



T.C.

**KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KIRŞEHİR İLİNDEKİ OKULLARIN İÇ ORTAM  
HAVA KALİTESİNİN BAKTERİYOLOJİK YÖNDEN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Funda ÇANKAYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KIRŞEHİR / 2020**



T.C.  
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**KIRŞEHİR İLİNDEKİ OKULLARIN İÇ ORTAM  
HAVA KALİTESİNİN BAKTERİYOLOJİK YÖNDEN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Funda ÇANKAYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Hatice ÖĞÜTCÜ**

**KIRŞEHİR / 2020**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Bu tez, TÜBİTAK-3001, 216S805 numaralı TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir.

Funda ÇANKAYA



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.





## ÖNSÖZ

Yüksek lisansa başlamamda ve yüksek lisans ders sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim insanının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim maddi-manevi desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Hatice ÖĞÜTCÜ'ye büyük bir içtenlikle teşekkür ederim. Tezimle ilgili her türlü sorularımda, örnekleri toplamamda, laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Makbule ERDOĞDU'ya teşekkürlerimi içtenlikle sunarım.

Örnekleri toplamamda bana yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ülken Tunga BABAOĞLU'na teşekkür ederim.

Ayrıca hava örneklerini toplamamda bana yardımcı olan Bil.Uzm. Hülya AVŞAR'a, Bil.Uzm. Deniz ŞANLI' ya ve Bil.Uzm. Murat GÜLER'e teşekkür ederim.

İzolatlarımızın teşhisinde bize destek veren T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları Daire Başkan V. Prof. Dr. Selçuk KILIÇ'a, Doç. Dr. Serap SÜZÜK YILDIZ'a ve Dr. Kimyager Yasemin NUMANOĞLU ÇEVİK'e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni her zaman destekleyen ve yanımda olan aileme sonsuz sevgilerimi sunarım.

Yüksek lisans, laboratuvar çalışmaları, tez sürecimde her türlü desteğini esirgemeyen, beni yalnız bırakmayan ve yürüdüğüm bu yolda üzerimde emeği çok olan sevgili eşim Mehmet ÇANKAYA'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Aralık, 2020

Funda ÇANKAYA

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                                            |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| ÖNSÖZ .....                                                                                                | iv       |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                                           | v        |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                                                                     | viii     |
| TABLO LİSTESİ.....                                                                                         | ix       |
| SİMGE VE KISALTMALAR .....                                                                                 | x        |
| ÖZET .....                                                                                                 | xii      |
| ABSTRACT .....                                                                                             | xiv      |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                                                       | <b>1</b> |
| 1.1. Amaç .....                                                                                            | 2        |
| 1.2. Önem .....                                                                                            | 3        |
| <b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>                                                                              | <b>4</b> |
| 2.1. Dış Ortam Hava Kalitesinin Kaynakları.....                                                            | 5        |
| 2.2. İç Ortam Hava Kalitesinin Kaynakları .....                                                            | 6        |
| 2.2.1. İç Ortam Hava Kalitesinin Biyolojik Olmayan Kaynakları .....                                        | 6        |
| 2.2.1.1. İç Ortam Hava Kirliliğinin Etkileri .....                                                         | 7        |
| 2.2.1.2. İç ortam Hava Kirliliğinden En Çok Etkilenen Bireyler .....                                       | 7        |
| 2.2.1.3. İç Ortam Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri .....                                | 8        |
| 2.2.2. İç Ortam Hava Kalitesinin Biyolojik Kaynakları .....                                                | 9        |
| 2.2.2.1. İç Hava Ortamında Bulunan Bakteri Cinslerinin Genel Özellikleri .....                             | 10       |
| 2.2.2.2. MALDI-TOF MS (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry) ..... | 15       |
| 2.3. Araştırma Bölgesinin Tanıtılması.....                                                                 | 16       |

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.1. Araştırma Bölgesinin Coğrafik Özellikleri.....                    | 16        |
| 2.3.1.1. İklim Özellikleri .....                                         | 17        |
| 2.3.1.2. Sıcaklık.....                                                   | 18        |
| 2.3.1.3. Yağış .....                                                     | 18        |
| 2.3.1.4. Nem.....                                                        | 19        |
| 2.3.1.5. Rüzgâr.....                                                     | 19        |
| 2.3.1.6. Bitki Örtüsü.....                                               | 20        |
| 2.3.2. Kırşehir’de Hava Kalitesini Etkileyen Yapay Etmenler.....         | 21        |
| 2.3.2.1. Plansız Kentleşme .....                                         | 21        |
| 2.3.2.2. Yeşil Alanların Azalması .....                                  | 21        |
| 2.3.2.3. Isınmada Kullanılan Yakıtlar .....                              | 21        |
| 2.3.2.4. Endüstriyel Emisyonlar .....                                    | 21        |
| 2.3.2.5. Trafikten Kaynaklanan Emisyonlar .....                          | 22        |
| <b>3. KAYNAK ARAşTIRMASI .....</b>                                       | <b>23</b> |
| <b>4. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>                                       | <b>36</b> |
| 4.1. Materyal.....                                                       | 36        |
| 4.1.1. İzolatların Alınacağı Okulların Belirlenmesi .....                | 36        |
| 4.2. Yöntem .....                                                        | 39        |
| 4.2.1. Okullarda Sınıf İç Havasından Bakterilerin İzolasyonu .....       | 39        |
| 4.2.2. Bakteri İzolasyonu ve Tanımlamasında Kullanılan Besiyerleri ..... | 41        |
| 4.2.3. İzolatların Saklanması .....                                      | 48        |
| 4.2.4. Elde Edilen İzolatların Tanımlanması .....                        | 52        |
| <b>5. BULGULAR VE TARTIşMA .....</b>                                     | <b>53</b> |

|                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.1. MALDI –TOF MS Yöntemi ile Mikroorganizmaların Tanımlanması.....      | 101        |
| 5.1.1. <i>Bacillus</i> spp. ve <i>Lactobacillus</i> spp. Analizleri ..... | 104        |
| <b>6. SONUÇ .....</b>                                                     | <b>105</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                                    | <b>107</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                                     | <b>120</b> |



## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 2.1. Kırşehir Merkez İlçesi Haritası (Kırşehir İl Çevre Durum Raporu, 2012) .....                                                                                                               | 17  |
| Şekil 2.2. Kırşehir İli Aylık Toplam Yağışlar (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018).....                                                                                                        | 19  |
| Şekil 4.1. Havada Bulunan Mikroorganizmaları Örnekleme Cihazı.....                                                                                                                                    | 39  |
| Şekil 4.2. İlkokulların İç Ortam Havasından Örnek Alma İşlemi .....                                                                                                                                   | 40  |
| Şekil 4.3. Besiyeri Hazırlama İşlemleri.....                                                                                                                                                          | 42  |
| Şekil 4.4. Okullardan Alınan Örneklerde Üremesi Gözlenen Kolonilerin Sayımı .....                                                                                                                     | 45  |
| Şekil 4.5. Alınan Örneklerin Saflaştırma Çalışması.....                                                                                                                                               | 47  |
| Şekil 4.6. Okullardan Elde Edilen İzolatların Saklama Kültürlerinin Hazırlanması.....                                                                                                                 | 49  |
| Şekil 4.7. Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen İzolatların Yatık Agar Stok Kültürleri .....                                                                                                     | 50  |
| Şekil 5.1. Güz Döneminde Tespit Edilen Bakteri Cinslerinin Yüzdelik Oranları .....                                                                                                                    | 63  |
| Şekil 5.2. Bahar Döneminde Tespit Edilen Bakteri Cinslerinin Yüzdelik Oranları .....                                                                                                                  | 63  |
| Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri .....                                                                                                                                      | 64  |
| Şekil 5.4. Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen Saf Kültürler .....                                                                                                                              | 77  |
| Şekil 5.5. İç ortamla ilişkili <i>Bacillus cereus</i> 'un temsili tam hücreli MALDI-TOF MS spektrumları (Bruker Biotyper 3.1 tarafından atanan cins, her spektrumun üstünde gösterilir) .....         | 102 |
| Şekil 5.6. İç ortam ile ilişkili <i>Bacillus licheniformis</i> 'in temsili tam hücreli MALDI-TOF MSspektrumları (Bruker Biotyper 3.1 tarafından atanan cins, her spektrumun üstünde gösterilir) ..... | 102 |
| Şekil 5.7. İç ortam ile ilişkili <i>Bacillus pumilus</i> 'un temsili tam hücreli MALDI-TOF MS spektrumları (Bruker Biotyper 3.1 tarafından atanan cins, her spektrumun üstünde gösterilir) .....      | 103 |
| Şekil 5.8. İç ortamla ilişkili <i>Bacillus subtilis</i> 'in temsili tam hücreli MALDI-TOF MS spektrumları (Bruker Biotyper 3.1 tarafından atanan cins, her spektrumun üstünde gösterilir) .....       | 103 |
| Şekil 5.9. <i>Bacillus</i> spp.'nin Dendogram Profili.....                                                                                                                                            | 104 |

## TABLO LİSTESİ

|                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1.</b> İç Ortamda Bulunan Kirletici Kaynakları (Dönmez, 2002; Aghlara, 2017).....                                                                            | 6  |
| <b>Tablo 2.2.</b> Kırşehir İli Aylık Sıcaklık Ortalaması (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018).....                                                               | 18 |
| <b>Tablo 2.3.</b> Kırşehir İli Bağıl Nem Ölçüm Sonuçları (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018).....                                                               | 19 |
| <b>Tablo 2.4.</b> Kırşehir İli Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018).....                                                              | 20 |
| <b>Tablo 2.5.</b> Çalışma Alanındaki Endüstriyel Üretim Konuları (Kırşehir İli Temiz Hava Eylem Planı, 2013).....                                                       | 22 |
| <b>Tablo 4.1.</b> Ölçüm Yapılan Sınıfların Fiziksel Özellikleri.....                                                                                                    | 37 |
| <b>Tablo 4.2.</b> Kırşehir İl Merkezine Bağlı İlkokulların Listesi.....                                                                                                 | 38 |
| <b>Tablo 4.3.</b> ECO Mass 100 (Merc) Hava Örnekleme Cihazı Mikroorganizma Koloni (CFU/m <sup>3</sup> ) Sayısı Kataloğu .....                                           | 44 |
| <b>Tablo 5.1.</b> Okulların İç Ortam Havasından Elde Edilen İzolatlar .....                                                                                             | 54 |
| <b>Tablo 5.2.</b> Sınıfların İç Havasında MALDI-TOF MS Yöntemiyle Belirlenen Cins ve Türler .....                                                                       | 61 |
| <b>Tablo 5.3.</b> Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m <sup>3</sup> ) ..... | 83 |

## SİMGE VE KISALTMALAR

| Simgeler        | Açıklama           |
|-----------------|--------------------|
| °C              | : Santigrat Derece |
| CO <sub>2</sub> | : Karbondioksit    |
| µm              | : Mikrometre       |
| µl              | : Mikrolitre       |
| m <sup>2</sup>  | : Metrekare        |
| m <sup>3</sup>  | : Metreküp         |
| %               | : Yüzde            |

| Kısaltmalar  | Açıklama                                                                    |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| ABD          | : Amerika Birleşik Devletleri                                               |
| ACGIH        | : Resmi Endüstriyel Hijyen Amerikan Konferansı                              |
| ACR          | : Hava Değişim Hızı                                                         |
| ATP          | : Adenozin Trifosfat                                                        |
| CDC          | : Hastalık Kontrol ve Koruma Merkezi                                        |
| CFU          | : Koloni Oluşturan Birim                                                    |
| COVID-19     | : Koronavirüs Hastalık 2019                                                 |
| DNA          | : Deoksiribo Nükleik Asit                                                   |
| DSÖ          | : Dünya Sağlık Örgütü                                                       |
| EPA          | : Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency)                     |
| EUROSTAT     | : Avrupa Topluluğu İstatistik Ofisi (European Community Statistical Office) |
| FE-SEM       | : Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskop                                |
| HVAC         | : Isıtma, Soğutma ve Havalandırma                                           |
| ISAAC        | : Çocuklukta Uluslararası Astım ve Alerjiler Çalışması                      |
| KOAH         | : Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı                                       |
| MALDI-TOF MS | : Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyonu                            |

|              |                                                   |
|--------------|---------------------------------------------------|
| <b>NA</b>    | : Nutrient Agar                                   |
| <b>NIOSH</b> | : Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü     |
| <b>OECD</b>  | : İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı         |
| <b>PCA</b>   | : Platecount Agar                                 |
| <b>PM</b>    | : Partiküler Madde                                |
| <b>RNA</b>   | : Ribonükleik Asit                                |
| <b>TMMOB</b> | : Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği       |
| <b>USEPA</b> | : Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı |
| <b>UOB</b>   | : Uçucu Organik Bileşikler                        |





# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### KIRŞEHİR İLİNDEKİ OKULLARIN İÇ ORTAM HAVA KALİTESİNİN BAKTERİYOLOJİK YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Funda ÇANKAYA

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

**Danışman: Prof. Dr. Hatice ÖĞÜTCÜ**

Son yıllarda, özellikle de gelişmiş ülkelerde yaşam çevrelerindeki iç ortam hava kalitesi, binalarda kullanılan malzemeler ve havalandırma sistemleri gibi etkenler dikkate alınmaktadır. İnsanlar özellikle de çocuklar zamanlarının büyük bir kısmını iç ortamlarda geçirdiklerinden iç ortam hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkisi gittikçe fazla önem kazanmaktadır. Bu çalışma; Kırşehir İl merkezinde ve il merkezine bağlı köylerde bulunan toplam 33 ilkokulun iç ortam havasından alınan örneklerde bakteri konsantrasyonunun belirlenmesi (CFU/m<sup>3</sup>), izolasyonu, tanımlanması ve dönemsel (güz ve bahar dönemi) dağılımlarının araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla ilkokulların sınıflarının iç ortam havasından güz dönemi (Eylül-Ekim-Kasım-Aralık 2017, Ocak 2018) ve bahar döneminde (Şubat-Haziran 2018) olmak üzere ECO MASS 100 Mikrobiyal Hava İzleme Sistemi kullanılarak 2 kez örnek alınmıştır. Bu çalışmada bakteri sayımı ve izolasyonu amacıyla Plate Count Agar ve Nutrient Agar besiyerleri içeren 90 mm petri kabı cihaza yerleştirilmek suretiyle örnekler alınmıştır.

İlkokulların iç havasından bakteri izolasyonu için toplam 451 petri kabı kullanılmış, tekrarlı ekimler yapılan saflaştırma işlemlerinden sonra farklı türleri içeren toplam 180 adet izolat elde edilmiştir.

Çalışmada elde edilen izolatların saf kültürlerinin MALDI-TOF MS yöntemiyle yapılan tanımlanması sonucunda gerek güz dönemi gerekse bahar döneminde 17 cinse ait (*Bacillus*, *Staphylococcus*, *Paenibacillus*, *Enterococcus*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Kocuria*, *Lysinibacillus*, *Acinetobacter*, *Exiguobacterium*, *Aerococcus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Brevibacillus*, *Chryseobacterium* ve *Lactobacillus*) toplam 48 farklı tür tespit edilmiştir. Bunlardan *Bacillus* (16 tür) en fazla tür çeşitliliğine sahip cins olmuştur. İkinci sırada ise *Staphylococcus* (6 tür) gelmekte iken onu 4 tür ile *Paenibacillus* ve *Enterococcus* (3 tür) cinslerinin takip ettiği belirlenmiştir. Toplam bakteri değerleri ise; güz dönemi 38-  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> iken bahar döneminde bu oran 33-  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Ayrıca en fazla tür çeşitliliğine sahip *Bacillus* cinsinin MALDI-TOF MS kütle spektrumları da tespit edilmiştir.

Aralık 2020, 138 Sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Havayla taşınan bakteri, İç ortam havası, Çocuk, İlkokul, MALDI-TOF MS, *Bacillus* spp.

## **ABSTRACT**

### **MASTER OF SCIENCE THESIS**

## **BACTERIOLOGICAL EVALUATION OF INDOOR AIR QUALITY OF SCHOOLS IN KIRŞEHİR PROVINCE**

**Funda ÇANKAYA**

**Kirsehir Ahi Evran University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Biology**

**Supervisor: Prof. Dr. Hatice ÖĞÜTCÜ**

In recent years, especially in developed countries, factors such as indoor air quality in the living environment, materials used in buildings and ventilation systems have been taken into account. Since people, especially children, spend most of their time indoors, the effect of indoor air quality on human health becomes more and more important. This work; determination of bacteria concentration (CFU/m<sup>3</sup>), isolation, identification and investigation of seasonal (fall and spring) distributions in samples taken from indoor air of a total of 33 primary schools in Kırşehir city center and in the villages of the city center.

For this purpose, the indoor air of primary school classrooms were sampled twice using the ECO MASS 100 Microbial Air Monitoring System in the fall (September-October-November-December 2017, January 2018) and spring (February-June 2018) semesters. In this study, samples were taken by placing a 90 mm petri dish containing Plate Count Agar and Nutrient Agar media in the device for bacteria counting and isolation.

A total of 451 petri dishes were used for the isolation of bacteria from the indoor air of primary schools, and after repeated cultivation, 180 isolates containing different species were obtained.

As a result of the identification of pure cultures of the isolates obtained in the study by MALDI-TOF MS method, both in the fall term and in the spring period they belong to 17 genera (*Bacillus*, *Staphylococcus*, *Paenibacillus*, *Enterococcus*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Kocuria*, *Lysinibacillus*, *Acinetobacter*, *Exiguobacterium*, *Aerococcus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Brevibacillus*, *Chryseobacterium* and *Lactobacillus*) a total of 48 different species were detected. Among them, *Bacillus* (16 species) was the genus with the most species diversity. In second place is *Staphylococcus* (6 species) while it is coming with 4 species, *Paenibacillus* and *Enterococcus* (3 species) were determined to follow the genus. Total bacteria values are; While the fall period was 38 to  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup>, this rate was determined as 33 to  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> in the spring period. In addition, the most diverse *Bacillus* the mass spectra of the genus MALDI-TOF MS have also been determined.

December 2020, 138 Pages

**Keywords:** Airborne bacteria, Indoor air, Primary School, Child, MALDI-TOF MS, *Bacillus* spp.

# 1. GİRİŞ

Biyoaerosoller havada serbest halde bulunan yapay ve doğal biyolojik kökenli parçacıklardır (Ergon, 2007; Ünlüer ve Güvenmez, 2016). Hava içerisinde bulunan bakteriler, küfler, bakteri ve küflerin sporları, polenler, mayalar, virüsler, bitkilere veya hayvanlara ait bileşenleri içeren biyolojik kökenli ve hava kaynaklı organik tozların tümü "biyoaerosol" olarak isimlendirilmektedir (Pasquarella ve diğ., 2000; Menteşe ve diğ., 2009; Raisi ve diğ., 2012; Ünlüer ve Güvenmez, 2016).

İnsanların zamanlarının büyük bir bölümünü ev, işyeri ve okul gibi kapalı ortamlarda geçirdiği görülmektedir. İç ortam havasının halk sağlığı üzerinde büyük etkisinin olduğu ve bu ortamların hava kalitesinin belirlenmesinde son yıllarda önem kazandığı bildirilmektedir (Tambekar ve diğ., 2007; Ünlüer ve Güvenmez, 2016). Bu bağlamda iç ortam hava kalitesinin; metrekareye düşen insan sayısı, termal kontrol-havalandırma ile ortamda bulunan bağıl nem, organik maddelerin kaynağı, mikroorganizma sayısı ve çeşidini etkilediği belirtilmektedir (Yılmaz, 2010).

Günümüzde özellikle ısıtma ve enerji maliyetinin yüksek olması sebebiyle enerji tasarrufu daha da önemli olmuştur. Binalar geçirgen ve doğal olmayan izolasyon malzemeleri ile kaplanmakta olup pencereler de sürekli olarak kapalı tutulmaktadır. Tüm bunlara ilaveten bina içinin yapımında kullanılan malzemeler ile temizlik amacıyla kullanılan ürünlerden açığa çıkan oldukça fazla kimyasal bulunmaktadır. Böylece iç ortam hava kirliliğinin dış ortam hava kirliliğinden daha tehlikeli olduğu tespit edilmiştir (Baek, 1997; Yurtseven, 2007).

İç ortam kirleticileri farklı organları ve sistemleri etkiler ve solunum yolu ile alınan havada bulunan kirlilik ajanları solunum yapısını etkilemesine ilaveten kan yolu ile bütün vücuda da nüfuz edebilir. Solunum sistemi yolu ile bulaşma; öksürük, hışırtı, nefes darlığı, üst solunum yolu enfeksiyonları ve astımın görülme sıklığını artırmaktadır (Güler ve Vaizoğlu, 2012). Ayrıca tüm dünyayı etkisi altına alan son yılların en önemli halk sağlığı sorunu haline gelen, solunum yolu ile bulaşan Global Coronavirüs Disease 2019 (COVID-19)'un yayılmasına iç ortam havasında bulunan kirleticilerin (virüslerin) etkilediği düşünülmektedir. Biyoaerosollerin insan sağlığı üzerindeki etkileri sadece konsantrasyon ve kompozisyon ile kalmayıp ölçüleri de önemlidir. 10 µm'den büyük olan sporlar üst solunum

yollarına tutunur iken, bundan daha küçük olan sporlar akciğerlere kadar ulaşabilmektedirler (Aydoğdu ve Asan, 2004; Yılmaz, 2010). Özellikle çocuklar zararlı etkenlerden ve çevresel bozulmalardan daha çabuk etkilenen grupların başında yer almaktadır. Çocukların bu çevresel tehlikelere maruz kalmaları kalıcı hasarlara neden olmakta gelecekte de etkisini gösterecek hastalıklara yol açabilmektedir. Yapılan literatür incelemesinde; çocukların 18 yaşına gelinceye kadar karşılaştıkları hastalıkların 1/3'ünün çevresel faktörlerden kaynaklandığı, çoğunluğunun da önlenabilir hastalıklar olabileceği bildirilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1994; Yurtseven, 2007; Madureira, 2015). Çocuklarda kirli havanın akciğer gelişimini olumsuz yönde etkilemesinin sebebinin kirli havanın büyük bir miktarını burunda filtre edildiği halde, çocukların ağızdan soluk alıp vermelerinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Aghlara, 2017).

### 1.1. Amaç

Okulların iç havasının bakteri düzeylerinin gözlendiği çalışmalar ya toplam bakteri düzeyini tespit etme ya da gram-pozitif veya gram-negatif özelliği ele alınarak yapılmıştır. İç ortam havasında bulunan bakteri türlerinin belirlendiği çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Bu araştırma Kırşehir İli'nde bulunan ilkokulların iç ortam hava kalitesini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Literatür araştırması sonucunda; daha önce Kırşehir İli'ndeki ilkokulların iç ortam havasında bulunan mikroorganizmalarla ilgili yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda Kırşehir İli'nde bulunan farklı bölgelerdeki ilkokulların iç ortam hava kalitesinin mikrobiyal açıdan özellikle bakteri çeşitliliği bakımından;

- a- İkokullardaki türlerin sayısı (CFU/m<sup>3</sup>) ve dağılımı,
- b- MALDI-TOF MS yöntemi kullanılarak cins ve türlerin tanımlaması, skor değerleri,
- c- İkokullardaki dönemsel (güz-bahar dönemi) dağılımı,
- d- *Bacillus* spp. suşlarının kütle spektrumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kapalı ortamlarda farklı biyolojik ajanlar ve biyolojik olmayan ajanlar bulunmaktadır. Biyolojik olmayan ajanlar; ısıtma ve soğutma sistemleri, sigara içimi, inşaat malzemeleri, yemek pişirme sırasında ortaya çıkan gazlar ve mobilyalardan kaynaklanan toz ve partiküllerin olduğu belirtilmektedir (Aghlara, 2017). Biyolojik ajanlar arasında ise en yaygın olanların mikrofunguslar ve bakterilerin olduğu bilinmektedir. Solunum ile ilgili hastalıklara, binaların iç ortamlarında bulunan mikrobiyal açıdan büyüme dağılımı ve

yoğunluğunun fazlalaşması sebep olmaktadır. Toplumdaki insanlar için ciddi bir sorun olan solunum yolu hastalıklarına hava yolu ile taşınan mikroorganizmaların sebep olduğu bilinmektedir. Hava filtreleri gibi araçlar aeroalerjenleri ve enfeksiyonları azaltmak için kullanılmaktadır (Parat ve diğ., 1999; Ökten, 2008).

Bioaerosollerden dolayı yerleşim yerleri için Avrupa Birliği Limit Değerleri: Funguslar için  $5 \times 10^3$  CFU/m<sup>3</sup> iken aynı şekilde bakteriler için de  $5 \times 10^3$  CFU/m<sup>3</sup> olduğu bilinmektedir (Gorny ve Dutkiewicz 2002; Ökten, 2008).

## 1.2. Önem

Türkiye’de ölüm nedenleri arasında solunum yolu hastalıklarının 2014 yılı verilerine göre 3. sırada yer alması; özellikle endüstriyel nedenler ile kapalı ve açık ortamdaki hava kirliliğinden kaynaklı olabileceğini göstermektedir. Günümüze kadar herhangi bir hava kalitesi çalışması yapılmamış olan Kırşehir İli’nde özellikle katı yakıt tüketiminden dolayı kış aylarında oldukça fazla oranda rahatsız edici hava kirliliği görülmektedir. Ayrıca doğalgaz abonelik oranı yüksek olmasına rağmen doğalgaz tüketim ücretlerinin fazla olması sebebiyle de kullanımının düşük olduğu belirtilmektedir. Diğer taraftan endüstriyel bölgede 2.000.000 m<sup>2</sup>’lik alan üzerinde faaliyet gösteren bir lastik fabrikasının ve organize sanayii bölgesinin bulunması dış ve iç hava kalitesini etkileyebileceği düşüncesini akla getirmektedir (Querol ve diğ., 2004; Eeftens ve diğ., 2012; Rivas ve diğ., 2014; Sağlık Bakanlığı, 2014).

1994 yılında Türkiye’nin de yer aldığı, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından “Sağlıklı Geliştiren Okullar” projesi 1984 yılında geliştirilerek tekrar bildirilmiştir (Sevencan ve diğ., 2011). Bu projeden yola çıkarak tezin amacı; ilkokullardaki öğrenciler, öğretmenler, idari personelin sağlığını etkileyen iç hava kalitesinin özellikle bakteri yoğunluğunun, çeşitliliğinin (cins ve tür) ve dönemsel (güz ve bahar dönemi) dağılışının belirlenmesidir. Bu bağlamda da okul ve çevre sağlığını etkileyen etmenleri belirlemek ve bu etmenleri düzeltecek kurumlara bildirilerek halk sağlığının korunması hedef alınmıştır.

Aynı zamanda bu okullarda bulunan öğrencilerin sağlığı üzerinde nasıl bir etki gösterebileceği ve oluşabilecek hastalıkların önlenmesi için ne gibi tedbirler alınması gerektiği açısından önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. GENEL KISIMLAR

Havada fazla miktarda mikrobiyal kirleticilerin bulunmasının kapalı ortamda hava kirliliğine neden olduğu ve bunun doğadaki tüm canlıları bilhassa insanları olumsuz olarak etkilediği görülmektedir. İnsanlarda alerji, astım, solunum yolu hastalıkları, cilt tahrişi, nefes darlığı, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOA) ve ölümün hava kirliliğinden dolayı olduğu belirtilmektedir (Aghlara, 2017).

1960 yılından sonra tıp ve teknolojik gelişmeler, tarımdaki endüstrileşme, yeterli düzeyde ve güvenli su olanaklarının fazlalaşması, kadınların özgürlüğü, eğitim seviyesi ve ekonomik bağımsızlıklarının artması neticesinde dünya popülasyonunda hızlı bir artış gözlemlenmiştir. 1970'li yıllarda ülkelerin nüfusunun artmasının, petrol sarfiyatını etkilediği gibi ekonomik buhrana da neden olduğu belirtilmektedir (Aghlara, 2017). Dünyayı saran petrol krizi nedeniyle yapılarda bulunan havalandırmalar azaltılarak enerji tasarrufu hedeflenmiştir. Bu sebepten dolayı, ısı izolasyonu amaçlanarak binaların hava geçirmez özellikte olması, klima ve havalandırma sistemlerinin %50 verimlilikle kullanılması insanlarda sağlık sorunlarının oluşmasına neden olmuştur. Bunlara ek olarak; zehirli boya maddeleri ve temizlik için kullanılan malzemelerin de bu tür sorunlara neden olduğu görülmektedir. Mermer, doğal lifler ve ağaç yerine plastikler, yapay lifler ve süngerin kullanıldığı belirtilmektedir. Petrolün son ürünü olarak kullanılan bu ürünlerin kapalı ortamlarda dağılarak birikebildikleri bildirilmektedir (Aghlara, 2017).

Kapalı ortam hava kalitesinin, halk sağlığı açısından çok fazla öneme sahip olmasının nedeni insanların zamanlarının büyük bir kısmını (%80'den fazlası) iç ortamlarda sürdürmelerinden kaynaklanmaktadır (Aghlara, 2017). İç ortam hava kalitesinin önemi; özellikle solunum yolu ile bulaşan 2019 yılının son aylarında ilk kez Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisiyle (28 Aralık 2020 tarihi itibarıyla dünya geneli vaka sayısı 81.278.710, ölüm sayısı 1.774.638 iken Türkiye'de görülen vaka sayısı 2.147.578, ölüm sayısı 19.878 olarak açıklanan ([www.worldometers.info](http://www.worldometers.info))) oldukça önemli hale gelmiştir.

1850'li yıllardan beri iç ortam hava kalitesinin insan yaşamını etkilemesinden dolayı en önemli sorun haline geldiği belirtilmektedir. Bugünlerde toplumun kapalı ortam kirleticileriyle karşı karşıya kalmasının ciddi oranda hastalığa ve ölümlere sebep olduğu ile ilgili kaynaklarda hızlı bir artış olduğu gözlemlenmiştir (Aghlara, 2017).



Çevre Koruma Ajansı (EPA), toplumun iç ortamlarda karşı karşıya kaldığı kirletici ajanların dış ortamlarda karşı karşıya kaldıkları kirletici ajanlardan 2-5 kat daha fazla hatta bazı durumlarda ise 100 kat fazla olduğunu bildirmiştir. DSÖ'nün verilerine göre; 2012 yılında dünyada hava kirliliğinden dolayı 3 milyondan fazla kişinin hayatını kaybettiği belirtilmektedir (TMMOB, 2017).

DSÖ'ye göre her sene ortalama 7 milyon insanın iç ve dış ortam hava kirliliğinden dolayı öldüğü varsayılmaktadır. Ölüm oranlarının; Amerika, Avrupa, Doğu Akdeniz, Afrika, Batı Pasifik ve Güney Doğu Asya bölgelerine göre en az olandan en yüksek olana doğru sıralandığı belirtilmektedir. DSÖ tarafından 4.2 milyon kişinin dış ortam hava kirliliğinden dolayı erken öldüğü tespit edilmiştir. Buna ek olarak, erken ölümlerin %58'inin iskemik kalp hastalığından ve felçten, %18'inin akut alt solunum yolu hastalığından ve KOAH' dan, %6'sının ise akciğer kanserinden olduğu belirtilmektedir (World Health Organization, 2018; TMMOB, 2019). Kapalı ortam hava kirliliğinin, ortalama 3 milyar kişinin sağlığını tehdit ettiği bildirilmektedir. İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) Türkiye'de hava kirliliğinden dolayı hayatını kaybedenlerin sayısının yaklaşık 30.000 kişi olduğunu tahmin ettiği bilinmektedir (OECD, 2019; TMMOB, 2019).

DSÖ küresel hastalık yükünü etkileyen çok sayıda risk faktörünü incelediğinde, iç ortam hava kirliliğinin küresel hastalık yükünün %2.7'sini oluşturduğunu ve bunun da 8. sırada yer aldığını belirtmektedir (Atımtay ve diğ., 2010; Aghlara, 2017).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'nın (USEPA) istatistiklerine göre, "Hasta Bina Sendromu" uğraş verilmesi gereken ilk 10 sağlık sorunu arasında 4. sırada gösterilmektedir. Genellikle ofislerde çalışan kişilerde görülen; baş ağrısı, halsizlik, burun akıntısı ve konsantrasyon düşüklüğüne sebep olan bu durumun, havalandırmanın yetersiz olmasından dolayı kirletici ajanlarla karşı karşıya kalındığında ortaya çıktığı bildirilmektedir (Akal, 2013).

## **2.1. Dış Ortam Hava Kalitesinin Kaynakları**

Dış ortam hava kalitesinin; doğal ve yapay kaynaklar olmak üzere ikiye ayrıldığı bilinmektedir. Doğal kaynaklar; bitki polenleri ve denizlerden yayılan gazlar, doğal atıklar ile organik madde çürümesi sonucunda ortaya çıkan organik bileşikler, orman yangınlarından yayılan gazlar ile partikül maddeler, volkanlardan çıkan gazlar olduğu belirtilmektedir (Aghlara, 2017).

Doğal olmayan kaynakların ise; dış ortam hava kalitesinin geniş bir kısmını etkilediği görülmektedir. Bu kaynakların aynı zamanda insanların olaya müdahil olmasıyla da ilgili olduğu gösterilmektedir. Yapay kaynakların; sanayileşme, yanma olayları, şehirleşme ile yeşil alanların azalması, nüfusun artması, motorlu taşıtlar ile bunların egzozlarından çıkan gazlar olduğu belirtilmektedir. Bu kaynakların ise evlerin açık olan kapı ve pencerelerinden içeriye girerek iç ortam hava kirliliğine neden olduğu bilinmektedir (Aghlara, 2017).

## 2.2. İç Ortam Hava Kalitesinin Kaynakları

### 2.2.1. İç Ortam Hava Kalitesinin Biyolojik Olmayan Kaynakları

Biyolojik olmayan kaynaklar; ısıtma-soğutma sistemleri, yemek pişirme ile sigara içimi sırasında ortaya çıkan gazlar, inşaat malzemeleri ile mobilyalardan ortama yayılan toz ve partikül maddeler olarak belirtilmektedir. Bunlara ek olarak, bina içerisinde bulunan çoğu etkenlerin iç ortam hava kalitesinin kaynakları olduğu görülmektedir. Bunlar; binanın ısıtma türü, evin yer kaplama ve döşeme malzemeleri, bakanın temizlik hali, ev içerisinde olan nem-küf durumu, böcek zehirleri, sigara dumanı ve mutfakta kullanılan yakıtın türü olduğu bildirilmektedir (Tablo 2.1) (Dönmez, 2002; Aghlara, 2017).

**Tablo 2.1.** İç Ortamda Bulunan Kirletici Kaynakları (Dönmez, 2002; Aghlara, 2017)

|                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| Tahta mobilya döşemeleri     | PVC                        |
| Tahta dolaplar               | Radon                      |
| Parke                        | Şömine                     |
| Nemlendirici                 | Baca                       |
| Duvar ve tabanda nem-rutubet | Borular                    |
| Yer cilaları                 | Araba egzozundan çıkan gaz |
| Boya ürünleri                | Depo edilen yakıtlar       |
| Böcek ilaçları               | Ocak                       |
| Kuru temizleme eşyaları      | Yemek dumanı               |
| Elbise kurutucuları          | Sigara dumanı              |
| Toz bezleri                  | Halı                       |
| Temizlik ürünleri            | Perdeler                   |
| Bakım ürünleri               | Hobi ürünleri              |
| Havalandırıcılar             |                            |

### ***2.2.1.1. İç Ortam Hava Kirliliğinin Etkileri***

Dünya Sağlık Örgütü'nün 1984 yılında bildirdiği raporda; küresel olarak insanlarda nefes darlığı, alerji, kalp ve solunum yolu hastalıklarının %30'undan fazlasında iç ortam hava kalitesiyle ilgili şikâyetlerin olduğu açıklanmıştır (Aghlara, 2017). Çoğunlukla katı yakıt tüketimine bağlı olarak iç ortam hava kirliliğinin kronik solunum sistemi hastalıkları, pnömoni ve akciğer kanserinden 1.6 milyon kişinin ölümüne neden olduğu belirtilmektedir. Ölüm oranının yüksek olduğu gelişmekte olan ülkelerde, kapalı ortamdaki dumanın hastalık yükünün %3.7'sini oluşturduğu, aynı zamanda cinsel yolla bulaşan hastalıklar, malnütrisyon, sağlıklı ve kirli su ile bulaşan hastalıklardan sonra gelen öldürücü sebep olduğu bildirilmiştir (Atımtay ve diğ., 2010).

Hava kalitesi sorunlarına yol açan çok fazla kaynağın okulların iç ortamlarında bulunduğu bilinmektedir. Bu kaynaklar ise; temizlik, fazla miktarda nemden dolayı oluşan küf, malzeme-eğitim araçlarının uygun olmayan biçimde kullanılmaları ile depolanmalarından dolayı oluşan kimyasal maddeler, döşemelerden ortama yayılan uçucu organik kimyasallar, bakımı uygun olmayan biçimde yapılan havalandırma sistemlerinin yetersiz olması, fazla kalabalık sınıflar vb. olarak sıralanabilir (Güllü, 2016).

### ***2.2.1.2. İç ortam Hava Kirliliğinden En Çok Etkilenen Bireyler***

İç ortam hava kirliliğinin en fazla yeni doğan bebekler, çocuklar, yaşlılar, KOAH ve kalp hastalarında riske neden olduğu bildirilmektedir. Bebeklerin ve çocukların bağışıklık sisteminin gelişmemiş olması ve metabolizma hızlarının yüksek olması nedeni ile hava kirlleticilerini içeren daha fazla hacimde hava solumalarından dolayı daha fazla etkilenmektedirler (Aghlara, 2017). Ayrıca iç ortam hava kirliliği ve içinde bulunan partikül maddeler, ağır metaller, insan saçına göre 10 kat ince olan mikroskobik parçacıklar, mikroorganizmalar (bakteriler-mantarlar) bebeklerin gelişimini etkilemekte ve prematüre doğumlara da sebep olduğu belirtilmektedir (Aghlara, 2017).

Çocuklar, vücut ağırlığına göre daha fazla hava soluduğu ve akciğerleri gelişme aşamasında olduğu için havadaki kirlitici ajanlara karşı en hassas kategoride bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde, çocukluk çağında görülen solunum yolu hastalıklarının artması, okullarda kapalı ortam hava kalitesinden dolayı yapılan çalışmaları hızlandırdığı bildirilmektedir. DSÖ verilerine göre astım, çocuklar arasında hastaneye yatırılarak tedavi yapılması gereken en sık görülen kronik bir hastalık olarak bildirilmiştir. Gelişmiş toplumlarda ISAAC

(International Study of Asthma and Allergies in Childhood) yöntemi ile astım görülme oranı %4-23 arasında bulunmuştur. Türkiye’de ise çocukluk dönemi çalışmaları ISAAC yöntemi ile toplanmış astım görülme oranının %4,9-15,3 arasında olduğu belirtilmektedir (Soyuer ve Per, 2013; Güllü, 2016).

Sınıflardaki kalabalıklığı belirleyebilmek için, okullarda öğrenci başına düşen alan miktarı bir değişken olarak kullanılmaktadır. Avrupa İstatistik Ofisi (EUROSTAT) 2014 yılı verilerine göre, Türkiye’nin başka ülkelerden daha kalabalık sınıflara sahip olduğu görülmektedir. Bütün ülkelerde 2012 yılı ilköğretim dönemindeki sınıf başına düşen ortalama öğrenci sayısı 19 iken, Türkiye’de ise ortalama öğrenci sayısının 25 olduğu belirtilmektedir (Güllü, 2016). Sınıflardaki kapalı ortam hava kalitesini etkileyen en önemli etmenlerden birisinin de, öğrenci sayısının fazlalaşmasından dolayı kimyasal ve mikrobiyolojik yayılma olduğu bildirilmiştir (Güllü, 2016).

#### ***2.2.1.3. İç Ortam Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri***

Günümüze kadar yapılan çalışmalara göre; havada yüksek miktarda bulunan biyoaerosoller, astım ve alerjik rinit, nefes darlığı, baş ağrısı, hipersensitivite pnömoni, akciğer dokusunda zedelenme, hasta bina sendromu, bitkinlik, kilo kaybı, gözlerde yaşarma-yanma, burun akıntısı ve boğazda iritasyon/kuruluk gibi hastalıklara yol açmaktadır. Dünya genelinde çocuklarda astım ve solunum yolu enfeksiyon sıklığına bakıldığında Türkiye’nin %25’lik bir orana sahip olduğu belirtilmektedir (Aghlara, 2017).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından sağlıklı yapılar, sağlıklı insanlar konusuna yönelik hazırlanan raporda; iç ortamın insan sağlığı üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu ve insan yaşamının ortalama %90’ ının geçtiği iç ortamlarda bulunan kirlilik düzeyinin çoğu zaman dış ortamdan daha fazla olduğu bildirilmiştir. Söz konusu raporda, iç ortam havasında bulunan kirliliklerin her yıl binlerce solunum yolu hastalığına ve yüzlerce kanserden ölümlere neden olduğu ayrıca iç ortam hava kirliliklerine maruz kalan binlerce çocuğun kanında bulunan kurşun düzeyinin yükseldiği belirtilmiştir. İç ortam hava kalitesi kolay bir şekilde tanımlanabilen ve anlaşılabilen basit bir kavram değildir. Çünkü etki şekilleri farklı ve düzeyleri sürekli değişen birçok faktörün etkileşimi sonucu meydana gelmektedir (Aghlara, 2017).

## 2.2.2. İç Ortam Hava Kalitesinin Biyolojik Kaynakları

Biyolojik kökenli, hava kaynaklı tüm organik tozlar “biyoaerosol” olarak adlandırılmaktadır. Başka bir deyişle; havada asılı halde yapay olarak üretilen veya alerjenler, mantar sporları, bakteri, virüs ve polen gibi bir arada bulunan biyolojik kaynaklı partiküllerin genel adıdır (Pastuszka ve diğ., 2000; Kalogerakis ve diğ., 2005; Ökten, 2008; Güllü, 2016; Aghlara, 2017). Biyolojik kaynaklar arasında yer alan mikrobiyal kirleticilerin; ev, ofis, okul vb. içerisinde bulunan toksinler, virüsler, mantar ve sporları, bakteriler, böcek ve akar dışkıları, hayvan atıkları ve bitkilerden kaynaklanan polenler olduğu görülmektedir. İnsan aktiviteleri, organik maddelerin mikroorganizmalarca parçalanması ve biyoaerosollerin hava ile taşınması ise partiküllerin kaynakları arasında gösterilebilir (Aghlara, 2017).

Canlı partiküller 1-10 mikrometrelik mikroorganizma topluluğu biçiminde kalabilecekleri gibi hava ile taşınırken tek bir hücre biçiminde de olabilirler. Farklı boyutlarda bulunabilenler ise yaşayamayacak olan partiküllerdir (Pastuszka ve diğ., 2000; Ökten, 2008).

Dış ortamdan dolayı çoğu biyoaerosol kapalı ortamlarda bulunabilir. Fakat binalarda bulunan havalandırma ve ısıtma sistemlerinden dolayı kimi biyoaerosoller buralarda üreyebilirler (Pastuszka ve diğ., 2000; Ökten, 2008). Ek olarak kapalı ortamdaki iç hava kalitesine ve mikrobiyal üreme seviyesine bina yaşı ve yapısı, yaşayan kişi sayısı da neden olmaktadır (Dassonville ve diğ., 2008; Yılmaz, 2010).

İç ortamlarda, doğada biyoaerosollerin oldukça fazla olmasından dolayı insanlarla karşılaşma oranı da sıktır. Okullarda bulunan çocukların biyoaerosollerle karşılaşmaları alerjik vakaları tetiklediğine dair birtakım tespitler öne sürülmüştür (Jo ve Seo, 2005; Yılmaz, 2010).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü'nde (NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health) yapılan bir araştırmada iç ortam havası ile ilgili problemlerin dağılımı; %10 dış ortam kontaminasyonu, %15 iç ortam kontaminasyonu, %4 bina materyalinden kontaminasyon, %53 yetersiz havalandırma, %5 mikrobiyolojik kontaminasyon ve %13 bilinmeyen nedenler olarak bildirilmiştir. İç ortamlarda fazla sayıda kirletici kaynağı daha çok bulunabildiğinden, önemli kirleticilerin büyük çoğunluğunun iç ortamda dış ortamdan daha yüksek konsantrasyonlarda olabileceği belirtilmektedir (Önoğlu ve Güngör, 2007; Yılmaz, 2010).

Havada taşıyıcı olarak bulunan tozlar, seyrek olarak serbest halde ve sert bir zemin üzerine yerleşirler (Atik, 1993; Ökten, 2008). Bazı sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına, havada bulunan mikrobiyal kaynaklı kontaminantların (bakteri, virüs vb.) seviyelerinin artmasının neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu sağlık sorunları; öksürük, hırıltılı nefes alma, astım atakları, akciğer fonksiyonunda azalma, akciğer kanseri, kardiyovasküler hastalıklar ve kronik obstrüktif akciğer hastalıklarıdır (Ökten, 2008).

Hava yolu ile taşınan bakterilerin en önemli kaynağını kapalı ortamlarda bulunan insanlar oluşturmaktadır (Menteşe ve diğ., 2009; Ünlüer ve Güvenmez, 2016). Hapşırma, öksürme ve konuşma çevreye milyonlarca damlacık yayan en güçlü faktörlerdir. Aksırma ve öksürme ile ortama 5µm'den büyük veya yaklaşık partiküller yayılmaktadır. Damlacık çekirdekleri (droplet nukleus), hapşırma esnasında ortama yayılan ve havada asılı kaldıktan sonra kuruyan, boyları 1-5 µm arasında değişen partiküller olduğu belirtilmektedir. Bunlara ek olarak, havada uzun zaman asılı kalabildikleri gibi 90 cm'den daha uzak alanlara taşındıkları görülmektedir (CDC, 2003; Ergon, 2007; Ünlüer ve Güvenmez, 2016).

#### **2.2.2.1. İç Hava Ortamında Bulunan Bakteri Cinslerinin Genel Özellikleri**

Bakterilerin; toprakta, havada, bitki ve hayvanların üzerlerinde, tatlı ve tuzlu sularda, vücut içerisinde ve buzulların içinde bile yaşayabildiği belirtilmektedir. Şekillerine göre; çubuk (bacil), küresel (coccus), spiral (spirillum) olarak gruplandırılmaktadır (Aghlara, 2017). Bakterilerin ultraviyole (UV) ışınlarına dayanamadığı ve birkaç saat içerisinde öldüğü bildirilmektedir (Aghlara, 2017).

Havada fazla miktarda bulunan mikroorganizmaların alerjik rinit ve astıma, hasta bina sendromuna ve hipersensitivite pnömonisine sebep olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Beaumont ve diğ., 1984; ACGIH, 1989; Siersted ve diğ., 1993).

İç mekânlarda yaygın olarak bulunan bakterilerin çoğunluğunun; *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinslerine ait olduğu belirtilmektedir. İç mekân atmosferinde de neredeyse orantılı olarak dağılmaktadırlar (Piecková, 2017).

##### **❖ Micrococcus sp.**

Küre şeklinde olup, kısmen zararı olmayan bir Gram pozitif bakteridir. Su, toprak ve et ürünlerinde bulunabildiği gibi ciltte de çok yaygın olduğu görülmektedir. Yiyeceklerin bozulmasına sebep olabildiği için genel olarak saprofit bir bakteridir. Bu organizma ayrıca insan terinin kötü kokmasına da neden olabilmektedir.

Bağıışıklık sistemi baskılanmış hastalarda fırsatçı bir patojen olabildiğı bilinmektedir. *M. luteus*, *M. roseus* ve *M. varians*'ın yaygın türler arasında bulunduğı belirtilmektedir (Piecková, 2017).

❖ **Staphylococcus sp.**

**Morfoloji ve fizyoloji;** 0.5-1.5 µm çapında, birden fazla düzlemde bölünerek, üzüm salkımı şeklinde düzensiz kümeler oluşturan hareketsiz olan başka bir Gram (+) bakteri cinsidir (Cengiz, 1999; Aygün ve diğ., 2007; Tiritoğlu, 2009; Piecková, 2017). Teikoik asit ve peptidoglikan hücre duvarları içerisinde bulunur (Cengiz, 1999; Aygün ve diğ., 2007; Tiritoğlu, 2009).

**Üreme şekilleri ve dirençleri;** *Staphylococcus*, fakültatif ve anaerobik bir bakteri cinsidir (Piecková, 2017). Katalaz pozitif, oksidaz negatif sporsuz bakteri cinsidir. En elverişli üreme sıcaklıkları 30-37°C ve daha geniş sıcaklık aralıklarında (6.5°C-45°C) da üreme gerçekleşmektedir. *S. aureus* altın sarısı renğinde koloniler oluşturmaktadır. *S. aureus* kanlı agarda beta hemoliz oluşturmaktadır. Sıvı besiyerlerinde diplokoklar veya kısa zincirler şeklinde gözlemlenmektedirler. Stafilokoklar plazmayı koagüle edenler (*S. aureus*) ve plazmayı koagüle etmeyenler olarak 2 gruba ayrılırlar (Cengiz, 1999; Tiritoğlu, 2009). *S. aureus*, doğrudan mutasyonla ve plazmidler yoluyla uyum sağlama yeteneğine sahip oldukları belirtilmektedir. Kuruluğa karşı direnç göstermektedirler. Çoğunlukla 60°C'de 1 saatte aktiviteleri kaybolmaktadır. Yüksek tuz konsantrasyonlarında (%10-15) üreme yeteneğinde olabilmektedirler. Balgam ve kurumuş irinde haftalarca canlı kalabildiğı tespit edilmiştir. Antibiyotiklere hızla direnç gösteren bakterilerdir (Cengiz, 1999; Yalçın, 2002; Tiritoğlu, 2009).

**Yerleşimleri ve çeşitleri;** insan ve hayvanlar için fırsatçı bir patojen olduğu bildirilmektedir (Yalçın, 2002; Bilgehan, 2004; Tiritoğlu, 2009). Sağlıklı insanların %50'sinin burun boşluğunda, saçlarında, boğazlarında bulunabilir ve bu bakterilerin ciltte de yaygın olarak bulunduğı bilinmektedir. Gıda zehirlenmesi, toksik şok sendromu, cilt enfeksiyonları, sepsisemi, osteomyelit ve kalp, akciğer, beyin ile böbreklerde metastatik odaklara neden olduğu belirtilmektedir (Yalçın, 2002; Bilgehan, 2004; Tiritoğlu, 2009; Piecková, 2017). Genellikle konaklarında simbiyotik bir yaşam sürdükleri gözlemlenmiştir. Ek olarak *Staphylococcus* sepsisemisi ve pnömonisi bazen akciğer absesi, ampiyem, pnömatosel, piyopnömotoraks gibi ağır komplikasyonlara da sebep olabilmektedir (Yalçın, 2002;

Bilgehan, 2004; Tiritöğlu, 2009). *S. aureus* potansiyel bir patojendir (Todar, 2005; Tiritöğlu, 2009). *S. aureus* doğumdan itibaren deri, göbek ve perineye kolonize olmak için harekete geçer. En sık olarak insandan insana bulaşmaktadır (Yalçın, 2002; Tiritöğlu, 2009). Özellikle hastanelerde *Micrococcus* spp. ile birlikte çok daha fazla bulunmaktadır. Hastane enfeksiyonlarına bu bakterilerin metisiline dirençli olan *S. aureus* (MRSA) suşlarının daha fazla neden olduğu bildirilmektedir (Piecková, 2017).

**Yaptığı hastalıklar;** her sisteme ulaşabilen hastalıklar oluşturabildiğı belirtilmektedir.

- Deri enfeksiyonları: Fronkül (sivilce), deri altı absesi, sikozi (sakal kıl kökleri yangısı), hidradenit (ter bezi yangısı), hordelum (arpacık), panaris (dolama), püstüller ve impetigo şeklinde lezyonlar olduğu gözlemlenmektedir (Cengiz, 1999; Bilgehan, 2004; Tiritöğlu, 2009).

- Solunum sistemi enfeksiyonları: Nazofarenjit ve akut sinüzit en önemli nedenler arasındadır (Cengiz, 1999; Tiritöğlu, 2009).

- Toksik şok sendromu: *S. aureus*'un toksik şok sendromu toksini-1 (TSST-1) ile oluşmaktadır. En sık 20-40 yaş arasındaki menstrüasyon gören kadınlarda tampon kullanımı nedeniyle *S. aureus*'un vajinada kolonizasyonu ile oluşmaktadır (Cengiz, 1999; Tiritöğlu, 2009).

- Endokardit: *S. aureus* intravenöz ilaç bağımlılarında endokarditin en sık etkenidir Aygün ve diğ., 2007; Tiritöğlu, 2009).

**Korunma ve kontrol;** bakteri insandan insana doğrudan veya hava yolu ile bulaşmaktadır. Bu nedenle el hijyeninin sağlanması daha çok önemlidir (Cengiz, 1999; Tiritöğlu, 2009).

- ✓ **Metisiline Dirençli *S. aureus* (MRSA);** *Staphylococcus aureus* insanda hastalık yapmasından dolayı sık rastlanan, virölansı yüksek bir bakteridir. Gerek toplum gerekse hastane kaynaklı enfeksiyonlarda en sık karşılaşılan etkenlerden biri olarak önemli derecede hastalığa ve ölüme sebep olmaktadır (Çetinkaya ve Ünal, 1999; Tiritöğlu, 2009). 1945 yılında penisilin ile tedaviye geçildiğinden beri *S. aureus* suşlarında beta-laktamaza bağı penisilin direnci 5 yıl içinde % 50'ye ulaşmıştır. Günümüzde ise bu direnç % 95'lere çıkmıştır (Dündar, 2000; Tiritöğlu, 2009). Dirençli olduklarından bu etkenle oluşan tüm enfeksiyonların tedavisinde tek alternatif ise glikopeptid antibiyotikler olarak bildirilmiştir (Dündar, 2000; Tiritöğlu, 2009). *S. aureus*



taşıyıcılığı, bölge, mevsim ve epidemiyolojik faktörlere bağlı olarak değişmekte olup sağlıklı erişkinlerde yaşamlarının belli bir döneminde %10-50 arasında olduğu belirtilmiştir (Hacıbektaşoğlu ve diğ., 1992; Çetinkaya ve Ünal, 1996; Tiritöğlu, 2009). Çoğunlukla hastane enfeksiyonu etkeni olarak bilinen MRSA enfeksiyonu, son yıllarda toplum kökenli MRSA (TK-MRSA) enfeksiyonu olarak da giderek önemli hale gelmiştir (CDC, 1997-1999; Tiritöğlu, 2009). Toplumdaki MRSA kökenleri, hastane kökenlerinin topluma taşınarak temas yolu ile kişiden kişiye geçerek bulaşması ve toplumdaki MRSA kökenlerinin “de novo” olarak metisilin direnç gen kompleksini kazanması sonucunda oluşabilmektedir (Öncül, 2006; Tiritöğlu, 2009).

❖ **Acinetobacter sp.**

*Acinetobacter* türlerinin, özellikle vücudun nemli bölgeleri başta olmak üzere deri florasında sıklıkla bulunan, oksidaz negatif, bazen kapsülsüz, sporsuz, hareketsiz bir bakteri olduğu belirtilmiştir (Aygün ve diğ., 2007; Tiritöğlu, 2009). Normal bireylerin %25’inin derilerinde bu bakterilerden olduğu bildirilmektedir (Schreckenberger, 1999; Tiritöğlu, 2009). *Acinetobacter* enfeksiyonlarının oluşumunda konağa ait hazırlayıcı faktörlerin (malignite, yanık, konağın savunma sisteminin baskılanması, konağın yaşı vb.) oluşması önemli hale gelmiştir (Erben ve diğ., 2006; Tiritöğlu, 2009). *Acinetobacter* türlerinde yüksek oranlarla beta-laktam direnci bildirilmiş ve önemli bir hastane enfeksiyonu etkeni olduğu belirtilmiştir. İlaveten çoklu ilaç direnci, dezenfektanlar içinde bile yaşamayı sürdürmeleri nedeni ile güncel bir sorun olarak önemlerini devam ettirmektedirler. Fırsatçı bir patojen oldukları için personel veya hasta araç gereci ile kolaylıkla taşınarak bulaşabilirler (Joly-Guillo ve diğ., 1988; Akalın, 2000; Tiritöğlu, 2009). Bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde idrar yolu enfeksiyonu ve akciğer enfeksiyonlarına neden olmaktadır (Tiritöğlu, 2009).

❖ **Bacillus sp.**

Çubuk şeklinde olup Gram (+) bakteri cinsidir. Endospor üretme yeteneğine sahip olduğundan olumsuz çevre şartlarında hayatta kalabildiği ve dayanabildiği bilinmektedir. Genel olarak zararsız saprofitlerdir ve suda, toprakta, tozda hatta ara sıra da insan sindirim sisteminde bulunmaktadır. Bu bakteri cinsine ait bazı türlerin

hastalık ya da enfeksiyona, gıda zehirlenmesine sebep olduğu görülmektedir (CDC, 2015; Piecková, 2017).

❖ **Pseudomonas sp.**

Çubuk şeklindedir ve iç mekânlarda yaygın olarak bulunan Gram (-) bakteri cinsidir. Toprakta, suda, bitkilerde bulunmakta olup fırsatçı bir patojendir. Organizmada özellikle bağışıklığı baskılanmış kişilere saldırma eğiliminde olduğundan genellikle bir hastane enfeksiyon ajanı olarak kabul edilmektedir. Enfeksiyon ile birlikte, ekzotoksin üretme yeteneğine de sahiptir (Piecková, 2017).

**Yaptığı hastalıklar;** Kirli havuzlardan bulaşarak yüzücü kulağı olarak adlandırılan enfeksiyona neden olmaktadır. Diyabetik hastalarda ağır seyirli kulak enfeksiyonlarına oluşturmakta ve yara enfeksiyonu, pnömoni ise sık olarak oluşturduğu enfeksiyonlar arasındadır. Prognozu en kötü sepsis etkeni olarak bildirilmiştir. Ek olarak idrar yolu, göz, bronşit ve menenjit gibi enfeksiyonlarına da yol açabilmektedir (Aygün ve diğ., 2007; Tiritöğlu, 2009). *Pseudomonas* enfeksiyonlarından korunmak için temizlik kurallarına uyulması en önemli faktördür. Bu nedenle hastane ortamlarında ekipmanların sterilizasyonu, ortamın temizliği ve el hijyeni oldukça önem kazanmaktadır (Tiritöğlu, 2009).

❖ **Corynebacterium sp.**

Bazı çalışmalar, bazı kamu binalarının (okulların) iç ortamındaki nispeten yüksek *Corynebacterium* spp. insidansını ortaya koymaktadır. Bu bakteriler çubuk şeklinde Gram (+) organizmalardır ve doğada her yerde bulunmaktadır. Bazı türleri endüstriyel çalışmalarda faydalı olmakta birlikte *C. diphtheriae* türünün neden olduğu difteri de dahil olmak üzere insan hastalıklarına neden olabildiği belirtilmektedir. Çeşitli mikrobiyota türlerinde olduğu gibi, bunlar genellikle patojenik değildir ancak bazen her ikisi de belirli enfeksiyon süreciyle sonuçlanan dokulara (yaralar yoluyla) girebilir veya zayıflamış konak savunmasını kırabilmektedir (Aydoğdu ve diğ., 2010; Piecková, 2017).

Havada tekli virüs veya bakteri partikülleri bulunurken, hızla toplanma eğilimindedirler. Toplanma hızı havadaki partiküllerin boyut dağılımına, aerosol konsantrasyonuna ve termodinamik koşullara bağlıdır. Görsel olarak temiz bir ortamın kirli bir ortamdan daha fazla biyoaerosollerle kontamine olabileceği gösterilmiştir. Bunun nedeni, daha büyük

partiküllerin 0.001µm partiküllerin çökelme hızının 6.75E-09m/s olması, daha küçük partiküllerden daha hızlı çökelme eğilimi göstermesi, 10 µm partiküllerin 3.06E-03m/s ve 100µm'ye yerleşmesidir. "Temiz" bir ortamda havayla taşınan partiküllerin, diğer havadaki partiküllere yapışarak daha fazla büyüme eğilimi gösteren kirli bir ortamdaki partiküllere göre küçük ve solunabilir kalmasının daha olası olduğu belirtilmiştir (Verreault ve diğ., 2008; Piecková, 2017).

#### **2.2.2.2. MALDI-TOF MS (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry)**

Son kırk yılda, 16S ribozomal RNA (rRNA) geninin sekanslanması bakterilerin sınıflandırılmasında rol oynamıştır (Yarza ve diğ., 2014). Sonraki zaman diliminde Pulsed Field Gel Electrophoresis (Darbeli alan Jel Elektroforezi (PFGE)), Multilocus Sequence Typing (multilokus dizi tiplendirme) ve DNA-DNA hibridizasyonu (DNA-DNA melezleme) gibi diğer genetik tabanlı yaklaşımların yaygınlaştığı bildirilmiştir (Vandamme ve diğ., 1996). Buna rağmen bazı durumlarda bu sınıflandırma tekniklerinin uygulanmasına özgü bazı kısıtlılıkların da olduğu gözlenmiştir. Bunların dizileme, analiz süresinin uzunluğu, maliyetlerinin yüksek olması, universal primerlerin (evrensel primerlerin) dar pencere olması ve bazı durumlarda tür seviyesinde düşük filogenetik çözümlerinin olduğu belirtilmiştir (Clark ve diğ., 2018). Kısa zaman sonrasında Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) metodunun sürece katılması ile bu alanda önemli gelişmelere adım atılmıştır. Birçok dergide yayımlanan makalelerden anlaşılan en önemli nokta; sadece klinik tanıda değil aynı zamanda ilaç, gıda ve biyoteknoloji endüstrileri ile çevresel-ekolojik araştırmalarda MALDI-TOF MS ile mikroorganizma tanımlanması metodlarının yaygınlaştığı görülmüştür (Alatoom ve diğ., 2011). Mikroorganizmalar 16S ribozomal proteinlerinden meydana gelen spektrumlarındaki tek pik ile değil, takson karakteristiğine sahip bu kompleks kalıp çok değişkenli bir yaklaşımla çözümlenmiştir. Grupları çeşitli özelliklerine göre ayırmak için popüler olarak kullanılan iyi hazırlanmış bir istatistiksel metot olan temel bileşen analizinin (PCA), mikrobiyal örnek analizine de uygulandığı belirtilmiştir (Maier ve Kostrzewa, 2007).

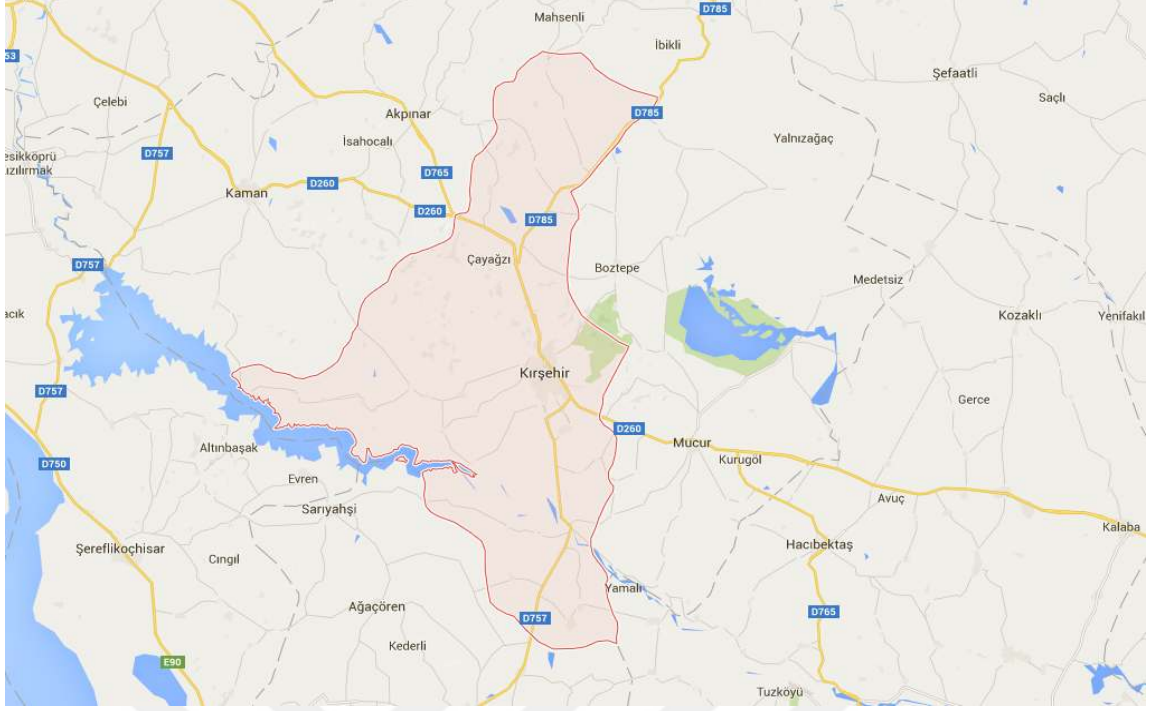
MALDI-TOF MS, mikrobiyal tanımlama için bilinmeyen bir suşun spektral parmak izinin referans suşlardan bir spektrum veri tabanı ile karşılaştırılabildiği hızlı, doğru ve uygun maliyetli bir yöntem olduğu ispat edilmiştir.

Son dönemlerde, Böhme ve diğerleri tarafından yeni bir açık erişimli MALDI-TOF MS kütüphanesi meydana getirildi (Böhme ve diğ., 2012). Gıda sektörü ile ilgili bakteri türlerine konsantre olarak hazırlanan bu veri tabanı 250'den fazla bakteri suşunun ve 80'den fazla bakteri türünün spektrum ve pik kütle listelerini kapsamakta ve ([www.spectrabank.org](http://www.spectrabank.org)) web tabanlı SPECLUST (<http://bioinfo.thep.lu.se/speclust.html>) bağlantılarını karşılaştırmak için alınan pik kütle filo proteomik ilişkileri listelenerek değerlendirilmektedir. SpectraBank veri tabanının gerek numune hazırlamayı gerekse veri analizini detaylı olarak açıkladığı ve hatta mikrobiyal sınıflandırma, tanımlama için SpectraBank spektral bilgisini kullanma talimatlarını içerdiği belirtilmiştir (Quintela-Baluja ve diğ., 2014).

### **2.3. Araştırma Bölgesinin Tanıtılması**

#### **2.3.1. Araştırma Bölgesinin Coğrafik Özellikleri**

Kırşehir İli İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nde, ortalama yükseltisi 1.000-1.100m arasında değişen yüksek düzlükler üzerinde bulunmaktadır. Yer şekilleri ikinci ve üçüncü jeolojik dönemlerden bu yana süregelen ırmak aşınımı sonucu oluşmuştur. İl Merkezi Greenwich Gözlem Evi'ne göre 33°30'-34°50' Doğu boylamında, 38°50'-39°50' Kuzey enleminde yer almaktadır. İl toprakları doğu ve güneydoğuda Nevşehir, güneyde Niğde ve Aksaray, batı ve güneybatıda Ankara, kuzeybatıda Kırıkkale, kuzey ve kuzeydoğuda Yozgat illeri arasındadır. İlçeleri ise; Akçakent, Akpınar, Boztepe, Çiçekdağı, Kaman ve Mucur'dur (Şekil 2.1) (Kırşehir İl Çevre Durum Raporu, 2012).



**Şekil 2.1.** Kırşehir Merkez İlçesi Haritası (Kırşehir İl Çevre Durum Raporu, 2012)

### **2.3.1.1. İklim Özellikleri**

İklim, dünyanın herhangi bir noktasındaki atmosfer olaylarının ortalamasını belirleyen meteorolojik olayların toplamıdır. Başka bir deyişle iklim; bitkiler, hayvanlar ve insanlar için dünya üzerinde yaşanabilir bir yerde atmosfer koşullarından oluşmaktadır. Dolayısıyla iklim, ekolojik faktörlerin tümü ile karakterize edilir (Aslan, 2007).

İç Anadolu Bölgesi'nin bozkır kuşağı içinde kalan Kırşehir; genellikle orman örtüsünden yoksun olup, hakim doğal bitki örtüsü bozkır olup, kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen karasal iklimin etkisi altındadır. Genellikle yağışlar ilkbahar ve sonbaharda görülür. Kırşehir yarı kurak iklimin etkisi altındadır. İldeki yıllık sıcaklık ortalaması 14°C olup en sıcak geçen aylar Temmuz ve Ağustos, en soğuk aylar ise Aralık ve Ocak'tır. İç Anadolu'yu çeviren Toroslar ve Kuzey Anadolu sıradağları, Akdeniz'in ve Karadeniz'in ılıman ikliminin iç kesimlere girmesini engellemektedir. Bu sebeple bölgede Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki gibi (sürekli olmasa da) kara iklimi özelliklerine sahiptir. Yıllık ortalama sıcaklık 14°C ve yıllık ortalama yağış miktarı 37.6 mm/m<sup>2</sup>'dir (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018).

### 2.3.1.2. Sıcaklık

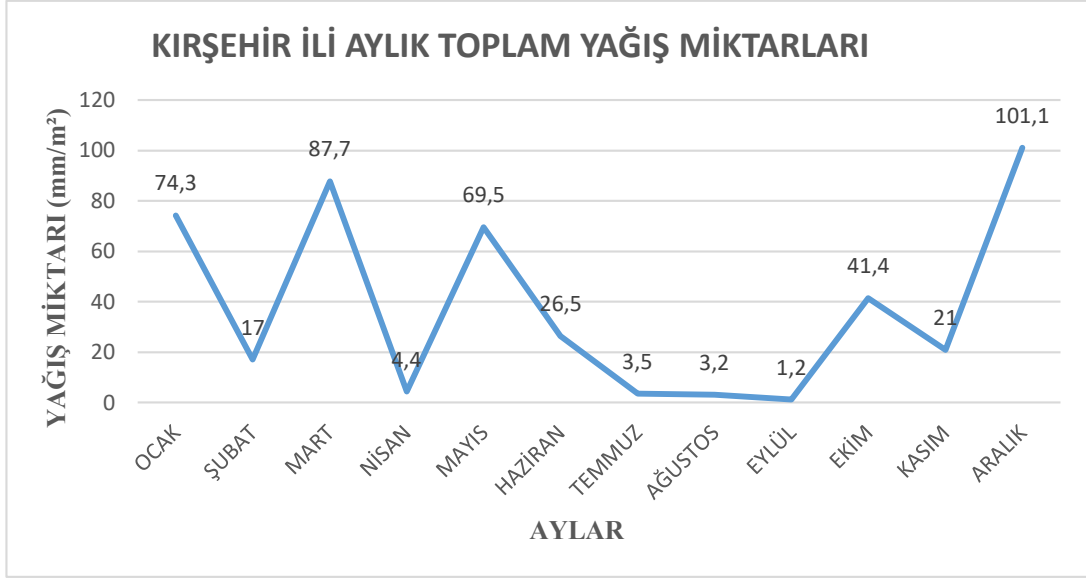
1970-2018 yılları arası Kırşehir yıllık ortalama sıcaklıkları incelendiğinde en sıcak geçen yılın 2018 yılı, en soğuk geçen yılın ise 1992 yılı olduğu kayıtlara geçmiştir. Değerler 9.4°C ile 14°C arasında değişmektedir. Kırşehir'de iklim özelliğine bağlı olarak gece ve gündüz sıcaklık değerleri arasında oldukça belirgin bir fark bulunmaktadır (Tablo 2.2) (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018).

**Tablo 2.2.** Kırşehir İli Aylık Sıcaklık Ortalaması (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018)

| Ay      | Ort. Sıcaklık (°C) |
|---------|--------------------|
| Ocak    | 2.0 (°C)           |
| Şubat   | 5.8 (°C)           |
| Mart    | 9.6 (°C)           |
| Nisan   | 14.1 (°C)          |
| Mayıs   | 17.3 (°C)          |
| Haziran | 21.5 (°C)          |
| Temmuz  | 25.2 (°C)          |
| Ağustos | 25.0 (°C)          |
| Eylül   | 20.1 (°C)          |
| Ekim    | 14.4 (°C)          |
| Kasım   | 8.2 (°C)           |
| Aralık  | 3.2 (°C)           |

### 2.3.1.3. Yağış

Kırşehir İli'nin yıllık toplam yağış, 450.8 mm/m<sup>2</sup> arasında olup yağış rejimi düzensizdir. Yıllar arasında sürekli sert iniş ve çıkışlar olduğu gözlenmektedir. En fazla yağış Aralık-Ocak-Mart-Mayıs aylarında oluşmuştur. En yağışlı ayların Mart ve Aralık ayları, en kurak ayların ise Ağustos ve Eylül olduğu bildirilmiştir (Şekil 2.2 ) (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018).



**Şekil 2.2.** Kırşehir İli Aylık Toplam Yağışlar (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018)

#### 2.3.1.4. Nem

Kırşehir İli'ne ait en yüksek, ortalama ve en düşük bağıl nem (%) Tablo 2.3'de verilmiştir (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018).

**Tablo 2.3.** Kırşehir İli Bağıl Nem Ölçüm Sonuçları (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018)

| METEOROLOJİK<br>ELEMENLAR | A Y L A R |    |     |    |    |    |     |          |    |    |    |     |        |
|---------------------------|-----------|----|-----|----|----|----|-----|----------|----|----|----|-----|--------|
|                           | I         | II | III | IV | V  | VI | VII | VII<br>I | IX | X  | XI | XII | YILLIK |
| En yüksek bağıl nem (%)   | 98        | 95 | 96  | 96 | 96 | 96 | 89  | 90       | 90 | 96 | 96 | 97  | 94.6   |
| Ortalama bağıl nem (%)    | 81        | 68 | 66  | 49 | 64 | 53 | 43  | 39       | 45 | 62 | 66 | 81  | 59.75  |
| En düşük bağıl nem (%)    | 42        | 27 | 12  | 9  | 19 | 9  | 12  | 11       | 12 | 15 | 14 | 47  | 19.1   |

#### 2.3.1.5. Rüzgâr

Kırşehir'de ortalama yıllık rüzgâr hızı 2.6m/sn olup ilde kuzey (N) rüzgâr yönü egemendir. En hızlı rüzgârlar da bu yönden esmektedir. Ortalama fırtınalı gün sayısı 5 gündür. En fırtınalı günler Ağustos ayında ve en hızlı rüzgâr Ağustos ayında 19m/sn hız ile estiği görülmektedir (Tablo 2.4) (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018).

**Tablo 2.4.** Kırşehir İli Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu, 2018)

| AYLAR   | Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn) |
|---------|-----------------------------------|
| OCAK    | 2.2                               |
| ŞUBAT   | 2.1                               |
| MART    | 2.0                               |
| NİSAN   | 2.6                               |
| MAYIS   | 2.1                               |
| HAZİRAN | 2.7                               |
| TEMMUZ  | 3.3                               |
| AĞUSTOS | 3.8                               |
| EYLÜL   | 3.1                               |
| EKİM    | 2.2                               |
| KASIM   | 2.2                               |
| ARALIK  | 2.3                               |

#### **2.3.1.6. Bitki Örtüsü**

Araştırma alanı fitocoğrafik olarak İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde, Davisgrid sistemine göre de B4 karesinde bulunmaktadır. Alanda, vejetasyon yapısı itibariyle İç Anadolu step vejetasyonu etkindir. Çok eski çağlarda ormanlarla kaplı olan yörede insanların olumsuz etkileri ve yağış rejiminin düzensizliği nedeniyle var olan orman örtüsü yok olmuştur. Ormanlık alan, ilin toplam yüzölçümünün %2'sini kaplarken, son yıllardaki çalışmalar sonucu bu oran %3.7'lik bir orana ulaşmıştır. Karasal iklim özelliği nedeniyle, kendiliğinden doğal örtüye kavuşamayan il, ancak ağaç dikimi ve bakımı yoluyla orman alanlarına sahip olabilecektir. Kırşehir ve çevresinde meşe, karaçam ve sedir ağaçlarından oluşan ormanlar bulunmakta ve türlerinin oranı ise meşe %99, İbrelî (karaçam, sedir) %1 orana sahiptir. Ağaçlar ilde sadece Çiçekdağı'nın kuzey kesimlerinde ve Akçakent ilçesi çevresinde meşe



ve ardıc çeşitlerinden oluşan ormanlık alanlar yer almaktadır. Ayrıca il sınırları içinde yer yer çalılıklarda bulunmaktadır (Kırşehir İl Çevre Durum Raporu, 2012).

### **2.3.2. Kırşehir’de Hava Kalitesini Etkileyen Yapay Etmenler**

#### **2.3.2.1. Plansız Kentleşme**

Fiziki özelliği itibariyle Kırıkkale-Ankara-Kayseri illeri arasındaki en küçük şehirdir. Sanayileşmenin olmaması ve diğer nedenlerden dolayı büyük şehirlere göç gerçekleşmiş ve şehrin nüfusu 153.511 olarak ([https://www.nufusu.com/ilce/merkez\\_kirsehir-nufusu](https://www.nufusu.com/ilce/merkez_kirsehir-nufusu)) kalmıştır. Bununla birlikte köyden kente göç de devam etmektedir.

#### **2.3.2.2. Yeşil Alanların Azalması**

Kırşehir’de parselasyon çalışmaları 1870’li yıllardan beri arazi ve arsa düzenlemesi planlı bir şekilde yapılmaktadır. Bu durum planlı bir yapı odası ve çevresinde oluşan yeşil alanları kapsamaktadır. İmar planında yeşil alanlar ve ağaçlandırılacak alanlar olarak belirlenen bölgelerde ağaçlandırma işleri Kırşehir Belediyesi ve Vakıflar tarafından yürütülmektedir.

#### **2.3.2.3. Isınmada Kullanılan Yakıtlar**

Kırşehir’de ısınma; kömür, kalorifer yakıtı, odun ve doğalgaz kullanımı ile gerçekleşmektedir. Ayrıca ilimizde mevcut olan jeotermal enerji kaynağından kış aylarında 1.800 konut yararlandırılmaktadır. İlimizde hava kirlilik derecesine bağlı olarak ısınma amaçlı kullanılması gereken kömürlerin özellikleri ve kullanılan kömürlerin kalitesi Mahalli Çevre Kurulu Kararı ile denetime tabi tutulmaktadır (Kırşehir İl Çevre Durum Raporu, 2012).

#### **2.3.2.4. Endüstriyel Emisyonlar**

Kırşehir İli’nde hava emisyon konulu çevre izni alan tesis sayısının 8 tane olduğu belirtilmiştir. İl merkezindeki yerleşme vadide olup, etrafında dağlar yükseldiğinden ve hava sirkülasyonu fazla olamadığından dolayı hava kirliliği yönünden hassas bir alanda yer almaktadır. İlin Organize Sanayi Bölgesi şehir merkezine 12 km uzaklıktadır. Kırşehir’in en önemli sanayi kuruluşlarının şehir merkezine mesafeleri şöyledir: Kırşehir Şeker Fabrikası 17 km., Petlas Lastik Fabrikası 7 km., Çemaş Döküm Sanayi A.Ş. 12 km., Oralsan Makine Takım Sanayi ve Ticaret A.Ş. yaklaşık 2 km, Meytaş Kireç Fabrikası yaklaşık 3 km. mesafededir (Tablo 2.5) (Kırşehir İli Temiz Hava Eylem Planı, 2013).

**Tablo 2.5.** Çalışma Alanındaki Endüstriyel Üretim Konuları (Kırşehir İli Temiz Hava Eylem Planı, 2013)

| <u>Sanayi Kuruluşunun Adı</u>               | <u>Üretim Konusu</u>                |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| Petlas Lastik San. ve Tic. A. Ş.            | Lastik Üretimi                      |
| Kırşehir Şeker Fabrikası                    | Şeker Üretimi                       |
| Çemaş Döküm Sanayi A.Ş.                     | Döküm Parçalar ve Öğütücü Elemanlar |
| Oralsan Makine Takım Sanayi ve Ticaret A.Ş. | Kesici ve Delici Takım Aletleri     |
| Kırşehir Meytaş Kireç Fabrikası             | Kireç Üretimi                       |

#### **2.3.2.5. Trafikten Kaynaklanan Emisyonlar**

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar hava kirliliğinde önemli bir yer tutmaktadır. İl Emniyet Müdürlüğü Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü verilerine göre, 2012 yılında trafiğe kayıtlı bulunan toplam araç sayısı 36.006 olarak kayıtlara geçmiştir. Motorlu taşıtlardan kaynaklanabilecek karbon monoksit, NC, azot oksit, kükürt dioksit, iz elementlerinin oluşturabilecekleri kirlilik düzeyleri konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanılmamaktadır (Kırşehir İli Temiz Hava Eylem Planı, 2013).

### 3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

“İç mekân hava kalitesi”, bir evdeki, okuldaki, ofisteki veya diğer bina ortamlarındaki havanın kalitesini ifade etmektedir. İç mekân hava kalitesinin ulusal düzeyde insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkisi, çeşitli nedenlerden dolayı kayda değer olabilmektedir. “Kırşehir İli’ndeki Okulların İç Ortam Hava Kalitesinin Bakteriyolojik Yönden Değerlendirilmesi” başlıklı tezimde faydalandığım ulusal ve uluslararası literatürden çalışma konumuzla yakından ilgili olan araştırmalar tarih sırası göz önüne alınarak aşağıda özetlenmiştir.

Hong Kong şehrinde evlerin mutfak, oturma odası ve dış ortamda bulunan bakteri konsantrasyonunu ölçmek amacıyla Lee ve diğ. (2002) tarafından yapılan çalışmada; mutfakta tespit edilen bakteri seviyelerinin, oturma odası ve dış ortama göre daha fazla olduğu görülmüştür. Dış ortam havasından alınan bakteri konsantrasyonunun 220-400 CFU/m<sup>3</sup> arasında değiştiği görülmekte iken, mutfaktan alınan örneklerdeki bakteri konsantrasyonunun ise %60’ının, 800 CFU/m<sup>3</sup>’den fazla olduğu saptanmıştır. Ayrıca ortalama bakteri konsantrasyonu ile ortamda bulunan insan sayısı arasında istatistiksel bir bağlantı belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada ise; Hong Kong şehrinde 4 günlük ve haftalık dönemde, klima kullanılan iki bürodaki biyoaerosol değerlerine bakılmıştır. En fazla bakteri değeri klimanın çalıştırıldığı sabah saatlerinde 2912 CFU/m<sup>3</sup> ve en fazla mantar değerinin ise 3852 CFU/m<sup>3</sup> hafta sonu sabah saatlerinde olduğu belirtilmiştir. Bakterilerin %80’inin Gram (+) olduğu, mantarlarda en fazla gözlenenlerin ise *Cladosporium* ve *Penicillium* cinslerine ait olduğu bildirilmiştir (Law ve diğ., 2001).

Hong Kong şehrinde işyeri, ev, okul, restoranlar ve alışveriş merkezinde toplam bakteri yoğunluğu Lee ve diğ. (2002) tarafından ölçülmüştür. Dış mekânda tespit edilen bakteri yoğunluğunun, ölçüm yapılan mekânların hepsinde iç ortam seviyesinden daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yaklaşık bakteri yoğunluğunun 500-1000 CFU/m<sup>3</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir.

Türkiye’nin Edirne şehrinde birçok devlet ilköğretim okulunun iç mekân havasında bakteri ve mantar seviyeleri Aydoğdu ve diğ. (2005) tarafından gözlemlenmiştir. Numune alım işlemi, petri plak yöntemi ile gerek Rose-Bengal streptomisin agar ortamında gerekse 10 dakikalık periyotlar boyunca havaya maruz kalan %5 koyun kanlı agar ortamında

yapılmıştır. Numuneler, Ağustos 2001 ile Ocak 2002 arasında 6 aylık bir süre boyunca aylık periyotlar halinde toplanmıştır. 90 petri plağı üzerinde toplam 941 mikrofungi ve 2066 bakteri kolonisi sayılmıştır. Bu 6 aylık dönemde okullarda havadan 19 bakteri cinsi, 15 mantar cinsi ve 48 mantar türü izole edilmiştir. Koagülaz-negatif *Staphylococcus* spp., *Corynebacterium* spp. ve *Bacillus* spp. gibi bazı bakterilerin baskın olduğu görülmüştür (%42.7, %20.4 ve %6.9, sırasıyla). Mantarlardan *Penicillium*, *Cladosporium* ve *Alternaria* cinslerinin en çok görüldüğü belirtilmiştir (toplamın sırasıyla %42.8, %19.3 ve %10.1). *Staphylococcus*, *Acinetobacter*, *Corynebacterium*, *Propionibacterium* ve *Pseudomonas* bakteri cinsleri her ay bulunmuştur. Verilerin istatistiksel analizinin, bakteri konsantrasyonları, hava nemi ( $p = 0.002$ ,  $R_2 = 0.726$ ) ve okul yaşı ( $p = 0.045$ ,  $R_2 = 0.787$ ) arasında pozitif bir korelasyon gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca, mantar ve bakteri konsantrasyonları aylara göre değiştiği için mevsimsel değişikliklerin var olduğu belirtilmiştir ( $p = 0.001$ ).

Edirne şehrinde kapalı ortam hava kalitesi ile taşınan mikrofungus ve bakterilerin beraber araştırıldığı ilk çalışma Sarıca ve diğ. (2002) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacının, Trakya Üniversitesi Hastanesi'nin (Edirne, Türkiye) 6 farklı bölgesindeki iç ortam havasındaki bakteri ve mantar konsantrasyonlarının ve dağılımının aylık bazda takip edilmesi olduğu belirtilmiştir. Takip edilen 6 bölge ise; acil servis, ameliyathane, enfeksiyon hastalıkları servisi, doğum odası, yoğun bakım ünitesi ve kantin olarak seçilmiştir. Yöntem olarak, % 5 koyun kanlı agar ve Rose-Bengal streptomisin agarı besiyeri içeren petri kapları 10 dakika ara ile oda havasında tutulmuştur. 2000 yılı Eylül ayından itibaren 2001 yılı Şubat ayına kadar 1'er aylık periyotlarla örnekler alınmıştır. 144 plakta toplam 535 tane bakteri ve 156 tane mikrofungal koloni olduğu tespit edilmiştir. 6 aylık zaman diliminde, 10 adet bakteri cinsi (*Acinetobacter*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Escherichia*, *Staphylococcus*, *Listeria*, *Streptococcus* ve *Propionibacteria*), 7 adet mantar cinsi (*Alternaria*, *Scopulariopsis*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichothecium*, *Cladosporium* ve *Paecilomyces*) ve 33 adet mantar türü hastane havasından izole edilmiştir. Bunlardan *Penicillium loliense*, *P. melinii* ve *P. phoeniceum* türlerinin Türkiye'de yeni tespit edildiği belirtilmiştir. Koagülaz-negatif olarak *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp. ve *Corynebacterium* spp. gibi bazı bakteri türlerinin daha dominant olduğu bildirilmiştir (koloniler sayıldığında yüzdeleri sırasıyla %72.2, %10.7 ve %8.8'dir). Mantarlardan *Penicillium* ve *Cladosporium* cinsleri en baskın olarak bildirilmiştir. *Cladosporium* cinsi Eylül, Kasım ve Şubat aylarında, *Alternaria* cinsi Ekim-

Aralık aylarında ve *Penicillium* cinsi ise Ocak ayında baskın olarak saptanmıştır. *Staphylococcus* cinsinin ise bütün aylarda en yaygın bakteri cinsi olduğu belirtilmiştir.

Bir hastanenin beş farklı odasında havayla taşınan mikroorganizma yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, en çok bakteriyel yoğunluğun hastaların bulunduğu kapı girişi haricinde herhangi bir havalandırması olmayan odalarda olduğu görülmüştür. Havalandırması olan odaların hava kalitesinde ise havayla taşınan mikroorganizmaların en az yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir (Klánová ve Hollerová, 2003).

Hong Kong şehrinde marketlerde klima kullanılıp kullanılmaması durumuna göre iç mekândaki hava kalitesi ve bakteri değerleri Guo ve diğ. (2004) tarafından ölçülmüştür. Marketlerin tamamında iç ortam bakteri geometrik ortalama (gm) değerinin 401-743 CFU/m<sup>3</sup> arasında değiştiği görülürken dış ortam bakteri (gm) değerinin ise 601-858 CFU/m<sup>3</sup> arasında olduğu saptanmıştır. Klima kullanılan iki marketteki bakteri değerlerinin klima kullanılmayan marketlerdeki bakteri değerlerinden %29 daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Atina ve Chania şehirlerinde apartmanların dış ve kapalı ortamında biyoaerosol yoğunluk ölçümleri Kalogerakis ve diğ. (2005) tarafından araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda, bakteri yoğunluğunun sadece bir ölçümde 500 CFU/m<sup>3</sup>'ün üzerinde olduğu görülmüştür. İç ve dış ortamdan belirli bir etmenin olmadığı zaman biyoaerosol düzeyinin artmasına sebep olan en önemli etkenin insan varlığı olduğu tespit edilmiştir. İç ortam biyoaerosol değerinin her zaman dış ortam biyoaerosol değerinden düşük olduğu belirtilmiştir.

Biyoaerosol düzeyini belirlemek amacıyla evcil hayvan satış noktaları ve klinikleri ile çiçek bahçelerinde Jo ve Kang (2006) tarafından çalışma yapılmıştır. Bakteri düzeylerinin evcil hayvan satış noktalarında ve kliniklerinde, kış aylarında 301-2037 CFU/m<sup>3</sup> ve 2.343.604 CFU/m<sup>3</sup> arasında görüldüğü, yaz aylarında bu değerlerin 399-2118 CFU/m<sup>3</sup> ve 4.391.580 CFU/m<sup>3</sup> arasında olduğu bildirilmiştir. Mantar düzeylerine bakıldığında ise; kış aylarında 90.308 CFU/m<sup>3</sup> ve 59-475 CFU/m<sup>3</sup> arasında iken, yaz aylarında bu değerlerin 134.977 CFU/m<sup>3</sup> ile 212-589 CFU/m<sup>3</sup> arasında olduğu belirtilmiştir. En fazla tespit edilen mantar türlerinin; *Aspergillus*, *Cladosporium* ve *Penicillium* cinslerine ait olduğu saptanmıştır.

Aydoğdu (2006) tarafından yapılan çalışmada; Edirne İli'ndeki 6 yaşından küçük çocukların olduğu ve eğitim gördüğü 4 farklı kreş ve gündüz bakımevinin iç ortam ve dış ortam

havasındaki mikrofungus, bakteriler ile konsantrasyonları ve bunların istasyonlara göre, aylık, mevsimsel ve meteorolojik faktörlerle ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, 30 mikrofungus cinsine (*Acremonium*, *Alternaria*, *Arthrimum*, *Aspergillus*, *Bahusakala*, *Beauveria*, *Ceuthospora*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Epicoccum*, *Eurotium*, *Fusarium*, *Mycotypha*, *Myrotechium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phoma*, *Ramichloridium*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Stachybotrys*, *Stemphylium*, *Torula*, *Trichoderma*, *Tricotothecium*, *Ulocladium*, *Verticillium*) ait 75 mikrofungus türü ile Gram (+) kok, Gram (+) basil ve Gram (-) basillere ait bakteriler izole edilmiştir. En fazla izole edilen bakterilerin *Staphylococcus* spp., *Bacillus* spp. ve *Corynebacterium* spp. olduğu belirtilmiştir. Araştırma boyunca her ay *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* cinsleri ve sporsuz mikrofunguslar tespit edilmiştir. Her ay izole edilen bakteri cinslerinin ise *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus* ve *Corynebacterium* olduğu bildirilmiştir. Araştırma süresi boyunca izole edilen bakteri-mikrofungus cinslerinin ve toplam bakteri-mikrofungus konsantrasyonlarının, çeşitli meteorolojik etkenlerle arasında ilişki olup olmadığını tespit etmek amacıyla istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu korelasyon analizleri sonucunda dış ortamda bulunan aylık toplam mikrofungus sayısı ile aylık ortalama sıcaklık arasında pozitif ilişki, aylık ortalama rüzgâr hızı arasında da negatif ilişkiler; dış ortamdaki aylık toplam bakteri sayısı ile günlük ortalama bağıl nem, aylık ve günlük ortalama yağış miktarı arasında negatif ilişkilerin olduğu belirtilmiştir. En fazla tespit edilen *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria* mikrofungus cinslerinin ve sporlu Gram (+) basil bakterilerin dış ortam havasındaki aylık yoğunlukları ile çeşitli meteorolojik parametreler arasında ilişki saptanmıştır.

Edirne Devlet Hastanesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Servisi ve Polikliniğinin belirtilen 13 noktasında Ocak-Aralık 2004 tarih aralığında kapalı ve dış ortam hava içeriğinde bulunan bakteri ve mikrofungus miktarlarının incelenmesi Ökten (2008) tarafından yapılmıştır. Yapılan araştırmada; servis ve poliklinikten toplam 1376 tane mikrofungus, 2429 tane bakteri kolonisi izole edilmiştir. Bu bakteriler, Gram boyama sonuçlarına göre 3 farklı şekilde gruplandırılmıştır. Bu gruplamaya göre; 1527 tane bakteri topluluğu (%62.87) ile Gram (+) koklar ilk sırada, 828 tane bakteri topluluğu (%34.09) ile Gram (+) basiller ikinci sırada ve 74 tane bakteri topluluğu (%3.05) ile Gram (-) basiller üçüncü sırada yer almıştır. Araştırma sonucunda teşhis edilen bakteri grupları içerisinde Gram (-) koklarla ilgili veri bulunamamıştır. Çalışma süresince bütün aylarda ortak izole edilen cinslerin;

*Staphylococcus*, *Bacillus*, *Corynebacterium* ve *Micrococcus* olduğu belirtilmiştir. 1376 tane mikrofungusun teşhisleri yapılarak 16 cins ve 65 türün tespit edildiği bildirilmiştir.

Ankara İli'nde 100'den fazla aynı mekânda Menteşe (2009) tarafından, yaz ve kış aylarında bakteri ve mantar değerlerinin ölçümleri yapılmıştır. Beş gün içerisinde evde, ilkokul-kreşlerde, işyerlerinde aynı zamanda bu mekânların iç ve dış ortamlarında biyoaerosol, Uçucu Organik Bileşikler (UOB) ve Partiküler Madde (PM<sub>2,5</sub>) ölçümleri yapılmıştır. Ankara'nın çeşitli bölgelerinde dış ortamdan biyoaerosol örnekleri alınarak biyoaerosollerin bölgesel değişimi üzerinde çalışılmıştır. Kış döneminde, örneklerin alındığı istasyonların (toplam örnek sayısı, n=275) %8'inde bakteri seviyesi 1000 CFU/m<sup>3</sup>'den yüksek; %25,8'inde kritik seviye olan 500 CFU/m<sup>3</sup>'den yüksek olduğu belirtilmiştir. Kış dönemi örneklerin alındığı istasyonların (n: 240) %2,5'ünde mantar seviyesi 500 CFU/m<sup>3</sup>'den; %1'inde 1000 CFU/m<sup>3</sup>'den büyük olduğunun gözlemlendiği bildirilmiştir. Bakteri ve mantar seviyeleri karşılaştırıldığında; bakteri seviyelerinin 1000 CFU/m<sup>3</sup> ve 500 CFU/m<sup>3</sup> değerlerini aşan istasyon sayısı, mantar seviyelerinin 1000 CFU/m<sup>3</sup> ve 500 CFU/m<sup>3</sup> değerlerini aşan istasyon sayısından daha fazla olduğu belirtilmiştir. Mantarların üremesi çevresel şartlara ve spesifik besin maddelerine bağlı iken; bakterilerin üremesi için ise olumlu şartların sağlanmasında insan faktörünün ön planda olduğu gözlenmiştir.

Menteşe ve diğ. (2009) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise; kreş ve ilkokullarda kapalı ortamda bulunan toplam bakteri değerinin 221-2456 CFU/m<sup>3</sup> arasında değişiklik gösterdiği, ortalama değerinin 1250 CFU/m<sup>3</sup> olduğu belirtilmiştir. Kreş ve ilkokullarda en fazla *Staphylococcus auricularis* türü ile *Micrococcus*, *Bacillus* cinslerine ait türlerin tespit edildiği bildirilmiştir.

İtalya'da ventilasyon sistemi ve havalandırmaya sahip büro yapılarındaki iç ortam havası mikrobiyolojik açıdan Bonetta ve diğ. (2009) tarafından incelenmiştir. Bioaerosollerin %5-34'ünün hava kirliliğine neden olduğu bildirilmiştir. Kapalı alandaki bakteri yoğunluğunun ana sebebinin bu ortamdaki kişilerden kaynaklı olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bir araştırmada, ilkbahar mevsiminde iç ve dış hava örnekleri 4 farklı ortamdan (sınıf, laboratuvar, mutfak ve dinlenme mekânları) toplanmıştır. Çevresel ve insan kaynaklı 26 grup bakterinin ve mantarın ürediği gözlenmiştir. *Aspergillaceae* familyasına ait olan 7 tane mantar cinsi izole edilmiştir. Bu araştırma sonucunda; bakteri hücrelerinin mantar hücrelerine göre daha hızlı bir şekilde büyümekte olduğu da tespit edilmiştir (Yassin ve Almouqatea, 2010).

Yılmaz (2010) tarafından yapılan çalışmada; Edirne İli'nde bulunan Huzurevinin 9 farklı bölümündeki iç ortam havasından, Aralık 2009-Mayıs 2010 tarihleri arasında ayda 2 sefer olmak üzere numune alınmıştır. Araştırma sonucunda; 21.600 L hava aspirasyonu ile 205.632 CFU/m<sup>3</sup> fungus kolonisi (bu ise 9520 CFU/m<sup>3</sup> ortalama değer) izole edilmiştir. Bakteriler için ise; 216 petri plağı kullanılarak 340.524 CFU/m<sup>3</sup> bakteri kolonisi tespit edilmiştir (bu ise 15.765 CFU/m<sup>3</sup> ortalama değer).

Aydoğdu ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışmada Ocak-Aralık 2004 tarihleri arasında 12 ay boyunca aylık olarak örnekler alınmıştır. 192 petri plağında toplam 3120 bakteri kolonisi sayılmıştır. Kültür edilebilir dört grup bakteri şunlardır; Gram (+) kok, Gram (+) basil, endospor oluşturan Gram (+) basil ve Gram (-) bakteridir. Hava kaynaklı Gram (+) bakterilerin ölçülen popülasyonun %95'inden çok daha fazla olduğu belirtilmiştir. Gram (+) kok iç ortam havasında daha yaygın iken Gram (+) basilin dış ortam havasında daha yaygın olduğu bildirilmiştir. Kreş ve Gündüz Bakımevleri'nde yaygın olarak bulunan bakteri cinsleri belirlenmiştir. Bu çalışmada *Staphylococcus* (%39.16), *Bacillus* (%18.46), *Corynebacterium* (%16.25) ve *Micrococcus* (%7.21) cinslerinin baskın olduğu bildirilmiştir. Gündüz bakım merkezlerinde iç ortam havasında *Staphylococcus*, *Micrococcus* ve *Corynebacterium* cinslerinin, dış ortam havasında ise *Bacillus*, *Corynebacterium* ve *Staphylococcus* cinslerinin baskın olduğu tespit edilmiştir. Her ay alınan örneklerden *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Bacillus* spp. ve *Corynebacterium* spp. bulunmuştur.

Fox ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışmada, çevreden elde edilen tıbbi kökenli stafilocokların insanda hastalık yapan önemli fırsatçı patojenler arasında olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Andersen örnekleme yöntemiyle öğretim yılı boyunca okul odalarında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen otuz altı izolattan 11 tanesi (hepsi Gram pozitif tetradlar) stafilocok ve 23 tanesi mikrokok olarak tanımlanmıştır. İlk aşamada MALDI-TOF MS yöntemi ile daha sonra ise, standart biyokimyasal testleri de içeren API Staph yöntemi sınıflandırmada kullanılmıştır. Stafilocok izolatlarının her biri; koagülaz pozitif (*Staphylococcus aureus* (3 suş)) ve koagülaz negatif; *Staphylococcus warneri* (4 izolat), *Staphylococcus hominis* (2), *Staphylococcus saprophyticus* (1) ve *Staphylococcus cohnii* (1) olarak belirtilmiştir. *S. aureus*'un en yaygın olarak insan burun deliklerinde bulunduğu fakat sıklıkla deriden izole edildiği bildirilmiştir. İnsan derisinden en yaygın olarak izole edilenler arasında diğer stafilocok türleri bulunmaktadır. Mikrokokların, daha önce bildirilen klinik örneklerden çok daha yoğun olarak iç ortam havasından izole edildiği bildirilmiştir.



Mandal ve Brandl (2011) tarafından kapalı ortamlardaki bakteri-mantar ölçümleri ve insan sağlığı üzerine etkileri hakkında bir araştırma yapılmıştır. Bu mikroorganizmaların neden olduğu sağlık sorunlarının; gözlerde yaşarma-yanma, burun akıntısı, astım, nefes darlığı, akciğer dokusunda zedelenme, kilo kaybı, hipersensitivite, pnömoni, bitkinlik, baş ağrısı ve boğazda irritasyon-kuruluk olduğu belirtilmiştir.

İstanbul İli Fatih İlçesi'ndeki okul öncesi 15 kurumda toplam küf ve bakteri düzeylerini belirleyen bölgesel bir çalışma Önoğlu ve diğ. (2011) tarafından Mayıs 2007 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için Merck Air Sampler Mas 100 kullanılmıştır. Ölçülen istasyonlardan (sınıf, öğle yemeği odası, mutfak ve tuvaletler) alınan örneklerde gelişen toplam bakteri yoğunluğu; sabah  $946.43 \pm 1033.79$  CFU.  $m^{-3}$ , öğleden sonra  $849.29 \pm 594$  CFU.  $m^{-3}$  olarak belirlenmiştir. Toplam küf sayıları sabah  $489.64 \pm 441.25$  CFU. $m^{-3}$ , öğleden sonra  $993.39 \pm 1013.52$  CFU. $m^{-3}$  olarak tespit edilmiştir. *Cladosporium* ve *Aspergillus* en çok üreyen küf cinsleri olarak belirtilmiştir. Pencere çerçevesinin malzemesi alüminyum olan ve yerleri halı ile döşenmiş merkezlerde toplam küf seviyeleri daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, toplam küf seviyeleri açısından karşılaştırıldığında, beton ve tuğla yapılar arasında fark olmadığı ve sabah ölçümleri sırasında tuğla binalarda toplam bakteri sayısının daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

İç mekân havasında bulunan fırsatçı ve patojen (örn., Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA)) mikroorganizmaların karakterizasyonu, kişiden kişiye hastalık geçişini anlamak için oldukça önemlidir. İnsan derisi mikrobiyomunda bulunan yaygın cinsler arasında *Micrococcus* ve *Staphylococcus* bulunur ancak bu cins ve türleri ayırt etmek için yalnızca sınırlı sayıda testin olduğu bilinmektedir. Her iki cinsin de insan deri döküntülerinin kapalı havaya karışmasından kaynaklandığına inanılmaktadır ve morfolojik olarak ayırt edilmelerinin zor olduğu belirtilmektedir. Columbia (USA)'da kenar mahallede bulunan ilköğretim okulundan aldıkları hava örneklerinden elde ettikleri *Micrococcus* türleri MALDI-TOF MS ile analiz edilmiş ve kütle profilleri, bir referans suş ile karşılaştırılmıştır (ATCC 4698). Sonuçların, tüm suşların *Micrococcus luteus* ile tutarlı olduğunu doğruladığı bildirilmiştir (Kookan ve diğ., 2012).

Çanakkale İli'ndeki farklı özellikte (trafik kaynağına olan uzaklık, kullanılan ısınma amaçlı yakıt türü vb.) ve çeşitli lokasyonlarda yer alan okullarda (ilkokul, üniversite ve kreş), evlerde, yurtlarda (özel ve devlete bağlı), dış mekânlarda havadan kaynaklı bakteri seviyesinin ölçümü Mentşe ve diğ. (2013) tarafından yapılmıştır. Ek olarak, ölçümlerin

gerçekleştirildiği mekânlarda anket çalışması da uygulanmıştır. Anket çalışması; hasta bina sendromunun belirtisi olan tanı konulmuş bir hastalığı olmayan insanlarda görülüp görülmediğini, kapalı ortam hava kalitesini etkileyen etmenlerin (sigara içimi, evcil hayvan varlığı, trafiğe yakınlığı ve evin tadilat durumu) belirlenmesini, sosyo-ekonomik seviyelerini, anketin uygulandığı mekânda geçirdikleri süre miktarını, anket yapılan mekânın iç hava kalitesini ve termal konfor ile ilişkisini tespit etmek için yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, dış hava ortamında ölçülen bakteri değerlerinin bariz olarak iç hava ortamında ölçülen bakteri değerlerine göre daha az olduğu belirlenmiştir. En fazla bakteri değerleri çoğunlukla kreşlerde gözlemlenmiştir. Aynı mikro-ortamın mutfak ve başka odalarında yapılan ölçümler değerlendirildiğinde ise başka odalarda bulunan bakteri seviyelerinin daha az olduğu bildirilmiştir. Bunun dışında, hava örneklerinin %71'inde küf üremesinin olduğu belirtilmiştir.

Meadow ve diğ. (2014) tarafından yapılan çalışmada; mimarlar ve mühendislerin, iç mekân havasının yeni bir boyutunu yani havadaki mikrobiyal toplulukların yapısı ve bileşimi düşünülerek tasarımların yapıldığı belirtilmiştir. İç mekân biyoaerosol çeşitliliğinin olası üç faktörünün (dış mekân biyoaerosollerinde varyasyon, havalandırma stratejisi ve doluluk yükü) göreceli etkilerini açıklığa kavuşturmak amacıyla, bir hibrit HVAC (mekanik ve doğal olarak havalandırılan) sistemle trafiğin yoğun olduğu yerde bulunan üniversite binasındaki iç ortam havasından kaynaklı bakteri türleri araştırılmıştır. İç ortam havasındaki bakteri topluluklarının, dış ortam havasındaki bakteri topluluklarına yakın olduğu, ancak insanla ilişkili bakteri türlerinin, dış mekân havasına kıyasla iç mekân havasında iki kattan daha fazla olduğunun gözlemlendiği bildirilmiştir. Kapalı alanda yapılan havalandırmanın hava yolu ile taşınan bakteri popülasyonunun kompozisyonu üzerinde kanıtlanmış bir etkisinin olduğu görülmüştür. Dış havada bulunan bakteri yoğunluğunun, modern bina tasarımıyla ve iç ortamda yapılan farklı havalandırma stratejileri ile değiştirilebileceği de belirtilmiştir.

İnsanlar zamanlarının çoğunu kapalı alanlarda geçirdikleri için bina çevresindeki mikrobiyal toplulukların incelenmesinin kritik önem taşıdığı yapılan bir çalışmada gözlenmiştir. Yaşam alanlarındaki mikroorganizmaların, özellikle de havada bulunanlarının sağlığı ve refahı etkileyebildiği bilinirken, bunların kimlikleri ve süreçleri hakkında çok az bilgiye sahip olunduğu belirtilmiştir. San Francisco Körfez Bölgesi'ndeki 29 evin iç havasında bulunan bakterilerin kaynak-lavabo ilişkileri araştırılmıştır. 16S rRNA tabanlı PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) yöntemi ile analiz sonucunda; iç mekân havasında; *Diaphorobacter*, *Propionibacterium*, *Sphingomonas* ve *Alicyclobacillus* cinslerinin baskın olduğu çeşitli

bakteri topluluklarını barındırdığı gözlemlenmiştir. Kaynak havuzu analizinde çoğu evde iç mekân hava mikroorganizmalarının en önemli sebebinin dış ortam havasından kaynaklı olduğu saptanmıştır. Bakteriyel filogenetik çeşitliliğin ve iç ortam havasındaki nispi bolluğun, dış havadakinden istatistiksel olarak farklı olmadığı görülmüştür. Diğer taraftan dış ortam havasının iç ortamdaki biyoaerosollerde bakteri topluluğuna ana katkı sağlaması beklendiği için dış havadaki bakteri fazlalığının iç ortam havasıyla ilişkili olduğu anlaşılmıştır. İç mekân hava mikroorganizmalarının çeşitliliği ve boyutunun evde oturanların sayısından, evcil hayvanların varlığından ve yerel musluk suyundan etkilendiği bildirilmiştir (Miletto ve Lindow, 2015).

Madureira ve diğ. (2015) tarafından yapılan başka bir çalışmada; dört farklı iç ortam havasında bulunan bakteri-mantar konsantrasyonlarının ölçülmesi, ayrıca geri kazanılan mantarların tanımlanması ve dışarıdaki bakteri-mantar konsantrasyonlarının iç mekân havası üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), sıcaklık ve bağıl nemin bakteri-mantar konsantrasyonları üzerinde etkisi de araştırılmıştır. İç ortam hava örnekleri; 68 ev, 9 çocuk gündüz bakım merkezi, 20 ilkokul, 22 yaşlı bakım merkezindeki 264 odadan mikrobiyolojik hava örnekleyiciyle Triptik soya agar ve (bakteri ve mantarların büyümesi için) malt özütü agar kültür ortamı kullanılarak toplanmıştır. Her bina için bir dış mekân temsili konumu belirlenmiştir ve eş zamanlı olarak incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında, çocuk gündüz bakım merkezlerinin en yüksek ortalama değer bakteri ve mantar konsantrasyonlarına (sırasıyla 3870 CFU/m<sup>3</sup> ve 415 CFU/m<sup>3</sup>) sahip kapalı mikro ortam olduğu, en düşük medyan konsantrasyonlarının ise (sırasıyla 222 CFU/m<sup>3</sup> ve 180 CFU/m<sup>3</sup>) yaşlı bakım merkezlerinde olduğu gösterilmiştir. İç ortam bakteri konsantrasyonlarının, dış ortam bakteri konsantrasyonlarından önemli ölçüde daha fazla olduğu belirtilmiştir (p<0.05). Fakat elde edilen mantar konsantrasyonlarının iç / dış oranlarının az sayıda olduğu tespit edilmiştir. Kapalı ortamdaki CO<sub>2</sub> seviyeleri, muhtemelen doluluk ve yetersiz havalandırma nedeniyle bakteri konsantrasyonu ile ilişkilendirilmiştir. *Penicillium* ve *Cladosporium* en sık görülen mantar cinsleri olarak belirtilmiştir.

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dahiliye Yoğun Bakım Ünitesi'nin iç ortam havasında bulunan mantar ve bakteri yoğunluğunu tespit etmek amacıyla; Aralık 2012- Ocak 2013 tarihleri arasında (ayda 2 sefer), Ünlüer ve Güvenmez (2016) tarafından ECO-MASS 100 Hava İzleme Sistemi kullanılarak örnekler alınmıştır. Alınan hava örneklerinde 874 mikrofungus ve 894 aerob bakteri kolonisinin tespit edildiği bildirilmiştir. İzole edilen bakterilerin identifikasyonu yapılmış ve 10 farklı bakteri cinsi belirlenmiştir. Bu cinsler ise;

*Staphylococcus* (%52.57), *Micrococcus* (%23.37), *Acinetobacter* (%9.84), *Bacillus* (%2.90), *Streptococcus* (%2.57), *Sphingomonas* (%1.34), *Pseudomonas* (%1.00), *Pantoea* (%0.78), *Kocuria* (%0.67) ve *Aeromonas* (%0.22) olarak sıralanmıştır.

Güllü (2016) tarafından yapılan başka bir çalışmada; gündüz saatlerinin çoğunu kreş ve ilköğretim okullarında geçiren çocuklarda astım ve solunum yolu hastalıkları artışı sebebiyle iç ortam hava kalitesine ait veriler toplanmıştır. Ölçümlerin yapıldığı ve anketlerin yer aldığı araştırma sonucunda; hava kalitesinin kreş ve ilköğretim okullarında iyi olmaması çocuklarda gözlenen üst solunum yolu rahatsızlıkları, astım ve alerjik enfeksiyonlar, hafıza ve konsantrasyon problemleri, baş ağrısı gibi sağlık sorunlarına neden olduğu belirtilmiştir. Ülkemizde iç ortam hava kalitesi ve sağlık üzerine yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalar toplanmış ve gerçekleştirilmesi gereken ek yöntemler ile hava kalitesinin artırılması için tavsiyelerde bulunulduğu belirtilmiştir.

İç mekân biyoaerosollerini değerlendirmek için, 1 µm kesme çapına sahip sanal bir çarpma tertibatı tasarlanarak imal edilmiş ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği simülasyonu ayrıca polistiren lateks parçacıkları kullanılarak laboratuvar testi ile ölçülmüştür. 635 nm ve 1.5 µm'lik diğer iki kesme çapı giriş akış hızı ve kanaldan girişe küçük akış hızlarının oranı değiştirilerek elde edilmiştir. Alan testinde, sanal çarpma tertibatı, çeşitli kesme çapı ile çalıştırılmış ve alan emisyonu taramalı elektron mikroskobu (FE-SEM) analizi büyük- küçük çıkış kanallarında örneklenen iç mekân aerosol parçacıklarının morfolojilerini gözlemlemek amacıyla her bir kesme çapı için yapılmıştır. Parçacıklar, SKC Button Aerosol örnekleyici kullanılarak her iki çıkış kanalında da örneklenmiş ve ardından kültürlenmiştir. Koloni sayımı ile kültürlenmiş mantar partiküllerinin %56'sının ve kültürlenmiş bakteri partiküllerinin %63'ünün 1 µm'den daha küçük aerodinamik boyutlara sahip olduğu bulunmuştur. MALDI-TOF MS analizi ve kültür örneklerinin görsel kontrolü, sırasıyla iç mekân bakteri ve mantar türlerini tanımlamak için kullanılmıştır. Hemen hemen aynı bakteri (*Micrococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Methylbacterium* spp.) ve mantar türleri (*Cladosporium cladosporioides*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium* spp. ve *Aspergillus* spp.) gerek büyük gerekse küçük akış kanallarında tespit edilmiştir (Nasrabadi ve diğ., 2017).

Bir grup araştırmacı; Büyük Kopenhag'da ev, çiftlik evi, apartman, ofislerin iç mekân havasından aldıkları örneklerden MALDI-TOF MS yöntemi ile tanımladıkları *Staphylococcus aureus*, MRSA (metisiline dirençli *S. aureus*) ve diğer *Staphylococcus* sp.

türlerinin konsantrasyonları ve konsantrasyonları etkileyen faktörler hakkında bilgi edinmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada; mevsim, sıcaklık, bağıl nem, hava değişim hızı (ACR), diğer bakteri cinsleri, kişi başına düşen alan ve *S. aureus*- pozitif olanlarda varlığının etkileri incelenmiştir. Altmışyedi oturma odasından alınan örneklerde *S. hominis*, *S. warneri*, *S. epidermidis* ve *S. capitis* %13-25 oranında; *S. saprophyticus*, *S. cohnii* ve *S. pasteurii* %5-10 oranında ve *S. lugdunensis*, *S. haemolyticus*, *S. caprae*, *S. equorum*, *S. kloosii*, *S. pettenkoferi*, *S. simulans* ve *S. xylosum*' un %3'ten az olduğu belirtilmiştir. *Staphylococcus aureus* 67 oturma odasının ikisinde bulunduğu ve spa tipi t034 (bir MRSA) bir çiftlik evinden tespit edilirken, spa tipi t509 kentteki bir evde bulunmuştur. *S. equorum* ve *S. kloosii* türlerinin ikisi yalnızca çiftlik evinde tespit edilmiştir. *Staphylococcus* cinsinin kış mevsiminde en düşük konsantrasyonda ve daha çok çeşitlilikte olduğu belirtilmiştir. *Staphylococcus* spp. konsantrasyonu toplam bakteri konsantrasyonu ile pozitif ancak diğer bakterilerin toplam konsantrasyonu ile negatif korelasyon göstermiştir. *Staphylococcus* spp. konsantrasyonu diğer fazla sayıda olan *Bacillus*, *Kocuria* ve *Micrococcus* cinslerinin konsantrasyonlarıyla önemli oranda ilişkili değildir. Sonuç olarak, *Staphylococcus* türlerinin, çalışılan ev ve ofislerde havadaki bakterilerin önemli bir bölümünü oluşturduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, gerek *S. aureus*'un gerekse MRSA'nın tüm mevsimlerde çok düşük prevalansa sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, *S. aureus* ve MRSA'nın Kopenhag'daki oturma odalarındaki havadan geçişinin sınırlı olmasının beklendiği bildirilmiştir (Madsen ve diğ., 2018).

Bir hastanenin dokuz bölümünün 18 koğuşunda ve bir üniversitenin iki öğrenci yurdunda iç ortam havasının karmaşıklığını değerlendirmek için koloni oluşturan birimler (CFU'lar), PM<sub>2.5</sub> tespit etme, gerçek zamanlı PCR ve Adenozin Trifosfat (ATP) biyolüminesans analizi kullanılmıştır. Daha sonra, mikrobiyal numuneler MALDI-TOF MS kullanılarak ölçülmüş ve tanımlanmıştır. Çalışılan indeksler nispeten bağımsız olmasına rağmen, PM<sub>2.5</sub> içeriği, pasif sedimantasyon yöntemi, gerçek zamanlı PCR ile ölçülen bakteri-mantar sayımları ve ATP biyolüminesans analizi tarafından belirlenen bakteri CFU'ları ile korelasyon göstermiştir. Hastane koğuşlarının havasındaki mikroorganizmaların bileşiminin, öğrenci yurtlarının havasındakinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Hastane koğuşlarındaki baskın cinslerin; *Staphylococcus* (%39.4), *Micrococcus* (%21.9), *Corynebacterium* (%11.7), *Kocuria* (%4.4), *Bacillus* (%2.9), *Streptococcus* (%1.6), *Moraxella* (%1.6), *Enterococcus* (%1.3) olduğu bildirilmiştir. Ayrıca hastane koğuşlarında ve öğrenci yurtlarında sırasıyla %11.1 ve %27.3 oranında bakterilerin tanımlaması yapılamamıştır. Hastane koğuşlarının

mikrobiyal çeşitliliğinde dengesizlikler olabilmekte, bu nedenle hastanelerin çevresel kalitesinin izlenmesinin, nozokomiyal enfeksiyonların önlenmesinde önemli bir role sahip olduğu belirtilmektedir (Ling ve Hui, 2019).

Bir üniversite kampüsünde iki kapalı mekânın, üç kafeteryanın (A, B ve C) ve bir dış mekânın hava ile taşınan mikrobiyal düzeyleri Asif ve diğ. (2019) tarafından araştırılmıştır. Kafeterya A ve B'nin numune alma yerleri kapalı ve yarı kapalı alanları (her ikisi de doğal olarak havalandırılan) içerirken, kafeterya C'de (merkezi HVAC ile kolaylaştırılmış) ise her iki alan kapatılmıştır. Mikrobiyal hava örnekleri, Nisan ve Mayıs 2017 ayları boyunca iki kez en yoğun çalışma saatlerinde toplanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, örnekleme yerlerinin çoğunda bakteri konsantrasyonuna kıyasla daha yüksek mantar konsantrasyonunun olduğu belirtilmiştir. En yüksek bakteri sayısı kafeterya B'nin kapalı bölgesinde (ortalama: 214.7 CFU/m<sup>3</sup>), en düşük bakteri sayısı ise kafeterya C'de (ortalama: 70.5 CFU/m<sup>3</sup>) gözlemlenmiştir. Ayrıca, en yüksek mantar sayısı, kafeterya A'nın yarı kapalı alanında (ortalama: 525.6 CFU/m<sup>3</sup>), en düşük mantar sayısı ise kafeterya C'de (ortalama: 44.9 CFU/m<sup>3</sup>) tespit edilmiştir. Bakteri konsantrasyonu esas olarak iç mekân kaynakları ile ilişkili iken, mantar konsantrasyonunun dış mekân kaynakları ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. İzlenen bölgelerde mantar türlerinin *Cladosporium* sp. (%46), *Geotrichium* sp. (%8.6), *Ulocladium* sp. (%8.5), *Alternaria* sp. (%7.9), *Fusarium* sp. (%6.6), *Curvularia* sp. (%3), *Aspergillus* sp. (%2.4) ve *Penicillium* sp. (%1.3) olduğu tespit edilmiştir. En fazla hakim olan bakterilerin Gram pozitif (+) kokların (%90) olduğu, bulunan en baskın bakteri türlerinin ise *Staphylococcus* sp., *Kocuria* sp., *Bacillus* sp. ve *Micrococcus* sp. olduğu bildirilmiştir.

Mikroorganizmaların tanımlanması, yerleşik ortamlarda mikrobiyom hakkındaki mevcut bilgileri, özellikle bakterileri, iç mekânın ve bina sakinlerinin özelliklerini yansıtabilen biyoparmak izlerini belirlemeye yönelik başka bir çalışma Seong ve Hoque (2020) tarafından yapılmıştır. Bakteri familyaları ve iç ortamla ilgili bu veriler literatürden toplanmıştır. Faktöriyel tasarım yaklaşımı, seçilen iç mekân çevresel parametrelerinin, örnekleme bölgesinin (hava veya yüzey), örnekleme konumlarının (ikamet eden veya ikamet etmeyen), cinsiyet, yaş ve tespit edilen bakteri familyalarının türleri ile konsantrasyonları üzerindeki etkileşimlerini ölçmek ve karşılaştırmak için uygulanmıştır. Faktöriyel tasarım analizi sonucunda, *Corynebacteriaceae* ve *Lactobacillaceae* bakteri familyalarının sırasıyla erkekler ve kadınlar için cinsiyet imzası olarak belirlendiği ve onaylandığı tespit edilmiştir. Tüm senaryolarda önemli bakteri familyalarının; *Corynebacteriaceae*,

*Propionibacteriaceae*, *Bacillaceae*, *Staphylococcaceae*, *Lactobacillaceae*, *Methylobacteriaceae*, *Moraxellaceae*, *Micrococcaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Rhodobacteraceae*, *Streptococcaceae* ve *Pseudomonadaceae* olduğu belirtilmiştir. *Propionibacteriaceae* bakteri familyasının daha yüksek konsantrasyonlarda olması, yetişkinler tarafından belirli bölgelerin işgal edildiği bir alan olduğu gösterilmiştir. *Staphylococcaceae* bakteri familyasının varlığının hastanelerin kirli havasının ve *Moraxellaceae* familyasının ise hastane yüzeylerinin biyoparmak izi olduğu belirtilmiştir. *Streptococcaceae* familyasının ise okulların özellikle çocukların işgal ettiği diğer alanların kirli havasının biyoparmak izi olduğu saptanmıştır. İkamet edilmeyen yerlerin kirli havasının *Enterobacteriaceae* familyasının biyoparmak izi olduğu, *Bacillaceae* familyasının ise herhangi bir i mekân özelliği göstermediği bildirilmiştir.

## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

### 4.1. Materyal

#### 4.1.1. İzolatların Alınacağı Okulların Belirlenmesi

Çalışmada ilk yapılan ölçümler; güz dönemi (Eylül, Ekim, Kasım, Aralık 2017, Ocak 2018), ikinci yapılan ölçümler bahar döneminde (Şubat-Haziran 2018) Kırşehir İl merkezinde ve il merkezine bağlı köylerde bulunan toplam 33 ilkokulda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler her okulun bir sınıfında ve hafta içi bir ders saatinde (45 dakika) yapılmıştır. Sınıflar okulların giriş katında ve güney cephesinde olacak şekilde seçilmiştir. Bu okullarda ölçümlerin yapıldığı sınıfların pencerelerinin kapalı olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Okullardaki örneklerin %54.8'i zemin kattaki sınıflardan, %45.2'si ise 1. kattaki sınıflardan alınmıştır. Bazı okulların zemin katında sınıf bulunmadığından dolayı 1. kattaki sınıflardan örnek alınmıştır. Ölçüm yapılan okulların fiziksel özellikleri incelendiğinde bina yaş ortalamasının  $18.86 \pm 16.27$  (minimum: 1 yıl/maksimum: 77 yıl) olarak tespit edilmiştir. Okulların %96.8'inin doğalgaz ile ısındığı, diğer okulların ise ısınmak için kömür kullandığı görülmüştür. İlkokullardaki örnek alınan sınıfların %93.5'inin günde 2-3 kez iç ortamı havalandırdığı belirtilmiştir. Okullardaki derslik sayılarının 4 ile 32 arasında değiştiği ve ortalama derslik sayısının  $14.35 \pm 8.32$  olduğu belirlenmiştir. Örnek alınan sınıfların hacimleri minimum  $36 \text{ m}^3$  iken maksimum ise  $100 \text{ m}^3$  ve ortalama olarak  $83.04 \pm 17.14 \text{ m}^3$  olarak bulunmuştur. Örnek alınan sınıflardaki öğrenci başına düşen hava hacmi minimum  $1.18 \text{ m}^3/\text{hava}/\text{kişi}$ , maksimum  $1.43 \text{ m}^3/\text{hava}/\text{kişi}$  olup, ortalamasının ise  $5.38 \pm 2.71 \text{ m}^3/\text{hava}/\text{kişi}$  olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Ölçüm yapılan sınıfların %38.7'sinin zemini beton, %61.3'ünün zemininin ise laminat olduğu görülmüştür. Son 3 ay içerisinde okulların %6.5'inde boya badana işlemlerinin yapıldığı belirtilmiştir. Örnek alınan sınıfların hepsinde pencerelerin malzemesinin PVC olduğu gözlenmiştir. Havalandırma amacıyla %93.5'i günde bir seferden fazla pencereleri açarken, %6.4'ü günde bir sefer pencereleri açtığı veya hiç açmadığı saptanmıştır. Sınıfların %12.9'u tahtaya yazı yazmak için tebeşir kullanırken, %22.6'sının ise marker kalem kullandığı belirtilmiştir. Örnek alınan okullarda her gün akşam zemin temizliği yapıldığı öğrenilmiştir. Örnek alınan sınıfların öğretmenlerinin %93.5'i sınıfın havasını iyi olarak değerlendirirken, öğretmenlerin %3.2'sinin ise sınıfın havasını kötü olarak değerlendirdiği bildirilmiştir (Tablo 4.2).



**Tablo 4.1.** Ölçüm Yapılan Sınıfların Fiziksel Özellikleri

| Fiziksel özellikler           | Sayı (n) | Yüzde (%) | Fiziksel özellikler                       | Sayı (n) | Yüzde (%) |
|-------------------------------|----------|-----------|-------------------------------------------|----------|-----------|
| <b>Isıtma Türü</b>            |          |           | <b>Tahta kalemi</b>                       |          |           |
| Doğalgaz                      | 30       | 96.8      | Tebeşir                                   | 4        | 12.9      |
| Kömür                         | 1        | 3.2       | Marker kalem                              | 7        | 22.6      |
| <b>Pencere açılma sıklığı</b> |          |           | Diğer                                     | 20       | 64.5      |
| Hiç                           | 1        | 3.2       | <b>Son üç aydaki tadilatlar</b>           |          |           |
| Günde bir kez                 | 1        | 3.2       | Boya                                      | 2        | 6.5       |
| Günde iki-üç defa             | 29       | 93.5      | Diğer                                     | 29       | 93.5      |
| <b>Zemin yapısı</b>           |          |           | <b>Hava kalitesini nasıl buluyorsunuz</b> |          |           |
| Beton                         | 12       | 38.7      | Çok iyi                                   | 1        | 3.2       |
| Kaplama                       | 19       | 61.3      | İyi                                       | 29       | 93.5      |
|                               |          |           | Kötü                                      | 1        | 3.2       |

Örneklerin toplandığı 33 ilkokulun isimleri, yerleşim yerleri ve bölge tipleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.** Kırşehir İl Merkezine Bağlı İlkokulların Listesi

| OKUL ADI                             | Yerleşim Yeri | Bölge tipi  |
|--------------------------------------|---------------|-------------|
| TEV Zahide Zehra Garring İlkokulu    | Köy           | Kırsal      |
| Toklumen İlkokulu                    | Köy           | Kırsal      |
| Kuruağıl İlkokulu                    | Köy           | Kırsal      |
| Sıdıklı İlkokulu                     | Köy           | Kırsal      |
| Özbağ Örcün İlkokulu                 | Belde         | Kentsel     |
| Gülşehir İlkokulu                    | Şehir         | Kentsel     |
| Öğretmen Ziya Kılıçözlü İlkokulu     | Şehir         | Kentsel     |
| Namık Kemal İlkokulu                 | Şehir         | Kentsel     |
| Yüceer İlkokulu                      | Şehir         | Kentsel     |
| Kırşehir Merkez İlkokulu             | Şehir         | Kentsel     |
| Öğretmen Bedia Köksal Güler İlkokulu | Şehir         | Kentsel     |
| Hüsnü M. Özyeğin İlkokulu            | Şehir         | Kentsel     |
| 30 Ağustos Zafer İlkokulu            | Şehir         | Kentsel     |
| İnönü İlkokulu                       | Şehir         | Kentsel     |
| Ahi Evran İlkokulu                   | Şehir         | Kentsel     |
| Cumhuriyet İlkokulu                  | Şehir         | Kentsel     |
| Hürriyet İlkokulu                    | Şehir         | Kentsel     |
| İMKB Zernişan Vakkas İlkokulu        | Şehir         | Kentsel     |
| İMKB 23 Nisan İlkokulu               | Şehir         | Kentsel     |
| Muharrem Sayan İlkokulu              | Şehir         | Kentsel     |
| Muzaffer Mermer İlkokulu             | Şehir         | Endüstriyel |
| Prof. Dr. Erol Güngör İlkokulu       | Şehir         | Kentsel     |
| Sebahat Osman Yalçınkaya İlkokulu    | Şehir         | Kentsel     |
| Süleyman Türkmani İlkokulu           | Şehir         | Kentsel     |
| Sırrı Kardeş İlkokulu                | Şehir         | Kentsel     |
| TOKİ İlkokulu                        | Şehir         | Kentsel     |
| Aşıkpaşa İlkokulu                    | Şehir         | Kentsel     |
| Öğretmen Ömer Aydın İlkokulu         | Şehir         | Kentsel     |
| Necatibey İlkokulu                   | Şehir         | Kentsel     |
| Şehit Dr. Ulucan Dayan İlkokulu      | Şehir         | Kentsel     |
| 24 Aralık Atatürk İlkokulu           | Şehir         | Kentsel     |
| Bağbaşı TOKİ İlkokulu                | Şehir         | Kentsel     |
| Şehit Ömer Halisdemir İlkokulu       | Şehir         | Kentsel     |

## 4.2. Yöntem

### 4.2.1. Okullarda Sınıf İç Havasından Bakterilerin İzolasyonu

Sınıfların iç ortam havasında bulunan bakteri türlerini izole etmek amacıyla ECO MASS 100 Mikrobiyal Hava İzleme Sistemi (MERC) kullanılmıştır. Bu cihazda Anderson etki ilkesine dayalı elek emiş sisteminin kullanıldığı belirtilmiştir. Ortamdaki hava cihazın delikli olan kapağından emilmektedir. Daha sonra akış algılayıcısı tarafından kontrol edilen radyal bir pervanenin hava akışını 100 litre/dakika olacak şekilde ayarladığı ifade edilmiştir. Havanın ortamdaki bakteri veya mantarları 90-100mm olan petri plağının yüzeyine çektiği görülmektedir. ECO MASS 100 Mikrobiyal Hava İzleme Cihazı Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1.** Havada Bulunan Mikroorganizmaları Örnekleme Cihazı

Örnekleme cihazına; bakteriler için Nutrient Agar ve Plate Count Agar bulunan petri kabı yerleştirilmiş cihazın üst kapağı açılarak dakikada 100m<sup>3</sup> hava soğurması için programlama yapılmıştır. Cihaz yerden 1 metre yükseklikte bulundurularak örnek alınmış, sonrasında cihazdan petri kabı alınarak kapağı kapatılmıştır (Şekil 4.2). Alınan örnekler Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Anabilim dalı, Mikrobiyoloji Laboratuvarı’na getirildikten sonra etüvde inkübasyona bırakılmıştır.



Şekil 4.2. İlkokulların İç Ortam Havasından Örnek Alma İşlemi

#### 4.2.2. Bakteri İzolasyonu ve Tanımlamasında Kullanılan Besiyerleri

**Plate Count Agar (PCA):** Bakteri sayımı için bu besiyeri kullanılmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayımında katı besiyeri olarak ilk sırada tercih edilmektedir. Bu besiyerinde bazı mayalar da üreyerek bakteri sayısına katılabilmektedirler.

| <u>Maddeler</u>     | <u>Miktar (g/L)</u> |
|---------------------|---------------------|
| Peptone from casein | 5.0                 |
| Yeast extract       | 2.5                 |
| D (+) glukoz        | 1.0                 |
| Agar- agar          | 14.09               |

bileşenlerinden oluşmaktadır. Dehidre besiyeri, hassas terazide 22.5 g/L olacak şekilde tartılarak distile su içinde homojenize edilmiştir. Otoklavda 121°C’da 15 dakika sterilize edilmiştir. Otoklavdan çıkarılan besiyeri 48-50°C’ye kadar soğutulduktan sonra bek alevi yanında steril petri kaplarına dökülmüştür. Hazırlanan besiyerinin berrak, açık sarı renkte ve 25°C’da pH’ı 7.0±0.2 olduğu görülmüştür.

**Nutrient Agar (NA):** Alınan örneklerden bakterilerin izolasyonu ve +4 °C’de stoklanması için gerekli olan yatık agar besiyerinin hazırlamasında kullanılmıştır.

| <u>Maddeler</u> | <u>Miktar (g/L)</u> |
|-----------------|---------------------|
| Peptone         | 5.0                 |
| Meat ekstrakt   | 3.0                 |
| Agar-Agar       | 12.0                |

Çalışmada hazır besiyeri kullanılmış olup besiyerinden 20 gram alınarak 1 litre distile suda çözündürüldükten sonra besiyeri otoklavda (Nüve OT 40L) steril edilmiş ve aseptik şartlarda steril petrilere dökülüp soğumaya bırakılmıştır. Sonrasında besiyerlerinin kontaminasyonunu kontrol etmek amacıyla bir gece 37°C’de etüvde (Nüve EN 500) inkübe edilmiştir (Şekil 4.3.; Şekil 4.3(devam)).





Şekil 4.3. Besiyeri Hazırlama İşlemleri



**Şekil 4.3.** Besiyeri Hazırlama İşlemleri (devam)

Bakterilerin üreyebilmesi için alınan örnekler 37°C’de 24-48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Petri kapları her gün gözlemlenerek üreyen kolonilere numaralandırma işlemi yapılmıştır. Bu işlemlerin devamında petri kapları binoküler (Novex P-20) altında incelenmiş ve farklı koloni yapısında bulunan bakteri izolatları seçilerek saflaştırma işlemleri yapılmıştır. Oluşan koloniler mikroskop ile incelenerek sayılmış ve CFU/m<sup>3</sup> değerleri Mass 100 (Merc) “Hava Örnekleme Cihazı Mikroorganizma Koloni (CFU/m<sup>3</sup>) Sayısı Kataloğu”nda belirtilen değerlere göre total koloni sayıları tespit edilmiştir (Tablo 4.3.; Şekil 4.4; Şekil 4.5.; Şekil 4.5 (devam)).



**Tablo 4.3.** ECO Mass 100 (Merc) Hava Örneklem Cihazı Mikroorganizma Koloni (CFU/m<sup>3</sup>) Sayısı Kataloğu

| Positive hole conversion table MAS-100                        |    |     |     |     |     | Impaction Lid 400 x 0.7 |     |     |     |     |     | MBV AG, CH-8712 Stäfa |     |                                 |      |
|---------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------|-----|---------------------------------|------|
| r = Number of colony forming units counted on 90 mm Petridish |    |     |     |     |     |                         |     |     |     |     |     |                       |     | Pr = Probable statistical total |      |
| r                                                             | Pr | r   | Pr  | r   | Pr  | r                       | Pr  | r   | Pr  | r   | Pr  | r                     | Pr  | r                               | Pr   |
| 1                                                             | 1  | 51  | 54  | 101 | 116 | 151                     | 189 | 201 | 279 | 251 | 394 | 301                   | 557 | 351                             | 836  |
| 2                                                             | 2  | 52  | 56  | 102 | 118 | 152                     | 191 | 202 | 281 | 252 | 397 | 302                   | 561 | 352                             | 844  |
| 3                                                             | 3  | 53  | 57  | 103 | 119 | 153                     | 193 | 203 | 283 | 253 | 400 | 303                   | 565 | 353                             | 853  |
| 4                                                             | 4  | 54  | 58  | 104 | 120 | 154                     | 194 | 204 | 285 | 254 | 402 | 304                   | 569 | 354                             | 861  |
| 5                                                             | 5  | 55  | 59  | 105 | 122 | 155                     | 196 | 205 | 287 | 255 | 405 | 305                   | 573 | 355                             | 870  |
| 6                                                             | 6  | 56  | 60  | 106 | 123 | 156                     | 197 | 206 | 289 | 256 | 408 | 306                   | 578 | 356                             | 879  |
| 7                                                             | 7  | 57  | 61  | 107 | 124 | 157                     | 199 | 207 | 291 | 257 | 411 | 307                   | 582 | 357                             | 888  |
| 8                                                             | 8  | 58  | 63  | 108 | 126 | 158                     | 201 | 208 | 293 | 258 | 413 | 308                   | 586 | 358                             | 897  |
| 9                                                             | 9  | 59  | 64  | 109 | 127 | 159                     | 202 | 209 | 295 | 259 | 416 | 309                   | 591 | 359                             | 907  |
| 10                                                            | 10 | 60  | 65  | 110 | 128 | 160                     | 204 | 210 | 297 | 260 | 419 | 310                   | 595 | 360                             | 917  |
| 11                                                            | 11 | 61  | 66  | 111 | 130 | 161                     | 206 | 211 | 299 | 261 | 422 | 311                   | 599 | 361                             | 927  |
| 12                                                            | 12 | 62  | 67  | 112 | 131 | 162                     | 207 | 212 | 301 | 262 | 425 | 312                   | 604 | 362                             | 937  |
| 13                                                            | 13 | 63  | 68  | 113 | 133 | 163                     | 209 | 213 | 304 | 263 | 428 | 313                   | 608 | 363                             | 947  |
| 14                                                            | 14 | 64  | 70  | 114 | 134 | 164                     | 211 | 214 | 306 | 264 | 431 | 314                   | 613 | 364                             | 958  |
| 15                                                            | 15 | 65  | 71  | 115 | 135 | 165                     | 212 | 215 | 308 | 265 | 433 | 315                   | 618 | 365                             | 969  |
| 16                                                            | 16 | 66  | 72  | 116 | 137 | 166                     | 214 | 216 | 310 | 266 | 436 | 316                   | 622 | 366                             | 981  |
| 17                                                            | 17 | 67  | 73  | 117 | 138 | 167                     | 216 | 217 | 312 | 267 | 439 | 317                   | 627 | 367                             | 992  |
| 18                                                            | 18 | 68  | 74  | 118 | 140 | 168                     | 218 | 218 | 314 | 268 | 442 | 318                   | 632 | 368                             | 1005 |
| 19                                                            | 19 | 69  | 76  | 119 | 141 | 169                     | 219 | 219 | 317 | 269 | 445 | 319                   | 637 | 369                             | 1017 |
| 20                                                            | 20 | 70  | 77  | 120 | 142 | 170                     | 221 | 220 | 319 | 270 | 449 | 320                   | 642 | 370                             | 1030 |
| 21                                                            | 22 | 71  | 78  | 121 | 144 | 171                     | 223 | 221 | 321 | 271 | 452 | 321                   | 647 | 371                             | 1043 |
| 22                                                            | 23 | 72  | 79  | 122 | 145 | 172                     | 224 | 222 | 323 | 272 | 455 | 322                   | 652 | 372                             | 1057 |
| 23                                                            | 24 | 73  | 80  | 123 | 147 | 173                     | 226 | 223 | 325 | 273 | 458 | 323                   | 657 | 373                             | 1071 |
| 24                                                            | 25 | 74  | 82  | 124 | 148 | 174                     | 228 | 224 | 328 | 274 | 461 | 324                   | 662 | 374                             | 1086 |
| 25                                                            | 26 | 75  | 83  | 125 | 150 | 175                     | 230 | 225 | 330 | 275 | 464 | 325                   | 667 | 375                             | 1102 |
| 26                                                            | 27 | 76  | 84  | 126 | 151 | 176                     | 232 | 226 | 332 | 276 | 467 | 326                   | 673 | 376                             | 1118 |
| 27                                                            | 28 | 77  | 85  | 127 | 153 | 177                     | 233 | 227 | 335 | 277 | 471 | 327                   | 678 | 377                             | 1134 |
| 28                                                            | 29 | 78  | 87  | 128 | 154 | 178                     | 235 | 228 | 337 | 278 | 474 | 328                   | 684 | 378                             | 1152 |
| 29                                                            | 30 | 79  | 88  | 129 | 156 | 179                     | 237 | 229 | 339 | 279 | 477 | 329                   | 689 | 379                             | 1170 |
| 30                                                            | 31 | 80  | 89  | 130 | 157 | 180                     | 239 | 230 | 342 | 280 | 480 | 330                   | 695 | 380                             | 1189 |
| 31                                                            | 32 | 81  | 90  | 131 | 158 | 181                     | 241 | 231 | 344 | 281 | 484 | 331                   | 701 | 381                             | 1209 |
| 32                                                            | 33 | 82  | 92  | 132 | 160 | 182                     | 242 | 232 | 346 | 282 | 487 | 332                   | 706 | 382                             | 1230 |
| 33                                                            | 34 | 83  | 93  | 133 | 161 | 183                     | 244 | 233 | 349 | 283 | 491 | 333                   | 712 | 383                             | 1252 |
| 34                                                            | 35 | 84  | 94  | 134 | 163 | 184                     | 246 | 234 | 351 | 284 | 494 | 334                   | 718 | 384                             | 1276 |
| 35                                                            | 37 | 85  | 95  | 135 | 164 | 185                     | 248 | 235 | 353 | 285 | 497 | 335                   | 724 | 385                             | 1301 |
| 36                                                            | 38 | 86  | 97  | 136 | 166 | 186                     | 250 | 236 | 356 | 286 | 501 | 336                   | 730 | 386                             | 1327 |
| 37                                                            | 39 | 87  | 98  | 137 | 167 | 187                     | 252 | 237 | 358 | 287 | 504 | 337                   | 737 | 387                             | 1356 |
| 38                                                            | 40 | 88  | 99  | 138 | 169 | 188                     | 254 | 238 | 361 | 288 | 508 | 338                   | 743 | 388                             | 1387 |
| 39                                                            | 41 | 89  | 101 | 139 | 171 | 189                     | 255 | 239 | 363 | 289 | 511 | 339                   | 749 | 389                             | 1420 |
| 40                                                            | 42 | 90  | 102 | 140 | 172 | 190                     | 257 | 240 | 366 | 290 | 515 | 340                   | 756 | 390                             | 1456 |
| 41                                                            | 43 | 91  | 103 | 141 | 174 | 191                     | 259 | 241 | 368 | 291 | 519 | 341                   | 763 | 391                             | 1496 |
| 42                                                            | 44 | 92  | 104 | 142 | 175 | 192                     | 261 | 242 | 371 | 292 | 522 | 342                   | 769 | 392                             | 1541 |
| 43                                                            | 45 | 93  | 106 | 143 | 177 | 193                     | 263 | 243 | 373 | 293 | 526 | 343                   | 776 | 393                             | 1591 |
| 44                                                            | 47 | 94  | 107 | 144 | 178 | 194                     | 265 | 244 | 376 | 294 | 530 | 344                   | 783 | 394                             | 1648 |
| 45                                                            | 48 | 95  | 108 | 145 | 180 | 195                     | 267 | 245 | 378 | 295 | 534 | 345                   | 791 | 395                             | 1715 |
| 46                                                            | 49 | 96  | 110 | 146 | 181 | 196                     | 269 | 246 | 381 | 296 | 537 | 346                   | 798 | 396                             | 1795 |
| 47                                                            | 50 | 97  | 111 | 147 | 183 | 197                     | 271 | 247 | 384 | 297 | 541 | 347                   | 805 | 397                             | 1895 |
| 48                                                            | 51 | 98  | 112 | 148 | 185 | 198                     | 273 | 248 | 386 | 298 | 545 | 348                   | 813 | 398                             | 2028 |
| 49                                                            | 52 | 99  | 114 | 149 | 186 | 199                     | 275 | 249 | 389 | 299 | 549 | 349                   | 820 | 399                             | 2228 |
| 50                                                            | 53 | 100 | 115 | 150 | 188 | 200                     | 277 | 250 | 391 | 300 | 553 | 350                   | 828 | 400                             | 2628 |





**Şekil 4.4.** Okullardan Alınan Örneklerde Üremesi Gözlenen Kolonilerin Sayımı

Bakterilerin üremesini sağlayacak besin ve mineral madde içeriğine sahip katı besiyerlerinde geliştirilmesi kendilerine has renk, koku ve şekillerde üreme olduğu belirtilmiştir. Bu kendilerine has özellikleri mikroorganizmaların genetik kontrolü altında kalıtılarak türe göre değişebildiği bildirilmiştir. Mikroorganizmaların gelişim özellikleri çıplak gözle görülerek tanınma ve tanılamamanın ilk basamağını oluşturmasının önemli olduğu gözlenmiştir (Hasenekoğlu ve Yeşilyurt, 2001; Bal, 2012).

Bakteri izolatlarının kültürel özelliklerinin incelenmesi için katı ortamlardaki saf kültürler kullanılmıştır. Katı kültür özelliklerinin belirlenmesi için izolatlar geliştikleri katı besiyerlerine 3-4 faz çizgi ekim şeklinde ekilmiş, inkübasyona bırakılarak koloni meydana getirmeleri beklenmiştir (Şekil 4.5.; Şekil 4.5 (devam)). İdentifikasyon amacıyla ekimi gerçekleştirilen petri kapları +4°C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 4.5. Alınan Örneklerin Saflaştırma Çalışması

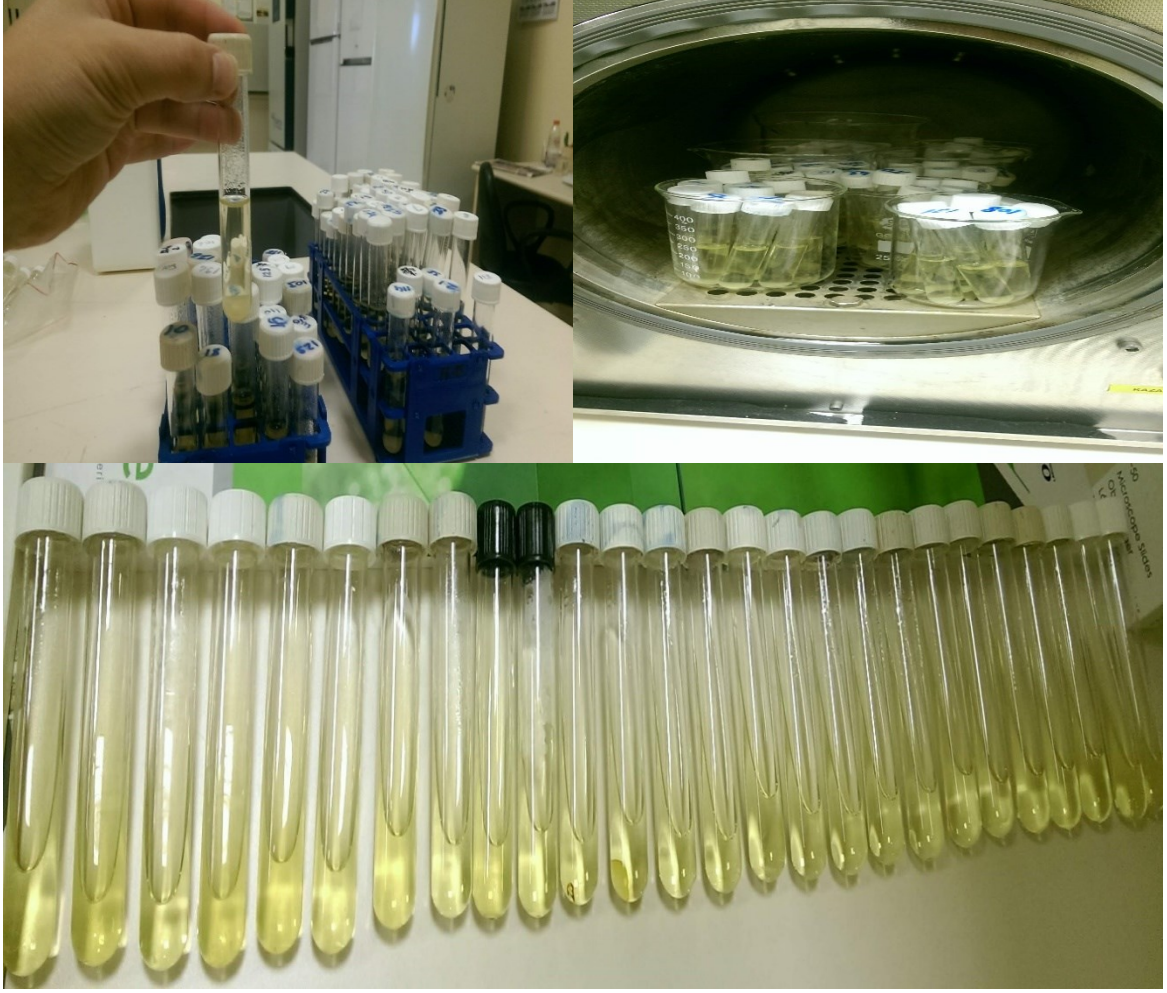




**Şekil 4.5.** Alınan Örneklerin Saflaştırma Çalışması (devam)

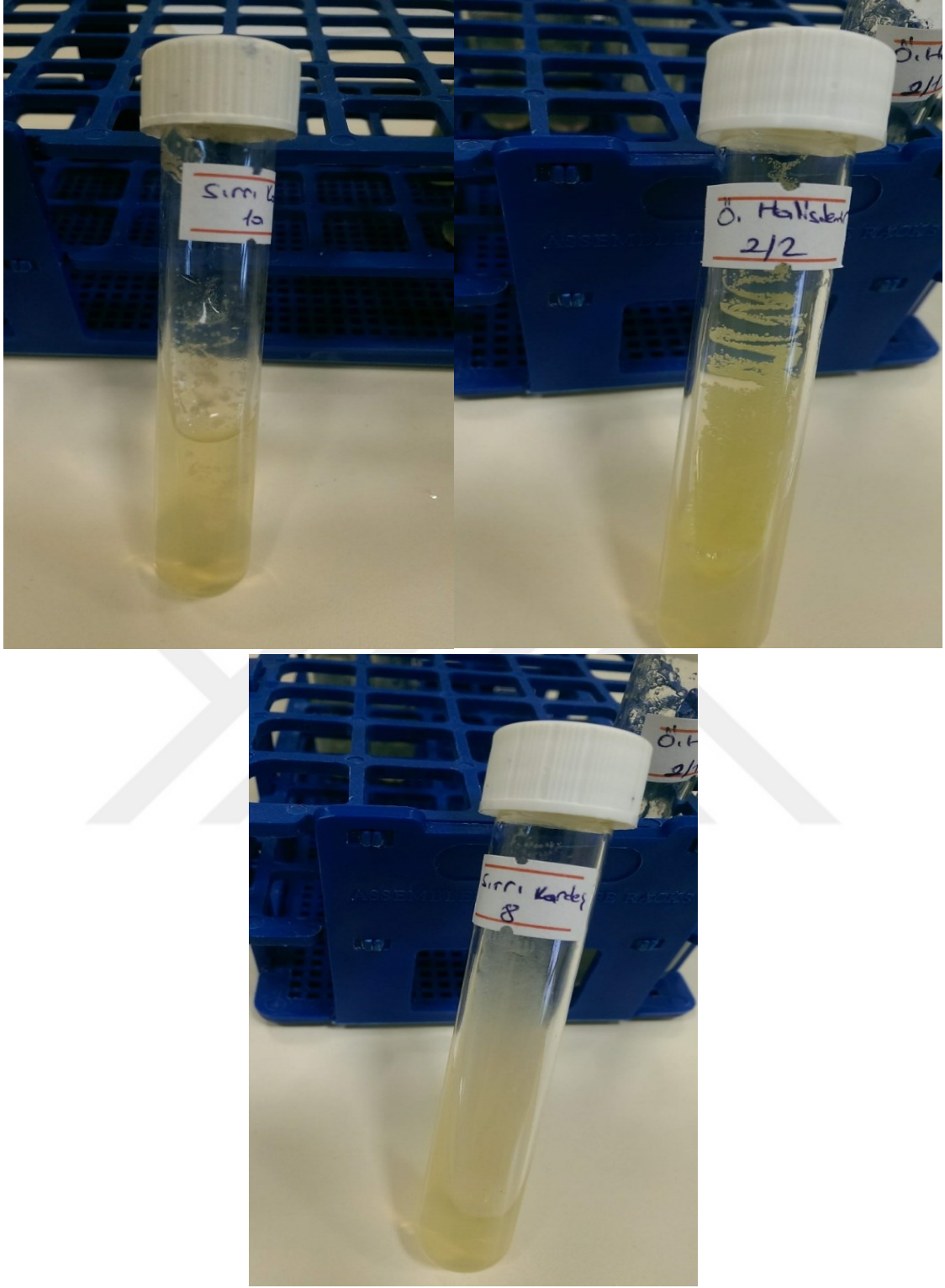
#### **4.2.3. İzolatların Saklanması**

Nutrient Broth besiyerinde 18 saat aktifleştirilen izolatlar sonrasında Nutrient Agar katı besiyerine tekrar inoküle edilerek 37°C’de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. Katı besiyerlerinde geliştirilen bakteri kültürlerinden birer koloni alınarak %20’lik gliserol içeren Tryptic Soy Broth (TSB) besiyerine aktarılmıştır. Stok tüpleri daha sonra -80°C’de (Nüve DF 490) muhafaza edilmiştir (Şekil 4.6.; Şekil 4.7.; Şekil 4.7 (devam))

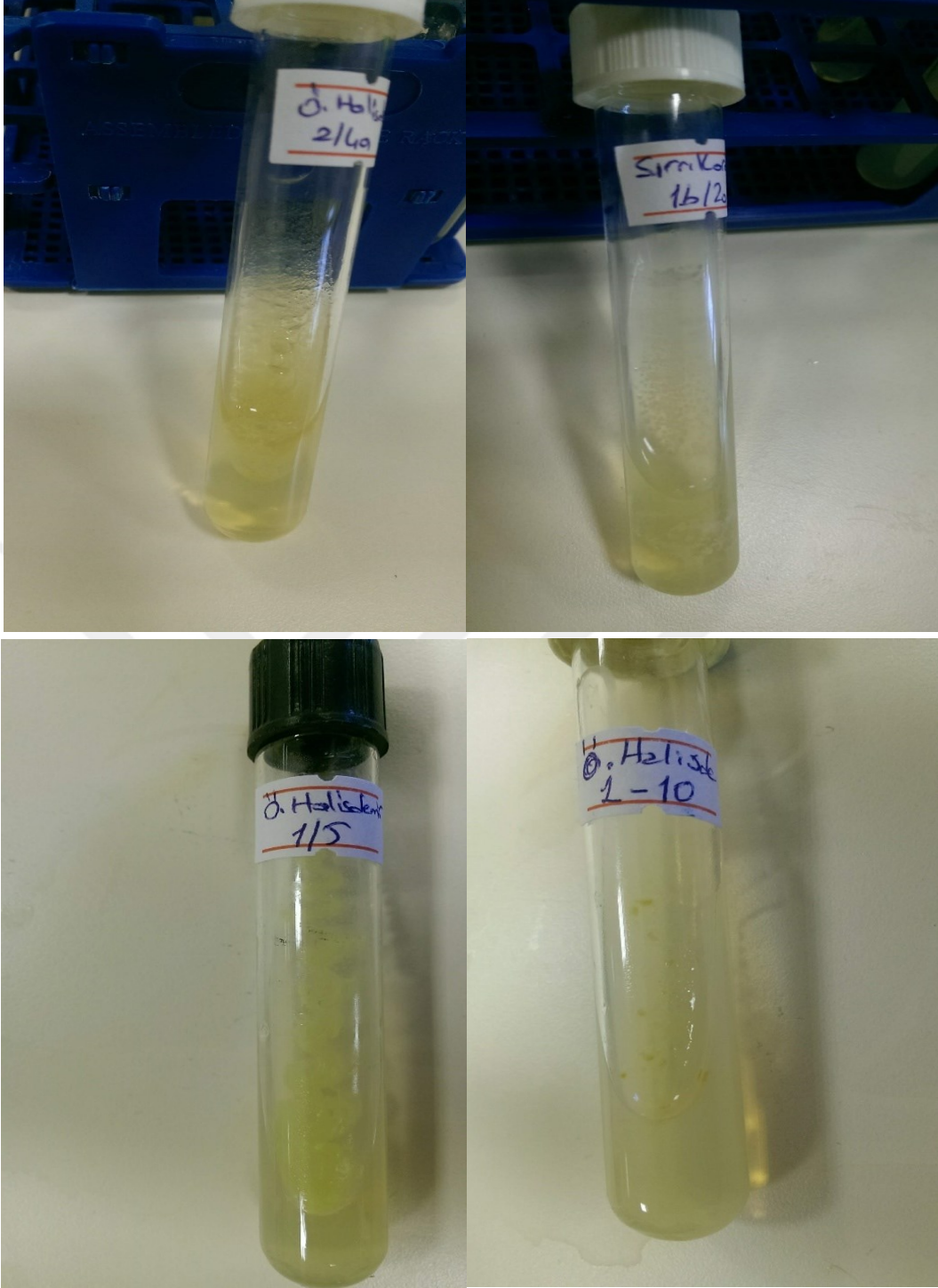


Şekil 4.6. Okullardan Elde Edilen İzolatların Saklama Kültürlerinin Hazırlanması





Şekil 4.7. Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen İzolatların Yatık Agar Stok Kültürleri



Şekil 4.7. Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen İzolatların Yatık Agar Stok Kültürleri  
(devam)

#### 4.2.4. Elde Edilen İzolatların Tanımlanması

Bakterilerin tanımlaması MALDI-TOF MS Bruker Microflex LT model Flex Control 3.0 yazılımı (Bruker Biotyper; Bruker Daltonics, Bremen, Almanya) kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca HPLC sınıfı kimyasal maddeler; HCCA ( $\alpha$ -siyano-4-hidroksisinnamik asit; Bruker), ACN (asetonitril; Sigma-Aldrich), TFA (trifloroasetik asit; Sigma-Aldrich), FA (formik asit; Sigma-Aldrich), DNA az ve RNA az içermeyen 0.1 Bruker güvenli filtrelenmiş ultra saf su (Sigma-Aldrich), *E. coli*, RNAaz ve Myoglobin protein profilleri içeren BTS (bakteriyel test solüsyonu) solüsyonu kullanılmıştır. MALDI TOF MS ile mikrobiyal biyokütle analizi için, steril kürdan ucu ile tek bir koloniden (24-48 saat inkübe edilmiş kültürden) alınan kültür, özel bir çelik 96 MSP-MALDI (Bruker Daltonics) plakasına (direkt transfer yöntemi) uygulanarak kuruduktan sonra üzerine 1 µl HCCA matris çözeltisi (%50 ACN ve %2.5 TFA karışımı içinde 12.5 mg / ml HCCA) ilave edilerek oda sıcaklığında tamamen kurumaya bırakılmıştır. MALDI çelik levha, MALDI TOF MS üzerine yüklenmiştir. Sistem, doğrusal pozitif iyon modu ile çalıştırıldı ve yöntem 2.000-20.000 Da kütle aralığındaki mikroorganizmaların tanımlanması için optimize edilmiştir. Bir iyon kaynağı olarak 337 nm'de 60 Hz'lik bir nitrojen lazer kullanılmıştır. Spektrumları elde etmek için her bir numunenin ölçümünde 240'lık 40 paketten oluşan lazer atımları yapılmıştır. Her örnek için üç çalışma yapılmış ve tekrarlanan okumalarda en yüksek puan dikkate alınmıştır. BTS (Bakteriyel test solüsyonu) ile kalibrasyon numunelerle eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir.



## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kırşehir İli'nde bulunan ilkokullarının iç hava kalitesini belirlemek amacıyla yaptığımız çalışmada; havanın örneklenmesi amacıyla, içinde Plate Count Agar ve Nutrient Agar bulunan toplam 451 petri plağı kullanılmış ve en yüksek koloni sayısı ise  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> (güz ve bahar dönemi) olarak belirlenmiştir. Ayrıca 180 adet izolat elde edilmiş ve 17 adet cins- 48 adet farklı tür belirlenmiştir. Bu izolatların MALDI-TOF MS yöntemiyle tanımlanması sonucunda; kod numaraları, cins-tür isimleri ile MALDI-Biotyper Skor değerleri Tablo 5.1, Tablo 5.1 (devam)'da verilmiştir.



**Tablo 5.1.** Okulların İç Ortam Havasından Elde Edilen İzolatlar

| NO | KOD    | CİNS/TÜR İSİMLERİ                  | MALDI- Biotyper Skor |
|----|--------|------------------------------------|----------------------|
| 1  | HMF 1  | <i>Staphylococcus sciuri</i>       | 2.147                |
| 2  | HMF 2  | <i>Exiguobacterium auranticum</i>  | 2.296                |
| 3  | HMF 3  | <i>Bacillus subtilis</i>           | 2.247                |
| 4  | HMF 4  | <i>Staphylococcus sciuri</i>       | 2.147                |
| 5  | HMF 5  | <i>Bacillus subtilis</i>           | 2.247                |
| 6  | HMF 6  | <i>Bacillus pumilus</i>            | 2.075                |
| 7  | HMF 7  | <i>Exiguobacterium auranticum</i>  | 2.296                |
| 8  | HMF 8  | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 9  | HMF 9  | <i>Bacillus cereus</i>             | 2.034                |
| 10 | HMF 10 | <i>Kocuria rosea</i>               | 2.296                |
| 11 | HMF 11 | <i>Bacillus pumilus</i>            | 2.075                |
| 12 | HMF 12 | <i>Bacillus cereus</i>             | 2.034                |
| 13 | HMF 13 | <i>Bacillus cereus</i>             | 2.034                |
| 14 | HMF 15 | <i>Staphylococcus hominis</i>      | 1.941                |
| 15 | HMF 17 | <i>Paenibacillus barengoltzii</i>  | 2.422                |
| 16 | HMF 18 | <i>Paenibacillus barengoltzii</i>  | 2.422                |
| 17 | HMF 19 | <i>Paenibacillus barengoltzii</i>  | 2.422                |
| 18 | HMF 20 | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 19 | HMF 21 | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 20 | HMF 22 | <i>Micrococcus luteus</i>          | 2.193                |
| 21 | HMF 24 | <i>Micrococcus luteus</i>          | 2.193                |
| 22 | HMF 25 | <i>Micrococcus luteus</i>          | 2.193                |
| 23 | HMF 26 | <i>Micrococcus luteus</i>          | 2.193                |
| 24 | HMF 27 | <i>Staphylococcus haemolyticus</i> | 1.972                |
| 25 | HMF 29 | <i>Bacillus firmus</i>             | 1.815                |
| 26 | HMF 30 | <i>Micrococcus luteus</i>          | 2.193                |
| 27 | HMF 32 | <i>Bacillus pumilus</i>            | 2.075                |
| 28 | HMF 33 | <i>Bacillus endophyticus</i>       | 1.867                |
| 29 | HMF 34 | <i>Bacillus cereus</i>             | 2.034                |
| 30 | HMF 35 | <i>Staphylococcus haemolyticus</i> | 1.972                |

**Tablo 5.1.** Okulların İç Ortam Havasından Elde Edilen İzolatlar (devam)

| NO | KOD    | CİNS/TÜR İSİMLERİ                 | MALDI- Biotyper Skor |
|----|--------|-----------------------------------|----------------------|
| 31 | HMF 36 | <i>Bacillus subtilis</i>          | 2.247                |
| 32 | HMF 37 | <i>Bacillus megaterium</i>        | 2.175                |
| 33 | HMF 38 | <i>Exiguobacterium auranticum</i> | 2.296                |
| 34 | HMF 39 | <i>Bacillus simplex</i>           | 1.9                  |
| 35 | HMF 40 | <i>Bacillus mojavensis</i>        | 1.954                |
| 36 | HMF 41 | <i>Lysinibacillus fusiformis</i>  | 1.962                |
| 37 | HMF 42 | <i>Bacillus subtilis</i>          | 2.247                |
| 38 | HMF 43 | <i>Lysinibacillus fusiformis</i>  | 1.962                |
| 39 | HMF 44 | <i>Paenibacillus barengoltzii</i> | 2.422                |
| 40 | HMF 45 | <i>Pseudomonas stutzeri</i>       | 2.359                |
| 41 | HMF 47 | <i>Acinetobacter lwoffii</i>      | 2.167                |
| 42 | HMF 48 | <i>Micrococcus luteus</i>         | 2.193                |
| 43 | HMF 49 | <i>Bacillus pumilus</i>           | 2.075                |
| 44 | HMF 50 | <i>Bacillus firmus</i>            | 1.815                |
| 45 | HMF 51 | <i>Bacillus pumilus</i>           | 2.075                |
| 46 | HMF 54 | <i>Arthrobacter gandavensis</i>   | 2.504                |
| 47 | HMF 55 | <i>Bacillus pumilus</i>           | 2.075                |
| 48 | HMF 57 | <i>Micrococcus lylae</i>          | 2.287                |
| 49 | HMF 58 | <i>Bacillus circulans</i>         | 1.709                |
| 50 | HMF 59 | <i>Arthrobacter gandavensis</i>   | 2.504                |
| 51 | HMF 60 | <i>Bacillus pumilus</i>           | 2.075                |
| 52 | HMF 61 | <i>Acinetobacter lwoffii</i>      | 2.167                |
| 53 | HMF 62 | <i>Staphylococcus sciuri</i>      | 2.147                |
| 54 | HMF 63 | <i>Enterococcus faecium</i>       | 2.247                |
| 55 | HMF 64 | <i>Bacillus cereus</i>            | 2.034                |
| 56 | HMF 65 | <i>Staphylococcus sciuri</i>      | 2.147                |
| 57 | HMF 66 | <i>Staphylococcus succinus</i>    | 1.719                |
| 58 | HMF 67 | <i>Micrococcus luteus</i>         | 2.193                |
| 59 | HMF 70 | <i>Bacillus cereus</i>            | 2.034                |

**Tablo 5.1.** Okulların İç Ortam Havasından Elde Edilen İzolatlar (devam)

| NO | KOD     | CİNS/TÜR İSİMLERİ             | MALDI- Biotyper Skor |
|----|---------|-------------------------------|----------------------|
| 60 | HMF 71  | <i>Bacillus licheniformis</i> | 2.093                |
| 61 | HMF 74  | <i>Bacillus cereus</i>        | 2.034                |
| 62 | HMF 75  | <i>Bacillus niacini</i>       | 1.851                |
| 63 | HMF 76  | <i>Bacillus pumilus</i>       | 2.075                |
| 64 | HMF 78  | <i>Staphylococcus equorum</i> | 1.842                |
| 65 | HMF 80  | <i>Pseudomonas stutzeri</i>   | 2.359                |
| 66 | HMF 81  | <i>Enterococcus faecium</i>   | 2.247                |
| 67 | HMF 83  | <i>Micrococcus luteus</i>     | 2.193                |
| 68 | HMF 84  | <i>Pseudomonas stutzeri</i>   | 2.359                |
| 69 | HMF 85  | <i>Paenibacillus lactis</i>   | 2.105                |
| 70 | HMF 86  | <i>Bacillus licheniformis</i> | 2.093                |
| 71 | HMF 87  | <i>Bacillus licheniformis</i> | 2.093                |
| 72 | HMF 88  | <i>Pseudomonas stutzeri</i>   | 2.359                |
| 73 | HMF 89  | <i>Bacillus pumilus</i>       | 2.075                |
| 74 | HMF 90  | <i>Kocuria polaris</i>        | 1.77                 |
| 75 | HMF 91  | <i>Kocuria polaris</i>        | 1.77                 |
| 76 | HMF 92  | <i>Bacillus</i> sp.           | -                    |
| 77 | HMF 93  | <i>Pseudomonas stutzeri</i>   | 2.359                |
| 78 | HMF 95  | <i>Bacillus licheniformis</i> | 2.093                |
| 79 | HMF 96  | <i>Bacillus</i> sp.           | -                    |
| 80 | HMF 97  | <i>Bacillus pumilus</i>       | 2.075                |
| 81 | HMF 99  | <i>Pseudomonas stutzeri</i>   | 2.359                |
| 82 | HMF 100 | <i>Staphylococcus equorum</i> | 1.842                |
| 83 | HMF 101 | <i>Pseudomonas</i> sp.        | -                    |
| 84 | HMF 102 | <i>Bacillus</i> sp.           | -                    |
| 85 | HMF 104 | <i>Micrococcus luteus</i>     | 2.193                |

**Tablo 5.1.** Okulların İç Ortam Havasından Elde Edilen İzolatlar (devam)

| NO  | KOD     | CİNS/TÜR İSİMLERİ                   | MALDI- Biotyper Skor |
|-----|---------|-------------------------------------|----------------------|
| 86  | HMF 106 | <i>Pseudomonas stutzeri</i>         | 2.359                |
| 87  | HMF 107 | <i>Bacillus</i> sp.                 | -                    |
| 88  | HMF 108 | <i>Bacillus sonorensis</i>          | 1.641                |
| 89  | HMF 109 | <i>Bacillus pumilus</i>             | 2.075                |
| 90  | HMF 111 | <i>Pseudomonas stutzeri</i>         | 2.359                |
| 91  | HMF 112 | <i>Pseudomonas stutzeri</i>         | 2.359                |
| 92  | HMF 113 | <i>Pseudomonas stutzeri</i>         | 2.359                |
| 93  | HMF 114 | <i>Paenibacillus lactis</i>         | 2.105                |
| 94  | HMF 115 | <i>Bacillus flexus</i>              | -                    |
| 95  | HMF 116 | <i>Pseudomonas stutzeri</i>         | 2.359                |
| 96  | HMF 117 | <i>Acinetobacter lwoffii</i>        | 2.167                |
| 97  | HMF 118 | <i>Paenibacillus glucanolyticus</i> | 1.716                |
| 98  | HMF 119 | <i>Micrococcus luteus</i>           | 2.193                |
| 99  | HMF 121 | <i>Bacillus pumilus</i>             | 2.075                |
| 100 | HMF 122 | <i>Pseudomonas</i> sp.              | -                    |
| 101 | HMF 125 | <i>Bacillus pumilus</i>             | 2.075                |
| 102 | HMF 126 | <i>Bacillus sonorensis</i>          | 1.641                |
| 103 | HMF 127 | <i>Bacillus Mojavensis</i>          | 1.954                |
| 104 | HMF 128 | <i>Bacillus</i> sp.                 | -                    |
| 105 | HMF 129 | <i>Staphylococcus aureus</i>        | -                    |
| 106 | HMF 130 | <i>Bacillus subtilis</i>            | 2.247                |
| 107 | HMF 131 | <i>Bacillus pumilus</i>             | 2.075                |
| 108 | HMF 132 | <i>Bacillus pumilus</i>             | 2.075                |
| 109 | HMF 133 | <i>Bacillus pumilus</i>             | 2.075                |
| 110 | HMF 134 | <i>Pseudomonas stutzeri</i>         | 2.359                |
| 111 | HMF 135 | <i>Arthrobacter gandavensis</i>     | 2.504                |
| 112 | HMF 136 | <i>Bacillus pumilus</i>             | 2.075                |
| 113 | HMF 138 | <i>Enterococcus hirae</i>           | 2.066                |
| 114 | HMF 139 | <i>Bacillus pumilus</i>             | 2.075                |
| 115 | HMF 140 | <i>Paenibacillus lactis</i>         | 2.105                |

**Tablo 5.1.** Okulların İç Ortam Havasından Elde Edilen İzolatlar (devam)

| NO  | KOD     | CİNS/TÜR İSİMLERİ                  | MALDI- Biotyper Skor |
|-----|---------|------------------------------------|----------------------|
| 116 | HMF 143 | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 117 | HMF 145 | <i>Enterococcus casseliflavus</i>  | 2.045                |
| 118 | HMF 146 | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 119 | HMF 147 | <i>Pseudomonas stutzeri</i>        | 2.359                |
| 120 | HMF 148 | <i>Staphylococcus haemolyticus</i> | 1.972                |
| 121 | HMF 149 | <i>Bacillus simplex</i>            | 1.9                  |
| 122 | HMF 150 | <i>Lysinibacillus fusiformis</i>   | 1.962                |
| 123 | HMF 151 | <i>Bacillus pumilus</i>            | 2.075                |
| 124 | HMF 153 | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 125 | HMF 155 | <i>Bacillus endophyticus</i>       | 1.867                |
| 126 | HMF 156 | <i>Bacillus pumilus</i>            | 2.075                |
| 127 | HMF 158 | <i>Pseudomonas taetrolens</i>      | 2.172                |
| 128 | HMF 161 | <i>Bacillus pumilus</i>            | 2.075                |
| 129 | HMF 162 | <i>Exiguobacterium auranticum</i>  | 2.296                |
| 130 | HMF 163 | <i>Acinetobacter lwoffii</i>       | 2.167                |
| 131 | HMF 164 | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 132 | HMF 165 | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 133 | HMF 166 | <i>Aerococcus viridans</i>         | 1.933                |
| 134 | HMF 167 | <i>Staphylococcus</i> sp.          | 1.62                 |
| 135 | HMF 168 | <i>Bacillus pumilus</i>            | 2.075                |
| 136 | HMF 170 | <i>Bacillus pumilus</i>            | 2.075                |
| 137 | HMF 171 | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 138 | HMF 172 | <i>Staphylococcus succinus</i>     | 1.719                |
| 139 | HMF 173 | <i>Staphylococcus equorum</i>      | 1.842                |
| 140 | HMF 174 | <i>Bacillus licheniformis</i>      | 2.093                |
| 141 | HMF 175 | <i>Paenibacillus</i> sp.           | -                    |

**Tablo 5.1.** Okulların İç Ortam Havasından Elde Edilen İzolatlar (devam)

| NO  | KOD     | CİNS/TÜR İSİMLERİ                    | MALDI- Biotyper Skor |
|-----|---------|--------------------------------------|----------------------|
| 142 | HMF 176 | <i>Bacillus licheniformis</i>        | 2.093                |
| 143 | HMF 177 | <i>Paenibacillus</i> sp.             | -                    |
| 144 | HMF 178 | <i>Lysinibacillus sphaericus</i>     | 2.144                |
| 145 | HMF 179 | <i>Bacillus badius</i>               | 2.185                |
| 146 | HMF 180 | <i>Bacillus subtilis</i>             | 2.247                |
| 147 | HMF 182 | <i>Lysinibacillus sphaericus</i>     | 2.144                |
| 148 | HMF 184 | <i>Bacillus licheniformis</i>        | 2.093                |
| 149 | HMF 185 | <i>Lysinibacillus sphaericus</i>     | 2.144                |
| 150 | HMF 186 | <i>Micrococcus luteus</i>            | 2.193                |
| 151 | HMF 187 | <i>Lactobacillus paralimentarius</i> | 1.559                |
| 152 | HMF 188 | <i>Aerococcus viridans</i>           | 1.933                |
| 153 | HMF 189 | <i>Arthrobacter gandavensis</i>      | 2.504                |
| 154 | HMF 190 | <i>Enterococcus faecium</i>          | 2.247                |
| 155 | HMF 191 | <i>Bacillus pumilus</i>              | 2.075                |
| 156 | HMF 192 | <i>Arthrobacter nicotinovorans</i>   | 1.437                |
| 157 | HMF 193 | <i>Bacillus megaterium</i>           | 2.175                |
| 158 | HMF 194 | <i>Exiguobacterium auranticum</i>    | 2.296                |
| 159 | HMF 196 | <i>Bacillus licheniformis</i>        | 2.093                |
| 160 | HMF 197 | <i>Paenibacillus cooki</i>           | 1.772                |
| 161 | HMF 198 | <i>Clostridium histolyticum</i>      | 1.381                |
| 162 | HMF 199 | <i>Pseudomonas stutzeri</i>          | 2.359                |
| 163 | HMF 200 | <i>Aerococcus viridans</i>           | 1.933                |
| 164 | HMF 201 | <i>Acinetobacter lwoffii</i>         | 2.167                |
| 165 | HMF 202 | <i>Acinetobacter lwoffii</i>         | 2.167                |
| 166 | HMF 203 | <i>Corynebacterium efficiens</i>     | 1.677                |
| 167 | HMF 204 | <i>Acinetobacter lwoffii</i>         | 2.167                |
| 168 | HMF 205 | <i>Lysinibacillus sphaericus</i>     | 2.144                |
| 169 | HMF 206 | <i>Bacillus sonorensis</i>           | 1.641                |
| 170 | HMF 207 | <i>Bacillus pumilus</i>              | 2.075                |
| 171 | HMF 208 | <i>Bacillus mojavensis</i>           | 1.954                |
| 172 | HMF 209 | <i>Arthrobacter gandavensis</i>      | 2.504                |
| 173 | HMF 210 | <i>Bacillus pumilus</i>              | 2.075                |

**Tablo 5.1.** Okulların İç Ortam Havasından Elde Edilen İzolatlar (devam)

| NO  | KOD     | CİNS/TÜR İSİMLERİ                   | MALDI- Biotyper Skor |
|-----|---------|-------------------------------------|----------------------|
| 174 | HMF 211 | <i>Aerococcus viridans</i>          | 1.933                |
| 175 | HMF 212 | <i>Lysinibacillus sphaericus</i>    | 2.144                |
| 176 | HMF 213 | <i>Staphylococcus haemolyticus</i>  | 1.972                |
| 177 | HMF 214 | <i>Bacillus atrophaeus</i>          | 1.652                |
| 178 | HMF 215 | <i>Clostridium innocuum</i>         | 1.282                |
| 179 | HMF 217 | <i>Chryseobacterium indologenes</i> | 1.319                |
| 180 | HMF 218 | <i>Brevibacillus parabrevis</i>     | 1.617                |

Çalışmada elde edilen saf kültürlerin MALDI-TOF MS yöntemiyle yapılan tanımlanması sonucunda her iki dönemde 17 adet bakteri cinsine ait olan toplam 48 adet farklı tür tespit edilmiştir. Bu cins ve türler Tablo 5.2’de verilmiştir.



**Tablo 5.2.** Sınıfların İç Havaında MALDI-TOF MS Yöntemiyle Belirlenen Cins ve Türler

| CİNSLER                      | TÜRLER                                                        |                          |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Bacillus spp.</b>         | <i>B. cereus</i>                                              | <i>B. megaterium</i>     |
|                              | <i>B. licheniformis</i>                                       | <i>B. mojavensis</i>     |
|                              | <i>B. subtilis</i>                                            | <i>B. niacini</i>        |
|                              | <i>B. endophyticus</i>                                        | <i>B. badius</i>         |
|                              | <i>B. pumilus</i>                                             | <i>B. firmus</i>         |
|                              | <i>B. sonorensis</i>                                          | <i>B. circulans</i>      |
|                              | <i>B. simplex</i>                                             | <i>B. atrophaeus</i>     |
|                              | <i>B. flexus</i>                                              | <i>B. jeotgali</i>       |
| <b>Staphylococcus spp.</b>   | <i>S. haemolyticus</i>                                        | <i>S. aureus</i>         |
|                              | <i>S. hominis</i>                                             | <i>S. sciuri</i>         |
|                              | <i>S. succinus</i>                                            | <i>S. equorum</i>        |
| <b>Paenibacillus spp.</b>    | <i>P. barengoltzii</i>                                        | <i>P. glucanolyticus</i> |
|                              | <i>P. lactis</i>                                              | <i>P. cooki</i>          |
| <b>Enterococcus spp.</b>     | <i>E. faecium</i> / <i>E. hirae</i> / <i>E. casseliflavus</i> |                          |
| <b>Arthrobacter spp.</b>     | <i>A. gandavensis</i>                                         | <i>A. nicotinovorans</i> |
| <b>Micrococcus spp.</b>      | <i>M. luteus</i>                                              | <i>M. lylae</i>          |
| <b>Pseudomonas spp.</b>      | <i>P. stutzeri</i>                                            | <i>P. taetrolens</i>     |
| <b>Kocuria spp.</b>          | <i>K. rosea</i>                                               | <i>K. polaris</i>        |
| <b>Lysinibacillus spp.</b>   | <i>L. fusiformis</i>                                          | <i>L. sphaericus</i>     |
| <b>Acinetobacter spp.</b>    | <i>A. lwoffii</i>                                             | --                       |
| <b>Exiguobacterium spp.</b>  | <i>E. auranticum</i>                                          | --                       |
| <b>Aerococcus spp.</b>       | <i>A. viridans</i>                                            | --                       |
| <b>Clostridium spp.</b>      | <i>C. histolyticum</i>                                        | <i>C. innocuum</i>       |
| <b>Corynebacterium spp.</b>  | <i>C. efficiens</i>                                           | --                       |
| <b>Brevibacillus spp.</b>    | <i>B. parabrevis</i>                                          | --                       |
| <b>Chryseobacterium spp.</b> | <i>C. indolgenes</i>                                          | --                       |
| <b>Lactobacillus spp.</b>    | <i>L. paralimentarius</i>                                     | --                       |

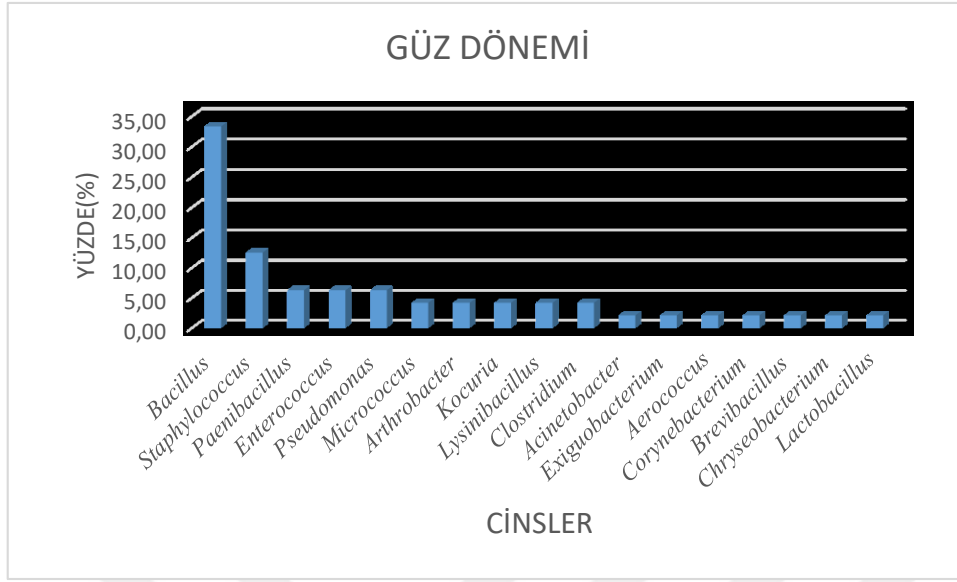
Yapılan çalışma sonucunda güz ve bahar dönemlerinde tespit edilen bakteri cinslerinin yüzdelik oranları Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de verilmiştir.

Güz döneminde tespit edilen bakteri cinsleri ve yüzdelik oranları sırasıyla; *Bacillus* (%33.33), *Staphylococcus* (%12.50), *Paenibacillus* (%6.25), *Enterococcus* (%6.25), *Pseudomonas* (%6.25), *Arthrobacter* (%4.16), *Micrococcus* (%4.16), *Kocuria* (%4.16), *Lysinibacillus* (%4.16), *Clostridium* (%4.16), *Acinetobacter* (%2.08), *Exiguobacterium* (%2.08), *Aerococcus* (%2.08), *Corynebacterium* (%2.08), *Brevibacillus* (%2.08), *Chryseobacterium* (%2.08), *Lactobacillus* (%2.08) olarak belirlenmiştir (Şekil 5.1).

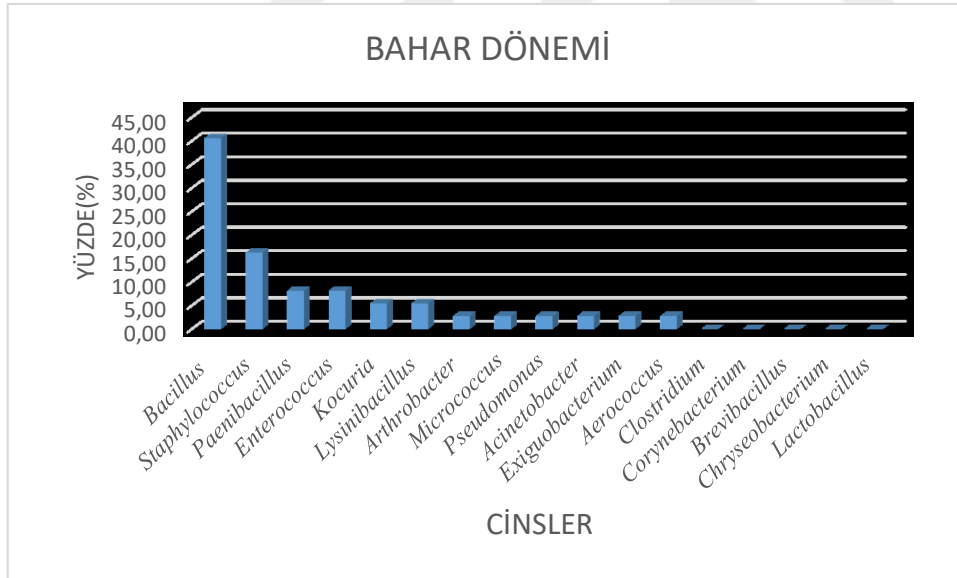
Bahar döneminde tespit edilen bakteri cinsleri ve yüzdelik oranları sırasıyla; *Bacillus* (%40.54), *Staphylococcus* (%16.21), *Paenibacillus* (%8.10), *Enterococcus* (%8.10), *Kocuria* (%5.40), *Lysinibacillus* (%5.40), *Arthrobacter* (%2.70), *Micrococcus* (%2.70), *Pseudomonas* (%2.70), *Acinetobacter* (%2.70), *Exiguobacterium* (%2.70), *Aerococcus* (%2.70), *Corynebacterium* (%0.00), *Brevibacillus* (%0.00), *Clostridium* (%0.00), *Chryseobacterium* (%0.00), *Lactobacillus* (%0.00) olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2).

Güz döneminde tespit edilen bazı cinsler bahar döneminde belirlenmemiştir (Şekil 5.2). Bu cinsler aşağıda sıralanmıştır:

- *Corynebacterium*
- *Brevibacillus*
- *Clostridium*
- *Chryseobacterium*
- *Lactobacillus*

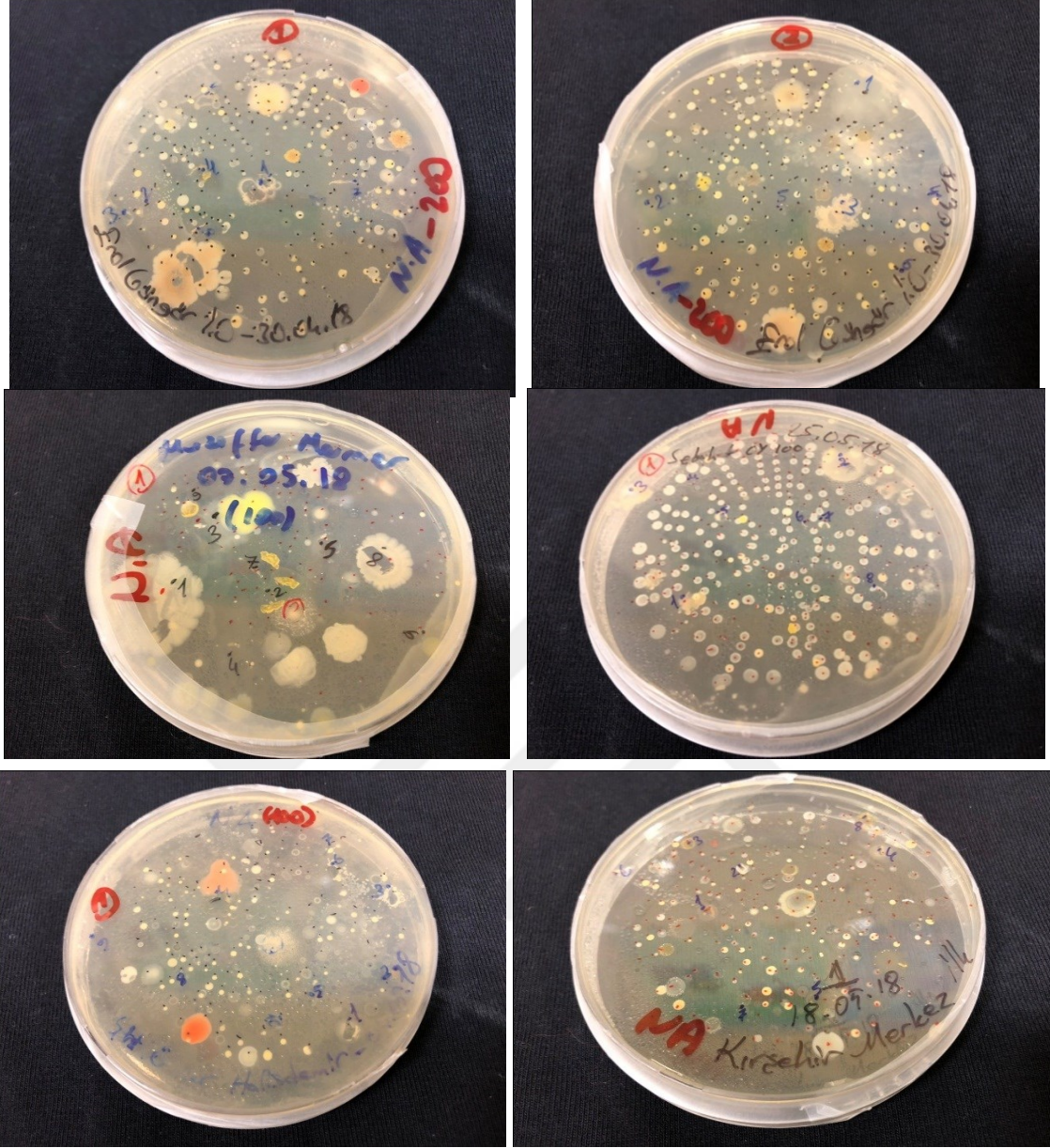


**Şekil 5.1.** Güz Döneminde Tespit Edilen Bakteri Cinslerinin Yüzdelik Oranları



**Şekil 5.2.** Bahar Döneminde Tespit Edilen Bakteri Cinslerinin Yüzdelik Oranları

Kırşehir İli'ndeki ilkokullardaki sınıfların iç ortam havasından elde edilen izolatların karışık kültürlerinin petri kaplarında oluşan görüntüleri Şekil 5.3., Şekil 5.3 (devam)'de, saf kültürlerin petri kaplarında oluşan görüntüleri ise Şekil 5.4 ve Şekil 5.4 (devam)'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri

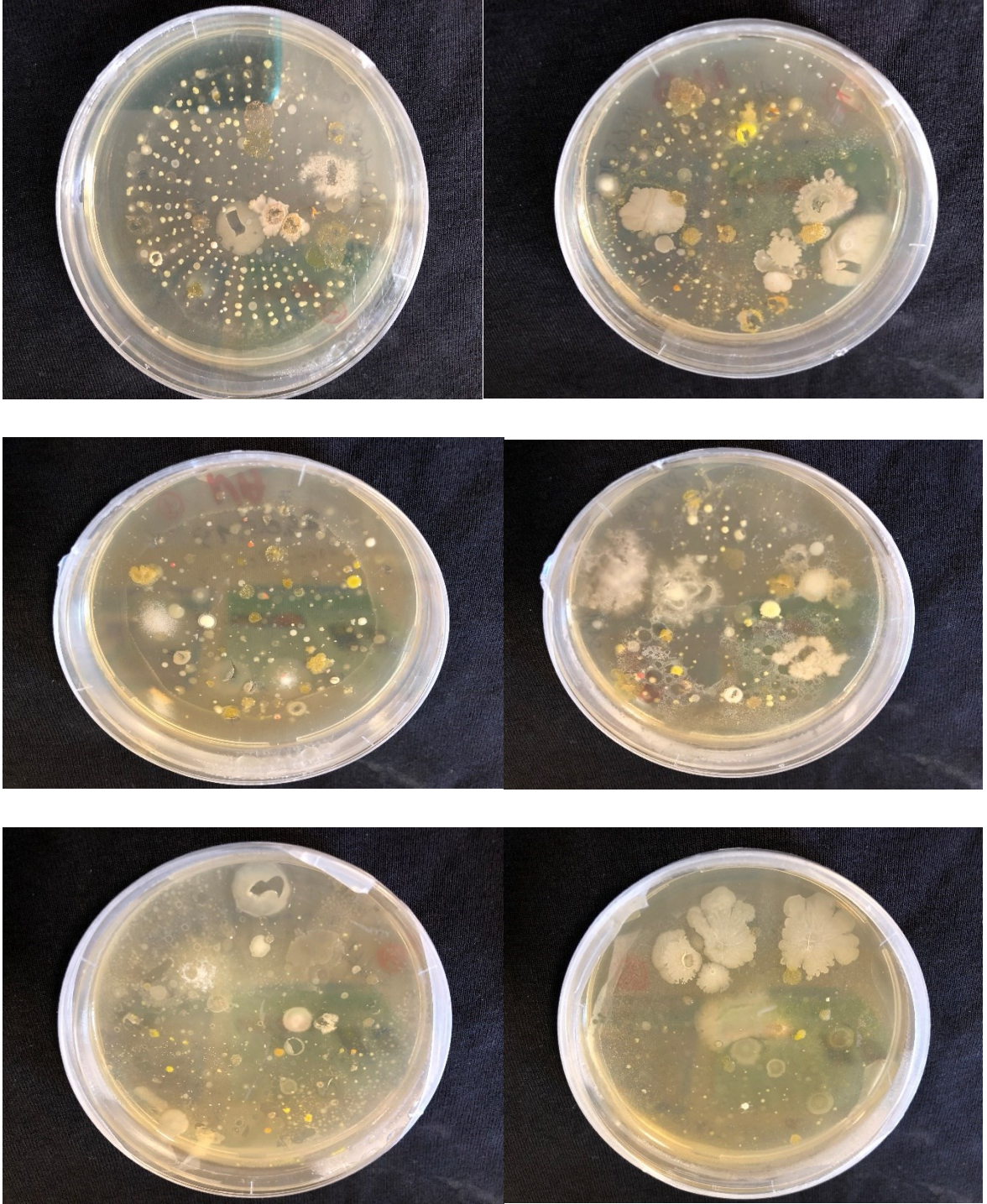




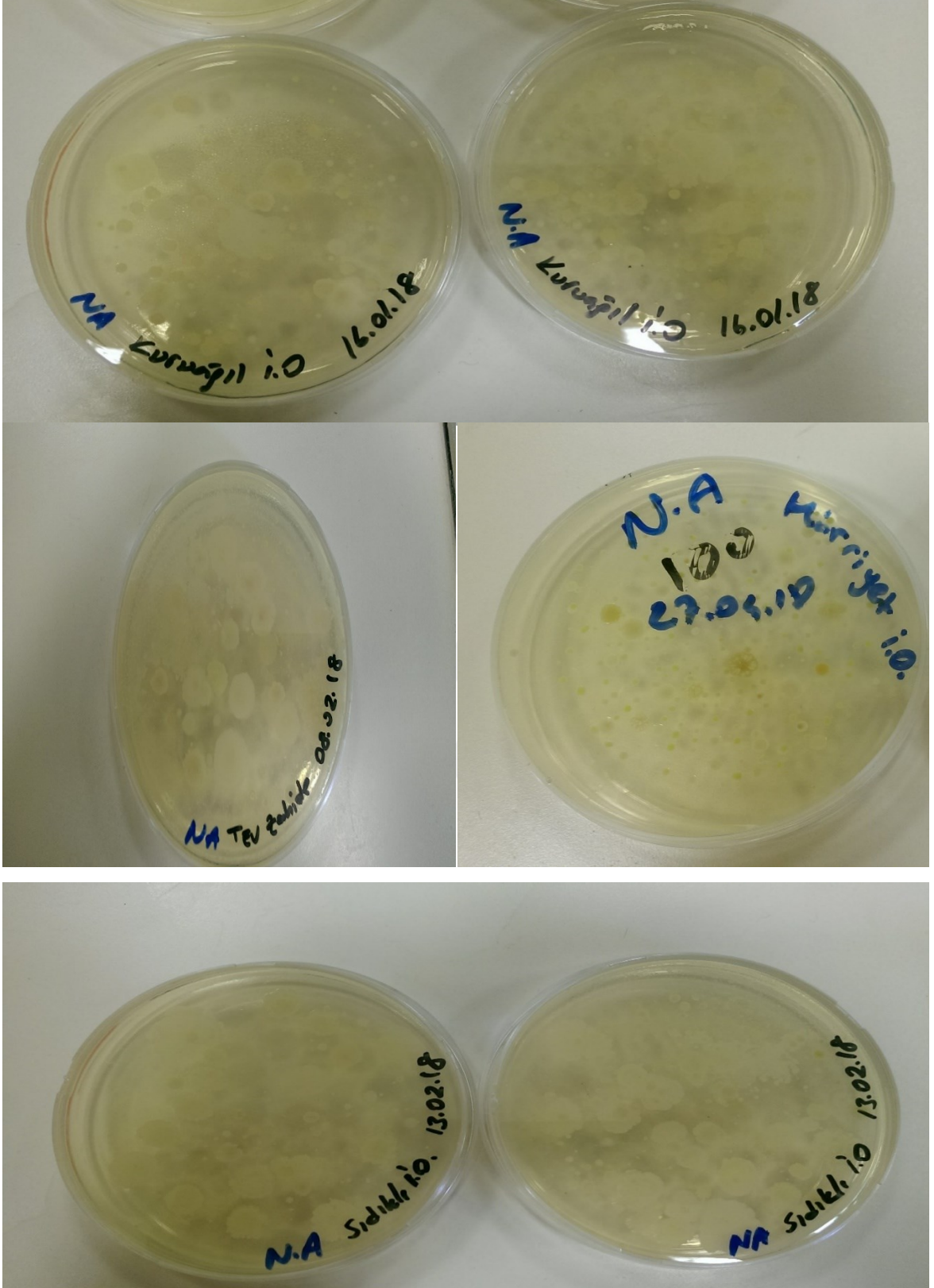


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)



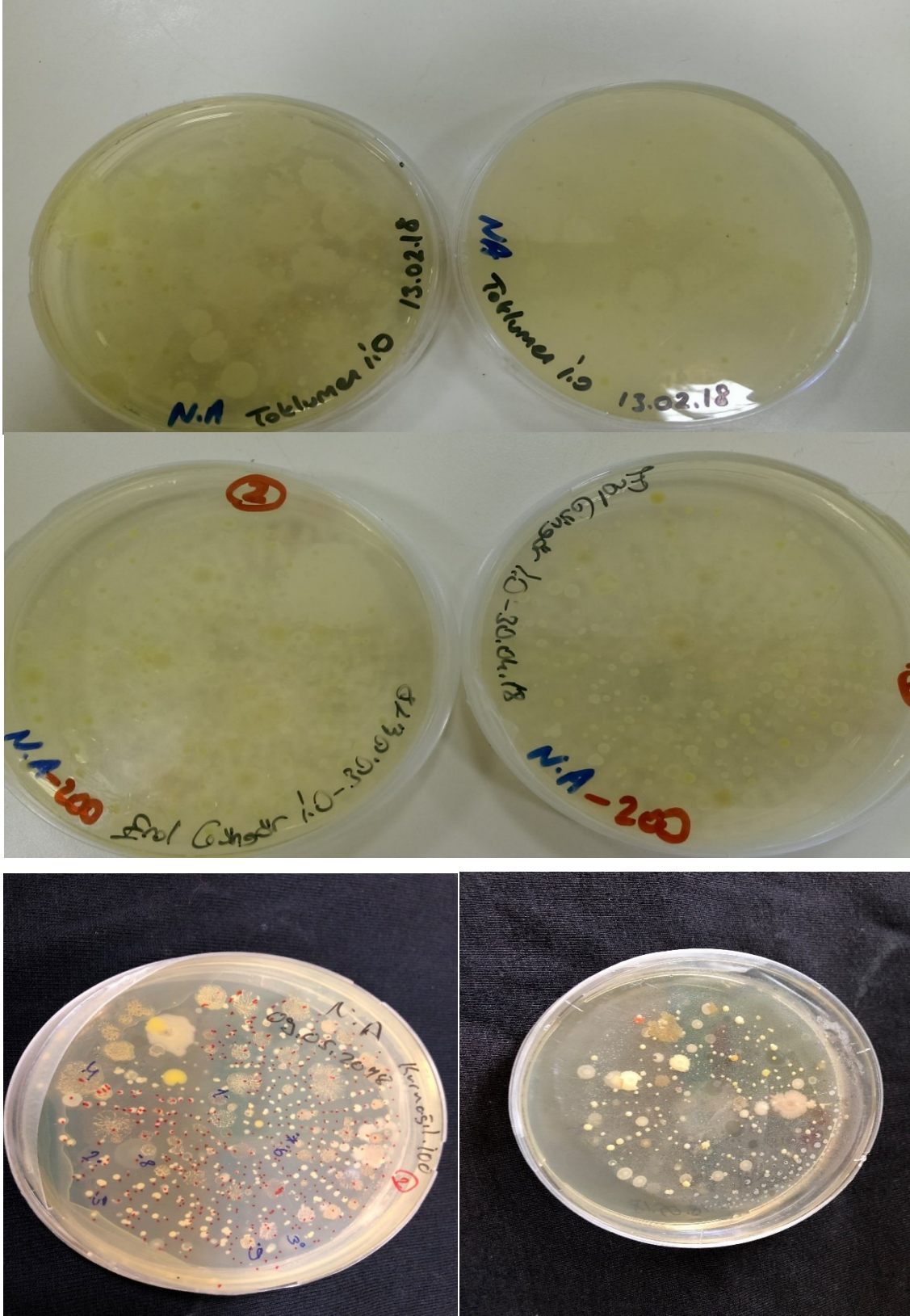


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)

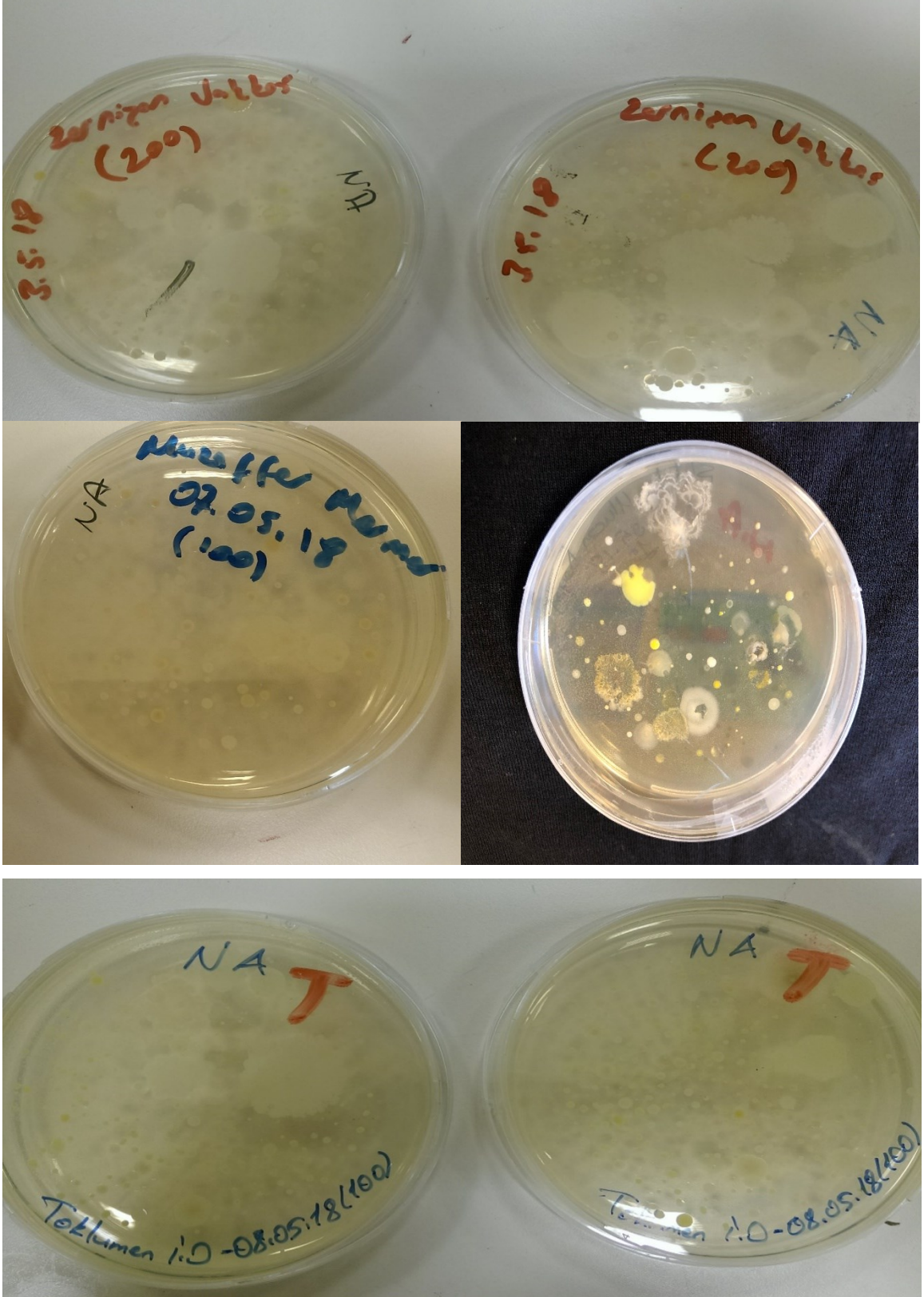


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)



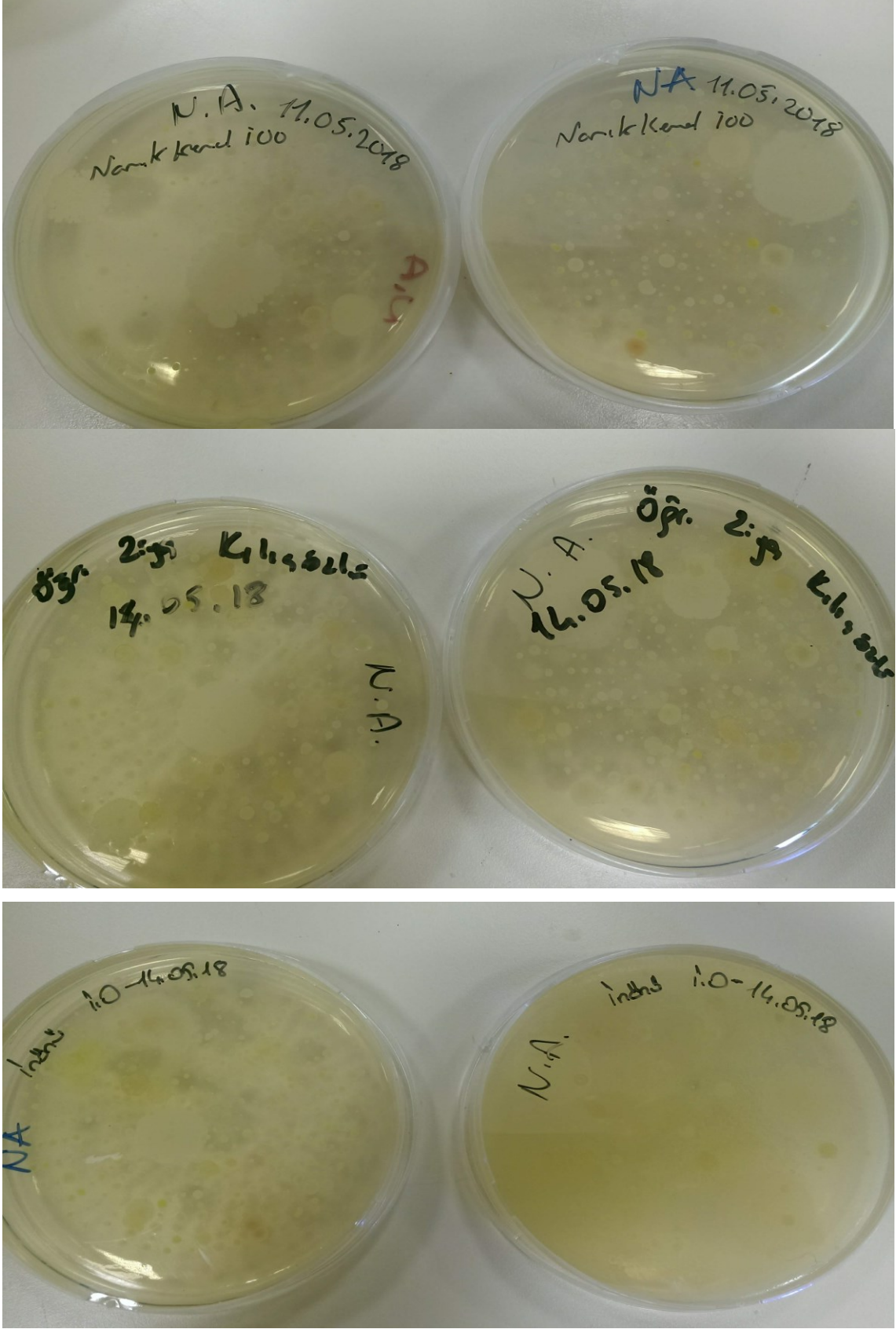


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)

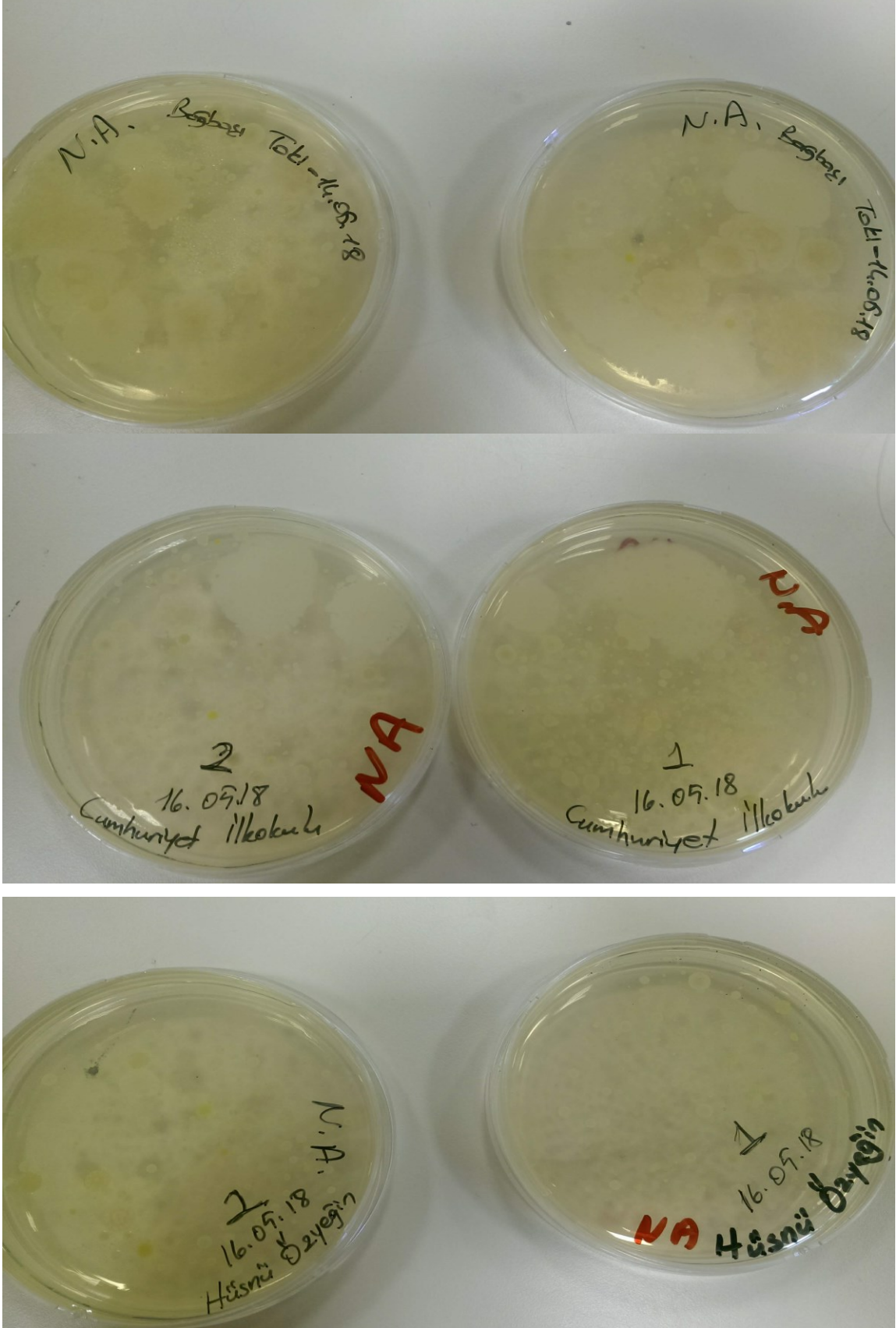


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)



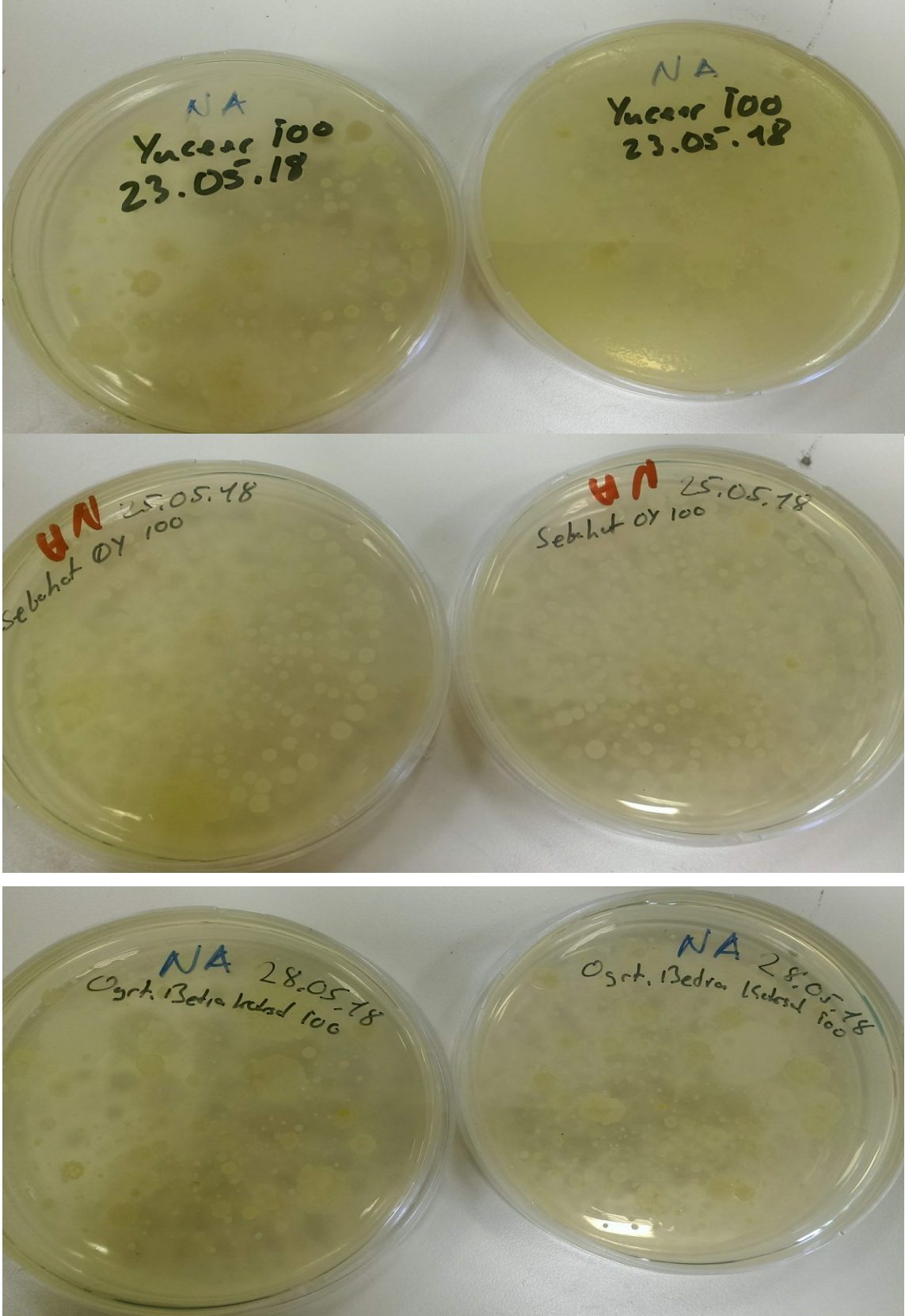


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)

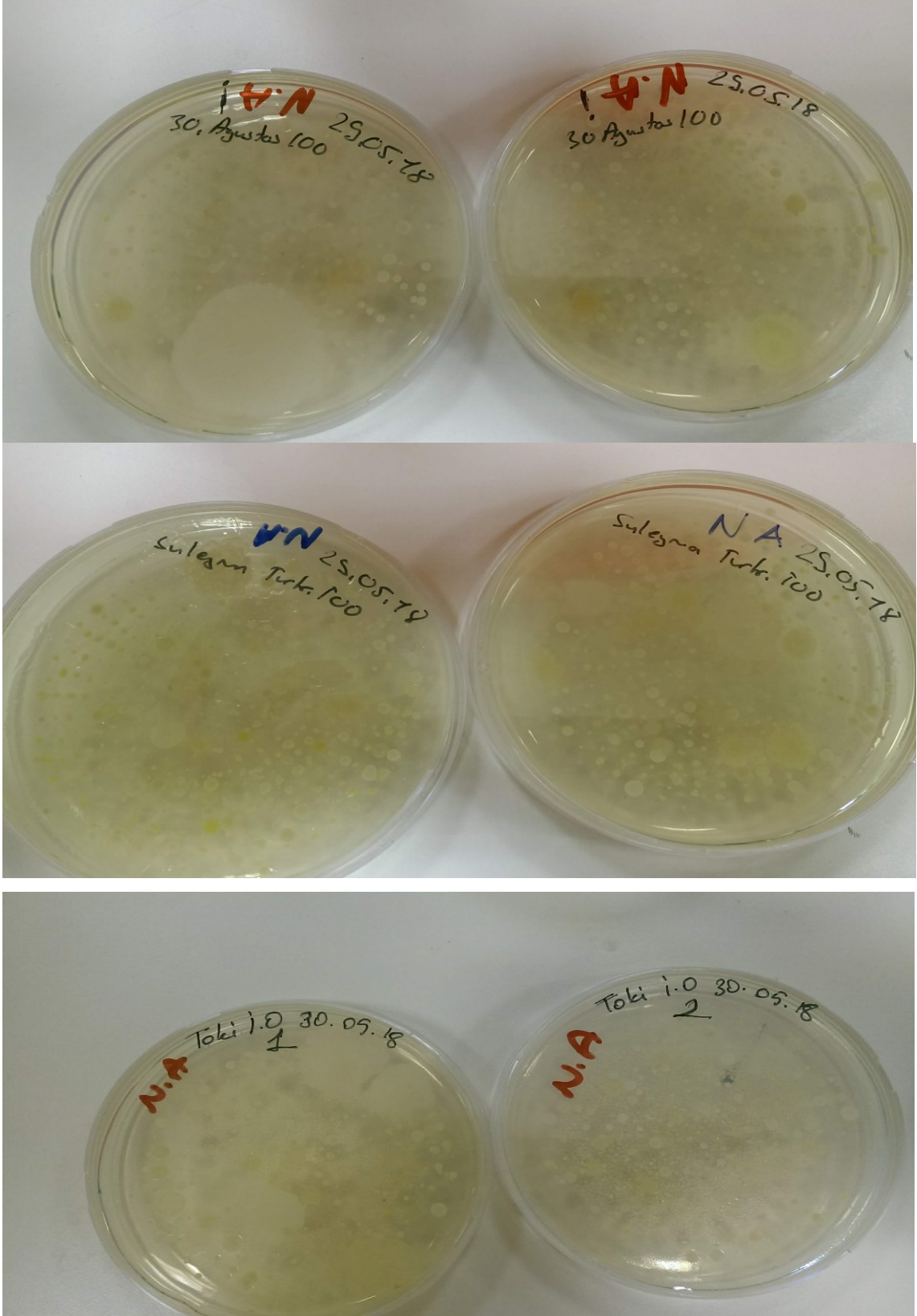


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)



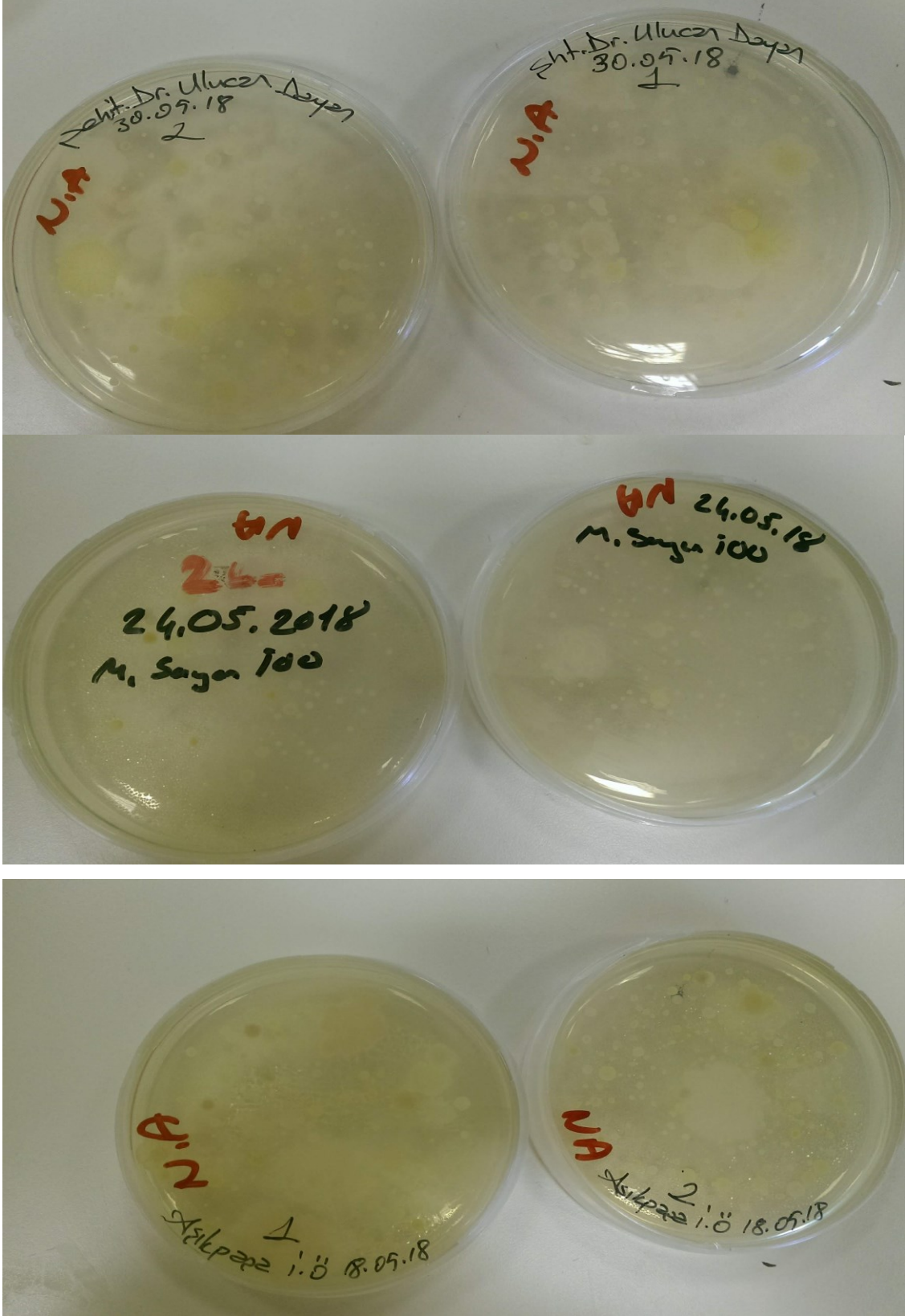


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)

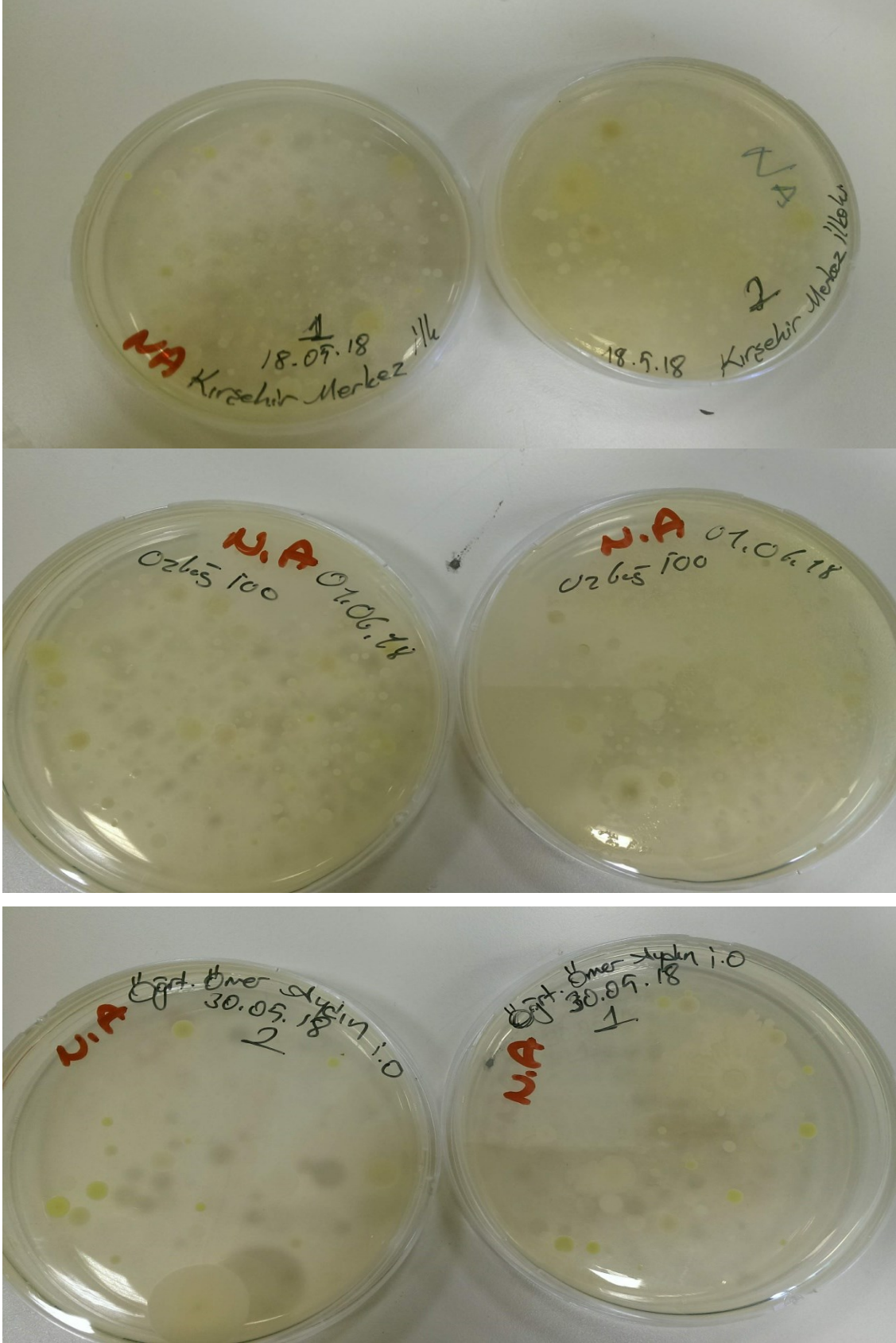


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)





Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)

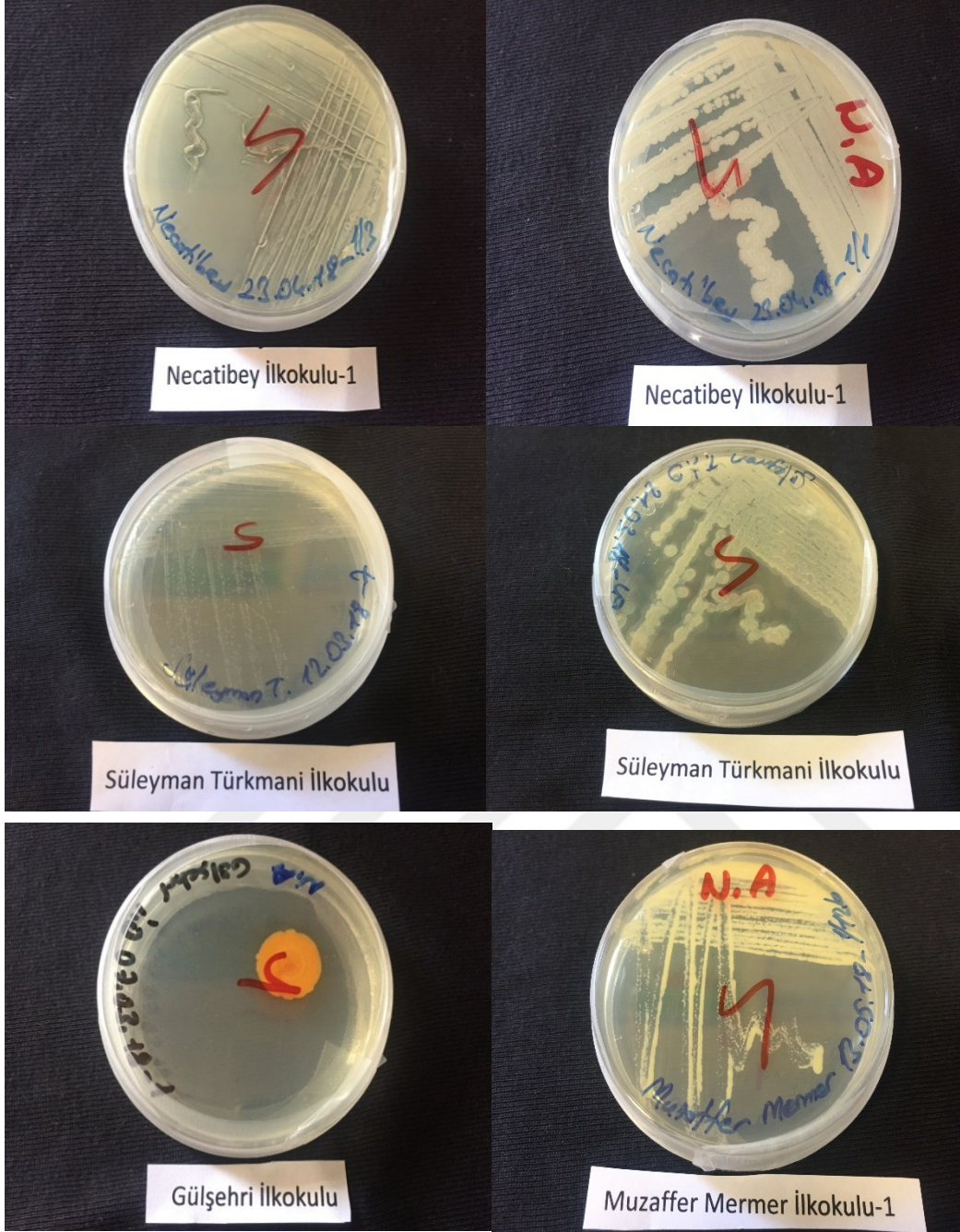


Şekil 5.3. Okullardan Alınan Örneklerin Karışık Kültürleri (devam)



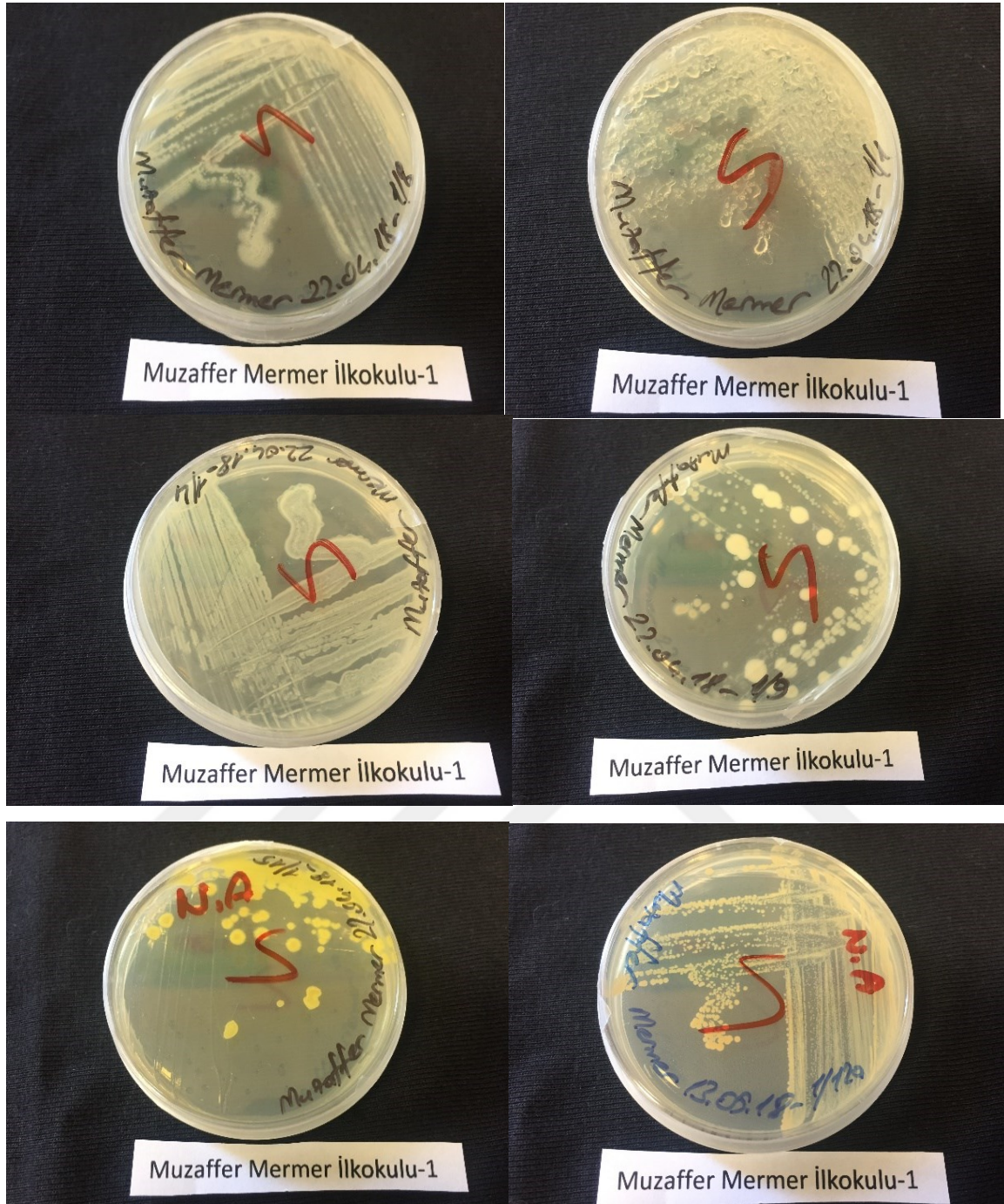


Şekil 5.4. Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen Saf Kültürler



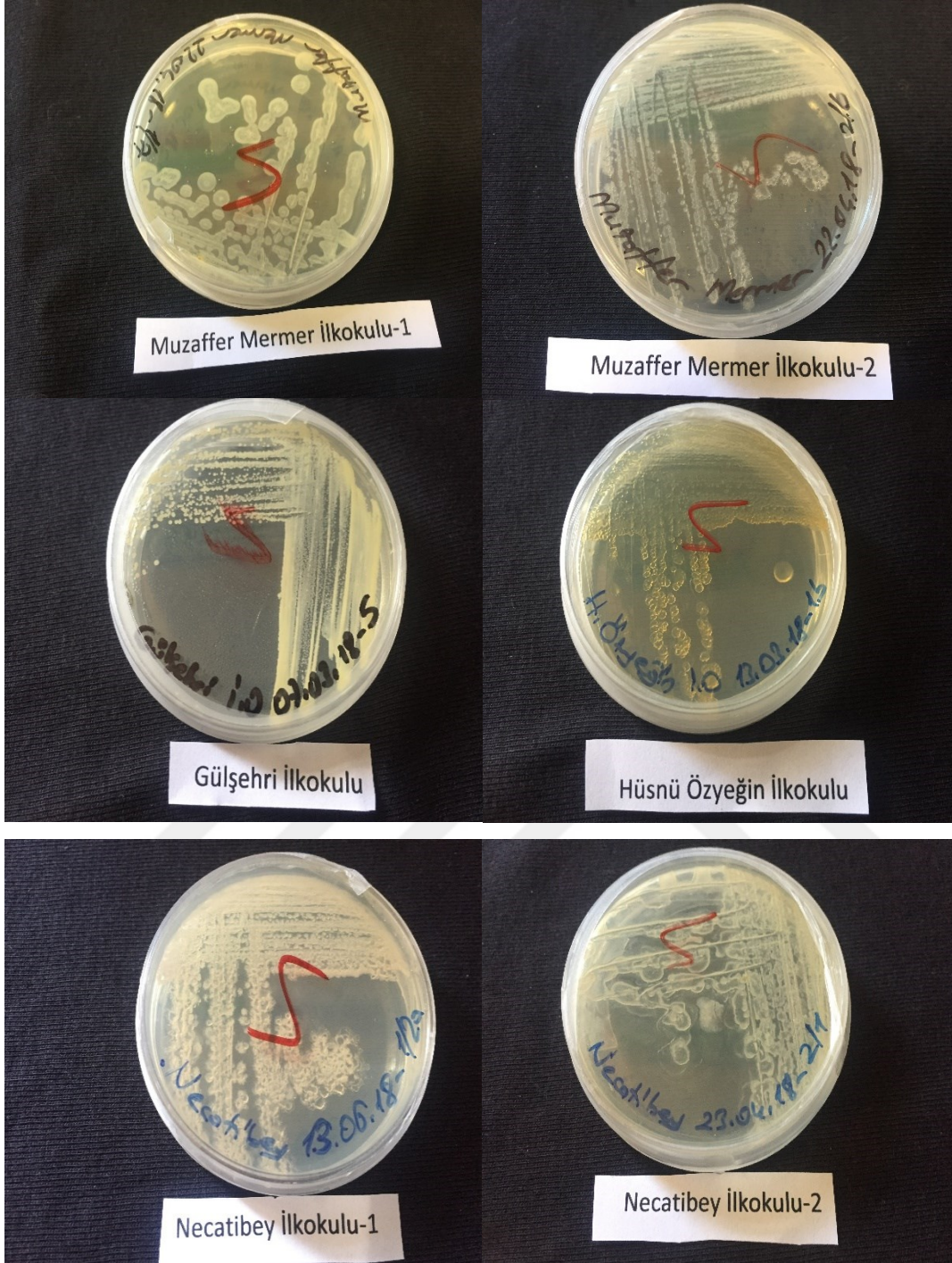
Şekil 5.4. Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen Saf Kültürler (devam)



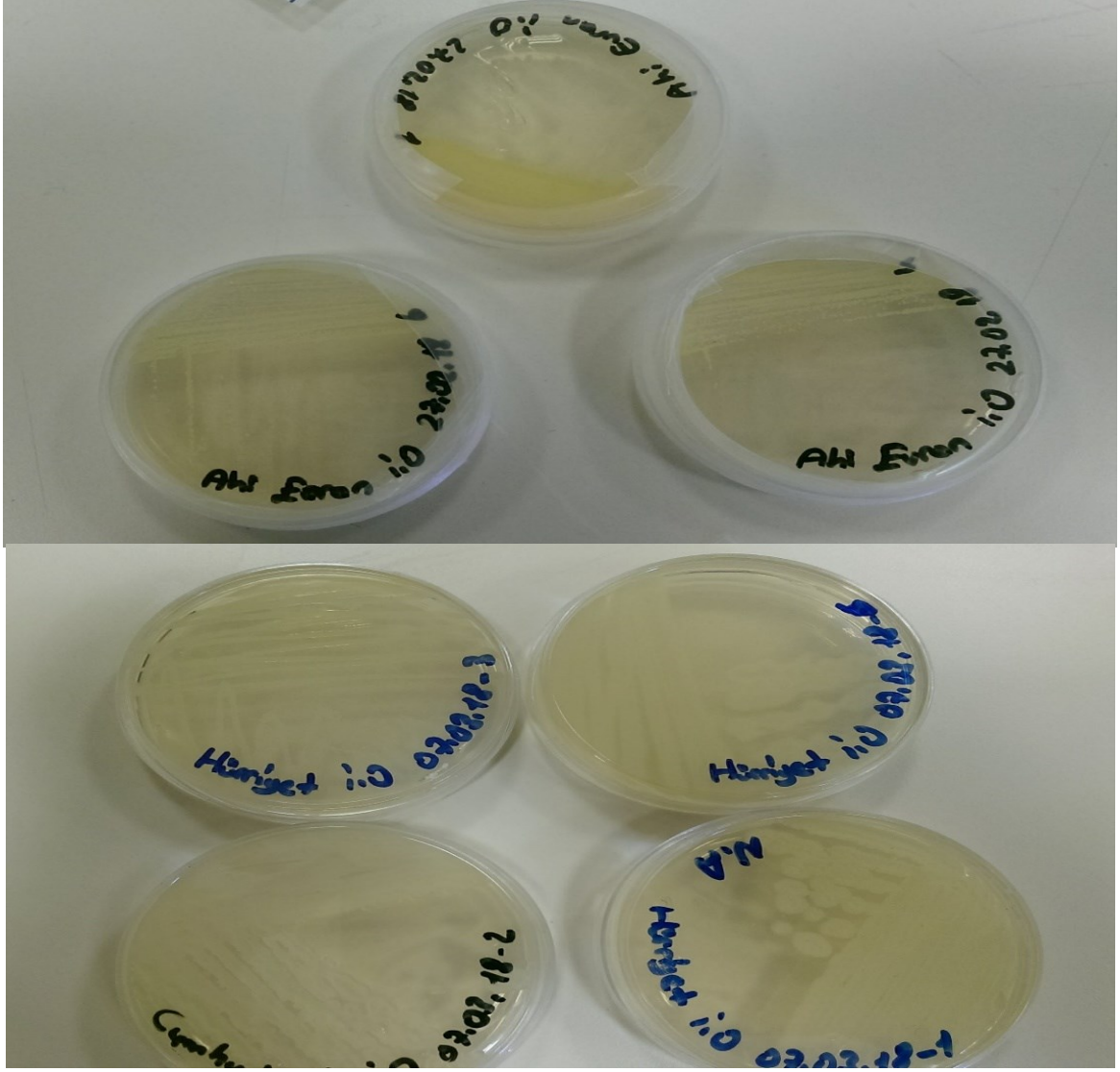


Şekil 5.4. Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen Saf Kültürler (devam)





Şekil 5.4. Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen Saf Kültürler (devam)



Şekil 5.4. Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen Saf Kültürler (devam)



**Şekil 5.4.** Okullardan Alınan Örneklerden Elde Edilen Saf Kültürler (devam)

Kırşehir İl merkezinde ve il merkezine bağlı köylerde bulunan toplam 33 okuldan güz ve bahar dönemlerinde alınan örneklerden izole edilerek MALDI-TOF MS yöntemi ile tanımlanan bakterilerin cins ve tür isimleri, MALDI-Biotyper Skor değerleri ve total bakteri sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) Tablo 5.3- Tablo 5.3 (devam)'da verilmiştir.



**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>)

| NO | OKUL ADI             | GÜZ                   |                           |                     | BAHAR                 |                         |                     |
|----|----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
|    |                      | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI               | MALDI-Biotyper Skor | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI             | MALDI-Biotyper Skor |
| 1  | 30 AĞUSTOS ZAFER İO  | 211                   | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093               | 346                   | <i>Pseudomonas</i> sp.  | -                   |
|    |                      |                       | <i>Paenibacillus</i> sp.  | -                   |                       | <i>M. luteus</i>        | 2.193               |
|    |                      |                       | <i>B. subtilis</i>        | 2.247               |                       | <i>B. endophyticus</i>  | 1.867               |
|    |                      |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.    | -                   |                       | <i>B. pumilus</i>       | 2.075               |
|    |                      |                       | <i>Staphylococcus</i> sp. | 1.62                |                       | <i>S. haemolyticus</i>  | 1.972               |
|    |                      |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193               |                       | <i>A. lwoffii</i>       | 2.167               |
|    |                      |                       | <i>B. parabrevis</i>      | 1.617               |                       |                         |                     |
| 2  | HÜSNÜ M. ÖZYEĞİN İO  | 148                   | <i>K. rosea</i>           | 2.296               | 153                   | <i>P. barengoltzii</i>  | 2.422               |
|    |                      |                       |                           |                     |                       | <i>Kocuria rosea</i>    | 2.296               |
|    |                      |                       |                           |                     |                       | <i>P. stutzeri</i>      | 2.359               |
|    |                      |                       |                           |                     |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.  | -                   |
|    |                      |                       |                           |                     |                       | <i>S. hominis</i>       | 1.941               |
|    |                      |                       |                           |                     |                       | <i>S. succinus</i>      | 1.719               |
|    |                      |                       |                           |                     |                       | <i>B. pumilus</i>       | 2.075               |
| 3  | SÜLEYMAN TÜRKMANİ İO | 239                   | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093               | ≥2628                 | <i>M. luteus</i>        | 2.193               |
|    |                      |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                   |                       | <i>B. pumilus</i>       | 2.075               |
|    |                      |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.    | -                   |                       | <i>B. sonorensis</i>    | 1.641               |
|    |                      |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193               |                       | <i>L. sphaericus</i>    | 2.144               |
|    |                      |                       | <i>C. histolyticum</i>    | 1.381               |                       | <i>P. stutzeri</i>      | 2.359               |
|    |                      |                       | <i>B. pumilus</i>         | 2.075               |                       |                         |                     |
| 4  | AHİ EVRAN İO         | 157                   | <i>Pseudomonas</i> sp.    | -                   | ≥2628                 | <i>M. luteus</i>        | 2.193               |
|    |                      |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                   |                       | <i>Bacillus</i> sp.     | -                   |
|    |                      |                       | <i>E. auranticum</i>      | 2.296               |                       | <i>B. licheniformis</i> | 2.093               |
|    |                      |                       |                           |                     |                       | <i>B. pumilus</i>       | 2.075               |
|    |                      |                       |                           |                     |                       | <i>E. auranticum</i>    | 2.296               |

**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI        | GÜZ                   |                           |                     | BAHAR                 |                          |                     |
|----|-----------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|
|    |                 | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI               | MALDI-Biotyper Skor | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI              | MALDI-Biotyper Skor |
| 5  | GÜLŞEHİRİ İO    | 140                   | <i>Pseudomonas</i> sp.    | -                   | 201                   | <i>B. pumilus</i>        | 2.075               |
|    |                 |                       | <i>Paenibacillus</i> sp.  | -                   |                       | <i>B. mojavenensis</i>   | 1.954               |
|    |                 |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193               |                       | <i>Kocuria</i> sp.       | -                   |
|    |                 |                       | <i>E. auranticum</i>      | 2.296               |                       | <i>E. auranticum</i>     | 2.296               |
|    |                 |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093               |                       | <i>M. lylae</i>          | 2.287               |
|    |                 |                       | <i>Staphylococcus</i> sp. | 1.62                |                       | <i>B. circulans</i>      | 1.709               |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193               |
| 6  | HÜRRİYET İO     | 158                   | <i>Bacillus</i> sp.       | -                   | ≥2628                 | <i>P. lactis</i>         | 2.105               |
|    |                 |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193               |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193               |
|    |                 |                       | <i>E. auranticum</i>      | 2.296               |                       | <i>A. viridans</i>       | 1.933               |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>S. haemolyticus</i>   | 1.972               |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>E. auranticum</i>     | 2.296               |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>Bacillus</i> sp.      | -                   |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>S. succinus</i>       | 1.719               |
| 7  | CUMHURİYET İO   | 557                   | <i>M. luteus</i>          | 2.193               | ≥2628                 | <i>Bacillus</i> sp.      | -                   |
|    |                 |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                   |                       | <i>B. cereus</i>         | 2.034               |
|    |                 |                       | <i>C. innocuum</i>        | 1.282               |                       | <i>B. simplex</i>        | 1.9                 |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075               |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093               |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>S. haemolyticus</i>   | 1.972               |
| 8  | SIRRI KARDEŞ İO | 202                   | <i>E. auranticum</i>      | 2.296               | 487                   | <i>Paenibacillus</i> sp. | -                   |
|    |                 |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193               |                       | <i>P. lactis</i>         | 2.105               |
|    |                 |                       | <i>K. polaris</i>         | 1.77                |                       | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359               |
|    |                 |                       | <i>K. rosea</i>           | 2.296               |                       | <i>A. viridans</i>       | 1.933               |
|    |                 |                       | <i>P. stutzeri</i>        | 2.359               |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093               |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>B. subtilis</i>       | 2.247               |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>S. aureus</i>         | -                   |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075               |
|    |                 |                       |                           |                     |                       | <i>E. hirae</i>          | 2.066               |

**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI                | GÜZ                   |                                 |                      | BAHAR                 |                         |                      |
|----|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
|    |                         | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI                     | MALDI-Biotyper Score | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI             | MALDI-Biotyper Score |
| 9  | KIRŞEHİR MERKEZ İO      | 85                    | <i>B. subtilis</i>              | 2.247                | 337                   | <i>B. pumilus</i>       | 2.075                |
|    |                         |                       | <i>Bacillus</i> sp.             | -                    |                       | <i>M. luteus</i>        | 2.193                |
|    |                         |                       | <i>B. sonorensis</i>            | 1.641                |                       | <i>B. subtilis</i>      | 2.247                |
|    |                         |                       | <i>M. luteus</i>                | 2.193                |                       | <i>E. auranticum</i>    | 2.296                |
|    |                         |                       | <i>K. polaris</i>               | 1.77                 |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>P. stutzeri</i>              | 2.359                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>Paenibacillus</i> sp.        | -                    |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>A. lwoffii</i>               | 2.167                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>C. efficiens</i>             | 1.677                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>S. haemolyticus</i>          | 1.972                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>A. viridans</i>              | 1.933                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>Brevibacillus parabrevis</i> | 1.617                |                       |                         |                      |
| 10 | PROF.DR. EROL GÜNGÖR İO | 110                   | <i>B. licheniformis</i>         | 2.093                | 501                   | <i>B. subtilis</i>      | 2.247                |
|    |                         |                       | <i>Paenibacillus</i> sp.        | -                    |                       | <i>M. luteus</i>        | 2.193                |
|    |                         |                       | <i>Staphylococcus</i> sp.       | 1.62                 |                       | <i>B. licheniformis</i> | 2.093                |
|    |                         |                       | <i>E. faecium</i>               | 2.247                |                       | <i>Enterococcus</i> sp. | -                    |
|    |                         |                       | <i>E. auranticum</i>            | 2.296                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>M. luteus</i>                | 2.193                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>P. stutzeri</i>              | 2.359                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>B. mojavensis</i>            | 1.954                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>B. pumilus</i>               | 2.075                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>Bacillus</i> sp.             | -                    |                       |                         |                      |
|    |                         |                       |                                 |                      |                       |                         |                      |
| 11 | MUZAFFER MERMER İO      | 144                   | <i>B. licheniformis</i>         | 2.093                | 137                   | <i>M. luteus</i>        | 2.193                |
|    |                         |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.          | -                    |                       | <i>A. gandavensis</i>   | 2.504                |
|    |                         |                       | <i>Staphylococcus</i> sp.       | 1.62                 |                       | <i>B. licheniformis</i> | 2.093                |
|    |                         |                       | <i>A. viridans</i>              | 1.933                |                       | <i>Bacillus</i> sp.     | -                    |
|    |                         |                       | <i>P. lactis</i>                | 2.105                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>B. megaterium</i>            | 2.175                |                       |                         |                      |
|    |                         |                       | <i>Bacillus</i> sp.             | -                    |                       |                         |                      |

**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Score Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI                           | GÜZ                   |                          |                      | BAHAR                 |                           |                      |
|----|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
|    |                                    | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI              | MALDI-Biotyper Score | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI               | MALDI-Biotyper Score |
| 12 | İMKB<br>ZERNİŞAN<br>VAKKAS İO      | 118                   | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                | 805                   | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |
|    |                                    |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |                       | <i>A. viridans</i>        | 1.933                |
|    |                                    |                       | <i>B. niacini</i>        | 1.851                |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                |
|    |                                    |                       | <i>Enterococcus</i> sp.  | -                    |                       | <i>E. auranticum</i>      | 2.296                |
|    |                                    |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |                       | <i>B. pumilus</i>         | 2.075                |
|    |                                    |                       | <i>A. nicotinovorans</i> | 1.437                |                       | <i>Staphylococcus</i> sp. | 1.62                 |
|    |                                    |                       | <i>E. auranticum</i>     | 2.296                |                       |                           |                      |
|    |                                    |                       | <i>C. indologenes</i>    | 1.319                |                       |                           |                      |
| 13 | ŞEHİT<br>ÖMER<br>HALİS<br>DEMİR İO | 242                   | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    | ≥2628                 | <i>Enterococcus</i> sp.   | -                    |
|    |                                    |                       | <i>Enterococcus</i> sp.  | -                    |                       | <i>B. pumilus</i>         | 2.075                |
|    |                                    |                       | <i>P. glucanolyticus</i> | 1.716                |                       | <i>P. lactis</i>          | 2.105                |
|    |                                    |                       |                          |                      |                       | <i>P. stutzeri</i>        | 2.359                |
|    |                                    |                       |                          |                      |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |
| 14 | NECATİBEY<br>İO                    | 93                    | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                | ≥2628                 | <i>Paenibacillus</i> sp.  | -                    |
|    |                                    |                       | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |
|    |                                    |                       |                          |                      |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    |
|    |                                    |                       |                          |                      |                       | <i>E. auranticum</i>      | 2.296                |
|    |                                    |                       |                          |                      |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                |
|    |                                    |                       |                          |                      |                       | <i>B. pumilus</i>         | 2.075                |
|    |                                    |                       |                          |                      |                       | <i>B. niacini</i>         | 1.851                |
|    |                                    |                       |                          |                      |                       | <i>B. simplex</i>         | 1.9                  |
|    |                                    |                       |                          |                      |                       | <i>B. firmus</i>          | 1.815                |

**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI                   | GÜZ                   |                           |                      | BAHAR                 |                          |                      |
|----|----------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
|    |                            | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI               | MALDI-Biotyper Score | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI              | MALDI-Biotyper Score |
| 15 | İMKB 23 NİSAN İO           | 38                    | <i>M. luteus</i>          | 2.193                | ≥2628                 | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |
|    |                            |                       | <i>E. auranticum</i>      | 2.296                |                       | <i>Clostridium</i> sp.   | -                    |
|    |                            |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |
|    |                            |                       | <i>B. mojavensis</i>      | 1.954                |                       | <i>P. taetrolens</i>     | 2.172                |
|    |                            |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    |                       | <i>A. gandavensis</i>    | 2.504                |
|    |                            |                       | <i>C. efficiens</i>       | 1.677                |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                            |                       | <i>B. parabrevis</i>      | 1.617                |                       | <i>S. haemolyticus</i>   | 1.972                |
|    |                            |                       | <i>A. lwoffii</i>         | 2.167                |                       | <i>Paenibacillus</i> sp. | -                    |
|    |                            |                       | <i>L. sphaericus</i>      | 2.144                |                       | <i>B. firmus</i>         | 1.815                |
|    |                            |                       |                           |                      |                       | <i>E. auranticum</i>     | 2.296                |
| 16 | ÖĞRETMEN ZİYA KILIÇÖZLÜ İO | 40                    | <i>Paenibacillus</i> sp.  | -                    | ≥2628                 | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |
|    |                            |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.    | -                    |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |
|    |                            |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    |                       | <i>A. lwoffii</i>        | 2.167                |
|    |                            |                       | <i>P. barengoltzii</i>    | 2.422                |                       | <i>S. succinus</i>       | 1.719                |
|    |                            |                       | <i>P. stutzeri</i>        | 2.359                |                       | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                |
|    |                            |                       | <i>A. viridans</i>        | 1.933                |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                            |                       | <i>M.luteus</i>           | 2.193                |                       |                          |                      |
| 17 | İNÖNÜ İO                   | 464                   | <i>Paenibacillus</i> sp.  | -                    | ≥2628                 | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |
|    |                            |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.    | -                    |                       | <i>B. flexus</i>         | -                    |
|    |                            |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |
|    |                            |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |                       | <i>B. jeotgali</i>       | -                    |
|    |                            |                       | <i>E. faecium</i>         | 2.247                |                       | <i>B. megaterium</i>     | 2.175                |
|    |                            |                       | <i>A. lwoffii</i>         | 2.167                |                       | <i>E. auranticum</i>     | 2.296                |
|    |                            |                       | <i>M. lylae</i>           | 2.287                |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                            |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                |                       |                          |                      |
|    |                            |                       | <i>Staphylococcus</i> sp. | 1.62                 |                       |                          |                      |

**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI        | GÜZ                   |                           |                      | BAHAR                 |                          |                      |
|----|-----------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
|    |                 | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI               | MALDI-Biotyper Score | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI              | MALDI-Biotyper Score |
| 18 | NAMIK KEMAL İO  | 80                    | <i>B. parabrevis</i>      | 1.617                | 261                   | <i>A. lwoffii</i>        | 2.167                |
|    |                 |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                 |                       | <i>L. sphaericus</i>      | 2.144                |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |
|    |                 |                       | <i>E. auranticum</i>      | 2.296                |                       | <i>Paenibacillus</i> sp. | -                    |
|    |                 |                       | <i>B. pumilus</i>         | 2.075                |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                 |                       | <i>A. nicotinovorans</i>  | 1.437                |                       | <i>E. auranticum</i>     | 2.296                |
|    |                 |                       | <i>Enterococcus</i> sp.   | -                    |                       | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |
|    |                 |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |                       | <i>A. viridans</i>       | 1.933                |
|    |                 |                       | <i>A. lwoffii</i>         | 2.167                |                       | <i>B. cereus</i>         | 2.034                |
|    |                 |                       |                           |                      |                       | <i>K. rosea</i>          | 2.296                |
| 19 | YÜCEER İO       | 115                   | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    | ≥2628                 | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |
|    |                 |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                |                       | <i>E. auranticum</i>     | 2.296                |
|    |                 |                       | <i>Aerococcus</i> sp.     | -                    |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                 |                       | <i>A. viridans</i>        | 1.933                |                       | <i>A. lwoffii</i>        | 2.167                |
|    |                 |                       | <i>P. lactis</i>          | 2.105                |                       | <i>Paenibacillus</i> sp. | -                    |
|    |                 |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |                       | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                |
|    |                 |                       | <i>Staphylococcus</i> sp. | 1.62                 |                       | <i>B. jeotgali</i>       | -                    |
|    |                 |                       |                           |                      |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                 |                       |                           |                      |                       | <i>B. flexus</i>         | -                    |
|    |                 |                       |                           |                      |                       | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |
| 20 | BAĞBAŞI TOKİ İO | 235                   | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                | 394                   | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |
|    |                 |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.    | -                    |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                 |                       | <i>Enterococcus</i> sp.   | -                    |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                 |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |                       | <i>B. mojavensis</i>     | 1.954                |
|    |                 |                       | <i>P. stutzeri</i>        | 2.359                |                       | <i>P. barengoltzii</i>   | 2.422                |
|    |                 |                       | <i>B. mojavensis</i>      | 1.954                |                       |                          |                      |



**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI                       | GÜZ                   |                              |                       | BAHAR                 |                         |                      |
|----|--------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
|    |                                | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI                  | MALDI-Bioty per Score | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI             | MALDI-Biotyper Score |
| 21 | ÖĞRETMEN BEDİA KÖKSAL GÜLER İO | 321                   | <i>B. licheniformis</i>      | 2.093                 | 604                   | <i>Bacillus</i> sp.     | -                    |
|    |                                |                       | <i>M. luteus</i>             | 2.193                 |                       | <i>B. licheniformis</i> | 2.093                |
|    |                                |                       | <i>P. stutzeri</i>           | 2.359                 |                       | <i>B. pumilus</i>       | 2.075                |
|    |                                |                       | <i>Bacillus</i> sp.          | -                     |                       | <i>A. gandavensis</i>   | 2.504                |
|    |                                |                       | <i>B. pumilus</i>            | 2.075                 |                       | <i>E. faecium</i>       | 2.247                |
|    |                                |                       | <i>K. polaris</i>            | 1.77                  |                       | <i>B. mojavensis</i>    | 1.954                |
|    |                                |                       | <i>E. auranticum</i>         | 2.296                 |                       |                         |                      |
|    |                                |                       | <i>S. succinus</i>           | 1.719                 |                       |                         |                      |
| 22 | ÖĞRETMEN ÖMER AYDIN İO         | 287                   | <i>B. licheniformis</i>      | 2.093                 | 33                    | <i>B. licheniformis</i> |                      |
|    |                                |                       | <i>Bacillus</i> sp.          | -                     |                       | <i>B. pumilus</i>       |                      |
|    |                                |                       | <i>K. rosea</i>              | 2.296                 |                       | <i>K. polaris</i>       | 1.77                 |
|    |                                |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.       | -                     |                       | <i>B. mojavensis</i>    |                      |
|    |                                |                       | <i>A. lwoffii</i>            | 2.167                 |                       | <i>M. luteus</i>        |                      |
|    |                                |                       | <i>Paenibacillus</i> sp.     | -                     |                       |                         |                      |
|    |                                |                       | <i>B. pumilus</i>            | 2.075                 |                       |                         |                      |
|    |                                |                       | <i>B. mojavensis</i>         | 1.954                 |                       |                         |                      |
| 23 | TOKİ İO                        | 366                   | <i>A. viridans</i>           | 1.933                 | 504                   |                         |                      |
|    |                                |                       | <i>L. sphaericus</i>         | 2.144                 |                       | <i>P. stutzeri</i>      | 2.359                |
|    |                                |                       | <i>B. atrophaeus</i>         | 1.652                 |                       | <i>E. auranticum</i>    | 2.359                |
|    |                                |                       | <i>M. luteus</i>             | 2.193                 |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.  | -                    |
|    |                                |                       | <i>B. licheniformis</i>      | 2.093                 |                       | <i>B. pumilus</i>       | 2.075                |
|    |                                |                       | <i>B. flexus</i>             | -                     |                       | <i>B. subtilis</i>      | 2.247                |
|    |                                |                       | <i>Acinetobacter lwoffii</i> | 2.167                 |                       | <i>Bacillus</i> sp.     | -                    |
|    |                                |                       | <i>Aerococcus</i> sp.        | -                     |                       | <i>S. sciuri</i>        | 2.147                |
|    |                                |                       | <i>Staphylococcus</i> sp.    | 1.62                  |                       | <i>B. endophyticus</i>  | 1.867                |
|    |                                |                       | <i>Bacillus</i> sp.          | -                     |                       |                         |                      |
|    |                                |                       | <i>Enterococcus</i> sp.      | -                     |                       |                         |                      |
|    |                                |                       | <i>E. auranticum</i>         | 2.296                 |                       |                         |                      |
|    |                                |                       | <i>P. stutzeri</i>           | 2.359                 |                       |                         |                      |
|    |                                |                       |                              |                       |                       |                         |                      |

**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI             | GÜZ                   |                           |                      | BAHAR                 |                               |                      |
|----|----------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------|
|    |                      | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI               | MALDI-Biotyper Score | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI                   | MALDI-Biotyper Score |
| 24 | 24 ARALIK ATATÜRK İO | 161                   | <i>M. luteus</i>          | 2.193                | ≥2628                 | <i>Bacillus</i> sp.           | -                    |
|    |                      |                       | <i>A. viridans</i>        | 1.933                |                       | <i>M. luteus</i>              | 2.193                |
|    |                      |                       | <i>A. lwoffii</i>         | 2.167                |                       | <i>P. stutzeri</i>            | 2.359                |
|    |                      |                       | <i>P. stutzeri</i>        | 2.359                |                       | <i>B. licheniformis</i>       | 2.093                |
|    |                      |                       | <i>Aerococcus</i> sp.     | -                    |                       | <i>B. cereus</i>              | 2.034                |
|    |                      |                       | <i>B. mojavensis</i>      | 1.954                |                       | <i>B. simplex</i>             | 1.9                  |
|    |                      |                       | <i>B. pumilus</i>         | 2.075                |                       |                               |                      |
|    |                      |                       | <i>L. paralimentarius</i> | 1.559                |                       |                               |                      |
|    |                      |                       | <i>A. gandavensis</i>     | 2.504                |                       |                               |                      |
| 25 | AŞIKPAŞA İO          | 120                   | <i>A. viridans</i>        | 1.933                | 358                   | <i>M. luteus</i>              | 2.193                |
|    |                      |                       | <i>E. auranticum</i>      | 2.296                |                       | <i>E. auranticum</i>          | 2.296                |
|    |                      |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |                       | <i>P. lactis</i>              | 2.105                |
|    |                      |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                |                       | <i>P. stutzeri</i>            | 2.359                |
|    |                      |                       | <i>B. pumilus</i>         | 2.075                |                       | <i>B. pumilus</i>             | 2.075                |
|    |                      |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    |                       | <i>Brevundimones diminuta</i> | -                    |
|    |                      |                       | <i>S. equarum</i>         | 1.842                |                       |                               |                      |
|    |                      |                       | <i>P. lactis</i>          | 2.105                |                       |                               |                      |
|    |                      |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.    | -                    |                       |                               |                      |
|    |                      |                       | <i>P. barengoltzii</i>    | 2.422                |                       |                               |                      |
|    |                      |                       | <i>P. stutzeri</i>        | 2.359                |                       |                               |                      |
|    |                      |                       | <i>A. lwoffii</i>         | 2.167                |                       |                               |                      |

**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI                    | GÜZ                   |                          |                      | BAHAR                 |                          |                      |
|----|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
|    |                             | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI              | MALDI-Biotyper Score | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI              | MALDI-Biotyper Score |
| 26 | MUHARREM SAYAN İO           | 156                   | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                | 138                   | <i>E. auranticum</i>     | 2.296                |
|    |                             |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.   | -                    |
|    |                             |                       | <i>A. viridans</i>       | 1.933                |                       | <i>A. lwoffii</i>        | 2.167                |
|    |                             |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |                       | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                |
|    |                             |                       | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                             |                       | <i>K. polaris</i>        | 1.77                 |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>S. succinus</i>       | 1.719                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.   | -                    |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>P. lactis</i>         | 2.105                |                       |                          |                      |
| 27 | SEBAHAT OSMAN YALÇINKAYA İO | 114                   | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    | 467                   | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |
|    |                             |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.   | -                    |
|    |                             |                       | <i>Paenibacillus</i> sp. | -                    |                       | <i>B. simplex</i>        | 1.9                  |
|    |                             |                       | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                             |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |                       | <i>B. subtilis</i>       | 2.247                |
|    |                             |                       | <i>C. innocuum</i>       | 1.282                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>C. histolyticum</i>   | 1.381                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>A. viridans</i>       | 1.933                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>P. lactis</i>         | 2.105                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>B. flexus</i>         | -                    |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>E. faecium</i>        | 2.247                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>A. lwoffii</i>        | 2.167                |                       |                          |                      |
| 28 | ÖZBAĞ ÖRCÜN İO              | 39                    | <i>Enterococcus</i> sp.  | -                    | ≥2628                 | <i>B. cereus</i>         | 2.034                |
|    |                             |                       | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                             |                       |                          |                      |                       | <i>Paenibacillus</i> sp. | -                    |
|    |                             |                       |                          |                      |                       | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |

**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI                  | GÜZ                   |                          |                      | BAHAR                 |                          |                      |
|----|---------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
|    |                           | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI              | MALDI-Biotyper Score | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI              | MALDI-Biotyper Score |
| 29 | ŞEHİT DR. ULUCAN DAYAN İO | 89                    | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                | 110                   | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                |
|    |                           |                       | <i>Paenibacillus</i> sp. | -                    |                       | <i>P. cookii</i>         | 1.772                |
|    |                           |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |                       | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |
|    |                           |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |                       | <i>B. subtilis</i>       | 2.247                |
|    |                           |                       | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |                       | <i>A. viridans</i>       | 1.933                |
|    |                           |                       | <i>A. lwoffii</i>        | 2.167                |                       | <i>E. auranticum</i>     | 2.296                |
|    |                           |                       | <i>P. lactis</i>         | 2.105                |                       | <i>B. endophyticus</i>   | 1.867                |
|    |                           |                       | <i>A. viridans</i>       | 1.933                |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                           |                       | <i>E. faecium</i>        | 2.247                |                       |                          |                      |
|    |                           |                       | <i>P. cookii</i>         | 1.772                |                       |                          |                      |
| 30 | KURUAĞIL İO               | 158                   | <i>E. auranticum</i>     | 2.296                | ≥2628                 | <i>B. badius</i>         | 2.185                |
|    |                           |                       | <i>E. faecium</i>        | 2.247                |                       | <i>Paenibacillus</i> sp. | -                    |
|    |                           |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |                       | <i>A. viridans</i>       | 1.933                |
|    |                           |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |                       | <i>B. simplex</i>        | -                    |
|    |                           |                       | <i>K. polaris</i>        | 1.77                 |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                           |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |                       | <i>L. fusiformis</i>     | 1.962                |
|    |                           |                       | <i>P. stutzeri</i>       | 2.359                |                       | <i>P. barengoltzii</i>   | 2.422                |
|    |                           |                       | <i>A. viridans</i>       | 1.933                |                       | <i>B. subtilis</i>       | 2.247                |
|    |                           |                       |                          |                      |                       | <i>Pseudomonas</i> sp.   | -                    |
|    |                           |                       |                          |                      |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |

**Tablo 5.3.** Okullardan Alınan Örneklerden İzole Edilen Bakteri Cins ve Türleri, MALDI-TOF MS Skor Değerleri ve Total Bakteri Sayıları (CFU/m<sup>3</sup>) (devam)

| NO | OKUL ADI                    | GÜZ                   |                           |                      | BAHAR                 |                          |                      |
|----|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
|    |                             | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI               | MALDI-Biotyper Score | CFU (m <sup>3</sup> ) | BAKTERİ ADI              | MALDI-Biotyper Score |
| 31 | SIDIKLİ İÖ                  | ≥2628                 | <i>M. luteus</i>          | 2.193                | ≥2628                 | <i>P. barengoltzii</i>   | 2.422                |
|    |                             |                       | <i>Paenibacillus</i> sp.  | -                    |                       | <i>E. casseliflavus</i>  | 2.045                |
|    |                             |                       | <i>P. lactis</i>          | 2.105                |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                             |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                             |                       | <i>P. stutzeri</i>        | 2.359                |                       | <i>L. sphaericus</i>     | 2.144                |
|    |                             |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>C. efficiens</i>       | 1.677                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>C. innocuum</i>        | 1.282                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>B. subtilis</i>        | 2.247                |                       |                          |                      |
| 32 | TOKLUMEN İÖ                 | 269                   | <i>S. aureus</i>          | -                    | 376                   | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                             |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    |                       | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |
|    |                             |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                |                       | <i>E. auranticum</i>     | 2.296                |
|    |                             |                       | <i>E. faecium</i>         | 2.247                |                       | <i>Bacillus</i> sp.      | -                    |
|    |                             |                       | <i>B. mojavensis</i>      |                      |                       | <i>Paenibacillus</i> sp. | -                    |
|    |                             |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |                       | <i>B. firmus</i>         | 1.815                |
|    |                             |                       | <i>B. pumilus</i>         | 2.075                |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                             |                       | <i>Enterococcus</i> sp.   | -                    |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>E. auranticum</i>      | 2.296                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>Aerococcus</i> sp.     | -                    |                       |                          |                      |
|    |                             |                       | <i>A. gandavensis</i>     | 2.504                |                       |                          |                      |
|    |                             |                       |                           |                      |                       |                          |                      |
| 33 | TEV ZAHİDE ZEHRA GARRİNG İÖ | ≥2628                 | <i>B. pumilus</i>         | 2.075                | ≥2628                 | <i>M. luteus</i>         | 2.193                |
|    |                             |                       | <i>B. licheniformis</i>   | 2.093                |                       | <i>B. pumilus</i>        | 2.075                |
|    |                             |                       | <i>M. luteus</i>          | 2.193                |                       | <i>B. licheniformis</i>  | 2.093                |
|    |                             |                       | <i>Bacillus</i> sp.       | -                    |                       | <i>B. subtilis</i>       | 2.247                |
|    |                             |                       | <i>Staphylococcus</i> sp. | 1.62                 |                       | <i>E. faecium</i>        | 2.247                |
|    |                             |                       | <i>Paenibacillus</i> sp.  | -                    |                       |                          |                      |

Güz döneminde; izole edilen koloni sayılarının okullara göre dağılımlarına bakıldığında; en fazla koloni sayısı  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> ile Sıdıklı İlkokulu ve TEV Zahide Zehra Garring İlkokulu'nda gözlenmiştir. Diğer okullarda ise koloni sayıları 38 CFU/m<sup>3</sup> (İMKB 23 Nisan İ.O) – 557 CFU/m<sup>3</sup> (Cumhuriyet İ.O) olarak belirlenmiştir (Tablo 5.3.;Tablo 5.3 (devam)).

Güz döneminde merkezde bulunan ve merkeze bağlı köy okullarından izole edilen koloni sayıları karşılaştırıldığında; en fazla koloni sayısı  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> ile 2 köy okulunda (Sıdıklı İ. O ve TEV Zahide Zehra Garring İ.O), en az koloni sayısı ise 38 CFU/m<sup>3</sup> ile merkezde bulunan İMKB 23 Nisan İ.O'nda tespit edilmiştir (Tablo 5.3.;Tablo 5.3 (devam)).

Güz döneminde cins çeşitliliği bakımından okullar incelendiğinde ise; en fazla cins çeşiti Kırşehir Merkez İlkokulu'nda (10 adet), en az cins ise (1adet) Hüsnü M. Özyeğin İ.O' nda belirlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Güz döneminde merkezde bulunan ve merkeze bağlı köy okulları cins çeşitliliği bakımından karşılaştırıldığında; en fazla cins çeşiti 10 adet ile merkezde bulunan Kırşehir Merkez İlkokulu'nda, en az cins ise 1 adet ile merkezde bulunan Hüsnü M. Özyeğin İ.O'nda belirlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Güz döneminde tür çeşitliliği bakımından okullar incelendiğinde ise; en fazla tür çeşiti Sebahat Osman Yalçinkaya İlkokulu (11 farklı tür), en az tür ise (1 farklı tür) Hüsnü M. Özyeğin İ.O- Necatibey İ.O- Özbağ Örcün İ.O'nda belirlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Güz döneminde merkezde bulunan ve merkeze bağlı köy okulları tür çeşitliliği bakımından değerlendirildiğinde ise; en fazla tür çeşiti merkezde bulunan Sebahat Osman Yalçinkaya İlkokulu'nda (11 farklı tür), en az tür ise merkezde bulunan Şht. Ömer Halisdemir İ. O- Ahi Evran İ. O- Hüsnü M. Özyeğin İ.O- Necatibey İ.O- Özbağ Örcün İ.O'nda (1tür) tespit edilmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Güz dönemi verilerinin tümü birlikte değerlendirildiğinde; en fazla koloni sayısının merkeze bağlı 2 köy okulunda (Sıdıklı İ. O ve TEV Zahide Zehra Garring İ.O) tespit edildiği, cins-tür çeşitliliği fazla olan okulların ise merkezde bulunduğu ve koloni sayısı-cins-tür çeşitinin en az merkezdeki okullarda olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Bahar döneminde izole edilen koloni sayılarının okullara göre dağılımlarına bakıldığında; en fazla koloni sayısı  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> olarak 15 adet okulda gözlenmiştir. Diğer okullarda



ise koloni sayıları 33 CFU/m<sup>3</sup> (Öğretmen Ömer Aydın İ.O) – 805 CFU/m<sup>3</sup> (İMKB Zernişan Vakkas İ.O) olarak belirlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Bahar döneminde merkezde bulunan ve merkeze bağlı köy okullarının izole edilen koloni sayıları karşılaştırıldığında; en fazla koloni sayısı  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> ile merkezde bulunan 11 okulda ve  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> ile merkeze bağlı 3 köy okulunda (Kuruağıl İ. O, Sıdıklı İ. O ve TEV Zahide Zehra Garring İ.O) belirlenmiş, en az ise 33 CFU/m<sup>3</sup> ile merkezde bulunan Öğretmen Ömer Aydın İ.O’nda tespit edilmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Bahar döneminde cins çeşitliliği bakımından okullar incelendiğinde ise; en fazla cins İMKB 23 Nisan İ.O’nda (8 adet), en az ise (2 adet) Cumhuriyet İ.O- Bağbaşı TOKİ İ.O- Özbağ Örcün İ.O’nda belirlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Bahar döneminde merkezde bulunan ve merkeze bağlı köy okulları cins çeşitliliği bakımından karşılaştırıldığında; en fazla cins çeşiti 8 adet ile merkezde bulunan İMKB 23 Nisan İ.O’nda, en az ise 1 adet ile merkezde bulunan Cumhuriyet İ.O- Bağbaşı TOKİ İ.O- Özbağ Örcün İ.O’nda belirlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Bahar döneminde tür çeşitliliği bakımından okullar incelendiğinde ise; en çok farklı tür Namık Kemal İ.O- Yüceer İ.O- Kuruağıl İ.O- Sırrı Kardeş İ.O’nda (8 farklı tür), en az ise (2 farklı tür) Özbağ Örcün İ.O’nda belirlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Bahar döneminde merkezde bulunan ve merkeze bağlı köy okulları tür çeşitliliği bakımından kıyaslandığında; en fazla tür çeşiti merkezde bulunan Namık Kemal İ.O- Yüceer İ.O-Sırrı Kardeş İ.O’nda (8 farklı tür) ve merkez köyde bulunan Kuruağıl İ.O’nda (8 farklı tür) belirlenmiş, en az ise merkezde bulunan Özbağ Örcün İ.O’nda (2 tür) tespit edilmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Bahar dönemi verilerinin tümü birlikte değerlendirildiğinde ise; koloni sayısının ve tür çeşitinin fazla olduğu okulların gerek merkezde (11 okul CFU/m<sup>3</sup>; 3 okul tür çeşiti) gerekse merkeze bağlı 3 köy okulunda bulunduğu, cins çeşitinin fazla olduğu okulların ise il merkezinde yer aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca koloni sayısı-cins-tür çeşitinin en az merkezdeki okullarda olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Bahar döneminde izole edilen koloni sayılarının yüksek çıkmasının sebebinin örneklerin Şubat ayından itibaren (Şubat- Mart- Nisan aylarında) alınması ve karasal iklim şartlarından

dolayı sınıfların kapı ve pencerelerinin açılmamasının neden olduğu düşünülmektedir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

İl merkezinde ve merkeze bağlı köy okulların iç ortam hava kalitesi güz ve bahar döneminde cins sayıları bakımından karşılaştırıldığında; il merkezindeki 17 okulda, merkeze bağlı 4 köy okulunda sayılarda azalma gözlemlenirken, merkezde bulunan 4 okulda ise herhangi bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Güz ve bahar döneminde tür sayılarına göre bir kıyaslama yapıldığında; merkezde bulunan 13 okulda, merkeze bağlı 2 köy okulunda (Sıdıklı İ.O ve Toklumen İ.O) bir azalma gözlemlenirken, il merkezindeki 15 okul ve merkeze bağlı bir köy okulunda (TEV Zahide Zehra Garring İ.O) artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca merkezde bulunan Bağbaşı TOKİ İ.O ve bir köy okulunda (Kuruağıl İ.O) herhangi bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Kırşehir İli'nde 33 ilkokulun iç ortam hava kalitesinden alınan örneklerde MALDI-TOF MS Yöntemi'yle belirlenen cins ve türler literatürle karşılaştırılmış olup, bazı cins (8 cins) ve türler okullarda ilk olarak bizim çalışmamızda tespit edilmiştir.

Cinsler (Tablo 5.3);

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| - <i>Arthrobacter</i>    | - <i>Brevibacillus</i>    |
| - <i>Lysinibacillus</i>  | - <i>Lactobacillus</i>    |
| - <i>Clostridium</i>     | - <i>Chryseobacterium</i> |
| - <i>Exiguobacterium</i> | - <i>Paenibacillus</i>    |

Tespit edilen türler (Tablo 5.3);

- |                           |                                        |
|---------------------------|----------------------------------------|
| * <i>B. cereus</i>        | * <i>Lactobacillus paralimentarius</i> |
| * <i>B. licheniformis</i> | * <i>Enterococcus faecium</i>          |
| * <i>B. subtilis</i>      | * <i>E. hirae</i>                      |
| * <i>B. endophyticus</i>  | * <i>E. casseliflavus</i>              |

|                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| * <i>B. pumilus</i>                 | * <i>Arthrobacter gandavensis</i>   |
| * <i>B. sonorensis</i>              | * <i>A. nicotinovorans</i>          |
| * <i>B. simplex</i>                 | * <i>Micrococcus lylae</i>          |
| * <i>B. flexus</i>                  | * <i>Pseudomonas stutzeri</i>       |
| * <i>B. megaterium</i>              | * <i>P. taetrolens</i>              |
| * <i>B. mojavensis</i>              | * <i>Kocuria rosea</i>              |
| * <i>B. niacini</i>                 | * <i>K. polaris</i>                 |
| * <i>B. badius</i>                  | * <i>Lysinibacillus sphaericus</i>  |
| * <i>B. firmus</i>                  | * <i>Lysinibacillus fusiformis</i>  |
| * <i>B. circulans</i>               | * <i>Acinetobacter lwoffii</i>      |
| * <i>B. atrophaeus</i>              | * <i>Exiguobacterium auranticum</i> |
| * <i>B. jeotgali</i>                | * <i>Corynebacterium efficiens</i>  |
| * <i>Brevibacillus parabrevis</i>   | * <i>Clostridium histolyticum</i>   |
| * <i>Paenibacillus barengoltzii</i> | * <i>C. innocuum</i>                |
| * <i>P. lactis</i>                  | * <i>S. sciuri</i>                  |
| * <i>P. glucanolyticus</i>          | * <i>S. succinus</i>                |
| * <i>P. cooki</i>                   |                                     |

Kırşehir İli karasal iklime sahip olduğundan dolayı güz döneminde binaların kapı ve pencereleri fazla açılmadığından hava sirkülasyonunun olmadığı veya çok az olduğu görülmektedir. Ayrıca sınıfların yüksek doluluk oranı da ikinci bir faktör olarak belirlenmiştir (Menteşe, 2009; Mentese, 2012). Bütün bu nedenlerden dolayı güz döneminde bakteri tür çeşitliliğinin yüksek olduğu tahmin edilmektedir.

Tez çalışmasında; her iki dönemde de (güz ve bahar dönemi) en fazla bakteri türü *Bacillus* cinsinden olup, bu cinse ait toplam 16 tür tespit edilmiştir. İkinci sırada ise *Staphylococcus* cinsi gelmekte ve bu cinse ait ise 6 tür belirlenmiştir. Üçüncü sırada ise 4 tür ile

*Paenibacillus* cinsi yer almakta olup bunu 3 tür ile *Enterococcus* cinsi takip etmektedir (Tablo 5.2.; Şekil 5.1.; Şekil 5.2). Araştırmacılar Nijerya Ogun Eyaleti'ndeki özel ilkokullarda yaptıkları çalışmada bizimle benzer tür ve cinslerin; *Staphylococcus aureus* (SA), Coagulase negatif *Staphylococcus* (CoNS) türleri, *Micrococcus* (MC) türleri, *Aerocococcus* (AE) türlerinin tespit edildiğini bildirmişlerdir (Enitan ve diğ., 2017). Mouilleseaux ve diğ. (1993) tarafından ise; *Staphylococcus* ve *Micrococcus* türlerinin İtalya'da okullardaki sınıfların havasında tespit edildiği belirtilmiştir. Yine başka bir araştırmacı tarafından ise; *Bacillus*, *Micrococcus*, *Flavobacterium* cinslerinin ve *Coryneform* türlerinin belirlendiği bildirilmektedir (Gallup ve diğ., 1993).

Pastuszka ve diğ. (2000) tarafından evlerin iç ortamında yapılan çalışmada en fazla sayıda bakteri cinsi olarak *Micrococcus* tespit edilmiş olup bizim çalışmamızda ise en fazla sayıda türün *Bacillus* cinsine ait olduğu belirlenmiştir. *Micrococcus* cinsinin ise sayı olarak altıncı sırada yer aldığı görülmektedir. Sarıca ve diğ. (2002) tarafından yapılan çalışmada hastane iç ortam florasında 15 tane bakteri cinsi tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında koloni sayısı olarak ilk sırada *Staphylococcus* cinsi yer alırken ikinci sırada ise *Bacillus* cinsinin yer aldığı belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda ilkokullardaki iç ortam florasında 17 tane bakteri cinsi (güz ve bahar dönemi) tespit edilmiştir. Koloni sayısı bakımından incelendiğinde ise birinci sırada *Bacillus* cinsi yer alır iken ikinci sırada ise *Staphylococcus* cinsinin olduğu görülmüştür (Tablo 5.2.; Şekil 5.1.; Şekil 5.2).

Büyük Kopenhag'da iç mekân havasında 67 oturma odasından alınan örneklerde *S. hominis*, *S. warneri*, *S. epidermidis*, *S. capitis*, *S. saprophyticus*, *S. cohnii*, *S. pasteurii*, *S. lugdunensis*, *S. haemolyticus*, *S. caprae*, *S. equorum*, *S. kloosii*, *S. pettenkoferi*, *S. simulans* ve *S. xylosum* türleri tespit edilmiştir. *Staphylococcus aureus* 67 oturma odasının ikisinde bulunmuştur. *Staphylococcus* cinslerinin, çalışılan ev ve ofislerde havadaki bakterilerin önemli bir bölümünü oluşturduğu bildirilmiştir (Madsen ve diğ., 2018). Bizim çalışmamızda ise *S. haemolyticus*, *S. hominis*, *S. succinus*, *S. aureus*, *S. sciuri* ve *S. equorum* bakteri türleri izole edilmiştir. *Staphylococcus* cinsinin ise baskın olarak ikinci sırada yer aldığı belirlenmiştir (Tablo 5.2.; Şekil 5.1.; Şekil 5.2).

Fox ve diğ. (2010) tarafından Kolombiya'da kenar mahalle ilköğretim okullarının iç ortam havasından alınan örneklerde (*Staphylococcus aureus* (3 suş)) ve koagülaz negatif; *Staphylococcus warneri* (4 izolat), *Staphylococcus hominis* (2), *Staphylococcus saprophyticus* (1) ve *Staphylococcus cohnii* (1) türleri belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda

ise *S. haemolyticus*, *S. hominis*, *S. succinus*, *S. aureus*, *S. sciuri* ve *S. equorum* bakteri türleri izole edilmiştir. (Tablo 5.2).

Edirne İli'ndeki altı yaşından küçük çocukların eğitim gördüğü 4 farklı kreş ve gündüz bakımevinin iç ortamından alınan örneklerde en fazla izole edilen bakterilerin *Staphylococcus*, *Bacillus* ve *Corynebacterium* cinslerine ait olduğu belirtilmiştir. İç ortamda en fazla izole edilen cinslerin %58.68 ile *Staphylococcus*, %10.88 ile *Micrococcus*, %6.90 ile *Corynebacterium* oranlarında ilk üç sırada yer aldığı belirtilmiştir. Kış aylarında iç ortamdan en fazla izole edilen cinsin *Staphylococcus* olduğu, toplam koloni sayısının %64.50'sini oluşturduğu gözlemlenmiştir. İlkbahar aylarında ise en fazla izole edilen cinsin yine *Staphylococcus* olduğu, toplam koloni sayısının da %56.53'ünü oluşturduğu belirtilmiştir. Bunu *Micrococcus* cinsi %20.35 ile ikinci sırada, *Corynebacterium* cinsinin %4.77 ile üçüncü sırada izlediği bildirilmiştir (Aydoğdu, 2006). Yaptığımız çalışmada 33 ilkokulun iç ortam havasından alınan örneklerde en fazla tespit edilen cinsler; *Bacillus*, *Staphylococcus* ve *Paenibacillus*'dir. Güz ve bahar döneminde *Staphylococcus* cinsi 2. sırada yer alırken yüzdelik oranları %12.50 (güz dönemi) ve %16.21(bahar dönemi) olarak belirlenmiştir. *Micrococcus* cinsi de güz ve bahar döneminde 6. sırada yer alarak %4.16 (güz dönemi) ve %2.70 (bahar dönemi) olarak gözlemlenmiştir (Tablo 4.2.; Şekil 5.1.; Şekil 5.2).

Edirne İli'nde gündüz bakım merkezinin iç ortam havasında yapılan çalışmada, 192 petri kabında toplam 3120 bakteri kolonisi sayılmıştır. Hava kaynaklı Gram (+) bakterilerin ölçülen popülasyonun %95'inden çok daha fazla olduğu belirtilmiştir. Gündüz bakım merkezlerinin iç ortam havasında *Staphylococcus*, *Micrococcus* ve *Corynebacterium* cinslerinin baskın olduğu tespit edilmiştir (Aydoğdu ve diğ., 2010). Yaptığımız çalışmada da, 451 petri kabı kullanılmış ve en yüksek koloni sayısı  $\geq 2628$  (güz-bahar dönemi) olarak belirlenmiştir. Elde edilen cinslerden 14 adetinin Gram (+) olduğu, 4 cinse ait olan türlerin de Gram (-) olduğu tespit edilmiş ve türlerin çoğunluğunun Gram (+) olduğu görülmüş olup Aydoğdu ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca araştırmamız sonucunda ilkokulların iç ortam havasında *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Paenibacillus* cinslerinin baskın olduğu belirlenmiş olup bizde de *Staphylococcus* cinsi ikinci sırada yer almaktadır (Tablo 5.2.; Şekil 5.1.; Şekil 5.2).

Bir hastanenin dokuz bölümündeki 18 koğuşunun ve bir üniversitenin iki öğrenci yurdunun iç ortam hava kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada MALDI-TOF MS yöntemi kullanılarak elde edilen izolatların tanımlaması yapılmıştır. Çalışma sonucunda

hastane koğuşlarındaki baskın cinslerin; *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Kocuria*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Moraxella*, *Enterococcus* olduğu bildirilmiştir. Üniversite öğrenci yurtlarında ise; *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus* ve *Moraxella* cinslerinin baskın olduğu belirtilmiştir (Ling ve Hui, 2019). Bizim çalışmamızda da benzer olarak; *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Kocuria*, *Bacillus*, *Enterococcus* cinsleri MALDI-TOF MS yöntemi kullanılarak tespit edilmiş olup hastanelerde bulunan türlerin bazıları ilk defa tarafımızdan ilkokulların havasında tespit edilmiştir (Tablo 5.2.; Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

Havada bulunan biyolojik kontaminantların en önemli elementlerinden birisi de bakterilerdir ve canlı organizmalarda özellikle enfeksiyon oluşturma yeteneğine sahip olduklarından bunlara maruz kalınmasının ise önemli sağlık problemlerini ortaya çıkardığı bilinmektedir. Bu bağlamda bahsedilen etkilerin göz önünde bulundurulması iç hava kalitesinin incelenmesi açısından da büyük önem taşıdığı görülmektedir.

Okul içi havasındaki bakteri düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmaların; ya toplam bakteri düzeyinin tespit edilmesine (HESE 2006) ya da bakterilerin Gram özelliğine göre yapıldığı bildirilmiştir (Scheff ve diğ., 2000). Ülkemizde iç ortam havasında yer alan bakteri türlerinin belirlendiği çalışmaların sayısının oldukça az olduğu belirtilmiştir (Aydoğdu ve diğ., 2005; Menteşe ve diğ., 2009; Menteşe ve diğ., 2012; Güllü, 2015). Menteşe ve diğ. (2009) tarafından yapılan çalışmada; ilkokul ve kreşlerin iç ortam havasında bulunan toplam bakteri sayısının 221-2456 CFU/m<sup>3</sup> arasında değiştiği ve ortalama düzeyinin 1250 CFU/m<sup>3</sup> olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada iç ortamda en baskın bakteri türlerinin; *Staphylococcus auricularis*, *Micrococcus* spp., *Bacillus* spp. olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamız bu konuda şimdiye kadar ülkemizde ilkokulların iç havasında bulunan bakteri çeşitliliğini ortaya koyan en detaylı ilk araştırma niteliğindedir. Çalışmamızda bakteri cins ve tür çeşitliği bakımından her iki dönemde en baskın türlerin; *Bacillus* spp. (16 tür), *Staphylococcus* spp. (6 tür), *Paenibacillus* spp. (4 tür) olduğu tespit edilmiştir. Toplam bakteri değerleri ise; güz dönemi 38-  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> iken bahar döneminde bu oran 33-  $\geq 2628$  CFU/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde; bizim sonuçlarımızın belirlenen türler bakımından yukarıda belirtilen araştırmacıların sonuçları ile benzerlik gösterdiği ancak toplam bakteri koloni sayılarının ise daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 5.2.; Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

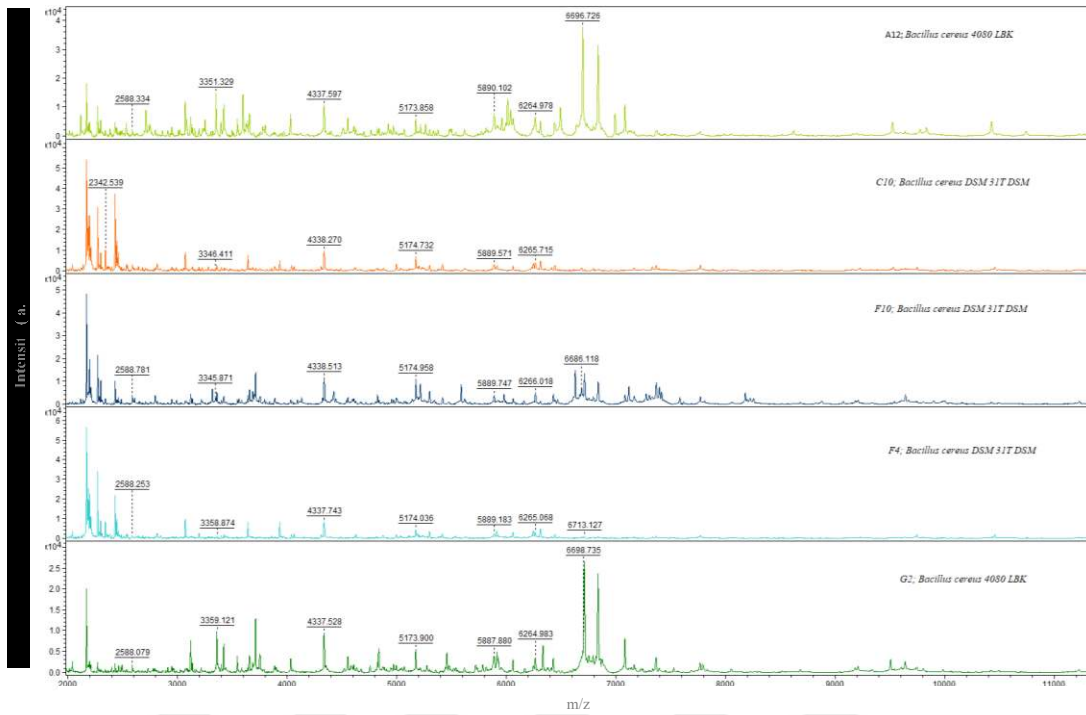


### 5.1. MALDI –TOF MS Yöntemi ile Mikroorganizmaların Tanımlanması

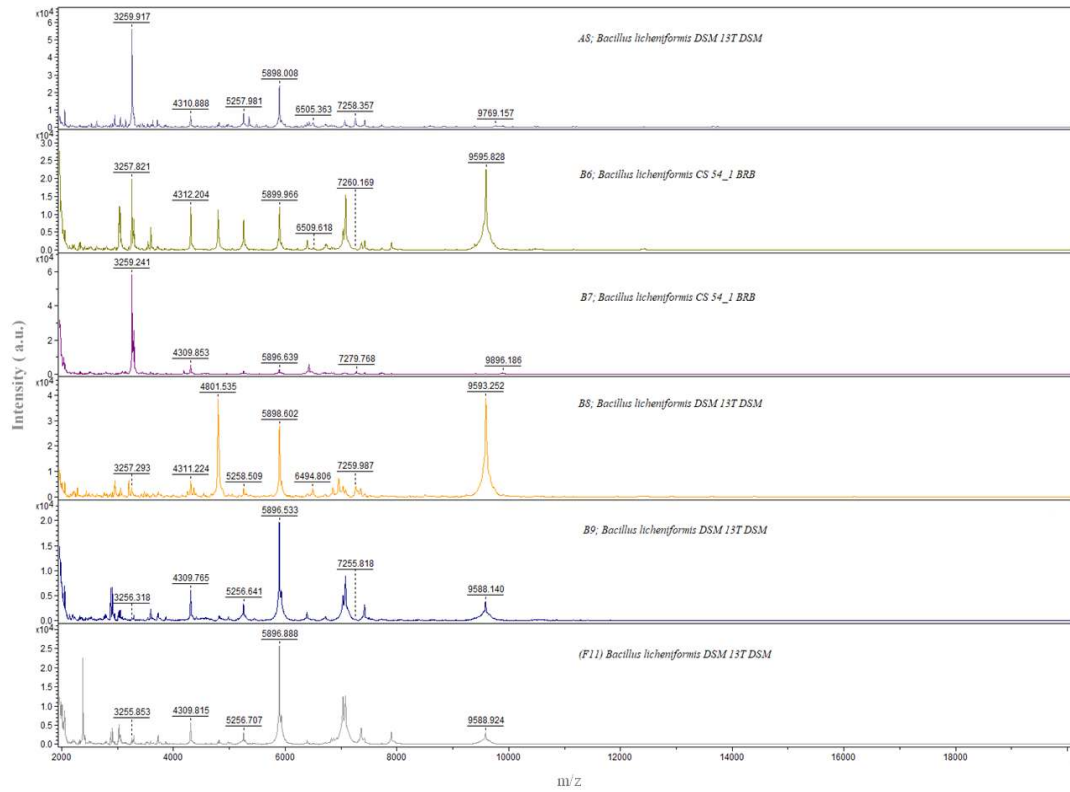
Spektrumlar MALDI Biotyper otomasyon kontrollü (FlexAnalysis Version 3.4; Biotyper Compass Explorer 1.4 software), yazılımı ve kütüphanesi (MALDI Biotyper 3.1; 8500 entires; Bruker Daltonics) kullanılarak analiz edildi. Kullanılan tanımlama puan (skor) ölçütleri imalatçı firma (Bruker) tarafından tavsiye edilen prosedüre göre uygulandı. Buna göre, tür düzeyinde bir tanımlama için puan değeri (skor)  $\geq 2.000$ , cins seviyesine yönelik bir tanımlama için 1.700- 1.999 arasında bir puan ve son olarak  $\leq 1.700$ 'lük puan değerine sahip örnekler tanımlanmamış olarak yorumlandı.

Çalışmamızda işleme alınan toplam 85 adet (güz dönemi 48-bahar dönemi 37) bakteri örneğinin analizleri MALDI-TOF MS Bruker Biotyper Flex Analysis ve Bruker Real Time Classification Modülleri ile gerçekleştirilmiştir. *Bacillus* ve *Lactobacillus* (17 adet), *Staphylococcus* (6 adet), *Pseudomonas* (2 adet), *Micrococcus* (2 adet), *Enterococcus* (3 adet), *Arthrobacter*. (2 adet), *Acinetobacter* (1 adet), *Kocuria* (2 adet), *Clostridium* (2 adet), *Corynebacterium* (1 adet), *Brevibacillus* (1 adet), *Chryseobacterium* (1 adet), *Paenibacillus* (4 adet), *Lysinibacillus* (2 adet), *Aerococcus* (1 adet), *Exiguobacterium* (1 adet) olmak üzere 17 cins tespit edilmiştir. Toplam örnek sayısının %81.17 'si tanımlanmış ve çoğunlukla 2.00 ve üzerinde skor değerine sahip sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, tür düzeyinde tespit edilen *Arthrobacter gandavensis*, *Exiguobacterium aurantiacum* ve *Kocuria rosea*'nın skor değerleri sırasıyla 2.504; 2.296 ve 2.296 iken *Bacillus* spp. suşlarının skor değerleri 1.900-2.300 arasında ölçülmüştür (Tablo 5.1.; Tablo 5.1 (devam);, Tablo 5.3.; Tablo 5.3 (devam)).

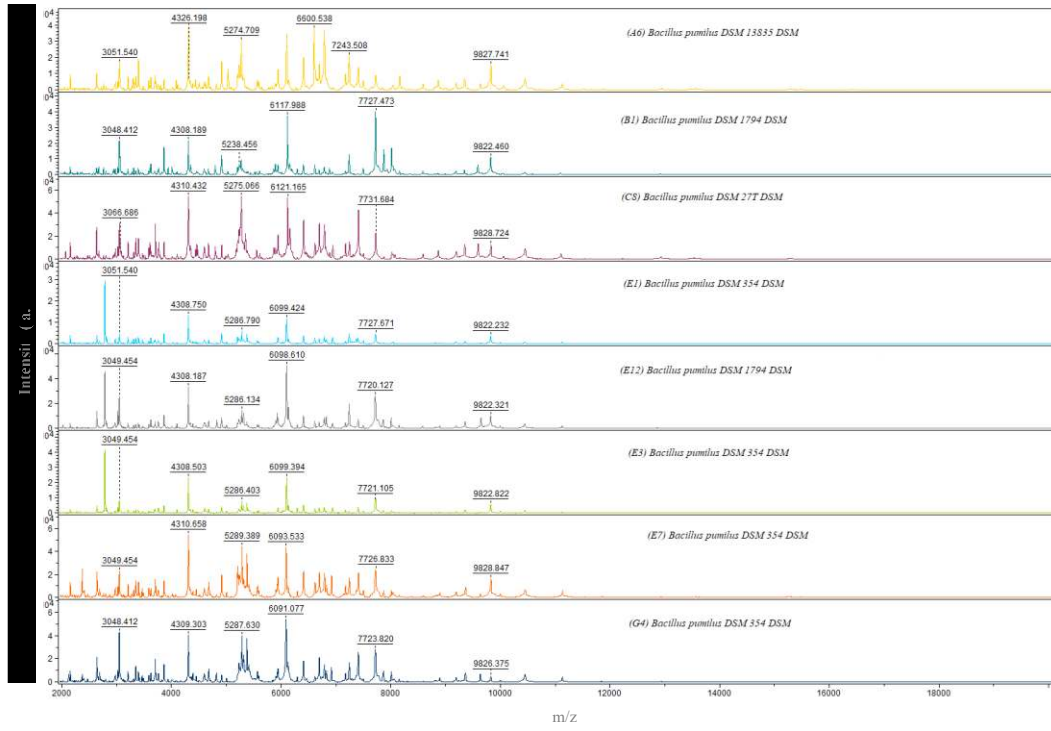
Tespit edilen *Bacillus* spp.'lerin alt türlere göre spektrumları Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8'de verilmiştir.



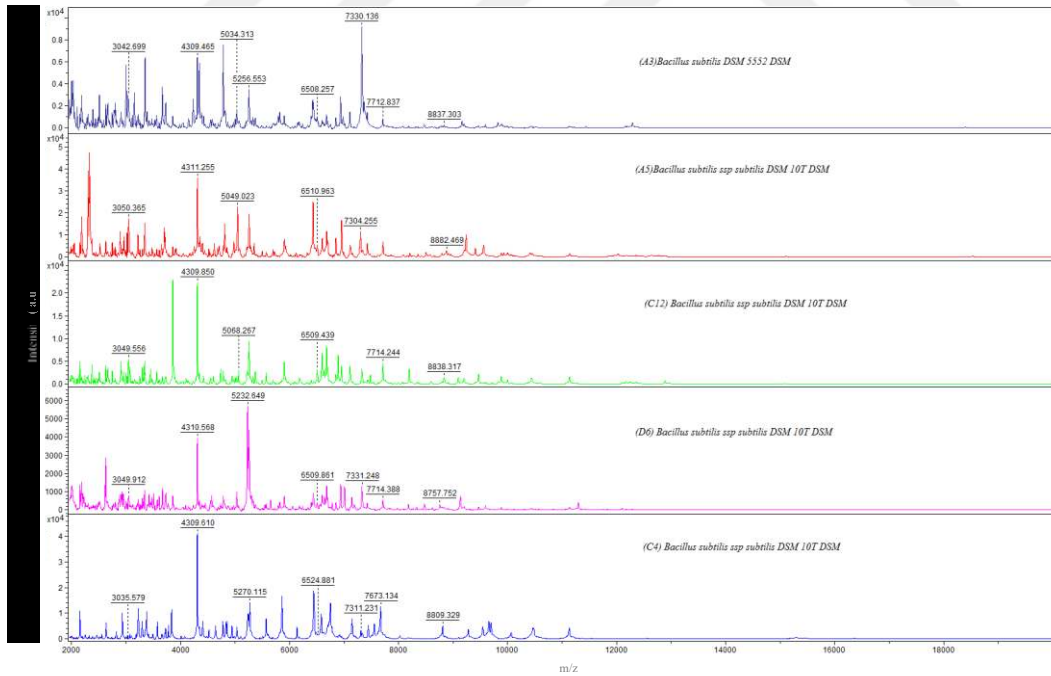
Şekil 5.5. İç ortamla ilişkili *Bacillus cereus*'un temsili tam hücreli MALDI-TOF MS spektrumları (Bruker Biotyper 3.1 tarafından atanan cins, her spektrumun üstünde gösterilir)



Şekil 5.6. İç ortam ile ilişkili *Bacillus licheniformis*'in temsili tam hücreli MALDI-TOF MSspektrumları (Bruker Biotyper 3.1 tarafından atanan cins, her spektrumun üstünde gösterilir)



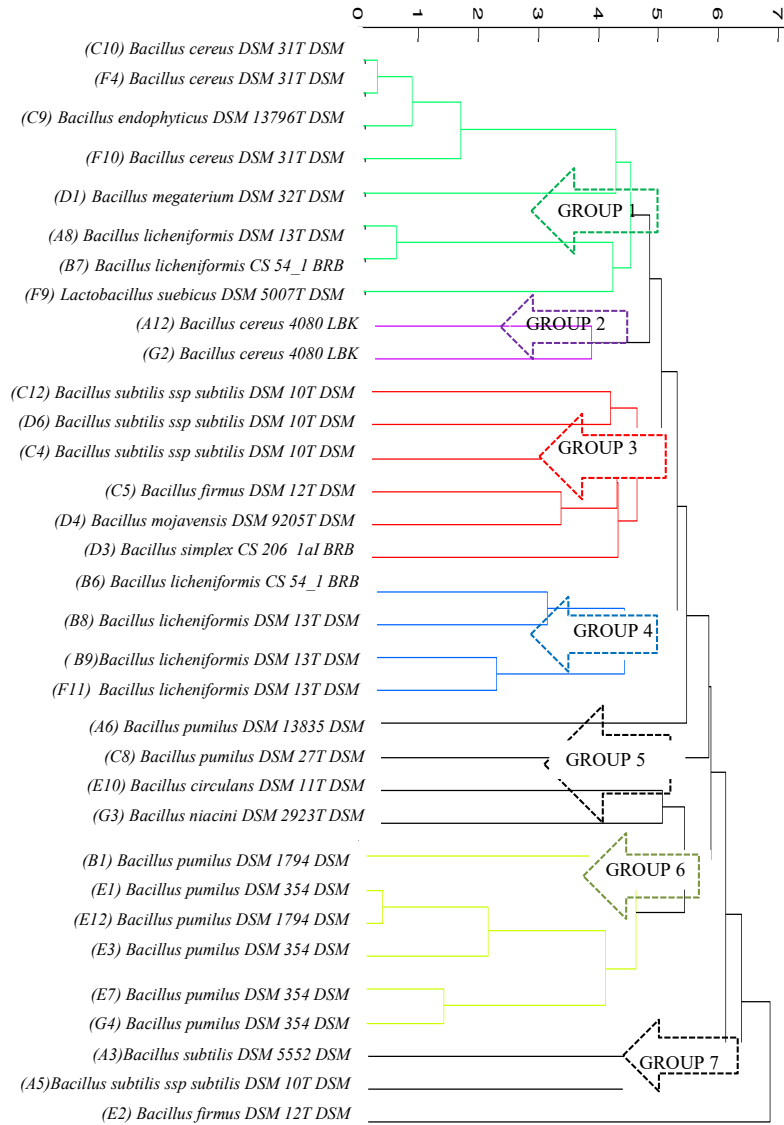
Şekil 5.7. İç ortam ile ilişkili *Bacillus pumilus*'un temsili tam hücreli MALDI-TOF MS spektrumları (Bruker Biotyper 3.1 tarafından atanan cins, her spektrumun üstünde gösterilir)



Şekil 5.8. İç ortamla ilişkili *Bacillus subtilis*'in temsili tam hücreli MALDI-TOF MS spektrumları (Bruker Biotyper 3.1 tarafından atanan cins, her spektrumun üstünde gösterilir)

### 5.1.1. *Bacillus* spp. ve *Lactobacillus* spp. Analizleri

Toplam örnek sayısının % 50.58 'ini teşkil eden *Bacillus* spp. ve *Lactobacillus* spp. izolatları arasından skor değerleri 2,000 ve üzerinde olan 33 adet *Bacillus* spp. türü seçilerek veri analizleri gerçekleştirilmiştir. Türlerin dendogram profilleri (DP) oluşturulmuş ve 7 ayrı grup altında sınıflandırıldığı gözlenmiştir (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. *Bacillus* spp.'nin Dendogram Profili

Bu çalışmada iç ortam havasından alınan bakteri örneği MALDI-TOF MS (Bruker Biotyper, 3.1) cins ve tür düzeyinde tanımlanmış ve toplam numunenin % 50.58 'i (43 adet) *Bacillus* spp. olarak belirlenmiştir.

## 6. SONUÇ

COVID-19 pandemisiyle özellikle 2020 yılında iç hava kalitesi; üniversiteler, okullar, restoranlar, kafeler, marketler, iş yerleri (ofis vb.), hastaneler, postaneler, bankalar, toplu taşıma araçları gibi insanların toplu olarak bulunduğu iç ortamlarda önemli hale gelmiştir. COVID-19 pandemisi nedeniyle mekânsal temizlik ve hijyen ihtiyacı artmıştır aynı zamanda kimyasal kullanımına bağlı kapalı ortam havasında bazı zararlı bileşenlerin miktarında artışların meydana gelmesi beklenen bir durumdur. İç ortamlarda insan kaynaklı biyoaerosollerin oluşumu pandemi döneminde salgın kontrolünde önemli bir değişken olarak değerlendirilmeli ve etkili bir havalandırma uygulaması yapılmalıdır. Salgın kontrolünde iç ortamlarda öncelikle bakteri, virüs vb. bulaşma riskinin en az seviyede tutulması ve maske, mesafe kurallarına uyulması gerekliliği insan sağlığının bu bağlamda da halk sağlığının korunmasında büyük öneme sahiptir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde;

- ❖ Gerek ilkökul öğrencilerinin gerekse çalışan personelin gerekli hijyen kurallarına uymasının, oluşabilecek enfeksiyonların önlenmesi ve kontrolü için oldukça önemli olduğu gözlemlenmiştir.
- ❖ El temizliği ile ilgili gerek çocuklara gerekse ebeveynlerine okullarda eğitim verilmesi enfeksiyonu önlemek için yapılan önemli bir adımdır. Yetersiz hijyen tüm halkımızı ilgilendiren bir sorun olduğu için bu konuda ciddi çalışmaların yapılması etkili olabilmektedir.
- ❖ Havada bulunan biyoaerosollerini kontrol etmek amacı ile hava filtreleri (özellikle çok küçük partikülleri tutabilen HEPA filtreler) kullanılması, bina içinde nem ve rutubetten oluşacak sorunlar için de gerekli önlemlerin alınması bulaşı azaltmada oldukça etkili olabilir.
- ❖ Sağlık korumaya yönelik eğitimler (ilkokul öğrencilerine öksürüp hapşırırken ağzın peçete yardımıyla veya kol dirseğinin iç kısmıyla kapatılması, solunum yolu enfeksiyonlarının daha sık olduğu zamanlarda kalabalık ortamlardan uzak durulması konuları ile ilgili) verilmelidir.
- ❖ Çevre şartlarının iyileştirilmesinin (iç içe yaşamının önlenmesinin, toplu halde bulunan alanların havalandırılması ve bu yerlerdeki toz oranlarının en az seviyeye indirilmesinin) önemli olduğu ilgili kurumlara anlatılmalıdır.

- ❖ Okullarda, çocukların sağlığını etkileyen bakteri türlerinin araştırılmasının, bakteriyel hastalıkların ve semptomların önlenmesi açısından önemli olduğu bu çalışmada elde edilen verilerle de gözlemlenmiştir.
- ❖ Sanayi bölgesine veya fabrikalara yakın olan okulların kapalı ortam hava kalitesinin dış ortamdaki hava kirliliğinden etkilendiği bilinmekte olup bunların önlenmesi amacıyla önlemler (baca filtrları vb.) alınmalıdır.
- ❖ İkili öğretim sistemi yerine tekli öğretim sistemine geçiş yapmak, bu şekilde teneffüs sürelerini uzatarak sınıfları teneffüs süresi boyunca havalandırmak ve uygun bir şekilde oluşturulacak havalandırma sistemi ile sınıfa kişi başına saniyede 8 litre taze hava verilmesinin önemi konusunda ilgili kurumlar bilgilendirilmelidir.
- ❖ Temizlik yapılmaması kadar, uygun olmayan malzemelerle temizlik yapılması da okulların iç ortam hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Okullarda kullanılan temizlik malzemelerinin düşük solvent içerikli olması dikkate alınmalıdır.
- ❖ Temizlik amaçlı kullanılan paspasların ıslak kalmamasına (bakteri ve fungus ürememesi amacıyla) özen gösterilmeli, küf kontrolü yapılarak küflü duvar ve zeminlerin küften arındırılması gerekmektedir.
- ❖ Toplumun ve okul idarecilerinin okullarda kapalı ortam hava kirliliği problemlerinin yaşanabildiğini anlamaları ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için yetkililerce yasal düzenlemelerin oluşturulmasının gerektiği belirtilmelidir.
- ❖ Bu amaçla alınan önlemler, çocukların fazlasıyla zamanlarını geçirdikleri okullarda iç ortamdaki mikrofloranın çocuklarda oluşturabileceği hastalıkların belirlenmesinde ve önleyici tedbirlerin alınmasında önemli bir rol oynamaktadır.
- ❖ Hava kalitesinin korunması amacıyla gerekli denetim faaliyetlerinin ilgili kurumlarca gerçekleştirilmesine özen gösterilmelidir.

Ayrıca bu çalışma; Türkiye’de ve Kırşehir İli’nde okulların iç ortam havasında bulunan çok sayıda bakteri cinsi ile türünün MALDI-TOF MS yöntemiyle kapsamlı şekilde belirlendiği ilk araştırma niteliğindedir.



## KAYNAKLAR

- Aghlara, E., 2017, *İç ve Dış Ortamlarda Biyoaerosol Seviyeleri ve Kaynaklarının Tespiti*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi.
- Akal, D., 2013, İç Ortam Hava Kirliliği ve Çalışanlara Olumsuz Etkileri, *ÇSGB Çalışma Dünyası Dergisi*, 1(1), 113s.
- Akalın, H., 2000, *Çoğul Dirençli Gram Negatif Bakteriler*, Doğanay, M., Ünal, S., (eds.), Hastane Enfeksiyonları, Bilimsel TıpYayınevi, Ankara, 269.
- Alatoom, A. A., Cunningham, S. A., Ihde, S. M., Mandrekar, J., Patel, R., 2011, Comparison of Direct Colony Method Versus Extraction Method for Identification of Gram-Positive Cocci by Use of Bruker Biotyper Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry, *Journal of Clinical Microbiology*, 49(8),2868–2873, <https://doi.org/10.1128/JCM.00506-11>.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1989, Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1989-1990, *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*.
- Asif, A., Zeeshan, M., Jahanzaib, M., 2019, Assessment of Indoor and Outdoor Microbial Air Quality of Cafeterias of an Educational Institute, *Atmospheric Pollution Research*, 10(2), 531-536.
- Aslan, S., 2007, *Kıbrıs Köyü Vadisi (Mamak-Ankara) Florası*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Atımtay, A., Bayram, H., Can, A., Çımrın, A. H., Demiral, B., Elçi, M. A., Emri, S., Ertaş, S., Evyapan, F., Güllü, G., Karaca, M., Karlıkaya, C., Öztürk, A. B., Sofuoğlu, S., Şahin, M., Tecer, L. H., Yüksel, H., 2010, Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım, *Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Türkiye Kronik Hava Yolu Hastalıklarını Önleme ve Kontrol Programı Raporu*, Ankara.

- Atik, S., 1993, *Eskişehir Merkez İlçesinde Mikrobiyal Hava Kirliliği*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji ABD, Eskişehir.
- Aydogdu, H., Asan, A., Otkun, M. T., Ture, M., 2005, Monitoring of Fungi and Bacteria in The Indoor Air of Primary Schools in Edirne City, Turkey, *Indoor and Built Environment*, 14(5), 411–425.
- Aydogdu, H., Asan, A., Otkun, M.T., 2010, Indoor and Outdoor Airborne Bacteria in Child Day-Care Centers in Edirne City (Turkey), Seasonal Distribution and Influence of Meteorological Factors. *Environmental Monitoring and Assessment*, 164, 53–66.
- Aydoğdu, H., 2006, *Edirne İlindeki Kreş ve Gündüz Bakımevlerinin İç ve Dış Ortamında Havayla Taşınan Funguslar ve Bakteriler*, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü.
- Aydoğdu, H., Asan A., 2004, *Edirne İlindeki Kreş ve Gündüz Bakımevlerinin İç ve Dış Ortamında Havayla Taşınan Funguslar ve Bakteriler*, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü.
- Aygün, G., Şahin, İ., 2007, *Mikrobiyoloji*, Klinisyen Tıp Kitapevleri, 3. baskı, 43-290.
- Baek, S., Kim, O., Perry, R., 1997, Indoor Air Quality in Homes, Offices and Restaurants in Korean Urban Areas, Indoor/Outdoor Relationships, *Atmospheric Environment*, 37, 529–544.
- Bal, T., 2012, *Aşkale Manyezit Ocaklarından Cevher Zenginleştirme Potansiyeli Bulunan Bakterilerin İzolasyonu ve Moleküler Karakterizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 1-102.
- Beaumont, F., Kauffman, H. F., Sluiter, H. J., De Vries, K., 1984, A Volumetric-Aerobiologic Study of Seasonal Fungus Prevalence Inside and Outside Dwellings of Asthmatic Patients Living in Northeast Netherlands, *Annals of Allergy*, 53(6), 486-492.

- Bilgehan, H., 2004, *Staphylococcus*, Klinik Mikrobiyolojik Tanı, 4. Baskı, Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, İzmir, 495-506.
- Bonetta, S. A., Bonetta, S. I., Mosso, S., Sampò, S., Carraro, E., 2009, Assessment of Microbiological Indoor Air Quality in an Italian Office Building Equipped with an HVAC System, *Environmental Monitoring and Assessment*, 161(1-4), 473-483, DOI 10.1007/s10661-009-0761-8.
- Böhme, K., Fernández-No, I. C., Barros-Velázquez, J., Gallardo, J. M., Cañas, B., Calomata, P., 2012a, SpectraBank: An Open Access Tool for Rapid Microbial Identification by MALDI-TOF MS Fingerprinting, *Electrophoresis*, 33(14), 2138–2142, <https://doi.org/10.1002/elps.201200074>.
- Böhme, K., Fernández-No, I. C., Barros-Velázquez, J., Gallardo, J. M., Cañas, B., Calomata, P., 2012b, SpectraBank: An Open Access Tool for Rapid Microbial Identification by MALDI-TOF MS Fingerprinting, *Electrophoresis*, 33(14), 2138–2142, <https://doi.org/10.1002/elps.201200074>.
- CDC, 2015, Anthrax Symptoms, *Centers for Disease Control and Prevention*.
- Cengiz, T. A., 1999, *Staphylococcus*, Temel ve Klinik Mikrobiyoloji, Ustaçelebi, Ş., (ed.), Güneş Kitabevi Ltd. Şti., Ankara, 339-346.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 1999, Four Pediatric Deaths from Community Acquired Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Minnesota and North Dakota 1997-1999, *JAMA*, 282,1123.
- Chinn, R. Y., Sehulster, L., 2003, Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities; Recommendations of CDC and Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC), *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*.
- Clark, C. M., Costa, M. S., Sanchez, L. M., Murphy, B. T., 2018, Coupling MALDI-TOF Mass Spectrometry Protein and Specialized Metabolite Analyses to Rapidly Discriminate Bacterial Function, *Proceedings of the National Academy of Sciences*

of the United States of America, 115(19), 4981–4986,  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1801247115>.

COVID-19 Vaka Sayıları, <https://www.worldometers.info/coronavirus>, [Ziyaret Tarihi: 28 Aralık 2020].

Çetinkaya, I., Ünal, S., 1996, Metisilin Dirençli *Staphylococcus aureus* Enfeksiyonları: Epidemiyoloji ve Kontrol, *Flora 1 Dergisi*, (Ek 1: 3-16).

Çetinkaya, Y., Ünal, S., 1999, Stafilokok Nazal Taşıyıcılık: Önemi ve Tedavisi, *Hastane Enfeksiyonları Dergisi*, 3, 22-32.

Çevre Yönetimi ve Denetimi Şube Müdürlüğü, 2013, *Kırşehir İli Temiz Hava Eylem Planı*, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kırşehir Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.

Dassonville, C., Demattei, C., Detaint, B., Barral, S., Bex-Capelle, V., Momas, I., 2008, Assessment and Predictors Determination of Indoor Airborne Fungal Concentrations in Paris Newborn Babies' Homes, *Environmental Research*, 108(1), 80-85.

Dönmez, O., 2002, *İç Hava Kalitesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dündar, V., 2000, Metisiline Dirençli Stafilokok Enfeksiyonları, *Klinik Dergisi*, Cilt 13, Özel Sayı, 26-27.

Eeftens, M., Tsai, M.Y., Ampe, C., Anwander, B., Beelen, R., Bellander, T., Cesaroni, G., Cirach, M., Cyrys, J., De Hoogh, K., De Nazelle, A., 2012, Spatial Variation of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> Absorbance and PM<sub>coarse</sub> Concentrations Between and within 20 European Study Areas and the Relationship with NO<sub>2</sub>—Results of the ESCAPE Project, *Atmospheric Environment*, 62, 303-317.

Enitan, S. S., Ihongbe, J. C., Ochei, J. O., Effedua, H. I., Adeyemi, O., Phillips, T., 2017, Microbiological Assessment of Indoor Air Quality of Some Selected Private Primary

Schools in Ilishan-Remo, Ogun State, Nigeria, *International Journal of Medical and Health Research*, Volume 3, Issue 6, 08-19.

Erben, N., Kiremitçi, A., Özgüneş, İ., 2006, Klinik Örneklerden İzole Edilen *Acinetobacter* Türlerinde Genişletilmiş Spektrumlu Beta-Laktamaz ve İndüklenebilir Beta-Laktamaz Sıklığının ve Antimikrobiyal Duyarlılığın Değerlendirmesi, *Osmangazi Tıp Dergisi*, 28 (3), 135-146.

Ergon, M. C., 2007, Hastanelerde İnşaat ve Tesisat Sistemi Kaynaklı Enfeksiyon Etkenleri, *In VIII. National Installation Engineering Congress*, 453-464.

Fox, K., Fox, A., Elssner, T., Feigley, C., Salzberg, D., 2010, MALDI-TOF Mass Spectrometry Speciation of *Staphylococci* and Their Discrimination from *Micrococci* Isolated from Indoor Air of Schoolrooms, *Journal of Environmental Monitoring*, 12, 917-923.

Gallup, J. M., Zanolli, J., Olson, L., 1993, Airborne Bacterial Exposure: Preliminary Results of Volumetric Studies Performed in Office Buildings, Schools, and Homes in California, In: Proceedings of Indoor Air '93, *The 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Helsinki, Finland*, 4:167-170.

Guo, H., Lee, S. C., Chan, L. Y., 2004, Indoor Air Quality Investigation at Air-Conditioned and Non-Air-Conditioned Markets in Hong Kong, *Science of the Total Environment*, 323(1-3), 87-98.

Güler Ç., Çobanoğlu Z., 1994, *Çocuk ve Çevre*, T.C Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Çevre Sağlığı Kaynak Dizisi, 23.

Güler, Ç., Vaizoğlu, S.A. 2012, *Yapı İçi Hava Kirliliği*, Halk Sağlığı Temel Bilgiler, Güler, Ç., Akın, A., (ed.), Hacettepe Üniversite Yayınları.

Güllü, G., 2015, *İlköğretim Okullarında İç Ortam Hava Kalitesi ve Sağlık Etkileşimi*, İç Çevre Kalitesi Seminerleri, 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi/ TESKON 2015, 8-11 Nisan 2015 İzmir, 49-61.

- Güllü, G., 2016, İlköğretim Okullarında İç Ortam Hava Kalitesi ve Sağlık Etkileşimi, *Tesisat Mühendisliği*, 152, 31-42.
- Górny, R. L., Dutkiewicz, J., 2002, Bacterial and Fungal Aerosols in Indoor Environment in Central and Eastern European Countries, *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 9(1), 17-23.
- Hacıbektaşoğlu, A., Eyigün, C. P., Özsoy, M. F., Avcı, İ. Y., 1992, Nazal *Staphylococcus aureus* Taşıyıcılığı ve Tedavide Sefuroksim Etkinliği, *Türk Hij. Den. Biol. Derg.*, 49, 103-112.
- Hasenekoğlu, İ., ve Yeşilyurt, S., 2001, *Mikrobiyoloji*, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, 692.
- Health Effects of School Environment (HESE), 2006, *Final Scientific Report* [online], [http://ec.europa.eu/health/ph\\_projects/2002/pollution/pollution\\_2002\\_04\\_en.htm](http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2002/pollution/pollution_2002_04_en.htm) [Accessed 4 June 2012].
- [https://www.nufusu.com/ilce/merkez\\_kirsehir-nufusu](https://www.nufusu.com/ilce/merkez_kirsehir-nufusu)
- İktisadi İş Birliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD), 2019, *OECD Çevresel Performans İncelemeleri*, Türkiye 2019.
- Jo, W. K., Kang, J. H., 2006, Workplace Exposure to Bioaerosols in Pet Shops, Pet Clinics, and Flower Gardens, *Chemosphere*, 65(10), 1755-1761.
- Jo, W. K., Seo, Y. J., 2005, Indoor and Outdoor Bioaerosol Levels At Recreation Facilities, Elementary Schools and Homes, *Chemosphere*, 61(11), 1570-1579.
- Joly-Guillo, M.L., Vallee, E., Bergogne-Berezin, E., Philippon, A., 1988, Distribution of Beta-Lactamases and Phenotype Analysis in Clinical Strains of *Acinetobacter calcoaceticus*, *J. Antimicrob. Chemother.*, 22, 597-604.

- Kalogerakis, N., Paschali, D., Lekaditis, V., 2005, Indoor Air Quality-Bioaerosol Measurements in Domestic and Office Premises, *Journal of Aerosol Science*, 36, 751-761.
- Kırşehir Merkez İlçe Nüfus Müdürlüğü, 2018, *Kırşehir İli Yıllara göre Merkez Nüfus Verileri*,
- Kırşehir Meteoroloji İl Müdürlüğü, 2018, *Kırşehir Meteorolojik Gözlem Raporu*, Kırşehir.
- Klánová, K., Hollerová, J., 2003, Hospital Indoor Environment: Screening for Microorganisms and Particulate Matter, *Indoor Built Environment*, 12(1-2), 61-67.
- Kooker, J. M., Fox, K. F., Fox, A., 2012, Characterization of *Micrococcus* Strains Isolated from Indoor Air, *Molecular and Cellular Probes*, 26(1), 1-5.
- Law, A. K., Chau, C. K., Chan, G. Y., 2001, Characteristics of Bioaerosol Profile in Office Buildings in Hong Kong, *Building and Environment*, 36(4), 527-541.
- Lee, S. C., Guo, H., Li, W. M., Chan, L. Y., 2002, Inter-Comparison of Air Pollutant Concentrations in Different Indoor Environments in Hong Kong, *Atmospheric Environment*, 36(12), 1929-1940.
- Lee, S. C., Li, W. M., Ao, C. H., 2002, Investigation of Indoor Air Quality at Residential Homes in Hong Kong-Case Study, *Atmospheric Environment*, 36(2), 225-237.
- Ling, S., Hui, L., 2019, Evaluation of The Complexity of Indoor Air in Hospital Wards Based on PM<sub>2.5</sub> , Real-Time PCR, Adenosine Triphosphate Bioluminescence Assay, Microbial Culture and Mass Spectrometry, *BMC Infectious Diseases*, 19(1), 646.
- Madsen, A. M., Moslehi-Jenabian, S., Islam, M. Z., Frankel, M., Spilak, M., Frederiksen, M. W., 2018, Concentrations of *Staphylococcus* Species in Indoor Air as Associated with Other Bacteria, Season, Relative Humidity, Air Change Rate and *S. aureus*-Positive Occupants, *Environmental Research*, 160, 282-291.



- Madureira, J., Paciência, I., Rufo, J. C., Pereira, C., Teixeira, J. P., de Oliveira Fernandes, E., 2015, Assessment and Determinants of Airborne Bacterial and Fungal Concentrations in Different Indoor Environments: Homes, Child Day-Care Centres, Primary Schools and Elderly Care Centres, *Atmospheric Environment*, 109, 139-146.
- Maier, T., Kostrzewa, M., 2007, Fast and Reliable MALDI-TOF MS-Based Microorganism Identification, *Chimica Oggi- Chemistry Today*, Vol 25, 2.
- Mandal, J., Brandl, H., 2011, Bioaerosols in Indoor Environment-A Review with Special Reference to Residential and Occupational Locations, *The Open Environmental Biological Monitoring Journal*, 4(1), 83-96, DOI:10.2174/1875040001104010083.
- Meadow, J. F., Altrichter, A. E., Kembel, S. W., Kline, J., Mhuireach, G., Moriyama, M., Northcutt, D., O'Connor, T. K., Womack, A. M., Brown, G. Z., Green, J. L., Bohannon, B. J. M., 2014, Indoor Airborne Bacterial Communities are Influenced by Ventilation, Occupancy and Outdoor Air Source, *Indoor Air*, 24(1), 41-48.
- Mentese, S., Rad, A., Arisoy, M., Gullu, G., 2012, Multiple Comparisons of Organic, Microbial, and Fine Particulate Pollutants in Typical Indoor Environments: Diurnal and Seasonal, Variations, *Journal of the Air and Waste Management Association*, 62(12), 1380-1393.
- Menteşe, S., Arisoy, M., Rad, A.Y., Güllü, G., 2009, Bacteria and Fungi Levels in Various Indoor and Outdoor Environments in Ankara, Turkey, *Clean- Soil, Air, Water*, 37(6), 487-493.
- Menteşe, S., Böce, T., Mutlu, M. B., Özdemirpençe, S. S., Nişancı, S. Y., Palaz, E., Çetin, B., Taşdibi D., Selçuk, B., Karagöz, S., 2013, Havadan Kaynaklı Bakteri Seviyesinin Çanakkale'deki Ev, Yurt ve Okullarda Mekânsal Değişimi, *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi-17/20 Nisan*.
- Miletto, M., Lindow, S. E., 2015, Relative and Contextual Contribution of Different Sources to The Composition and Abundance of Indoor Air Bacteria in Residences, *Microbiome*, 3(1), 1-14, DOI 10.1186/s40168-015-0128-z.

- Mouilleseaux, A., Squinazi, F., Festy, B., 1993, Microbial Characterization of Air Quality in Classrooms, In: Proceedings of Indoor Air, 93, *The 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Helsinki, Finland*, 4,195-200.
- Nasrabadi, A. M., Park, J. W., Kim, H. S., Han, J. S., Hyun, J., Yong, D., Hwang, J., 2017, Assessment of Indoor Bioaerosols Using a Lab-Made Virtual Impactor, *Aerosol Science and Technology*, 51(2), 159-167.
- Ökten, S., 2008, *Edirne Devlet Hastanesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Servisinin ve Polikliniğinin İç ve Dış Ortamında Havayla Taşınan Fungus ve Bakteriler*, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öncül, B. A., 2006, *Toplumda ve Hastanede Edinilmiş Nazal Stafilokok Tasıyıcılığında Risk Faktörleri ve Direnç Durumlarının Karşılaştırılması*, Uzmanlık Tezi, Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji Kliniği, İstanbul.
- Önoğlu, N., Güngör, G., 2007, Fatih Bölgesi Kreşlerinde İç Ortam Havasının Mikrobiyolojik Açıdan Değerlendirilmesi, *12.Ulusal Halk Sağlığı Kongresi*.
- Önoğlu, N., Önal, A. E., Güngör, G., Ayvaz, Ö., Özel, S., 2011, İstanbul Fatih İlçesi Anaokulları İç Ortam Havasının Mikrobiyolojik Değerlendirmesi, *İç ve Yapılı Çevre*, 20 (6), 618-625.
- Parat, S., Perdrix, A., Baconnier, P., 1999, Relationships Between Air Conditioning, Airborne Microorganisms and Health, *Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine*, 183(2), 327-342.
- Pasquarella, C., Pitzurra, O., Savino, A., 2000, Mikrobiyal Hava Kirliliği İndeksi, *Hastane Enfeksiyonu Dergisi*, 46 (4), 241-256.
- Pastuszka, J. S., Paw, U. K. T., Lis, D. O., Wlazło, A., Ulfing, K., 2000, Bacterial and Fungal Aerosol in Indoor Environment in Upper Silesia, Poland, *Atmospheric Environment*, 34(22), 3833-3842.

- Piecková, E., 2017, Indoor Microbial Aerosol and Its Health Effects: Microbial Exposure in Public Buildings-Viruses, Bacteria, and Fungi, *In Exposure to Microbiological Agents in Indoor and Occupational Environments*, Springer International Publishing AG, 237-252.
- Querol, X., Alastuey, A., Ruiz, C.R., Artiñano, B., Hansson, H.C., Harrison, R.M., Buringh, E.T., Ten Brink, H.M., Lutz, M., Bruckmann, P., Straehl, P., 2004, Speciation and Origin of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in Selected European Cities, *Atmospheric Environment*, 38(38), 6547- 6555.
- Quintela-Baluja, M., Böhme, K., Fernández-No, I. C., Alnaki, M. E., Caamano, S., Barros-Velázquez, J., Calo-mata, P., 2014, MALDI-TOF Mass Spectrometry, a Rapid and Reliable Method for the Identification of Bacterial Species in Food-Microbiology Laboratories, *Novel Food Preservation and Microbial Assessment Techniques*, (February 2015), 353–385, <https://doi.org/10.13140/2.1.2605.9041>.
- Raisi, L., Aleksandropoulou, V., Lazaridis, M., Katsivela, E., 2012, Size Distribution of Viable, Cultivable, Airborne Microbes and Their Relationship to Particulate Matter Concentrations and Meteorological Conditions in a Mediterranean Site, *Aerobiologia*, 29(2), 233-248.
- Rivas, I., Viana, M., Moreno, T., Pandolfi, M., Amato, F., Reche, C., Bouso, L., ÁlvarezPedrerol, M., Alastuey, A., Sunyer, J., Querol, X., 2014, Child Exposure to Indoor and Outdoor Air Pollutants in Schools in Barcelona, Spain, *Environment International*, 69, 200- 212.
- Sağlık Bakanlığı, 2014, *Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2014*, [http://ekutuphane.sagem.gov.tr/kitaplar/saglik\\_istatistikleri\\_yilligi\\_2014.pdf](http://ekutuphane.sagem.gov.tr/kitaplar/saglik_istatistikleri_yilligi_2014.pdf)
- Sarıca, S., Asan, A., Otkun, M. T., Ture, M., 2002, Monitoring Indoor Airborne Fungi and Bacteria in the Different Areas of Trakya University Hospital, Edirne, Turkey, *Indoor and Built Environment*, 11(5), 285-292.

- Scheff, P. A., Paulius, V. K., Curtis, L., Conroy, L. M., 2000, Indoor Air Quality in a Middle School, Part II: Development of Emission Factors for Particulate Matter and Bioaerosols, *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 15(11), 835–842.
- Schreckenberger, P.C., Graevenitz, A., 1999, *Acinetobacter, Achromobacter, Alcaligenes, Moraxella, Methylobacterium and Other Nonfermentative Gram-Negative Rods*, Manual of Clinical Microbiology, In: Murray, P.R., Baron, E.J., Pfaller, M.A., Tenover, F.C., Tenover, R.H., (eds.), 7 th ed, Washington DC, ASM press, 539-560.
- Seong, D., Hoque, S., 2020, Does the Presence of Certain Bacterial Family in The Microbiome Indicate Specific Indoor Environment Characteristics? A Factorial Design Approach for Identifying Bio-Fingerprints, *Indoor and Built Environment*, 29(1), 117-131.
- Sevencan, A. C., Sevencan, F., Vaizoğlu, S., Güler, Ç., 2011, Ankara’da Bir İlköğretim Okulunun İç ve Dış Çevresel Özelliklerinin Değerlendirilmesi, *Genel Tıp Dergisi* 2011, 11-14.
- Siersted, H. C., Gravesen, S., 1993, Extrinsic Allergic Alveolitis After Exposure to the Yeast *Rhodotorula rubra*, *Allergy*, 48(4), 298-299.
- Soyuer, F., Per, M., 2013, Çocuklarda Astım ve Egzersiz, *Van Tıp Dergisi*, 20(4), 281-287.
- T.C. Kırşehir Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2012, *Kırşehir İl Çevre Durum Raporu*, Kırşehir, 20(4), 281-287.
- Tambekar, D. H., Gulhane, P. B., Bhokare, D. D., 2007, Studies on Environmental Monitoring of Microbial Air Flora in The Hospitals, *J Med Sci*, 7(1), 67-72.
- Tiritoğlu, Y., 2009, *Toplu Taşıma Araçlarında Epidemiyolojik Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Adli Tıp Enstitüsü, Fen Bilimleri Anabilim Dalı.
- Todar, K., 2005, *Todar’s Online Textbook of Bacteriology*, University of Wisconsin-Madison, *Department of Bacteriology*, <http://textbookofbacteriology.net/staph.html>.

- Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), 2017, Çevre Mühendisleri Odası, *Hava Kirliliği Raporu*.
- Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), 2019, Çevre Mühendisleri Odası, *Dünya Çevre Günü Türkiye Raporu*.
- Ünlüer, N., Güvenmez, H. K., 2016, Hastane Ortamında Aerob Bakteri ve Küflerin İzolasyonu ve Tanılanması, *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(6), 90-99.
- Vandamme, P., Pot, B., Gillis, M., De Vos, P., Kersters, K., Swings, J., 1996, Polyphasic Taxonomy, a Consensus Approach to Bacterial Systematics, *Microbiological Reviews*, 60(2), 407-438, <https://doi.org/10.1128/membr.60.2.407-438.1996>.
- Verreault, D., Moineau, S., Duchaine, C., 2008, Methods for Sampling of Airborne Viruses, *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 72(3), 413-444.
- World Health Organization, 2018, *Ambient (Outdoor) Air Quality And Health*, World Health Organization, <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-outdoor-air-quality-and-health>, [Ziyaret Tarihi: 2 May 2018].
- Yalçın, I., 2002, *Pediatric*, Stafilokok Enfeksiyonları, In: Neyzi, O., Ertuğrul, T., (eds.), 3. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 491-494.
- Yarza, P., Yilmaz, P., Priesse, E., Glöckner, F. O., Ludwig, W., Schleifer, K. H., Whitman, W. B., Euzéby, J., Amann, R., Rosselló-Móra, R., 2014, Uniting the Classification of Cultured and Uncultured Bacteria and Archaea Using 16S rRNA Gene Sequences, *Nature Reviews Microbiology*, 12(9), 635-645, <https://doi.org/10.1038/nrmicro3330>.
- Yassin, M. F., Almouqatea, S., 2010, Assessment of Airborne Bacteria and Fungi in an Indoor and Outdoor Environment, *International Journal of Environmental Science Technology*, 7(3), 535-544.

Yılmaz, Ö., 2010, *Edirne İlindeki Huzurevinin Farklı Bölümlerindeki İç Ortam Havası Fungal Flora ve Bakteri Konsantrasyonunun Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yurtseven, E., 2007, *İki farklı coğrafi bölgedeki ilköğretim okullarında iç ortam havasının insan sağlığına etkileri yönünden değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.



## ÖZGEÇMİŞ

| Kişisel Bilgiler |                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Adı Soyadı       | Funda ÇANKAYA                                                            |
| Doğum Yeri       | Kırşehir                                                                 |
| Doğum Tarihi     | 01.06.1988                                                               |
| Uyruğu           | <input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer: |
| Telefon          | 0537 327 08 56                                                           |
| E-Posta Adresi   | <a href="mailto:ela_gs_2000@hotmail.com">ela_gs_2000@hotmail.com</a>     |
| Web Adresi       |                                                                          |



| Eğitim Bilgileri |                      |
|------------------|----------------------|
| Lisans           |                      |
| Üniversite       | Sakarya Üniversitesi |
| Fakülte          | Sağlık Yüksek Okulu  |
| Bölümü           | Ebelik               |
| Mezuniyet Yılı   | 2012                 |

| Yüksek Lisans    |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| Üniversite       | Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi |
| Enstitü Adı      | Fen Bilimleri Enstitüsü         |
| Anabilim Dalı    | Biyoloji                        |
| Programı         | Biyoloji                        |
| Mezuniyet Tarihi | 2020                            |

| Makale ve Bildiriler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b><u>Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:</u></b></p> <p>Babaoglu, U. T., Ogutcu H., Erdogan, M., Güllü, G., Taskiran, F., 2019. Indoor Air Quality in Anatolia Schools: Indoor Air Quality Levels and Sources of Pollutants. 5th International Conference on Environmental Science and Technology (ICOEST) 09-13 October 2019, Sarajevo, Bosnia-Herzegovina.</p> |



**Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:**

Ogutcu H., Taşkıran F., Numanoglu Çevik Y., Erdoğan M., Babaoğlu Ü. T., Süzük Yıldız S. Toplu Taşıma Araçlarının İç Havaında Bulunan Bakteri ve Fungusların MALDI-TOF MS Yöntemi ile Tanımlanması. I. Ulusal Tek Sağlık Sempozyumu, 21-23 Kasım 2019, Ankara, Türkiye.

**Projeler:**

1- Kırşehir'de Okulların İç Ortam Hava Kalitesinin Sağlık Üzerine Etkisi, TÜBİTAK - 3001, 216S805 no'lu proje (Araştırmacı, 2019).

2- Kırşehir İli'nde Bulunan Toplu Taşıma Araçlarındaki Hava Kalitesinin Mikrobiyolojik Yönden Değerlendirilmesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Müdürlüğü, No: ZRT.A3.17.010 (Araştırmacı, 2019).