

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ- CERRAHPAŞA
ADLİ TIP VE ADLİ BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Danışman
Doç. Dr. Hüseyin Çakan

İSTANBUL'DA ÇEŞİTLİ İLÇELERDEN ALINAN ISLAK VE KURU TOPRAK
ÖRNEKLERİNİN ADLİ MİKROBİYOLOJİK YÖNDEN ARAŞTIRILMASI

FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TIBBİ BİYOLOG SEVTUĞ KASAPBAŞOĞLU
İSTANBUL, 2019

İstanbul, 26 Temmuz 2019

**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
ADLİ TIP ve ADLİ BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA**

Lisansüstü Öğretim Yönetmeliğinin 36. maddesi uyarınca Enstitünüz Fen Bilimleri Anabilim Dalı'nın yüksek lisans öğrencisi Sevtuğ KASAPBAŞOĞLU'nun,

"İstanbul'da Çeşitli İlçelerden Alınan Islak ve Kuru Toprak Örneklerinin Adli Mikrobiyolojik Yönden Araştırılması"

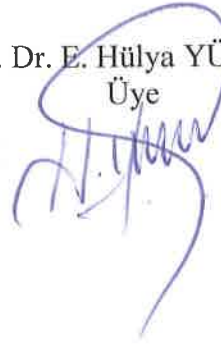
Adlı tezi jürimizce tetkik edilmiş ve kendisine tez savunması yaptırılmıştır.

Yukarıda adı geçen tezin ve tez savunmasının kabul edilmesine oy birliğiyle karar verilmiştir.



Prof. Dr. H. Bülent ÜNER
Jüri Başkanı

Doç. Dr. E. Hülya YÜKSELOĞLU
Üye



Doç. Dr. Hüseyin ÇAKAN
Danışman

Dr. Öğr. Üyesi İtir ERKAN
Üye



Dr. Öğr. Üyesi Selda MERCAN



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

Proje No: 21862



Önsöz

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü Fen Bilimleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle tez çalışmamın yapıldığı İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü Fen Bilimleri Anabilim Dalı yöneticilerine ve yüksek lisans tezimin gerçekleşmesinde katkıda bulunan; bana bu konuda çalışma fırsatı veren, benimle tüm bilgi birikimini paylaşan, destekleri ve yorumlarıyla yol gösteren, hoşgörü ve anlayışıyla tez sürecinde ihtiyacım olan tüm konularda yardımlarını esirgemeyen değerli hocam; tez danışmanım Sayın **Doç. Dr. Hüseyin Çakan**’ a içtenlikle teşekkür ediyorum.

Saha çalışmalarım boyunca yardımını esirgemeyen değerli babam **Faruk Kasapbaşoğlu**’na katkıları ve yardımlarından dolayı kıymetli annem **Şenay Kasapbaşoğlu**’na içtenlikle ve sevgiyle teşekkürlerimi sunarım...

Tez çalışmamız için maddi destek veren İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa **BAP** yönetici ve çalışanlarına da katkıları için sonsuz teşekkürler.

Bu araştırma için desteğini esirgemeyen herkese saygı ve sevgilerimle...

SEVTUĞ KASAPBAŞOĞLU

İçindekiler

Önsöz	iii
İçindekiler	iv
Şekiller Listesi	vi
Tablolar Listesi	vii
Özet.....	viii
Abstract.....	x
1. Giriş ve Amaç	1
2. Genel Bilgiler.....	3
2.1 Toprak Mikrobiyota Tarihçesi	3
2.2 Adli Toprak Bilimi.....	3
2.3 Adli Toprak Biliminin Tarihçesi.....	4
2.4 Toprak Oluşumunda Rol Oynayan Faktörler.....	5
2.5 Toprağın Katmanları.....	8
2.6 Adli Amaçlı Toprak İncelemeleri	9
2.7 Toprak Delillerinin Kullanıldığı Örnek Olaylar	10
2.8 Adli Bilimlerde Mikrobiyoloji.....	12
2.9 Mikroorganizmalara Genel Bakış	13
2.9.1 Mikroorganizmaların Gelişimlerine Etki Eden Faktörler	13
2.10 Toprakta Bulunan Mikroorganizmalar	16
2.10.1 Bakteriler	17
2.10.1.1. Bakterilerin Morfolojik Özellikleri.....	19
2.10.1.2 Boyanmalarına Göre Bakteriler	21
2.10.2 Funguslar	21
2.10.2.1 Mayalar	21
2.10.2.2 Küfler	22
2.10.3 Protozoalar	23
2.10.4 Aktinomisetler	23
2.11. Adli Toprak Analizi	23

3. Gereç ve Yöntem	24
3.1 Araştırma Evreni ve Örneklemi	24
3.2 Çalışmada Kullanılan Cihazlar ve Araç Gereçler	24
3.3 Araştırmanın Tasarlanması	25
3.4 Numunelerin Toplanması ve Depolanması	26
3.5 Toprak Numunelerini (Kuru ve Islak) Topladığımız İlçeler.....	28
3.6 Toprak Numunelerinin Çalışmaya Hazırlanma Aşamaları.....	33
3.6.1 pH Hesaplama.....	34
3.6.2 Besiyeri Hazırlama.....	35
3.7 Örnek İşleme.....	36
3.8 Mikroorganizmaların Tiplendirilmesi.....	40
4. Bulgular	41
4.1 Örneklenen Toprakların Tiplendirme Sonuçları.....	41
4.1.1 Fenotipik Değerlendirme	42
4.1.2 Koloni Sayımı	42
4.1.3 Mikroorganizmaların Dağılımı	42
5. Tartışma	53
6. Sonuç	60
7. Kaynaklar	63
Ekler	
Ek-1: Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Proje Özet Raporu	1
Ek-2: Toprak Mikrobiyota Bulguları	2
Özgeçmiş	3

Şekiller Listesi

Şekil 1: Oluşumunu Tamamlamış Bir Toprak Kesiti (Toprak Horizonları)	8
Şekil 2: Morfolojik özelliklerine göre bakteri çeşitleri	20
Şekil 3: Morfolojik özelliklerine göre küfler	22
Şekil 4: Numunelerin Toplanması	26
Şekil 5: (a) Örnek Alınması (b) Toplanması (c) Taşınması	27
Şekil 6: Ekim kabiniinde yapılan çalışmadan bir görüntü.....	34
Şekil 7: Öze ile besiyerine seyreltme yöntemi ile sıvı örneğin ekimi	37
Şekil 8: Kültür yöntemi ile ekim işlemlerinin aşamaları.....	38
Şekil 9: (a) Kültür yönteminde etüvde inkübasyon işlemi (b) Süspansiyon hazırlanması	38
Şekil 10: Gram Boyama Aşamaları ve her aşamada bakterilerin renkleri	40
Şekil 11: İlçelere göre bakteri ve mantar üreme yoğunlukları	45
Şekil 12: Jeloz Agar, Endo Agar, Malt Extract Agar besiyerlerinde aynı toprak numunesinde mikroorganizmaların koloni üreme şekilleri	46
Şekil 13: Şile’den alınan toprak örneğinin Malt Extract Agar besiyerinde mantar, küf ve maya kolonilerine ait üremeler	47
Şekil 14: Ümraniye ilçesinden alınan ıslak ve kuru toprak örneklerinin Endo Agar, Jeloz Agar ve Malt Extract Agar besiyerlerinde mikroorganizmaların koloni üreme görüntüleri.....	47
Şekil 15: Malt Extract Agar besiyerinde mantar üreme görüntü örneği	48
Şekil 16: Eyüp ilçesinden topladığımız kuru toprak numunesine ait <i>Streptomyces sp.</i> mikroskopik görüntüsü	48
Şekil 17: Toprak örneklerine ait mikroskop görüntüleri 1	49
Şekil 18: Toprak örneklerine ait mikroskop görüntüleri 2	49
Şekil 19: Toprak örneklerine ait mikroskop görüntüleri 3	50
Şekil 20: İlçelere göre üreme durumları	50
Şekil 21: Alınan toprak numunelerinin İstanbul kıtalarına göre dağılımı.....	51
Şekil 22: 20 ilçeden topladığımız toprak numunelerindeki mantar üreme oranları	51
Şekil 23: 20 ilçeden topladığımız toprak numunelerindeki bakteri üreme oranları	52

Tablolar Listesi

Tablo 1: Bazı mikroorganizmaların toprakta üreme sıcaklıkları	15
Tablo 2: Verimli toprağın 1 gramındaki mikroorganizmaların sayısı	17
Tablo 3: Topraktaki baskın bakteriyal filum(aile)	18
Tablo 4: Islak ve Kuru Topraklara ait pH değerlendirilmesi	46



Özet

Adli vakalarda olay yeri inceleme ve bu inceleme sonucunda elde edilen deliller olayların aydınlatılması aşamasında büyük önem taşırlar. Şüpheli bir olayın araştırılmasında Adli Bilimlere yol gösterici en önemli araçlardan biri de komplekse yapısı ile topraktır.

Toprak çok çeşitli partiküllerden oluşan bir karışımdır; zamanla süregelen; iklim, ana kaya, topografya, canlı organizmalar ve zaman gibi doğal faktörlerin etkileriyle birlikte de toprak, değişik bölgelerde farklı bileşim ve farklı karakteristik yapıya sahip olmuştur.

Toprak içeriğinde farklı gruplardan milyonlarca mikroorganizma içerir. Çünkü toprak mikroorganizmaların büyümeleri için çok elverişli bir ortamdır. Bakteriler, funguslar ve aktinomisetler toprakta yer alan ve çeşitli faaliyetler gösteren mikroskobik canlılardır. Varlıkları ve topraktaki oranları mevsim, nem, sıcaklık, pH, derinlik, toprak yapısı ve rutubeti gibi faktörlere göre değişir. Bu mikroorganizmaların morfolojilerinin karşılaştırılması toprak örneklerinin kimliklendirilmesini sağlar.

Bu çalışmada, toprağın son derece değişken mikrobiyal dağılımından yararlanmak suretiyle ilçelere göre toprak kimliklendirilmesi yapıldı ve toprağın adli olayların çözümüne katkısını ortaya koyacak bir araştırma gerçekleştirildi.

Çalışmamız İstanbul ilinde daha önceden belirlediğimiz her iki kıtadan 20 farklı ilçeden oluşturuldu. Her ilçe kapsamında; adli vakaların gerçekleşebileceği, yerleşim yerlerinden uzak, tenha ve toprak çeşitliliğini görebilmek adına da ormanlık, dağlık, sulak özellik gösteren farklı alanlar tercih edildi. Bu alanlardan hem kuru hem de ıslak toprak örnekleri belirli derinliklerden (5-30 cm) toplandı ve steril şartlarda plaklara konulmak suretiyle en kısa sürede laboratuvara ulaştırılması sağlandı. Topraktaki tüm mikrobiyal aktiviteyi görebilmek adına kazılan her noktaya birer lam gömüldü ve bir gün sonra toplanarak aynı koşullarda laboratuvara ulaştırıldı. Laboratuvara ulaştırılan her bir örneğin analizleri makroskobik, mikroskobik, kültür, ve ticari identifikasyon sistemleri ile yapıldı ve tanımlamalarının yapılması sağlandı. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldı ve bu veriler kriminal olayların değerlendirme aşamasında önemli bir fiziksel delil olan toprağın mikrobiyolojik yönüyle de adli bilimlere katkısını ortaya

koydu. Böylece toprakta bulunan mikroorganizmaların toprağın kimliklendirilmesinde bir gösterge olarak kullanılabilirliği görüldü. Toplam 16 tip mikrobiyota üyesi tespit edildi. Toprak numunelerinin % 100 ünde bakteri, % 80 inde mantar belirlenerek alınan toprak örneklerinden bir veri tabanı oluşturuldu. İstanbul ile ilgili elde edilen bu verilerin ileride kullanılacak coğrafik bilgi sistemleri yönünden bir model oluşturması da sağlandı.

Sonuç olarak toprak delillerinin uygun bir şekilde toplanıp incelenmesiyle, toprakta bulunan mikroorganizmaların toprağın kimliklendirilmesinde bir gösterge olarak kullanılabilirliği ile suçun failinin yakalanabileceği gibi, suç ile ilişkilendirilecek bir masumunda aklanmasının sağlanabileceği gösterildi.

Anahtar Kelimeler: Adli Bilimler, Toprak Mikrobiyolojisi, Kimliklendirme.

Abstract

In forensic cases, the crime scene investigation and the evidence obtained as a result of this investigation are of great importance in the clarification of the events.

One of the most important tools guiding forensic science in investigating a suspicious incident is the soil with its complicated structure.

Soil is a mixture of a wide variety of particles, ongoing; climate, bedrock, topography, living organisms and natural factors such as time in different regions of the soil shows a different composition and characteristic structure.

Soil contains millions of microorganisms from different groups. Because soil is a very favorable environment for the growth of microorganisms. Bacteria, fungi and actinomycetes are microscopic organisms in the soil that show various activities. Their presence and proportion in the soil varies according to factors such as season, humidity, temperature, pH, depth, soil structure and moisture. Comparison of morphology of these microorganisms enables identification of soil samples.

In this study, soil identification was made according to districts by making use of highly variable microbial distribution of soil and this study was conducted to reveal the contribution of soil to the solution of forensic events.

Our study consisted of 20 different districts from both continents previously identified in Istanbul. Within the scope of each district; different areas of forest, mountainous and wetland were preferred in order to see forensic and soil diversity away from settlements where forensic cases could occur. Both dry and wet soil samples were collected from these areas at specific depths (5-30 cm) and in sterile conditions were placed on the plates as soon as possible to reach the laboratory. One slide was buried in each excavated spot to see all the microbial activity in the soil and one day later they were collected and delivered to the laboratory under the same conditions. Laboratory analysis of each sample was carried out with macroscopic, microscopic, culture and commercial identification systems and identification was provided. Obtained results were compared and these data showed the contribution of forensic sciences to the microbiological aspect of soil, which is an important physical evidence in the evaluation of criminal events. Thus, the usability of microorganisms in the soil as an indicator for identification of the soil was seen. A total of 16 microbiota members were identified.

Bacteria were determined in 100% of soil samples and fungi were determined in 80% of the soil samples and a database was created from the soil samples taken. This data obtained from Istanbul was also provided to form a model in terms of geographic information systems to be used in the future.

As a result, it has been shown that by collecting and examining the soil evidence appropriately, the microorganisms present in the soil can be used as an indicator for the identification of the soil, and the perpetrator of the crime can be apprehended or laundered in an innocent to be associated with the crime.

Key Words: Forensic Sciences, Soil Microbiology, Identification.



1. Giriş ve Amaç

Adli vakaların aydınlatılması için olay yeri inceleme ve bu inceleme sonucunda elde edilen fiziksel deliller büyük önem taşırlar (1). Toprak; olay yeri-suç-mağdur arasında ilişki kurmamıza olanak sağlayan önemli bir fiziksel delildir (2). Birçok olayda bir suçluya veya kurbanı bulaşabildiği ve taşınabildiği için kriminal incelemelerde delil taşıyıcı olarak adli bilimler yararına önemli bilgiler sağlayabilecek önemli bir suç delilidir (3).

Zamanla süregelen doğal nedenlerle ve canlılar tarafından meydana getirilen transferler ile birlikte, toprak değişik bölgelerde farklı birleşimdedir ve karakteristik bir yapıya dönüşmektedir (4). Toprağın oluşumu beş temel faktörün sonucudur. Toprağın farklılığını oluşturan bu faktörler, iklim, (nem, sıcaklık), ana materyal, topografya, canlı organizmalar ve zamandır (2). Toprak oluşumunu etkileyen bu beş faktör genellikle farklı yerlerde farklı etkiler oluşturur; bu yüzden toprak büyük çeşitlilik kazanır. Böylece yeryüzünde toprak her bölgede kendi özel karakteristik özelliğine sahip olmuştur (5). Toprağın var olan bu çeşitliliği de bir suçlu ile bir olay yeri arasında bağlantı kurabilmek için onu çok değerli bir delil yapmaktadır (3).

Toprak bir olay yerinden toplanan örneklerle bir şüpheli veya nesneden toplanan örneklerin karşılaştırılmasına yardımcı olabilmektedir. Bu da toprağı adli araştırmalarda olayların aydınlatılmasında önemli bir fiziksel delil haline gelmesini sağlamıştır (2).

Toprağın mikrobiyal dağılımının oldukça değişken olması toprağın menşeinin tayinine ve kimliklendirilmesine yol açmıştır. Toprağın farklılandırılmasında topraktaki bakteriyel türlerin ve onların metabolik aktivitelerinin kimliklendirilmesi kullanılabilir (7).

Mikrobiyolojik yönden 3 grup mikroorganizma; Bakteri, mantar ve aktinomisetler toprağın kimliğinin belirlenmesini, değişik toprak örnekleri arasındaki benzerlik ya da farklılıklarını belirlemeyi mümkün kılmıştır (6).

Adli olayların çözülmesine ilişkin hazırladığımız bu tez çalışmamızda, İstanbul ilinin her iki kıtasından seçtiğimiz 20 farklı ilçeden kuru ve ıslak olacak şekilde iki farklı zaman diliminde, her bir ilçeden 5 ile 30 cm arasında farklı derinliklerden olmak

üzere 3'er adet toplamda 120 adet toprak örneği incelendi. Toprak numunelerinin kimliklendirilmesi ve farklılandırılması amacıyla makroskobik, mikroskobik, kültür, ve bazı identifikasyon testlerine tabi tutularak hızlı, düşük maliyetli, doğru ve kesin sonuçlara ulaşmamız planlandı. Bu çalışmanın amacı;

Farklı çevresel faktörler etkisinde, farklı ilçelerden topladığımız toprak örneklerinden elde edilen kolonilerin morfolojilerinin karşılaştırılması ile toprağın mikrobiyolojik yönden kimliklendirilmesinin sağlanması ve bu farklılandırma sonucunda suçun işlendiği olay mahallinin belirlenmesi.

Cinayet, hırsızlık, tecavüz gibi olaylarda karşılaşılan şüpheli kişinin üzerinde, vücudunda, ayakkabısında ya da kıyafetlerinde ve/veya otomobilinde bulunabilecek toprak bulaşıkları ile olay yerindeki toprak örnekleri arasında mikrobiyolojik farklılıkları ya da benzerlikleri yönünden bir ilişki kurmak suretiyle; sadece renk, mineral yapısı, tane büyüklüğü gibi özellikleri ile değil kriminal olayların değerlendirme aşamasında önemli bir fiziksel delil olan toprağın; mikrobiyolojik yapısı ile de adli bilimlere katkısının gösterilmesi.

Toprakta bulunan mikroorganizmaların bir gösterge olarak kullanılabilirliğinin ortaya konulması ile adli bilimlere mikrobiyotayı konuşturabilmektir.

Ayrıca bu tez çalışmamız ile bütçemiz gereği sağlanan imkanlarla mikrobiyal kültür ve bazı hızlı tanı testleriyle ulusal çalışmaların son yıllardaki ivmesine bir katkı sağlamayı da amaçladık.

İstanbul'da elde ettiğimiz bu verilerin mikroorganizmal bir model oluşturması da beklediğimiz en önemli sonuçtur.

Bu konu ile ilgili birçok yurtdışı kaynaklı çalışmalar yapılmıştır. Ülkemizde ise toprak mikrobiyolojisinin adli yönüyle ilgili kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu tür bir çalışmanın yapılmasına gerek görülmüştür.

2. Genel Bilgiler

2.1 Toprak Mikrobiyota Tarihçesi

Mikroorganizmalar dünya üzerinde bitki ve hayvanların ortaya çıkışından milyonlarca yıl önce oluşmuşlardır. Dünyadaki mikroorganizmaların çoğu toprak kökenli veya toprak çevresi ile yakın ilişki içindedir (8).

Toprak mikrobiyolojisinin gelişimi, bir bilim dalı olarak mikrobiyolojinin gelişimi ile yakından ilişkilidir. Çok yönlü bir bilim adamı olan İngiliz Robert Hooke küflerin yapılarını 1664 yılında rapor etmesine rağmen, bakterileri ilk tanımlayan; 270 kat büyütmeye sahip, kendi tasarımı olan mikroskopla yaptığı çalışmalar sonucunda; Anton Van Leeuwenhoek olmuştur (4) .

19. yüzyılın sonlarında toprak mikrobiyolojisinde önemli gelişmeler ardı ardına hızlı bir şekilde gelmiştir. Bunlardan biri Winogradsky, bakterileri topraktan izole etmiş ve adlandırmıştır. Mikrobiyolojide çığır açan bu ve diğer birçok çalışmalarından dolayı Winogradsky birçok bilim insanı tarafından toprak mikrobiyolojisinin babası olarak kabul edilmektedir (20) .

Yıllar geçtikçe toprak mikrobiyolojisi ile ilgili yapılan araştırma, yayınlanan makale ve kitaplarda önemli artışlar meydana gelmiştir.

Ülkemizde ise toprak mikrobiyolojisi ile ilgili yapılan çalışmalar 1960'lı yıllarda başlatılmıştır (20) .

2.2 Adli Toprak Bilimi

Adli Bilimlerin suç soruşturmalarında kullandığı en önemli araçlardan birisi de topraktır. Toprak; adli olayların çözümüne katkı sağlayan önemli bir fiziksel kanıttır (3).

Toprak delilleri, adli bilimlerde şüpheli ile olay ve olay yeri arasındaki bağlantı ve olay yerinin belirlenmesinde önemlidir (11,72). Toprak partikülleri bir bölgeden bir bölgeye kişi ve/veya kişilerce taşınabilir. Bu taşınabilme özelliğiyle de Adli Bilimlerde delil açısından önem arz etmektedir. Bu bakımdan adli toprak bilimini, cinayet, hırsızlık, kaçakçılık, terör, trafik kazası, tecavüz gibi adli vakalarda delil olarak toprağın

kullanılması ile adli olayın çözümüne katkı veren bilim dalı olarak tanımlayabiliriz (3).

Adli yönden toprak düşünüldüğünde yeryüzünde bulunan doğal ya da yapay her türlü materyali içerdiği düşünülebilir. Bu nedenle toprağın adli yönden incelenmesi sadece kayalar, mineraller, bitkiler, hayvansal maddeler, incelenen örnekte bulundukları takdirde toprağı belli bir bölge dahilinde karakteristik özelliklere sahip kılan cam, boya, asfalt, tuğla parçaları, kül gibi maddelerin tetkiki değil aynı zamanda toprağı kimliklendirmemizi sağlayacak toprak mikroorganizmalarının tetkikini de içerir (4).

2.3 Adli Toprak Biliminin Tarihçesi

Toprağın adli olayların çözülmesinde kullanılması 19. yy sonlarına dayanır (20). Tarihte bu olay şöyledir, bir trenle nakledilen fiçilerin içindeki gümüş paraların istasyonlardan birinde kumla yer değiştirilerek çalınması olayında, Christian Ehrenberg fiçilerdeki kumu tren hattındaki istasyonların bulunduğu bölgelerdeki kumlarla karşılaştırarak soygunun hangi istasyonda gerçekleştiğini ortaya koymuştur (12).

Sherlock Holmes Hikayeleri: Toprağın delil olarak kriminolojiye katkısı ilk olarak Sir Arthur Conan Doyle'un ünlü Sherlock Holmes romanlarını yazması ile başlamıştır. 1887'de yayınladığı Kızıl Dosya öyküsünde dedektif Sherlock Holmes, pantolon sahibinin paçalarındaki çamur lekelerinden, Londra'nın nerelerinde gezindiğini bildiği anlatılır. Gerçekte bu romanlardaki görüşler hiç kullanılsa da değinilen bir çok uygulama ve teknikler, sonraki bilim adamlarının çalışmalarına ışık tutmuş ve toprağın delil olarak değerlendirilme çalışmalarının doğmasını sağlamıştır (2,13).

Dr. Hans Gross: Avusturyalı kriminoloji profesörü Hans Gross 1893 yılında şüphelinin ayakkabılarında tespit edinebilecek toprak örneklerinin kullanılabileceğini göstermiştir. Bilimsel kriminal araştırmanın kurucusu olarak kabul edilir. "Ayakkabılarda bulunan toprak, ayakkabıları giyen şahsın en son nerede bulunduğu hakkında çoğu defa bize, zahmetli olan sorgulamalardan daha fazla bilgi verebilir." sözü ona aittir (2,12).

Dr. Georg Popp: Alman adli bilimci 1904 yılındaki kriminal bir davada ilk defa jeolojik delilleri kullanmıştır. Ocak 1904'de Eva Disch isimli bir terzinin öldürülmüş olduğu olay yerinde kömür parçacıkları, enfiye ve hornlend mineral tanecikleri içeren kirli bir mendil bulundu. Enfiye kullanan ve kömür yakan bir gaz fabrikasında ve üretimin yapıldığı kayalarda hornlend mineralinin bol bulunduğu bir taş ocağında

alışan Karl Laubach isimli bir şüpheli tespit edildi. şüphelinin pantolonunda iki tabaka halindeki toprak bulaşının alttaki tabakasının suç yerindeki toprakla, üst tabakanın ise şüphelinin evine giden yoldan alınan toprakla eşleştiği görüldü. Bu deliller sonucu Laubach suçunu itiraf etti (2,12).

Edmond Locard: “İki nesne birbirine temas ederse orada daima bir madde transferi vardır. Kullanılan metodlar bu transferi kanıtlamak için yeterince hassas olmayabilir veya transferle meydana gelen deliller belli bir zaman sonra yok olabilir. Ancak transfer mutlaka gerçekleşir.” sözüyle değişim prensibini ortaya koyarak Emile Gourbin olayını çözdü (14).

Edward Oscar Heinrich: Amerikalı kriminalist kum, toprak ve boya pigmentleri gibi jeolojik materyallerle çalışmalar yaptı ve Father Patrick Heslin olayında çalıştı. California’da bir papaz olan Heslin kaçırılmış ve olayla ilgili bir fidye notu gönderilmişti. Papazın cesedi William Hightower isimli bir fırıncı tarafından yöredeki bir kumsalda bulundu. Hightower’ın bıağında ve odasında bulunan çadırdaki kum tanecikleri cesedin bulunmuş olduğu sahildeki kum ile eşleşiyordu. Hightower cinayetten suçlu bulundu ve ömür boyu hapse mahkum edildi (2,14,15).

Federal Bureau of Investigation (FBI): 1985 yılında ajan Enrique Camarena’nın ölümü olayı üzerinde çalışıldı. Cesedin üzerindeki vücut sıvıları toprak ile karışmış durumdaydı ve cesedin ilk gömüldüğü yerden çıkartılmış ve taşınmış olduğu belirlendi. Çünkü cesede bulaşmış toprak taba-kahverengi volkanik kül ve riolite parçaları içerirken, cesedin bulunduğu yerden toplanan toprak örnekleri yeşil-siyah renkli kaba bazalt parçalar içeriyordu. Cesetten elde edilen riolite ve volkanik külün Guadalajara havzasındakiler ile tutarlı olduğu görüldü. Cesedin ilk gömüldüğü yeri tam olarak bulmak amacıyla deliller üzerinde 30 karakteristik özellik yönünden incelemeler yapıldı ve mezar bölgesi belirlendi (16).

2.4 Toprak Oluşumunda Rol Oynayan Faktörler

Toprak; mineral ana materyal olarak ana kayanın ve organik ana materyal olarak ta bitkisel ve hayvansal artıkların çeşitli devirlerde ve çeşitli faktörlerin etkisi altında ayrışma ve parçalanmasından meydana gelmektedir. Dolayısıyla toprağın oluşmasında etkili olan faktörleri beş ana grupta sıralayabiliriz (2,8).

1-Hammadde: Herhangi bir toprak örneğinin fiziksel (renk, derinlik, tekstür, strüktür (yapı), kimyasal (organik madde miktarı, pH, mineral madde miktarı) , biyolojik özellikleri o toprağın geldiği ana materyalin fiziksel ve kimyasal özelliğine göre değişir (17).

2-İklim: Güneş ışığı, ısı, buz, kar, yağmur, rüzgar ve diğer doğal etkiler toprak oluşumunda rol oynayan faktörlerdendir. Örneğin yüksek yağış alan ve sıcak iklim bölgelerinde oluşan topraklar daha derin, daha koyu renkli ve oluşum süreçleri hızlıdır. Buna karşın çok soğuk veya çok düşük yağışlı iklim bölgelerinde toprak oluşum süreçleri (kimyasal, fiziksel, biyolojik, ayrışma ve parçalanma) daha yavaştır ve meydana gelen toprak daha az derindir (18).

3-Organizmalar: Toprakta yaşayan bütün hayvan ve bitkiler (mikroorganizmalar ve insanlar dahil). Bitkilerin ihtiyaç duyduğu su ve besin miktarı toprak oluşumunu etkileyen bir faktördür. Toprak içerisinde yaşayan hayvanlar atık maddelerin bozunmasına etki eder ve topraktaki materyallerin dağılımını da etkiler. Bitkilerin kalıntıları ve ölü hayvanların organik madde dönüşümleri toprağı zenginleştirir. İnsanların toprağı kullanım şekli de toprak oluşumunu etkiler (18,22).

4-Topografya: Toprak bulunduğu konuma göre iklimsel şartlardan etkilenir. Bir tepenin eteğinde bulunan toprak yamaçta bulunan topraktan daha fazla su alır ve güneş ışınlarından direkt etkilenen bir yamaç toprağı güneş görmeyen tarafa göre daha kuru olur (2,18).

5-Zaman: Toprağın çevresi ile denge sağlamasına imkan veren bir faktördür. Herhangi bir fiziksel ve kimyasal reaksiyon başlangıcından sonuna kadar tam olarak oluşabilmesi için belirli bir zamana ihtiyaç vardır. Toprak oluşum süreçlerinde bir reaksiyon olduğuna göre mineral veya organik ana materyalden bir toprağın oluşabilmesi için (olgun toprak) uzun bir zamana ihtiyaç vardır. Sonuç olarak toprak oluşum esnasında oluşma süresi fazla ise meydana gelen topraklar daha olgun ve daha derin topraklardır. Örnek olarak tropik bölgelerde volkanik küller üzerinde yaklaşık yüz yılda toprak oluşur. Serin, ılıman bölgelerde toprak oluşum hızı çok düşüktür. 500 yılda 1 cm kalınlıkta toprak oluşur (2,18).

Özetle; topraklara özellik katan ve mikroorganizma çeşitliliğine etki eden etmenler;

Ana materyal: Bileşim, sertlik, gözenekli olması vb.

Topografya: Eğim, engebeli ya da düz olması

Zaman: Genç, olgun, yaşlı toprak

İklim: Yağış, sıcaklık vb.

Canlılar: Bitki örtüsü, insanlar, böcekler, hayvanlar

Bütün bu faktörler yüzlerce ve binlerce yıl boyunca etkisini gösterir. Toprak oluşumunu etkileyen bu beş faktör genellikle farklı yerlerde farklı etkiler oluşturur, bu yüzden toprak büyük çeşitlilikler kazanır. Yeryüzündeki toprak her bölgede kendi özel karakteristik özelliğine sahiptir (5).

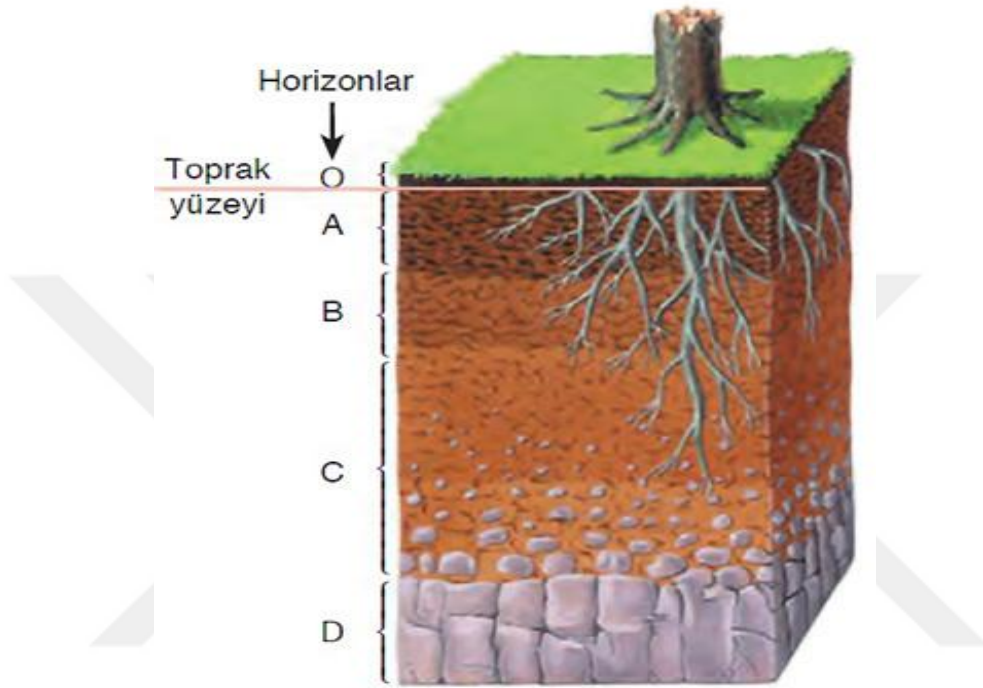
Bir toprağın bu tür karmaşık toprak oluşum sürecinin sonuçları olarak gelişmesinin tarihi, toprak rengine güçlü bir şekilde yansır. Çok sayıda toprak renginin sistematik olarak gözlemlenmesi tarama için özellikle yararlıdır (4,23).

Toprağın oluşumunda etkisi olan tüm bu faktörler; toprağın mikrobiyotasını da etkiler. Topraktaki mikroorganizmaların çeşitliliği, dağılımı ve miktarı; sıcaklık, nem, rüzgar, bulunduğu alanın bitki içeriği, yamaçta mı tepede mi oluşu gibi çeşitli faktörlere göre değişim gösterir. Örneğin dik yamaçlarda ve yüksek arazilerde toprak oluşum süreci daha yavaş cereyan etmektedir. Ayrıca oluşan topraklar erozyonla aşağılara taşınırlar. Dolayısıyla yamaçlarda topraklar daha az derin ve daha açık renkli olurlar. Buna karşın taban arazilerdeki topraklar nispeten daha koyu renklidirler. Yüksek araziden aldığımız toprak ile yamaçlara doğru, daha sulak bölgelerden topladığımız toprak örneklerinin alınan bölge aynı bile olsa, mikroorganizmal insidansı farklılık gösterir. Yüksekte toprak kurak iken, aşağıda daha cıvık sulu olacağından; oksijeni seven, suya ihtiyaç duyan bakteriler aşağıda, daha dayanıklı olan bakteriler ise daha yüksek arazide çoğalacaklardır. Devamlı güneş gören arazilerde meydana gelen topraklar daha çabuk oluşur ve daha derindirler. Daha az güneş alan topraklar ise daha yavaş oluşurlar ve daha az derindirler (24).

Sonuç olarak bu faktörler topraktaki çeşitlilikte önemli rol oynar. Aynı bölge içerisindeki toprak bile bu sayede kendine has özellik gösterir (23).

2.5 Toprağın Katmanları

Toprak oluşum süreçleri ile meydana gelen ve farklı karakteristik özelliklere sahip olan, toprak yüzeyine paralel katmanlara toprak horizonları denir (21). Oluşumunu tamamlamış toprak kesitinin tüm katmanları Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1: Oluşumunu tamamlamış bir toprak kesiti (Toprak Horizonları)

O Horizonları; çürüyen hayvan ve bitkilerin katmanıdır.

A Horizonları; yüzeyde veya yüzeye çok yakındırlar. Mineral materyal ile humuslaşmış organik maddenin karışımının birikmesinden oluşur. Organik maddeler karıştığı için genellikle koyu renklidirler.

B Horizonları; kil ve humusun biriktiği horizondur ve genellikle açık renklidir.

C Horizonları; ana kayanın ayrışmaya başladığı katman.

D Horizonları; ana kayanın olduğu katmandır.

2.6 Adli Amaçlı Toprak İncelemeleri

Adli toprak araştırmaları genellikle bir veya daha fazla toprak numunesinin toplanmasını ve ardından toprak karakterizasyonunu içerir (25). Toplanan örneklerden, sorgulanan ve menēi bilinmeyen veya tartışmalı olan toprak örnekleri ile (şüpheli veya mağdurda), menēi bilinen toprak örnekleri ile karşılaştırılır (2). Toprak, cinayet soruştırmalarında; mağdurun olay yerinde mi öldürüldüğünü yoksa başka bir yerde öldürülerek bulunduğu yere mi taşındığını, bunun yanı sıra mağdur, fail olay yeri ilişkilendirmesinde kullanılan fiziksel bir delildir (11).

Toprak; evre ve doğal olaylardan direkt olarak etkilenen maddedir. Bu nedenle aynı olay yerinin her adımı bile değişik özellikler gösterebilmektedir. Örneğin şüpheli araçların çeşitli bölümlerinden (tekerlek, amurluk, paspas vb.) ve şahışların ayakkabılarından alınan toprak örneklerinin olay yerinden alınan toprak örnekleri ile karşılaştırılması yapılır. Toprak karşılaştırmalarında, daha çok şahışların üzerine sürünen, yapışan (amur) veya elbiselerin cep ve pantolon paaları içine giren örnekler dış ortamdan fazla etkilenmediğinden sıhhatli sonuçlar verebilmektedir (3).

Birçok fiziksel delilde olduğu gibi adli amaçlı toprak incelemesinde de mukayese inceleme söz konusudur (1). Suç yeri ve çevresinden toplanan toprak numuneleri ile mukayese edilecek olan, şüpheli şahıştan elde edilen toprak delillerinin dikkatlice toplanması gerekir (26). Bununla birlikte olay yerinin saptanamaması durumunda bile toprak delillerinden faydalanılamayacağı düşünülmemelidir. Örneğin zerine toprak bulaşmış bir kişi ya da nesne, olay mahallinden çok uzakta bulunabilir. Bu durumda toprağın yapısal ve mikrobiyolojik sınıflandırılmasından yararlanılarak toprak transferinin gerçekleştiği bölge tespit edilebilir. Bu, sorgulanan ve kontrol örneklerinin farklılığının bir ltdr (3).

Aslında toprak, gittiğimiz yerlerin kronolojisini vermesi açısından önemli bir sessiz tanıktır (13). “Her temas mutlaka bir iz bırakır” prensibi ile ortam-mağdur-fail arasında olay yerinde temas olmaktadır. Bu temas olayın ne olduğu ve tarafların kimler olduğu hakkında ipuçları verir (74).

Toprak kompleks bir yapıdır. Bu özelliği nedeniyle adli toprak analizinin de karmaşık olduğuna inanılmakta ancak toprağın bu tür çeşitliliği ve karmaşıklığı aslında olayların daha yüksek güçte ayırt edilmesi olanağı sağlamaktadır (12,73).

Birçok toprak genel görünümüne bakılarak farklılandırılabilir, ayırt edilebilir. Farklı bölgelerden alınan toprak numunelerinin ayırt edilmesi için numunelerin renk ve yapı itibarıyla görsel mukayeselerinin yapılması kolaydır ve oldukça değerli veriler sağlar (23). Bir diğer önemli nokta da toprağın ıslak iken gerçek renginden daha koyu görüldüğünün bilinmesidir. Toprağın 1100 ayırt edilebilir rengi olduğu tahmin edilmektedir (4). Bu nedenle adli amaçlı toprak incelemesinde renk mukayesesi de önemli bir yer teşkil eder (27).

2.7 Toprak Delillerinin Kullanıldığı Örnek Olaylar

Ülkemizde kamuoyunun takip ettiği ve adli toprak biliminin müdahil olarak aydınlatıldığı vakalardan biri; Batman’da gerçekleşmişti. Araç içerisinde ele geçirilen 1000 kg narkotik materyallerin failleri hint kenevirlerinin konduğu çuvalların tabanından alınan toprak ile araç içerisindekilerinin ayakkabılarından ve aracın tekerleğinden alınan toprakla yakayı ele vermişler ve olay bu şekilde aydınlatılmıştır. Yine aynı şekilde başka bir olayda maktül 21 yaşında ve iki çocuk babası bir inşaat işçisidir. Eski çalıştığı iş yerinde kalan 1000 TL yi almak için işyerine gider. Eski şantiye şefi 1000 TL yi vermemek için genci silahla öldürür ve boş bir araziye atar. Ceset bulunur fakat şantiye şefi ısrarla olayla ilgisi olmadığını iddia eder ve devamlı inkar eder. Şantiye şefinin evinde yapılan arama neticesinde şantiye şefine ait bulunan çamurlu ayakkabılar ile maktülün bulunduğu yerdeki toprak analiz edilir, karşılaştırılır ve aynı fiziksel özellikleri göstermesi nedeni ile şantiye şefi gözaltına alınır ve deliller önüne konunca da olayı kendisinin yaptığını kabul eder. Bu olayda da sadece toprak olayın çözümünü sağlamış oldu (28).

Yine ulusal bir örnek olay ise şöyleydi; 2014 yılında bir ilçemizde soruşturmacı birim yetkililerini telefon ile arayarak büyük çaplı bir hırsızlığa karışmış olduğu düşünülen bir aracın terk edilmiş ve yakılmış halde bölgede bulunduğu ve konu ile ilgili inceleme yapılmasını talep ettiklerini bildirmeleri üzerine aracın terk edilmiş halde bulunduğu bahse konu olan yere ekipler geçtiğinde aynı renk ve marka ve modele ait fakat araması olmayan farklı bir plakaya sahip bir araç ile karşılaşmışlar. Bunun üzerine araç şase numarasından gerekli tetkiklerle çalıntı kaydına ulaşmışlar. Aracın bulunduğu yerin toprak zemin üzeri ormanlık bir bölge olup mevsimsel hava durumu itibari ile kurak bir zamanda aracın yakınında ekiplerin dikkatini çeken şey ise oval şekli olan nemli toprak görüntüsüydü. Görevliler şüpheli şahsın bu alanda ihtiyacını gidermiş

olabileceği düşüncesi ile o bölgeden topraktan mikrobiyolojik inceleme yaptırtmak üzere numune aldırılmışlardır (28).

Ülkemizde gerçekleşen bir diğer örnek olay ise şu şekildedir; 2013 yılında iletişim kablosu hırsızlığı oldukça artış göstermişti. Yine bir gün aynı yöntemle hırsızlık meydana gelmiş, 5 kişilik bir şüpheli şahıs grubu soruşturmacı birime getirilmişti. İlk olarak şahıslardan ikisinin üzerinde belediye çalışanlarına ait turuncu kıyafet dikkatleri çekmişti. Şahıslar bu fiili gerçekleştirirken olay yerinden geçen vatandaşlar veya resmi görevlilerin, kendilerini belediyenin çalışanları sanmalarını ve yapılanın da bir belediye çalışması olduğu düşünülmesini amaçladıkları belliydi. Ancak şahısların üzerinde dikkat çeken başka bir şeyde üzerlerindeki kıyafetlerde yer yer bulunan tortumsu sarı toprak çamurlardı. Sonuçta olayın şüphelileri yakalanmıştı ancak konuyu delillendirerek suçlamaları sabit hale getirmek gerekiyordu. Sonuçta sarı toprak çamurlar usulüne uygun olarak şahısların üzerlerinden alındı ve daha sonra hırsızlığın gerçekleştiği yarı açık logar kapağının olduğu yere gidilmiştir. Kapaklı yerin içerisine baktıklarında şüphelilerin üzerindeki sarı çamurlu toprağın burada da mevcut olduğu görülmüştür. Gerekli görüntüleme eşliğinde buradan da toprak numunesi alınarak, şüphelilerin üzerindeki toprak numuneleri ile birlikte analiz yapmak için incelemeye gönderilmiş ve şüphelilerin suçlu olduğu toprak delilleri sayesinde anlaşılmıştır (29).

Uluslararası vakalarda da toprağın adli olayların çözümüne katkıda bulunduğu bir gerçektir. Bunlardan biri de 16 Mart 1978 tarihinde , İtalya Başbakanı Aldo Moro parlamentoya giderken kaçırılma olayıdır. 8 Mayıs 1978 sabahı Moro'nun cesedi bir arabada bulundu. Bu olayla ilgili adli soruşturmanın sonuçları 20 yıl sonra açığa çıkarıldı. Lombardi adli soruşturmada kullanılan Moro'nun kıyafetlerinden, ayakkabılarından ve araçtan elde edilmiş bulunan kum, asfalt, bitki ve polyester parçalarından oluşan deliller üzerinde incelemelerde bulundu. Yapılmış olan incelemelerin sonucunda Moro'nun ayakkabılarının tabanında bulunan bitki ve kum kalıntılarının öldürme zamanı periyodunda birikmiş olduğu anlaşıldı ve böylece toprak bir adli vakanın daha çözümünde rol oynamıştı (29).

Colorado 'da Denver yakınlarında Rocky dağları eteğinde bulunan tepede bir suç işlendi. Bir ay sonra Birleşik devletlerin doğu kıyısında olan New Jersey 'de bir çöplükte yanan bir araç bulundu. Yanan aracın çamurluğundan toprak örnekleri alındı ve incelendi. Toprak örneklerinin yapılan analizleri sonucunda yanan aracın

çamurluğunda oluşmuş 4 katman halinde toprak olduğu gözlemlendi. En dıştaki katman New Jersey 'deki bölgeden çok yakın bir zamanda kaynaklanan birikimdi. Diğer üç katmandaki toprak, Colorado'da Denver yakınlarında Rocky dağları bölgesinden kaynaklanan mineraller içeriyordu. Adli bilimciler New Jersey'de bulunan yanan aracın çamurluğundan alınan toprak numunesiyle mukayese etmek için Rocky dağları bölgesinden 360 adet toprak örneği topladılar. Kurbanın çiftliğinden de toprak örnekleri alındı. Şüpheli şahsın aracının çamurluğundaki toprağın ikinci alt katmanının , adli bilimcilerin kurbanın çiftliğinden aldıkları toprak numunesiyle benzer olduğu tespit edildi. Toprağın birinci alt katmanı adli bilimciler tarafından toplanan 360 numunenin hiç biriyle benzerlik göstermedi fakat Denver bölgesinden kaynaklanmış olduğu saptandı. Şüpheli , yapılan incelemesinden elde edilen sonuçlara dayanılarak tutuklandı ve hapsedildi (29).

2.8 Adli Bilimlerde Mikrobiyoloji

Adli bilimler birçok farklı alanı kapsar (11). Adli bilimler, dünyada O. J. Simpson cinayeti davası ve Michael Jackson'ın doktoru Conrad Murray'in istemsiz adam öldürme mahkumiyet davası gibi bazı sansasyonel mahkeme davaları nedeniyle daha çok ün kazandı (30). Çoğu insan DNA analizinden, toksikolojiden, parmak izi karşılaştırmasından ve balistikten haberdardır. Halbuki adli bilimlerin çok önemli bir alanı da Adli Mikrobiyolojidir (6,53).

Adli mikrobiyoloji başta biyoterörizm olmak üzere biyolojik kökenli suçlarda, eldeki kanıtların mikrobiyolojik açıdan ayrıntılı yöntemlerle incelenmesi aracılığıyla masum insanların korunmasına ve suçlulara ulaşılmasını hedefleyen bilim dalıdır. Adli mikrobiyoloji bilimi ayrıca hastane enfeksiyonları, cinsel yolla bulaşan hastalıklar, besin zehirlenmeleri ve otopsi olguları olmak üzere tüm biyolojik suçların aydınlatılmasında kullanılmaktadır (31).

ABD tarihindeki bir dönüm noktası olan olay 2001'deki *Bacillus Anthracis* biyoterörizm olayıdır ve adli mikrobiyolojiyi ön plana çıkarmıştır (32).

Adli Mikrobiyoloji biyolojik terör, biyolojik suç, besin zehirlenmeleri ve post mortem incelemelerde ölüm nedeninin tespiti gibi alanların dışında tezimizin de konusu

olan toprak mikrobiyotasını konuşturarak adli olayların çözümüne katkıda bulunmayı hedefler (24,31).

2.9 Mikroorganizmalara Genel Bakış

Mikroorganizmalar, çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük ve tek hücreli canlılardır (33).

Bakteriler, mayalar, küfler, algler ve protozoa temel mikroorganizmalardır (34). Şapkaklı mantarlar, yosunlar, likenler de aslında mikroorganizmalardır, ancak bunlarda farklılaşmış hücreler veya birleşmiş hücreler olduğu için normal bitkilere benzer görünümündedirler. Bakteri ve mayalarda bu şekilde birleşmiş veya farklılaşmış hücreler yoktur (33).

2.9.1 Mikroorganizmaların Gelişimlerine Etki Eden Faktörler

Mikroorganizmaların gelişimleri ortam sıcaklığı, pH, nem, ozmotik basınç, radyasyon, yüzey gerilimi, besin çeşitliliği ve miktarları gibi birçok faktörün etkisi altındadır (36). Bu etkenlerden her birinin mikroorganizmanın gelişebildiği minimum, maksimum ve optimal değerleri vardır (35). Mikroorganizmaların en hızlı üreyip gelişebildikleri en uygun şartta optimal (ideal) değer denir. Optimal ısı, optimal pH, optimal nem gibi... Mikroorganizmaların cins ve türüne bağlı olarak besin ve ortam istekleri farklılıklar göstermektedir (33).

i. Ortam sıcaklığı: Sıcaklık, mikrobiyal aktiviteyi düzenleyen ve toprak mikrobiyal topluluğunu şekillendiren önemli bir faktördür (2).

Optimal büyüme sıcaklıkları mantarlar için 20-35°C, bakteriler için ise 37°C dir (6). Toprak sıcaklığı derinlik ile değişir; yüzey toprağı (~ 0-20 cm) güneş ışımasından oldukça etkilenir. Daha derine inerek (~ 27 cm'nin altında) sıcaklıklar zamanla çok karardır. Bunun nedeni, ısınn toprakta çoğunlukla iletkenlikle hareket etmesidir (37). Toprak sıcaklığı ayrıca toprak rengi, toprak örtüsü ve toprağın su içeriğinden de etkilenir. Daha koyu renkli bir toprak, açık renkli toprağı göre daha fazla ısı emebilir. Kuru bir toprak ıslak toprağı göre daha çabuk ısınır. Genel olarak, sıcaklık arttıkça, daha aktif olan mikroplar, mikrobiyal aktiviteye sahip, tipik olarak sıcaklıkta 10 ° 'lik bir artışla iki katına çıkmaktadır. Bununla birlikte, bazı bakteriler çok düşük sıcaklıklarda bazıları ise çok yüksek sıcaklıklarda gelişirler. Özellikle yeryüzü eğim

derecesi ve yönü, toprak rengi ve vejetasyon örtüsü yoğunluğu, toprak tarafından absorblanan güneş enerjisi miktarını tayin eden faktörlerin başında gelmektedir. Koyu renkli toprakların daha fazla ısı enerjisi absorbladığı ve güneş ışınlarının toprak yüzeyine vurma açısının da toprağa giren enerji miktarını etkilediği ölçümler yolu ile saptanmıştır. Mevsimlere bağlı olarak ilkbaharda güneydoğu, yazın güney ve sonbaharda güneybatı yönündeki alanlar, ışınların daha dik gelmesi nedeniyle en sıcak bölgeleri oluşturmaktadır (35).

Toprağın bitki örtüsü ile kaplı bulunması güneş ışıması ile alınan enerji miktarını etkilemektedir. Bitki örtüsü ve bıraktıkları döküntü katmanı toprağın fazla ısınmasını engellediği gibi, radyasyon yolu ile oluşan ısı kaybını da azaltır (38).

Günlük veya yıllık sıcaklık dalgalanmaları toprak derinliğinin artmasına karşın azalır (65). Üst toprak katmanında yıl içindeki sıcaklık değişimleri dikkat çekicidir. Mart ayında artan güneş ışıması ile üst topraktaki ısı akışında bir dönüşüm meydana gelir. Nisan ve Mayıs aylarında sıcaklık artışı devam eder. Toprak sıcaklığı, artan toprak derinliğine bağlı olarak azalmakla birlikte, toprak derinliği sıcaklık değişimlerindeki farkı azaltmaktadır. Mevsimlerin mikroflora üzerine olan etkisi ise, iklime bağlı olarak sıcaklık ve organik madde ile ilgilidir. İlkbaharda sıcaklığın etkisi ile vejetatif gelişmenin artışı sonucu toprak florası da maksimum bir dağılım gösterir. Yazın mikrobiyal sayılarda görülen azalma, sonbaharda tersine dönerek bakteri sayısında biraz artış görülür. Kış aylarında mikrofloranın biyokimyasal aktivitesi çok azaldığından popülasyonda da düşme görülür (69). Eylül ayında topraktaki ısı akışı yön değiştirir, fakat bu değişim daha ziyade üst toprak katmanlarında belirgindir. Ekim ayında topraktaki ısı akışı tamamen yön değiştirdikten sonra, artan toprak derinliğine bağlı olarak azalan bir dalgalanma gösterir (22,37,38).

Sıcaklık, mikroorganizmaların üremelerini büyük ölçüde etkiler (80). Mikroorganizmalar, kendi türlerine özgü farklı ısı derecelerinde ürerler. Maksimum ısının üzerinde içlerindeki proteinlerin denatüre olması sonucunda ölürler. Mikroorganizmalar, soğuğa sıcaktan daha fazla dayanır (40).

Toprak kurudukça organizmaların topraktan suyu almaları güçleşmekte ve sonuçta toprak su düzeyi bitki ve pek çok mikroorganizmanın yararlanamayacağı bir düzeye kadar azalmaktadır. Ancak bazı mikroorganizmaların çok kurak şartlardaki

toprak suyundan yararlanma yeteneğinde olduğu da belirtilmelidir. Mikrobiyal hücrelerin pek çoğu toprağın kuruması sırasında ölmektedir. Sadece çevre koşullarına dirençli olan türler uzun süre kuraklığa dayanabilmektedir (67). Araştırmalar mikroorganizma türlerinin kuraklığa karşı farklı direnç ve tepkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır (41).

Meiklejohn (1957) Kenya topraklarında bakteri ve aktinomiset popülasyonları üzerinde elde ettiği bulgulara göre, bakteriler kurumadan şiddetle etkilenirken, aynı ortamda aktinomisetlerin oranları yüzde otuzdan doksanlara doğru artmaktadır. Benzer sonuçlar Warcup (1957) tarafından Avustralya topraklarında gözlenmiştir. Bu gibi ortamlarda mantarlar, sklerotia ve rizomorflar gibi formları ile kuru dönemlere dayanabilmektedirler. McLaren ve Skujins (1968) on yıl kuru olarak saklanan toprak örneklerinde mikrobiyal popülasyonda yüzlerce kez azalma olduğunu geriye kalan türlerin ise bazı dirençli strüktürler oluşturarak veya muhtemelen topraktaki ozmotik veya higroskopik sudan yararlanarak yaşamlarını sürdürebildiklerini belirtmişlerdir (39).

Tablo 1: Bazı mikroorganizmaların toprakta üreme sıcaklıkları

Toprak Mikroorganizmaları	Minimum sıcaklık	Optimum sıcaklık	Maksimum sıcaklık
<i>Bacillus cereus</i>	10	30	46
<i>Clostridium thermocellum</i>	50	60	68
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-8	20	37
<i>Candida scottii</i>	0	4-15	15

ii. Su (nem): Nem, bakterilerin üremeleri için gerekli ve önemli bir faktördür. Çeşitli topraklarda bakteri popülasyonunun toprak nem kapsamı ile sıkı bir ilişki gösterdiği saptanmıştır (38).

iii. Oksijen: Oksijen ihtiyacı mikroorganizmaların türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yaşamlarını sürdürebilmeleri için bazı türler oksijenli (aerop) ortama, bazıları oksijensiz (anaerop) ortama, bazıları ise az oksijenli (mikroaerofil) ortama

ihtiyaç duyarlarken bir grup mikroorganizma da her ortamda (fakültatif) yaşamını sürdürebilmektedir (19).

iv. pH: Toprak pH'ı, topraktaki en etkili değişkenlerden biridir ve toprak mikroorganizmalarının etkinliğini, yapısını, miktarını, çeşidini etkilemede güçlü bir faktördür. Genel olarak asit koşullarda mantarlar başlıca florayı oluştururken, alkali koşullarda bakteriyel formların bazıları örneğin aktinomisetler daha fazla aktivite gösterir (42).

Yağış gibi abiyotik işlemler toprağın pH'sını da etkileyebilir. Yüksek yağışlı bölgelerde, bazik olanların topraktan ayrılması yoluyla asitli topraklar oluşturulabilirken, daha temel topraklar genellikle kurak ortamlarda bulunur (45).

pH, mikrobiyal çeşitliliği etkiler çünkü birçok mikrobiyal tür aşırı pH seviyelerine (yüksek veya düşük) dayanamaz tahammül edemez. pH'daki değişiklikler mikrop enzimlerini denatüre proteinler yapabilir ve mikrobiyal aktivitenin gerçekleşmesini önleyebilir. Bununla birlikte, aşırı pH ortamlarına dayanabilen mikroorganizmalar vardır. 5'in altındaki pH'da, mantarlar ve asidofilik bakteriler, daha nötr bir pH'da gelişen diğer bakterilere göre rekabet üstünlüğüne sahiptir. Araştırmalar sonucunda bakteri üremesinin pH ile pozitif ilişkili olduğu, mantarların ise en iyi pH 5-7 aralığında iyi ürediği ortaya konulmuştur.

Ortam pH'ı optimal sınırlar içinde olursa üreme ve gelişme sağlıklı gerçekleşir (66). Minimal ve maksimal pH limitlerine yaklaştıkça üreme azalır ve durur. Asit ortamı seven mikroorganizmaların (maya, küf, *acinetobacter* vs.) yanı sıra alkali ortamlarda üreyenler de (mikoplazma) vardır (44).

2.10 Toprakta Bulunan Mikroorganizmalar

Toprak çok çeşitli gruplardan milyonlarca mikroorganizma içerir (6). Zira toprak mikroorganizmaların büyümeleri için çok iyi bir ortamdır (20). Bakteriler, funguslar, arkeler, algler ve protozoalar toprakta yer alan ve çeşitli faaliyetler gösteren mikroskopik canlılardır (6). Bunların farklı topraklardaki sayıları mevsime ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişir (65). Uygun bir mevsimde verimli bir toprağın bir gramında mikroorganizmaların sayıları milyonları bulur (22,68).

Toprakta bulunan mikroorganizmaların türleri ve sayıları toprağın pH'ı, toprağın derinliği, toprağın yapısı, toprak ısı, derinliği, toprak rutubeti, kültür durumu, toprağın organik maddesi vb. faktörlere bağlı olarak değişir (36,80).

Topraktaki mikroorganizmaları; bakteriler, mantarlar, aktinomisetler, protozoalar ve nematodlar olarak sınıflandırabiliriz (6).

Tablo 2: Verimli toprağın 1 gramındaki mikroorganizmaların sayısı

Mikroorganizmaların Cinsi	1 Gram Topraktaki Ortalama Sayısı
Bakteriler	1.000.000.000
Aktinomisetler	10.000.000
Protozoalar	1.000.000
Algler	10.100.000
Mantarlar	1.000.0000
Mayalar	1.000

2.10.1 Bakteriler

Bakteri, tek hücreli mikroorganizma grubudur. Tipik olarak birkaç mikrometre uzunluğunda olan bakterilerin çeşitli şekilleri vardır, kimi küresel, kimi spiral şekilli, kimi çubuksu, kimi virgül şeklinde olabilir. Yeryüzündeki her ortamda olduğu gibi toprakta da bakteriler yüksek sayıda mevcuttur. Çok hızlı çoğalırlar ve çevresel koşullara hızlı uyum sağlar (35).

Tablo 3: Topraktaki baskın bakteriyal filum (aile)

Filum/Subfilum	Ortalama katkısı (%)	Yüzde (%)	Türler
α-Proteobacteria	19	2-43	<i>Sphingomonas</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Mesorhizobium</i> , <i>Bradyrhizobium</i> , <i>Methylobacter</i> , <i>Methylophilus</i> , <i>Nitrospira</i> , <i>Nitrobacter</i> , <i>Rhodobacter</i>
β-Proteobacteria	10	2-31	<i>Burkholderia</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Acidovorax</i> , <i>Collimonas</i> , <i>Nitrosospira</i> , <i>Thiobacillus</i> , <i>Rhodocyclus</i> , <i>Methylomonas</i>
γ-Proteobacteria	8	1-34	<i>Pseudomonas</i> , <i>Xanthomonas</i> , <i>Azotobacter</i> , <i>Thiocapsa</i> , <i>Chromatium</i>
δ-Proteobacteria	2	0-10	<i>Desulfovibrio</i> , <i>Bdellovibrio</i>
ϵ-Proteobacteria	<1	0-1	<i>Helicobacter</i> , <i>Campylobacter</i>
Acidobacteria	20	0-35	<i>Acidobacterium</i>
Actinobacteria	13	0-25	<i>Arthrobacter</i> , <i>Rhodococcus</i> , <i>Streptomyces</i> , <i>Mycobacterium</i> , <i>Rubrobacter</i> , <i>Terrabacter</i> , <i>Acidimicrobium</i>
Verrucomicrobia	7	0-21	<i>Chthoniobacter</i> , <i>Opitutus</i>
Bacteroidetes	5	0-16	<i>Chitinophaga</i>
Firmicutes	2	0-7	<i>Clostridium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Lactobacillus</i>
Chloroflexi	3	0-16	
Planctomycetes	2	0-8	
Gemmatimonadetes	2	0-4	<i>Gemmatimonas</i>
Diğer gruplar	5	2-10	
Bilinmeyen	2	0-13	

2.10.1.1 Bakterilerin Morfolojik Özellikleri

Toprağın bakteri popülasyonu, diğer tüm mikroorganizma gruplarından hem sayı hem de çeşitlilik açısından çok fazladır. Bakteriyel popülasyon, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullarına bağlı olarak, topraktaki toplam mikrobiyal biyokütlenin yarısı kadardır (44).

Bakteriler, morfolojik yapıları bakımından 4 çeşittir. Kok (yuvarlak biçimli bakteriler), basil (çomak biçimli bakteriler), spiral (sarmal biçimli bakteriler) ve pleomorfik (değişik biçimli bakteriler) (2,49).

Bir tek bakteri hücresi bir katı besiyerinin yüzeyine ekilirse bu hücreden üreyen yeni hücreler bir arada kalır ve gözle görülebilir bir hücre yığını (koloni) meydana gelir. Kolonilerin tüm özellikleri (renk, şekil, koku, gibi) bakteri türlerinin tanımlanmasında kullanılır (49).

Kok: Mikroskopta yuvarlak şekilde görülen, küre şeklindeki bakterilerdir. Bireysel koklar, üreme fazında ortadan bölünme tarzlarına göre yan yana gelerek veya gruplar oluşturarak değişik morfolojik formlar oluşturmaktadır. Bunlar, aynı zamanda tanınmalarında ve isimlendirilmelerinde de bize yardımcı olur. *Diplokoklar*, *stafilokoklar*, *streptokoklar* ve *sarcina* olmak üzere 4 çeşidi vardır. *Diplokoklar* çiftler halinde bulunur. *Stafilokoklar* üzüm salkımı şeklinde kümelenmiş halde bulunur. *Streptokoklar* zincir (tespih) şeklindedir. *Sarcina* ise dörderli kümelenerek kübik kutu şekli oluşturur (2,44).

Basil: Çomak şeklindeki bakterilerdir. Zincir biçiminde, uç uca dizilebilirler. Bu görünüm, *streptobasil* olarak adlandırılır. Eni boyuna yakın fakat eşit değilse buna da *kokobasil* denir (47).

- ***Bacillus sp.***

Bacillus cinsi içinde insanlar ve hayvanlar için patojen *B. anthracis*, *B. subtilis*, *B. cereus* türleri ve saprofit türler bulunur. *Bacillus* cinsi genel özellikleri; Gram pozitif, sporlu, aerop ve basil şeklindeki bakterilerdir (47).

- ***Bacillus anthracis***

Bakteri boyu 3-8 µm, eni 1-1.5 µm olan büyük ve kalın, sporlu bir basildir.

Genellikle ikili veya üçlü bir araya gelmiş zincir halinde bulunur. *Bacillus anthracis*; şarbon adı verilen hastalığın etkenidir (47).

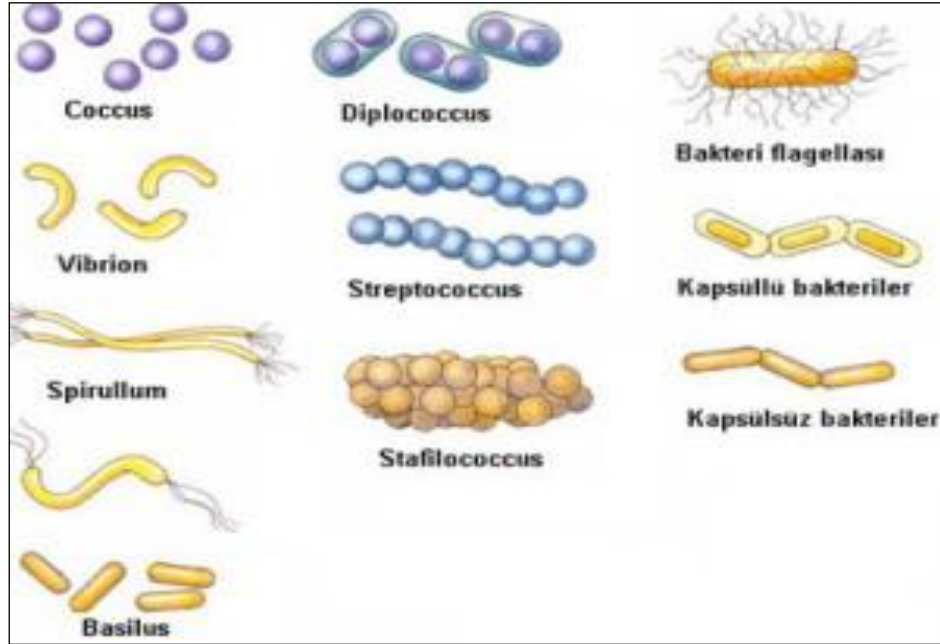
- ***Bacillus subtilis***

Kirpikli bir basil olduğu için hareketli, sporları oval ve subterminaldir. Kapsülsüz, gram pozitif, aerob, oda sıcaklığı ve zenginleşmemiş besiyerinde rahatlıkla üreyebilen, saprofit yani doğada yaygın olarak bulunan bir basildir (48).

- ***Bacillus cereus***

Toprak, su, sütte ve doğada yaygın olarak bulunan, hareketli, kapsülsüz, sporları terminal veya subterminal olan, gram pozitif, aerob bir basildir. Oda sıcaklığında üreyebilme özelliği gösterir (47).

Spiral: Sarmal şeklindeki bakterilerdir; bazıları yalnız bir kıvrımlı iken bazıları 10–15 kıvrımlı olabilmektedir. *Spiroket* ve *spiril* olmak üzere 2 çeşidi vardır. *Spiroket*ler; uzun bir eksen etrafında helezoni tarzda sarılmış yumuşak bir vücuda sahiptirler. *Spiriller*; sert yapılı eğilip bükülemeyen, kıvrımlı bir gövde yapısına sahiptir, tek kıvrımlı (virgül şeklinde) olanlarına *vibrio* denmektedir (2,44).



Şekil 2: Morfolojik özelliklerine göre bakteri çeşitleri

2.10.1.2 Boyanmalarına Göre Bakteriler

Gram boyası ile boyandığında mavi-mor renk veren bakterilere gram (+), kırmızı-pembe renk veren bakterilere ise gram (-) bakteriler denir. Farklı renklerin ortaya çıkması, hücre çeperinin özelliklerinden kaynaklanır (6).

2.10.2 Funguslar

Toprakta yüzlerce farklı tür mantar yaşar. İyi havalandan, işlenmiş topraklarda mantarlar toplam mikrobiyal protoplazmanın büyük kısmını oluştururlar. Bu organizmalar özellikle çalılık ve orman alan topraklarının organik katmanında aktif olup, dominant mikroorganizma durumundadırlar. Özellikle asit koşullu topraklarda mantarlar organik madde ayrışmasının ana unsurlarıdır (10).

Günümüze dek çok sayıda mantar tanımlanmış olup tür sayılarının 100 000 ve hatta 250 000 olabileceği belirtilmektedir. Funguslar, küf ve maya olmak üzere iki sınıfta incelenebilir. Küfler, miselyum oluşturan çok hücreli funguslar olarak tanımlanırken mayalar, tek hücreli ve genellikle miselyum oluşturmeyen yapılar olarak tanımlanmaktadır (50).

Maya ve küfler, oldukça geniş sıcaklık ve pH aralığında üreyebilmektedir. Aynı zamanda yüksek tuz ve şeker konsantrasyonuna sahip ortamlarda kolaylıkla gelişebilmektedir. Bakterilerin tersine asidik ortamları tercih eder. Birçok tür için optimum pH 6'dır. Işık, yaşamaları için önemli olmayıp ancak bazı türlerin sporlanması için gereklidir (51).

Aspergillus türleri sıcak toprakları, *Penicillium* ise ılıman ve nispeten nemli toprakları daha çok tercih eder. Bu iki mantar grubu substrat üzerinde düşük nem kapsamalarında bile hızlı gelişme özelliği gösterir. pH sınırları çok geniş olup 2.0-10.0 pH dereceleri arasında gelişme gösteren türleri (*P.cyclopium*) bulunmaktadır. Yine benzer şekilde çok geniş sıcaklık sınırları içinde yaşayabilirler. Funguslar, gerek gelişmeleri gerekse üreyebilmeleri açısından nemi yüksek ortamları tercih eder (52).

2.10.2.1 Mayalar

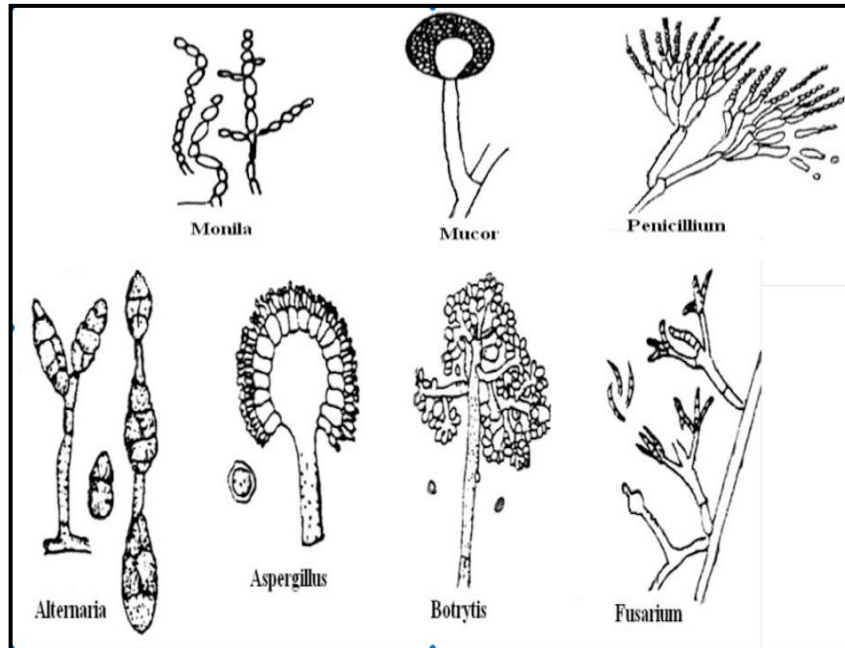
Mayalar tabiatta çok yaygın olarak bulunurlar. Bilhassa bağ bahçe topraklarında ve bitkiler üzerinde yaşarlar.

Genellikle yuvarlak, silindirik, oval ya da limon şeklinde hücre morfolojisine sahip olan mayalar, tek hücrelidir. Boyutları, türlere ve kültür koşullarına göre değişmekle birlikte genel olarak 2–10 veya 3–16 mikrometre arasında değişmektedir.

Mayalar genel olarak bakterilerden büyüklük ve şekil olarak fark gösterdikleri gibi küflerden de miselyum yapmamalarıyla ayrılmaktadır (35).

2.10.2.2 Küfler

Küfler tabiatта çok yaygın olup hemen her yerde bulunur (3). Çoğunlukla beyazdır fakat siyah, yeşil, sarı, turuncu vb. renkli koloni yapanları da yaygındır. Küfler ökaryotik mikroorganizmalardandır. Genelde küçük pamuk parçacıklarını andıran, dallı budaklı filamentlere benzer. Çok süratli yayılma gösterirler. 2-3 günde 5-10 cm² lik alanı kaplayabilirler. pH değerleri çok geniştir. Örneğin 1,3-9,6 pH'lar arasında faaliyet gösterebilir. Optimum gelişme pH'ları 5- 6 olan hafif asitli ortamlarda daha iyi gelişir. Büyüklükleri, değişik görünüşleri, gerçek hücre çekirdeğine sahip olmaları ile bakterilerden ayrılırlar. Küfler, birçok hücrenin uç uca eklenmesiyle uzun filamentler (ipliksi yapılar) meydana getirir. Bu filamentlerin her birine hif denir. Hiflerin bir araya gelmesiyle oluşan saç benzeri kitleye de *miselyum* ismi verilir. Bazı küflerin hifleri dolu ve düzgündür bir kısmının ise karmaşıktır (20).



Şekil 3: Morfolojik özelliklerine göre küfler.

2.10.3 Protozoalar

Protozoalar ilkel hayvanlardır. Genellikle mikroskobik büyüklüktedir (35).

2.10.4 Aktinomisetler

Aktinomisetler, bakteriler ile mantarlar arasında bir geçit formudur. Hücre yapıları bakımından bakteri özelliği göstermekle birlikte mantarlar gibi dallanmış, miselli bir yapı oluştururlar. Aktinomisetler, toprak toplam mikroorganizma sayısının %10 ile 50' sini oluştururlar. Aktinomisetler mikroskobik görünümde toz, pudramsı yapıları ile diğer mikroorganizmalardan kolaylıkla ayırt edilebilirler (43).

2.11 Adli Toprak Analizi

Toprağın karmaşıklığı nedeniyle adli toprak analizinin de karmaşık olduğuna inanılmakta ancak toprağın bu tür çeşitliliği ve karmaşıklığı aynı zamanda olayların daha yüksek güçte ayırt edilmesi olanağı sağlamaktadır (12). Bu amaçla yararlanılmakta olan başlıca toprak analizleri;

- Makroskobik ve mikroskobik incelemeler (Renk, tanecik yapısı, yabancı madde içeriği vb)
- Kimyasal Analiz (pH, CaCO₃, NH₃, Elementer Analiz (Al, Mg, Mn, Li, Na, N, C, S, Ca, vb.)
- Biyolojik Analiz (DNA)
- Mikrobiyolojik Analiz (Bakteri, mantar, vb. sayım ve bunların aktiviteleri)
- Entomolojik Analiz (Coleoptera, Diptera, vb.) (3).

3. Gereç ve Yöntem

3.1 Araştırma Evreni ve Örneklemi

Bu araştırmanın evrenini İstanbul il sınırlarındaki yerleşim yerlerinden uzakta bulunan, adli olayların gerçekleşebileceği ya da delillerin saklanabileceği toprak alanlar, örneklemi ise temsili olarak seçilmiş ve işaretlenmiş 20 bölge oluşturdu. Bu bölgelerin 10'u Avrupa Kıtası'ndan (%50), 10'u Asya Kıtası'ndan (%50) seçildi.

3.2 Çalışmada Kullanılan Cihazlar ve Araç Gereçler

<u>Cihaz</u>	<u>Marka</u>
Otoklav	Nüve OT 4060
Buzdolabı	Arçelik
Derin Dondurucu	Arçelik
Etüv	Nüve EN 400
Steril Ekim Kabini	Nüve MN 120
Bünzen beki	Orlab
Binoküler Işık Mikroskobu	Nikon
API 20C ve 20 Strep Ticari Kitleri	Biomerieux
Digital pH	Orion 3 star
Santrifüj	Hettich Universal 320
Hassas Terazî	Scaltech
Vorteks	Isolab
Endo Besiyeri 500 g	Merck
Jeloz Besiyeri 500 gr	Merck

Malt Extract Besiyeri 500 gr	Merck
Steril Petri Kabı	Fıratmed
İmmersiyon Yağı	Novogen
%0,9 'luk İzotonik Sodyum Klorür	Eczacıbaşı
Gram Boyama Seti	Norateks
Transport Swab Boş	Orlab
Lateks Muayene Eldiveni	Universal
Steril Öze	Isolab
Penset 16 mm	Isolab
Filtre Kağıdı	Isolab
Lam ve Lamel	Orlab
Balon Joje ve Falkon Tüp	Isolab
Büyüteç	Kraf

3.3 Araştırmanın Tasarlanması

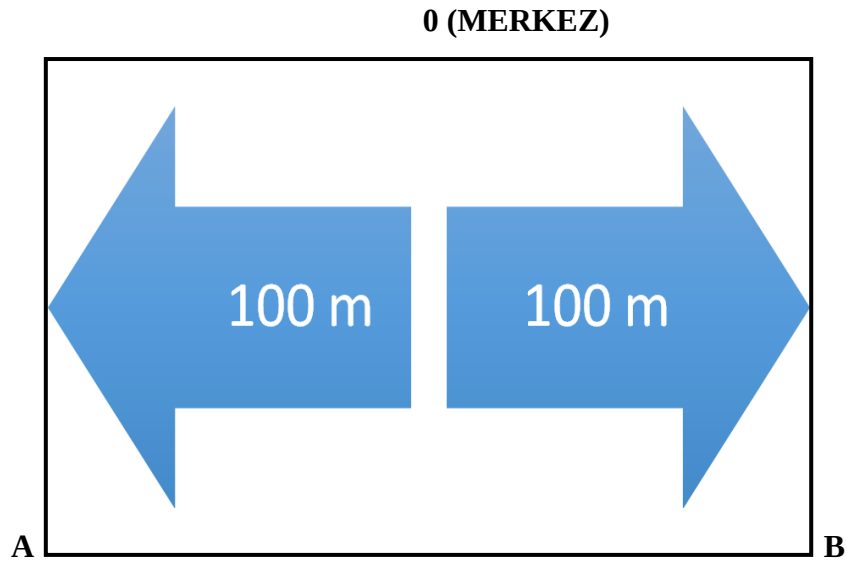
Araştırmamızın ana materyalini toprak (kuru ve ıslak olmak üzere); ana fikrini ise toprakta yaşayan mikroorganizmaların çevresel koşullar ile birlikte çeşitliliğinin ve miktarının saptanarak mikrobiyotayı adli bilimler yararına irdelemek oluşturdu. Bunun için İstanbul ilinde her iki kıtada daha önceden tasarladığımız 20 ilçenin; (Adalar, Arnavutköy, Avcılar, Bakırköy, Bayrampaşa, Beşiktaş, Beykoz, Büyükçekmece, Çatalca, Çekmeköy, Eyüp, Fatih, Kadıköy, Sarıyer, Sultanbeyli, Silivri, Şile, Tuzla, Ümraniye, Üsküdar); yine önceden belirlediğimiz lokasyonlardan her bir ilçenin ormanlık, dağlık, sulak bölgelerinden farklı mevsimlerde ve farklı koşullarda hem kuru hem de ıslak toprak örneklerinin alınması planlandı. Her bir ilçeden üçer adet olmak üzere 60 adet kuru ,60 adet ıslak; toplamda 120 adet toprak örneği toplanması sağlandı.

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Adli Mikrobiyoloji Laboratuvarında yürütüldü ve tamamlandı. Çalışmamızın arazi uygulamaları Mart 2015-Ekim 2015 tarihleri arasında hava uygunluk koşulları meteorolojiden takip edilerek başladı. Uygulamaları ise 2015 Aralık ayının sonlarına doğru tamamlandı.

Ayrıca çalışmamız İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. (Ek-1)

3.4 Numunelerin Toplanması ve Depolanması

Örnek toplama işlemi, her bir ilçe için üç farklı noktadan, iki farklı zaman dilimi çerçevesinde gerçekleştirildi. Tasarladığımız tez çalışmamız doğrultusunda numuneler, adli vakaların olma olasılığının daha yüksek olabileceği ormanlık, dağlık, sulak vs.; daha تنها yerleşim merkezinden uzak sayılabilecek bölgelerden alındı. Her ilçe bazında; öncelikle seçtiğimiz alanda bir nokta işaretlenerek belirlendi ve bu noktanın iki farklı yönünden yaklaşık 100 er metre eşit mesafe hesaplanarak iki ayrı nokta daha işaretlendi. Böylece merkez lokasyonumuzu temsil edecek örneklem yapmış olduk. Toplamda 3 ayrı noktadan toprak numuneleri toplandı.



Şekil 4: Numunelerin toplanması

Dekontaminasyon (Dış Bulaşmanın Önlenmesi) sağlanarak toplanan örnekler; belirli derinliklerden (5-30 cm); her bir numune yaklaşık 100 g olacak şekilde steril

petrilere konuldu ve örnekler zaman geçirilmeden özel taşıma kabına yerleştirildi. (Şekil 5) .

Ayrıca toprak örneklerini topladığımız 3 farklı noktaya da birer lam gömüldü. Kolay bulabilmek adına gömdüğümüz noktalar sprey boya aracılığı ile işaretlendi.

Toprağın pH'ı ölçüldü. Hava sıcaklığı ve nem gibi parametreler devlet meteoroloji ve dijital ölçekle saptanarak kaydedildi.

Her bir ilçe için geçerli olacak şekilde; steril petrilere topladığımız toprak numunelerinin çalışmasını hemen aynı gün yapmayı tasarladığımız için steril taşıma kutusuna konulan numunelerimiz ivedilikle laboratuvara taşındı (Şekil 5).

24 saat sonra ise lamlar gömüldükleri derinliklerden hasar verilmeden kazılarak çıkartılıp yine steril petrilere konulmak suretiyle özel taşıma kutuları ile laboratuvara incelenmek üzere getirildi.

Toprak mikroorganizmalarının tümünü kültür yöntemiyle üretemeyiz, kültür yöntemiyle üretemediklerimizden olası bir kısmı lama yapışabiliyor olduğundan; o bölgede farklı mikroorganizmalar bulabilir miyiz sorusuna cevap bulmak ve kıyaslayabilmek için; sadece toprak numuneleri değil aynı zamanda karşılaştırmak için lam örnekleri de toplandı.



(a) Örnek Alınması

(b) Toplanması

(c) Taşınması

Şekil 5 : (a) Örnek Alınması (b) Toplanması (c) Taşınması

3.5 Toprak Numunelerini (Kuru ve Islak) Topladığımız İlçeler

1-Adalar



2- Arnavutköy



3- Avcılar



4-Bakırköy



5- Bayrampaşa



6- Beşiktaş



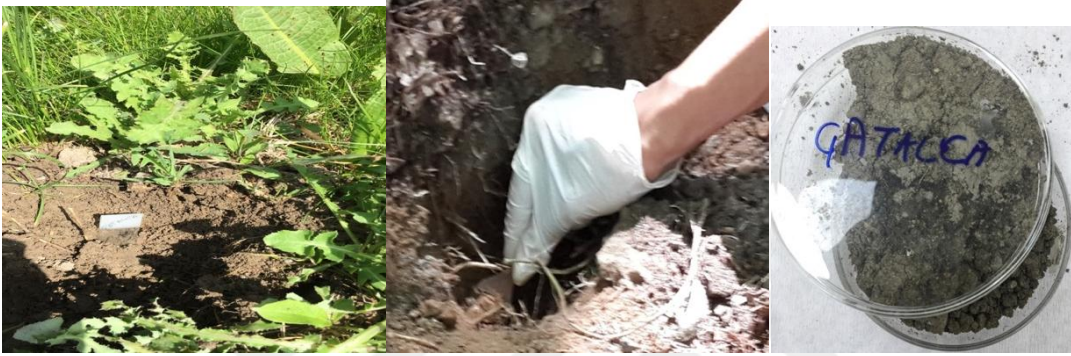
7- Beykoz



8- Büyükçekmece



9- Çatalca



10- Çekmeköy



11- Eyüp



12- Fatih



13- Kadıköy



14- Sarıyer



15- Sultanbeyli



16- Silivri



17- Şile



18- Tuzla



19- Ümraniye



20- Üsküdar



3.6 Toprak Numunelerinin Çalışmaya Hazırlanma Aşamaları

Alındıkları bölgeden ivedilikle laboratuvara getirilen toprak numunelerinin ve lamların incelemeleri yapılmak üzere hazırlık aşamasına geçildi.

Her bir toprak örneği ilk olarak makroskobik olarak incelendi; rengi, kokusu, dış görünümü, cinsi, kuru, nemli yada ıslak olması gibi bazı fiziksel/kimyasal özellikleri belirlenerek kaydedildi.

Toprak çeşitleri;

- Taşlı topraklar: Büyük oranda taş ihtiva ederler. Az miktarda toprak içerirler.
- Kumlu topraklar: Kum oranı fazla olan toprak çeşididir.
- Tınlı topraklar: Kum ve kilden oluşan toprak çeşididir.
- Killi topraklar: Büyük kısmı kilden oluşan ağır topraktır.
- Marnlı topraklar: Hem kum, hem kil, hem humus, hem çakıl içeren toprak türüdür.
- Humuslu topraklar: İçerisine bitki ve ağaç parçaları ihtiva eden toprak türü.
- Kireçli topraklar: Kil, kum, humus, kireç içeren topraktır.

Makroskobik inceleme sonrasında mikrobiyal kültür yöntemiyle toprak numunelerinin incelenmesine geçildi. Bu aşamada seyreltme (dilüsyon) yöntemiyle toprak örneklerinin kültür plaklarına ekimi yapıldı (Şekil 6-7-8).



Şekil 6: Ekim kabininde yapılan çalışmadan bir görüntü

1 g (25 g) toprak örneğinin üzerine 9 ml (225 ml) tamponlanmış peptonlu su; (serum fizyolojik) ekleyip 1/10 oranında karıştırıldı ve yaklaşık olarak 1-2 saat 37 °C etüvde bekletilip ekim yapılması için süspansiyon hazırlanarak mevcut mikroorganizmaların sıvı içine geçişi sağlandı.

Numunelerimizi etüvde bekletirken bizde kültür yöntemi ile analize hazırlık olarak; bakteriler için Endo Agar ve Jeloz Agar besiyerlerini, mantarlar için ise Malt Extract Agarlarını ekim için hazır duruma getirildi.

3.6.1 pH Hesaplama

Digital toprak pH ölçer ile numunelerimizin pH ölçümünü pratik bir şekilde tamamladık. Öncelikle toprağın yüzeyinden 4-5 santimlik bir bölümü temizledik ,temizlediğiniz bölümü bastırarak iyice sıkıştırdık. Taş ,kurumuş dal, yaprak gibi organik parçalar olmadığından emin olduk çünkü bu tip parçalar ölçümü etkiler. Ayrıca ölçüm yapacağınız toprak kuru olmamalıdır, toprağın hafif çamur kıvamında olması daha kesin sonuçlar almamızı sağlar.(Gerektiği yerlerde toprağı suladık). Cihazın metal probunu dik tutarak toprağın 10-12 santim derinine batırdık. Cihazı toprağa batırdıktan

sonra 60 saniye kadar bekleyerek ekrandaki değerin stabil olmasını bekledik ve ekrandaki değeri okuyarak ölçümümüzü tamamladık.

3.6.2 Besiyeri Hazırlama

Besiyerleri çok farklı şekillerde hazırlanabilir ve kullanılabilir; besiyerlerinin hazırlanmasında sırasıyla;

- Tartım
- Kaba aktarma
- Çözündürme
- Berraklaştırma şeklinde yol izlenmelidir.

Tartım: Formüle ve istenen hacme göre hesaplanan hazır besiyeri veya besiyeri bileşenleri hassas terazide tartıldı. Tartımda kullanılan terazi 0.01 gram duyarlılıkta idi. Tartım sırasında her besiyeri bileşeni için ayrı spatül kullanıldı, tartım çabuk bitirildi, tartım sonunda besiyeri kabının kapağı sıkıca kapatıldı.

Kaba Aktarma: Tartılan besiyeri veya besiyeri bileşenleri uygun bir erlen veya cam balona aktarılır.

Çözündürme: Besiyerlerinin hazırlanmasında saf su kullanıldı. Besiyeri hazırlamada kullanılan suyun pH'sı kontrol edildi, pH 5.5 değerinin altında ise su ısıtılarak CO₂ uzaklaştırıldı. Önce istenen hacim kadar saf su besiyeri hazırlanacak kaba konarak seviye cam kalemi ile işaretlenip suyun yarısından fazlası başka temiz bir kaba aktarıldı. Besiyeri bileşenlerinin çözünmesi için karıştırıldı. Çözünmenin tam olması ve kaynatma süresinin kısaltılması için oda sıcaklığında 10–15 dakika bekletildi. Daha önce işaretlenen yere kadar saf su eklendi. Besiyeri bileşenlerinin tamamen çözünmesi için 50 °C de ısıtıldı. Eğer besiyerine agar kattıysak ısıtma işlemi kaynama sıcaklığında (90–95 °C) uygulandı. Eritme sırasında erlenin ağız alüminyum folyo ile kapatılarak buharlaşma önlendi.

Berraklaştırma: Kapta bekletilerek kaba partiküllerin çöktürülmesi (sedimentasyon) ile berraklaştırılabildik.

Besiyeri pH'sının Ayarlanması: pH metre elektrotları ile çözeltideki H⁺ iyonu konsantrasyonunun sayısal değeri ölçüldü. pH metrenin besi yeri sıcaklığına göre sıcaklığı ayarlandı. Tampon çözelti (genellikle pH=4 ve pH=7 veya pH=4 ve pH=11 olan tampon çözelti kullanıldı.) ile pH metre ayarlandı. (kalibre edildi). Daha sonra pH metre elektrotları besiyerine batırıldı. pH değeri skaladan okundu. Besiyerinin pH'sı belirtilen pH'dan yüksek veya düşük olduğunda ayarlandı, formülde istenen pH'ya getirildi.

Petri Kutularına Döküm: Otoklav ile sterilizasyon sonrası agarlı besiyerleri petri kutularına dökülerek kullanıldı. Besiyeri dökülmeden önce, homojenliğinden emin olmak için çalkalandı. Agarlı besiyeri için doğru uygulama şekli, otoklav sonrası besiyerinin yaklaşık 45 °C ye soğutulması ve bu sıcaklıkta petri kutularına dökülmesidir. Besiyeri döküldükten sonra petri kutuları yatay bir zeminde soğumaya ve katılaşmaya bırakıldı.

Kurutma: Kurutma sırasında UV lamba ile sterilize edilen kabinler kurutma için kontaminasyon olmaması açısından en güvenilir yerler arasındadır.

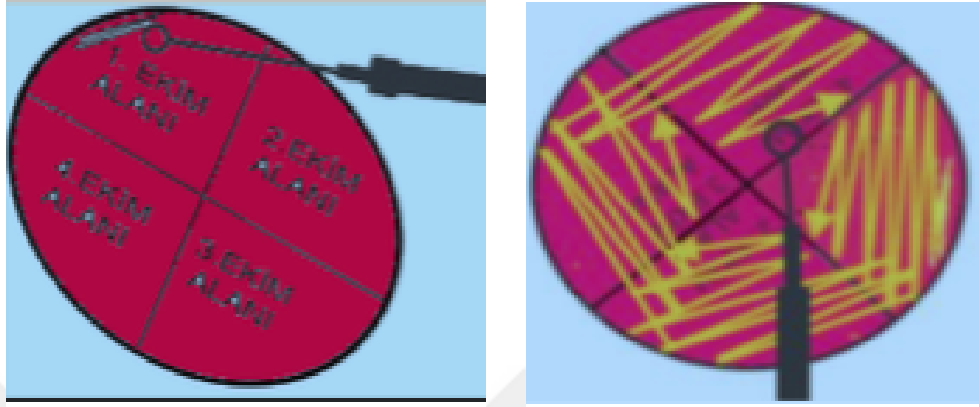
Hazırlanmış Besiyerlerinin Depolanması: ISO 11133'e göre besiyerleri katkı ilave edilmemiş olmak kaydı ile buzdolabında en çok 3 ay, oda sıcaklığında en çok 1 ay süre ile depolanabilir. Bununla birlikte, bazı besiyerlerinin hazırlandığı gün kullanılma zorunluluğu vardır. Hazırlanmış besiyerlerinin ne kadar süre ile depolanacağı öncelikle besiyeri bileşimine, hangi ambalajda (tüp, vida kapaklı şişe, plastik Petri kutusu, cam Petri kutusu vb.) olduğuna, depolama koşullarına bağlıdır. Hazırlanmış besiyerlerinde raf ömrünü belirleyen en önemli faktörler, ışık, nem ve sıcaklıktır.

3.7 Örnek İşleme

Örnekler toplandıktan sonra tüm örnekler aynı protokoller izlenerek işlendi. Etüvde yeterince bekletilen süspansiyonlar etüvden çıkartıldı ve her biri için karışımdan 1 ml steril pipetle çekilerek besiyerine ve L bagetle besiyeri yerine dikkatlice yayıldı. Daha sonra öze tekniğine uygun olarak ateşte sterilize edildi. Plak besiyeri birinci ekim alanı üstte olacak şekilde elde çevrilerek plak kapağı tekniğine uygun olarak açıldı. Steril edilmiş özenin sıcak ucu besiyeri yüzeyinde ekim çizgilerinin oluşturulacağı alan

dışında veya petri kutusu iç duvarından besiyeri alt tabanına sokularak besiyerine zarar vermeden bir süre bekletilerek soğutuldu.

Plak besiyeri yüzeyinde hayali olarak dört ekim alanı oluşturuldu (Şekil 7).



Şekil 7: Öze ile besiyerine seyreltme yöntemi ile sıvı örneğin ekimi

Hayali oluşturduğumuz 1. Ekim alanındaki besiyeri yüzeyine damlattığımız örnek, sterilize ettiğimiz öze ile sık zikzak ekim çizgileri oluşturularak aktarıldı. Öze tekniğine uygun olarak tekrar steril edildi.

Plak besiyeri 2. Ekim alanı üstte olacak şekilde elimizde çevrildi ve plak kapağını açarak steril edilmiş öze, besiyeri tabanında yine soğutuldu. Öze ile ikinci ekim alanı, birinci ekim alanında oluşturulan ilk ekim çizgilerinden daha seyrek olmak üzere zikzak ekim çizgileriyle dolduruldu. Bu şekilde 2. Ekim alanında ekim işlemini tamamlamış olduk.

Seyreltme tekniği adını verdiğimiz ekim yöntemiyle; her bir örneğin 1. Bölgeden 4. bölgeye doğru çok yoğun dan az yoğun a olacak şekilde seyrelterek ekimi yapıldı.

Plak yüzeyinin 3. ve 4. Ekim alanlarında da aynı yöntemle gittikçe zigzagları seyreltmek suretiyle ekim işlemini sonlandırmış oldu.

Aynı yöntemle her ilçeden topladığımız toprak örneklerinin ıslak ve kuru ayrı ayrı olmak üzere besiyerlerine ekimleri gerçekleştirildi. Her bir ilçe bazında kuru toprak

örnekleri için 9, ıslak toprak örnekleri için 9 toplam 18 besiyeri olmak üzere; tüm ilçeler için toplamda 360 adet besiyeri kullanılmış oldu.

Analizlerimiz klasik konvansiyonel kültür yöntemleriyle gerçekleştirildi.(Şekil 8)

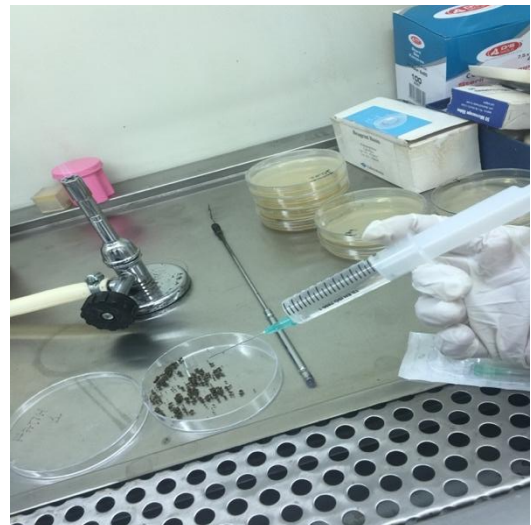


Şekil 8: Kültür yöntemi ile ekim işlemlerinin aşamaları.

Elde edilen örnekler; bakteriler için 37 °C 24 ile 48 saat etüvde inkübe edilirken; mantarların izolasyonu için ise 22–25 derecede 7-21 gün kadar oda ısısında inkübasyona bırakıldı.



(a)



(b)

Şekil 9: (a) Kültür yönteminde etüvde inkübasyon işlemi (b) Süspansiyon hazırlanması

Toprak mikroorganizmalarının tümünü kültüre etmek mümkün olmadığından kültür yöntemiyle üretemediklerimiz için İstanbul'un iki kıtasından belirlediğimiz 20 ilçeden toprak örneği almak üzere kazılan her bir alana örnekler alınmadan önce birer daldırılmış lam ve 1 gün bekletmek üzere aynı alana gömmüştük. Daldırılan her bir lam 1 gün sonra gömüldükleri yerden çıkartılmak suretiyle hızla laboratuvara getirilmiş ve gram boyama yöntemi ile boyanarak mikroskopta değerlendirilerek topraktaki mevcut mikro flora belirlenerek kültür yöntemleri ile karşılaştırıldı.

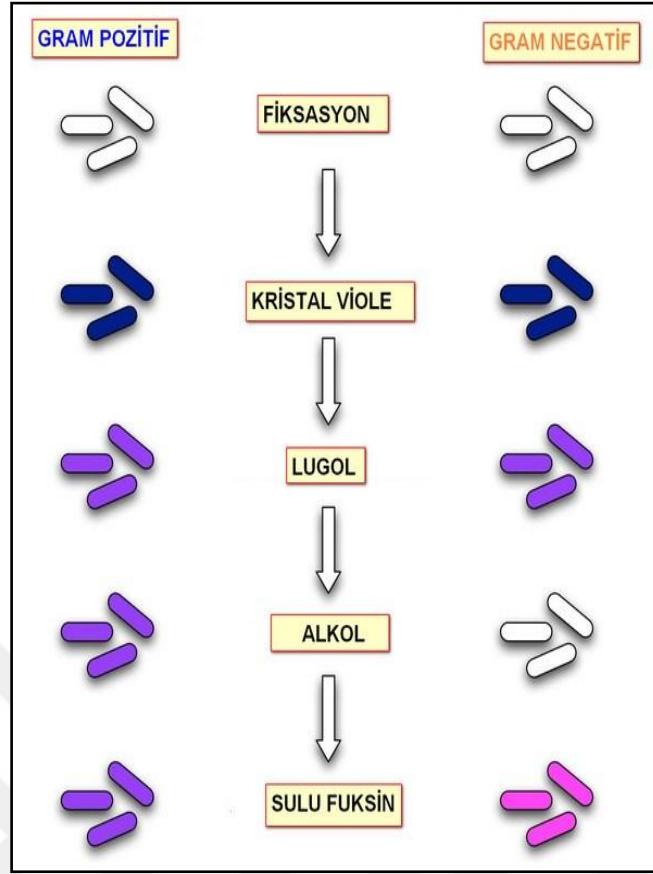
Gram boyama yönteminde aşağıdaki işlemler sırasıyla uygulandı:

- i. Öncelikle preparat hazırlandı. (yayma, kurutma)
- ii. Preparat alevde tespit edildi.
- iii. Preparatın üzerine kristal viyole boyası eklenerek kaplandı ve 2–3 dakika beklenildi.
- iv. Preparat bol distile suyla yıkandı ve boya uzaklaştırıldı.
- v. Preparatın üzerine lugol çözeltisi yani gramın iyot eriyiği eklenerek kaplandı, 2– 3 dakika beklenildi. Sonra döküldü.
- vi. Preparatın üzerine %95'lik etil alkol eklenerek 10-15 saniye bekletildi. Böylece renksizleştirme işlemini yapmış olduk.
- vii. Preparat distile suyla yıkandı.
- viii. Preparatın üzerine zıt boya olarak sulu fuksin eklenerek kaplandı ve 30 saniye beklenildi.
- ix. Preparat bol distile suyla yıkandı.
- x. Preparat havada veya kurutma kağıdı ile kurutuldu.
- xi. Mikroskopta immersiyon objektifinde incelendi.

Mor renkte görülen mikroorganizmalar gram (+), pembe-kırmızı renkte görülenler ise gram (-) olarak değerlendirilir (47).

Gram (+) ve gram (-) mikroorganizmaların tamamı kristal viyole boyası ile mor renge boyanırlar. Preparata eklenen lugol solüsyonu ile gram (+) bakterilerin oluşturdukları yapı, daha sonra ortama eklenen alkol ile giderilemez. Oysa gram (-) bakterilerin oluşturduğu yapı alkol ile giderilebilir.

Gram (-) bakterilerin renkleri alkolle gittiğinden ortama daha sonra eklenen sulu fuksin ile boyanır. Böylece gram (+) bakteriler mor renkte (kristal viyole rengi), gram (-) bakteriler pembe-kırmızı renkte (sulu fuksin rengi) boyanır (56).



Şekil 10: Gram boyama aşamaları ve her aşamada bakterilerin renkleri

3.8 Mikroorganizmaların Tiplendirilmesi

Mikrobiyal kültür izolatlarında; fenotipik incelemeler, makroskopik olarak kolonilerin çeşitli morfolojik özelliklerinin incelenmesi, gram boyama ve mikroskopik inceleme yapılmıştır. Şekil (16-17-18-19).

İnkübasyon sonucunda örneklerin değerlendirme aşamasında; dilüe edilen plaklardaki mikroorganizmaların o popülasyondaki yoğunluğunu belirledik ve ayrıca koagülaz, katalaz ve oksidaz v.b testi gibi değişik biyokimyasal yöntemlerle ve de hazır ticari identifikasyon kitleriyle de hangi tipte bakteri ya da mantar olduğunun tanıları koyuldu.

4. Bulgular

Araştırmamızda İstanbul ilinden her iki kıtadan 20 ilçeden alınan 60 adet kuru, 60 adet ıslak olmak üzere toplamda 120 adet toprak numunesi incelenmiştir. Aynı zamanda aynı noktalardan toplanan 120 adet toprağa daldırılmış lam da toplanarak mikroskopik olarak değerlendirilmiştir. Örnekler alındığındaki mevcut çevresel faktörler de; sıcaklık, nem, pH, toprağın kuru ya da ıslak oluşu gibi özellikler de beraberinde kayıt edilmiştir.

Örnekler farklı mevsimlerde ıslak ve kuru özellikte olacak şekilde toplanmış ve buna göre incelenmiştir.

Alınan örnekler İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Adli Tıp Enstitüsü – Mikrobiyoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Yapılan tüm laboratuvar çalışmaları mikrobiyolojik olarak değerlendirilmiş ve mikroorganizmalar tiplendirilmiştir.

4.1 Örneklenen Toprakların Tiplendirme Sonuçları

Bu çalışmada 360 adet plak ekimi ve 120 adet lam incelenmesi ile toprak içeriğindeki mikroorganizmalar kimliklendirilmiştir ve elde edilen bulgular Ek 1 de ayrıntılarıyla verilmiştir.

Toprakta genel olarak *Bacillus subtilis*, *Clostridium sp.*, *Bacillus sp.*, *Streptobacillus sp.*, *Acinetobacter sp.*, *Cocobacillus sp.*, *Micrococcus sp.*, *Bacillus cereus*, *Streptococcus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Mucor spp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium spp.* yi tanımlayıp saptayabildik.

20 ilçeden alınan kuru ve ıslak toprak örneklerinden %80 inde mantar, %100 ünde bakteri üremesi saptanmıştır.

Toprakta tanımlanan mikroorganizmalar arasında en sık saptananlar; bakteriler için *Bacillus subtilis*, *Clostridium*, *Bacillus sp.*; mantarlar için ise *Mucor*, *Aspergillus* ve *Penicillium* dur.

Tiplendirme sonuçları, en sık rastlananlar bakteriler için şöyledir: *Bacillus subtilis*, *Clostridium sp.*, *Bacillus sp.*, *Streptobacillus sp.*, *Acinetobacter sp.*, *Cocobacillus sp.*, *Micrococcus sp.*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus sp.*. Mantarlar ve

küfler için ise; *Mucor spp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium spp.*, *Candida spp.*, *Cladosporium sp.*, *Trichoderma ssp.* en sık rastlanandan en aza doğru saptanan türlerdir.

4.1.1 Fenotipik Değerlendirme

Toprağın fenotipik olarak değerlendirilmesinde tüm toprak numunelerinin;

%50 ıslak toprak, %50 kuru toprak

%65 kokusuz, %35 kokulu

%15 koyu kahverengi, %10 kırmızı kahverengi, %75 kahverengi yada açık kahverengi

%40 humuslu, %35 taşlı, %5 marnlı, %5 kireçli, %5 kumlu, %10 tınlı olduğu görülmüştür.

4.1.2 Koloni Sayımı (kob ml/g)

Bu yöntemin prensibi mikroorganizmanın katı besiyerinde koloni oluşturması, bu kolonilerin sayılarak örnekteki mikroorganizma sayısının hesaplanmasıdır.

Plaklardaki üreme hesaplanması ise aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir;

+++++ ; çok üreme var

+++ ; orta üreme var

+ ; az üreme var

- ; üreme yok

4.1.3 Mikroorganizmaların Dağılımı

20 ilçeden kuru ve ıslak olarak topladığımız toprak numunelerindeki bakteri ve mantar yüzdeleri şöyledir:

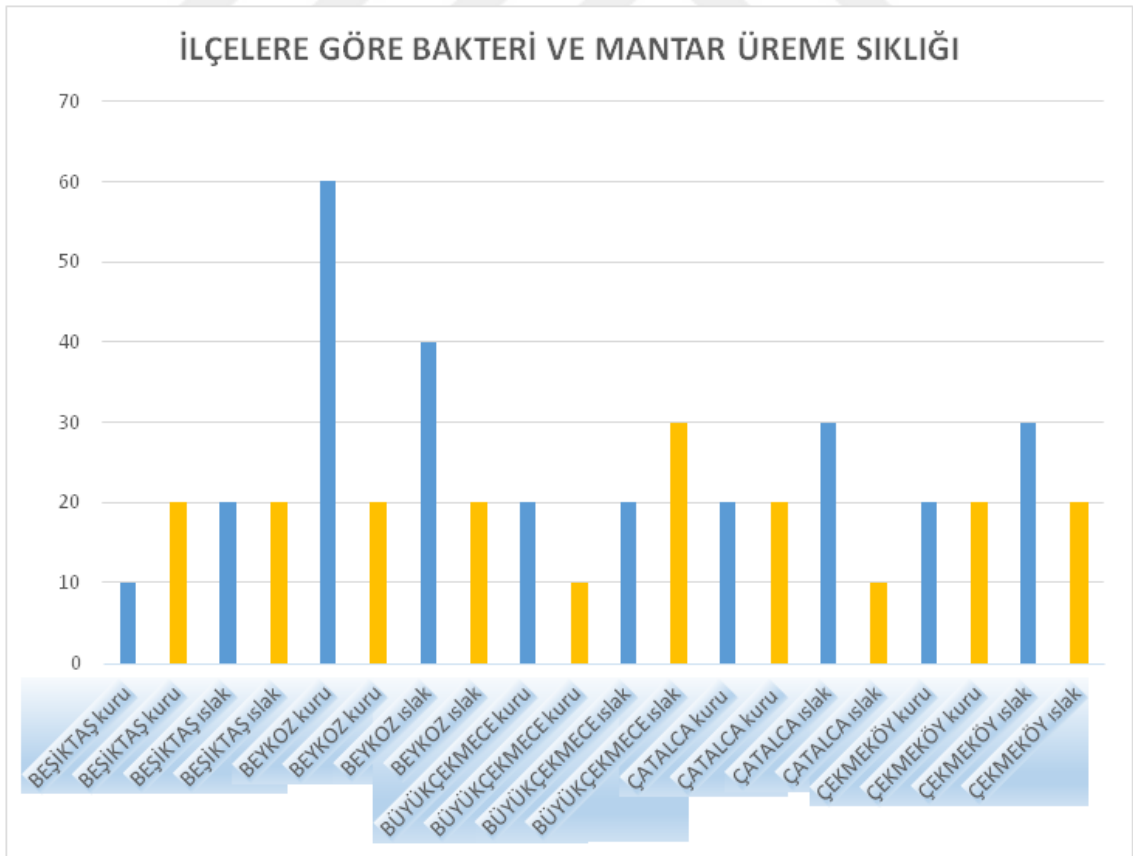
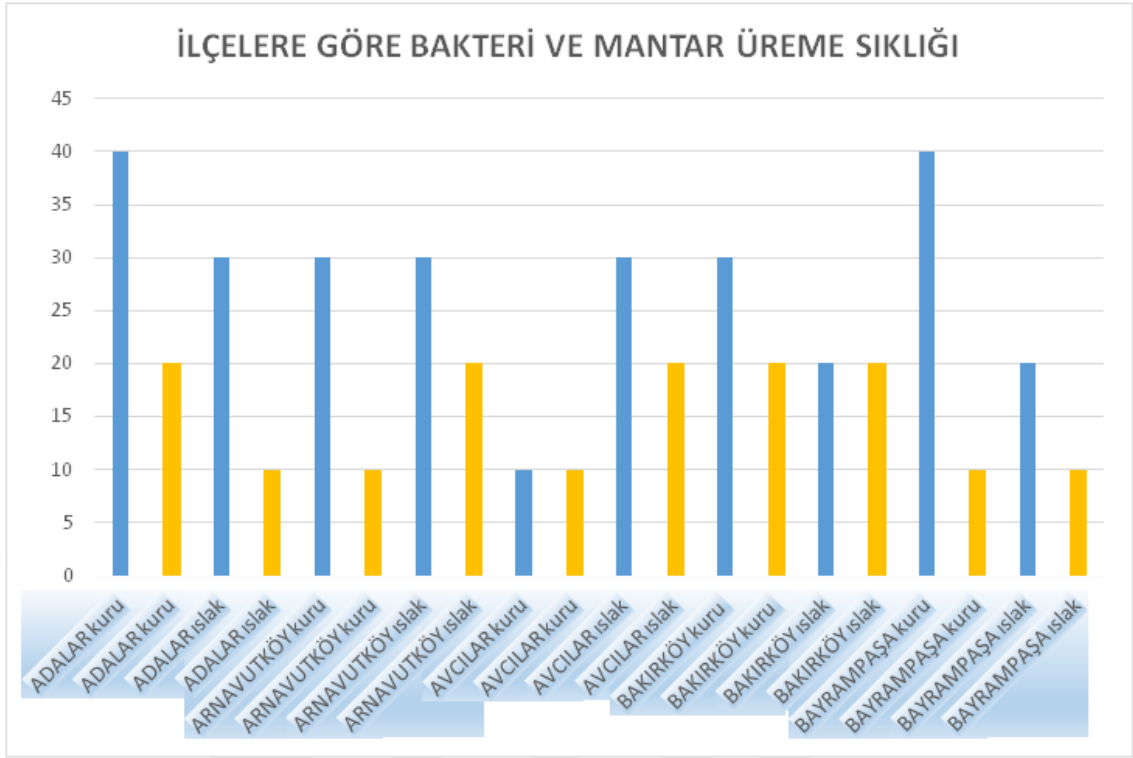
Bakteriler için :

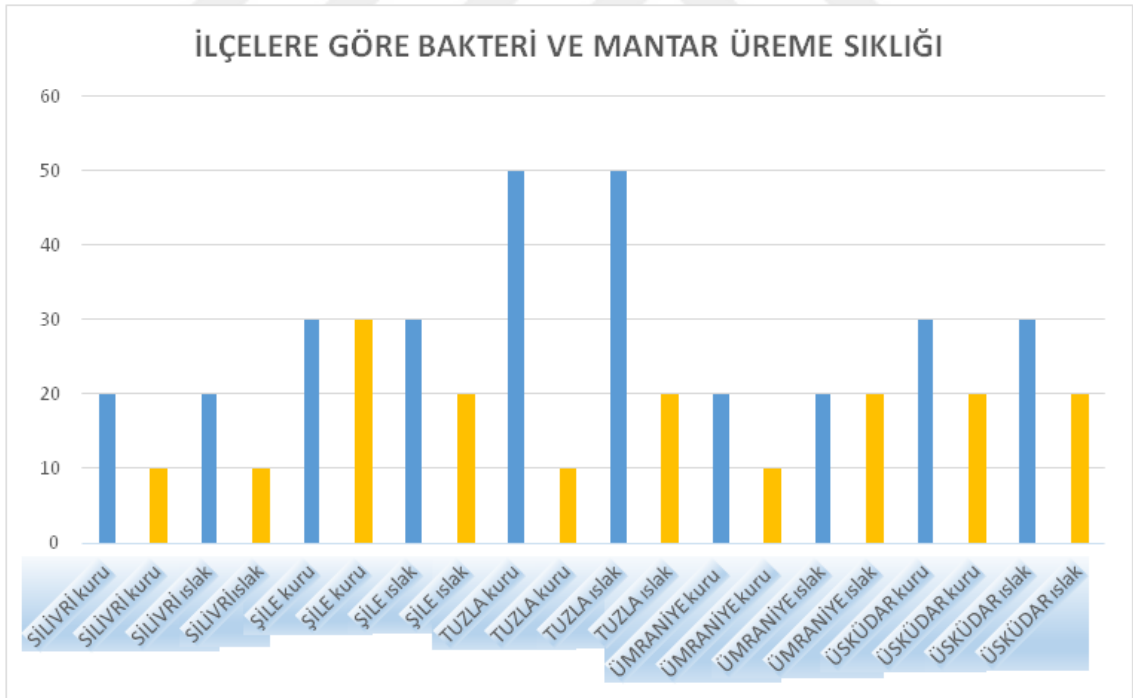
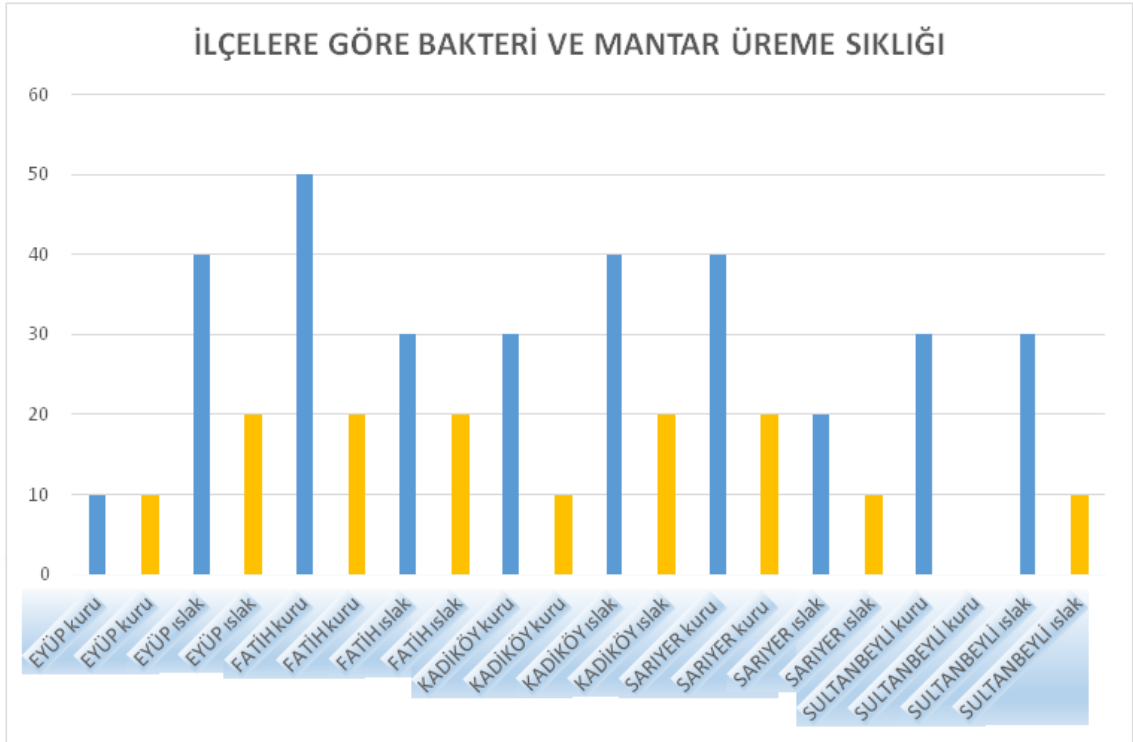
Bacillus subtilis : %18
Acinetobacter sp. : %15
Clostridium sp. : %15
Bacillus sp. : %14
Streptobacillus sp. : %10
Bacillus cereus : %5
Pseudomonas sp. : %4
Coccobacillus : %3
Streptomyces sp. : %3
Staphylococcus sp. : %3
Micrococcus sp. : %3
Acinetomyces sp. : %2
Paenibacillus sp. : %1
Nitrosomonas sp. : %1
Flavobacterium sp. : %1
Proteus sp. : %1
Lactobacillus sp. : %1

Mantarlar için :

Mucor sp. : %50
Aspergillus sp. : %23
Penicillium sp. : %21
Candida sp. : %3
Cladosporium sp. : %2
Trichoderma sp. : %1

Islak ve kuru toprak örneklerinde yapılan direkt inceleme, kültür ve ayırt edici biyokimyasal vb. fenotipik incelemeler sonucu tiplendirme yapılan mikroorganizmaların bölgelere göre dağılımı aşağıdaki Şekil 11 de gösterilmiştir.





Şekil 11: İlçelere göre bakteri ve mantar üreme yoğunlukları (**BAKTERİ • MANTAR •**)

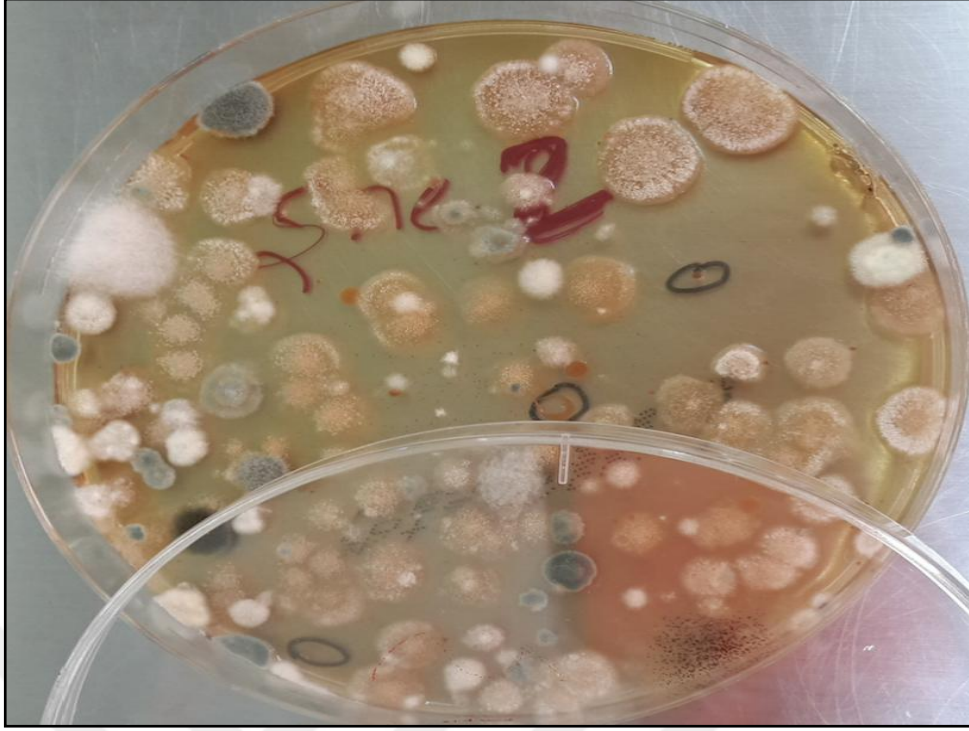
pH toprakta asit alkali yada nötral mikroorganizmaların oluşumunda önemli rol oynar. Tablo 4 te 20 ilçeden alınan ıslak ve kuru topraklarda saptanan pH aralıkları gösterilmiştir.

Tablo 4: Islak ve Kuru Topraklara ait pH Değerlendirilmesi

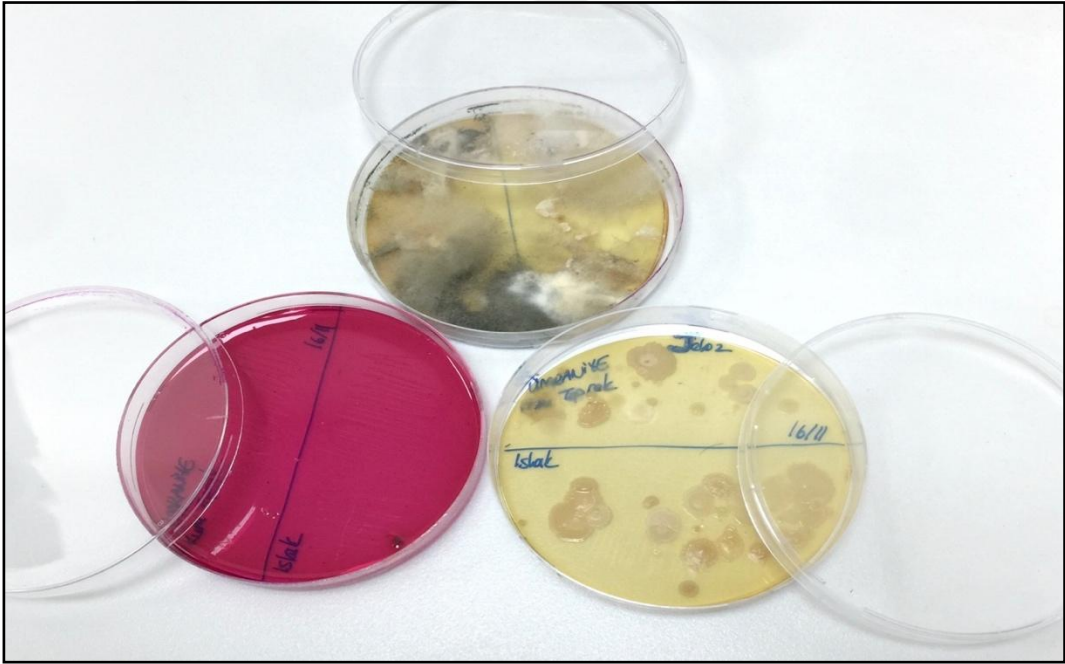
pH Aralıkları	Bölge (Kuru)	Bölge (Islak)
<7 Asit	Adalar, Avcılar, Beykoz, Bayrampaşa, Beşiktaş, Sarıyer, Silivri, Şile, Sultanbeyli, Tuzla	Adalar, Avcılar, Arnavutköy, Beykoz, Bakırköy, Beşiktaş, Eyüp, Sarıyer, Silivri, Şile, Tuzla
=~7 Nötr	Arnavutköy, Bakırköy, Eyüp	Bayrampaşa, Ümraniye, Üsküdar
>7 Alkali	Büyükçekmece, Fatih, Kadıköy, Ümraniye, Çatalca, Çekmeköy	Fatih, Kadıköy, Sultanbeyli, Büyükçekmece, Çatalca, Çekmeköy, Üsküdar



Şekil 12: Jeloz Agar, Endo Agar, Malt Extract Agar besiyerlerinde aynı toprak numunesinde mikroorganizmaların koloni üreme şekilleri



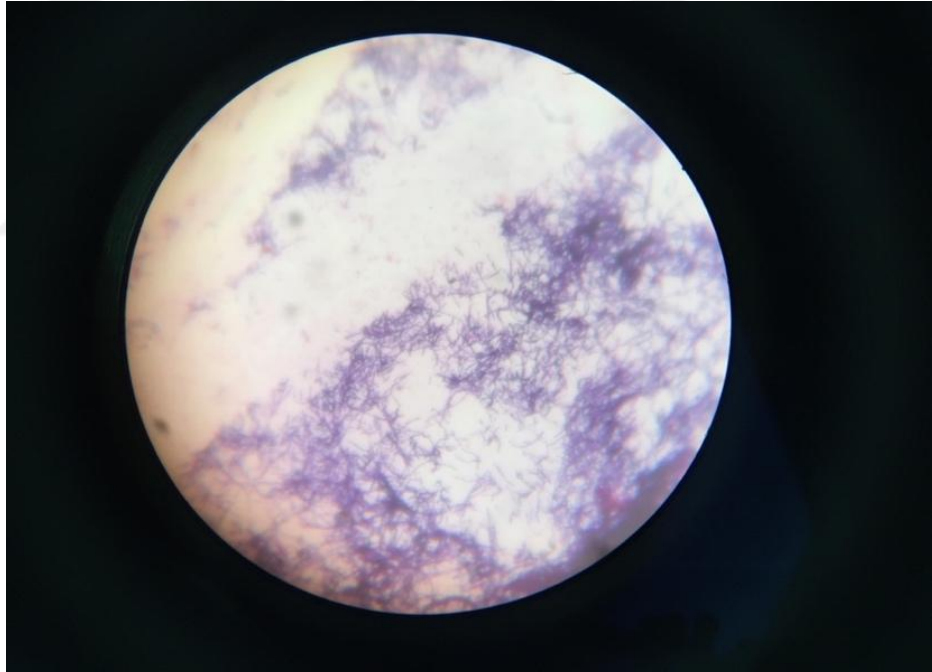
Şekil 13: Şile'den alınan toprak örneğinin Malt Extract Agar besiyerinde mantar, küf ve maya kolonilerine ait üremeler.



Şekil 14: Ümraniye ilçesinden alınan ıslak ve kuru toprak örneklerinin Endo Agar, Jeloz Agar ve Malt Extract Agar besiyerlerinde mikroorganizmaların koloni üreme görüntüleri

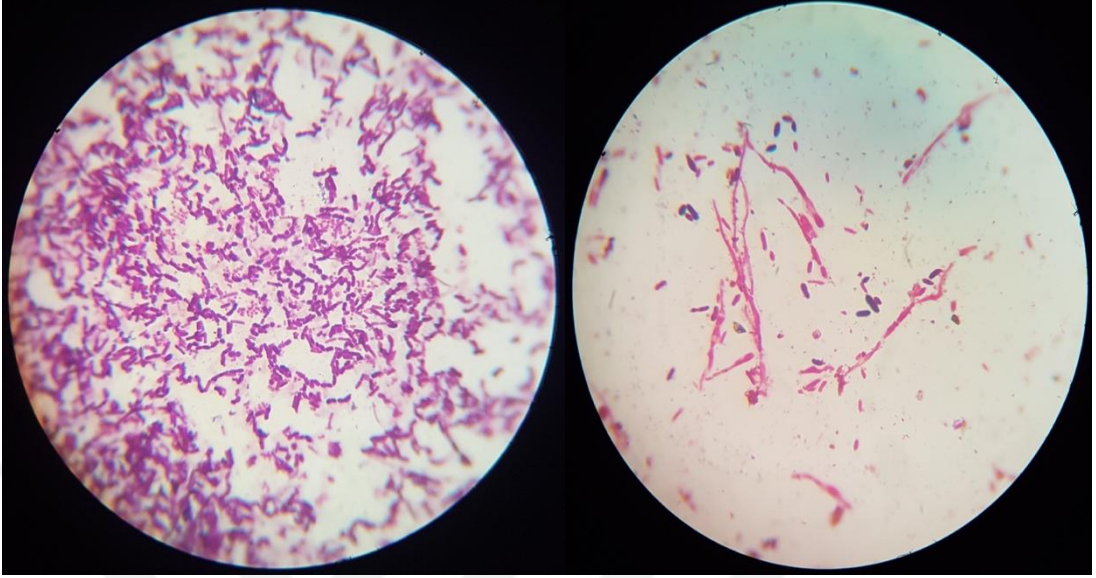


Şekil 15: Malt Extract Agar besiyerinde mantar üreme görüntü örneği

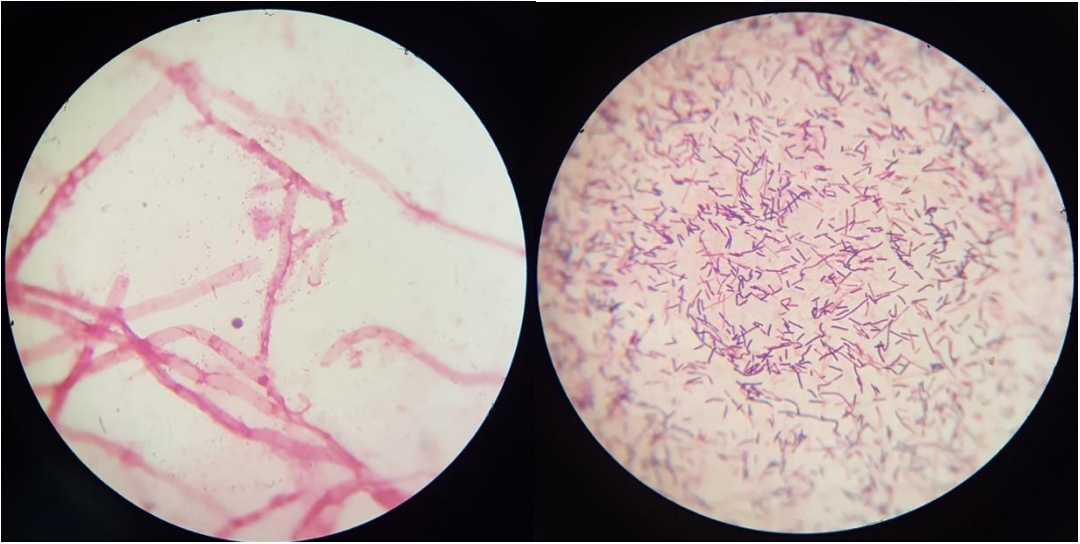


Şekil 16: Eyüp ilçesinden topladığımız kuru toprak numunesine ait *Streptomyces sp.* mikroskopik görüntüsü

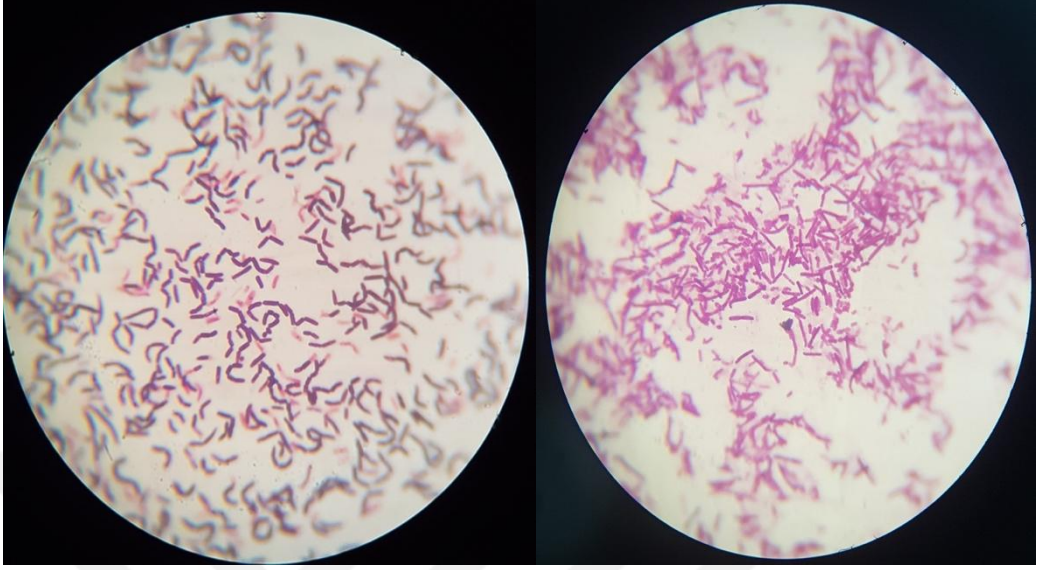
Toprağa daldırılmış lam örneklerinden ve üreyen kolonilere ait mikroorganizmaların gram boyama yapılarak 100X immersiyon objektifinde incelenmiştir. İncelenen preparatlara ait mikroskop görüntüleri ve tespit edilen türlere ait örnekler şekiller de gösterilmiştir (Şekil 16-19).



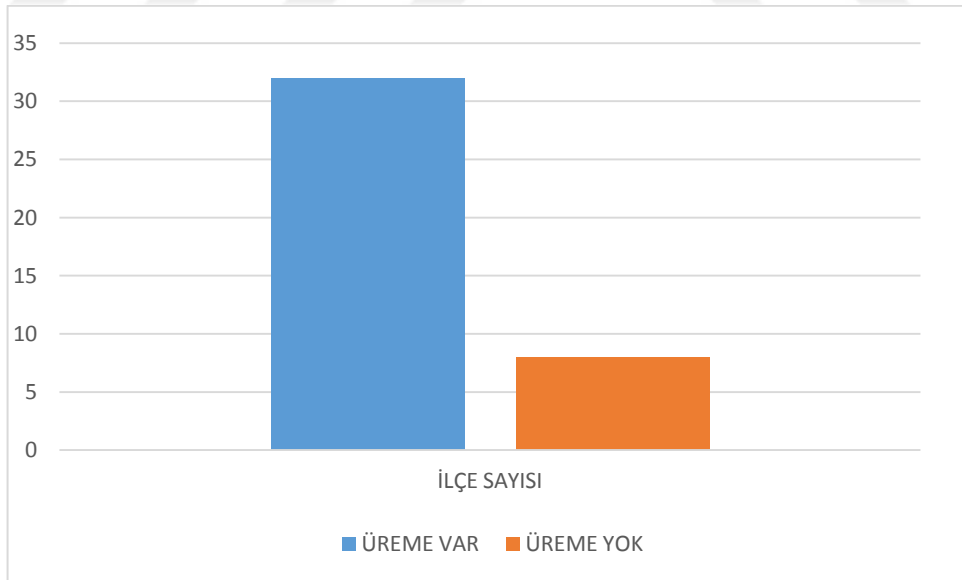
Şekil 17: Toprak örneklerine ait mikroskop görüntüleri 1



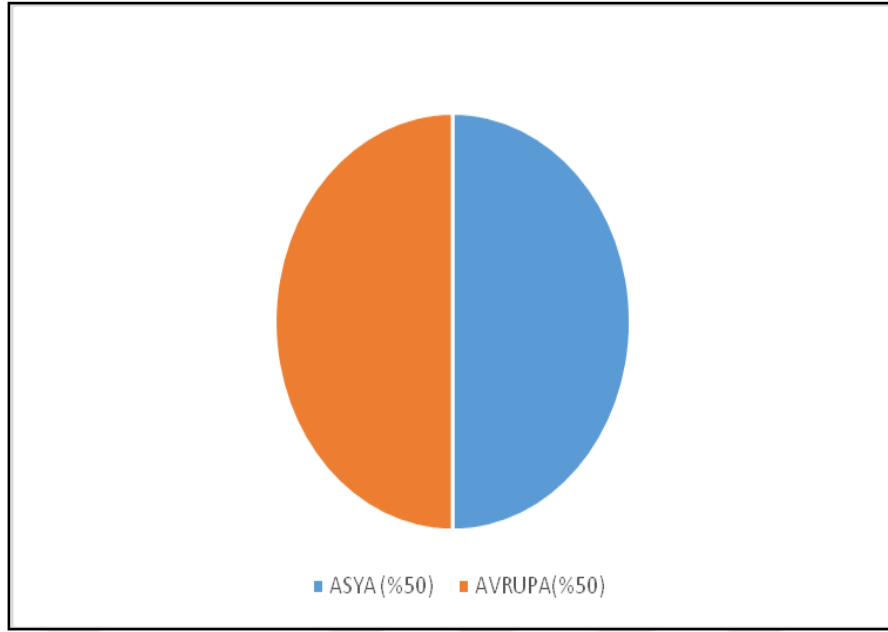
Şekil 18: Toprak örneklerine ait mikroskop görüntüleri 2



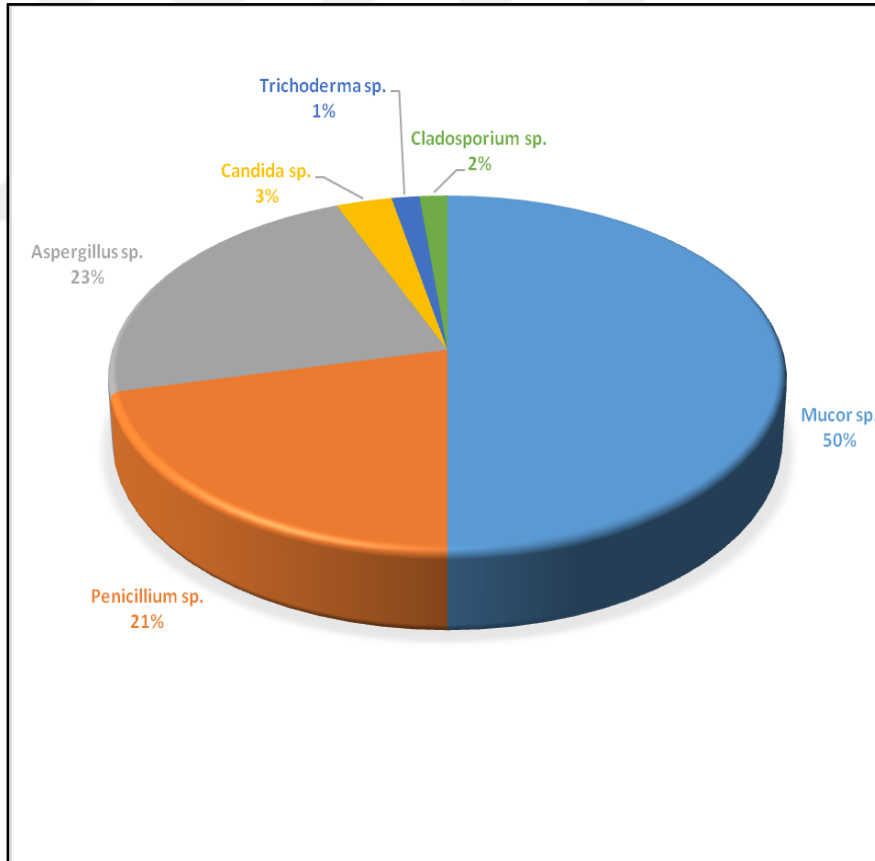
Şekil 19: Toprak örneklerine ait mikroskop görüntüleri 3



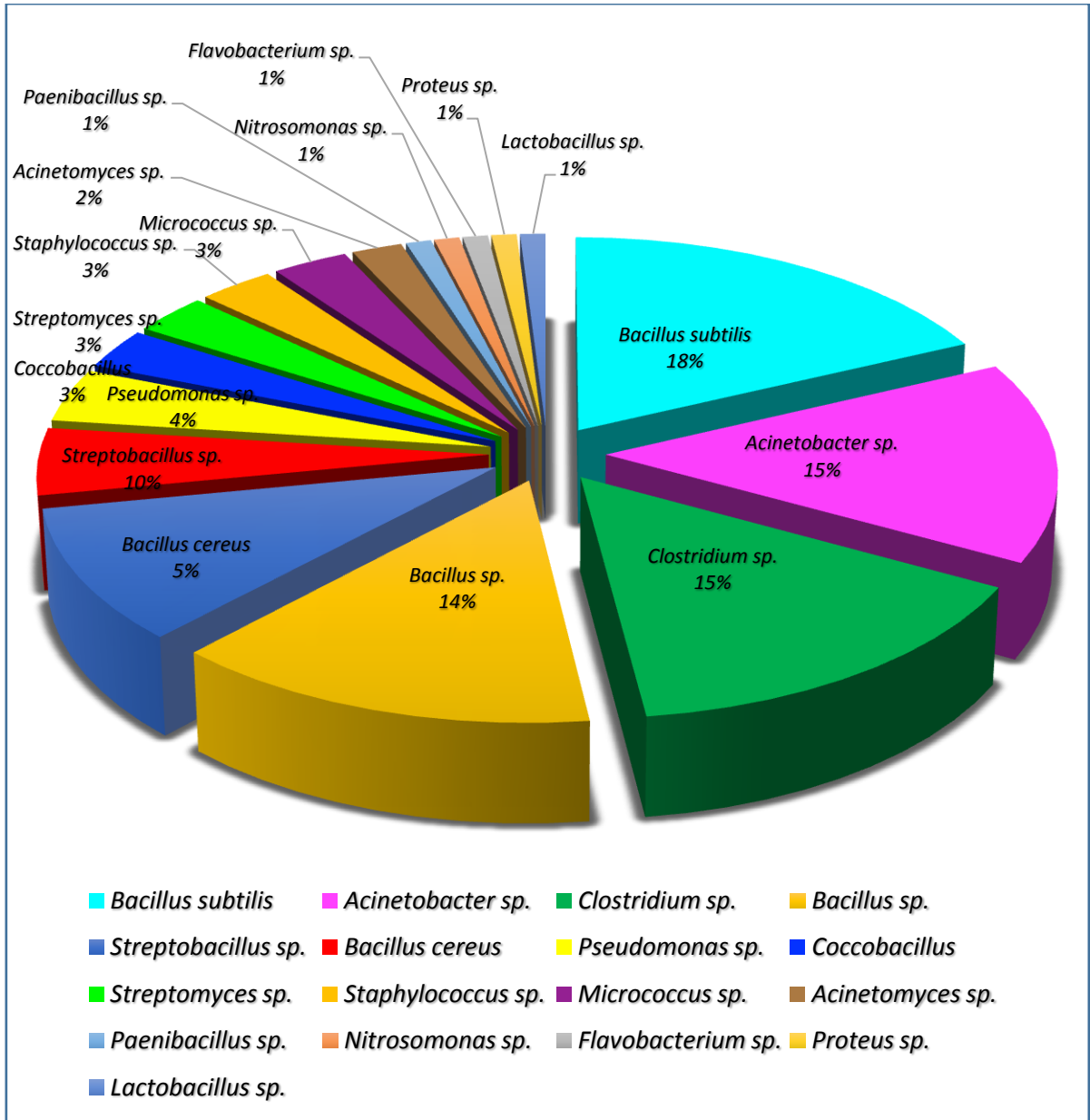
Şekil 20: İlçelere göre üreme durumları



Şekil 21: Alınan toprak numunelerinin İstanbul kıtalarına göre dağılımı



Şekil 22: 20 ilçeden topladığımız toprak numunelerindeki mantar üreme oranları



Şekil 23: 20 ilçeden topladığımız toprak numunelerinin bakteri üreme oranları

5. Tartışma

Adli vakaların aydınlatılmasında olay yeri inceleme ve bu inceleme sonucunda elde edilen deliller büyük önem taşırlar (1). Toprak, pek çok kriminal olguda, bir suçluya veya kurbanı taşıyabildiği için, kriminal incelemelere delil taşıyıcısı olarak önemli bilgiler sağlayabilir (3). Adli bilimler açısından toprak ise bir mağdur, şüpheli veya eşyayı bir suç mahalline bağlama potansiyeline sahip değerli bir fiziksel delildir (2).

Zamanla süregelen doğal nedenlerle iklim (nem, sıcaklık), ana materyal (ana kaya), relief (topografya), canlı organizmalar ve zaman gibi faktörlerle toprak değişik bölgelerde farklı bileşimde ve karakteristik bir yapıya dönüşmektedir (2,5). Toprağın mikrobiyal dağılımının oldukça değişken olması toprak kimliklendirilmesinde mikroorganizmalardan yararlanmamızı sağlamıştır. Topraktaki bakteriyel türlerin ve onların metabolik aktivitelerinin tayini, toprak örneklerinin farklılandırılmasında kullanılabilir (7,71).

Bu çalışma, toprakta bulunan mikroorganizmaların kimliklendirilmelerinin adli bilimler açısından önemini değerlendirmek amacıyla planlanmıştır.

Saha çalışmalarımız, İstanbul gibi büyük bir mega kentin her iki kıtasını temsilen daha önceden belirlediğimiz Avrupa ve Asya kıtalarından eşit sayıda olmak üzere 20 ilçenin gerçek bir suç vakasının olabileceği düşünülen bölgelerinde yapıldı. Araştırmamız boyunca alınan her numune ve her lam hızla laboratuvara ulaştırıldı, direkt olarak incelenerek te çalışma tasarımıımızın bir avantajı olarak kaydedildi.

Yayınlanmış çalışmalarda toprak mikrobiyotaya belirleme yöntemleri, toprak numunelerinin toplanması, saklanması, işlenmesi, analizi, değerlendirilmesi incelenmiştir (53).

Bir toprak mikrobiyotaya belirleme çalışmasının yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde çok sayıda faktör önemlidir. Sıcaklık, pH, nem, topografya gibi çevresel faktörler çalışmamızın sonuçlarını etkilemiştir. Bizim çalışmamızda da aynı noktadan farklı mevsimlerde ve farklı çevresel koşullar altında alınan toprak numunelerindeki mikrobiyal dağılım ve çeşitlilik farklılık göstermiştir (Ek-2).

Yaptığımız araştırmalar ile her ilçe toprağının mikrobiyota üyelerinin çeşitliliği ve yoğunluklarının o ilçeğe özgü olduğu görölmüştür. Aynı ilçeden birden fazla farklı noktalardan aldığımız toprak numuneleri örneklendirildiğinde bile toprak mikrobiyotası önemli derecede çeşitlilik göstermiştir. Örneğin, Sarıyer Zekeriyaköy ormanında toprak numunesi alınan A, B, C noktaları arasındaki mikrobiyolojik dağılım birbirinden farklı çıkmıştır. A noktasında görölen mikroorganizmalar, B ve C noktasındakilerle eşleşmemiştir. Bazı ilçelerde ise A noktasında tek tip bakteri tespit edilebilirken, aynı ilçenin B noktasında 3, C noktasında 2 tip bakteri tespit edilmiştir. Aynı bölgenin 3 farklı noktasındaki toprak mikrobiyotasında çeşitlilik olması, bu durumun çevresel faktörlerin farklılığından kaynaklanmış olabileceğini göstermiştir (Ek-2). Habtom ve ark. (54) yaptıkları bir çalışmada, coğrafi konumun mikrobiyal çeşitliliğin belirlenmesinde toprak tipinden daha önemli olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, üç farklı toprak tipi (yerelden bölgesel ölçeklere kadar) incelenmiş, toprak numunelerinin küçük ölçeklerde bile saptanabileceği tespit edilmiştir. Yaptıkları çalışmalarda yakın konumlarda bile toprağın ayırt etme potansiyeli tespit edilmiştir.

Çalışmamızda her bir toprak örneği belirli derinliklerden (5-30 cm) toplandı. Eilers ve ark. (37) Amerika'nın Colorado şehrinin ormanlık alanında gerçekleştirdikleri çalışmalarında toprak derinliği ile mikroorganizmaların çeşitlilikleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Dokuz ayrı toprak profili incelenmiş ve bakteriyel çeşitliliğin tüm profillerde toprak derinliğinden önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda; pH, besin seviyeleri ve oksijen seviyeleri gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal faktörlerin yüzeye yakın ve derin seviyelerde mikrobiyota üzerinde etkiye sahip olduğu görölmüştür. Yaptığımız bu çalışmamızda toprak numunelerimizi toprağın üst tabakasından (10-30 cm derinliğe kadar olan üst toprak) topladık. Bunun sebebi ise mikrobiyal popölasyon 30 cm derinliğe kadar olan üst toprakta çok yüksektir ve toprak derinliği arttıkça azalır (37).

Biz bu çalışmamızda toprağı farklı mevsimlerde, ıslak ve kuru olacak şekilde inceledik. Böylece aynı noktadan alınan ıslak ve kuru toprağın sadece makroskobik olarak renk farklılığını değil; aynı zamanda yağmur ya da kar suyuyla değişen toprak mikroorganizmalarını da tespit etmiş olduk, ki bu da çevresel koşulların değişimi ile değişen mikrobiyotayı tespit etmemizi sağladı (Ek-2).

Toprak örneklerinin alındığı bölgeler de mikroorganizmaların dağılımını etkiler(60); örneğin numunelerin ekili alandan alınmış olması, sanayi ya da hayvansal atıkların bulunduğu yerden alınmış olması, bölgenin ormanlık oluşu yada kayalık veya yamaç oluşu gibi tüm özellikler mikroorganizmaların o bölgedeki dağılımını etkiler (49). Örneğin *Actinobacteria*, *Proteobacteria* filumlarının orman topraklarında bolluğu ve fonksiyonel önemi bilimsel çalışmalarla belirtilmiştir (56). Çalışmamızda orman topraklarına ait bölgelerde *Actinobacteria* filumunun varlığı *Actinomyces sp.*, *Micrococcus luteus.*, *Streptomyces sp.*, *Proteobacteria* filumunun varlığı ise *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter sp.*, *Proteus mirabilis*, türleriyle gösterilmiştir (Ek-2) .

Toprağın farklılandırılmasında bitkilerin türü ve varlığı da, birçok toprak mikrobiyal topluluğu için belirleyici olabilecek faktörlerdendir (57).

Toprak, bir kişiyi veya bir nesneyi belirli bir yere bağlayıcı kanıtlar oluşturabilir (3). Toprağın adli yönden değeri her yerde olması, nesnelere veya kişilere kolay aktarılabilirliği, ve karakteristik özelliklerinden kaynaklanmaktadır (4). Ancak tez çalışmamızın bir kısıtlılığı da; yeryüzündeki toprak hatta bir bölgedeki toprak bile kendine has özellik gösterir, dolayısıyla bizim bir ilçenin tümüne ait mikrobiyotayı analiz ederken bunu göz önüne almamız gerekmektedir.

Bazı bölge topraklarında belirli türlerin varlığı ya da yokluğu ortama mikroorganizmaların bıraktığı metabolik ürünlerin (enzim,toksin vb.) varlığını ve yokluğuyla da ilişkili olduğunu söylemek mümkündür (63). Örneğin mantarlar; *Streptomyces sp.*, bakteriler; *Pseudomonas sp.*, *Bacillus* türleri gibi.. Yine toprakta yüksek oranda görülen yada bulduğumuz toprak kökenli mikroorganizmaların buralarda olması, az çok yada hiç bakteri\mantar görülmesi onların kendi karakteristik özelliklerinden kaynaklanır. Örneğin sporlu olanlar dayanıklıdır, çok çabuk taşınır, izole olurlar (40).

Topografya toprak mikrobiyotasını etkileyen faktörlerden biridir (2,18). Aynı bölge bile olsa tepeden aldığımız toprakla, yamaçta daha sulak yerden aldığımız toprak numunelerinden elde ettiğimiz mikroorganizmaların birbirinden farklı olduğunu görmekteyiz. Tepede daha dayanıklı bakterileri, daha sulu olan bölgelerdeki topraklarda ise oksijen seven bakterileri tespit ettik (Ek-2).

Bakteriyel içerik, adli toprak örneklerini ayırt etmede yardımcı olabilir (64,77); bununla birlikte, bakteri profillemesinin etkinliği, farklı habitat tipleri arasındaki özgünlük, bir habitatteki heterojenlik seviyesi ve zaman içinde bakteri topluluklarındaki değişiklikler dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır (55).

Lauber ve ark. (51) tarafından yapılan çalışmalar ile toprak pH'nın, toprak bakteri yoğunluğu üzerinde etkisi olduğu gösterilmiştir. Orman örtüsü altındaki topraklar, organik madde daha yoğun olacağından çevredeki otsu alanlara göre daha asit karakterlidir. Tuzla Akfırat Ormanındaki mikroorganizma insidansı, Bayrampaşa Metro İstasyon yakınında ray bitişiğindeki mikroorganizma insidansına göre daha yüksek bulunmuştur. Bunu da ormanlık bölgenin bitki örtüsüne bağlayabiliriz.

Çalışmamızda mantar toplulukları saf kültür çalışmaları ile tutarlı olarak pH'dan daha az şekilde etkilenmiştir, bu da mantarların genellikle optimum büyüme için daha geniş pH aralıkları sergilediğini göstermiştir (Ek-2).

Macdonald ve ark. (58) tarafından yapılan çalışmada genel olarak, mantar topluluğu yapısının bölgeler arasında bakterilerden daha güçlü bir ayırmacı olduğu gösterilmiştir. Dolayısıyla mantar topluluklarının adli toprak araştırmaları için bakteri topluluğundan daha güçlü bir hedef olabileceği belirtilmiştir.

Toprağın mikroorganizmal araştırmasında bir diğer önemli husus ise çok fazla çeşitlilik gösteren bu canlıların hepsini bir yerde üretmenin zorluğudur. Çünkü her biri farklı büyüme ve yaşam ortamlarına gereksinim duyarlar (78). Dolayısıyla bizim yaptığımız basit kültür yöntemleriyle hepsini üretmemiz mümkün değildir. Biz genel olanları, bir delil üzerinde uzun süre muhafaza olabilenleri tespit etmek için uğraş verdiğimizizi söyleyebiliriz.

Yaptığımız çalışmalarda da görüleceği gibi toprak ve toprakta bulunan mikroorganizmaların çeşitliliği, toprağın cezai soruşturmalardaki delil değerini arttırmaktadır. Geçmişte toprak mikrobiyal topluluklarının incelenmesi ve karakterizasyonu için gerekli olan mikrobiyolojik analiz araçlarının bulunmaması nedeniyle adli toprak bilimine gereken önem verilmemiş olabilir. Bu amaçla günümüzde farklı teknikler ve analiz yöntemleri geliştirilmiş ve uygulamaya alınmıştır. Bu tekniklerin bazılarının adli toprak mikrobiyolojisi alanındaki uygulamaları halen erken aşamada olup yurtdışındaki çalışmalar hızla artmaktadır. Smalla ve arkadaşları

(59); toprak mikroorganizmalarının ayırt edilmesinde farklı yöntemlerin olduğunu söylemişlerdir. Yaptıkları çalışmada farklı analiz yöntemlerinin mikroorganizma kompozisyonunda benzer sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Toprağın ayırt edici gücünü arttırmak için çok sayıda yöntem uygulanabilir ancak araştırmaya konu toprak örnekleri göz önüne alınarak her yöntem uygulanmadan önce uygun bir yöntem kombinasyonu seçilmelidir. Toprak mikroorganizma tanısında konvansiyonel kültür yöntemleri günümüzde kolay, ucuz ve bir fikir verebilirler. Kaba bir tanı yöntemi olsa da, günümüzde daha hızlı, daha güvenilir fakat pahalı ileri tanı yöntemlerinin (16 s r-RNA, Maldi TOF-MS ve NGS vb gibi) ayrıntılı filogenetik çalışmaları ile bölgesel toprak ayrımları yapılarak adli çalışmalara güçlü bir katkı sağlamaktadır (57,62).

Toprağın mikrobiyolojik incelenmesi göstermiştir ki; topraktaki mikroorganizmaların başlıcaları; bakteriler, mantarlar, aktinomisetler ve protozoalardır (70). Topraktaki miktarları ve türleri ise çevresel faktörlere ve alındıkları bölgeye göre değişiklik gösterirler (6,79).

Çalışmamız sonucunda en yüksek oranda görülen bakteri sınıfı toprak kökenli *Bacillus subtilis.*’; mantar türü ise *Mucor sp.* dir. Topraktaki bakteri çeşitliliğinin mantar çeşitliliğinden fazla olduğu görülmüştür. 20 ilçeden alınan kuru ve ıslak toprak örneklerinden %80 inde mantar, %100 ünde bakteri üremesi saptanmıştır. Toprakta tanımlanan mikroorganizmalar arasında en sık saptananlar; bakteriler için *Bacillus subtilis*, *Clostridium*, *Bacillus sp.*; mantarlar için ise *Mucor*, *Aspergillus* ve *Penicillium* dur. Tiplendirme sonuçları, en sık rastlananlar bakteriler için şöyledir: *Bacillus subtilis*, *Clostridium sp.*, *Bacillus sp.*, *Streptobacillus sp.*, *Acinetobacter sp.*, *Cocobacillus sp.*, *Micrococcus sp.*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus sp.*. Mantarlar ve küfler için ise; *Mucor spp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium spp.*, *Candida spp.*, *Cladosporium sp.*, *Trichoderma ssp.* en sık rastlanandan en aza doğru saptanan türlerdir.

Bakteri ve mantarların üremelerini ve gelişmelerini etkileyen tüm çevresel faktörler kaydedilmiş, örnekleme süresi boyunca toprağın fiziksel durumu hem kuru hem de ıslak olacak şekilde düzenlenmiş bu süre boyunca da mevsimsel değişiklikler izlenmiştir. Laboratuvardaki çalışma koşulları iç mekân ortamları için tipik kalmıştır. Sıcaklık yaklaşık 24 derecede tutuldu. Çalışmamızın kültür metodu aşamasında spesifik bir bakteri grubuna odaklanmadığımız, olayla ilişkilendirebileceğimiz her türlü koşulda yaşayacak mikroorganizmaları iz delil olarak konuşturacağımız için, Endo, Malt, Jeloz

Agar gibi standart mikrobiyolojik analizlerde genel amaçlı olarak kullanılan besiyerleri tercih edilmiştir.

Bu araştırmalar ile olay yerinden elde edilecek olan mikrobiyotadan yola çıkılarak bir suçlunun tespitinin sağlanması, ya da şüpheli sayısının azaltılması ve gerçek olay yerinin belirlenmesi öngörülmektedir. Bu çalışmamızda yaptığımız analizler sonucunda toprak ile ilgili adli açıdan cevaplamayı ümit ettiğimiz soruların bazıları şunlardır;

- i. Kurbanın üzerindeki toprak, bulunduğu yerdeki topraktan farklı mı? Suç gerçekten orada mı işlendi?
- ii. Çarpıp kaçma şeklindeki trafik kazalarında, kaçan araç (yolda bıraktığı toprağın incelenmesi sonucu) kazadan önce nereden geçmiştir?
- iii. Şüphelinin ayakkabısındaki toprak ile olay yerindeki toprağın mukayesesi.
- iv. Arabanın tampon ve çamurluğundaki toprak ile suç yeri toprağının mukayesesi.
- v. Şüpheli kürekteki toprak ile kazı yapılan yerdeki toprağın mukayesesi.
- vi. Tecavüz olaylarında, şüphelinin üzerinde bulunan toprak ile olay yerindeki toprağın mukayesesi gibi sorular daha da detaylandırılabilir (12).

Toprak bakterilerinin gerçekte düşük kültür edilebilir özellikleri nedeni ile her ne kadar seçici besiyerleri ve direkt tanı ile arttırmaya çalışsak ta ileri tanı yöntemleri ile örneğin metagenomik çalışmalarla bunların identifikasyon oranını arttırılabileceği de önemli gelişmelerden biridir (76).

Mikroorganizmalar arasında çeşitliliği ve yakın akraba ilişkilerini incelemek için çok sayıda yöntem olmasına rağmen hiçbirisi tek başına adli mikrobiyolojik analizlerle değerlendirmek mümkün değildir. Birlikte doğruluk oranının arttırılması için birçok metodun çalışılarak belirlenmesi gerekir (75).

Çalışma sonuçlarımız olumlu ve ümit vericidir, ancak bu yaklaşımı ilerletebilmek için daha ayrıntılı ileri çalışmalara ihtiyaç olduğunu görmekteyiz. Gelecekte, pahalı ve rutinde kullanılmayan metagenomik yöntemlerin ucuzlaması ile çalışmamızın ileri de farklı yöntemler kullanılarak geliştirebileceği ve yapılan bilimsel çalışmalara daha fazla

katkıda bulunabileceği kanısındayız. Bununla birlikte ülkemizde bu analizleri yapabilen cihazlara sahip olsak da; toprak ,mantar , bitki vb. türlere ait bilgilerin tanımlandığı bir veri bankası bulunmamaktadır. Bu sebeple mukayese edilecek bir örnek bulunamayacağından “iz” kanıtımızın konuşturulması kısıtlı kalacaktır. 2011 yılında İngiltere peyzajında yaygın olarak kullanılan çeşitli toprak tipleri için analitik bir veri tabanı oluşturmak ve böylece polis soruşturmalarına katkıda bulunmak amacıyla Soilfit (Integration of Soil Fingerprinting Techniques for Forensic Application) projesi başlatılmıştır (118). Yurtdışında hızla artan çalışmalara rağmen ülkemizde mikroorganizmaların adli araştırmalarda kullanılabilirliğini gösteren çalışmalar mevcut değildir. Çalışmamız bu alanda uygulanan öncü bir çalışmadır. Ülkemize ait toprak mikrobiyom haritasını oluşturarak hem adli hem de zirai amaçlarla kullanabiliriz.



6. Sonuç

Toprak önemli bir fiziksel delildir. Toprak mikroorganizmalarının çeşitliliği, yoğunluğu ve toprağın belirli çevresel koşullardaki karakteristik özellikleri; bize, olay yerinin belirlenmesi, şüpheli kişinin, arabanın, aletin yada herhangi bir nesnenin olayla ilgisi olup olmadığı konusunda ipuçları verir. Dünyada tüm gelişmiş adli laboratuvarlarda toprak mikrobiyotası ile ilgili çalışmalar önemli bir yer tutmaktadır. Toprak mikrobiyotasının günümüzde daha iyi anlaşılması, adli bilimlerde yeni bir adli yaklaşım kazanımı sağlamıştır.

Toprağın her ilçede farklı karakteristik özelliklere sahip olduğunu tespit ederek toprağın adli kimliklendirmesini yaparak topraktaki mikrobiyotayı adli bilimler yararına irdelemeyi amaçladık. Çalışmamız; İstanbul'da 20 ilçeden alınan kuru ve ıslak toprak örneklerindeki mikroorganizma dağılımı (bakteri, mantar) göstermektedir. Burada yaklaşımımızın geçerliliğini savunan bir dizi çalışma açıkladık. Biyokimyasal yöntemler ile; nem, sıcaklık, pH ölçümü vs ile, kültür yöntemiyle, basit boyama ile, makroskopik ve mikroskopik incelemelerle, toprak numunelerindeki bakteri ve mantar çeşitlerini belirledik. Elde edilen sonuçlar; her ilçe bazında tek tek, kuru ve ıslak olmak üzere kendi içlerinde karşılaştırılmıştır. Toplam 16 tip mikrobiyota üyesi tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, adli kimliklendirme için kullandığımız toprak numunelerinin adli olayların çözümünde yüksek bir potansiyel taşıdığını teyit etmiştir. Sonuç olarak; toprak mikrobiyota analizinin adli olayların çözümünde toprak kimliklendirmesi yapılarak adli bilimlere katkı sağlamada önemli bir rol oynayabileceğini gösterdik. Bu yaklaşımın faydasını daha da geliştirebilmek için ilave çalışmalara ihtiyaç duyulmasına karşın, daha geleneksel ve bilinen yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçları değerlendirmek için kullanılabilecek bir adli bilimler yaklaşımı getirmektedir. Çalışma sonuçlarımız olumlu ve ümit vericidir ancak bu yaklaşımı sistemleştirebilmek için daha hızlı ve daha doğru sonuçlar verebilen daha ayrıntılı ve daha ileri çalışma yöntemlerine ihtiyaç olduğunu öngörmekteyiz.

Aslında birçok yöntem ve tanı analizlerinin yapılabilmesi bir yana, toprak bitki ve mikrobiyal türlere ait bilgilerin bir arada olduğu ve kriminal olayların aydınlatılmasında bir veri tabanının olmaması bir dezavantajdır.

Biyokimyasal yöntemler, mikroskobik, makroskobik incelemeler, kültür yöntemleri, ile çeşitli ilçelerden alınan toprak örneklerindeki mikrobiyota farklılıkları çevresel faktörlerin de etkisiyle toprağı kimliklendirmemize yardımcı olmuştur

Toprak mikroorganizmalarının her ilçede kimliklendirilmesi ile adli bilimlere adına faydalı bir mikrobiyota haritası oluşturulabilirliğinin tarafımızca araştırılması, adli mikrobiyoloji yönünden tezimizin bir öncü çalışma olmasına sebep olmuştur.

Yaptığımız basit yöntem ucuz ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir. Bu kültür teknikleri ile coğrafik bilgi sistemlerine bir katkı olması da ayrıca çıkarımlarımız arasında unutulmamalıdır.

Toprak ve mikroorganizmalar arasındaki ilişki; genellikle geleneksel kültür yöntemleriyle çalışılan ve bir delil niteliği taşıyabilecek toprağın genel mikroorganizma içeriğini tanımlayan bilimsel çalışmalardan kaynaklanmıştır. Toprak mikrobiyotasını belirlemek için kullanılan yöntemlerin sağlamlığı önemlidir ve çalışmamızda mikrobiyolojik araştırmalarda sıklıkla kullanılan kültür metodu ile 20 ilçeden alınan toprak numunelerinin bakteri ve mantar kompozisyonları belirlenmiştir. Toprak mikrobiyotasını karakterize etmek için kültürden başka çalışmalar da giderek yaygınlaşmaktadır. Kültür yöntemi mikroorganizmaların besiyerlerinde üretilmesi gerektiğinden zaman alıcı bir yöntemdir ve iş gücü gerektirir. Bunun yanında kültürde tüm mikrobiyotayı analiz etmek mümkün değildir bu da mikrobiyolojik hassasiyeti zayıflatmıştır. Bugünkü koşullarda azaltılmış maliyetler ile birlikte, insan yükünü azaltan hem de zamandan tasarruf sağlayan tam otomatize doğrulama testleri ile toprak mikrobiyotasını daha hızlı, daha doğru ve daha ayrıntılı konuşturmak mümkün olmuştur. Bizim çalışmamızın eksik yönlerinden biri budur. Tez çalışmamızın başladığı senelerde bu sistemler çok pahalı olduğundan dolayı, biz bütçemize uygun olan altın standart olarak kültür yöntemiyle araştırmamıza yön vermeye çalıştık.

Adli toprak bilimi uluslararası önemi ve adli olayların çözümünde yerini çok önceden almıştır. Ülkemizde ise zaman zaman meydana gelmiş kriminal davaların aydınlatılmasında toprağı saklanan çeşitli nesneler karartılmaya yada örtbas edilmeye çalışılmaktadır. Gerçekte gözle görülmeyen bu küçük tanıklar aslında bize çok şey söylemektedir. Adaletin huzura kavuşmasında ve güvenilirliğinin artmasında suç ve

suçsuzluğun ayrılmasında ve ona olan güven duygusunun arttırılmasında bu ve benzer çalışmaların bir ivme kazandıracağı da unutulmamalıdır.

Gelecekte, bu alanda yaşanacak ilerlemeler ile toprak mikrobiyotasının, kriminal vakalardaki tanı, tarama, takip, dışlama gibi amaçlara hizmet edeceğini ve toprağın mikrobiyolojik yönden kimliklendirilmesinin adli bilimler adına büyük yarar sağlayacağını öngörmekteyiz.



7. Kaynaklar

1. Polat O. Kriminoloji ve Kriminalistik Üzerine Notlar Olay Yeri İnceleme Bölüm: 8. 1. Baskı Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2004, s.209-247.
2. Çakır İ. Adli Jeoloji-Adli Toprak Bilimi, Karakuş O. (Ed.) Adli Bilimler. Ankara, Adalet Yayınevi, 2011;439-459.
3. Karaca A. Mert M. Adli Toprak Bilimi, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 2012, (1): 40-44.
4. Cengiz S, Karaca AC, Çakır İ, Üner HB, Sevindik A. SEM-EDS analysis and discrimination of forensic soil. *Forensic Sci Int.* 2004, 141(1): 33-7.
5. Pelczar MJ, Chan ECS, Krieg NR. Microbiology Concepts and Applications, first e.d. New York, M.C. Graw Hill Book Company, 1993, pp.783-793.
6. Çakan H.; Adli Mikrobiyoloji Ders Notları. 2019 [power point sunumu].
7. Jesmok EM, Hopkins JM, Foran DR. Next-Generation Sequencing of the Bacterial 16S rRNA Gene for Forensic Soil Comparison:A Feasibility Study. *J Forensic Sci.* 2016, 61(3): 607-17.
8. Akalan İ. Toprak Bilgisi Ders Kitabı:309,1988, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1058, Ankara.
9. Hopkins D.W., Wiltshire P.E.J., Turner B.D.; Microbial characteristics of soils from graves: an investigation at the interface of soil microbiology and forensic science. 2000; 283-288.
10. Santiago-Rodriguez TM, Cano RJ. Soil Microbial Forensics. *Microbiol Spectr.* 2016 4(4): 1-15.
11. Kaygısız M. Adli Bilimler Olay Yeri İncelemesine Giriş Bölüm:1. 2. Baskı Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2005, s.28-31.
12. Üner B, Aşıcıoğlu F., Toprağın Adli Karakteristiği dergipark.gov.tr/download/article-file/95891 Erişim tarihi: 03.01.2019.

13. Karaca AC. Toprak Delillerinin Mikroskopik Analizler ile Farklılandırılması [Yüksek Lisans Tezi] İstanbul, Ulusal Tez Merkezi 107857, 2002.
14. Mercan S. İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü Kriminalistik Ders Notları, Adli Toprak Analizi, 2016, [power point sunumu].
15. Zala K. Dirty Science:Soil Forensics Digs Into New Techniques. *Science*. 2007, (318) :386-387.
16. Atasoy S. Her Çikolata Yenmez ve Başka Tatsız Öyküler, Toprağa Kulak Verin, 2. Baskı İstanbul, Doğan Kitap, 2017, s.186-192.
17. Çepel N. Toprak İlmi Ders Kitabı. Orman Topraklarının Oluşumu, Özellikleri ve Ekolojik Bakımdan Değerlendirilmesi,1988, s.1-27 İstanbul Üniversitesi Yayın No:3416 Orman Fakültesi Yayın No: 389, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
18. Asan A. Toprak Oluşumunda Biyolojik Faktörler, *Ekoloji Dergisi*. 1993(8): 36-38.
19. Ünver İ, Çokuysal B, Anaç D, Kılıç CC, Eryüce N, Gürbüz Kılıç Ö ve ark.Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme. (2017) 5. Baskı, s.2-9 Anadolu Üniversitesi Yayını No:2302, Açıköğretim Fakültesi Yayını No:1299, Anadolu Üniversitesi Basımevi, Eskişehir.
20. Çengel M.; Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası, Ders Teksiri. E.Ü. Ziraat Fak. No.78, Bornova. 1983.
21. Stolp H, Microbial ecology: organisms, habitats, activities.1988, s.308 Cambridge University Press.
22. Waldrop MP, Holloway JM, Smith DB, Goldhaber MB, Drenovsky RE, Scow KM ve ark. The interacting roles of climate, soils, and plant production on soil microbial communities at a continental scale. *Ecology*. 2017, 98(7): 1957-67.
23. Atalay İ. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası,2006, 3. Baskı s.175-284 Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, Ankara.

24. Çakan H. Adli Bilimlerde Mikrobiyota; 2019 Nis 4-7, İzmir 16. Adli Bilimler Kongresi Adli Tıp Uzmanları Derneği
25. Dawson, L.A., Campbell, C.D., Hillier, S., Brewer M.J.; Methods of characterizing and fingerprinting soil for forensic application, in *Soil Analysis in Forensic Taphonomy: Chemical and Biological Effects of Buried Human Remains*, 2008; pp. 271 – 315.
26. Yükseloğlu H. İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü Kriminalistik Ders Notları, Fiziksel Delillerin Toplanması ve Dökümantasyonu, 2016, [pdf belgesi].
27. Ritsuko S. Yoshiteru M.; Validity of color examination for forensic soil identification. 1996, Pages 201-210.
28. Namlı A. Ankara Üniversitesi Ders Notları, Toprak Bilgisi ,2012,[pdf belgesi].
29. Kara H.; Adli kimyada toprak, boya ve cam analizleri, 2018, [power point sunumu].
30. Fitzpatrick R, Raven MD, Forrester ST. A systematic approach to soil forensics: criminal case studies involving transference from crime scene to forensic evidence, Ritz. K., Dawson L., Miller D. (ed.) Criminal and Environmental Soil Forensics Springer Science and Business Media. pp.105-127 Aberdeen, 2009.
31. Tuğ A. Adli Bilimler ve Mikrobiyoloji. *Adli Tıp Dergisi* 2009, 23(1): 47-55.
32. Hancı İH. Adli Tıp ve Adli Bilimler, 1. Baskı, İstanbul, Seçkin Yayıncılık, 2002, s.463- 467.
33. Arda M.; Temel Mikrobiyoloji;. Medisan Yayın Serisi no 46. 2000., 9.
34. Hattori, T.; "Microbial life in the soil" An Introduction. Marcel Dekker, INC, New York.1973.
35. Gülle F, Özdemir S. Sağlıklı Toprağın Görülmeyen Kahramanları:Toprak Mikroorganizmaları. *Sakarya Ticaret Borsası Dergisi*. 2015(51): 6-8.

36. Tamer AÜ, Uçar F, Enver E, Karaboz İ, Bursalıoğlu M, Oğultekin R. 3. ve 4. Sınıf Mikrobiyoloji Laboratuvar Kılavuzu,1986, 2. baskı, s.22-25 Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Teksirler Serisi No:55, İzmir.
37. Eilers KG, Debenport S, Anderson S, Fierer N. Digging deeper to find unique microbial communities:The strong effect of depth on the structure of bacterial and archaeal communities in soil. *Soil Biol Biochem.* 2012, 50: 58–65.
38. Dolar S, Demirci E, Basım H , Demirci F , Elibüyük İÖ. Fitopatoloji ,2012, 3. Baskı, s.11-13 Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2293, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1290, Anadolu Üniversitesi Basımevi, Eskişehir.
39. Ruffell A. Forensic pedology, forensic geology, forensic geoscience, geoforensics and soil forensics. C. 202, *Forensic Science International.* 2010, (202): 9-12.
40. Barrios E. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecol Econ.* 2007;64 (2): 269–85.
41. Haktanır K, Arcak S. Toprak Biyolojisi,1997, s.1-2, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1486, Ankara.
42. Lan G, Li Y, Jatoi MT, Tan Z, Wu Z, Xie G. Change in Soil Microbial Community Compositions and Diversity Following the Conversion of Tropical Forest to Rubber Plantations in Xishuangbanna, Southwest China. *Trop Conserv Sci.* 2017(10): 1-14.
43. Waksman SA. Actinomycetes (1967) Öner M. (Çev. Ed.) Actinomycetes, İzmir, Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Ser. No:89, 1989, s.328.
44. Öner M. Genel Mikrobiyoloji 9. Bölüm Toprak Mikrobiyolojisi,1996, 3. Baskı, s.296- 310 Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi No:94, İzmir.
45. Alexander, M. Introduction to soil microbiology,1977, 2nd ed., John Wiley and Sons Press, New York.
46. Janssen PH. Identifying the dominant soil bacterial taxa in libraries of 16S rRNA and 16S rRNA genes. *Appl Environ Microbiol.* 2006, 72(3): 1719-28

47. Topçal F, Dığrak M, Gündoğan R. Topraktan İzole Edilen Bacillus Türlerinin Tanımlanması ve Bakteriosin Üretimlerinin Belirlenmesi Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2014, 4(2): 57-67.
48. Borriss R, Danchin A, Harwood CR, Médigue C, Rocha EPC, Sekowska A ve ark. Bacillus subtilis, the model Gram-positive bacterium:20 years of annotation refinement. *Microb Biotechnol.* 2018, 11(1): 3-17.
49. Smith EST. Microbial Profiling Of Soil For Forensic Applications [Yüksek Lisans Tezi] Michigan, Michigan State University, 2011.
50. Carter D., Tibbett M.; "Taphonomic Mycota: Fungi with Forensic Potential, " *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 48, No.1, 2003, (1-4)
51. Lauber C. L., Hamady M., Knight R., Fierer N.; Pyrosequencing-Based Assessment of Soil pH as a Predictor of Soil Bacterial Community Structure at the Continental Scale. 2009.
52. Sagara N., Yamanaka T., Tibbett M.; Soil fungi associated with graves and latrines: toward a forensic mycology. In: Soil analysis in forensic taphonomy: Chemical and biological effects of buried human remains (Eds. M Tibbett and DO Carter).2008; pp. 67–108. CRC, Boca Raton, FL.
53. Petrisor I.G , Parkinson R.A , Horswell J., Waters J.M., Burgoyne L.A., Catcheside D.E.A., Dejonhe W., Leys N., Vanbroekhoven K., Pattnaik P., Graves D.; *Microbial forensics, in Environmental Forensics*: Amsterdam. 2006; pp. 227 – 251.
54. Habtom H., Pasternak Z., Matan O., Azulay C, Gafny R., Jurkevitch E. Applying microbial biogeography in soil forensics. *Forensic Science International:Genetics*. 2019,38:195-203
55. Pietraszkiewicz U. Exploring Soil Bacterial Communities for Forensic Applications:A Genomics Approach [Doktora tezi] Connecticut, University of Connecticut, 2010.

56. Lladó S, López-Mondéjar R, Baldrian P. Forest Soil Bacteria: Diversity, Involvement in Ecosystem Processes, and Response to Global Change. *Microbiol Mol Biol Rev.* 2017, 81(2): 1-19
57. Da Silveira ÉL, Pereira RM, Scaquitto DC, Pedrinho EAN, Val-Moraes SP, Wickert E ve ark. Bacterial diversity of soil under eucalyptus assessed by 16S rDNA sequencing analysis. *Pesqui Agropecu Bras.* 2006, 41(10): 1507-16.
58. Macdonald CA, Ang R, Cordiner SJ, Horswell J. Discrimination of Soils at Regional and Local Levels Using Bacterial and Fungal T-RFLP Profiling. *J Forensic Sci.* 2011, 56(1): 61-9.
59. Smalla K, Oros-Sichler M, Milling A, Heuer H, Baumgarte S, Becker R ve ark. Bacterial diversity of soils assessed by DGGE, T-RFLP and SSCP fingerprints of PCR-amplified 16S rRNA gene fragments: Do the different methods provide similar results? *J. Microbiol Methods.* 2007, 69(3): 470-9.
60. Fierer N., Schimel J.P., Holden P.A.; Variations in microbial community composition through two soil depth profiles. *Soil Biology&Biochemistry.*2003; 35:167-176.
61. Hawksworth DL. Wiltshire PEJ. Forensic mycology: The use of fungi in criminal investigations. *Forensic Science International* 2011, 206(1-3): 1-11.
62. Yılmaz S., Duyan S., Artuk C., Diktaş H., Mikrobiyolojik Tanımlamada MALDI-TOF MS Uygulamaları /Derleme . *TAF Prev Med Bull* 2014, 13(13): 421-426.
63. Ai C, Liang G, Sun J, Wang X, Zhou W. Responses of extracellular enzyme activities and microbial community in both the rhizosphere and bulk soil to long-term fertilization practices in a fluvo-aquic soil. *Geoderma.* 2012, 173-174: 330-8.
64. Marumo Y. Forensic Examination of Soil Evidence. *Japanese J Sci Technol Identif.* 2009, 7(2): 95-111.

65. Blume E., Bischoff M., Reichert J.M., Moorman T., Konopka A., Turco R.F.; Surface and subsurface microbial biomass, community structure and metabolic activity as a function of soil depth and season. *Applied Soil Ecology*. 2002; 20:171-181.
66. Dudley R.J.; A Simple Method for the Determining the pH Small Soil Samples and its Use in Forensic Science. *J. Forensic Sci. Soc.*. 1976; 16: 21-27.
67. Robertson J., C.J.Thomas, Caddy A.B. , Lewis J.M.; Particle size analysis of soils — A comparison of dry and wet sieving techniques. 1984, Pages 209-217.
68. Turner DA, Pichtel J, Rodenas Y, McKillip J, Goodpaster J V. Microbial degradation of gasoline in soil: Effect of season of sampling. *Forensic Sci Int*. 2015, 251: 69-76.
69. Guoju X, Qiang Z, Jiangtao B, Fengju Z, Chengke L. The relationship between winter temperature rise and soil fertility properties. *Air, Soil Water Res*. 2012, 5: 15-22.
70. Aislabie J, Deslippe JR. Soil microbes and their contribution to soil services. Dymond JR (ed.) *Ecosystem services in New Zealand – conditions and trends*. Lincoln, New Zealand. Manaaki Whenua Press, 2013, pp.143-161.
71. Conn HJ. The Most Abundant Groups Of Bacteria In Soil *Bacteriol Rev*.1948, 12(3): 257-273.
72. Ceylan B. Ülkemizde Olay Yeri İnceleme Uygulamalarına Genel Bakış ve Mevcut Sistemin Değerlendirilmesi [Doktora Tezi] İstanbul, Ulusal Tez Merkezi 203584, 2008.
73. Bull P.A., Parker A, Morgan R.M.; The forensic analysis of soils and sediment taken from the cast of a footprint.2006, Pages 6-12.
74. Açikkol M. İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü Kriminalistik Ders Notları, Kriminalistiğe Giriş, 2016 [power point sunumu].

75. Wanogho, S., Gettinby G., Caddy, B., Robertson, J.; "Determination of Particle Size Distribution of Soils in Forensic Science Using Classical and Modern Instrumental Methods," *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 34, No. 4, 1989, pp. 823-835.
76. Ziyade N. Postmortem Mikrobiyolojik Analizler: Güncel Yaklaşım. *Adli Tıp Bülteni* 2012, 17(1): 32-42.
77. Breeze RG, Budowle B, Schutzer SE. Microbial Forensics.2005, Anđ Ö. (Çev. Ed.) Adli Mikrobiyoloji İstanbul, Nobel Tıp Kitapları, 2011, s.1-9
78. Madigan MT, Martinko J. Mikroorganizmaların Biyolojisi, Çökmüş C. (Ed.), Ankara, Palme Yayınevi, 2017, s.797-811
79. Schmedes SE, Sajantila A, Budowle B. Expansion of Microbial Forensics. *J Clin Microbiol.* 2016, 54(8): 1964-74.
80. Rasche F, Knapp D, Kaiser C, Koranda M, Kitzler B, Zechmeister-Boltenstern S ve ark. Seasonality and resource availability control bacterial and archaeal communities in soils of a temperate beech forest. *ISME J.* 2011, 5(3): 389-402.

Ekler

Ek-1: Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Proje Özet Raporu

	T.C.İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ - CERRAHPAŞA Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi PROJE ÖZET RAPORU		
Proje Yürütücüsü	Doç.Dr. Hüseyin ÇAKAN		
Proje Kodu	21862		
Proje Başlığı	İstanbul'da Çeşitli İlçelerden Alınan Islak ve Kuru Toprak Örneklerinin Adli Mikrobiyolojik Yönden Araştırılması		
Proje Türü	Yüksek Lisans Tez		
Proje Grubu	Tıp Sağlık		
Süresi (Ay)	36		
Proje Durumu	Kapanmış		
Başvuru Tarihi		Muhtemel Bitiş Tarihi	11.05.2015
Başlangıç Tarihi	11.5.2012	Bitiş Tarihi	11.5.2015
Ek Süre 1 (Ay)		Ek Süre 2 (Ay)	
Onaylanan Bütçesi	6.258,60 ₺		
Ek Ödenek 1	0,00 ₺		
Ek Ödenek 2	0,00 ₺		
Ek Ödenek 3	0,00 ₺		
Toplam Bütçe	6.258,60 ₺	Gerçekleşen Harcama	6.255,36 ₺

Araştırma Alanları

--

Rapor Takvimi (Projenin onaylanan rapor planı)

Sıra	Başlık	Beklenen Tarih	Ekleme Tarihi	Onay Tarihi
	Sonuç Raporu	11.05.2015		

Proje Bütçesi

Bütçe Türü	Tanımı / Adı	Miktar	K.Miktar	Birimi	Birim Fiyatı	KDV	Tutar (KDV'li)	Durumu
Tüketim Malzemesi (Genel)	2016 Yılı Öncesi Yapılan Harcamalar	1	0	Adet	6.255,36 ₺	0	6.255,36 ₺	Onaylanan

Bütçe Özeti

Bütçe Türü	Tutar	Yüzde (%)
Tüketim Malzemesi (Genel)	6.255,36 ₺	100

Kullanılabilir Bütçe Özeti

Ek-2: Toprak Mikrobiyota Bulguları

Sıra No	İLÇE	KASAYON	İPH	KALCI	MATERYAL	MAKROSKOPİK DEĞERLENDİRME	MİKROSKOPİK DEĞERLENDİRME	ENDOBİYOTİK	KALTİYETLER	LOZİYETLER	NEM
1	ADALAR	DILBURNU	6,09	250 DEREC E	KURUTOPRAK	Koyu,kuru,humuslu,kokusuz	Gram(-)İkosa(tomak/Zinciri) şeklindebasiller(streptobasiller)	Acinetobacterii sp./Streptobacillus/Pseudomonas	Mucor	Bacillus subtilis/Acinetomyces sp.	55%
2	ADALAR	DILBURNU	6,91	100 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Koyu,ıslak,kokusuz,humuslu	Streptobasillus/Kokobasiller	Streptobacillus	Mucor	Bacillus subtilis/Acinetomyces sp.	40%
3	ARNAVUTKÖY	DURSUNKÖY	7,42	100 DEREC E	JRUTOPRAK	ğıkahverengi,taşlı,kokusuz,kuru	Micrococcus/Gr(+)-İkusa(zincirler	Acinetobacterii sp./Micrococcus	Mucor	Lactobacillus	72%
4	ARNAVUTKÖY	DURSUNKÖY	5,1	70 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Taşlı,kahverengi,kokusuz,ıslak	icrococciStreptobacilliiletekteki	Streptomyceti sp./Pseudomonas	Mucor/Aspergillus	Bacillus	65%
5	AVCILAR	DENİZKOŞKL ERİSAHLIK ORMANLIKİ	6,8	100 DEREC E	KURUTOPRAK	nuslu,taşlı,koyu(renk),kokusuz,kuru	Staphylococcus	Staphylococcus saprophyticus	Aspergillus	Staphylococcus	69%
6	AVCILAR	DENİZKOŞKL ERİSAHLIK ORMANLIKİ	6,6	40 DEREC E	ISLAKTOPRAK	nuslu,taşlı,koyu(renk),kokusuz,ıslak	Kokobasiller	Bacillus subtilis	Mucor/Aspergillus	Clostridium sp.,Flavobacterium	52%
7	BAKIRKÖY	LORYAIDORMANI	7,44	230 DEREC E	KURUTOPRAK	ğı,koyu(kahverengi),kokusuz,kuru	Gr(+)-Staphylococcus	Bacillus cereus/Micrococcus	Mucor/Trichoderma	Bacillus subtilis/Bacillus	75%
8	BAKIRKÖY	LORYAIDORMANI	6,90	80 DEREC E	ISLAKTOPRAK	ğı,koyu(kahverengi),kokusuz,ıslak	Kısa,killi,bazentektiboyanmış silinilenkiliKokobasiller	Bacillus subtilis	Mucor/Aspergillus	Bacillus subtilis/Nitrosomonas	45%
9	BAYRAMPAŞA	METROİRAYE BİTİŞİĞİ	6,71	200 DEREC E	KURUTOPRAK	nuslu,taşlı,koyu(renk),kokusuz,kuru	Streptobacillus/zincirekinde basiller(gram-)	Acinetobacter/Streptobacil lus	Penicillium	Bacillus subtilis/Clostridia	62%
10	BAYRAMPAŞA	METROİRAYE BİTİŞİĞİ	7,31	50 DEREC E	ISLAKTOPRAK	nuslu,taşlı,koyu(renk),kokusuz,ıslak	(Gram-)BasillerDiplobasiller	Pseudomonas	Mucor/Aspergillus	Paenibacillus sp./Bacillus	42%
11	BEŞİKTAŞ	YILDIZPARKI	6,15	170 DEREC E	KURUTOPRAK	Kahverengi,kokusuz,yumuşak,k uru,humuslu	Gram(-)-Streptococcus	Bacillus subtilis	Penicillium/Aspergillus	ÜREMEDİ	58%
12	BEŞİKTAŞ	YILDIZPARKI	5,97	30 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Kahverengi,kokusuz,yumuşak,h umuslu,nemli	Streptobacillus/zincirekinde basiller(gram-)/diplobasil	ÜREMEDİ	Candida/Aspergillus	Bacillus subtilis/Clostridia	41%
13	BEYOZ	RIVA	5,00	230 DEREC E	KURUTOPRAK	Koyu,kuru,taşlı,kokusuz	CoccobacilliTekliveyatikilde teryarılaklıStreptobacillus	Bacillus/Aspergillus	Aspergillus/Aspergillus	Bacillus subtilis/Clostridia	66%
14	BEYOZ	RIVA	6,9	90 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Koyu,ıslak,kokusuz,taşlı	CoccobacilliTekliveyatikilde izümrekinde	Bacillus cereus/Streptobacillus	Penicillium/Aspergillus	Bacillus subtilis/Clostridia	40%
15	ÜYÜKÇEKMECE	BÜYÜKÇEKMECE Cİ ÖLÜ	7,45	210 DEREC E	KURUTOPRAK	Koyu,kuru,humuslu,kokusuz	GÖRÜLMEDİ	Pseudomonas	Aspergillus	Staphylococcus	52%
16	ÜYÜKÇEKMECE	BÜYÜKÇEKMECE Cİ ÖLÜ	7,42	80 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Koyu,ıslak,kokusuz,humuslu	Kısa,küçükGram(-)-tomak	Bacillus subtilis	Mucor/Aspergillus	Bacillus subtilis/Clostridia	48%
17	ÇATALCA	FLAMİNGOKÖ Y	732	240 DEREC E	KURUTOPRAK	Marnitoprak,kuru	KısabüzünlenikGram(-)-İkusa tomak	Acinetobacter	Candida/Aspergillus	Bacillus cereus	72%
18	ÇATALCA	FLAMİNGOKÖ Y	7,54	120 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Marnitoprak,ıslak	Gram(-)-İkusa(tomak/Zinciri) şeklindebasiller(streptobasiller)	Streptobacillus/ Acinetobacter	Cladosporium	Micrococcus	66%
19	ÇEKMEKÖY	TAŞDELEN	7,1	220 DEREC E	KURUTOPRAK	Açık(kahverengi),kireçli,keskin koku,kuru	Tektibasiller,incedjanyanaadaltta	Bacillus/Aspergillus	Penicillium/Aspergillus	ÜREMEDİ	77%
20	ÇEKMEKÖY	TAŞDELEN	7,39	90 DEREC E	ISLAKTOPRAK	ıslak,keskin,koku,kireçlioprak	Küçükİkusa basillerCoccobasiller	Coccobasiler/Proteus	Penicillium/Aspergillus	Proteus/Aspergillus	59%
21	EYÜP	GÖKTÜRKE TABİATPARKI	7,34	200 DEREC E	KURUTOPRAK	erengi,kokusuz,yumuşak,humuslu	Streptobacillus/zincirekinde basiller(gram-)	ÜREMEDİ	Mucor	Bacillus subtilis	55%
22	EYÜP	GÖKTÜRKE TABİATPARKI	6,25	60 DEREC E	ISLAKTOPRAK	ahverengi,humuslu,sert,kokusuz	KümeleşmişStaphylococcus	Bacillus/Aspergillus	Mucor/Aspergillus	Acinetobacter sp./Clostridium	48%
23	FATİH	SURLAR	8,1	230 DEREC E	KURUTOPRAK	Keskin Koku,humuslu,kahverengi,yu muşak	Streptobacillus	Bacillus/Aspergillus	Mucor/Aspergillus	Bacillus subtilis/Clostridia	61%
24	FATİH	SURLAR	8,5	40 DEREC E	ISLAKTOPRAK	hverengi,nemli,kokusuz,humuslu	Gram(-)-İkusa(tomak	Bacillus	Mucor/Aspergillus	Bacillus subtilis/Acinetomyces sp.	52%
25	KADIKÖY	SAHİL(PARK)	8,4	100 DEREC E	KURUTOPRAK	Killi,taşlı,kırmızıkahverengi,kuru	Coccobacillus	Acinetobacter	Mucor	Staphylococcus sp./Micrococcus	53%
26	KADIKÖY	SAHİL(PARK)	7,92	80 DEREC E	ISLAKTOPRAK	İlil,taşlı,kırmızıkahverengi,nemli	Streptobacillus	Bacillus/Aspergillus	Mucor/Rhyopsis	Bacillus subtilis/Clostridia	45%
27	SARIYER	ZEKERİYAKÖ YIDORMANI	5,97	250 DEREC E	KURUTOPRAK	muşak,kokusuz,kahverengi,kumlu	Streptobacillus	Streptomyceti sp./Streptobacillus	Mucor/Aspergillus	Bacillus cereus/Clostridium	68%
28	SARIYER	ZEKERİYAKÖ YIDORMANI	4,85	10 DEREC E	ISLAKTOPRAK	müşak,kokusuz,kahverengi,kumlu	Gr(+)-Kokobasiler	ÜREMEDİ	Mucor	Bacillus subtilis/Streptomyceti sp.	37%
29	SULTANBEYLİ	MAHALLESİ ORMANLIKİ	8,	200 DEREC E	KURUTOPRAK	Açık(kahverengi),yumuşak,tnlı	Diplobacillus	Acinetobacter sp./Clostridium	ÜREMEDİ	Bacillus subtilis/Clostridia	78%
30	SULTANBEYLİ	MAHALLESİ ORMANLIKİ	7,96	80 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Kahverengi,nemli,kokusuz,tnlı	Streptobacillus	Streptobacillus	Aspergillus	Bacillus cereus/Kokobasiller	51%
31	SILIVRİ	DEĞİRMENKÖ Y	5,15	220 DEREC E	KURUTOPRAK	Taşlı,kokusuz,kahverengi	Streptobacillus	Coccobasiler	Mucor	Bacillus subtilis/Kokobasiller	48%
32	SILIVRİ	DEĞİRMENKÖ Y	4,55	50 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Taşlı,kokusuz,kahverengi,nemli	Gram(-)-İkusa(tomak	Bacillus	Mucor	Bacillus subtilis	33%
33	ŞİLE	AĞLAYANİ KAYA	6,32	170 DEREC E	KURUTOPRAK	Kokulu,kuru,taşlı,kumlu,açık kahverengi	Kokobasiller	Streptobacillus/Bacillus subtilis	Mucor/Aspergillus	Bacillus subtilis/Clostridia	39%
34	ŞİLE	AĞLAYANİ KAYA	5,15	80 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Kokulu,nemli,taşlı,kumlu,açık kahverengi	BasillerinBakterisikiformları	Streptobacillus	Mucor/Aspergillus	Bacillus/Aspergillus	36%
35	TUZLA	AKFİRATİ ORMANI	6,9	100 DEREC E	KURUTOPRAK	Killi,taşlı,kırmızıkahverengi,kuru	Streptobacillus/Streptomyces	Acinetobacter/Clostridium sp./Bacillus	Mucor	Acinetobacter/Clostridium sp./Bacillus	57%
36	TUZLA	AKFİRATİ ORMANI	7,1	50 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Killi,taşlı,kırmızıkahverengi,nemli,koku	Streptobacillus/Gram(-)İnce basiller/Gr(+)-Basiller	Streptobacillus/Bacillus subtilis/Pseudomonas	Mucor/Aspergillus	Bacillus subtilis/Clostridia sp./Kokobasiller/Bacillu	52%
37	ÜMRANIYE	HACEGANİ HATIRAS ORMANI	8,30	250 DEREC E	KURUTOPRAK	Bilgili çerikli,kokulu,kuru,yumuşak,aç ıkahverengi,tnlı	Gram(-)-İkusa(tomak/Zinciri) şeklindebasiller(streptobasiller)	ÜREMEDİ	Mucor/Aspergillus	Acinetobacter sp./Bacillus	82%
38	ÜMRANIYE	HACEGANİ HATIRAS ORMANI	4,80	40 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Islak,kahverengi,kokulu,tnlı	icrococciStreptobacilliiletekteki	ÜREMEDİ	Mucor/Aspergillus	Bacillus cereus/Clostridium	62%
39	ÜSKÜDAR	SAHİLÖLÜ	7,21	220 DEREC E	KURUTOPRAK	Humuslu,kuru,koyu renk,kokusuz	KümeleşmişStaphylococcus	Bacillus/Aspergillus	Mucor/Aspergillus	Staphylococcus	72%
40	ÜSKÜDAR	SAHİLÖLÜ	6,95	60 DEREC E	ISLAKTOPRAK	Humuslu,ıslak,koyu renk,kokusuz	Gr(+)-Staphylococcus	Acinetobacter/ Streptobacillus	Mucor/Aspergillus	Bacillus	57%

Özgeçmiş

SEVTUĞ KASAPBAŞOĞLU

Uyruğu : T.C. **Tel:** 0532 461 68 61
Doğum Yeri : İstanbul **Email:** sevtug83@gmail.com
Doğum Tarihi : 14.05.1979
Adres : Maden Mahallesi Sarıyer-İstanbul / TÜRKİYE

EĞİTİM

Yüksek Lisans	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ Adli Tıp Enstitüsü, Fen Bilimleri ABD, Tezli Yüksek Lisans Programı Devam ediyor
Lisans	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ Tıbbi Biyolojik Bilimler Haziran 2002
Orta ve Lise	Özel Ata Koleji, Sayısal

DENEYİMLER

İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Mart 2015- Temmuz 2018	Mikrobiyoloji Laboratuvarı Yüksek Lisans Tez Çalışmaları
--	--

SIRA NO	İLÇE	LOKASYON	PH	SICAKLIK	MATERYAL	MAKROSKOBİK DEĞERLENDİRME	MİKROSKOBİK DEĞERLENDİRME	ENDO BESİYERİ	MALT BESİYERİ	JELOZ BESİYERİ	NEM
1	ADALAR	DİLBURNU	25 6,09	DERECE	KURU TOPRAK	Koyu,kuru,humuslu,kokusuz	Gram (-) kısa çomak/Zincir şeklinde basiller(Streptobasiller)	Acinetobacter sp./Streptobacillus/Pseudomonas sp.	Mucor sp./Penicillium sp.	Acinetobacter sp./Bacillus subtilis	55%
2	ADALAR	DİLBURNU	10 6,91	DERECE	ISLAK TOPRAK	Koyu,ıslak,kokusuz,humuslu	Streptobasillus/kokobasiller	Streptobacillus sp.	Mucor sp.	Bacillus subtilis/Actinomyces sp.	40%
3	ARNAVUTKÖY	DURSUNKÖY	21 7,42	DERECE	KURU TOPRAK	Açık kahverengi,taşı,kokusuz,kuru	Micrococcus sp./Gr(+) kısa zincirler	Acinetobacter sp.	Mucor sp.	Lactobacillus sp.	72%
4	ARNAVUTKÖY	DURSUNKÖY	7 5,1	DERECE	ISLAK TOPRAK	Taşlı,kahverengi,kokusuz,ıslak	Micrococ ve Streptobacil 2li ve tekli	Streptomyces sp./Pseudomonas sp.	Mucor sp./Aspergillus sp.	Bacillus sp.	65%
5	AVCILAR	DENİZKÖŞKLER SAHİLİ ORMANLIK ALAN	19 6,8	DERECE	KURU TOPRAK	Humuslu,taşlı,koyu renk,kokusuz,kuru	Staphylococcus sp.	Staphylococcus saprophyticus	Aspergillus sp.	Staphylococcus sp.	69%
6	AVCILAR	DENİZKÖŞKLER SAHİLİ ORMANLIK ALAN	6,6 4	DERECE	ISLAK TOPRAK	Humuslu,taşlı,koyu renk,kokusuz,ıslak	Kokobasiller	Bacillus subtilis	Mucor sp./Aspergillus sp.	Clostridium sp./Flavobacterium sp.	52%
7	BAKIRKÖY	FLORYA ORMANI	23 7,44	DERECE	KURU TOPRAK	Taşlı,koyu kahverengi,kokusuz,kuru	Gr(+) Staphylococcus	Bacillus cereus/Micrococcus sp.	Mucor sp./Trichoderma sp.	Bacillus subtilis/Bacillus sp.	75%
8	BAKIRKÖY	FLORYA ORMANI	6,90 8	DERECE	ISLAK TOPRAK	Taşlı,koyu kahverengi,kokusuz,ıslak	Kısa,ikili,bazen tekil boyanmış şilik renkli Kokobasiller	Bacillus subtilis	Mucor sp./Penicillium sp.	Bacillus subtilis/Nitrosomonas sp.	45%
9	BAYRAMPAŞA	METRO RAY BİTİŞİĞİ	20 6,71	DERECE	KURU TOPRAK	Humuslu,taşlı,koyu renk,kokusuz,kuru	Streptobacillus /zincir şeklinde basiller gram(-)	Acinetobacter/Streptobacillus sp.	Penicillium sp.	Bacillus subtilis/Clostridia sp.	62%
10	BAYRAMPAŞA	METRO RAY BİTİŞİĞİ	7,31 5	DERECE	ISLAK TOPRAK	Humuslu,taşlı,koyu renk,kokusuz,ıslak	Gram (-) basiller diplobasiller	Pseudomonas sp.	Mucor sp./Penicillium sp.	Paenibacillus sp./Bacillus sp.	42%
11	BEŞİKTAŞ	YILDIZ PARKI	17 6,15	DERECE	KURU TOPRAK	Kahverengi,kokusuz,yumuşak,kuru,humuslu	Gram (-) streptococcus	Bacillus subtilis	Penicillium sp./Mucor sp.	ÜREMEDİ	58%
12	BEŞİKTAŞ	YILDIZ PARKI	5,97 3	DERECE	ISLAK TOPRAK	Kahverengi,kokusuz,yumuşak,humuslu,nemli	Streptobacillus /zincir şeklinde basiller gram(-)/diplobasil	ÜREMEDİ	Candida sp./Mucor sp.	Bacillus subtilis/Clostridia sp.	41%
13	BEYKOZ	RİVA	23 5,00	DERECE	KURU TOPRAK	Koyu,kuru,taşlı,kokusuz	Coccobacillus tekli veya ikili net yuvarlak değil/Streptobacillus	Bacillus sp./Acinetobacter sp./Clostridia sp./Streptomyces	Aspergillus sp./Mucor sp.	Acinetobacter sp./Bacillus subtilis/Clostridia sp./Streptobacillus	66%
14	BEYKOZ	RİVA	6,9 9	DERECE	ISLAK TOPRAK	Koyu,ıslak,kokusuz,taşlı	Coccobacillus tekli veya ikili üzüm şeklinde	Bacillus cereus/Streptobacillus sp.	Penicillium sp./Mucor sp.	Bacillus subtilis/Clostridia sp.	40%
15	BÜYÜKÇEKMECE GÖLÜ	BÜYÜKÇEKMECE GÖLÜ	21 7,45	DERECE	KURU TOPRAK	Koyu,kuru,humuslu,kokusuz	GÖRÜLMEDİ	Pseudomonas sp.	Aspergillus sp.	Staphylococcus sp.	52%
16	BÜYÜKÇEKMECE GÖLÜ	BÜYÜKÇEKMECE GÖLÜ	7,42 8	DERECE	ISLAK TOPRAK	Koyu,ıslak,kokusuz,humuslu	Kısa,küçük Gram (-) çomak	Bacillus subtilis	Mucor sp./Aspergillus sp./Penicillium sp.	Bacillus subtilis/Clostridia sp.	48%
17	ÇATALCA	FLAMINGOKÖY	24 7,32	DERECE	KURU TOPRAK	Marnlı toprak,kuru	Kısa düzenli Gram (-) kısa çomak	Acinetobacter sp.	Candida sp./Mucor sp.	Bacillus cereus	72%

18	ÇATALCA	FLAMİNGOKÖY	12 7,54 DERECE	ISLAK TOPRAK	Marnlı toprak, ıslak	Gram (-) kısa çomak/Zincir şeklinde basiller(streptobasiller)	Streptobacillus sp. /Acinetobacter sp.	Cladosporium sp.	Micrococcus sp.	66%
19	ÇEKMEKÖY	TAŞDELEN	22 7,1 DERECE	KURU TOPRAK	Açık kahverengi,kireçli,keskin kokulu,kuru	Tekli basiller, ince yanyana yada alt alta	Bacillus sp./Acinetobacter sp.	Penicillium sp. /Mucor sp.	ÜREMEDİ	77%
20	ÇEKMEKÖY	TAŞDELEN	7,39 9 DERECE	ISLAK TOPRAK	Koyu, ıslak, keskin kokulu, kireçli toprak	Küçük kısa basiller/Coccobasiller	Coccobasiller/Proteus sp.	Penicillium sp./Aspergillus sp.	Proteus sp./Bacillus sp.	59%
21	EYÜP	GÖKTÜRK TABİAT PARKI	20 7,34 DERECE	KURU TOPRAK	kahverengi,humuslu,yumuşak,humuslu	Streptobacillus /zincir şeklinde basiller gram(-)	ÜREMEDİ	Mucor sp.	Bacillus subtilis	55%
22	EYÜP	GÖKTÜRK TABİAT PARKI	6,25 6 DERECE	ISLAK TOPRAK	Kahverengi,humuslu,sert,kokusuz	Kümeleşmiş Staphylococcus	Bacillus sp./Acinetobacter sp.	Mucor sp./Aspergillus sp.	Acinetobacter sp./Clostridium sp.	48%
23	FATİH	SURLAR	23 8,1 DERECE	KURU TOPRAK	Keskin kokulu,humuslu,kahverengi,yumuşak	Streptobacillus	Bacillus sp./Acinetobacter sp./Clostridia sp./	Mucor sp./Aspergillus sp.	Bacillus subtilis/Clostridia sp.	61%
24	FATİH	SURLAR	8,5 4 DERECE	ISLAK TOPRAK	kahverengi ,nemli,kokusuz,humuslu	Gram (-) kısa çomak	Bacillus sp.	Mucor sp./Penicillium sp.	Bacillus subtilis/Actinomyces sp.	52%
25	KADIKÖY	SAHİL (PARK)	19 8,4 DERECE	KURU TOPRAK	Killi,taşı,kırmızı kahverengi,kuru	Coccobacillus	Acinetobacter sp.	Mucor sp.	Staphylococcus sp./Micrococcus sp.	53%
26	KADIKÖY	SAHİL (PARK)	7,92 8 DERECE	ISLAK TOPRAK	Killi,taşı,kırmızı kahverengi,nemli	Streptobacillus	Bacillus sp./Acinetobacter sp.	Mucor sp./Rhizyops sp.	Bacillus subtilis/Clostridia sp.	45%
27	SARİYER	ZEKERİYAKÖY ORMANI	25 5,97 DERECE	KURU TOPRAK	Yumuşak,kokusuz,kahverengi,kumlu	Streptobacillus	Streptomyces sp./Streptobacillus sp.	Mucor sp./Penicillium sp.	Bacillus cereus/Clostridium sp.	68%
28	SARİYER	ZEKERİYAKÖY ORMANI	4,85 1 DERECE	ISLAK TOPRAK	Yumuşak,kokusuz,kahverengi,kumlu	Gr(+) Kokobasiller	ÜREMEDİ	Mucor sp.	Bacillus subtilis/Streptomyces sp.	37%
29	SULTANBEYLİ	TURGUTREİS MAHALLESİ ORMANLIK ALAN	20 8,2 DERECE	KURU TOPRAK	Açık kahverengi,yumuşak,tınlı	Diplobacillus	Acinetobacter sp./Clostridium sp	ÜREMEDİ	Bacillus subtilis/Clostridia sp.	78%
30	SULTANBEYLİ	TURGUTREİS MAHALLESİ ORMANLIK ALAN	7,96 3 DERECE	ISLAK TOPRAK	Kahverengi,nemli,kokusuz,tınlı	Streptobacillus	Streptobacillus sp.	Aspergillus sp.	Bacillus cereus/Kokobasiller	51%
31	SİLİVRİ	DEĞİRMENKÖY	22 5,15 DERECE	KURU TOPRAK	Taşı,kokusuz,kahverengi	Streptobacillus	Coccobasiller	Mucor sp.	Bacillus subtilis/Kokobasiller	48%
32	SİLİVRİ	DEĞİRMENKÖY	4,55 5 DERECE	ISLAK TOPRAK	Taşı,kokusuz,kahverengi,nemli	Gram (-) kısa çomak	Bacillus sp.	Mucor sp.	Bacillus subtilis	33%
33	ŞİLE	AĞLAYAN KAYA	17 6,32 DERECE	KURU TOPRAK	Kokulu,kuru,taşı,kumlu,açık kahverengi	Kokobasiller	Streptobacillus/Bacillus subtilis	Mucor sp./Aspergillus sp./Penicillium sp.	Bacillus subtilis/Clostridia sp.	39%
34	ŞİLE	AĞLAYAN KAYA	5,15 8 DERECE	ISLAK TOPRAK	Kokulu,nemli,taşı,kumlu,açık kahverengi	Basillerin değişik formları	Streptobacillus	Mucor sp./Aspergillus sp.	Bacillus sp./Clostridia sp.	36%
35	TUZLA	AKFIRAT ORMANI	19 6,9 DERECE	KURU TOPRAK	Killi,taşı,kırmızı kahverengi,kuru	Streptobacillus /Streptomyces	Acinetobacter/Clostridium sp./Bacillus sp.	Mucor sp.	Acinetobacter/Clostridium sp./Bacillus spp.	57%

36	TUZLA	AKFIRAT ORMANI	7,1 5 DERECE	ISLAK TOPRAK	Killi,taşı, kırmızı kahverengi,nemli,kokulu	Streptobacillus (Gram (-) ince basiller/Gr(+) basiller	Streptobacillus/Bacillus subtilis/Pseudomonas sp.	Mucor sp./Penicillium sp.	Bacillus subtilis/Clostridia sp./Kokobasiller/Bacillus sp.	52%
37	ÜMRANIYE	HACEGAN HATIRA ORMANI	25 8,30 DERECE	KURU TOPRAK	Bitki içerikli,kokulu,kuru,yumuşak,açık kahverengi, tınlı	Gram (-) kısa çomak/Zincir şeklinde basiller(streptobasiller)	ÜREMEDİ	Mucor sp./Penicillium sp.	Acinetobacter sp./Bacillus sp.	82%
38	ÜMRANIYE	HACEGAN HATIRA ORMANI	4,80 4 DERECE	ISLAK TOPRAK	Islak,kahverengi,kokulu,tınlı	Micrococ ve Streptobacil 2li ve tekli	ÜREMEDİ	Mucor sp./Aspergillus	Bacillus cereus/Clostridium sp.	62%
39	ÜSKÜDAR	SAHİL YOLU	23 7,21 DERECE	KURU TOPRAK	Humuslu,kuru,koyu renk,kokusuz	Kümeleşmiş Staphylococcus	Bacillus sp./Acinetobacter sp.	Mucor sp./Aspergillus sp.	Staphylococcus sp.	72%
40	ÜSKÜDAR	SAHİL YOLU	6,95 6 DERECE	ISLAK TOPRAK	Humuslu,ıslak,koyu renk,kokusuz	Gr(+) Staphylococcus	iStreptobacillus /Acinetobacter sp.	Mucor sp./Aspergillus sp.	Bacillus sp.	57%