmak üzere) hafta başında gidildi. İşletmelerin çalışma alanında yer alan etle temas eden (bıçak, kanca, kazanların iç tarafı vs) yüzeylerden olabildiğince çok sayıda örnekleme yapıldı. Çalışma yapılan yüzeyler birbirinden çok farklı ve düz et parçalama tezgâhları haricindeki yüzey alanlarının pratikte hesaplanamayacak özellikte olması ve bu araştırma kapsamında inhibisyon oranlarını tespit etmenin daha önemli olması nedeniyle, sayımlar kob/yüzey (yüzey başına kob: koloni oluşturan birim) olarak kaydedildi. Numune alımları, Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi dikkatle swab çubuğunu yüzeye hafifçe sürerek ve düz tezgâhlarda yaklaşık 10 cm x 10 cm boyutlu bir alandan, düz olmayan (ince veya eğimli) yüzeylerden de swab çubuğunun en uygun uygulanabileceği şekilde yapıldı. Temizlik öncesinde numune alım alanındaki bakteriyel yükün swab çubuğuna aktarılması nedeniyle, aynı bölgeden tekrar numune alınması doğru sonuç vermeyeceği için temizlik sonrasında bu yüzeye komşu diğer bir alandan numune alındı.

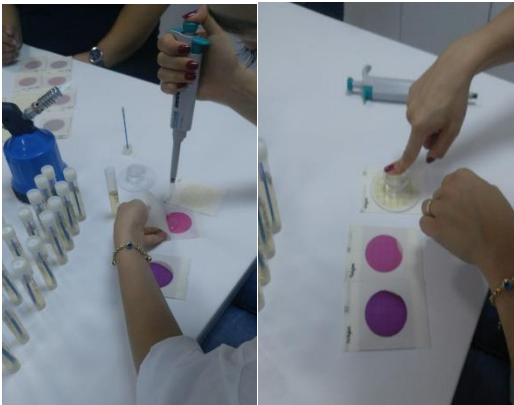
Laboratuvarda ürettiğimiz sabun ürünleriyle yapılan temizlik sonrasında numune alımlarında, yüzeyler bir parça kağıt havlu yardımıyla suyla yaklaşık %50 seyreltilmiş olan ürünle silindi ve birkaç saniye sonra swab çubukları sürüldü. Numune alım işlemleri, herhangi bir durulama veya ikinci uygulama yapılmadan, hızlı bir tempoyla gerçekleşti. Swab çubukları tüplerine geri konulduğunda, karışıklık olmaması için cam kalemi ile etiketlendi. Üzerinde numunenin alındığı yüzey ve kullanılan sabun kodu yazılı olan swab tüpleri, temizlik öncesi ve sonrası olmak üzere iki ayrı kutuya konularak, Petrifilm plakalarına ekim yapmak için laboratuvara götürüldü.



Şekil 2.1. Numune alım işlemlerine örnekler

2.2.2. Bakterilerin ekimi

Aynı gün test tüplerinden alınan sıvıların, araştırılan bakterilerin hazırlanmış olduğu olan 3M Petrifilm plakalarına ekimi yapıldı (Şekil 2.2.). Her bir swab tüpü numunesi için üç çeşit (*E. coli*/koliformlar, *Enterobakterler* ve *Toplam Canlı*) plakaları kullanıldı. Böylece bir yüzeyin bakteriyolojik yükü, kapsamdaki tüm patojen grupları için araştırıldı. Petrifilm, patojen türüne göre belirtilen sıcaklık ve süreleri dikkate alarak ve 3M Petrifilm kullanım bilgilerine göre inkübasyona tâbi tutuldu. İnkübasyon tamamlandıktan sonra plakalar çıkarıldı ve her bir plakada oluşan koloniler sayıldı. Elde edilen ürünlerin kullanılmasıyla yapılan temizlik işleminden önceki ve sonraki koloni sayımları kıyaslanarak, ürünlerin bakteriyel inhibisyonu (bakterileri azaltma yüzdesi) belirlendi.

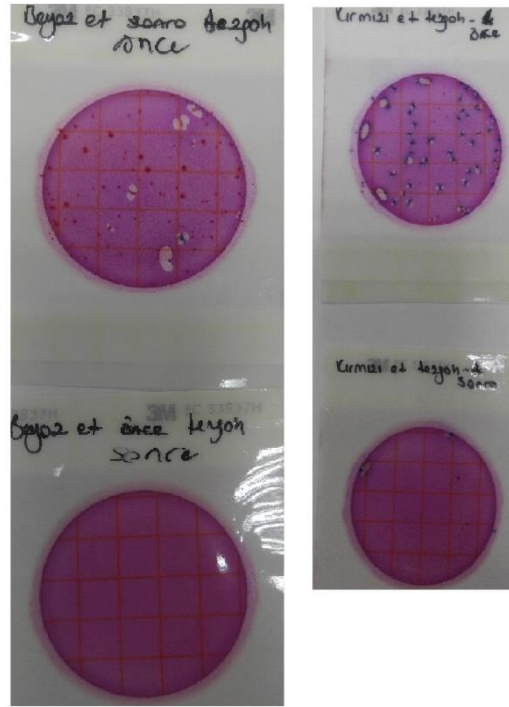


Şekil 2.2. Numunelerin plakalara ekim çalışması

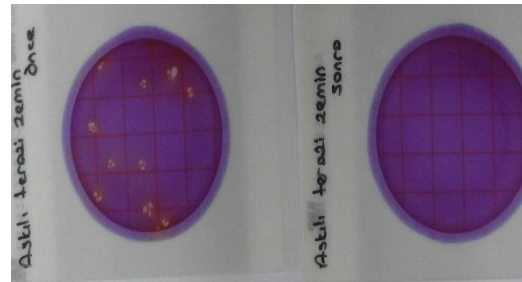
III. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Plakalarda Oluşan Koloniler

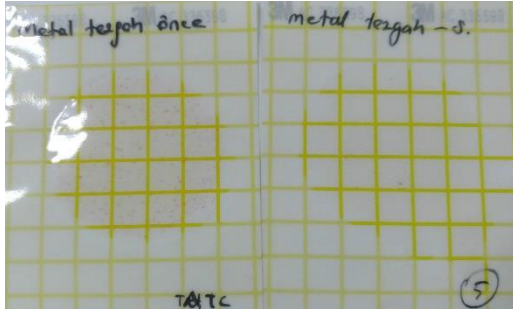
Testlerde ISO 4832: 2006 standartına göre koloni sayım yöntemi uygulandı. İlgili standarda göre, kolonilerin büyüklüğü önem taşımadığı için sadece rengi ve sayısı dikkate alındı. İşletmelerde en çok rastladığımız bakteri grubu *Enterobakterler* ve *E. coli*/koliformlar olmuştur. Bu bakteri gruplarına ait plakalar olan EC ve EB üzerindeki koloni sayımları temelindeki inhibisyon değerlerinden, ürünlerin hijyen etkinliğinin *E. coli*, koliformlar ve *Enterobakterler* üzerinde oldukça yüksek olduğu gözlemlendi. Bazı yüzeylerde, aranan bakterilere rastlanmadı. En düşük inhibisyon oranları toplam bakteri plakalarında (AC) elde edildi. Şekil 3.1 ile 3.6. arasında, ürünler ve yüzeyler belirtilerek, temizlik öncesine ve sonrasına ait bazı plaka örnekleri görülmektedir.



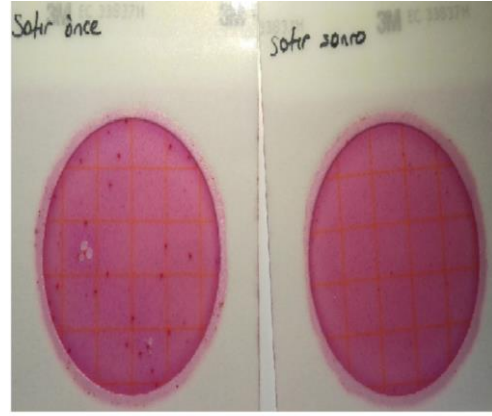
Şekil 3.1. Kırmızı ve beyaz polimerden et parçalama tezgâhlarında S3 testine ait EC plakaları, %100 inhibisyon



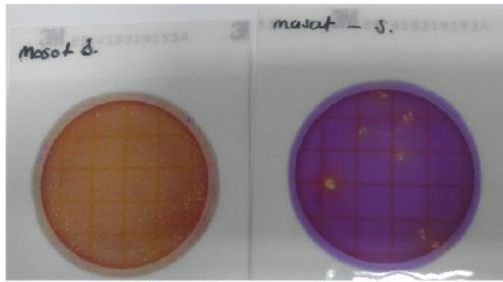
Şekil 3.2. S4 ile temizlenen bir yüzeyin EB plakaları, %100 inhibisyon



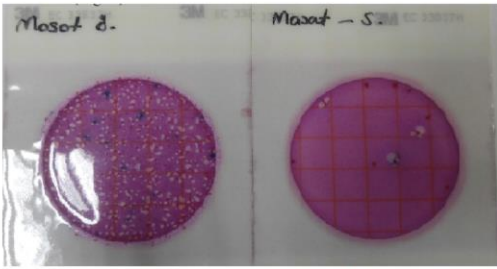
Şekil 3.3. Bir metal tezgâh yüzeyin AC plakalarında S2 ile temizlenmeden öncesi ve sonrası koloni sayımı.



S5 ile temizlenen yüzey, EC plakaları

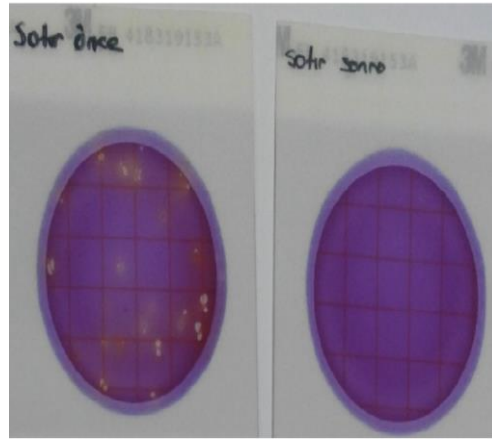


S5 ile temizlenen yüzey, EB Plakaları



S5 ile temizlenen yüzey, EC plakaları

Şekil 3.4. S5 ile temizlenen aşırı kirli bir yüzey olan masata ait EB ve EC plakaları, temizlik öncesi ve sonrası koloniler.



S5 ile temizlenen yüzey, EB plakaları

Şekil 3.6. S5 ile temizlenen bir satır yüzeyine ait EC ve EB plakaları, %100 inhibisyon.

3.2. Koloni Sayımları ve İnhibisyon Oranları

Polimer et doğrama tezgâhlarında çok fazla bıçak keşiği olması nedeniyle, bu yüzeylerde bakteri üreme hızı çok yüksektir. Ayrıca personel tarafından, tezgâhların sadece gerektiğinde spatula ile kazındığı ve gün sonunda bile dezenfektan ile temizlik yapılmadığı bilgisi verildi. Bu nedenle, daha fazla bakteriyel yükü sahip polimer tezgâhlarda iyi inhibisyon değerleri elde edilmesi önemlidir, çelik malzemeler daha verimli ve kolaylıkla temizlendiği için çoğunda %100 veya buna yakın inhibisyon sonuçları elde edildi. Bir metal tezgâh yüzeyin AC plakalarında S2 ile temizlenmeden önce sayılamayacak kadar çok (TNTC) bakteriyel yük varken, temizlik sonrasında koloni sayımı sadece 5 oldu. S5 ile temizlenen aşırı kirli bir yüzey olan masata ait EB ve EC plakaları, temizlik öncesinde TNTC değerindeki EB ve EC plakalarında temizlik sonrası sadece birkaç koloni görülmüştür.



Şekil 3.5. S3 ile temizlenen köfte mikserine ait AC plakaları, %39 inhibisyon.

Petrifilmlerin koloni sayım değerleri Tablo 2.1.'de ve hesaplanan inhibisyon oranları Tablo 2.2.'de görülmektedir. Araştırılan bakterinin temizlik öncesi durumda da yüzeyde tespit edilmediği durumlar, tabloya "veri yok" ve bir oran veremeyecek kadar az miktardaki inhibisyonlar "var" olarak kaydedildi.

Tablo 2.1. Petrifilm plakalarındaki temizlik öncesi ve sonrası koloni sayımları

| Ürün Çeşiti | | | | | Koloni sayısı (kob/yüzey) | | | | | | | | Uygulama Noktası (Temizlenen yüzey) |
|-------------|----|----|----|------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|--|
| S2 | S3 | S4 | S5 | <i>E.Coli</i> | | koliformlar | | Enterobacteriaceae | | T bakterisi | | | |
| | | | | Önce | Sonra | Önce | Sonra | Önce | Sonra | Önce | Sonra | | |
| | x | | | 5,40 x 10 ² | 3,0 x 10 | 5,0 x 10 | < 10 | 8,0 x 10 ² | 7,0 x 10 | 1,1 x 10 ⁴ | 6,8 x 10 ³ | Kırmızı et T. (b) | |
| | x | | | 1,0 x 10 | < 10 | 1,0 x 10 ² | < 10 | 4,5 x 10 ² | < 10 | 5,2 x 10 ³ | < 10 | Beyaz et T. (b) | |
| | | x | | 6,0 x 10 | < 10 | 6,0 x 10 | < 10 | 2,5 x 10 ² | < 10 | 6,8 x 10 ³ | 4,5 x 10 ² | Askılı terazi zemini (b) | |
| | | | x | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 1,8 x 10 ³ | < 10 | Askılı terazi kancası (b) | |
| | | | x | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 1,2 x 10 ² | < 10 | 8,9 x 10 ² | 5,4 x 10 ² | Köfte mikseri (b) | |
| | | | x | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 9,9 x 10 ² | 3,9 x 10 ² | Hamburger makinesi k. (h) | |
| | | | x | 2,10 x 10 ² | 4,0 x 10 | 7,0 x 10 | 100 | 2,0 x 10 | 1,7 x 10 ² | TNTC | TNTC | Ön beyaz T. (h) | |
| | | | x | 4,0 x 10 | < 10 | 6,0 x 10 | < 10 | 1,3 x 10 ³ | 1,24 x 10 ³ | TNTC | TNTC | Ön kırmızı T. (h) | |
| | | | x | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 7,0 x 10 | < 10 | 3,4 x 10 ³ | 1,8 x 10 ² | Bıçak 1 (h) | |
| | | | x | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 2,0 x 10 | < 10 | 3,1 x 10 ² | 1,1 x 10 ² | Bıçak 2 (h) | |
| | | | x | < 10 | 4,0 x 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 1,4 x 10 ³ | 8,0 x 10 ² | Bıçak1 | |
| | | | x | 1,0 x 10 | < 10 | 4,0 x 10 | < 10 | 1,0 x 10 | < 10 | 2,4 x 10 ³ | < 10 | Bıçak2 | |
| | | | x | 1,90 x 10 ² | 1,0 x 10 | 2,4 x 10 ³ | 20 | TNTC | < 10 | TNTC | 2,3 x 10 ² | Masat | |
| | | | x | 1,0 x 10 | < 10 | 1,0 x 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 3,4 x 10 ³ | 1,6 x 10 ³ | Et ezici/Tokmak | |
| | | | x | 3,0 x 10 | < 10 | 50 | < 10 | 1,8 x 10 ² | < 10 | TNTC | 5,0 x 10 ² | Metal tezgâh | |
| | | | x | 1,20 x 10 ² | 8,0 x 10 ² | 2,4 x 10 ³ | < 10 | 2,4 x 10 ³ | 1,4 x 10 ³ | TNTC | TNTC | Beyaz masa1 | |
| | | | x | 6,0 x 10 | 3,7 x 10 ² | 4,2 x 10 ² | 1,6 x 10 ³ | 1,4 x 10 ³ | < 10 | TNTC | TNTC | Beyaz masa2 | |
| | | | x | 6,0 x 10 ² | < 10 | 1,7 x 10 ² | < 10 | 1,0 x 10 ³ | < 10 | TNTC | 2,0 x 10 ³ | Beyaz masa3-soğuk | |
| | | | | | | | | | | TNTC | 1,4 X 10 ³ | Beyaz masa3-soğuk.det | |
| | | | x | < 10 | < 10 | 3,0 x 10 | < 10 | 9,0 x 10 | < 10 | 4,2 x 10 ³ | TNTC | Kıyma makinesi | |
| | | | x | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 3,8 x 10 ² | < 10 | TNTC | 2,8 x 10 ³ | Metal tezgâh | |
| | | | x | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 9,5 x 10 ² | < 10 | Bıçak | |
| | | | x | 2,0 x 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 3,5 x 10 ² | < 10 | TNTC | 2,0 x 10 ³ | Satır | |
| | | | x | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 2,0 x 10 ³ | 2,0 x 10 | Terazi | |
| | | | x | 2,0 x 10 ² | 3,0 x 10 | < 10 | < 10 | 4,0 x 10 ² | 2,4 x 10 ² | TNTC | TNTC | Parçalama tahtası | |
| | | | x | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 1,08 x 10 ³ | 6,80 x 10 ² | Et ezici/Tokmak | |

* TNTC: Too numerous to count / sayılamayacak kadar çok

** < 10 Herhangi bir koloni görülmediğinde sonuç bu şekilde belirtilmektedir.

*** kob/yüzey: yüzeyde koloni oluşturan biri

**** T. bakterisi: Toplam Bakteri (Toplam Canlı)

Tablo 2.2. Petrifilm plakalarında hesaplanan inhibisyon oranları

| Ürünlerin Yüzey Temizleme Testlerindeki % İnhibisyon Değerleri | | | | | |
|--|---------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------|
| Ürün | <i>E.coli</i> | Koliformlar | Enterobacteriaceae | T.bakterisi | Uygulama Noktası |
| S2 | 100 | 100 | 100 | 90 | Metal Tezgah (h) |
| S2 | 0 | 100 | 42 | 0 | Beyaz Masa1 (h) |
| S2 | 0 | 0 | 100 | 0 | Beyaz Masa2 (b) |
| S2 | 100 | 100 | 100 | var | Beyaz Masa 3-soğ. (b) |
| S2 | veri yok | 100 | 100 | 0 | Kıyma makinesi (h) |
| S2 | veri yok | veri yok | veri yok | 100 | Terazi (h) |
| S3 | 94 | 100 | 91 | 38 | Kırmızı et T. (b) |
| S3 | 100 | 100 | 100 | 100 | Beyaz et T. (b) |
| S3 | veri yok | veri yok | 100 | 39 | Köfte mikseri (b) |
| S3 | 81 | 0 | 0 | 0 | Ön beyaz T. (h) |
| S3 | veri yok | veri yok | 100 | 65 | Bıçak 2 (h) |
| S4 | 100 | 100 | 100 | 93 | Askılı terazi kancası (b) |
| S4 | veri yok | veri yok | veri yok | 100 | Köfte mikseri (b) |
| S4 | veri yok | veri yok | veri yok | 61 | Hamburger makinesi k. (h) |
| S4 | 100 | 100 | 5 | 0 | Ön kırmızı T. (h) |
| S4 | veri yok | veri yok | 100 | 95 | Bıçak 1 (h) |
| S5 | veri yok | veri yok | veri yok | 94 | Bıçak 1 (h) |
| S5 | 100 | 100 | 100 | 100 | Bıçak 2 (h) |
| S5 | 90 | 100 | 100 | 100 | Masat (h) |
| S5 | 100 | 100 | veri yok | 53 | Et ezici/Tokmak (h) |
| S5 | veri yok | veri yok | 100 | 90 | Metal Tezgah (h) |
| S5 | veri yok | veri yok | 100 | 100 | Bıçak (h) |
| S5 | 100 | veri yok | 100 | var | Satır (b) |
| S5 | 85 | veri yok | 40 | 0 | Parçalama tahtası (h) |
| S5 | veri yok | veri yok | 0 | 37 | Tokmak (h) |

IV. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, atık bitkisel yağlardan üretilen doğal sıvı sabunların hijyen etkinliği incelendi. Et ve et ürünleri üretimi yapan işletmelerde, atık kızartma yağlarından üretilen doğal sabunun çeşitli katkılarla yapılan çeşitleriyle uygulanan yüzey silme işlemi öncesinde ve sonrasında numuneler alındı. Bu iki örneklemedeki sayımlarla, çalışılan yüzeydeki aranan bakteri varlığı kıyaslandı. Böylece, yöntem olarak, yatay örnekleme Swab testleri olarak bilinen mikrobiyolojik testlerle, bu sabunların yüzeyi mikroplardan arındırması değerlendirildi. Çeşitli katkı maddeleri ilave edilerek üretilen sabunların hepsiyle olumlu sonuçlar alındı. Alkol ve klor içeren sabunlarda inhibisyon biraz daha yüksek olmakla beraber soda-boraks katkılı sabunla da oldukça iyi değerler elde edildi. Ürünün yüzeye uygulanmasının hemen ardından numune alımı yapıldı. Eğer ürünle yüzey silme işleminden hemen sonra değil de ürünü 2-3 dakika yüzeyde bekleterek örnekleme yapılmış olsaydı veya silme işlem bir kez daha tekrarlanmış olsaydı çok daha yüksek inhibisyon sonuçları elde edilebileceği açıktır.

Çalışmamızda olduğu gibi hem atık kızartma yağlarından geri dönüşümle temizlik ürünü elde edilmesini, hem de üretilen ürünlerin hijyen etkinliği değerlendirmesini bir arada içeren başka bir araştırmaya literatürde rastlanmadı. Bu açıdan çalışmamız, ilk ve örnek bir araştırma olabilmesi açısından önemlidir. Mikrobiyolojik değerlendirme için kullanılan 3M Petrifilm plakalarının, bakteri kolonilerini spesifik renklerle göstermesi ve koloni sayımına elverişli milimetrik kağıtlı zemini, koloni sayımlarının rahat yapılmasını, bakteri türünün ayırt edilmesini ve böylece testlerden oldukça net sonuçlar alınmasını sağladı. Numune alımlarında temizlik öncesi ve sonrası numune alma bölgelerinin aynı olmaması nedeniyle bakteri yükü numune alınan etle temas yüzeyinin her yerinde aynı olmayacağı için öncesi ve sonrası değerler belli bir hata payı içermektedir. Temizlikten sonra, temizlik öncesiyle tam aynı yerden numune alınsaydı da bu bölgenin bakteriyel yükü ilk swab işlemiyle azaltılmış olacağı için daha büyük hata verebilirdi. Yöntemin özelliğinden kaynaklanan bu durum da kaçınılmaz olarak test sonuçlarının doğruluk derecesini bir miktar olumsuz etkileyebilir. Bazı yüzeylerde aranan patojenlerin hepsine rastlanmadı, bu yüzden swab numunelerinin bazılarında veri elde edilemedi. Mevcut olduğunda, *Enterobakterlerin* (EB) üretilen sabunlarla bakteriyel inhibisyon oranları yüksek bulundu. *Toplam bakteri* plakalarındaki (AC) inhibisyonların diğer plakalara göre daha düşük olduğu gözlemlendi. Yine de işletmelerde personelin rutin çalışmaları esnasında gerçekleştirilen, çabuk ve doğası gereği prosedürleri önceden belirlenmemiş temizlik işlemiyle bile bu doğal sabunların tatminkâr bir hijyen sağladığı görülmektedir.

Atık kızartma yağlarının, sıfır atık özellikte ve enerji tasarruflu soğuk prosesle (kaynatmadan) sıvı sabun üretiminde değerlendirilmesi, çevreci ve yüksek verimli bir geri dönüşüm örneği olması yanında, bu sabunların yüzeylerde hijyen sağlama etkinliğinin mikrobiyolojik testlerle ortaya konulması, endüstriyel uygulamalar için ufuk açıcı olabilir. Ürünle yapılan temizlikte uygulama prosedürü geliştirilerek, doğal sabunun hijyenik etkinliğinin daha iyi ortaya çıkması mümkün olabilir. Ayrıca bu kapsamdaki testlerin, mevcudiyeti bilinen (yüzeyin önceden kontamine edilerek hazırlandığı) bakterilere karşı ve tam kontrollü laboratuvar şartlarında tekrarlanması durumunda daha belirgin sonuçlar elde edilebilir. Üretilen sabunlar tek başına veya başka yüzey aktiflerle ve katkılarla karıştırılarak çeşitli yüzey temizleyiciler, çamaşır deterjanları ve diğer temizlik ürünleri formüllerinde kullanılabilir. Özellikle sıvı çamaşır deterjanı yapımında, ekonomik olduğu için bu yağlardan yararlanmak zaten sektörde benimsenmiştir ve bu tür ürünler tüketici açısından uygun fiyatlı olduğu için daha erişilebilir olmaktadır. Evsel kullanım için soda-boraks katkılı sabun daha fazla önerilebilir ve sağlıklı bir yaşamla doğrudan ilgili olan mutfak işlerinde yeterli hijyen sağlayabilir. Ayrıca, fazla yağlı yüzeylerin temizliği, aşırı kirli çamaşırın yıkanması gibi güçlü deterjanlar gerektiren işler haricinde, her türlü ev temizliğinde de doğal sabunlara yönelmek daha çevreci bir yaklaşımdır. Doğal sabuna İzopropil alkol, klor gibi diğer antiseptik maddelerin ilâvesi, daha ileri hijyen gerektiren yerlerde tercih edilebilir. Eşya ve ortam temizliği için üretilen ürünler dışında, el sabunlarının da oldukça pahalı ve dünyada tedarikinde sıkıntılar yaşanan yeni gıda yağları yerine, besin değerini yitiren kızartma yağlarından yapılması daha uygun olacaktır. Doğal sabunların, özellikle sıklıkla ev temizliği yapan ve eldiven kullanmayan kişiler için cilt kuruluğu, ellerde kızarıklık, çatlama gibi problemler yaşatan deterjanlara göre daha iyi bir seçenek olduğu söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın mikrobiyolojik testlerinde bakterilerin belirlenmesinden, işletmelerde numunelerinin alınmasına, laboratuvar da plakalara ekim yapılmasına, plakalardaki kolonilerin sayılmasına ve kaydedilmesine kadar tüm süreçte yardımcı olan Gıda Mühendisi Prof. Dr. İsmet Öztürk ve Gıda Mühendisi Melodi Tengerek'e çok teşekkür ederiz. Bu çalışma FEN-C-YLP-250919-0276 numaralı Marmara Üniversitesi BAPKO Lisansüstü Tez Projesi kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Vermeil, T., Peters, A., Kilpatrick, C., Pires, D., & Pittet, D., (2019). Hand Hygiene in Hospitals: Anatomy of a Revolution, *Journal of Hospital Infection*, Vol. 101, 383-392.

- [2] Wolf, R., Wolf, D., Tüzün, B., &Tüzün, Y., (2001). Soaps, Shampoos and Detergents, *Clinics in Dermatology*, Vol. 19, 393-397.
- [3] Chirani, R., Kowsari, E., Teymourian, T., & Ramakrishna, S., (2021). Environmental Impact of Increased Soap Consumption During COVID-19 Pandemic: Biodegradable Soap Production and Sustainable Packaging, *Science of the Total Environment*, Vol. 796, 149013.
- [4] Routh, H.B., Bhowmik, K.R., Parish, C., & Witkowski, J.A., (1996). Soaps: From the Phoenicians to the 20th Century-A Historical Review, *Clin Dermatol.*, 14(1), 3-6.
- [5] Goh, B.H.H., Chong, C.T., Ge, Y., &Jozsa, V., (2020). Progress in Utilization of Waste Cooking Oil for Sustainable Biodiesel and Biojet Fuel Production. *Energy Conversation and Management*, Vol. 223, 113296. doi: 10.1016/j.enconman.2020.113296.
- [6] Orjuela, A., & Clark, J., (2020). Green Chemicals from Used Cooking Oils: Trends, Challenges and Opportunities, *Chemistry*, Vol. 26, 100369.
- [7] Friedman, M., & Wolf, R., (1996). Chemistry of Soaps and Detergents: Various Types of Commercial Products and Their Ingredients. *Clinics in Dermatology*, Vol.14, 7-13.
- [8] Antonic, B., Dordevic, D., Jancikova, S., & Kushkevych, I., (2020). Physicochemical Characterization of Home-Made Soap from Waste-Used Frying Oils, *Processes*, Vol. 8, 1219.
- [9] Maotsela, T., Danha, G., &Muzenda, E., (2019). Utilization of Waste Cooking Oil and Tallow for Production of Toilet “Bath” Soap. *Procedia Manufacturing*, Vol. 35, 541-545.
- [10] Felix, S., Araujo J., Pires A.M., &Sousa A.C., (2017). Soap Production: A green Prospective. *Waste Management*, Vol. 66, 190–195.
- [11] Prats, D., Rodriguez, M., Varo, P., & Berna, J.L., (1999). Biodegradation of Soap in Anaerobic Digesters and on Sludge Amended Soils. *Wat. Res.*, Vol. 33(1), 105-108.
- [12] Pedrazzani, M.R., Ceretti, E., Zerbini, I., &Feretti, D., (2012). Biodegradability, Toxicity and Mutagenicity of Detergents: Integrated Experimental Evaluations, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 84, 274-281.
- [13] Kim, S.A., & Rhee, M.S., (2016). Microbicidal Effects of Plain Soap vs Triclocarban-Based Antibacterial Soap, *Journal of Hospital Infection*, Vol. 94, 276-280.
- [14] Dixon, N., Morgan M., & Equils, O., (2017). Foam Soap is not as Effective as Liquid Soap in Eliminating Hand Microbial Flora, *American Journal of Infection Control*, Vol.45 (7), 813-814.
- [15] Dunkee, J., (2012). Low-Risk Cleaning Agents, *Metal Finishing*, Vol.110(3), 28-29, 32. doi:10.1016/S0026-0576(13)70054-0.
- [16] Mohapatra, C., (2018). A Review on Natural Floor Cleaner and Insect Repellent. *World Journal of Pharmaceutical Research*, Vol.7 (09), 125-130.
- [17] Temelli, S., Şen, M.K.C., & Anar, Ş., (2005). Et Parçalama Ünitelerinde ve Beyaz Peynir Üretiminde Çalışan Personel Ellerin Hijyenik Durumunun Değerlendirilmesi, *Uludağ Üniversitesi J., Fac. Vet. Med.*, Vol 24, 75-80.
- [18] Ergin, S.Ö., & Güzel, A., (2018). Kadınların Gıda ve Mutfak Hijyeni ile İlgili Bilgi, Tutum ve Davranışlarının Değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, Vol. 7(3), 11-22.
- [19] Begic, M., & Josic, D., (2021). Food Borne Bacterial Pathogens and Food Safety- An Outlook, *Comprehensive Foodomics*, 3-13.
- [20] Sibanyoni, J.J., & Tabit F.T., (2019). An Assessment of the Hygiene Status and Incidence of Foodborne Pathogens on Food Contact Surfaces in the Food Preparation Facilities of Schools. *Food Control*, Vol. 98, 94-99.
- [21] Peran i Sala, R.M., Cederio de Balabarca, S. V., Etoundi, J.M., Odame-Darkwah, J., Oppong-Otoo, J., Hinso, D.C.T., & Wouafo, M., (2014). Establishment of Good Hygiene Practice-Based Microbiological Criteria in Food Industries: Guidelines Using an Example for Meat Preparations, *Food Control*58. DOI:10.1016/j.foodcont.2014.10.041.